

UNIVERSITÉ DU QUÉBEC EN OUTAOUAIS

L'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES DES COMMUNAUTÉS CANADIENNES
DÉPENDANTES DE LA FORÊT

THÈSE

PRÉSENTÉE

COMME EXIGENCE PARTIELLE

DOCTORAT EN SCIENCES SOCIALES APPLIQUÉES

PAR

ANNIE MONTPETIT

DÉCEMBRE 2023

REMERCIEMENTS

Le dépôt de cette thèse clôt le chapitre final d'une histoire qui a débuté en janvier 2012. À ce moment, j'étais en vacances au Québec, dans l'attente d'un autre contrat de consultante à l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) à Rome. Cela faisait près de 5 ans que j'étais en Europe et je profitais de mon séjour au Québec pour réfléchir à mes perspectives académiques et professionnelles. Diplômée d'une maîtrise en gouvernance environnementale de l'Allemagne, j'étais intéressée à poursuivre mes études au doctorat. Or, j'étudiais avant tout les options en Europe. Une collègue de la FAO m'avait toutefois suggéré de contacter « les gens de l'IQAFF », l'ancêtre de l'Institut des sciences de la forêt tempérée (ISFORT) de l'UQO pour jaser des enjeux sociaux liés à la forêt et des avenues de doctorat au Québec. Après une première rencontre Skype avec Frédérik Doyon (professeur au Département de sciences naturelles de l'UQO), j'avais rendez-vous avec lui à Mont-Laurier, pour assister à un atelier sur la vulnérabilité aux changements climatiques avec les partenaires de la Forêt modèle du Projet Le Bourdon. C'est lors de cet événement que j'ai aussi rencontré Guy Chiasson (professeur au Département de sciences sociales) et que l'idée de faire un doctorat au Québec, à l'UQO, sous la direction de Guy et Frédérik, a pris racine. Cette rencontre a été marquante car j'ai décidé de poser mes valises au Québec, de m'inscrire au doctorat en sciences sociales appliquées (DSSA) et, sans le savoir, c'était le début d'une aventure qui allait s'étirer sur un peu plus d'une décennie.

La liste de personnes qui ont eu une importance significative dans mon parcours doctoral est longue. Toutefois, si j'arrive à mettre le point final à cette thèse, c'est en grande partie en raison de l'appui inconditionnel que j'ai reçu de mes directeurs, Guy et Frédérik. Je ne savais pas, lorsque j'ai décidé, un peu sur le coup de l'instinct, de poursuivre un doctorat avec eux à quel point j'étais bien tombée. Certes, j'ai eu accès à des opportunités grâce à leurs réseaux de recherche respectifs, j'ai pu bénéficier de leur riche bagage de savoirs et d'expériences en recherche, de leur appui pour l'obtention de financement, ou encore, de leurs nombreuses rétroactions dans mes travaux. Or, ce sont leurs qualités humaines qui méritent d'être soulignées. J'ai pu bénéficier d'un encadrement basé sur le respect, l'empathie et un désir sincère de voir les personnes sous leur direction évoluer, acquérir des savoirs, être formées en recherche, et surtout, réussir. Mon parcours doctoral s'est également effectué en parallèle avec l'arrivée de mes enfants. Sachant ma motivation à terminer ma thèse et les défis de conciliation études-travail-famille (surtout dans les dernières années de la thèse), jamais Guy ou Frédérik ne m'ont mis de la pression. Au

contraire, les deux formaient une équipe auprès de laquelle je pouvais discuter de stratégies afin de mieux cheminer et de terminer. Guy, Frédéric, je vous remercie pour tout.

Je tiens également à remercier Mario Gauthier, qui fait partie de mon jury de thèse depuis le début, pour ses nombreuses rétroactions et le mentorat qu'il a effectué à mon égard. D'ailleurs, je désire souligner le support continu que j'ai reçu du Département de sciences sociales, tout au long de mon parcours. La richesse d'une petite université comme l'UQO réside dans la proximité que l'on peut avoir avec l'ensemble du Département. Je me suis sentie intégrée parmi toutes cette belle communauté du troisième étage! Un merci tout particulier va aux professeurs qui m'ont enseigné pendant la scolarité doctorale : Ndiaga Loum, Thomas Colombat, Mario Gauthier et Mathieu Charron. Vos rétroactions ont été bénéfiques pour le développement de mon projet de thèse. J'ai aussi pu apprécier les supports et les encouragements d'Audrey Rousseau, Martin Laberge, Mathieu Perron-Dufour et Jean-Philippe Bernard dans les derniers mois avant le dépôt de ma thèse. Des remerciements particuliers vont aussi au personnel administratif du Département, pour leur appui essentiel et leur support moral tout au long de mon passage à l'UQO. Par ailleurs, je suis reconnaissante d'avoir pu bénéficier d'échanges et de rétroactions du professeur Luc Bouthillier (Université Laval), qui n'est plus de ce monde, mais qui faisait partie de mon jury lors de l'examen synthèse et du projet de thèse. J'ai aussi trouvé une deuxième « maison » au Département de sciences naturelles, en ayant Frédéric comme co-directeur. Je remercie toute la famille de l'ISFORT, de Jinny Allaire à Julie Poirier, en passant par l'ensemble du corps professoral et les collègues du laboratoire de Frédéric avec qui j'ai eu de nombreux échanges. Je remercie aussi Angélique Dupuch de m'avoir accueillie dans son cours de statistiques.

Un jalon important de ma thèse a été mon passage au Centre de foresterie des Laurentides (CFL) à Québec, où j'ai effectué un séjour de recherche sous la supervision de Solange Nadeau. Merci à toute l'équipe du CFL pour l'accueil et pour les nombreux échanges que j'ai eus lors de mes séjours à Québec. Un remerciement particulier va à Yan Boulanger, pour l'aide avec les données sur les risques de perturbations sur les écosystèmes forestiers. Ses réponses rapides à chaque question et sa volonté de m'aider à avancer dans mon projet ont été précieuses. Merci Yan! Toutefois, si mon passage au CFL a été aussi déterminant dans mon doctorat c'est en raison de ma rencontre avec Solange, en qui j'ai trouvé une mentore. Avec elle, j'ai pu échanger pendant des heures sur les communautés dépendantes de la forêt, sur la notion de dépendance et ses travers. Nous avons aussi eu de nombreuses discussions sur les façons de mieux penser le rapport à la forêt. Solange, merci pour le support que tu m'as apporté depuis notre rencontre. Tes

nombreux encouragements, ton écoute quant à mes choix professionnels, tes commentaires et nos échanges ont été marquants dans mon passage au doctorat. Merci.

Je ne crois pas que l'on puisse passer à travers un doctorat sans un réseau de personnes qui comprennent les défis de mener un projet doctoral à terme. Mon expérience n'aurait pas été aussi enrichissante sans le trio de feu que j'ai formé avec Amélie Champagne et Hanneke Beaulieu, mes collègues du doctorat. Nous avons formé une petite cohorte, unie, où j'ai senti que mes défis étaient validés, compris et respectés. Nos nombreux séjours de rédaction dans des chalets, vos encouragements, nos fous rires, votre écoute et surtout, votre solidarité pour la réalité de la conciliation travail-études-famille sont inestimables. Merci à vous deux, mes amies. Mon passage à l'UQO a également été l'occasion de faire la rencontre de femmes, portées par une soif de dépassement et un désir d'améliorer notre société, qui m'ont grandement inspirée. Je pense à mon début de doctorat, et à l'appui reçu par Élodie Plassin qui m'accueillait chaque semaine sous son toit et avec qui j'ai partagé un bout de chemin. À Amandine Cochard et Nathalie McSween pour les conseils en début de doctorat. À Fernande Abanda, modèle de force et de détermination. À Édith Leclerc, pour son amitié et son accompagnement continu pendant mon parcours. À Valérie Lafrance-Moreau pour les beaux moments passés en sa compagnie dans le milieu associatif étudiant à l'UQO. À toutes, je vous remercie!

La thèse a aussi été une très belle occasion de tisser des liens avec des étudiantes d'autres universités. Merci à Isabelle Lefrançois, Marie-Hélène Eddie, Virginie Abat-Roy et Ariane Brun del Re pour les bons moments et la motivation partagés lors de nos retraites maison. Je suis aussi reconnaissante envers l'organisme Thèsez-Vous! Vos nombreuses activités de rédaction, en présentiel et en virtuel, ont grandement aidé à la progression de ma thèse. À toutes les personnes avec qui j'ai échangé, de près ou de loin, pendant mes activités, je vous remercie pour le support moral et les nombreuses « tomates » passées en votre compagnie!

Je ne peux non plus passer sous silence les cinq belles années que j'ai passées auprès des Fonds de recherche du Québec. À toutes les personnes que j'ai côtoyées en étant membre du Comité intersectoriel étudiant, je vous remercie. J'ai apprécié travailler en votre compagnie, à mieux comprendre l'écosystème de la recherche, à faire en sorte que les parcours atypiques soient mieux valorisés dans les demandes de bourse et surtout à faire en sorte que les critères d'évaluation des bourses destinées à la relève en recherche soient plus équitables envers la diversité des profils étudiants. Un merci tout spécial va à

Madison Rilling, Dorothée Charest-Belzile, Stéphanie Luna, Olivier Lemieux, Simon Massé, Jean-Christophe Bélisle-Pipon, Ariane Girard, Josée Maurais, Francis Houde, Julie Bernard, et Sarah Bitter.

Les dernières années qui ont menées à l'aboutissement de cette thèse, marquées par la pandémie, ont été difficiles sur le plan de la conciliation étude-travail-famille. L'obtention de mon poste au Bureau de la scientifique principale à Ressources naturelles Canada a été une étape charnière qui m'a permis de mener ce projet doctoral à terme. En plus d'être intéressant et lié à mes champs d'intérêt (les évaluations d'impact), cet emploi m'aura donné la stabilité et la prévisibilité d'horaire nécessaires afin de terminer la thèse. Je remercie tout particulièrement mes gestionnaires, Marie-Ève Lenghan et Peter Unger, qui ont fait preuve d'une compréhension et d'un support sans faille envers moi dans les derniers mois. Je remercie aussi mes collègues à la Division des évaluations d'impacts pour les nombreux encouragements au cours des derniers mois. Vous êtes une équipe de rêve!

Je remercie également les organismes qui ont contribué financièrement à cette thèse, dont le Conseil de recherche en sciences humaines du Canada, le Fonds de recherche du Québec Société et Culture, Mitacs, la Fondation de l'UQO, le Centre d'étude de la forêt, l'Institut des territoires, le Centre de recherche sur le développement territorial et la Fondation de l'Université du Québec en Outaouais.

Finalement, je remercie ma famille et mes amis pour leur support tout au long de ces années : Lennart pour son appui indéfectible pendant toutes ces années; mes enfants, Nora et Tom, pour l'inspiration et les nombreux dessins qui ont embelli mon bureau; mes parents qui m'ont toujours encouragée dans mes projets d'étude; mes sœurs, Julie et Marilyne, pour les encouragements; et mes amis de longue date, Marie-Claude, Amélie, François et Catherine pour leur compréhension envers mon manque de disponibilité et leur amitié précieuse.

C'est avec une immense fierté et beaucoup de reconnaissance envers toutes les personnes qui ont rendu cette thèse plus agréable, inspirante et humaine que je peux finalement clore ce chapitre de ma vie.

AVANT-PROPOS

J'ai débuté le doctorat en sciences sociales appliquées (DSSA) à l'automne 2012. En amorçant mon parcours, j'avais déjà choisi la thématique de ma thèse, soit l'adaptation aux changements climatiques des communautés dépendantes de la forêt. Rapidement, les cours du programme m'ont permis de réfléchir à l'interdisciplinarité, aux maillages entre les sciences sociales et naturelles ainsi qu'à l'adoption d'une posture épistémologique qui soit cohérente avec mon sujet d'étude. Cette thèse a néanmoins subi plusieurs transformations par rapport au projet de thèse initial. Bien que les transformations fassent partie du cheminement normal d'un parcours doctoral, les grands jalons de ce parcours méritent d'être brièvement présentés pour mieux accompagner la lecture de cette thèse et expliquer les raisons qui ont motivé certains choix.

D'abord, le concept central qui était à l'origine de mon questionnement de recherche était celui de la capacité d'adaptation aux changements climatiques. Au fil des contrats de professionnelle de recherche à l'UQO, j'avais tenté de saisir les contours de ce concept. Certes, la littérature le présentait comme une dimension clé, au même titre que les notions d'exposition et de sensibilité, pour comprendre la vulnérabilité aux changements climatiques. J'avais d'ailleurs commencé à étudier ce concept lors du contrat de professionnelle de recherche que j'avais obtenu tout juste avant de débiter le doctorat et qui portait sur la vulnérabilité aux changements climatiques de la Forêt modèle du Projet Le Bourdon (Hautes Laurentides). Toutefois, des questions subsistaient : que signifie exactement la capacité d'adaptation? Comment situer ce concept dans les différents champs de littérature? Et surtout, comment le mesurer ou l'aborder de manière opérationnelle? Ce sont finalement les questions auxquelles j'ai apporté un éclaircissement dans mon examen de synthèse. Ce dernier a d'ailleurs permis de jeter les assises du cadre conceptuel qui constitue le socle de cette thèse. C'est au cours de cette période que j'ai tenté de mieux comprendre les liens existants entre les notions de vulnérabilité, de résilience et d'adaptation dans un contexte de changements climatiques. J'y expliquais alors que plusieurs disciplines des sciences sociales et naturelles ont contribué à la compréhension de ces notions et que le concept de capacité d'adaptation pouvait être abordé autant dans une perspective de résilience que de vulnérabilité.

La notion de capacité d'adaptation était donc centrale à l'élaboration de mon projet de thèse, déposé à l'automne 2014. Celui-ci était ambitieux. J'y entrevoyais une collecte de données en trois chapitres. Premièrement, j'entrevoyais aborder le concept de capacité d'adaptation sous l'angle de la vulnérabilité.

Je souhaitais décrire la capacité d'adaptation, l'exposition et la sensibilité des communautés dépendantes de la forêt au Canada à l'aide d'analyses statistiques. Cela impliquait une étape d'identification des communautés dépendantes de la forêt qui devait se faire à l'aide des indicateurs d'emploi dans le secteur forestier canadien. Deuxièmement, je prévoyais adopter une démarche compréhensive et faire des études de cas pour mieux comprendre les dynamiques de résilience des communautés. J'aurais sélectionné deux ou trois cas parmi les communautés forestières et j'aurais conduit des entretiens semi-dirigés auprès d'acteurs clés. Troisièmement, je prévoyais faire des études de cas de communautés ayant dû s'adapter à des perturbations associées aux changements climatiques (feux de forêt par exemple) afin de comprendre comment l'adaptation s'est déroulée et les leçons apprises.

Les deux dernières étapes ont finalement été abandonnées pour ne garder que la première. Sans m'attarder à l'explication détaillée des raisons qui ont motivé ces changements, je souhaite mettre l'accent sur deux facteurs. Le premier est conceptuel. Au cours des premières années du doctorat, j'ai eu l'opportunité de présenter mon cadre conceptuel et opérationnel dans le cadre de plusieurs colloques. J'y allais d'une description du concept de capacité d'adaptation, des synergies entre les champs de littérature qui traitent de l'adaptation aux changements climatiques et de mon objet de recherche : les communautés dépendantes de la forêt au Canada. Je mentionnais que la dépendance envers la forêt est multiple et qu'elle englobe un éventail de valeurs. Or, ma démarche opérationnelle était incohérente avec cette description. En effet, j'avais prévu identifier les communautés dépendantes de la forêt à l'aide d'indicateurs économiques associés à l'emploi dans le secteur forestier. C'était une limite qui avait été soulevée à maintes reprises dans mes présentations. J'ai donc décidé de cerner les contours de la notion de dépendance envers la forêt et de lui donner davantage de place dans ma thèse.

C'est dans ce contexte, cinq ans après avoir débuté le doctorat, que j'ai contacté Solange Nadeau, sociologue forestière au Service canadien des forêts (Ressources naturelles Canada) afin d'effectuer un stage sous sa supervision. Après l'obtention d'une bourse pour stage en milieu de pratique (BSMP) du Fonds de recherche du Québec Société et Culture (FRQSC), j'ai pu réaliser un stage à l'automne 2018 et à l'hiver 2019. Cette collaboration a été marquante, autant sur le plan humain qu'intellectuel. Le fruit de ce stage est l'article présenté au chapitre 2 de cette thèse. Alors que je prévoyais à la base n'accorder que quelques lignes à la définition de la dépendance envers la forêt, j'y ai consacré un article, sous l'angle plus large des relations communauté-forêt. Au cours de mon stage, j'ai eu plusieurs échanges avec Solange sur les approches méthodologiques et les données qui me permettraient d'inclure différentes valeurs

associées aux relations communautés-forêt. C'est d'ailleurs au cours de ce stage que l'idée de représenter les données sur les effets des changements climatiques sur les perturbations naturelles des écosystèmes forestiers canadiens à l'échelle des subdivisions de recensement à émerger.

Le second facteur qui a contribué aux changements de la version initiale de mon projet de thèse est lié au temps. Au moment de terminer mon stage en 2019, je n'avais qu'un seul des trois articles nécessaires pour faire une thèse par article de terminé, soit l'article qui compose le chapitre 3 de la thèse. Considérant le temps nécessaire à l'apprentissage des méthodes de statistiques descriptives que j'allais utiliser pour le chapitre 4 de la thèse, la décision a été prise d'abandonner les deux autres étapes prévues dans le projet de thèse et de me concentrer sur l'analyse de vulnérabilité des communautés dépendantes de la forêt. Après une pause due à la pandémie, j'ai repris le travail sur la thèse en 2021. À ce moment, j'ai apprivoisé les méthodes statistiques nécessaires à mes analyses, appris à organiser des bases de données et je me suis familiarisé avec les outils et logiciels d'analyses statistiques.

À l'automne 2023, lorsque j'ai terminé la rédaction de mes trois articles et que je tentais de tisser le fil conducteur de cette thèse, un constat a émergé : je m'étais éloignée, en cours de route, de la notion de capacité d'adaptation pour me rapprocher d'enjeux plus généraux qui touchent l'adaptation des communautés dépendantes de la forêt. C'est ce qui explique que l'article du chapitre 3 porte sur l'opérationnalisation du concept de capacité d'adaptation alors que la question de recherche porte sur le concept plus général d'adaptation. Au fil de la thèse, il y a donc eu un travail de recadrage de l'objet de la thèse, de même qu'une clarification de la posture épistémologique à adopter pour ma thèse.

En dépit de ces modifications, l'idée initiale de réfléchir à des avenues afin de contribuer à l'adaptation des sociétés face au défi des changements climatiques est demeurée et a servi de boussole pour garder le cap jusqu'à la fin du parcours.

TABLE DES MATIÈRES

REMERCIEMENTS	ii
AVANT-PROPOS.....	vi
LISTE DES FIGURES.....	xii
LISTE DES TABLEAUX	xiv
LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES.....	xv
LISTE DES SYMBOLES ET DES UNITÉS	xvii
RÉSUMÉ.....	xviii
ABSTRACT	xix
INTRODUCTION	1
CHAPITRE 1 Contexte épistémologique et théorique de l’adaptation aux changements climatiques.....	10
1.1 Considérations épistémologiques.....	10
1.2 Le regard des sciences sociales sur les relations société-environnement.....	12
1.2.1 L’écologie humaine	13
1.2.2 La sociologie.....	14
1.2.3 La géographie.....	17
1.2.4 La prise en compte de la nature dans d’autres disciplines des sciences sociales et humaines ..	19
1.3 Vers l’aménagement d’un espace épistémologique pour aborder l’adaptation aux changements climatiques	20
1.4 Champ conceptuel de l’adaptation aux changements climatiques	23
1.4.1 La vulnérabilité et la résilience	24
1.4.2 Convergence des concepts d’adaptation, de vulnérabilité et de résilience	26
1.5 Conclusion.....	31
CHAPITRE 2 Les relations communauté-forêt dans un contexte de changements climatiques.....	33
2.1 Introduction	35
2.2 La représentation de la dépendance envers la forêt dans les critères et indicateurs d’aménagement durable des forêts	37
2.3 La dépendance envers la forêt sous la loupe.....	44
2.3.1 Origines conceptuelles de la vision économique des relations communauté-forêt	44
2.3.2 Tensions entourant l’utilisation d’indicateurs économiques pour mesurer la dépendance.....	46
2.3.3 La diversité des rapports à la forêt et approches alternatives pour capturer les relations communauté-forêt.....	49

2.4	Une révision des critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts impulsée par les changements climatiques.....	51
2.5	Conclusion.....	54
2.6	Remerciements.....	55
CHAPITRE 3 Approches conceptuelles et opérationnelles pour aborder le concept d'adaptation aux changements climatiques.....		56
3.1	Introduction.....	59
3.2	Step One: Conceptualising Adaptive Capacity.....	61
3.2.1	Contribution from Development Studies.....	61
3.2.2	Contributions from Resilience Studies.....	62
3.2.3	Trend in Adaptive Capacity Conceptualisation.....	63
3.3	Step Two: Crafting an Operational Definition of Adaptive Capacity.....	65
3.4	Step Three: Designing the Operational Framework of Adaptive Capacity.....	67
3.4.1	Characterising Adaptive Capacity.....	68
3.4.2	Understanding Adaptive Capacity.....	69
3.4.3	Measuring Adaptive Capacity.....	70
3.5	Conclusions.....	71
CHAPITRE 4 La vulnérabilité des communautés canadiennes dépendantes de la forêt.....		74
4.1	Introduction.....	77
4.2	Material and Methods.....	80
4.3	Results.....	85
4.3.1	Analysis of the sensitivity dimension of vulnerability.....	85
4.3.2	Analysis of the exposure dimension.....	88
4.3.3	Analysis of the Adaptive Capacity Dimension.....	92
4.3.4	Relationships between the three vulnerability dimensions.....	97
4.4	Discussion.....	101
CHAPITRE 5 Discussion générale.....		106
5.1	Retour sur les constats de la thèse.....	106
5.1.1	Croisements épistémologiques et conceptuels.....	106
5.1.2	Croisements méthodologiques et opérationnels.....	108
5.1.3	Croisements empiriques.....	110
5.2	Contribution de la thèse à l'avancement des connaissances.....	112
5.3	Avenues de recherche.....	114
5.4	Pertinence sociale de la thèse.....	114
5.4.1	Essai soumis au CNEU.....	115
CONCLUSION.....		120

ANNEXE A Variables et indicateurs de la sensibilité123

ANNEXE B Variables et indicateurs de l'exposition126

ANNEXE C Variables et indicateurs de la capacité d'adaptation.....128

RÉFÉRENCES138

LISTE DES FIGURES

Figure 1-1 Cadre conceptuel et opératoire de l'adaptation qui présente la capacité d'adaptation (niveau 4) comme concept unificateur des approches de vulnérabilité et de résilience	29
Figure 1-2. Cadre conceptuel de l'adaptation aux changements climatiques centré sur l'approche de vulnérabilité. La capacité d'adaptation est une des dimensions évaluées, tout comme la sensibilité et l'exposition.	30
Figure 2-1. Trame temporelle des initiatives (nationale et internationale) visant la mise en œuvre de l'aménagement durable des forêts	38
Figure 3-1. Three-step adaptive capacity operational process	61
Figure 4-1. VAS Framework adapted from Roshani et al. (2022).....	79
Figure 4-2. Plot means for the most important clustering variables for distinguishing the four sensitivity groups: a) % of forest cover in a 25 km radius; b) % of employment from the forest sector, c) % of protected areas in a 25 km radius, d) % of people with an indigenous identity. Whiskers indicate the standard deviation, with a 95% confidence interval.	86
Figure 4-3. Map of Canada illustrating the four sensitivity clusters. CSD in blue represent the “economic” cluster 1, the ones in green represent the “diverse” cluster 2, CSD in yellow represent the “recreational” cluster 3, and CSD in red represent the “cultural” cluster 4. CSD in white were not included in the analysis.	87
Figure 4-4. Plot means of wood losses (m3/ hectare) due to a) spruce budworm, b) wildfires, c) drought stress and d) MPB for the 2011-2040 period for the seven exposure groups. Whiskers indicate the standard deviation, with a 95% confidence interval.	90
Figure 4-5. Map of Canada illustrating the spatial distribution of the 7 exposure clusters. CSD in blue correspond to the “SBW” cluster 1, CSD in light green correspond to the “SBW/Forest fires” cluster 2, CSD in yellow correspond to the “drought” cluster 3, CSD in red correspond to the “MPB/drought” cluster 4, CSD in orange to the “less exposed” cluster 5, CSD in pink to the “MPB” cluster 6 and finally, CSD in purple correspond to the “forest fires” cluster 7. CSD in white were not included in the analysis.	91
Figure 4-6. Plot means for the most important clustering variables for distinguishing the six sensitivity groups: a) population aged 65 years and over, b) Employment rate, c) Linguistic minorities, d) Low medium income after tax income (LMI-AT), e) Lone parent household, f) Housing needing major repairs, g) Post-secondary education, i) % Single-person household, j) Unaffordable housing for renters, and j) Land in urban area	94
Figure 4-7. Map of Canada illustrating the spatial distribution of the 6 adaptive capacity clusters. CSD in blue correspond to the “village-aged” cluster 1, CSD in light green correspond to the “educated-active” cluster 2, CSD in yellow correspond to the “urban-expansive” cluster 3, CSD in red correspond to the “forest-sector-aged” cluster 4, CSD in pink correspond to the “urban-cultural” cluster 5, and CSD in violet correspond to the “rural-cultural” cluster 6. CSD in white were not included in the analysis. 95	95

Figure 4-8. Correspondence analysis diagram showing the positions of the 4 sensitivity clusters (red) and the 6 adaptive capacity ones (blue) in the two first dimensions of the ordination for the 2270 CSD of Canada. Clusters from each dimension showing closer positions share more the same CSD. 98

Figure 4-9. Correspondence analysis diagram showing the positions of the 4 sensitivity clusters (red) and the 7 exposure ones (blue) dimensions in the two first dimensions of the ordination for the 2270 CSD of Canada. Clusters showing closer positions share more the same CSD. 98

Figure 4-10. Correspondence analysis diagram showing associations between the 7 exposure clusters (red) and the adaptive capacity (blue) ones in the two first dimensions of the ordination for the 2270 CSD of Canada. Clusters showing closer positions share more the same CSD. 99

Figure 4-11. Map of the most represented vulnerability types characterized by the combinations of clusters sensitivity, exposure, and adaptive capacity for Canada, with a zoom on Eastern Canada. Vulnerability type 222 and 221, the most represented combinations, are in light blue and light green respectively. 101

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 2-1. Les six critères d'aménagement durable des forêts du CCMF (1995) et de sa version modifiée (2003).....	40
Tableau 2-2. Premier cadre des critères et indicateurs du Conseil canadien des ministres des forêts (1995) et la version modifiée de 2003 pour les critères sociaux-économiques 5 et 6	40
Tableau 2-3. Critères et indicateurs 6 et 7 du Processus de Montréal	43
Tableau 2-4. Utilisation des critères et indicateurs d'aménagement forestier durable au Canada	43
Tableau 3-1. Adaptive capacity attributes related to each conceptual approach of adaptive capacity.....	66
Tableau 3-2. Overview of the different dimensions included in the proposed operational framework of adaptive capacity.....	68
Tableau 4-1. Variables and indicators used to capture forest dependency (sensitivity) of census subdivisions (CSD).....	81
Tableau 4-2. Variables and indicators used to capture the exposure of census-subdivision (CSD) to climate change	82
Tableau 4-3. Variables and indicators ^a used to describe the adaptive capacity of census subdivision (CSD) to climate change	82
Tableau 4-4. Mean of key indicators in influencing the clustering of the sensitivity dimension of vulnerability for 2270 Canadian census subdivisions (CSD)	88
Tableau 4-5. Key indicators in influencing the clustering of the exposure dimension of vulnerability for the 2270 Canadian census subdivisions. The SBW, drought, MPB and forest fires data represent the average volume (m ³ /ha) at risk for each timescale	92
Tableau 4-6. Key indicators (grey) in influencing the clustering of the adaptive capacity dimension of vulnerability for 2270 Canadian census subdivisions (CSD). Dark grey cells represent a 10-points cluster average difference compared with the sample mean.....	95
Tableau 4-7. Combination of clusters for the three dimensions of the vulnerability analysis	100
Tableau 5-1. Variables et indicateurs de la sensibilité utilisés pour l'analyse de vulnérabilité	123
Tableau 5-2. Variables et indicateurs de l'exposition utilisés pour l'analyse de vulnérabilité.....	126
Tableau 5-3 Variables et indicateurs de capacité d'adaptation pour l'analyse de vulnérabilité	128

LISTE DES ABRÉVIATIONS, DES SIGLES ET DES ACRONYMES

ADF	Aménagement durable des forêts
CC	Climate change
CCMF	Conseil canadien des ministres des forêts
CCFM	Canadian Council of Forest Ministers
CCNUCC	Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques
CNEU	Concours national d'essais universitaires
CDF	Communautés dépendantes de la forêt
CSD	Census subdivision
FDC	Forest dependent communities
GES	Gaz à effet de serre
GIEC	Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat
IPCC	Intergovernmental Panel on Climate Change
NRCan	Natural Resources Canada
ODD	Objectifs de développement durable des Nations unies
ONU	Organisation des Nations unies
PNUD	Programme des Nations unies pour le développement
RNCan	Ressources naturelles Canada
SCF	Service canadien des forêts
SDR	Subdivision de recensement

SFM	Sustainable forest management
UMQ	Union des municipalités du Québec
UNFCCC	United Nations Framework Convention on Climate Change
UQO	Université du Québec en Outaouais
VA	Vulnerability assessment
VAS	Vulnerability Adaptation Sustainability
WASP	World Adaptation Science Programme

LISTE DES SYMBOLES ET DES UNITÉS

Km^2	Kilomètre carré
M^3/ha	Mètre cube par hectare

RÉSUMÉ

Résumé

Au Canada, la hausse des perturbations associées aux changements climatiques comme les feux de forêts, les épidémies d'insectes ravageurs, et la sécheresse menace les écosystèmes forestiers. Dès lors, l'adaptation des communautés dépendantes de la forêt (CDF) devient impérative. Toutefois, la mise en œuvre de stratégies d'adaptation à l'échelle des CDF ne peut se faire sans une connaissance de la vulnérabilité, au niveau local, qui est pourtant difficile à saisir. Effectivement, comprendre la vulnérabilité des CDF face aux changements climatiques implique une compréhension de la sensibilité, de l'exposition et des caractéristiques sociales qui favorisent l'adaptation. Autrement dit, le défi consiste à mettre en relation des dimensions et des concepts issus autant des sciences sociales que naturelles afin de produire des connaissances pertinentes à l'échelle locale. Dans le cadre de cette recherche doctorale, il sera question des avenues de croisements, sur les plans épistémologique, conceptuel, méthodologique et empirique, entre les dimensions sociales et naturelles propres à l'adaptation aux changements climatiques, qui offrent des perspectives pertinentes pour l'élaboration de stratégies d'adaptation des CDF. Le cadre opérationnel développé pour évaluer la capacité d'adaptation met en exergue des maillages épistémologiques, théoriques et conceptuels multiples qui sont pertinents pour entamer une recherche sur l'adaptation aux changements climatiques. Les attributs susceptibles d'accroître la résilience et la capacité d'adaptation sont également révélés, ce qui aidera à développer des indicateurs pour mieux caractériser la vulnérabilité des CDF. Par ailleurs, l'exploration de la notion de dépendance envers la forêt confirme que les relations communauté-forêt peuvent prendre plusieurs formes au Canada. Enfin, les regroupements hiérarchiques des CDF effectués avec des indicateurs associés aux trois dimensions de la vulnérabilité (exposition, sensibilité, capacité d'adaptation) permettent de mieux comprendre les dimensions biophysiques et sociales associées à la vulnérabilité des CDF, de même que les relations entre celles-ci. Des indicateurs dérivés du recensement canadien de 2016 ont été utilisés pour caractériser la vulnérabilité de 2270 subdivisions du recensement : 6 indicateurs pour la sensibilité ont été développés, 14 pour l'exposition et 27 pour la capacité d'adaptation. Des regroupements hiérarchiques ont été effectués pour distinguer des archétypes pour chacune des trois dimensions de la vulnérabilité. La combinaison des regroupements obtenus a permis de confirmer que les communautés sont confrontées à différents types de vulnérabilité dans l'ensemble du pays. La cartographie de ces types de vulnérabilité a montré un effet longitudinal important de l'exposition, tandis qu'à l'échelle régionale, elle varie de manière latitudinale en raison de la variation de la sensibilité et de la capacité d'adaptation. Dans l'ensemble, l'approche développée dans cette thèse fournit des informations de base pertinentes pour élaborer des stratégies d'adaptation adaptées aux caractéristiques spécifiques des communautés dépendantes des forêts. Ultiment, les résultats présentés dans l'analyse de vulnérabilité répondent au besoin d'information nécessaire à l'élaboration de stratégies d'adaptation. À partir de l'ensemble des résultats, la recherche souhaite mettre de l'avant la pertinence du cadre de recherche proposé pour aborder l'adaptation aux changements climatiques. La posture épistémologique, le cadre conceptuel et l'approche méthodologique mis en relief dans cette thèse pourront orienter les futures recherches en adaptation aux changements climatiques.

Mots clés : adaptation, changements climatiques, communautés dépendantes de la forêt, vulnérabilité, capacité d'adaptation, résilience, aménagement durable des forêts

ABSTRACT

Abstract

In Canada, the increase in disturbances associated with climate change, such as forest fires, insect pest epidemics and drought, is threatening forest ecosystems. As a result, the adaptation of forest-dependent communities (FDC) is becoming imperative. However, the implementation of adaptation strategies at FDC level cannot be achieved without knowledge of local vulnerability, which is difficult to grasp. Indeed, understanding the vulnerability of FDC to climate change requires an understanding of the sensitivity, exposure and social characteristics that foster adaptive capacity. In other words, the challenge is to bring together dimensions and concepts from both the social and natural sciences to produce locally relevant knowledge. This doctoral research will explore epistemological, conceptual, methodological, and empirical crossroads between the social and natural dimensions of climate change adaptation, offering relevant perspectives for the development of adaptation strategies for FDC. The operational framework developed to assess adaptive capacity highlights multiple epistemological, theoretical, and conceptual meshes that are relevant to framing climate change adaptation research. Attributes likely to increase resilience and adaptive capacity are also revealed, which will help develop indicators to better characterize the vulnerability of FDC. Furthermore, exploration of the notion of forest dependency confirms that community-forest relationships can take many forms in Canada. Indicators derived from the 2016 Canadian census were used to characterize the vulnerability of 2270 census subdivisions: 6 indicators for sensitivity were developed, 14 for exposure and 27 for adaptive capacity. Hierarchical clustering was performed to distinguish archetypes for each of the three dimensions of vulnerability. The combination of these groupings confirmed that communities face different types of vulnerability throughout the country. Mapping these types of vulnerability showed a strong longitudinal effect of exposure, while on a regional scale, it varies latitudinally due to variations in sensitivity and adaptive capacity. Overall, the approach developed in this thesis provides relevant baseline information for developing adaptation strategies tailored to the specific characteristics of forest-dependent communities. Ultimately, the results presented in the vulnerability analysis respond to the need for information required to develop adaptation strategies. Based on the overall results, the research aims to highlight the relevance of the proposed research framework for addressing adaptation to climate change. The epistemological posture, conceptual framework and methodological approach highlighted in this thesis may guide future research on adaptation to climate change.

INTRODUCTION

Les changements climatiques ont reçu beaucoup d'attention de la communauté scientifique au cours des dernières décennies. Malgré le fait que la recherche en climatologie s'intéressait déjà au réchauffement climatique d'origine anthropique dans les années 1970, avec les premières tentatives de modélisation du climat, il a fallu attendre la fin des années 1980 pour que les climatologues forment une véritable communauté scientifique et que leurs études atteignent la sphère politique (Gemenne, 2008). En 1988, le problème a pris un tournant majeur avec la création, par l'Organisation des Nations unies (ONU), du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC). Même s'il y avait des doutes quant aux causes réelles de la problématique, les rapports du GIEC ont, au fil du temps, démontré que ce sont les émissions anthropiques de gaz à effet de serre (GES) qui sont à l'origine de ces changements. Le phénomène des changements climatiques est maintenant une réalité scientifique reconnue pour laquelle la contribution humaine a été une fois de plus soulignée dans le 6e rapport du GIEC (Hicke et al., 2022).

En matière d'axes de recherche privilégiés pour aborder les changements climatiques au sein des disciplines scientifiques, les orientations ont été influencées par le contexte politique de prise en charge de la problématique à l'échelle internationale. La Convention-cadre des Nations unies sur les changements climatiques (CCNUCC), créée en 1992 lors du Sommet de la Terre de Rio de Janeiro, a doté la communauté internationale d'un agenda politique visant à rassembler les principales nations émettrices des GES dans un effort de réduction des émissions anthropiques de GES, ce qui a entraîné l'institutionnalisation de la problématique à l'échelle internationale. La convention-cadre prévoyait originalement deux solutions pour lutter contre les effets néfastes des changements climatiques : l'atténuation et l'adaptation (Schipper, 2006). L'atténuation, qui consiste à réduire les émissions de GES, a longtemps été la solution privilégiée par la communauté internationale puisqu'elle s'attaquait directement à la source du problème, soit les émissions de GES. Adopté en 1997, le Protocole de Kyoto représente la première tentative de politique mondiale de lutte contre les changements climatiques par un engagement des pays signataires à réduire (ou atténuer) leurs émissions de GES. Face à l'inefficacité des politiques de coopération internationale mises en place pour réduire les émissions de GES, l'adaptation a gagné en importance (Marquet et Salles, 2014). En tenant compte du constat que les stratégies d'atténuation ne suffisent plus à faire face au problème, l'adaptation est perçue comme une solution inévitable afin d'ajuster les sociétés et de réduire l'ampleur des impacts appréhendés par les changements climatiques (Fussler, 2007). La vision de l'atténuation comme solution qui s'attarde aux causes du problème et de l'adaptation, aux conséquences

du problème, ont été perçues comme des réponses contradictoires et ont longtemps éloigné l'adaptation du champ politique (Simonet, 2015). Il a fallu attendre le 4^e rapport du GIEC publié en 2007 avant de voir le champ de l'adaptation prendre son envol.

L'adaptation aux changements climatiques constitue maintenant un champ de recherche interdisciplinaire à part entière (Patt, 2013) qui regroupe des scientifiques qui s'intéressent aux solutions à mettre de l'avant pour adapter les sociétés humaines aux transformations induites par ce changement d'origine anthropique. Le consortium Ouranos, un organisme financé par le Gouvernement du Québec qui rassemble les connaissances scientifiques sur les changements climatiques, met l'adaptation au centre de sa mission. Ouranos fait également référence à la « science de l'adaptation » (Ouranos, n.d.) pour la définir, expliquer son positionnement face à d'autres concepts clés tels que la vulnérabilité, le risque et la résilience et ultimement, démontrer que l'adaptation constitue un champ scientifique à part entière. Dans la même veine, le World Adaptation Science Programme (WASP), qui constitue un pilier du Programme de recherche mondial sur le climat, tente d'offrir aux décideurs publics des solutions d'adaptation basées sur des évidences scientifiques. À l'instar d'Ouranos, WASP est un partenaire de la plus récente conférence scientifique *Adaptation Futures* qui se tenait à Montréal en octobre 2023 et qui regroupait plus de 2000 membres de la communauté de l'adaptation aux changements climatiques provenant de 120 pays.

Par ailleurs, l'adaptation est une stratégie qui permet à l'échelle locale d'avoir un pouvoir d'action en matière de lutte contre les changements climatiques (Grothmann et Patt, 2005; van Gameren et al., 2014). Des études de cas conduites dans des communautés canadiennes, autant à l'est qu'à l'ouest du Canada, ont mis en relief que, même si les trois niveaux de gouvernement (fédéral, provincial, municipal) peuvent planifier l'adaptation, c'est l'échelle municipale qui est la mieux positionnée pour le faire de manière efficace (Birchall et Bonnett, 2021; Birchall et al., 2022). En effet, les gouvernements régionaux et locaux ont un pouvoir d'action rapide en matière d'adaptation, comparativement à l'atténuation qui requiert une coopération internationale coûteuse en temps, pour élaborer des stratégies d'adaptation tangibles qui vont bénéficier aux populations locales (Füssel, 2007; Picketts et al., 2012). Les plans d'adaptation aux changements climatiques de plusieurs municipalités canadiennes¹ font état de cette volonté d'agir, guidés

¹ Quelques exemples incluent le Plan climat (Ville de Gatineau, 2021), le Plan d'adaptation aux changements climatiques 2023-2033 (Ville de Drummondville, 2023), ou encore, le Plan climat 2023-2030 (Ville de Montréal, 2020)

par des orientations provenant d'autres échelles décisionnelles comme les plans d'adaptation provinciaux² ou encore, le Plan d'action pour l'adaptation (Gouvernement du Canada) et la Stratégie nationale d'adaptation (Gouvernement du Canada) au fédéral. Il est à noter que plusieurs plans et stratégies, à l'instar du Plan de transition et d'action climatique (Ville de Québec, 2021) incluent des mesures qui s'attaquent autant à l'adaptation qu'à l'atténuation, comme les mesures visant à transformer l'aménagement urbain pour atteindre les objectifs de carboneutralité. Des forums d'échanges, qui visent à appuyer les municipalités dans leur lutte contre l'atténuation et l'adaptation aux changements climatiques, émergent. Un exemple de ce type d'initiative est la Plateforme municipale pour le climat de l'Union des municipalités du Québec (UMQ).

Au-delà de ces constats, Reghezza (2007) avance l'idée que le concept d'adaptation peut être perçu comme un outil permettant de penser le rapport entre l'environnement et la société. En contexte canadien, ce rapport prend de multiples formes et touche des enjeux socio-environnementaux variés tels que l'adaptation des populations en milieu nordique (Tremblay et al., 2008), côtier (Chouinard et al., 2015; Plante et al., 2018; Weissenberger et al., 2016), rural (Guillemard et Lapointe, 2020) ou encore, urbain (Simonet, 2011). L'adaptation est donc un concept qui facilite l'appréhension empirique d'un problème, et des maillages société-nature qui lui sont sous-jacents. La présente thèse s'intéresse cependant au rapport entre l'environnement et la société qui se déploie en milieu forestier et porte ainsi sur l'adaptation aux changements climatiques des communautés dépendantes de la forêts (CDF) au Canada.

Problématique

Selon *l'État des forêts au Canada* (Ressources naturelles Canada, 2022), les deux-tiers de la population du pays vivent à proximité ou au sein d'une forêt. Par conséquent, les forêts procurent plusieurs avantages environnementaux, culturels et économiques aux collectivités canadiennes. Plus largement, l'exposition à un environnement forestier fournit un large éventail de services qui contribuent au bien-être et à la santé de la population humaine (Cheng et al., 2021; Locatelli et al., 2010). La vulnérabilité des écosystèmes forestiers a bien été documentée en contexte canadien. La vulnérabilité des écosystèmes de la forêt boréale (Gauthier et al., 2014; Price et al., 2013), de même que la vulnérabilité des arbres et le développement d'indicateurs pour mieux identifier leur sensibilité face aux changements climatiques

² Des exemples incluent le Plan pour une économie verte (Gouvernement du Québec, 2020) ou le *Climate Preparedness and Adaptation Strategy* (Columbia, 2022)

(Aubin et al., 2018) ont été étudiées. Dans la même veine, les conséquences néfastes des épidémies de dendroctone du pin ponderosa sur les services écosystémiques des forêts de l'ouest canadien (Dhar et al., 2016) ont été mises en exergue. En outre, malgré les incertitudes liées aux modèles de prédiction, Girardin et al. (2012) ont, pour leur part, étudié les effets des changements climatiques sur les régimes de feux de forêt. Les modèles de simulation suggèrent que le climat plus sec influencera les activités de feux de forêt, augmentant leur incidence et posant un risque pour la résilience des forêts boréales canadiennes. Les liens entre les activités de feux de forêt et le climat ont également été expliqués (Flannigan et al., 2009) en mettant de l'avant qu'une hausse des feux de forêt due aux changements climatiques est déjà observable et que les études pointent vers une hausse de 50% de l'occurrence des feux de forêts d'ici la fin du siècle. En retour, les impacts des changements climatiques sur les écosystèmes forestiers mettent en péril le bien-être des collectivités canadiennes qui entretiennent des relations étroites envers la forêt et mettent à l'avant-plan des impératifs d'adaptation de la part de celles-ci (Davidson et al., 2003). En témoignent les épisodes récents de feux de forêt qui ont eu lieu au Canada au cours de l'année 2023. Alors que les feux de forêt avaient en moyenne ravagé 2,8 millions d'hectares entre 2012 et 2022, un nombre record de 18,5 millions d'hectares ont brûlé en 2023 au pays, ce qui a nécessité l'évacuation d'environ 220 000 personnes (Radio-Canada, 2023).

En matière d'adaptation aux changements climatiques, les études existantes se sont attardées aux enjeux d'adaptation du secteur industriel forestier canadien (Johnston et Williamson, 2007; Lemprière et al., 2008), notamment par l'adaptation de l'aménagement durable des forêts (ADF) aux changements climatiques (Edwards et Hirsch, 2012; Halofsky et al., 2018; Johnston et Edwards, 2013). Beaucoup de travaux ont été effectués au cours des dernières décennies en matière d'adaptation du secteur forestier. De manière plus spécifique à l'adaptation des communautés, les travaux sur l'adaptation des collectivités forestières ont souligné, dès le début des années 2000, la nécessité d'avoir une meilleure transmission d'information, à l'échelle des communautés, des risques associés aux changements climatiques (Davidson et al., 2003; Williamson et al., 2005). Il ressort de la littérature que la première condition pour mettre en œuvre une planification efficace en matière d'adaptation est d'avoir une compréhension des menaces engendrées par les changements climatiques, incluant la prise en compte des incertitudes, et la seconde, de rassembler les informations permettant d'identifier les caractéristiques liées à la vulnérabilité des communautés (Baker et al., 2012; Berke et Lyles, 2013; Berke et Stevens, 2016; Lyles et al., 2018; Reem et al., 2014). Au-delà des enjeux de compréhension et d'information, les travaux de Reed et al. (2014) se sont intéressés à la prise en compte du genre comme facteur permettant d'améliorer la capacité d'adaptation

aux changements climatiques des communautés forestières au Canada. Par ailleurs, Wolf et al. (2013) estiment que les valeurs et le sens que les populations accordent à leur bien-être et à leur mode de vie, de même que les impacts des changements climatiques sur ceux-ci, sont des dimensions souvent omises des recherches portant sur la vulnérabilité et l'adaptation aux changements climatiques.

Loin de constituer un échantillon exhaustif de l'ensemble des travaux portant sur l'adaptation au Canada, ces travaux démontrent tout de même la nécessité d'accroître la compréhension des connaissances scientifiques relayées aux échelles locales quant à la vulnérabilité associée aux changements climatiques et pointent vers une prise en compte élargie des valeurs et modes de vie qui peuvent être affectés par ceux-ci. Il y a donc un besoin d'éclairer la compréhension des vulnérabilités aux changements climatiques des CDF au Canada afin de faciliter l'élaboration de plans et stratégies d'adaptation à l'échelle des communautés.

Or, combler ce besoin nécessite la mobilisation de connaissances provenant de plusieurs champs disciplinaires. D'abord, la notion de dépendance envers la forêt invite à explorer la littérature sur les relations communauté-forêt. Les études en sciences régionales et en développement territorial ont offert des pistes de réflexion intéressantes pour baliser la réflexion. La littérature sur l'attachement à l'espace (*place attachment*) a mis de l'avant que l'environnement biophysique forestier influençait les liens que les populations entretiennent envers leur territoire (Beckley et al., 2007; Markey et al., 2015; Stedman, 1999). Par ailleurs, les forêts renferment une dimension culturelle importante car elles englobent les traditions, l'histoire d'utilisation du territoire et les relations sociales qui se sont forgées au fil du temps parmi les populations qui l'habitent (Lyon et Parkins, 2013). Cet aspect est particulièrement important pour les communautés autochtones canadiennes pour qui « la forêt en tant qu'espace social autant que naturel est intimement liée à leur vision du monde et s'inscrit donc dans une rationalité qui n'est pas exclusivement économique » (Thibault et Girard, 2009). Par conséquent, pour combler ce besoin de compréhension quant à la vulnérabilité des CDF, il faut mettre en exergue comment les impacts envisagés sur les écosystèmes forestiers vont bousculer les relations d'attachement des communautés face à leur environnement forestier. Sur le plan méthodologique, les travaux sur l'adaptation des CDF face aux changements climatiques ont souvent été réalisés à partir d'études de cas de communautés forestières et mobilisaient des méthodes allant d'ateliers participatifs aux sondages ou aux entrevues. Par conséquent, il y a un manque à combler dans la littérature sur les relations communauté-forêt, de travaux qui utilisent

des méthodes quantitatives pour analyser et décrire ces relations (Beckley et al., 2008; Morzillo et al., 2015).

Ensuite, l'élaboration des stratégies d'adaptation à l'échelle des communautés passe ensuite par une mobilisation du champ de l'adaptation avec ses concepts de résilience, de vulnérabilité et de risque. Or, un enjeu de taille subsiste pour faire un maillage entre ces différents champs de savoir. Il s'agit de mettre en relation des dimensions et des concepts issus autant des sciences sociales que naturelles. En effet, plusieurs disciplines des sciences sociales et naturelles ont enrichi la compréhension des changements climatiques. Néanmoins, la place importante accordée aux études sur l'évolution du climat dans la recherche de solutions pour faire face aux changements climatiques fait en sorte que « [...] le cœur de ce champ de recherche se situe à l'intersection des sciences naturelles et des sciences sociales » (Gemenne, 2008, p.141). Autrement dit, les travaux qui abordent une problématique liée aux changements climatiques en sciences sociales le font, bien souvent, dans une interaction continue avec les sciences de la terre et d'autres disciplines des sciences naturelles.

Objectifs de la thèse et questions de recherche

La problématique de recherche prend une tangente pragmatique. En effet, l'objectif de cette thèse est double. Il s'agit, dans un premier temps, de poser un regard interdisciplinaire sur l'adaptation aux changements climatiques des CDF et de contribuer à l'éclairage de pistes de solution face à ce problème. Dès lors, cette thèse s'inscrit dans une volonté de mieux comprendre les impacts des changements climatiques, de mettre en exergue les impacts envisagés par ceux-ci sur les CDF au Canada et surtout, d'identifier les avenues qui permettent d'élaborer des stratégies d'adaptation pertinentes aux échelles locales. Cette thèse tentera, en second lieu, d'offrir des pistes de réflexion sur la manière d'aborder un objet de recherche (adaptation aux changements climatiques) qui se situe à l'intersection entre les sciences sociales et naturelles en identifiant les enjeux épistémologiques et en offrant des avenues pour aborder cette thématique de manière empirique.

Cette recherche tire ses origines d'une question générale qui a orienté la conduite de cette thèse : quelles avenues de croisements – sur les plans épistémologique, conceptuel, méthodologique et empirique – entre les dimensions sociales et naturelles propres à l'adaptation aux changements climatiques offrent des perspectives pertinentes pour l'élaboration de stratégies d'adaptation des communautés canadiennes dépendantes de la forêt? Un premier chapitre met l'accent sur les enjeux épistémologiques liés aux

croisements disciplinaires et explique la posture qui est adoptée pour la conduite de la thèse. Les trois autres chapitres, composés de deux articles et d'un chapitre de livre révisés par les pairs, apportent aussi des éléments de réponse à cette grande question. Chaque chapitre apporte donc un éclairage à la question de recherche à l'aide des sous-questions. Voici donc un bref aperçu des questions, objectifs et hypothèses propres à chaque chapitre de la thèse :

- **Chapitre 1. Considérations épistémologiques et conceptuelles de la thèse.** L'objectif de ce chapitre est de mettre en lumière la manière dont la montée des problématiques environnementales et la crise écologique, ont ébranlé ou non les frontières disciplinaires en sciences sociales. Ce regard permet d'identifier la posture épistémologique qui sera adoptée pour la conduite de cette thèse. Ce chapitre expose également les concepts clés liés au vaste champ de l'adaptation aux changements climatiques tels que la vulnérabilité et la résilience et explique les rapprochements et imbrications entre ceux-ci. Il répond ainsi à l'aspect épistémologique et conceptuel de la question de recherche en mettant en exergue les avenues de croisements entre les sciences sociales et naturelles, de même que les croisements du champ de l'adaptation aux changements climatiques.
- **Chapitre 2. Les relations communauté-forêt dans un contexte de changements climatiques.** L'article intitulé *Les changements climatiques et les critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts : plaidoyer pour une vision élargie des relations communauté-forêt au Canada*, soumis en août 2023 à la revue *VertigO* et accepté avec modifications (novembre 2023), pose une question conceptuelle : dans un contexte de changements climatiques, doit-on revisiter la manière de concevoir les relations communauté-forêt telle qu'exposée sous la loupe des actuels critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts ? Il s'agit ici d'éclairer le caractère multi-dimensionnel des relations communautés-forêt et de mieux comprendre comment celles-ci ont été étudiées au Canada. L'idée est de mettre de l'avant que l'ensemble des liens privilégiés entre une communauté et son environnement forestier est susceptible d'être affecté par les impacts des changements climatiques. Ce chapitre répond également à l'aspect conceptuel de la question de recherche en mettant en lumière les avenues qui pourraient être envisagées pour développer des indicateurs afin d'identifier les communautés dépendantes de la forêt. L'hypothèse sous-jacente à ce chapitre est qu'une compréhension accrue des caractéristiques des communautés, telles que les caractéristiques sociales et spatiales liées à la dépendance envers la forêt, s'avère incontournable pour répondre à la question de recherche.

- **Chapitre 3. Approches conceptuelles et opérationnelles pour aborder l'adaptation aux changements climatiques.** Dans le chapitre de livre intitulé *Climate Change Adaptive Capacity Assessment* (Montpetit et al., 2021), la question méthodologique suivante est posée : Quelles sont les avenues opérationnelles pour aborder le concept de capacité d'adaptation aux changements climatiques? Au-delà de la dimension opérationnelle qui est inhérente à la question, l'article fait un bref état de la littérature portant sur l'adaptation aux changements climatiques et souligne les synergies conceptuelles, notamment à travers le concept de capacité d'adaptation. L'objectif de ce chapitre est de développer une approche opérationnelle qui permette un meilleur alliage des dimensions sociales et naturelles inhérentes à l'adaptation aux changements climatiques. C'est dans ce chapitre que le cadre méthodologique choisi pour la thèse est exposé. Il répond donc, en partie, aux aspects conceptuels et méthodologiques de la question de recherche en mettant en lumière les avenues qui permettent de mieux aborder, de manière opérationnelle, une question de recherche portant sur l'adaptation aux changements climatiques. L'hypothèse mise de l'avant dans ce chapitre est qu'un éclairage de la notion de capacité d'adaptation permet de mieux identifier les dimensions à inclure dans un cadre opérationnel de l'adaptation aux changements climatiques.
- **Chapitre 4. La vulnérabilité des communautés canadiennes dépendantes de la forêt.** Dans l'article intitulé *The Vulnerability of Canadian Forest-Dependent Communities : A Clustering Approach*, la question empirique qui est posée est la suivante : comment peut-on décrire la vulnérabilité des communautés dépendantes de la forêt (CDF) canadiennes face aux changements climatiques d'une manière qui appuie l'élaboration de stratégies d'adaptation aux échelles locales? L'hypothèse mise de l'avant veut qu'une analyse de la vulnérabilité (sensibilité, exposition et capacité d'adaptation) des CDF, basée sur le développement d'indicateurs sociaux, biophysiques et spatiaux qui entrent en relation entre eux, a le potentiel de répondre aux besoins d'information pour l'élaboration de stratégies d'adaptation soulevés dans la problématique. À l'aide du cadre vulnérabilité, adaptation et durabilité (Roshani et al., 2022), et d'une approche basée sur des indicateurs, l'objectif de cet article est de comprendre comment les CDF se distinguent ou se ressemblent à travers le pays en matière de leur sensibilité, de leur exposition aux perturbations naturelles, de même qu'à travers leurs caractéristiques sociodémographiques. Ce chapitre permettra donc de répondre à l'aspect empirique soulevé par la question de recherche et donc, à identifier les maillages disciplinaires potentiels sur le plan de l'élaboration des indicateurs et variables choisis pour évaluer la vulnérabilité des CDF aux changements climatiques.

Pertinence scientifique et sociale de la thèse

La présente recherche prend le pari de se situer dans un dialogue entre les différentes disciplines des sciences naturelles et sociales mises à contribution dans le champ de l'adaptation aux changements climatiques et de la littérature portant sur les CDF. L'adoption d'une lentille interdisciplinaire permettra d'effectuer un rapprochement entre différents champs de savoir ayant traditionnellement évolué en silos en raison des divergences épistémologiques qui seront présentées au chapitre 1. La thèse contribue ainsi à l'avancement des connaissances en définissant une posture épistémologique qui soit cohérente avec le champ interdisciplinaire de l'adaptation aux changements climatiques.

La littérature sur les aspects théoriques et conceptuels liés à l'adaptation aux changements climatiques est en pleine effervescence. Cependant, on observe une transition difficile entre la théorie et la pratique, qui est principalement due au manque d'outils opérationnels (Miller *et al.*, 2010) qui permettraient de mieux comprendre certains des concepts clés reliés à l'adaptation. Simonet (2015) précise, à propos de la recherche sur l'adaptation, la vulnérabilité et la résilience aux changements climatique, que « la difficulté de traduire ces avancées en stratégies opérationnelles est régulièrement soulevée » (p.53). Ceci est d'autant plus vrai pour les concepts davantage issus des sciences sociales comme le concept de capacité d'adaptation, qui a été peu exploré de manière empirique. Effectivement, il n'y a pas de consensus concernant les indicateurs sociaux à employer pour capturer des dimensions sociales (Lemmen *et al.*, 2008) inhérentes à la compréhension des vulnérabilités, de même que des interactions entre celles-ci et leur environnement naturel. Dans cette optique, cette thèse permettra d'offrir un éclairage sur les variables et indicateurs sociaux qui faciliteraient l'élaboration des stratégies d'adaptation liées au contexte des CDF.

Par ailleurs, cette thèse revêt une pertinence sur le plan des politiques publiques. En effet, elle offre une description des vulnérabilités et des relations communauté-forêt qui sont affectées par les changements climatiques, permettant ainsi aux échelles municipales, locales et régionales, d'élaborer des stratégies d'adaptation cohérentes avec leurs visions de développement et leur situation sociodémographique. Cette thèse revêt aussi une pertinence plus large, dans la mesure où le développement des indicateurs choisis offre une occasion de réfléchir à l'intégration de l'adaptation aux changements climatiques dans les critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts (ADF) et des outils qui rapportent les progrès du Canada à l'échelle internationale, dont les Objectifs de développement durable (ODD) des Nations unies (PNUD, n.d.).

CHAPITRE 1

Contexte épistémologique et théorique de l'adaptation aux changements climatiques

La problématique de cette thèse met de l'avant une thématique de recherche, soit l'adaptation aux changements climatiques, qui nécessite un alliage entre les champs disciplinaires des sciences sociales et naturelles. Ce chapitre présente, à travers un regard posé sur les relations société-environnement par les sciences sociales, les considérations qui ont mené à l'élaboration de la posture épistémologique qui a été développée pour aborder l'adaptation aux changements climatiques des communautés dépendantes de la forêt (CDF). Il présente également les concepts liés à l'adaptation aux changements climatiques qui ont été mobilisés dans cette thèse, de même que les imbrications entre ceux-ci. Dans cette optique, le présent chapitre offre quelques pistes de réponse par rapport à la question de recherche, en lien avec les avenues de croisements des concepts liés à l'adaptation aux changements climatiques.

1.1 Considérations épistémologiques

Dans un premier temps, le bagage personnel et les expériences vécues par une personne forment le rapport que celle-ci entretient avec la science et l'émergence des connaissances. S'inspirant de l'enseignement de l'écologue Pierre Dansereau, Milot (2017) prône pour l'utilisation du « je » afin de comprendre comment les expériences et le parcours de vie d'une personne vont influencer les valeurs mises de l'avant pour donner un sens au monde et aux solutions prônées pour faire face aux problèmes environnementaux. Dansereau (1973) qualifiait cette réflexivité de « paysage intérieur ». Cette constatation vient démontrer l'importance des choix qui sont effectués, que ce soit par le sujet de recherche ou encore les variables sélectionnées dans le processus de recherche : « L'activité de recherche, qui transcende l'humain, ne pourrait donc qu'impliquer fondamentalement l'humanité du chercheur, et ce, dès son amorce » (Champagne et Clennett-Sirois, 2016, p.85). L'avant-propos de cette thèse démontre d'ailleurs l'importance des expériences vécues, autant sur le plan académique que personnel, dans les choix effectués dans le cadre de mon parcours doctoral. Il me semblait également pertinent de préciser, qu'au cours de mon parcours aux cycles supérieurs, j'ai dû effectuer des croisements entre les notions disciplinaires des sciences sociales (politique, histoire, économie, droit) acquises lors de mon baccalauréat en études internationales et le domaine de la foresterie et des sciences naturelles. D'avoir été confrontée, tout au long de mon parcours académique, et même professionnel, à des disciplines diverses a guidé mon choix de thèse et, du même coup, m'a permis de prendre conscience de la possibilité de concevoir la

science et la production de connaissances scientifiques de multiples façons. Cette possibilité a toutefois suscité un questionnement sur la posture épistémologique à adopter dans le cadre de cette thèse.

En effet, les changements climatiques constituent un objet environnemental qui a grandement alimenté la recherche au cours des dernières années. Selon Pires (1997), la notion d'objet renvoie ici à la « construction d'un objet disciplinaire » (p.28) autour de certains aspects de la réalité. Il précise que les paramètres (théoriques, conceptuels, méthodologiques) d'étude de l'objet, de même que la mobilisation de ceux-ci par une communauté de recherche ont historiquement contribué à façonner les disciplines scientifiques et leur institutionnalisation dans les universités. En consultant la littérature sur les changements climatiques, on constate que cet objet environnemental a été étudié sous diverses lentilles scientifiques. Les sciences de la terre ont autrefois dominé la production du savoir lié aux changements climatiques, avec notamment les contributions des sciences du climat (Gemenne, 2008). En fait, les problèmes environnementaux comme les changements climatiques ont d'abord été l'apanage des spécialistes en sciences de la terre puisque la crise écologique était considérée comme un problème « scientifique » dont il suffisait de connaître les caractéristiques pour ensuite apporter des solutions (Gendron et Dumas, 1999). Cette vision déterministe et technocratique, associée au modèle rationaliste de la planification, a par la suite été jugée réductrice au regard de la complexité de la réalité (Tessier et Vaillancourt, 1999). Puisque les solutions face aux problèmes environnementaux impliquent souvent une dimension normative, ne serait-ce que par l'éclairage des valeurs qui guident les choix sociétaux, les sciences sociales ont progressivement pris part à la construction du discours scientifique entourant les enjeux environnementaux. Cela dit, cette contribution des sciences sociales dans la recherche sur les changements climatiques se fait de plus en plus dans une logique d'échange multidisciplinaire, voire interdisciplinaire. Par exemple, le *Resilience Alliance*, une communauté de pratique multidisciplinaire qui regroupe des chercheurs de plusieurs pays, a développé un langage et un cadre théorique commun de la résilience. À l'instar de la revue *Ecology and Society*, créé par le *Resilience Alliance*, d'autres revues savantes, telles que *Natures Sciences Sociétés*, *VertigO* ou *Society and Natural Resources* publient des travaux à l'interface entre les sciences sociales et naturelles sur les changements climatiques.

La conceptualisation d'un objet environnemental, qui bien souvent s'articule autour de dimensions sociales et naturelles, a ébranlé les frontières entre sciences naturelles, humaines et sociales. Les questions environnementales ouvrent ainsi la voie à un processus de réflexion sur la capacité de la division scientifique du travail à tenir compte de la complexité inhérente à des enjeux comme les changements

climatiques et invitent, comme le souligne Picon (2012), à « une critique réflexive de la modernité pour déconstruire ces segmentations disciplinaires et reconstruire les rapports qui se nouent entre humains et non-humains » (p.20). Cette remise en question des cloisonnements disciplinaires dans le champ de l'environnement soulève d'une part, de nombreux débats épistémologiques et paradigmatiques au sein de la communauté scientifique, et d'autre part, soulevait, dans mon cas, des questions quant à la conceptualisation d'une problématique environnementale : quelles épistémologies des sciences sociales permettent d'aborder un objet environnemental et les relations société-nature qui en découlent? Est-ce qu'un objet environnemental nécessite d'emblée un croisement interdisciplinaire avec les sciences naturelles et, dans ce cas, quelles sont les modalités de ces croisements? Ces questions m'invitaient à explorer les différentes façons de concevoir l'émergence de la connaissance qui porte sur les relations société-environnement au sein des sciences sociales.

Les prochaines sous-sections s'attarderont plus attentivement aux réflexions épistémologiques induites par les maillages interdisciplinaires dans différentes disciplines des sciences sociales. Il ne s'agit pas d'une prise en compte exhaustive de la conceptualisation des relations société-environnement en sciences sociales. Cependant, c'est en étant confrontée à la littérature mobilisée pour écrire cette section que la posture épistémologique qui sert de fil conducteur à cette thèse a pu être élaborée.

1.2 Le regard des sciences sociales sur les relations société-environnement

Les différents questionnements disciplinaires qui seront présentés ont comme point commun d'avoir émergé au tournant des années 1970-1980, à la suite de l'éveil des préoccupations sociétales à l'égard des problèmes environnementaux et de l'institutionnalisation de l'environnement qui s'en est suivie. La publication du livre de Rachel Carson *Le Printemps Silencieux* (1962) qui décrivait les impacts liés à l'usage des pesticides sur l'environnement, les travaux initiés par le Club de Rome qui ont mené à la publication de *Halte à la croissance* (Meadows et al., 1972) de même que les ouvrages alarmistes et néomalthusiens comme *La tragédie des communs* (Hardin, 1968) et *The Population Bomb* (Ehrlich et Ehrlich, 1968) vont contribuer à l'éveil des préoccupations sociales face à l'environnement. Vaillancourt et Marchand (2015, p.117) résumant également les préoccupations sociales de l'époque dans les termes suivants :

Petit à petit, à partir du milieu des années 1980, le développement durable, le commerce équitable, les préoccupations liées à la diminution de la couche d'ozone, aux effets néfastes des énergies fossiles, des pluies acides et surtout des changements climatiques, auxquelles s'ajoutent d'autres enjeux environnementaux, tels que le déclin de la biodiversité, la promotion de nouvelles sources d'énergie moins polluantes et la lutte contre les sables

bitumineux et l'exploitation du pétrole et du gaz de schiste, prennent aussi le devant de la scène.

Les relations société-environnement n'étaient pas nécessairement un objet nouveau au sein des disciplines des sciences sociales. La nouveauté résidait davantage dans cette prise en compte historique des enjeux environnementaux par la société, par les pressions politiques et par l'origine anthropique de certains problèmes comme les changements climatiques. Cette confrontation entre la triade nature-société-politique a donc ébranlé les frontières disciplinaires et épistémologiques. C'est ce dont il sera question dans les prochaines sous-sections.

1.2.1 L'écologie humaine

À la croisée entre l'écologie, la géographie et la sociologie, l'écologie humaine a fortement influencé la prise en compte des relations société-environnement dans les sciences sociales. La mécanisation de l'agriculture, de même que l'exode rural qui s'en est suivi vers les grandes métropoles comme Chicago, a entraîné de profonds bouleversements sociaux. Dans les années 1920, une équipe de sociologues de l'Université de Chicago a analysé la manière dont les populations occupaient les territoires urbanisés. Guay (2021) explique que le sociologue Robert Park, un des précurseurs de l'École de Chicago, postulait que les causes des problèmes sociaux observés dans les quartiers des grandes villes seraient expliquées par des principes et des concepts issus de l'écologie biologique. Il précise que Park et ses collaborateurs ont cartographié, quantifié et différencié l'espace urbain de la ville de Chicago et que, les différenciations observées (quartiers industriels, d'immigration ou de la classe moyenne) sont dues à des processus empruntés à la biologie : « concentration, dominance, invasion, ségrégation et succession » (p. 38). Pour Park, le processus de compétition est central : « la compétition détermine l'organisation territoriale, parce qu'elle est le processus qui engendre la distribution (ou répartition) de la population sur les plans territorial et professionnel dans les structures d'emploi » (Rhein, 2003, p.171). De la même manière, les caractéristiques topographiques vont déterminer les relations fonctionnelles des différents quartiers d'une ville. Les premiers travaux issus de l'École de Chicago sont donc marqués par un déterminisme et une naturalisation des faits sociaux : les faits sociaux sont expliqués à l'aide de concepts empruntés aux sciences naturelles, et de manière plus importante, à l'écologie.

Au Québec, Pierre Dansereau est un pionnier de l'écologie humaine qui a prôné un modèle d'interdisciplinarité au sein duquel l'interprétation des faits sociaux était soumise au cadre général de l'écologie. Ces travaux ont donc un certain lien de filiation avec l'École de Chicago. Dans ses réflexions sur

la place de l'être humain au sein des écosystèmes, Dansereau accorde une place aux représentations sociales et aux dimensions symboliques, qu'il intègre dans sa célèbre boule de flèches (Audet, 2012). Cette dernière représente les six niveaux trophiques décrivant le cycle et les fonctions des écosystèmes sur terre (Dansereau, 1987). La singularité des travaux de Pierre Dansereau par rapport aux précurseurs de l'écologie humaine, est qu'en dépit de cette tendance maintes fois critiquée en écologie humaine à considérer les représentations sociales comme un simple élément ou un flux d'un écosystème, et à occulter la dimension normative des variables sociales, Dansereau propose en revanche la métaphore du « paysage intérieur », qui intègre « la perspective éthique d'un changement social conscient et planifié » (Audet, 2012, p.37).

Même si l'écologie humaine a tenté une explication des faits sociaux par des métaphores empruntées aux concepts issus des sciences naturelles et n'a accordé que très peu de place aux dimensions normatives, il n'en demeure pas moins qu'il s'agissait d'une amorce de croisement interdisciplinaire. La pertinence de l'héritage de l'École de Chicago dans les sciences sociales apparaîtra plus clairement avec la présentation de la prise en compte de l'environnement en sociologie, notamment avec les travaux des sociologues américains.

1.2.2 La sociologie

Afin de mieux saisir les débats épistémologiques et paradigmatiques que la prise en compte de l'environnement a suscités en sociologie, trois évolutions du sous-champ de la sociologie de l'environnement seront explorées soit celle qui s'est déployée en France, aux États-Unis et au Québec.

En France, l'importance durkheimienne du paradigme du fait social a mené à une considération plus tardive de l'environnement par la sociologie française (Boudes, 2006). Les réflexions épistémologiques de la sociologie de l'environnement française prennent racine dans la prise en compte de la matérialité dans l'étude de l'environnement. L'ouvrage collectif *Du rural à l'environnement* (Mathieu et Jollivet, 1989) présente l'espace rural comme étant composé d'objets dits « naturels » (eau, forêt, montagne, etc.) qui seraient caractérisés par un processus de socialisation (Charles et al., 2017). Jollivet (2012, p.46) explique que la sociologie est mobilisée de deux manières pour étudier les problèmes environnementaux : elle permet, d'une part, de « construire l'approche sociologique » et donc, de poser un regard sur l'influence de la société envers l'histoire naturelle et d'autre part, de « construire l'approche sociologique du discours » (représentations sociales, discours scientifique). Pour lui, un « dialogue interdisciplinaire » est

essentiel afin de bien comprendre le croisement et les interactions qui existent entre les objets naturels et techniques. Picon (2012, p.20) définit pour sa part l'environnement comme un « objet naturel socialement investi ». Il explique que la référence à l'environnement comme « objet hybride » n'en est un « qu'au regard des segmentations homme-nature héritées de la modernité cartésienne » et qu'il faut considérer l'environnement comme un « objet socio-naturel complexe ». Pour lui, l'interdisciplinarité n'est pas motivée par un nécessaire « dialogue » entre les objets naturels et sociaux, mais bien pour tenter de démêler les processus naturels et sociaux des objets socio-naturels. La sociologie de l'environnement française a ainsi consacré beaucoup de travaux sur les positionnements épistémologiques qui résultent de la prise en compte de l'environnement dans l'étude des faits sociaux.

Aux États-Unis, la sociologie de l'environnement se développe autour de la montée des problèmes environnementaux et des mobilisations environnementales des années 1970. Si les auteurs qui ont marqué cette période tentent de lier la nature aux sociétés humaines, ils sont également en rupture par rapport à l'École de Chicago, dans la mesure où les enjeux étudiés dépassent le cadre urbain et sont plus universels (Guay, 2021). Les travaux qui ont marqué cette période sont caractérisés par une polarisation sur la place de l'écologie dans la compréhension des relations société-environnement (Audet, 2008). En trame de fond à cette divergence de perspective : le déterminisme social, hérité de l'École de Chicago ou de manière plus large, la place des dimensions naturelles dans la compréhension des problèmes environnementaux. D'un côté, William Catton et Riley Dunlap proposent un nouveau paradigme écologique (*New Ecological Paradigm* ou NEP) pour montrer que l'environnement naturel influence la société. Le NEP sous-entend que l'être humain est une espèce qui évolue dans un écosystème et que ce dernier façonne la vie sociale (Tessier et Vaillancourt, 1999). Catton et Dunlap (1978) proposent le NEP comme alternative au paradigme dominant de l'exceptionnalisme humain (*Human exceptionalism paradigm* ou HEP), qui met l'être humain au centre et qui serait à l'origine de la montée des problèmes environnementaux. Catton est d'avis que le HEP met les sociétés humaines dans une situation de domination, au-dessus de la nature, et qu'il faut tendre vers une conception où la nature s'insère dans les sociétés humaines (Guay, 2021). De l'autre, Frederick Buttel, davantage inspiré par la tradition sociologique classique (Weber et Marx) et par l'économie politique, pense que la sociologie doit tenir compte de la façon dont l'environnement est construit socialement et aussi, de l'influence des forces productrices matérielles sur le discours écologique (Taylor et Buttel, 1992). Il s'agit ainsi d'une opposition, entre d'un côté, une approche plus écologiste (« naturalisation de la société »), en partie inspirée de l'écologie humaine et sociale de l'École de Chicago, et de l'autre, les approches plus interactionnistes et

constructivistes (« socialisation de la nature ») de la sociologie des années 1970 (Audet, 2008; Boudes, 2006). Vaillancourt et al. (1999) parlent pour leur part d'une opposition entre une « sociologie écologique » avec Catton et Dunlap et une « écosociologie » avec Buttel. Il y aura cependant des points de convergence entre les deux positions au fil des années, chacun reconnaissant une part de considération pour les variables sociales et matérielles.

Beaucoup plus empirique qu'en France, la prise en compte de l'environnement par la sociologie au Québec a été inspirée par la sociologie rurale nord-américaine. C'est une sociologie de l'environnement qui prend comme point de départ les nouveaux objets de la sociologie révélés par les problèmes environnementaux et qui a développé un champ empirique à partir de ceux-ci (Boudes, 2006). Sur le plan empirique, les thématiques étudiées ont surtout porté sur le développement durable, les changements climatiques et la gestion environnementale. Tessier et Vaillancourt (1996) expliquent ainsi que le réchauffement climatique a permis une prise de conscience globale des problèmes environnementaux et a mené à une considération accrue de l'environnement par la sociologie. D'un point de vue empirique, la sociologie de l'environnement s'intéresse aux causes de ces changements et aux effets sociaux de ceux-ci.

Les ouvrages de Tessier et Vaillancourt (1996), Dumas et al. (1999) et Gendron et al. (2007) sont venus cimenter les fondements des sciences sociales de l'environnement. D'un point de vue épistémologique, Gendron et Dumas (1999) s'intéressent au conflit entre représentations scientifiques et sociales, entre subjectivité et objectivité. À partir des travaux de René Dumont, elles soulignent que « la difficulté de les dissocier vient du fait que l'interpénétration de la science dans le social et vice versa a réduit la différenciation entre le discours scientifique et les représentations sociales » (p.55). Le débat qu'elles exposent entre rationalité et normalité les mène à proposer le relativisme, qui s'effectue grâce à l'échange et « l'intercompréhension ». De manière similaire, Prades et al. (1994) propose un paradigme qui situe les sciences sociales de l'environnement à l'intersection des mondes social et objectif. La recherche de solution à une problématique sociétale permet de s'ouvrir aux aspects normatifs et objectifs qui permettent de comprendre le problème et d'élaborer des solutions. Ce serait donc, selon lui, par la prise en compte empirique d'un objet environnemental que l'échange entre objectivité et normativité prendrait forme. Dumas (1996) s'est penchée sur l'interdisciplinarité en sciences sociales et adopte une position similaire. Selon elle, c'est dans l'action que les sciences sociales et humaines peuvent créer des ponts avec les sciences naturelles et ce, dans l'optique d'avoir une vision systémique, globale, vouée à la recherche de solutions. Par exemple, la mobilisation de plusieurs disciplines dans la compréhension du problème des

pluies acides (Prades et al., 1994) a permis de faire ressortir, entre autres, les facteurs sociaux qui ont contribué à réduire les émissions acidogènes (Tessier et Vaillancourt, 1999).

D'un point de vue empirique, la sociologie de l'environnement québécoise va mobiliser les approches classiques de la sociologie telles que les mouvements sociaux et les représentations sociales pour aborder les problèmes environnementaux. Ainsi, Vaillancourt (1982), dans son ouvrage *Écosociologie* a historicisé la prise en compte sociale des problèmes environnementaux au Québec en étudiant le mouvement vert et sa mobilisation politique dans l'espace public. Il explique ainsi que l'opposition aux projets d'énergie nucléaire va donner naissance aux premiers mouvements verts dans la province. D'autres enjeux environnementaux ont aussi été abordés par des notions classiques de la sociologie et des sciences sociales, s'éloignant des débats entourant la rupture épistémologique. Quelques exemples incluent les mouvements sociaux entourant la gestion des déchets dans les villes (Séguin et al., 1995), les représentations sociales sur la déforestation (Paré, 2017) ou encore, ceux portés par le mouvement de transition énergétique (Audet, 2016).

En somme, les sociologies de l'environnement en France, aux États-Unis et au Québec se rejoignent dans leur volonté d'apporter des réflexions sur la dualité objectivité-normativité, de même que de la place à accorder aux dimensions biophysiques dans l'appréhension d'un objet environnemental.

1.2.3 La géographie

En raison de la séparation de la discipline en géographie physique et humaine, la géographie revêt un caractère pluridisciplinaire. En parlant de l'institutionnalisation de la géographie au Québec, Hamelin (1962, p.140) qualifiait déjà la discipline de « globale, de synthèse et de culture ». Néanmoins, la géographie n'a pas été épargnée par les débats sur les maillages entre les dimensions sociales et naturelles et à ses débuts, semblait plutôt considérer ces dimensions de manière distincte. Selon Kull et Batterbury (2017), au moment de l'éveil des préoccupations sociétales face à l'environnement, les géographes se concentraient d'ailleurs sur l'environnement biophysique (sols, glaciers, eau, climat), en accordant une attention moindre aux éléments sociétaux qui étaient associés aux problèmes. Il aura fallu attendre, selon eux, les années 1980, avec la montée des mobilisations sociales liées à l'environnement, ainsi qu'une série de catastrophes écologiques (Three Miles Island, Bhopal, Tchernobyl), avant de voir les jalons d'une pensée critique en géographie prendre forme; l'écologie politique ou *political ecology*.

De manière résumée, l'écologie politique est un alliage des critiques des sciences sociales (marxisme, économie politique) et d'autres courants de l'écologie (écologie humaine, écologie culturelle) qui analyse les luttes de pouvoir inhérentes à la gestion de l'environnement. C'est donc un courant structuraliste qui revêt un caractère politique important. Il s'agit en fait d'une approche qui met en évidence les conflits sociaux et relations de pouvoir inhérentes à la gestion de l'environnement et des ressources (Guay, 2021). Benjaminsen et Svarstad (2009) distinguent deux courants épistémologiques qui ont marqué l'écologie politique. Le premier, porté par les travaux de Piers Blaikie, s'intéresse aux relations de production et d'échange menant à la surexploitation des ressources naturelles (Blaikie et Brookfield, 1987). Pour bien saisir un phénomène biophysique comme l'érosion des terres dans toute sa complexité, Blaikie mobilise les outils de l'économie politique. Les frontières disciplinaires se trouvent ainsi confrontées à une dualité entre positivisme et structuralisme qui mène le chercheur à adopter un réalisme critique, une posture à l'intersection entre le constructivisme et l'objectivité scientifique. Le second, porté par les travaux de Michael Watts (1983), est davantage influencé par les théories postmodernes et poststructuralistes de Michel Foucault. Ces dernières mettent le discours, les cadres culturels et les manières de penser au centre de la dialectique société-environnement. Ces travaux sont donc guidés par un cadre résolument plus constructiviste et néo-marxiste que Piers Blaikie où Michael Watts avance que les conflits émergent non seulement pour le contrôle des ressources naturelles mais aussi en raison de luttes idéologiques portées par des discours et des récits qu'il faut mettre en exergue.

La géographie humaine revêt un caractère interdisciplinaire tout en abordant de plein front les dimensions sociales liées aux enjeux environnementaux. On observe ainsi une tendance à traiter des problèmes sociaux en faisant ressortir les dimensions spatiales qui contribuent à l'explication des phénomènes observés (Sénécal, 2006). C'est ce qui ressort des travaux de November (2006) qui s'intéresse aux « espaces d'émergence des risques » (p.289) et qui suggère « d'aborder les risques par leurs spatialité » (p.290) afin de mieux comprendre comment, au sein d'un même espace, des risques multiples se juxtaposent. Au Québec, la géographie humaine se démarque par un éclairage des rapports entre les sociétés humaines, l'espace et leurs milieux, qu'il soit forestier, rural ou urbain. En milieu forestier, Castonguay (2020) s'intéresse à l'« espace en recomposition, à l'échelle planétaire » du commerce international du bois au regard du discours sur l'épuisement des ressources forestières qui avait lieu au cours du 19^e siècle. L'étalement urbain ou l'organisation spatiale des villes à l'ère des enjeux de développement durable (Mercier et Côté, 2012; Simard, 2014) constitue également un enjeu d'intérêt, de même que les relations territoriales qui se déploient au sein des espaces autochtones (Hirt et Desbiens,

2017; Marchand, 2012). Les travaux en géographie humaine et sociale conduits au Québec sous-entendent ainsi une imbrication des dimensions spatiales, matérielles et sociales dans leur explication des rapports entre la société et l'environnement.

1.2.4 La prise en compte de la nature dans d'autres disciplines des sciences sociales et humaines

L'histoire environnementale qui émerge dans les années 1970 aux États-Unis s'est aussi penchée sur les relations société-nature. C'est dans le contexte d'activisme politique mené par la *New Left History* que des historiens ont entamé le récit des opprimés (population afro-américaine et femmes) parmi la société américaine (Blanc, 2017). Dans la même veine, l'environnement a été considéré comme une « classe exploitée », ignorée, dont il fallait élaborer la trame narrative : parce qu'il subit des dommages, il peut être historicisé (*ibid.*). L'environnement devient ainsi un vecteur de changement social. Dans un autre ordre d'idées, les mythes et symboles liés à la nature sont également au centre de la prise en compte historique de l'environnement. Duban (2001, p.55) expose les mythes fondateurs de la nation américaine qui ont contribué à l'écologisme américain dont celui de la « destinée manifeste de l'Amérique ». Il fait ainsi état des représentations de la nature dans un pays dont « l'histoire fut justement trois siècles durant celle de la conquête de la nature réputée sauvage ». Dans son livre intitulé *Wilderness and the American Mind* Roderick Nash expose une histoire symbolique de l'environnement. Blanc (2017) explique l'essence de ce mythe, qui a mené à la création d'un mouvement conservateur et des premiers parcs nationaux: « Dieu aurait permis aux Américains d'occuper cette nature somptueuse et sauvage, et, parce que l'âme américaine y résiderait encore et toujours, il leur faudrait la protéger ». Le concept de *Wilderness*, qui « désigne une relation particulière à la nature, caractérisée par des représentations et des pratiques paysagères qui lui sont propres » (Joliet et Jacobs, 2009, p.27), a aussi trouvé une résonance au Québec et en référence, par exemple, au mythe des grands espaces vierges avec l'archétype de la forêt boréale. Il se rapproche toutefois des enjeux étudiés en géographie puisque ce paysage mythique se développe dans un « espace-temps culturel donné » (Joliet et Jacobs, 2009, p.29) et influence les modalités d'aménagement du territoire. Les valeurs et les mythes associés à la nature vont ainsi être à l'origine de projets territoriaux tels que la création d'aires de conservation ou de parcs nationaux.

Enfin, la science politique voit émerger la théorie politique verte, sous-discipline qui émerge dans le contexte de la crise écologique globale qui menace les conditions de vie et traite ainsi des défis environnementaux qui mobilisent le politique. La croissance démographique, l'extinction de masse des espèces ou la déplétion des ressources naturelles sont des exemples de problèmes environnementaux qui

remettent en question la capacité des institutions démocratiques à trouver des solutions face à ces défis (Semal, 2017). C'est en quelque sorte un courant de la théorie politique qui interroge la place de l'écologisme dans l'histoire des idées politiques. La théorie politique environnementale questionne également l'influence de la matérialité sur les pratiques démocratiques. Le contexte de la publication du rapport alarmiste du Club de Rome sur les limites à la croissance (Meadows et al., 1972) a jeté des doutes quant à la capacité des institutions démocratiques à enrayer la crise écologique globale. C'est donc à la fin des années 1980 et au début des années 1990 qu'émerge la théorie politique verte, qui correspond à l'avènement des partis écologistes dans les démocraties occidentales (Semal, 2017). Andrew Dobson (1991) postule que l'écologisme constitue une idéologie politique à part entière, soit un prisme de lecture du monde tel qu'il existe aujourd'hui dont les idéaux sont la durabilité, de même que les rapports plus équilibrés entre les sociétés et l'environnement. La théorie politique verte interroge donc les conditions matérielles de la continuité du politique en considérant que les démocraties font partie d'un écosystème dont la stabilité globale n'est plus acquise.

La prise en compte de l'environnement dans d'autres disciplines des sciences humaines, telles que l'anthropologie ou la psychologie par exemple, serait intéressante à explorer. Toutefois, puisque cette thèse s'intéresse davantage aux aspects sociétaux et collectifs inhérents à l'adaptation aux changements climatiques, elles ont été mises de côté.

Ce bref tour d'horizon de la manière de concevoir les relations société-nature dans un objet de recherche environnemental peut sembler, à première vue, moins liés à la question de recherche. Or, c'est cette exploration portant sur la manière d'aborder l'environnement au sein des différentes disciplines des sciences sociales qui a mené à l'aménagement de la posture épistémologique qui a guidé la conduite de ma thèse. Certaines des lectures effectuées en histoire environnementale, en géographie humaine, de même qu'en sociologie de l'environnement ont aussi forgé les assises qui ont mené à l'élaboration des variables et indicateurs utilisés pour décrire la vulnérabilité des CDF face aux changements climatiques.

1.3 Vers l'aménagement d'un espace épistémologique pour aborder l'adaptation aux changements climatiques

Cette brève rétrospective permet d'apporter des éléments pour répondre aux questions posées en début de chapitre sur la capacité des épistémologies des sciences sociales à aborder les problèmes environnementaux, de même que sur l'impératif d'interdisciplinarité que soulèvent ces derniers. Ces questions prenaient comme trame de fond la division scientifique du travail basée sur la séparation nature-

culture. Les trajectoires de prise en compte de l'environnement dans les différents champs des sciences sociales ont ainsi en commun d'avoir confronté, aux cours des dernières décennies, la capacité de leurs fondements disciplinaires à aborder les enjeux environnementaux. Deux tendances sont observables. La première tend à débusquer ce qui relève du social dans un objet environnemental, à savoir les structures de pouvoir, les représentations sociales, la mise en exergue des mythes, ou l'analyse du discours scientifique. Il s'agit ainsi d'adopter une épistémologie normative, marquée par les courants théoriques classiques des sciences sociales que sont le structuralisme, le fonctionnalisme, le constructivisme ou le marxisme. La seconde traverse davantage les frontières disciplinaires, en intégrant, dans une perspective réaliste et pragmatique, des concepts et des approches d'autres disciplines, sans s'éloigner des aspects normatifs ou construits de la réalité. L'écologie politique, notamment avec les travaux de Piers Blaikie, offre un exemple de ce type d'imbrication. Sur le plan de l'interdisciplinarité, la question de sa nécessité pour aborder des problèmes environnementaux ne demeure pertinente qu'au regard de la pérennité et de la rigidité des frontières disciplinaires. Il ressort ainsi que, malgré des fondements disciplinaires encore importants au sein des institutions universitaires (Leroy, 2004), les travaux explorés dans le cadre de ce chapitre mobilisent des concepts qui laissent présager une certaine liberté disciplinaire. En témoigne la notion d'espace qui a été qualifié de « biophysique », « social », « culturel », et « autochtone », lieu à la fois d'interactions sociales et de bouleversements environnementaux comme les « espaces de risque ».

Dès lors, plutôt que d'ancrer ma thèse dans une discipline pour clarifier ma posture épistémologique, le caractère « appliqué » du doctorat en sciences sociales m'invite à situer la thèse dans l'objet environnemental choisi et ses questions sous-jacentes. Ainsi, la démarche que j'ai adoptée pour la conduite de ma thèse a consisté à aménager un espace épistémologique qui soit en adéquation avec cette volonté de réfléchir à des pistes de solution liées à l'adaptation aux changements climatiques des communautés canadiennes dépendantes de la forêt. De mon point de vue, lorsque l'on aborde une problématique axée sur la résolution de problèmes, il faut admettre qu'une certaine réalité existe et qu'il est possible de la saisir pour tenter d'émettre des pistes de solution. La posture constructiviste de Buttel (1986) qui consistait à concevoir les problèmes environnementaux exclusivement comme un construit social me semble ainsi contre-productive. Par exemple, dans le cas des changements climatiques, il ne me semble pas logique d'adopter une attitude passive face à la recherche de solutions sous prétexte que la réalité est insaisissable dans sa totalité ou encore, que le problème relève entièrement d'une construction sociale : la commensurabilité du réel me semble une nécessité. Néanmoins, je suis d'avis que la réalité ne peut m'être révélée dans sa totalité : la personne qui mène une recherche n'entrera en contact qu'avec

une partie de la réalité ou encore, un construit de cette même réalité. Dans cette optique, je considère que je vais comprendre certaines dimensions sociales et naturelles qui sont associées à l'adaptation aux changements climatiques. Toutefois, il y a définitivement une part de normativité qui va subsister, ne serait-ce que dans la manière de mobiliser les cadres conceptuels et méthodologiques pour répondre à la question de recherche. Ainsi, j'adopte une position parallèle à celle de Tessier et Vaillancourt (1996) qui disent que l'on peut adopter une attitude rationnelle héritée de l'esprit des Lumières dans la conception de la réalité, mais avec une certaine dose de relativisme. Cette position est parallèle à celle de Dumas et al. (1999, p.9) qui postulent qu'en raison de l'essoufflement de la modernité et du procès fait à la rationalité, il faut « que l'on joigne à la normativité rationnelle de la preuve (Popper) l'exigence anthropologique du sens (Habermas) ». Par conséquent, la rationalité doit aller au-delà de la rationalité instrumentale héritée du positivisme pour former une normativité qui sera ouverte à l'émergence de nouvelles déterminations de la connaissance. Cette posture d'ouverture est cohérente avec le réalisme critique, perçu comme une alternative à mi-chemin, en d'autres termes, entre l'idée positiviste de l'objectivité scientifique et un constructivisme « extrême » (Benjaminsen et Svarstad, 2009). L'adoption d'une « position intermédiaire » est d'ailleurs perçue comme une avenue de réconciliation envers la dualité normativité-objectivité (Pires, 1997, p.27) : « L'effort d'objectivation n'implique pas nécessairement, ni ne l'exige, l'acceptation de la thèse ou du principe de la neutralité scientifique; il n'est pas non plus nécessairement incompatible avec l'engagement du chercheur relativement à des projets de transformations sociales ». Le processus de construction d'un objet scientifique peut donc rendre compte du réel à travers une lentille théorique et disciplinaire qui implique une forme de construction normative (Pires, 1997). Je peux donc reconnaître que je construis mon objet en sélectionnant certains aspects d'une réalité infinie et changeante tout en reconnaissant que cette construction me permet d'aborder la réalité. La dimension normative sera d'ailleurs présente lors de la sélection des variables choisies pour évaluer la vulnérabilité aux changements climatiques des CDF au chapitre 4.

Même si mon questionnement scientifique m'amène à adopter une approche davantage réaliste, je conçois qu'une part de normativité subsistera. Cette posture se rapproche donc du réalisme critique. Il sera donc important de mettre en lumière, tout au long de ma thèse, les choix normatifs qui auront été effectués. Enfin, puisque j'adopte une position « appliquée », qui part de l'objet étudié plutôt qu'un champ théorique et méthodologique précis des sciences sociales, je demeure ouverte à explorer de nouvelles approches qui sortent des cadres des sciences sociales. La posture de réalisme critique constitue donc le point d'ancrage qui a guidé l'élaboration du cadre conceptuel et opérationnel de ma thèse.

Les maillages interdisciplinaires suscités par la prise en compte des enjeux environnementaux dans les sciences sociales ont été mis en relief à la section 1.2. Les concepts sous-jacents à l'adaptation aux changements climatiques, eux-mêmes caractérisés par des maillages interdisciplinaires et des considérations épistémologiques, seront, à leur tour, expliqués à la prochaine sous-section.

1.4 Champ conceptuel de l'adaptation aux changements climatiques

Plusieurs disciplines, des sciences sociales et naturelles, ont offert des contributions importantes sur la compréhension des changements climatiques, que ce soit sur le plan des mécanismes biophysiques à l'œuvre, ou encore, de l'adaptation des sociétés humaines. Historiquement, c'est à travers les sciences du climat que les changements climatiques ont été abordés. Cependant, dû au fait que les modèles d'évolution du climat ne permettaient pas d'intégrer des variables locales, les modèles ont peu servi d'outil à l'élaboration de politiques publiques locales (Simonet, 2017) et plus largement, à l'action publique locale. Il revenait donc aux sciences sociales de se pencher sur les phénomènes locaux qui déterminent la capacité à s'adapter (Füssel, 2007).

Les sciences sociales et humaines ont, entre autres, étudié les représentations sociales de la problématique climatique, les perceptions du risque (Williamson et al., 2005), et les processus cognitifs (Birchall et al., 2022; Grothmann et Patt, 2005; Lammel et al., 2012) qui permettent l'adaptation des individus, dont les perceptions, l'attitude et l'interprétation des risques. Les stratégies de réponse face aux changements climatiques impliquent nécessairement des choix, donc des valeurs et une dose de normativité (Vaillancourt et Perron, 1999). Ainsi, les sciences sociales ont décortiqué le discours scientifique entourant les changements climatiques pour interroger la « neutralité politique » (Gendron, 1999, p.121) de ceux-ci et de la crise écologique globale. Les sciences sociales s'emploient ainsi à mettre en exergue la normativité dans les choix d'adaptation sous-jacents au discours scientifique et à son appropriation dans la sphère politique. Les sociologues de l'environnement se sont ainsi penchés sur le discours scientifique des changements climatiques. À l'échelle des communautés, Perron et Vaillancourt (1999) ont fait ressortir les éléments de « rationalité normative » qui émanaient des premiers rapports du GIEC dont la prédominance camouflée de l'idéologie néolibérale, appuyée par le concept de développement durable qui prenait son envol au moment de la création du GIEC. Même si cette contribution n'est pas propre à l'échelle locale, elle évoque les éléments du discours scientifique produit à l'échelle internationale qui ont fait leur chemin au Québec, notamment à travers les organisations du mouvement vert québécois.

De manière plus spécifique, plusieurs disciplines, dont la biologie, l'écologie, la psychologie, l'anthropologie et la sociologie, ont contribué à la construction du champ de l'adaptation (Simonet, 2009). À la lumière de l'exploration de ces différentes contributions, il en ressort un constat important : l'adaptation est polysémique et peut être perçue comme un processus ou un état (Magnan, 2009b; Simonet, 2009). Cette dualité épistémologique se retrouve dans la définition suivante de l'adaptation: "Adaptation, in the context of human dimensions of global change usually refers to a process, action or outcome in a system (household, community, group, sector, region, country) in order for the system to better cope with, manage or adjust to some changing condition, stress, hazard, risk or opportunity" (Smit et Wandel, 2006, p.282). L'adaptation a toutefois été définie de manière multiple. La pertinence d'élaborer une définition de l'adaptation a été soulevée dans le 5^e rapport du GIEC (2014) et, malgré la pluralité sémantique et les multiples définitions qui existent du concept, ce rapport précise qu'une définition de l'adaptation « permet d'établir un cadre de travail » (Simonet, 2015, p.61) pour aborder les défis liés à l'adaptation. En outre, l'adaptation trouve un ancrage commun par sa dimension politique, orientée vers l'action publique (Simonet, 2017) et constitue le « terme choisi pour caractériser la réponse qui s'attache à la gestion des impacts des changements climatiques sur les territoires, les populations et les activités » (Simonet, 2017, p.116). Bref, malgré le fait que l'adaptation s'organise en une communauté scientifique à part entière (Patt, 2013), la définition de l'adaptation semble prendre forme au regard de la problématique spécifique étudiée, de même que des questions de recherche posées.

1.4.1 La vulnérabilité et la résilience

Afin de mieux comprendre les dimensions liées à l'adaptation des sociétés humaines face aux changements climatiques, les chercheurs issus des communautés de recherche axées sur la vulnérabilité (Adger, 2006; Blaikie et al., 1994; Cutter et al., 2003; Füssel, 2007) et sur la résilience (Adger, 2000; Berkes et Folke, 1998; Carpenter et Gunderson, 2001; Holling, 1973; Quenault, 2013; Walker et al., 2006; Walker et al., 2004) ont offert des contributions importantes pour éclairer les dimensions sous-jacentes à chaque communauté de recherche. Bien qu'étant toutes les deux des approches théoriques permettant de conceptualiser les interactions entre la société et l'environnement, la vulnérabilité et la résilience sont issues de champs de savoir distincts et constituent des communautés de recherche qui ont évolué indépendamment l'une de l'autre. Les approches centrées sur la vulnérabilité et la résilience sont issues de traditions épistémologiques distinctes et de diverses disciplines. La recherche sur la résilience relève davantage d'une épistémologie positiviste alors que les travaux portant sur la vulnérabilité ont davantage été réalisés en adoptant une vision construite de la réalité (McLaughlin et Dietz, 2007; Miller et al., 2010).

Ces divergences épistémologiques entre les deux approches ont été une source de tension qui a pu freiner la collaboration interdisciplinaire dans le passé.

De manière simplifiée, la vulnérabilité est perçue comme un concept statique lié aux attributs d'un système. Elle tire ses origines des études sur les risques de désastres naturels, le constructivisme, l'écologie humaine, et l'économie politique (Miller et al., 2010). La géographie, les études sur la pauvreté, le développement et la sécurité alimentaire, de même que l'écologie politique ont aussi influencé le développement du concept de vulnérabilité (Engle, 2011). Füssel (2007, p.157) est d'avis que les quatre dimensions suivantes sont fondamentales pour décrire une situation vulnérable : la présence d'un système (système socio-écologique, groupe, secteur économique, région géographique ou système naturel); des valeurs propres à un système qui sont mises en péril par l'exposition à un aléa (vies humaines, santé, revenus, identité culturelle, biodiversité, etc); un aléa, c'est-à-dire une perturbation potentiellement néfaste pour un système analysé, et; une référence temporelle (période de référence d'intérêt ou un point précis dans le temps). La vulnérabilité est l'approche qui a été préconisée par le GIEC, qui l'illustre à travers trois dimensions: l'exposition est le degré auquel le système est physiquement en danger, la sensibilité correspond à l'état du système après avoir été exposé au stress et enfin, la capacité d'adaptation représente l'habileté du système à se préparer et à s'ajuster au stress pour réduire les impacts négatifs et tirer avantage des opportunités qui s'offrent (Adger, 2006). À propos des relations entre les différentes dimensions du concept de vulnérabilité, Magnan (2009a) précise que « la vulnérabilité d'un système est certes dépendante de l'exposition de ce dernier à des perturbations (nature, ampleur, fréquence des aléas), mais également de la nature même de ses composantes et de leurs interrelations » (p.5). Ce constat est cohérent avec les besoins de compréhension des impacts et des caractéristiques des communautés nécessaires à la planification de stratégies d'adaptation aux échelles locales soulevés dans la problématique. Les indicateurs sociaux permettant de caractériser la vulnérabilité seront davantage explorés au chapitre 3. Cependant, les conditions de vie (démographie, habitations, éducation, emploi, marginalisation de groupes et inégalités socioéconomiques), la diversité économique et la cohésion sociale sont des caractéristiques sociétales qui ont servi à développer des indicateurs sociaux dans le cadre d'analyse de vulnérabilité (Magnan et al., 2012).

En génie ou en physique, la résilience fait référence au retour d'un système perturbé vers un état stationnaire d'équilibre (Weissenberger et Noblet, 2017). L'écologie a aussi contribué à la compréhension de ce concept. Même si plusieurs significations sont attribuées à la résilience, ces dernières ont en

commun qu'elles sont orientées vers la réponse d'un système par rapport à un stress ou une perturbation (Miller et al., 2010). En écologie, la résilience est perçue dans sa relation dynamique avec ce système, c'est-à-dire dans sa capacité de régénération après une perturbation qui est elle-même tributaire de son degré d'auto-organisation et de sa capacité d'apprentissage et d'adaptation (Adger et al., 2005b; Nelson et al., 2007). Alors que le cycle d'adaptation et la « panarchie » (Gunderson et Holling, 2002) décrivent les dynamiques des systèmes, la résilience, l'adaptabilité (ou la capacité d'adaptation) et la « transformabilité » constituent les propriétés qui déterminent les dynamiques du système (Walker et al., 2006; Walker et al., 2004). La résilience s'est aussi inscrite dans le cadre théorique des systèmes socio-écologiques (Berkes et Folke, 1998; Berkes et Jolly, 2001; Nelson et al., 2007), qui place la capacité d'adaptation au centre des systèmes socio-écologiques résilients. Cette description des dynamiques sociales avec des métaphores empruntées à l'écologie a mené les sciences sociales à mettre en exergue les dimensions normatives propres aux dynamiques des systèmes. Par exemple, Birchall et Bonnett (2021) ont insisté sur le rôle de la planification, des institutions (formelles et informelles), l'apprentissage, de même sur les agents (individus et organisations) comme facteurs qui déterminent la capacité des communautés à accroître leur résilience. L'engouement pour le concept de résilience s'expliquerait en partie par son potentiel dans la compréhension des dispositifs de gestion des risques (Simonet, 2015). En résultent des travaux portant sur la gestion adaptative, (Gunderson et Light, 2006; Tompkins et Adger, 2004; Williams et Brown, 2014), la co-gestion adaptative (Armitage et al., 2008; Kofinas, 2009; Olsson et al., 2004; Plummer et al., 2013), et la gouvernance adaptative (Brunner et al., 2005; Folke, 2007; Folke et al., 2005a).

1.4.2 Convergence des concepts d'adaptation, de vulnérabilité et de résilience

Les approches centrées sur la vulnérabilité et la résilience sont issues de traditions épistémologiques distinctes et de diverses disciplines. Malgré leurs divergences, la résilience et la vulnérabilité traitent toutes les deux des dynamiques de changement (dont les changements climatiques) au sein des systèmes sociaux et écologiques et en sont arrivées, au fil du temps, à conceptualiser les interactions qui existent entre la société et l'environnement. Qui plus est, la résilience et la vulnérabilité peuvent être considérées comme des concepts distincts qui en viennent à se chevaucher (Quenault, 2013) à travers la capacité d'adaptation, une notion qui est abordée autant par la communauté de la résilience (à travers le concept d'adaptabilité) que de la vulnérabilité (Engle, 2011). Parallèlement, il existe aussi une conception qui perçoit les deux approches comme potentiellement complémentaires (Nelson et al., 2007) dans la mesure où les analyses basées sur les acteurs (approche de vulnérabilité) se concentrent sur les processus de

négociation, de prise de décision et d'action alors que les analyses systémiques (approche centrée sur la résilience) complètent cette approche en examinant l'interaction entre les processus sociaux et écologiques.

Ainsi, les deux communautés s'appuient sur un cadre qui, bien que distinct, met de l'avant la notion d'adaptation, tout en intégrant les apports conceptuels et théoriques d'une multitude de disciplines. Concevoir la vulnérabilité et la résilience comme des notions complémentaires, qui permettent de mieux saisir toutes les dimensions du réel, est également cohérent avec la posture épistémologique de réalisme critique adoptée pour ma thèse. En réalité, chacune des communautés a évolué d'une interprétation très spécifique de l'adaptation vers une conceptualisation plus ouverte et élargie qui met en relation des chercheurs issus de plusieurs disciplines. Il semble aussi que ce soit à travers les travaux visant à mieux comprendre les concepts liés aux caractéristiques et dynamiques sociales comme la capacité d'adaptation que la recherche sur la vulnérabilité et celle sur la résilience trouvent un potentiel de convergence et se rapprochent le plus (Engle, 2011, Miller et al, 2010).

La capacité d'adaptation est une habileté à s'adapter (Adger et al., 2009). Dans un contexte d'incertitude, la capacité d'adaptation est perçue comme une propriété cruciale de la vulnérabilité et de la résilience des systèmes socio-écologiques (SSE) parce qu'elle décrit la capacité de mobilisation des ressources pour anticiper et se préparer à des stress actuels ou prévus (Engle, 2011). La capacité d'adaptation, telle que conceptualisée par une unification des approches de vulnérabilité et de résilience, constitue un axe de recherche à approfondir (Engle, 2011).

La convergence des deux approches de recherche (vulnérabilité et résilience) liées à l'adaptation constituera donc la base au développement du cadre théorique préconisé pour cette thèse. La posture de réalisme critique invitera en outre, à mettre en lumière les choix normatifs effectués tout au long de la thèse. Pour répondre à la question de recherche, il est essentiel d'avoir une compréhension des caractéristiques sociales qui sont à l'œuvre au sein des CDF. Dans cette optique, la compréhension de la notion de capacité d'adaptation aux changements climatiques s'avère importante. Plus largement, l'éclairage sur les dynamiques et caractéristiques sociales, à l'échelle des CDF, de même que des interactions avec les dimensions naturelles et spatiales s'avère un angle à approfondir.

La Figure 1-1 présente le cadre conceptuel et opératoire, tel qu'il était présenté dans le projet de thèse. Au départ, la question de recherche devait porter sur la capacité d'adaptation, sur la compréhension des

facteurs qui lui sont liés et surtout, sur les raisons qui expliquent que certaines CDF s'adaptent mieux que d'autres. La question se situait davantage au niveau 4 qui présente la capacité d'adaptation comme un concept unificateur des approches de vulnérabilité et de résilience face aux changements climatiques. C'est ce qui explique que le cadre opérationnel mis de l'avant au chapitre 3 est centré sur la capacité d'adaptation.

Cependant, au fil du parcours doctoral, le point focal de la thèse est remonté au niveau 1, c'est-à-dire au concept plus englobant d'adaptation. Ce changement me semblait d'ailleurs plus cohérent avec la question de recherche, qui interroge les croisements entre les dimensions sociales et naturelles. L'accent sur le concept de capacité d'adaptation limitait la portée de ces croisements. Il me semblait ainsi plus opportun d'explorer le maillage entre le concept de capacité d'adaptation et d'autres concepts, qui sont davantage tributaires de contributions des sciences naturelles comme l'exposition aux changements climatiques. C'est d'ailleurs ce qui a été fait dans le chapitre 4. La Figure 1-2 illustre ce changement, avec l'adaptation comme concept central de ma thèse. Cela dit, les réflexions conceptuelles et opérationnelles entourant la capacité d'adaptation ont encore leur pertinence, puisqu'il s'agit d'une composante de la vulnérabilité, autre concept clé de la question de recherche et de l'hypothèse. Ainsi, la capacité d'adaptation est évaluée, dans le cadre de cette thèse, dans sa relation avec les autres concepts associés à la vulnérabilité, soit l'exposition et la sensibilité. Le niveau 4 revêt un caractère opératoire dans la mesure où il indique que les indicateurs et variables qui seront choisis vont représenter la capacité d'adaptation, l'exposition et la sensibilité des CDF face aux changements climatiques.

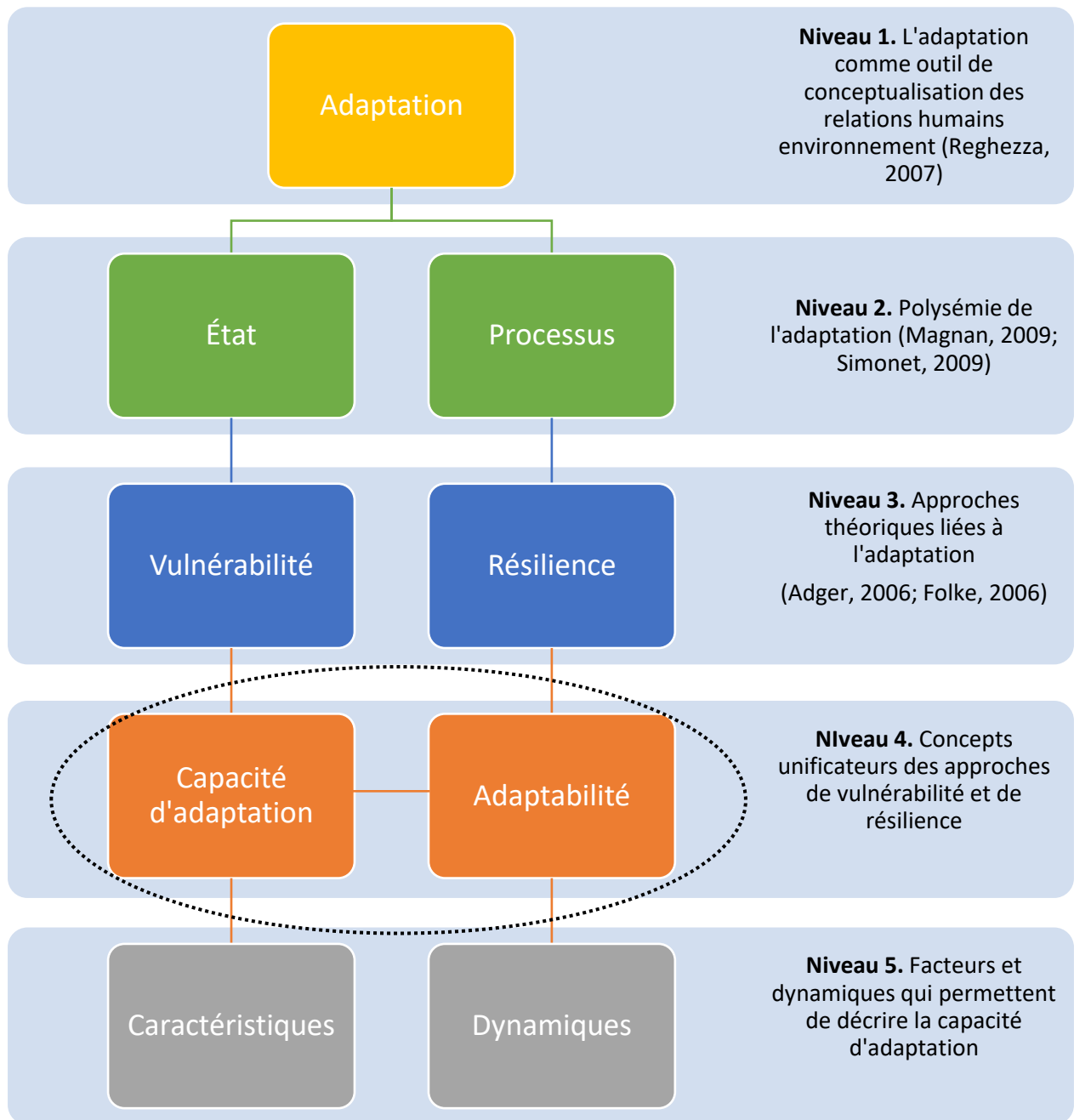


Figure 1-1 Cadre conceptuel et opératoire de l'adaptation qui présente la capacité d'adaptation (niveau 4) comme concept unificateur des approches de vulnérabilité et de résilience

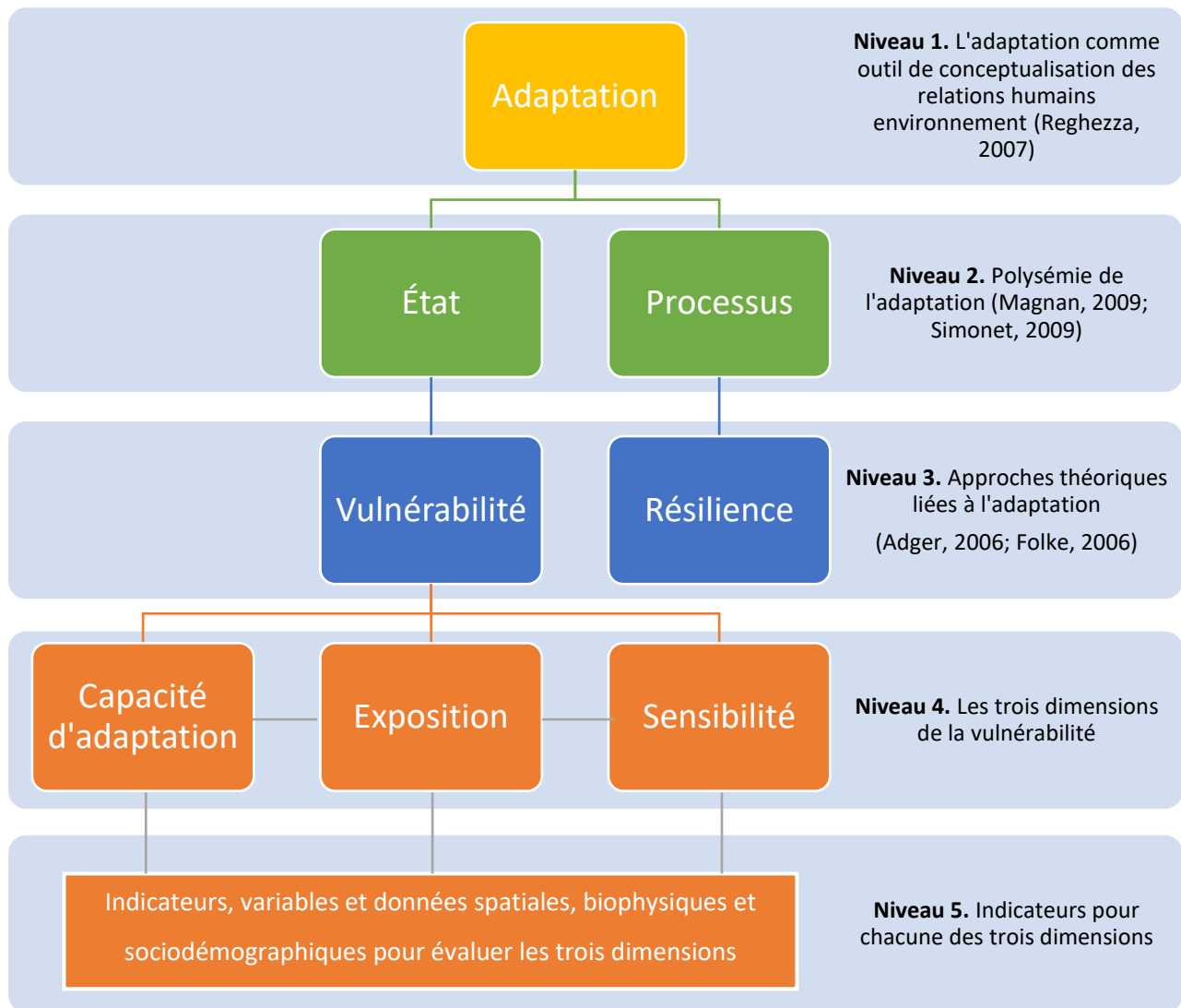


Figure 1-2. Cadre conceptuel de l'adaptation aux changements climatiques centré sur l'approche de vulnérabilité. La capacité d'adaptation est une des dimensions évaluées, tout comme la sensibilité et l'exposition.

1.5 Conclusion

Le chapitre 1 fait état des travaux qui ont servi de trame de fond à l'exploration de la prise en compte des problèmes environnementaux en sciences sociales. Cette exploration a débuté au tout début de mon parcours doctoral et a continué jusqu'à l'aboutissement de ma thèse. Ce chapitre rend également compte de mon cheminement par rapport la production des connaissances dans un champ, l'adaptation aux changements climatiques, qui n'a pas d'ancrage théorique solide et qui est caractérisé par des contributions épistémologiques, conceptuelles et théoriques multiples. Ce chapitre a donc répondu, en partie, à la question de recherche en s'attardant aux croisements épistémologiques et conceptuels qui permettent d'aborder l'adaptation aux changements climatiques.

Sur le plan épistémologique, j'ai réalisé, en cours de parcours, que ma posture de relativisme était moins en adéquation face à ma question initiale de recherche, qui voulait « mesurer » la capacité d'adaptation des CDF et qui tentait de comprendre comment certaines communautés s'adaptent mieux que d'autres. Cette idée de mesurer et d'hierarchiser les communautés entre elles (celles qui s'adaptent bien versus celles qui s'adaptent moins bien) me semblait davantage compatible avec une posture de réalisme, qui tente de saisir la réalité, ou du moins, une partie de celle-ci. En effet, la logique d'échange et de compréhension sous-jacente au relativisme, bien que tout à fait pertinente pour un sujet de recherche interdisciplinaire, me semblait moins cohérente par rapport à mes intentions de décrire le réel, c'est-à-dire la vulnérabilité des CDF. La normativité inhérente à la notion de capacité d'adaptation m'a finalement menée à remettre en cause cette volonté de classer les communautés en fonction de leurs « aptitudes » à s'adapter.

Il me semblait ainsi plus approprié d'adopter une approche descriptive, qui me donnait l'opportunité de mettre en exergue les caractéristiques (sociales, environnementales) des CDF. Le réalisme critique m'apparaissait beaucoup plus aligné avec les objectifs recherchés au chapitre 4, soit de décrire la vulnérabilité des CDF aux changements climatiques. La dimension critique, qui implique de souligner les éléments normatifs me semblait une approche beaucoup plus propice à la réflexivité et à la prise en compte des dimensions sociales en adéquation avec le pragmatisme et la volonté de participer à l'élaboration de pistes de solution face aux enjeux d'adaptation aux changements climatiques.

Sur le plan conceptuel, ce chapitre a présenté les croisements qui ont contribué à définir le champ de l'adaptation aux changements climatiques. Les communautés de recherche sur la vulnérabilité et la

résilience ont offert des contributions importantes qui ont grandement enrichi ce champ. Malgré leurs divergences, ces concepts se rejoignent avec la notion de capacité d'adaptation, qui s'appréhende de manière normative. Puisque la posture épistémologique de réalisme critique implique de mettre en lumière les choix normatifs effectués pendant ma thèse, le chapitre 3 offrira davantage d'explication sur l'opérationnalisation de la capacité d'adaptation. Dans la même veine, la question de recherche met au centre la notion de communauté dépendante de la forêt. Or, la dépendance est en soi un concept qui mérite d'être approfondi car des choix normatifs sont effectués pour identifier les communautés dites dépendantes de la forêt au chapitre 4. Le chapitre 2 s'attarde donc à clarifier la notion de dépendance envers la forêt.

CHAPITRE 2

Les relations communauté-forêt dans un contexte de changements climatiques

La genèse de l'article qui est présenté dans ce chapitre est étroitement liée aux présentations qui ont suivi la finalisation de mon projet de thèse. Au cours des colloques où je le présentais, j'expliquais le cadre conceptuel envisagé, l'approche opérationnelle choisie pour aborder l'adaptation aux changements climatiques et surtout, je décrivais mon objet d'étude, c'est-à-dire les communautés canadiennes dépendantes de la forêt. Presque inévitablement, une question survenait, à savoir : quelle est la définition d'une communauté dépendante de la forêt (CDF)? Cette question visait surtout à soulever la limite de considérer les CDF comme étant celles qui sont économiquement dépendantes de la forêt et ce, pour des raisons pratiques. Puisque je savais que j'allais utiliser les données de recensement de Statistiques Canada pour identifier les communautés dites « dépendantes » de la forêt, les indicateurs économiques tels que l'emploi dans le secteur forestier étaient ceux qui allaient de soi pour aborder la dépendance envers la forêt. Je ne voyais pas d'autres indicateurs, disponibles à l'échelle nationale, qui m'auraient permis d'identifier des CDF. Toutefois, les réflexions suscitées lors des présentations de mon projet de thèse m'ont mené à constater que d'identifier les communautés dépendantes de la forêt uniquement à l'aide d'indicateurs économiques associés à l'industrie forestière constituait une limite importante de la thèse.

L'idée a donc fait son chemin d'accorder une place plus importante aux relations communauté-forêt dans la thèse et de tenter, éventuellement, d'aborder de plein front le défi méthodologique lié à la révision des variables et indicateurs associés à la dépendance envers la forêt. J'ai donc obtenu une bourse pour stage en milieu de pratique du Fonds de recherche du Québec Société et Culture (FRQSC) qui m'a permis de collaborer avec le Centre de foresterie des Laurentides du Service canadien des forêts (Ressources naturelles Canada). Ce stage, sous la supervision de Solange Nadeau, a été fondamental dans le développement des indicateurs qui ont été utilisés afin de concevoir la dépendance envers la forêt. Ces indicateurs seront expliqués dans le chapitre 4. En lien avec la question de recherche, cet article éclaire donc les avenues de croisements conceptuels entre les multiples valeurs associées à la dépendance envers la forêt dans le développement des indicateurs qui seront choisis pour identifier les CDF.

L'article, intitulé *Les changements climatiques et les critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts : plaidoyer pour une vision élargie des relations communauté-forêt au Canada*, a été publié à la revue

Vertigo en mars 2024. Les auteurs de cet article sont Annie Montpetit, Solange Nadeau, Guy Chiasson et Frédéric Doyon. Voici la contribution des auteurs qui ont participé à cet article:

- Annie Montpetit : Conception de l'article (idées originales, formulation de la question de recherche), méthodologie (revue de littérature), rédaction du manuscrit, intégration des commentaires après la première révision
- Solange Nadeau : Supervision du stage ayant mené à la rédaction de l'article, commentaires du manuscrit, bonification de la revue de littérature, commentaires lors de la deuxième version de l'article
- Frédéric Doyon et Guy Chiasson: Supervision de l'article, revue critique des versions initiales et révisées de l'article, appui à l'acquisition de ressources financières ayant mené à la réalisation de cet article

Résumé : La dépendance des communautés envers la forêt dans un contexte canadien est un objet d'études depuis plusieurs décennies. Cependant, à la fin des années 1990 et au début 2000, les communautés canadiennes dites « dépendantes » de la forêt ont fait l'objet de plusieurs études dans le contexte de la mise en œuvre du développement durable et des critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts. Malgré une reconnaissance que les relations communauté-forêt soient multi dimensionnelles, les critères et indicateurs déployés, au Canada, pour mesurer l'atteinte des objectifs de durabilité des collectivités tributaires de la forêt ont surtout été liés à l'économie de l'industrie forestière. Cette emphase économique restreinte est particulièrement problématique dans un contexte de changements climatiques puisque ces derniers affectent les communautés sur un ensemble élargi de valeurs. Cet article met en exergue la nécessité de réviser les critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts sous l'angle de l'adaptation aux changements climatiques. La démarche est nourrie par un double objectif : assurer un meilleur suivi des collectivités et identifier les synergies entre l'aménagement forestier durable et l'adaptation aux changements climatiques.

Mots clés : Communautés, forêt, dépendance, changements climatiques, critères et indicateurs

2.1 Introduction

L'étude des communautés dépendantes de la forêt (CDF) s'inscrit dans les traditions disciplinaires des sciences sociales ayant tenté d'apporter un éclairage sur les relations entre la forêt et les communautés humaines. Newton et al. (2016) se sont spécifiquement penchés sur les différentes définitions associées à la dépendance envers la forêt. Ils expliquent que cette notion est largement utilisée pour décrire les bénéfices que les populations humaines retirent de la forêt et que, dans la littérature académique, on fait généralement référence aux communautés (ou groupes) dépendantes de la forêt comme population-cible dans le cadre d'une étude. Au Canada, les travaux portant sur les CDF ont souvent pris une tangente économique, en associant la dépendance au secteur industriel forestier comme c'était le cas avec le rapport portant sur les communautés mono-industrielles publié par le ministère de l'Expansion économique régionale (Government of Canada, 1977). La notion de dépendance a ainsi été mobilisée pour décrire et expliquer les trajectoires de développement de villes et de communautés, souvent éloignées des grands centres urbains, dont le développement est dépendant de la rentabilité des activités extractives comme la récolte et la première transformation du bois (Chiasson et Montpetit, 2020).

Au tournant des années 1990, l'attention accordée au principe de développement durable génère un nouvel intérêt pour les CDF. Cela engendra une collaboration entre le milieu universitaire et le Service canadien des forêts de Ressources naturelles Canada avec l'objectif d'instituer un suivi des efforts de mise en œuvre du développement durable dans la gestion des forêts (Beckley et al., 2002). Plusieurs recherches visaient alors à faire avancer les connaissances portant sur les critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts, qui vise « le maintien et l'amélioration de la santé à long terme des écosystèmes forestiers dans l'intérêt du vivant tout en permettant d'offrir aux générations d'aujourd'hui des bénéfices environnementaux, sociaux et culturels » (CCMF, 2010). Les critères et indicateurs qui ont été développés servent à mesurer les progrès vers l'atteinte des objectifs de durabilité. Plus spécifiquement, les travaux portant sur les CDF menés au cours de cette période visaient à servir de point d'ancrage pour l'élaboration des politiques fédérales et provinciales en matière d'aménagement durable des forêts. Ces travaux soulignaient la nécessité d'analyser la dépendance envers la forêt dans un cadre dépassant la dépendance envers l'industrie de récolte et de transformation du bois afin de considérer la richesse et la complexité des relations entre l'écosystème forestier et les communautés. En somme, ils mettaient en lumière l'importance de reconnaître que la dépendance envers la forêt prend plusieurs visages (Beckley, 1998) et que les indicateurs doivent être adaptés à différents contextes sociaux, économiques et écologiques (Beckley et al., 2002; Parkins et al., 2001). En abordant les transformations sociales sous-jacentes aux

fermetures de moulins à scie, Parkins et Beckley (2001, p.44) soulignent que plusieurs communautés canadiennes ne sont plus dépendantes de l'industrie forestière, mais demeurent tout de même dépendantes du paysage forestier et des bénéfices qu'il procure : « *si l'on considère que les communautés dépendantes de la forêt englobent les communautés dépendantes du secteur forestier ainsi que les autres communautés rurales qui dépendent des écosystèmes forestiers, le nombre de communautés dépendantes de la forêt augmente de façon spectaculaire, passant de centaines à peut-être des milliers* »³. Malgré cette volonté de reconnaître les multiples facettes associées à la dépendance envers la forêt, les critères et indicateurs pour identifier et caractériser les CDF afin de rapporter les progrès vers l'atteinte de l'aménagement durable des forêts sont demeurés essentiellement associés au secteur industriel forestier, ce qui correspond à une vision économique somme toute restreinte de la dépendance envers la forêt.

En plus d'offrir un panorama limité des valeurs sous-jacentes aux relations communauté-forêt, l'inadéquation de cette vision économique prépondérante dans la conceptualisation de la dépendance envers la forêt nous apparaît exacerbée par le contexte de changements climatiques. Ces derniers bouleversent les rapports que les CDF entretiennent avec la forêt. D'une part, les espèces d'arbres étant étroitement associées au climat, leur aire de distribution changera considérablement. En abordant les changements de répartition de différentes espèces d'arbre au Canada, Molnar et al. (2021, p. 324) expliquent que ces changements auront « des répercussions sur toute une série de services écosystémiques associés aux forêts, notamment la production de bois, le stockage de carbone [...], les loisirs de plein air, la disponibilité de nourriture sauvage et la régulation de la qualité de l'eau ». D'autre part, les écosystèmes forestiers feront face à des changements dans les régimes de perturbations naturelles et à de nouveaux stress, ce qui influencera leur état et les services écosystémiques qu'ils procurent à la société (Dale et al., 2001). Ces changements peuvent être alors rapides et souvent soudains; on le constate dernièrement avec les feux de forêt ou les épidémies d'insectes ravageurs, qui affectent des superficies à des taux annuels jamais vus. Les enjeux socio-économiques qu'ils soulèvent sont donc très préoccupants (Brown, 2009) pour les communautés qui entretiennent une relation étroite, qu'elle soit économique, sociale, traditionnelle ou culturelle envers la forêt. Au-delà des considérations liées à l'élaboration des stratégies d'adaptation à ces menaces, les changements climatiques invitent donc à

³ Traduction libre des auteurs

réfléchir à l'imbrication entre, d'une part, les enjeux d'adaptation des communautés, et d'autre part, l'aménagement durable des forêts.

Conséquemment, nous posons la question suivante : dans un contexte de changements climatiques, doit-on revisiter la manière de concevoir les relations communauté-forêt telle qu'exposée sous la loupe des actuels critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts ? En trame de fond, cet article postule qu'une vision des relations communauté-forêt axée majoritairement sur la dépendance économique traditionnelle offre une perspective limitée des enjeux que les changements climatiques causeront pour les CDF. Pour étayer ce postulat, nous détaillerons les différentes représentations des relations communauté-forêt intrinsèques aux critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts au Canada. Les tensions conceptuelles liées à une vision strictement économique de la dépendance envers la forêt seront expliquées et nous jetterons un regard sur les approches conceptuelles qui entendent la relation communauté-forêt sous un angle élargi, multidimensionnel. Les approches qui mettent de l'avant des valeurs sociales, économiques, sociales, traditionnelles et culturelles seront ainsi mises en relief. Finalement, nous démontrons pourquoi les changements climatiques invitent à actualiser les critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts qui portent sur les CDF. Essentiellement, la façon dont la relation communauté-forêt s'articule influence grandement les outils de mesure et de suivi des communautés qui servent à élaborer des politiques publiques liées à l'aménagement durable des forêts et à l'adaptation aux changements climatiques. Dès lors, réfléchir le lien communauté-forêt au-delà d'une articulation se limitant à la dépendance économique envers un secteur industriel s'avère essentiel.

2.2 La représentation de la dépendance envers la forêt dans les critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts

Le Conseil canadien des ministres des forêts (CCMF), un forum de collaboration et d'échange d'information créé en 1985, entre les responsables des forêts des provinces et territoires et le gouvernement fédéral, a mené à la création d'initiatives visant à accroître la vitalité et la diversification du secteur forestier canadien (Parkins et al., 2016). Le Service canadien des forêts (Ressources naturelles Canada) a contribué aux activités de ce forum en offrant une expertise scientifique sur des enjeux liés au secteur forestier canadien. Parallèlement à cet exercice, un chantier de travail majeur, commun au CCMF et au Service canadien des forêts, visait à offrir un cadre opérationnel pour la mise en œuvre de l'aménagement durable des forêts. En effet, lors de la Conférence des Nations unies sur l'environnement et le développement (Sommet de la Terre) de Rio de Janeiro en 1992, les gouvernements se sont politiquement engagés à

mettre en œuvre le développement durable, tel que défini dans le Rapport Brundtland (1987), au sein de leurs États respectifs (Audet, 2017). Au cours des années qui ont suivi, le Canada a ainsi participé à ce que Pestré (2011) qualifie d'« institutionnalisation du développement durable » dans ses programmes et politiques (Figure 2-1). Lors d'une rencontre qui a eu lieu à Montréal en 1993, le Canada et 11 autres pays, connus sous l'appellation de « Processus de Montréal », ont donc convenu de définir des critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts et de mesurer les progrès relatifs à son atteinte.

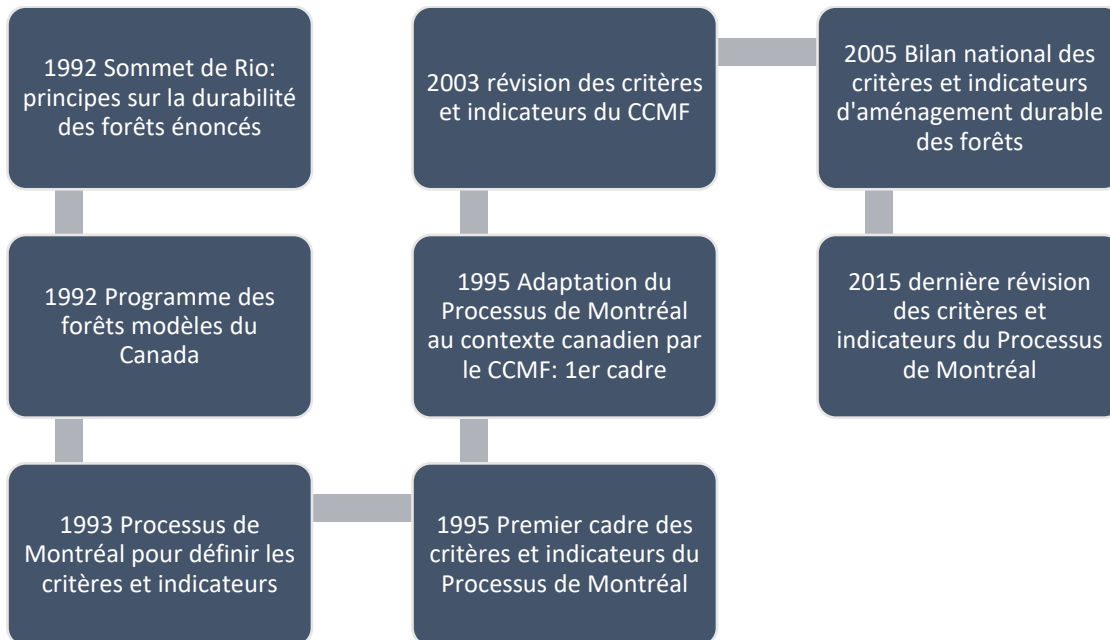


Figure 2-1. Trame temporelle des initiatives (nationale et internationale) visant la mise en œuvre de l'aménagement durable des forêts

C'est aussi dans la foulée de l'effort d'institutionnalisation du développement durable qu'est né le Plan Vert du Canada qui mènera à la mise en place, en 1992, du Programme des forêts modèles du Canada. Ce programme, géré par le Service canadien des forêts, avait pour objectif d'accélérer la mise en œuvre du développement durable en foresterie en mettant en relief des cas concrets d'application opérationnelle du cadre proposé. Les onze forêts modèles qui ont été à l'origine créées par le biais de ce programme ont donc servi de sites pilotes au Service canadien des forêts pour approfondir la réflexion sur l'élaboration des critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts à l'échelle locale (Ressources naturelles Canada, 2011). Ce fût particulièrement le cas pour les indicateurs permettant de capturer la dimension sociale du développement durable (Beckley et al., 2002; Beckley et Burkosky, 1999b; Den Otter et Beckley, 2002; Parkins et Beckley, 2001; Parkins et al., 2001). C'est suite à ces travaux que les chercheurs ont pu

identifier les limites conceptuelles du lien communauté-forêt lorsque mesuré sous un angle exclusivement économique (Parkins et al., 2001; Stedman et al., 2011) tout en reconnaissant les difficultés à développer d'autres types d'indicateurs et à les opérationnaliser en cohérence avec l'approche des critères et indicateurs alors promue.

Quoi qu'il en soit, le Canada s'est inspiré des critères et indicateurs élaborés dans le cadre du Processus de Montréal, et en 1995, le CCMF développait sa toute première série de critères et indicateurs (

Tableau 2-1) adaptés au contexte canadien (CCMF, 2008a). En ce qui concerne la durabilité des communautés forestières (sous-indicateur 6.3), l'absence d'indicateurs permettant de considérer diverses utilisations des forêts est relevée dès 1997. En effet, dans son rapport technique, le CCMF (1997, p. 110) mentionne que pour recenser les CDF, « l'idéal serait de se doter d'un moyen de mesurer toutes les diverses utilisations des forêts par l'homme, y compris les avantages psychologiques et culturels, les avantages économiques liés ou non à la matière ligneuse ainsi que les activités de subsistance ». Or, pour le sous-indicateur (6.3) portant sur la durabilité des communautés forestières de la version des critères et indicateurs de 1995 (Tableau 2-2), le rapport du CCMF de 1997 stipule qu'il n'y avait pas de données disponibles à l'échelle nationale qui permettaient de mesurer les progrès de ce sous-indicateur. Les premiers critères et indicateurs supposés mesurer la durabilité des collectivités étaient ainsi centrés sur la dépendance des communautés à l'égard des ressources ligneuses avec l'indicateur 6.3.1 sur le nombre de communautés économiquement dépendantes du secteur forestier et l'indicateur 6.3.2 sur la diversification économique. Ce cadre a fait l'objet d'une révision en profondeur en 2003 (CCMF, 2005). Le cadre révisé du CCMF (

Tableau 2-1), qui comprend 6 critères et 46 indicateurs, reconnaîtra la nécessité de recadrer les indicateurs décrivant la relation entre les communautés et les forêts pour aller au-delà des avantages que procurent les activités de l'industrie forestière, et prendre en considération la capacité des communautés à s'adapter aux changements sociaux, politiques ou environnementaux. Quatre nouveaux sous-indicateurs seront adoptés pour l'indicateur 6.3 (Tableau 2-2) afin de donner un aperçu du bien-être et de la résilience des communautés (CCMF, 2005). L'indice de diversité, le niveau de scolarité, le faible revenu et le taux d'emploi sont mesurés dans les « collectivités rurales tributaires des forêts », ce qui inclut aussi les « collectivités autochtones entourées de forêts qui assurent leur bien-être économique et social » (CCMF, 2005, p.18).

Tableau 2-1. Les six critères d'aménagement durable des forêts du CCMF (1995) et de sa version modifiée (2003)

Critère	CCMF 1995	CCMF 2003
1	Conservation de la diversité biologique	Diversité biologique
2	Maintien et amélioration de l'état et de la productivité des écosystèmes forestiers	État et productivité des écosystèmes
3	Conservation du sol et de l'eau	Sol et eau
4	Cycles écologiques planétaires	Contribution aux cycles écologiques planétaires
5	Avantages multiples	Avantages économiques et sociaux
6	Responsabilités de la société	Responsabilité de la société

Tableau 2-2. Premier cadre des critères et indicateurs du Conseil canadien des ministres des forêts (1995) et la version modifiée de 2003 pour les critères sociaux-économiques 5 et 6

Critères et indicateurs CCMF 1995	Critères et indicateurs CCMF 2003
Critère 5. Avantages multiples	Critère 5. Avantages économiques et sociaux
5.1 Capacité de production	5.1 Avantages économiques
5.2 Compétitivité	5.2 Répartition des avantages
5.3 Contribution à l'économie nationale	5.3 Durabilité des avantages
5.4 Valeurs non ligneuses	
Critère 6. Responsabilité de la société	Critère 6. Responsabilité de la société
6.1 Droits ancestraux et issus de traités	6.1 Droits ancestraux et droits issus de traités
6.2 Participation des collectivités autochtones à la gestion durable des forêts	6.2 Connaissances traditionnelles des autochtones en matière d'utilisation des terres et d'écologie forestière
6.3 Durabilité des communautés forestières	6.3 Bien-être et résilience des collectivités forestières
6.3.1 Nombre de communautés dont l'économie s'appuie largement sur les forêts	6.3.1 Indice de diversité économique des collectivités vivant en milieu forestier
6.3.2 Indice de la diversité de l'industrie locale	6.3.2 Niveau de scolarité dans les collectivités vivant en milieu forestier
6.3.3 La diversité de l'utilisation des forêts à l'échelle de la collectivité	6.3.3 Taux d'emploi dans les collectivités vivant en milieu forestier
6.3.4 Nombre de communautés ayant des responsabilités de gérance ou de cogestion	6.3.4 Incidence du faible revenu dans les collectivités vivant en milieu forestier
6.4 Prise de décision impartiales et efficaces	6.4 Prise de décisions équitables et efficaces
	6.5 Prise de décisions éclairées

L'adoption d'une perspective socio-économique dans l'étude des relations communauté-forêt, qui se caractérise par la volonté de s'attarder à la qualité de vie et au bien-être des communautés, a certes permis de faire avancer la recherche sur les critères et indicateurs. Effectivement, les travaux menés par le SCF et des équipes de scientifiques ont mobilisé ce que Beckley et al. (2002) qualifient d'indicateurs de profil, qui permettent de faire ressortir les attributs d'une communauté, à une échelle spatio-temporelle précise. Il s'agit donc de centrer le choix des indicateurs sur les communautés et leurs citoyens plutôt que sur des caractéristiques de l'industrie forestière. Pour des raisons méthodologiques (disponibilité des données à l'échelle du pays), ce sont des indicateurs sociaux et économiques qui ont été développés afin de mesurer la dépendance des communautés envers la forêt. Les résultats de ces études ont ainsi permis d'obtenir un portrait des communautés et de leur bien-être tout en permettant la comparaison avec d'autres secteurs liés à l'extraction des ressources naturelles (Stedman et al., 2004). Ces travaux ont aussi mis à mal le postulat de la relation positive entre la prospérité économique du secteur forestier et le bien-être des communautés (Chiasson et Montpetit, 2020). Stedman et al. (2011) ont d'ailleurs observé un déclin de certaines communautés et surtout, une variation à travers le temps de leur bien-être, caractérisé entre autres par des indicateurs comme le taux de chômage et le revenu médian des ménages. Des variations inter-régionales parmi les communautés situées en région boréale ainsi que des changements au fil du temps ont également été identifiés à travers le pays (Patriquin et al., 2007).

Les rapports gouvernementaux qui documentent les progrès vers l'atteinte des objectifs de durabilité se sont toutefois éloignés, au cours des dernières années, du cadre de critères et indicateurs du CCFM révisé et mobilisent des indicateurs ancrés dans la vision traditionnelle de dépendance envers l'industrie forestière. À titre d'exemple, le rapport annuel *L'état des forêts au Canada* de 2019 (Ressources naturelles Canada, 2020a) stipule dans sa présentation des indicateurs de durabilité que les indicateurs utilisés pour effectuer les suivis des forêts canadiennes sont basés sur la science. Ce rapport reconnaît certes que la population canadienne, dont environ le tiers habite près d'une zone boisée ou d'une forêt, attache une « très grande importance » à la forêt et que celle-ci revêt « une importance culturelle, esthétique et spirituelle » (Ressources naturelles Canada, 2022, p.39). Or, pour l'indicateur portant sur les collectivités, il n'est pas question explicitement des quatre sous-indicateurs pour mesurer la résilience et le bien-être des CDF (indicateur 6.3 du cadre du CCMF 2003) qui avaient été modifiés à partir des résultats de travaux de recherche sur les CDF. D'ailleurs, le cadre du CCMF n'est pas explicitement mentionné dans l'explication des indicateurs qui ont été employés pour faire le suivi des forêts. Les collectivités qui dépendent de la forêt y sont identifiées grâce à un indice de dépendance sectorielle (secteur forestier) qui a permis de

recenser 300 collectivités canadiennes économiquement dépendantes de la forêt. De manière similaire, le rapport annuel de 2022 (Ressources naturelles Canada, 2022, p.2) explique d'une part que le Canada est membre du Processus de Montréal et que « l'ensemble des indicateurs présentés [...] s'inspire de ce cadre de critères et indicateurs [...] ». Même si le rapport décrit et explique que la dépendance envers la forêt prend des formes multiples, les indicateurs pour identifier les communautés dépendantes envers la forêt ne sont liés qu'aux dimensions économiques du secteur industriel forestier. Ces plus récents rapports s'éloignent également, du moins pour les critères portant sur les collectivités, du Processus de Montréal, qui comprenait des critères et indicateurs sur la gouvernance (Tableau 2-3), qui n'ont finalement pas été intégrés en contexte canadien. La plus récente actualisation de ce cadre (Montreal Process, 2009) précise par ailleurs la nécessité de définir ce qui est entendu par « communauté dépendante de la forêt ». Il distingue aussi les communautés « humainement » dépendantes des forêts (pour assurer la durabilité de leurs modes de vie) des communautés dépendantes de la forêt (une communauté ou subdivision de recensement dont au moins 50% des revenus d'emplois proviennent du secteur forestier). Sur le plan méthodologique, le Processus de Montréal précise qu'en plus de définir la dépendance envers la forêt, les pays signataires devraient choisir les approches pour mesurer la dépendance qui soient en adéquation avec leur expérience. C'est justement là où il semble y avoir un problème : les récents rapports annuels sur *L'état des forêts* font état d'expériences multiples en termes de relations communauté-forêt, mais les indicateurs choisis pour mesurer ces expériences sont exclusivement économiques et liés aux activités industrielles traditionnelles.

En plus de servir à rédiger les rapports annuels sur *L'état des forêts*, les critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts sont également utiles à l'élaboration des bilans nationaux des diverses Stratégies nationales sur les forêts (Tableau 2-4) et sont également utilisés aux échelles provinciale, territoriale et locale (CCMF, 2008a). Il convient de souligner, par ailleurs, que les critères et indicateurs servent d'outil de reddition de compte à l'échelle nationale mais également internationale, pour mesurer les progrès envers les engagements du Canada à l'atteinte des Objectifs de développement durable (ODD) des Nations unies (CCMF, 2019). Ils servent ainsi à évaluer l'efficacité de la réglementation existante et à orienter les politiques futures en matière d'aménagement des forêts et de bien-être des communautés.

Tableau 2-3. Critères et indicateurs 6 et 7 du Processus de Montréal

Critère	Indicateur
6. Maintien et amélioration de multiples avantages socioéconomiques à long terme afin de répondre aux besoins de la société	6.1 Production et consommation 6.2 Investissement dans le secteur forestier 6.3 Emplois et besoins de la communauté 6.4 Récrétourisme
7. Cadres juridiques, institutionnels et économiques pour la conservation et la gestion durable des forêts	7.1.a Lois et politiques appuyant la gestion durable des forêts 7.1.b Politique et programme de coordination intersectoriels 7.2.a Taxation et autres stratégies économiques qui affectent la gestion durable des forêts 7.3.a Clarté et sécurité des modes de tenure des terres et des ressources ainsi que des droits de propriétés 7.3.b Mise en œuvre des lois liées aux forêts 7.4.a Programmes, services et autres ressources pour appuyer la gestion durable des forêts 7.4.b Développement et application de la recherche et des technologies pour la gestion durable des forêts 7.5.a Partenariats pour appuyer la gestion durable des forêts 7.5.b Participation publique et résolution de conflits dans la prise de décisions liées aux forêts 7.5.c. Suivi, évaluation et rapport des progrès en gestion durable des forêts

Tableau 2-4. Utilisation des critères et indicateurs d'aménagement forestier durable au Canada

Échelle	Modalités d'utilisation du cadre national de critères et indicateurs du CCMF
Nationale	Stratégies nationales sur la forêt Reddition de comptes sur l'état des forêts Collecte et gestion de données Liens avec d'autres initiatives fédérales de reddition de comptes fondées sur les indicateurs Recherche Appui au commerce international
Provinciale et territoriale	Politiques forestières et réglementation Rapport sur l'état des forêts
Locale	Planification de la gestion forestières Certification et vérification des entreprises forestières Collecte et gestion de données Reddition de comptes

Le concept de développement durable et son institutionnalisation ont donc contribué à l'amorce d'une réflexion sur la nécessité de regarder au-delà de la dépendance économique envers l'industrie forestière pour développer des connaissances sur les relations communauté-forêt. Cependant, malgré une révision du cadre des critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts, les outils qui influencent les politiques publiques sont davantage cohérents avec une vision économique traditionnelle de la dépendance envers la forêt.

2.3 La dépendance envers la forêt sous la loupe

2.3.1 Origines conceptuelles de la vision économique des relations communauté-forêt

Deux approches ont principalement contribué à l'emphase économique de la dépendance des communautés envers la forêt dans un contexte canadien. Premièrement, les travaux inspirés du modèle d'économie politique d'Harold A. Innis (1894-1951), qui a lié la dépendance à la production de ressources naturelles peu ou pas transformées, exportées à l'étranger (identifié sous le terme *staples* en anglais, communément appelé ressources premières dans cet article), ont contribué à l'éclairage théorique des phases de développement, de transition, d'expansion et de déclin des économies exportatrices de *staples* (Howlett et Brownsey, 2007) comme le Canada. Étroitement liée à l'exploration et à la colonisation du pays, la foresterie a ainsi contribué à la croissance de plusieurs régions au Canada (Hutton, 2007). En fait, cette croissance économique basée sur l'exploitation de ressources primaires comme la forêt aurait freiné la diversification économique des collectivités et régions où se déroulaient les activités d'extraction, créant un « piège des ressources » (ou *staples trap* en anglais) (Barnes, 1996). Marchak (1983) décrivait d'ailleurs les conditions d'exploitation de l'industrie forestière en Colombie-Britannique et au Canada en mentionnant que l'exploitation des ressources primaires comme la forêt ne menait pas aux développements industriels anticipés, ce qui maintenait les communautés dépendantes en périphérie des progrès économiques. Elle fait également référence au pouvoir d'action des communautés face à leur devenir et à l'interdépendance de celles-ci face à des décisions prises par des acteurs externes. Plusieurs régions se sont donc retrouvées dans une relation de dépendance envers l'extraction des ressources forestières, ce qui peut expliquer la vision économique qui prédomine dans les critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts qui portent sur les collectivités. Selon cette logique, la durabilité des communautés serait étroitement associée au maintien des bénéfices économiques qu'apporte l'industrie forestière pour les communautés.

Deuxièmement, la sociologie rurale a eu une portée considérable sur les travaux entourant les CDF. Initialement, ces travaux reposaient sur la prémisse selon laquelle une production forestière soutenue entraînerait une vitalité économique (maintien d'emplois dans le secteur forestier) et, par ricochet, générerait un bien-être collectif. Ce paradigme du rendement soutenu, codifié dans le *Sustainable-Yield Management Act* de 1944 aux États-Unis, a fortement influencé les travaux de Kaufman et Kaufman (1946), des précurseurs dans l'étude des communautés forestières. Ces derniers lui ont plutôt opposé le principe selon lequel la durabilité du secteur forestier passait avant tout par le bien-être des communautés (Beckley et al., 2002). Les travaux portant sur les villes champignons (*boomtowns*) aux États-Unis (Freudenburg, 1981, 1984, 1992) et au Canada (Himelfarb, 1982; Lucas et Tepperman, 1971; Teitelbaum et al., 2003) ont également remis en cause le paradigme du rendement soutenu comme base de la stabilité des communautés.

Ces deux approches issues de champs disciplinaires complémentaires ont grandement influencé les travaux plus contemporains sur l'étude des CDF, et ont constitué les prémices des réflexions qui ont mené au développement des critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts en contexte canadien. L'institutionnalisation du développement durable dans les politiques forestières s'est effectuée en parallèle aux travaux menés par le Service canadien des forêts sur les collectivités forestières. Ce dernier avait été mandaté pour se pencher sur le phénomène des localités dont l'économie dépendait du secteur forestier. Un des objectifs des travaux de Nicole Pharand (1988, p.1), était donc « d'identifier les collectivités canadiennes dont l'économie repose sur le secteur forestier ». La dépendance envers la forêt a ainsi été opérationnalisée en s'inspirant des méthodes d'analyses développées dans les années 1970 (Government of Canada, 1977, 1979) et en utilisant des données socio-économiques tirées du recensement de Statistique Canada de 1981 à l'échelle des subdivisions de recensement (SDR). Plus précisément, le pourcentage de la population active occupant un emploi dans le secteur forestier (récolte du bois, transformation, papier, services forestiers et activités connexes) a servi d'indicateur de dépendance. Cette étude posait ainsi des constats relatifs à l'éducation, l'emploi, le chômage et le logement des CDF. Pour le gouvernement fédéral, ce type de rapport servait à envisager « l'essor ou le déclin de ces collectivités ainsi que leurs besoins en matière de services (écoles, hôpitaux, maisons de retraite, etc.) » (Pharand, 1988, p. 18). Les résultats de cette étude, de même que celles qui ont suivi (Williamson et al., 1999), devaient servir à développer des politiques publiques visant à améliorer le bien-être et la vitalité du secteur forestier canadien. Il est également possible de constater l'influence de ces

travaux dans les critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts du CCMF avec le critère 6 (CCMF, 2005; CCMF, 1997).

2.3.2 Tensions entourant l'utilisation d'indicateurs économiques pour mesurer la dépendance

Le modèle de développement du Canada axé sur l'exploitation des ressources premières a été remis en question dans les années 1990 et l'hypothèse selon laquelle les économies régionales canadiennes seraient passées à un autre stade, soit celui de *post-staples* a été mis de l'avant (Hutton, 1994; Hutton, 2007). Dans le cas du secteur forestier, il s'agissait d'interroger la place de la forêt pour la croissance économique du pays. Cette phase *post-staples* ne serait pas synonyme d'une disparition du rôle joué par l'industrie forestière dans l'économie du pays, mais bien de « l'émergence d'une économie plus complexe et nuancée, où de nouvelles tendances économiques [...] se combinent avec (et pénètrent) les logiques de secteurs traditionnellement associés aux ressources premières » (Fournis et al., 2013, p.22). Les pressions (crises, emploi, environnementalisme, urbanisation, mondialisation), qui ont secoué le secteur forestier et les communautés qui en dépendent depuis les années 1980, entraîneraient le passage d'un modèle de développement d'une « industrie extractive » vers une « industrie attractive » (Fournis et al., 2013, p.25). C'est donc dire que la forêt procure encore des avantages économiques aux communautés, mais que ces avantages se diversifient. La filière de la bioéconomie, comprise comme « la prise en compte des systèmes vivants [...] dans les filières industrielles manipulant des matières d'origine vivante » (Callois, 2016), constitue une innovation territoriale qui mobilise les technologies et qui, par ricochet, participe à la transformation du secteur forestier. Les projets de bioéconomie comprennent, par exemple, les bioplastiques, les bioraffineries, et les nanocristaux de cellulose (CCMF, 2022). Ainsi, de nouvelles occasions de valoriser les ressources forestières locales prennent forme au Canada. Des initiatives en foresterie communautaire, à l'instar de celle documentée par le programme québécois la *Forêt habitée* (Gélinas et Bouthillier, 2005) et des forêts de proximité (Bissonnette et al., 2020) démontrent que le récréotourisme occupe une place importante dans plusieurs régions du pays et favorise l'aménagement intégrée des ressources du milieu forestier. Plus récemment, d'autres services écosystémiques jugés auparavant intangibles, sont maintenant « monnayés », tels l'utilisation de la biomasse forestière pour réduire les émissions de gaz à effet de serre (Gagné, 2013). Cette reconnaissance de la valeur de ces services écosystémiques présente de nouvelles opportunités économiques pour les collectivités, notamment les communautés autochtones (Mansuy et Buss, 2022). Malgré cela, ces opportunités sont difficilement prises en compte dans les critères et indicateurs qui portent sur les collectivités dites dépendantes de la forêt et le décalage s'agrandit entre les dimensions sociales caractérisées par

l'aménagement durable des forêts et la nouvelle réalité. Une première tension vient donc du fait que, d'un point de vue économique, les critères et indicateurs censés mesurer la dépendance ne capturent pas cette diversification économique et les transformations qui s'opèrent au sein du secteur forestier.

Une autre tension provient de la notion même de dépendance, qui peut également être abordée sous un angle de gouvernance. À cet effet, Leclerc et al. (2015, p.203) précisent que « le phénomène de la dépendance peut aussi prendre un sens plus politique s'il est compris comme l'expression du faible contrôle des acteurs du territoire sur les activités économiques ». Les travaux en développement régional (Chiasson et Leclerc, 2013) ont d'ailleurs relevé les différentes modalités de pouvoir des acteurs locaux dans la gouvernance des forêts. Ces travaux qui interrogent l'influence des collectivités dans la prise de décision appuient la pertinence du critère 7 du cadre des critères et indicateur du Processus de Montréal, qui est timidement abordé avec les indicateurs 6.4 et 6.5 du cadre du CCMF révisé de 1995 (prises de décision éclairées, équitables et efficaces). Ainsi, concevoir les relations communauté-forêt à partir d'indicateurs économiques associés au secteur forestier pose un problème important puisque les effets économiques du secteur forestier ne sont peut-être pas en adéquation avec les objectifs de développement territorial des collectivités. En effet, les travaux en foresterie communautaire (Bullock et al., 2009; Teitelbaum, 2014) ont mis en exergue les multiples usages de la forêt qui émergent des initiatives de foresterie communautaire au Canada en démontrant que, sur un territoire, les communautés peuvent bénéficier tout autant du secteur industriel de récolte et de transformation du bois que des produits forestiers non ligneux, du récréotourisme, au d'autres activités non commerciales. Les communautés peuvent aussi faire usage du territoire forestier, guidées par d'autres valeurs comme l'esthétisme, la protection de la faune et de la flore, et le respect des traditions historiques (Hubbard et al., 2000).

Ce problème de caractérisation sur la base d'indicateurs économiques est d'autant plus criant pour les communautés autochtones. D'une part, il convient de rappeler que l'exploitation de la forêt est étroitement liée à la colonisation du territoire ancestral des communautés autochtones (Saint-Arnaud et al., 2005) et que plusieurs communautés autochtones partagent des croyances, des valeurs, des pratiques ancestrales et des connaissances qui ont été façonnées par leur lien particulier avec la forêt (Wyatt, 2008). D'autre part, s'il est vrai que les communautés autochtones entretiennent, elles aussi, des liens économiques ancestraux avec la forêt, la question de la participation aux processus de planification du territoire forestier est plus importante : « [...] l'avenir économique des Premières Nations se joue aujourd'hui en grande partie autour de la question de la reconnaissance des droits sur les territoires

forestiers » (Hébert et Wyatt, 2006, p.14). Le CCMF a certes précisé des éléments relatifs à la participation des Premières Nations en lien avec la prise de décisions et l'indicateur 6.1 (droits ancestraux et droits issus de traités) de la version modifiée des critères et indicateurs d'aménagement forestier durable (CCMF, 2003). Ceux-ci visent à mesurer à quel point les processus de planification et d'aménagement des forêts tiennent compte « des obligations juridiques du Canada à l'égard des droits ancestraux et issus de traités et les respectent » (CCMF, 2005, p.128), ce qui inclut, entre autres, les obligations de consultation. Étant donné que les progrès vers l'atteinte des objectifs liés aux droits ancestraux sont difficilement mesurables (CCMF, 2005) et que les récents rapports sur l'état des forêts ne mobilisent plus l'indicateur 6.3 (bien-être et résilience des collectivités), qui comprenait un volet sur les communautés autochtones, l'emphase sur la dépendance envers le secteur forestier pour mesurer les relations communauté-forêt semble extrêmement réducteur pour les communautés autochtones.

Bien qu'entrevoir la dépendance économique envers l'industrie forestière comme élément pour décrire les relations communauté-forêt demeure encore une approche pertinente, s'en tenir à ce facteur n'est pas cohérent avec la diversité des valeurs inhérentes à la dépendance envers la forêt, de même qu'à son caractère multidimensionnel (Newton et al., 2016). Tel qu'avancé par Teitelbaum et al. (2018), la dépendance des communautés canadiennes à l'égard des ressources naturelles est un phénomène social spécifique avec ses propres caractéristiques culturelles, économiques et sociales. Les CDF n'échappent pas à cette réalité et possèdent des caractéristiques qui ont été forgées par leurs relations avec la forêt. Ainsi, le territoire, compris comme une « appropriation à la fois économique, idéologique et politique (sociale donc) de l'espace par des groupes qui se donnent une représentation particulière d'eux-mêmes, de leur histoire, de leur singularité » (Di Méo, 1998, p.107), et l'environnement naturel qui compose cet espace participent à la construction d'une relation communauté-forêt. Comme l'expliquaient déjà Bouthillier et al. (2000, p. 250) il y a plus de vingt ans :

Le lien de dépendance d'une communauté déborde donc de la sphère économique pour mieux internaliser d'autres rapports à la forêt. La dépendance peut aussi traduire la capacité d'une communauté à penser l'écosystème forestier comme partie intégrante de son espace vital. Elle oblige donc à prendre en considération, de manière explicite, la contribution du milieu naturel au fonctionnement de la communauté.

Dès lors, identifier la dépendance envers la forêt à l'aide d'indicateurs associés au secteur forestier industriel exclut les communautés dont la majeure partie des revenus ne provient pas (ou très peu) du

secteur forestier industriel. Certes, les indicateurs liés à l'emploi dans le secteur industriel de la transformation du bois servent à classer les communautés en fonction de l'importance du secteur forestier. C'est une classification qui est pertinente en soi, mais qui ne représente pas la diversité des valeurs économiques associées à la dépendance envers la forêt, telles que celles associées au secteur récréotouristique ou à la bioéconomie, pas plus qu'elle ne tient compte des autres valeurs, spirituelles, culturelles ou sociales associées aux relations communauté-forêt.

2.3.3 La diversité des rapports à la forêt et approches alternatives pour capturer les relations communauté-forêt

D'autres approches conceptuelles laissent entrevoir le caractère multidimensionnel des relations communauté-forêt. La notion de sens du lieu (ou *sense of place* en anglais) (Beckley, 2003; Beckley et al., 2007; Kusel, 1996) permet de dégager les composantes sociales et naturelles qui forgent ces relations et de saisir les modalités d'attachement envers l'environnement biophysique forestier. Cet angle de recherche, qui allie la psychologie environnementale avec la géographie, considère que le territoire englobe des dimensions socio-naturelles qui sont difficilement séparables et qui ne peuvent être capturées isolément. Dans la même veine, les études de cas conduites par Beckley et al. (2007) à Terre-Neuve et en Alberta ont démontré la diversité des valeurs partagées par les personnes qui habitent à proximité d'une forêt. Cette étude a également souligné que les dimensions naturelles telles que l'environnement biophysique (lac, forêt, rivière, paysage), tout comme les interactions sociales (familles, amitiés, infrastructures, institutions) sont d'égale importance pour les sentiments de bien-être et de qualité de vie liés à l'attachement. À l'instar de Beckley (1998) et Nadeau et al. (1999) qui avancent que la relation de dépendance entre les communautés et la forêt ne se limite pas à une dimension de nature économique, les études sur le sens du lieu ont permis de mettre de l'avant qu'une multitude de valeurs, imbriquées dans un territoire, pouvaient caractériser la relation communauté-forêt.

Dans cette optique, la proximité devient un élément important pour conceptualiser la relation communauté-forêt. En effet, Kusel (2001, p. 370) avance que les CDF sont celles qui sont « immédiatement adjacentes à des terres forestières ou présentant une forte dépendance économique à l'égard des industries forestières, y compris le tourisme ainsi que les produits forestiers ligneux et non ligneux »⁴. De manière similaire, Gilbert (2013, p.120), fait un lien entre la proximité et l'attachement au territoire en

⁴ Traduction libre des auteurs.

accordant une importance aux relations sociales qui se tissent sur celui-ci : « La communauté dépendante se conçoit alors comme un groupe de personnes qui partagent un genre de vie et qui en tirent une identité. Les populations des localités dépendantes de la forêt seraient ainsi unies par un même rapport au territoire et par des intérêts communs à l'égard de celui-ci ». L'identité dont il est question dans cette définition est donc plutôt collective qu'individuelle et elle est liée à un espace, à un territoire, et au sentiment d'attachement qu'il peut susciter (Guermond, 2006). Ces constats soulignent que la proximité englobe un large éventail de valeurs, forgées par des rapports au territoire diversifiés et que les notions d'attachement et de bien-être sont liés à cette proximité. Ils mettent aussi en exergue que des composantes naturelles des écosystèmes font partie de la communauté, ou inversement, que la communauté fait elle-même partie de l'écosystème forestier. La forêt devient ainsi une composante essentielle de ce qu'est la communauté, de son attachement au territoire, de ses valeurs et de la signification que les populations humaines lui accordent.

Par ailleurs, la notion même de communauté englobe des significations multiples qui peuvent être mobilisées dans différents contextes de recherche. Plusieurs composantes, qu'elles soient géographiques, structurelles, interactionnelles ou relationnelles, participent à définir les communautés (Kaufman, 1959; Paveggio et al., 2017). Même si plusieurs communautés peuvent émerger dans un même espace géographique sous la base de facteurs comme la culture (Fischer et al., 2013), la notion de communauté comprise dans la recherche sur les CDF fait généralement référence aux regroupements d'individus qui partagent un attachement au territoire (Stedman, 1999). Dans la même veine, marquées par des rapports centre-périphérie qui ont influencé leurs trajectoires de développement, les CDF étaient généralement comprises, jusqu'à la fin des années 1980, comme celles situées en régions rurales éloignées, dont le développement, basé sur la récolte et la transformation de la forêt, était influencé par les centres urbains (Fournis et al., 2013). Même si cette dichotomie centre-périphérie tend à disparaître (Chiasson et al., 2006), ce bref regard sur la notion de communauté soulève d'autres questions qui invitent à mieux comprendre les dimensions spatiales inhérentes aux relations communauté-forêt. Est-ce que les CDF sont uniquement celles situées en régions rurales ? Est-ce que les communautés qui habitent à proximité de forêts urbaines sont également des CDF ? Qu'en est-il des communautés périurbaines ? Krannich (2011) s'est ainsi intéressé aux attributs des régions rurales qui procurent de l'agrément et qui sont considérés comme des avantages pour un territoire (identifié sous l'appellation *amenities* en anglais et sous le terme régions d'agrément dans cet article), et plus particulièrement, aux régions qui suscitent un regain d'intérêt malgré le déclin des industries extractives des ressources naturelles. Pour leur part, Morzillo et al. (2015) ont abordé les

dynamiques de changement, des régions forestières périurbaines (appelées en anglais *communities in the middle*). À l'instar de ce que ces auteurs ont fait avec les régions forestières périurbaines, une autre avenue pour développer des critères et indicateurs qui capturent la dépendance envers la forêt pourrait donc tenir compte de la proximité des communautés à la forêt (exemple : pourcentage de couvert forestier sur le territoire et densité de population), ce qui permettrait d'inclure un ensemble élargi de valeurs associées au territoire.

2.4 Une révision des critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts impulsée par les changements climatiques

Considérer les changements climatiques dans l'étude des relations communauté-forêt s'avère presque inévitable. Nous avons expliqué que l'institutionnalisation du développement durable avait grandement influencé l'orientation des travaux portant sur les CDF. Or, l'aménagement durable des forêts et l'adaptation aux changements climatiques sont intrinsèquement liés. Dès 2008, le rapport *Une vision pour les forêts du futur au Canada* du CCMF identifiait les changements climatiques comme une menace à l'atteinte des objectifs d'aménagement durable des forêts. Pour sa part, le cinquième rapport du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC, 2014, p.1109) expliquait, dans son chapitre 20, comment les changements climatiques constituent une menace au développement durable. Les auteurs du rapport soulignent que les modèles de développement de certains pays et les émissions de carbone qu'ils engendrent entrent en conflit avec l'atteinte d'autres objectifs comme la réduction de la pauvreté, l'amélioration de la santé humaine et le maintien du bien-être et des modes de vie.

L'imbrication des considérations liées à l'aménagement durable des forêts et à l'adaptation aux changements climatiques revêt une importance sur le plan politique. En raison du lien étroit qui existe entre l'adaptation aux changements climatiques et le développement durable, le gouvernement fédéral canadien tente de développer des outils et stratégies afin d'adapter le secteur forestier canadien et les communautés qui en dépendent aux impacts actuels et futurs associés aux changements climatiques. En dépit du fait que le pouvoir décisionnel en matière de gestion des forêts soit attribué aux gouvernements provinciaux et territoriaux, le gouvernement fédéral participe néanmoins à la diffusion de la recherche sur les changements climatiques aux instances décisionnelles (Halofsky et al., 2018). Concrètement, une série de rapports de recherche rédigés par le Groupe de travail sur les changements climatiques du CCMF à propos de l'état de préparation du secteur forestier canadien (Edwards et Hirsch, 2012), sur les scénarios de vulnérabilité (Price et Isaac, 2015) et sur l'adaptation des processus décisionnels (Williamson et Isaac,

2013a), ont mis de l'avant que l'adaptation aux changements climatiques est un champ qui complexifie l'élaboration de politiques et programmes, de par la nature multidimensionnelle et intégrée des enjeux. Dans sa vision, le CCMF (2008b, p. 11), notait que: « il est clair que la prise en compte des changements climatiques et de la variabilité future du climat est requise dans tous les aspects de l'aménagement durable des forêts ». Ce rapport met également de l'avant, la nécessité, pour les collectivités tributaires de la forêt, de s'adapter aux effets des changements climatiques.

Les communautés qui entretiennent un lien étroit avec la forêt subissent des changements socioécologiques complexes qui mettent en péril les multiples valeurs (pas seulement économiques) associées à la forêt, outre les valeurs économiques traditionnelles. En effet, face au paysage forestier sensible à la hausse des perturbations (sécheresse, feux, épidémies) occasionnée par les changements climatiques, ce lien étroit se voit à son tour perturbé (Williamson et al., 2009). Depuis les années 1980, le nombre de communautés évacuées en raison des feux de forêt n'a cessé de croître (Tepley et al., 2022). L'exposition aux risques de feux de forêt des CDF entraîne à son tour des enjeux de santé, incluant des problèmes respiratoires, du stress et des dommages aux infrastructures de santé (Kipp et al., 2019). En outre, de 1980 à 2007, le tiers des feux ayant nécessité des évaluations impliquait des communautés autochtones (Beverly et Bothwell, 2011). Ces dernières sont d'ailleurs plus vulnérables aux impacts des changements climatiques, incluant l'insécurité alimentaire, la sécheresse, les feux de forêt et les menaces à leurs infrastructures (Townsend et al., 2020). Les effets des épidémies de dendroctone sur les CDF ont aussi été documentés. Les services écosystémiques associés à la qualité du paysage et aux expériences (spirituelles, touristiques, culturelles) en forêt sont ainsi affectés par les effets dévastateurs de ce ravageur sur le paysage de l'Ouest canadien (Dhar et al., 2016). En retour, ces impacts anticipés et actuels affectent les relations sociales qu'entretiennent les communautés envers la forêt. Tel qu'avancé par Davidson et al. (2003, p. 2253), la proximité des CDF à un environnement forestier sensible aux changements climatiques pose un risque pour les valeurs associées à la forêt que partagent les membres de ces communautés. Les changements climatiques affectent donc les communautés de manière intégrée, ce qui complexifie les efforts pour identifier les options et les politiques d'adaptation (Galappaththi et al., 2019).

En dépit des suggestions proposées par Williamson et Edwards (2014) sur l'adaptation du cadre des critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts face à la réalité des changements climatiques, ces derniers n'ont pas été actualisés. Puisque l'éventail des valeurs et activités qui seront affectées par les changements climatiques est large et ne se limite pas à la dépendance économique envers la forêt,

identifier les CDF et documenter leur durabilité dans le temps à partir d'indicateurs économiques (emplois et revenus du secteur forestier) offre un panorama limité des communautés à suivre dans un contexte d'adaptation aux changements climatiques.

Pourtant, la littérature sur l'adaptation aux changements climatiques offre des perspectives intéressantes pour réviser les critères et indicateurs afin de décrire les caractéristiques et les dynamiques sociales à l'échelle des communautés. L'adaptation est une notion qui a été abordée par plusieurs disciplines des sciences sociales et naturelles et se caractérise donc par un ancrage théorique auprès d'une variété de champs de savoir. À la lumière des différentes définitions qu'il existe du concept, il est possible de constater que l'adaptation est une notion polysémique qui s'entend comme un processus, un état ou un résultat (Magnan, 2009b; Simonet, 2009). Dans la même veine, le champ conceptuel de l'adaptation aux changements climatiques a été alimenté par deux autres concepts intrinsèquement liés, soit la vulnérabilité et la résilience, dont les contributions sont interdisciplinaires. Les notions d'exposition, de sensibilité et de capacité d'adaptation qui se retrouvent dans la plupart des définitions de la vulnérabilité (Adger, 2006) mettent en exergue les dimensions socio-naturelles qui posent des risques pour les sociétés, de même que les interactions entre celles-ci. De manière similaire, les travaux adoptant une approche de résilience ont permis d'accroître la compréhension des dynamiques socio-naturelles inhérentes à l'adaptation des sociétés humaines face au changement. La résilience est souvent perçue dans sa relation dynamique avec un système, c'est-à-dire dans sa capacité de régénération après une perturbation qui est elle-même tributaire de son degré d'auto-organisation et de sa capacité d'apprentissage et d'adaptation (Adger et al., 2005b; Walker et al., 2006; Walker et al., 2004). Même si les approches centrées sur la vulnérabilité ont souvent contribué à décrire un état ou des caractéristiques d'adaptation à une échelle spatio-temporelle précise alors que celles sur la résilience abordent davantage les processus reliés à la transformation et à l'adaptation aux changements climatiques (Montpetit et al., 2021), les notions d'adaptation, de vulnérabilité et de résilience se rejoignent dans leurs influences théoriques et peuvent être perçues comme étant complémentaires (Simonet, 2015).

Le champ de l'adaptation aux changements climatiques permet donc d'envisager une actualisation des critères et indicateurs du cadre du CCMF axée sur des caractéristiques qui renforcent la capacité d'adaptation des communautés ou encore, leur résilience. À cet effet, Montpetit et al. (2021) ont recensé, à partir d'une exploration de la littérature, une liste d'attributs qui renforcent la capacité d'adaptation. Ces attributs incluent des caractéristiques associées à la capacité d'adaptation comme l'accès aux

ressources, la situation économique, les infrastructures, les institutions, la pauvreté ou encore la capital humain, social, et financier (Adger et al., 2007; Brooks et al., 2005; Smit et Pilifosova, 2001; Yohe et Tol, 2002). Ces attribuent incluent également des caractéristiques qui renforcent la résilience des communautés comme l'apprentissage, la diversité, le partage du pouvoir, les règles d'action collective, la gouvernance, la confiance, la croissance économique, les connaissances sur les changements climatiques, et plusieurs autres (Adger et al., 2005b; Berkes et Ross, 2013; Berkes et Turner, 2006; Williams et Brown, 2014).

Au regard des constats émis sur la prépondérance de la vision économique des critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts pour décrire les CDF, un premier chantier d'actualisation consisterait à revoir la manière d'identifier les CDF. Une approche d'identification des CDF basée sur un amalgame de critères et d'indicateurs qui capturent des valeurs multiples associées à la forêt serait appropriée. À cet effet, le Système de classification des industries d'Amérique du Nord (SCIAN) de Statistique Canada contient des données sur les emplois dans d'autres secteurs économiques qui renferment des relations communauté-forêt comme le tourisme. Développer des indicateurs qui englobent une dimension spatiale (couvert forestier, proximité de forêts protégées) s'avère également un autre angle à explorer. Un second chantier porterait sur la révision du critère 6.3 (bien-être et résilience des communautés) des critères et indicateurs du CCMF (Tableau 2-2, version 2003) de manière à mieux tenir compte des attributs et caractéristiques qui renforcent la capacité d'adaptation et la résilience face aux changements climatiques. Par exemple, les barrières linguistiques (personnes qui ne parlent ni anglais et ni français), l'âge, la mobilité et d'autres facteurs socioéconomiques ont été identifiés comme facteurs pouvant compliquer les évacuations des communautés autochtones dues aux feux de forêt (Headwaters Economics, 2021). Avec ses recensements, Statistique Canada renferme plusieurs données (langue, éducation, revenus, etc.) qui peuvent contribuer à mieux identifier les facteurs de vulnérabilité des CDF. Par ailleurs, même s'ils ne reposent pas sur des critères et indicateurs, les initiatives de certification environnementales comme le cadre canadien du *Forest Stewardship Council* (FSC, 2018) renferment des principes sur les droits des travailleurs, les droits des communautés autochtones et les bénéfices liés à forêt qui pourraient inspirer la révision des critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts.

2.5 Conclusion

Cet article postulait qu'une vision des relations communauté-forêt centrée sur la dépendance économique offre une porte d'entrée limitée pour faire un pont avec l'adaptation aux changements climatiques des

CDF. Élargir les relations communauté-forêt capturées par les critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts permettrait de mieux décrire l'ensemble des liens territoriaux qui sont menacés par les changements climatiques.

Les constats posés dans cet article interrogent également la pertinence de la notion de dépendance pour aborder les relations communauté-forêt : la notion de dépendance est-elle toujours pertinente pour mesurer les progrès vers la durabilité des CDF? Au regard de cette réflexion, la dépendance apparaît aujourd'hui comme une manière, parmi d'autres, de concevoir les relations communauté-forêt. L'historique de développement du Canada, fortement basé sur une logique d'extraction et d'exportation de matières premières à l'étranger a contribué à cristalliser les relations communauté-forêt dans une logique de dépendance envers l'industrie de la récolte et de la transformation du bois. Toutefois, en tenant compte des enjeux posés par l'adaptation et la résilience des collectivités face aux changements climatiques, une avenue serait probablement de développer des critères et indicateurs qui capturent la proximité des communautés face à la forêt, de même que leur vulnérabilité par rapport aux changements climatiques.

Nous sommes donc d'avis qu'il serait pertinent de reprendre les travaux entourant le suivi longitudinal des communautés forestières canadiennes et de les situer dans un contexte d'adaptation aux changements climatiques. Cette avenue de recherche nécessiterait d'entreprendre un vaste chantier visant à réfléchir à des critères et indicateurs qui tiennent compte du caractère multidimensionnel des relations communautés-forêt. Cette contribution serait fort utile pour l'élaboration des mécanismes de suivi des forêts qui appuient à la fois la durabilité et l'adaptation aux changements climatiques.

2.6 Remerciements

Des remerciements vont aux Fonds de recherche du Québec Société et Culture (FRSC) pour le soutien financier qui a permis à l'auteure principale de cet article d'effectuer une collaboration avec le Service canadien des forêts, ce qui a mené à la rédaction de cet article. Les auteurs reconnaissent également la contribution du Conseil de recherche en sciences humaines du Canada pour le soutien financier au projet doctoral à l'origine de cet article. Enfin, des remerciements vont aux deux réviseurs anonymes qui ont fourni des commentaires qui ont grandement amélioré l'article.

CHAPITRE 3

Approches conceptuelles et opérationnelles pour aborder le concept d'adaptation aux changements climatiques

Ce chapitre est le premier qui a été publié dans le cadre de cette thèse. Son contenu a subi de multiples transformations au fil des tentatives initiales de soumission du manuscrit. Au départ, l'objectif était de présenter le cadre conceptuel de la thèse, centré sur le concept de capacité d'adaptation aux changements climatiques. Par la suite, le choix de présenter conjointement les aspects conceptuels et opérationnels de la capacité d'adaptation a été fait, les deux étant étroitement liés.

Par ailleurs, tel qu'expliqué dans l'avant-propos de cette thèse, la place accordée au concept de capacité d'adaptation a changé en cours de parcours pour se recentrer sur la notion plus centrale d'adaptation. Malgré ce changement d'angle, le chapitre ne perd pas en pertinence, ni même en cohérence par rapport à la trame narrative de cette thèse. Au contraire, il a permis d'éclairer les dimensions sociales qui peuvent être considérées dans une analyse portant sur l'adaptation aux changements climatiques. Il permet aussi de mieux distinguer les notions de vulnérabilité et de résilience et d'en tracer les contours conceptuels et théoriques. Par conséquent, le chapitre aborde les avenues de croisements conceptuels et opérationnels sous-jacents à la question de recherche. Il met donc en exergue les points de jointure entre les notions de vulnérabilité et de résilience. Ce chapitre présente également les approches méthodologiques qui permettent d'aborder, de manière opérationnelle, le concept de capacité d'adaptation. Puisque ce dernier est lié aux caractéristiques et dynamiques sociales, il occupe une place centrale dans les analyses de vulnérabilité et de résilience. Dès lors, cet éclairage sur l'opérationnalisation de la capacité d'adaptation sera essentiel pour l'élaboration des indicateurs qui ont servi à conduire l'analyse de vulnérabilité aux changements climatiques des CDF présentée au chapitre suivant. La problématique de la thèse a mis de l'avant la difficulté pour les décideurs publics aux échelles locales d'avoir un portrait, à l'échelle des communautés, de la vulnérabilité aux changements climatiques. Le cadre opérationnel développé dans ce chapitre est la première étape pour tenter de combler ce vide et d'intégrer les dimensions sociales et naturelles sous-jacentes à une évaluation de la vulnérabilité.

Le chapitre intitulé *Climate Change Adaptive Capacity Assessments. Conceptual Approches and Operational Process*⁵ fait partie d'un ouvrage collectif intitulé *Adaptiveness. Changing Earth System Governance* publié aux éditions *Cambridge University Press* en 2021. Il découle d'une collaboration qui a été initiée lors du congrès du réseau Earth System Governance à Utrecht en 2018. Les éditeurs du livre, Riyanti Djanlante et Bernd Siebenhüner avaient repéré ma communication lors de l'appel à contributions et sollicité ma participation à un atelier qui a mené à la publication de l'ouvrage. Voici la contribution des auteurs de ce chapitre de livre :

- Annie Montpetit : Conception de l'article (idées originales, formulation de la question de recherche), méthodologie (revue de littérature), participation à l'atelier pour la création du livre, analyse (création du processus en trois étapes et du cadre opérationnel), rédaction du manuscrit, échanges avec les éditeurs du livre.
- Frédéric Doyon et Guy Chiasson: Supervision du projet de recherche, révision de l'approche d'analyse, bonification de la revue de littérature, revue critique des versions initiales du chapitre, appui à l'acquisition de ressources financières ayant mené à la participation de l'atelier

Abstract: Over the last decades, adaptive capacity took a greater place on the climate research agenda without receiving sufficient operational attention. There is no consensus on how to define adaptive capacity while existing definitions are often vague. This becomes a challenge when assessing the concept. The objectives of this chapter are two-fold. First, it aims at providing guidance in overcoming the challenges associated with operationalising a concept that has been influenced by different theoretical backgrounds. To do so, an operational process composed of three distinct steps is presented to guide future adaptive capacity assessments. Second, the chapter seeks to demonstrate how an operational definition and framework of climate change adaptive capacity that integrate multiple epistemic, spatial, and temporal dimensions can be crafted. By doing so, this chapter unveils a method to identify governance processes fostering adaptiveness as well as the attributes of governance systems enhancing capacities to adapt.

⁵ Le chapitre de livre est publié intégralement dans cette thèse avec l'autorisation de *Cambridge University Press*

Keywords: adaptive capacity, operational framework, climate change, attributes, development studies, resilience, vulnerability

Résumé: Au cours des dernières décennies, la capacité d'adaptation a pris une place plus importante dans la recherche sur le climat, sans pour autant bénéficier d'une attention opérationnelle suffisante. Il n'y a pas de consensus sur la manière de définir la capacité d'adaptation et les définitions existantes sont souvent vagues. Cela pose un problème lorsqu'il s'agit d'évaluer le concept. Les objectifs de ce chapitre sont doubles. Premièrement, il vise à fournir des conseils pour surmonter les difficultés associées à l'opérationnalisation d'un concept qui a été influencé par des contributions théoriques diverses. Pour ce faire, un processus opérationnel composé de trois étapes distinctes est présenté pour guider les futures évaluations de la capacité d'adaptation. Deuxièmement, ce chapitre cherche à démontrer comment une définition opérationnelle et un cadre de la capacité d'adaptation aux changements climatiques intégrant de multiples dimensions épistémiques, spatiales et temporelles peuvent être élaborés. Ce faisant, ce chapitre dévoile une méthode permettant d'identifier les processus de gouvernance qui favorisent l'adaptabilité ainsi que les attributs des systèmes de gouvernance qui renforcent les capacités d'adaptation.

Mots-clés : capacité d'adaptation, cadre opérationnel, changements climatiques, attributs, études sur le développement, résilience, vulnérabilité

3.1 Introduction

Climate change adaptive capacity is a term that has boomed in the scientific literature. After the creation of the United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), which emphasised both mitigation and adaptation as strategies to deal with the adverse effects of climate change, academic research started to take into consideration human and social aspects related to climate change. Adaptation then slowly became a central topic in climate change research. With its statement on the responsibility of developed countries to assist developing ones in meeting the costs of adaptation to climate change, the UNFCCC contributed to adding a political necessity to the academic assessment of adaptation (Hinkel, 2011). As a result, adaptive capacity took a greater place on the climate research agenda, enabling a greater input from social sciences in adaptation assessment and, more specifically, the inclusion of non-climatic dimensions as factors influencing the ability to adapt to climate change (Ford et al., 2013).

The study of climate change adaptive capacity has crossed several disciplines and draws from other related concepts such as sustainability (Den Otter et Beckley, 2002; Scoones, 1998), community capacity (Beckley et al., 2008; Beckley et al., 2002), or social resilience (Berkes et Ross, 2013; Kelly et al., 2015). Those works have made significant contributions to investigate the social, cultural, and economic dimensions of adaptation and change. Despite this rich legacy, the conceptual and operational field of climate change adaptive capacity can be confusing for researchers and practitioners wanting to assess the concept. Indeed, the literature on the theoretical and conceptual dimensions of adaptive capacity established multiple definitions of adaptive capacity that are often vague (Hinkel, 2011). This lack of clarity makes the assessment of climate change adaptive capacity a difficult task to accomplish, especially when combined with the two following methodological challenges: (1) the latent nature of adaptive capacity, meaning that researchers and practitioners often only succeed to measure it after its mobilisation within a system (Lockwood et al., 2015; Whitney et al., 2017); and (2) the relative absence of empirical examples exploring adaptive capacity actions, or measures to improve adaptive capacity, in periods that might be representative of a future warmer climate (Hill, 2012). Consequently, the transition from theory to practice remains difficult (Miller et al., 2010).

Given those challenges, one can reasonably question the relevance of assessing adaptive capacity. However, the concept's importance is clearly revealed by looking at its political implications. Indeed, adaptive capacity assessments focus on aspects influenced by public policies. By understanding the

inherent dimensions of adaptive capacity, it is possible to highlight the governance processes and actions that have the potential to improve the ability to adapt to change (Whitney et al., 2017). Adaptive capacity is also a core concept of adaptiveness, the central term of this book. Consequently, it holds the potential to describe and understand societal changes made in anticipation or in response to environmental challenges.

In light of its central position in enabling adaptation (Hill et Engle, 2013; Smit et Wandel, 2006), adaptive capacity is an under-researched topic within the sustainability and global change communities, which stresses the need to further reflect on its operational design. Furthermore, keeping in mind the importance of the assessment of adaptive capacity on the policy agenda and on the development of adaptation strategies, the importance of crafting an 'appropriate' operational process is crucial. Therefore, the guiding questions of this chapter are: How can we assess a system's adaptive capacity to climate change and what are the steps required to successfully conduct this assessment process? This chapter builds on the results from a literature review identifying key articles covering the concepts of adaptive capacity. Going beyond the operational endeavour inherent to this study, this chapter also focuses on the attributes of governance systems that enhance the capacities needed to adapt.

3.2 This chapter contributes to the operational field of research on adaptive capacity in three ways. First, by presenting a three-step operational design process (Discussion

The hypothesis regarding recurrent attribute patterns was confirmed across all three vulnerability dimensions. Concerning the sensitivity dimension, results support the idea that forest dependency can take multiple forms (Beckley, 2000; Beckley, 1998), suggesting a broadening of the attributes used for characterization. Forest-dependent communities are not solely reliant on timber but can also depend on recreational activities. While communities greatly reliant on the forest sector constitute a small portion of the sample (the "economic" cluster 1 was 15%), a significant portion relies on "cultural" ecosystem services (Dhar et al., 2016). These services include nonmaterial recreational, aesthetic, and spiritual benefits from forests. This reliance is coherent with the "cultural" dependency (21% of our sample). By viewing forest-community relations from a wider perspective, the economic, cultural, and spiritual attributes can be illustrated by the "diverse" dependency (62% of the sample), as outlined by Beckley (1998) as the "nested" or intertwined forest-community relations. The findings also indicate that some FDC (clusters 3-4-6-7) have high volumes of forests at risk of wildfires, MPB and drought disturbances. These disturbances pose the greatest risks to the forest volumes in our studied FDC, suggesting potential

connections between them. For instance, MPB outbreaks can impact regulating services like forest fires (Mikkelsen et al., 2013; Negrón et Fettig, 2014) by altering fuel flammability, continuity, and structure (Jenkins et al., 2014). For the adaptive capacity dimension, the results underlined local attributes crucial for developing adaptation strategies, with the urban-rural interface emerging as a key aspect. Urban settings typically offer better resource access, a key component of adaptive capacity (Adger, 2003; Pearce et al., 2010). Education, employment levels, health services, and firefighting resources play key roles in adaptation to disturbances (Fletcher et al., 2020; Wall et Marzall, 2006). Additionally, language, housing characteristics, and socioeconomic factors in FDC were identified as significant features potentially influencing adaptation response to stress.

The hypothesis regarding the interdependent relationships in the two-by-two comparisons of the three vulnerability dimensions was validated. Exploring the sensitivity-adaptive capacity connection shed light on the economic dependency and socio-economic characteristics of FDC, providing insight into the “core-periphery” relations (Stedman et al., 2004; Stedman et al., 2005). These relations delve into the regional variations in Canada’s reliance on the industrial forest sector and emphasizes the concentration of capital in core sectors linked to higher education, income levels, and lower poverty rates (Stedman et al, 2011). As a results, we anticipated that FDC would primarily align with the “educated-active” cluster 2, but this was not observed. The connection with the characteristics of the “forest-sector-aged” remains consistent, with some exceptions such as the aging population aligning more with peripheral industries. In terms of the sensitivity-exposure relationship, examining FCD having a higher volume of forest at risk was relevant in understanding the associated forest dependency relations at risk. FDC with higher exposure to forest fires and MPB were associated with the “recreational” cluster 3. Considering that negative feedbacks from recreational users regarding MPB outbreaks have been observed in British Columbia (Dhar et al., 2016), it indicates that recreational uses of forests are also at risk. Furthermore, it is important to consider the impact of FDC sharing “cultural” dependency connections to MPB and forest fires. The outbreaks of MPB could potentially have adverse effects on ecosystem services related to landscape aesthetics or spiritual significance (Dhar et al., 2016). Given that a large proportion of the “cultural” FDC comprises indigenous communities, and that 60% of First Nations reserves coincide with forest fire-prone areas (McGee, 2021), with indigenous people are more likely to be evacuated during wildfires (Beverly et Bothwell, 2011; Tepley et al., 2022), highlighting the importance of wildfire evacuation preparedness and the development of tailored adaptive plans. The link between the “diverse” dependency relationship and exposure to SBW and forest fires, prevalent disturbances in Eastern Canada, aligns with the prevalence of the “diverse” FDC

in region. Additionally, the connection between the exposure-adaptive capacity relationship, the exposure to drought, forest fires and MPB, and the “cultural-rural” characteristics of those FDC is relevant. The “cultural-rural” adaptive capacity exhibits high values for variables related to social vulnerability. Challenges such as language barriers (individuals who speak neither French or English), age, mobility and other socioeconomic factors can complicate evacuations during forest fires (Headwaters Economics, 2021). Recent studies on evacuation practices in First Nations communities revealed that few communities had an emergency plans tailored to their specific needs (McGee, 2021). Given the higher risk of forest fires faced by “rural-cultural” FDC, there is a clear need for customized adaptation strategies for indigenous communities. Regarding FDC exposed to MPB, the ability to respond to this particular disturbance is influenced by factors like poverty, family well-being, health, and education (Parkins et MacKendrick, 2007).

The hypothesis suggesting that certain vulnerability types, identified by specific combinations of three vulnerability dimensions, would be more prevalent than others has been confirmed. However, within the initial 10 combinations, none included exposure clusters with the highest forest volumes exposed to disturbances (clusters 3, 7, 4). Instead, vulnerability types characterized by a combination of exposure to SBW and forest fires, along with a “diverse” dependency and either a “village-aged” or an “educated-active” adaptive capacity, primarily located in the eastern part of the country, were more common. These vulnerability types exhibit distinct patterns at both national and regional levels. The spatial representation also emphasizes an urban-rural divide rather than a longitudinal gradient.

Else than these important results, an important contribution of this research is methodological. By combining social, ecological, and spatial indicators to assess vulnerability of FDC to CC, it allowed to address the challenges to assess the complex interaction between climatic and non-climatic factors of vulnerability (Windfeld et al., 2019). In terms of practical implications, highlighting the non-interdependent relations between the sensitive and adaptive capacity non-climatic drivers and the exposure climatic drivers of vulnerability led to key considerations from which to craft adaptive responses, and provides a relevant entry point for tailoring local adaptation strategies. Two main reasons support this claim. First, recognizing the need to craft adaptation strategies based on the knowledge of the threats imposed by CC on communities (Lyles et al., 2018), results obtained by adopting a VAS framework and using an indicator-based approach could contribute to nourish that baseline information at local levels as well as support policy makers in identifying the prominent risks. Results could also enhance inter-community collaboration with FDC sharing similar sociodemographic characteristics. Second, results

allowed to offer a broader perspective on the different forest-community relations that are sensitive to CC. Despite a recognition that forest dependency encompasses multiple values, there is a tendency from government reports to identify FDC by selecting indicators related to the employment in the industrial forest sector (Natural Resources Canada, 2022). However, the Canadian Council of Forest Ministers (CCFM, 2008) underlined the need to better incorporate CC considerations in the set of indicators used to monitor the adverse effects of CC impacts on the forest and the communities that benefit from it. Indicators selected to identify FDC for this vulnerability analysis is a first step to move in that direction as they targeted a broader range of communities that nurture close relations with the forest. Our work supports the relevance of looking at employment in the forest sector and at the percentage of forest cover to capture sensitivity, as it was already put forward (Fisher et al, 2018) but goes further by adding two other variables (cultural and other recreational values). Thus, the indicators developed to assess the sensitivity dimension of vulnerability add a contribution to the approaches to assess people and forest relations.

The developed indicator-based approach is not perfect. One limit is the temporally static dimension of the socio-economic indicators. By using a set of indicators from the 2016 Statistics Canada census, socio-economic dimensions are a snapshot in time. Improvements are thus needed to develop socio-economic indicators and to model them at the same timescales as the climatic drivers. Even though there are also limits to the modeling of forest disturbance risks (using solely a RCP 8.5 scenario, consideration of uncertainty, and modeling the risks using a static biomass (2011), there is still a high level of certainty about the disturbance projections for the 2011-2040 period and the related increases in volume at risk (Boucher et al., 2018). Another weakness is related to the use of CSD as a proxy for FDC. CSD differ in terms of size. Provinces in Western Canada (British Columbia and Alberta) tend to have larger CSD areas whereas provinces in Quebec have smaller ones. It might have influenced the vulnerability combinations. Despite those pitfalls, and considering the emergency to take actions, results are still providing relevant baseline information from which to craft adaptation strategies.

Although the research question targeted the local level scale, there are also linkages with other scales. Results from this research also present considerations for the sustainable dimension of the VAS framework, which imply an interplay with the national and international scales. Indeed, there are multiple initiatives to report progress in achieving international goals and objectives related to forest health and the well-being of communities throughout the world that rely on indicator-based approaches. Canada makes no exception with its set of criteria and indicators of SFM (CCFM, 2008) inspired by the Montreal Process on

SFM. At the international level, indicators are used to report progress in achieving the Sustainable Development Goals (SDG) and its Goal 15 of having sustainably managed forests, as well as for reporting on the UN Strategic Plan for Forests (2017-2030). Those initiatives engage Canada to provide information and monitor progress towards achieving several targets at the national and international levels. The indicators and variables selected to carry out the sensitivity clustering is an attempt to contribute to the discussion on forest community indicators. Broadly, this study opens the door to pursue the work done in the 1990s and 2000s by Canadian researchers on the well-being of FDC (Stedman et al., 2004; Stedman et al., 2005) and the criteria and indicators of SFM (Beckley et Burkosky, 1999a; Beckley et al., 2002; Parkins et al., 2001; Stedman, 1999) by incorporating the CC adaptation dimension. This would present a great way to report jointly on areas of well-being, CC adaptation and SFM.

CHAPITRE 4

Discussion générale

La question de recherche portait sur les avenues de croisements – sur les plans épistémologique, conceptuel, méthodologique et empirique – entre les dimensions sociales et naturelles propres à l’adaptation aux changements climatiques qui offrent des perspectives pertinentes pour l’élaboration de stratégies d’adaptation des communautés canadiennes dépendantes de la forêt (CDF). Cette question découlait d’un problème mis en lumière sur la nécessité d’avoir une compréhension, à l’échelle des communautés, de la vulnérabilité des CDF et ce, afin de faciliter l’élaboration de stratégies d’adaptation aux changements climatiques qui soient en adéquation avec les caractéristiques distinctes des communautés. Les constats tirés de la thèse seront présentés dans les prochaines sections, tout comme la contribution de celle-ci à l’avancement des connaissances, ses avenues de recherche futures et sa pertinence sociale.

4.1 Retour sur les constats de la thèse

4.1.1 Croisements épistémologiques et conceptuels

Les croisements conceptuels ont surtout été abordés aux chapitres 1 et 2 de la thèse. Une grande partie du travail d’analyse du champ de l’adaptation aux changements climatiques a consisté à décortiquer la littérature sur le sujet et ainsi, à mieux comprendre les liens entre les concepts d’adaptation, de résilience et de vulnérabilité. Une première balise pour réfléchir à ces liens a été d’entrevoir l’adaptation comme un outil pour penser le rapport entre la société et son environnement (Reghezza, 2007). Malgré la pluralité des définitions qui entourent le concept d’adaptation, comprendre que les notions qui lui sont associées, comme la vulnérabilité et la résilience, sont des communautés de recherche qui ont tenté d’apporter des réponses à l’adaptation des sociétés humaines face à l’environnement a été un constat important. Le cadre conceptuel présenté au chapitre 1 (Figure 1-2), bonifié au chapitre 4 avec le cadre de vulnérabilité, adaptation et durabilité (Figure 4-1), expose les alliages entre des concepts issus des sciences sociales et naturelles. C’est cette imbrication des trois notions, perçues comme étant complémentaires (Engle, 2011; Nelson et al., 2007), qui est mise de l’avant dans la thèse. Par exemple, Bréda (2023) explique les liens entre les notions de vulnérabilité, de résilience, d’adaptation et d’aléa pour gérer les crises sanitaires (feux de forêt, sécheresse, ravageurs, tempêtes) en forêt. Elle explique ainsi que la notion de vulnérabilité offre un portrait à une échelle temporelle précise (état initial par exemple) et permet d’identifier, de quantifier

et de cartographier les observations liées aux écosystèmes forestiers et d'effectuer un suivi longitudinal des conditions, alors que la résilience permet une prise en charge de l'incertitude, par la gestion adaptative, et met donc de l'avant la gestion de crise.

Même si ma thèse a été modifiée en accordant une place plus centrale au concept d'adaptation, l'imbriquant avec les notions de vulnérabilité et de résilience, la notion de capacité d'adaptation est demeurée une balise centrale de la ma thèse, qui a été mobilisée pour comprendre les facteurs non-climatiques qui influencent l'adaptation. Ce sont des considérations normatives, exposées dans mon avant-propos, qui ont contribué à mettre la vulnérabilité à l'avant-plan dans ma thèse. La posture épistémologique de réalisme critique est donc cohérente avec cette volonté de développer un cadre qui tente de capturer le réel tout en mettant en exergue les dimensions normatives d'une recherche. Effectivement, le réalisme critique postule une reconnaissance de la réalité, mais en accordant une place à la dimension normative, aux choix effectués par la personne qui conduit la recherche (Benjaminsen et Svarstad, 2009; Pires, 1997). Dès lors, le cadre conceptuel, même s'il est davantage centré sur la notion de vulnérabilité, n'exclut pas l'influence de la notion de résilience. Au contraire, cette imbrication conceptuelle entre la triade adaptation-vulnérabilité-résilience a influencé le choix des indicateurs et variables, qui se devaient d'être liés aux dimensions biophysiques et sociales de ces notions, pour l'analyse de la vulnérabilité aux changements climatiques des CDF effectuée au chapitre 4. Mace et Pétry (2017, p.45) mettent de l'avant le passage suivant à propos des variables et indicateurs : « En nous inspirant de l'approche théorique retenue au moment du choix du thème spécifique de recherche [...], nous nous assurons en effet de lier adéquatement nos variables et indicateurs à l'approche sélectionnée ». Ainsi, la vulnérabilité (approche théorique) a été liée avec les indicateurs et variables de ses trois dimensions, soit la sensibilité, l'exposition et la capacité d'adaptation. Toutefois, l'influence de la résilience était aussi présente dans le développement des variables liées à la capacité d'adaptation, ne serait-ce que pour les variables de cohésion sociale et de diversité (culturelle, économique). Cette imbrication conceptuelle ouvrait ainsi la voie à un croisement opérationnel entre des variables et des indicateurs provenant de sources de données multiples, tel qu'il a été possible de le constater dans le chapitre 4.

Sur le plan des croisements conceptuels qui offrent des perspectives intéressantes pour l'élaboration de stratégies d'adaptation pour les CDF, les constats posés sur la notion de dépendance (chapitre 2) ont aussi eu leur importance pour l'analyse présentée au chapitre 4. Effectivement, puisque la notion d'exposition aux changements climatiques (composante de la vulnérabilité) dépend de la « présence de personnes, de

moyens de subsistance, d'espèces ou d'écosystèmes, de fonctions, ressources ou services environnementaux, d'éléments d'infrastructures ou de bien économiques, sociaux ou culturels dans un lieu ou dans un contexte susceptible de subir des dommages » (GIEC, 2014, p.5), les relations communauté-forêt, explorées sous l'angle de la dépendance, prennent tout leur sens. D'une part, les résultats ont démontré que les CDF se regroupaient en 4 types de dépendance envers la forêt (culturelle, économique, récréotouristique et diverse), et d'autre part, que les valeurs sociales, économiques et culturelles sous-jacentes aux relations communauté-forêt peuvent être davantage exposées à certains types de perturbations. Ces résultats sont cohérents avec ceux de Fischer et Frazier (2018) qui avaient utilisé des indicateurs de couvert forestier et économiques afin de caractériser la sensibilité aux changements climatiques du nord-ouest des États-Unis. Conséquemment, l'exploration des relations communauté forêt permet de mieux comprendre les liens territoriaux et les valeurs susceptibles d'être sensibles face aux changements climatiques. L'étude de Nicole Pharand sur les CDF (Pharand, 1988) dont il était question au chapitre 2 se servait des données de recensement de l'année 1981 pour identifier les communautés (subdivisions de recensement) de 1000 habitants et plus dont au moins 15% de la population active travaillait dans l'industrie forestière. L'échantillon étudié était composé de 105 communautés. Plus récemment, le rapport sur *L'état des forêts* (Ressources naturelles Canada, 2022), stipulait que « dans près de 300 communautés canadiennes, le secteur forestier est une source importante d'emplois et de revenus » (p.57). Élargir les variables et indicateurs pour comprendre la dépendance envers la forêt a fait en sorte que l'échantillon utilisé pour l'analyse de vulnérabilité au chapitre 4 était composé de 2270 subdivisions de recensement dont les relations communauté-forêt sont caractérisées par des valeurs sociales, économiques et culturelles variées. Le chapitre 2 a donc permis de confirmer l'hypothèse selon laquelle réfléchir à la notion de dépendance envers la forêt permet de mieux identifier les valeurs à risque dans un contexte de changements climatiques et par ricochet, constitue une dimension à approfondir pour la compréhension des caractéristiques locales nécessaires à l'élaboration de stratégies d'adaptation aux changements climatiques. Le défi lié à la mise en place de mesures d'adaptation qui soit en adéquation avec la diversité géographique et humaine des CDF, de même que leurs contextes écologique et social, a d'ailleurs été soulevé dans la littérature (Agrawal, 2008; Locatelli et al., 2010).

4.1.2 Croisements méthodologiques et opérationnels

La littérature sur l'adaptation aux changements climatiques comporte beaucoup de concepts interreliés qui englobent une sémantique complexe, parfois difficile à démêler. Pour répondre au segment de la question de recherche portant sur la pertinence des croisements opérationnels, le cadre de vulnérabilité,

adaptation et durabilité (Roshani et al., 2022) présenté au chapitre 4 (Figure 4-1) est important. Ce dernier est axé sur les croisements entre trois piliers, soit la vulnérabilité (écologique et sociale), l'adaptation des CDF et la durabilité. D'un point de vue opérationnel, le cadre met de l'avant la pertinence des approches basées sur les indicateurs pour analyser la vulnérabilité. Toutefois, c'est la réflexion entamée au chapitre 3, sur les notions d'adaptation et de capacité d'adaptation qui a permis, d'une part, de sélectionner le cadre d'analyse de la vulnérabilité, et d'autre part, d'identifier les variables d'intérêt pour mesurer les dimensions associées à la vulnérabilité (capacité d'adaptation, exposition, sensibilité).

Plus précisément, c'est le travail de réflexion sur l'opérationnalisation du concept de capacité d'adaptation qui a permis d'éclairer les éléments à inclure dans l'analyse de vulnérabilité des CDF. D'emblée, le chapitre 3 postule que la notion de capacité d'adaptation permet de mieux comprendre les facteurs non-climatiques qui influencent l'adaptation (Ford et al., 2013) tout en insistant sur le caractère vague du concept (Hinkel, 2011). La notion de capacité d'adaptation demeure encore difficilement ancrée dans un cadre théorique précis, mais le processus en trois étapes (**Erreur! Référence non valide pour un signet.**) mis en exergue dans le chapitre 3 procure une avenue pour structurer une recherche sur le sujet et identifier les facteurs non-climatiques qui ont le potentiel d'influencer l'adaptation. Définir les facteurs et processus qui déterminent la capacité d'adaptation a d'ailleurs constitué un angle d'intérêt dans la littérature sur l'adaptation (Keskitalo, 2013; Keskitalo et al., 2011).

Le chapitre 3 a donc permis de confirmer l'hypothèse selon laquelle mieux saisir la notion de capacité d'adaptation permet de mieux identifier les dimensions à inclure dans un cadre opérationnel sur l'adaptation aux changements climatiques. Le processus en trois étapes réitère ainsi la pertinence d'imbriquer les notions de vulnérabilité et de résilience. Les dimensions non-climatiques sont abordées, pour la vulnérabilité, en identifiant les attributs à une échelle spatio-temporelle donnée, et pour la résilience, en identifiant les processus sociaux axés sur l'apprentissage et la prise de décision (Tableau 3-1). L'approche méthodologique adoptée au chapitre 4 est cohérente avec la première colonne du cadre opérationnel de la capacité d'adaptation (Tableau 3-2), c'est-à-dire une vision statique de l'adaptation, à une échelle spatio-temporelle précise, de même qu'avec les méthodes d'analyse quantitative.

En se concentrant sur une seule des étapes du cadre, soit la caractérisation, et en remettant à plus tard les étapes de compréhension et de mesure, la dimension dynamique de l'adaptation a été moins abordée. Ce choix était avant tout pragmatique et reflète l'aspect normatif (Miller et al., 2010) dont il était question

lors de l'élaboration d'un cadre opérationnel pour aborder l'adaptation aux changements climatiques au chapitre 3. Cet éclairage sur la normativité prend son sens au regard de la posture épistémologique de réalisme critique. En effet, cette posture est cohérente avec une approche qui consiste à caractériser les dimensions reliées à l'adaptation, et même à développer des indicateurs et des variables pour mieux comprendre la vulnérabilité des CDF. C'est d'ailleurs ce qui a été fait au chapitre 4 de la thèse. Toutefois, plusieurs choix normatifs ont été effectués au courant du parcours doctoral. Par exemple, le choix des variables pour décrire les indicateurs de chaque dimension de la capacité d'adaptation a été parfois influencé par la disponibilité des données à l'échelle des communautés. Ainsi, une série de choix teintent les résultats qui ont été obtenus. Il me semblait donc plus cohérent de décrire les résultats obtenus, en éclairant les choix normatifs effectués, plutôt que de tenter de saisir, dans son ensemble, la notion de capacité d'adaptation des CDF. L'idée de départ de la thèse, de comprendre comment certaines CDF s'adaptent mieux que d'autre au regard de la menace climatique me semble d'ailleurs incohérente avec le réalisme critique puisqu'il supposait une compréhension des caractéristiques des CDF qui m'aurait permis de comparer, sur la base des indicateurs choisis, la capacité d'adaptation de certaines CDF par rapport à d'autres. C'est d'ailleurs cette approche qui a été privilégiée par des études qui ont développé des indices (Brooks et al., 2005; Tinch et al., 2015) pour évaluer la capacité d'adaptation. Poser un tel jugement implique de pouvoir saisir la réalité dans son ensemble ou du moins, une très large part de la réalité. Ceci me semblait réducteur au regard des choix normatifs effectués dans la sélection des variables et indicateurs pour tenter de mesurer cette réalité. Dès lors, il y a des enjeux éthiques à poser un tel jugement, qui accole une étiquette à des communautés, avec une vision partielle de la réalité. Cette vision est d'autant plus partielle qu'il n'a pas été possible de conduire les étapes de compréhension et de mesure de la capacité d'adaptation présentées au Tableau 3-2. Les résultats sont donc une représentation partielle des facteurs non-climatiques qui influencent l'adaptation des CDF. Cela dit, ce n'est pas parce que les résultats présentent une vision partielle de la réalité qu'ils ne sont pas, pour autant, pertinents. Au contraire, tenter de comprendre, dans une perspective descriptive, les caractéristiques socio-économiques des CDF s'avère essentiel dans un contexte d'adaptation aux changements climatiques.

4.1.3 Croisements empiriques

La troisième hypothèse mise de l'avant dans cette thèse était basée sur la prémisse qu'une analyse de la vulnérabilité des CDF, basée sur le développement d'indicateurs sociaux, biophysiques et spatiaux qui entrent en relation, peut fournir des informations pertinentes pour élaborer des stratégies d'adaptation à l'échelle locale. Les résultats du chapitre 4 nous permettent de confirmer cette hypothèse. D'abord, les

CDF se regroupent selon des caractéristiques similaires à travers le pays pour chacune des dimensions de la sensibilité, de l'exposition et de la capacité d'adaptation. En matière d'exposition aux changements climatiques, les CDF dans l'ouest du pays sont exposées à des risques de perte de forêt plus élevés en raison des feux de forêt, de la sécheresse et du dendroctone du pin par rapport à l'exposition, dans l'est du pays, aux feux de forêt et à la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Pour la capacité d'adaptation, les CDF se sont regroupées, en partie, en fonction d'un gradient urbain-rural. Les indicateurs liés aux types de communauté (urbaine, semi-urbaine-rurale) ont grandement contribué à distinguer les regroupements des CDF qui partagent des caractéristiques similaires. Ces résultats démontrent la pertinence de réfléchir au développement des communautés dans une perspective *post staples* (Fournis et al., 2013; Hutton, 2007) et de réfléchir le développement des stratégies d'adaptation qui dépasse, pour les communautés, la notion de dépendance envers le secteur industriel forestier. En effet, les résultats ont mis en lumière que les CDF partagent des caractéristiques diversifiées associées à la dépendance envers la forêt, confirmant la prémisse que les relations communauté-forêt ne sont pas qu'économiques. Étant donné que l'article présente des groupes qui se distinguent en matière de dépendance envers la forêt, de même que les liens d'interdépendance entre chaque groupe de dépendance et des caractéristiques précises associées à l'exposition et à la capacité d'adaptation, l'hypothèse voulant que la notion de dépendance soit importante pour comprendre les caractéristiques sociales à l'échelle des CDF est confirmée.

L'alliage des variables utilisées pour décrire les dimensions d'exposition, de sensibilité et de capacité d'adaptation n'était certes pas parfait. Une des faiblesses observées dans les études portant sur la vulnérabilité est le fait que les dimensions sociales sont évaluées à une échelle spatio-temporelle précise et ne prennent donc pas en compte la modélisation de conditions futures (Windfeld et al., 2019). C'était aussi le cas avec les indicateurs socio-économiques utilisés pour évaluer la sensibilité et la capacité d'adaptation, au chapitre 4, qui sont donc représentatifs de la situation pour l'année 2016. Cela dit, les résultats nous renseignent sur des conditions importantes pour l'adaptation des CDF. La langue parlée, les caractéristiques socio-démographiques, le nombre de personnes âgées de 65 ans et plus, les conditions de logement et la situation économique des ménages sont des indicateurs qui ont été identifiées dans la littérature citée dans le Tableau 3-1 comme étant des attributs qui influencent la capacité à réagir et à s'adapter face aux risques associés aux changements climatiques. Dans la même veine, malgré certaines faiblesses méthodologiques des modèles pour évaluer les risques de volumes de forêt susceptibles d'être affectés par les perturbations (Boucher et al., 2018), les effets sont déjà observables et se font déjà ressentir. Cela veut dire que les CDF « vivent » déjà les effets des changements climatiques, comme le

démontrent les effets des feux de forêt qui ont eu lieu au pays à l'été 2023 sur les communautés (Bhutani, 2023), démontrant ainsi la nécessité d'élaborer des mesures d'adaptation réactives, incrémentales ou transformationnelles (Bréda, 2023). L'adoption de mesures d'adaptation intégrées, qui privilégient « une dynamique de construction des démarches d'adaptation qui soit intégrée aux autres politiques locales et/ou transversales aux domaines d'intervention de l'action territoriale de manière à dépasser les effets de sectorisation » (Bertrand et Richard, 2015, 10) constitue aussi une avenue à explorer.

Au-delà des résultats spécifiques quant à la vulnérabilité des CDF, qui ont été exposés dans la discussion du chapitre 4, c'est le potentiel de la méthodologie développée pour poser les constats qui mérite une attention particulière. La question de recherche implique une composante méthodologique importante. En insistant sur la notion de croisements (épistémologiques, conceptuels, méthodologiques, empiriques), la question sous-entendait une démarche réflexive visant à faire avancer la recherche sur la vulnérabilité des CDF au Canada. Il s'agissait de réfléchir à des alliages qui laissent entrevoir de meilleures avenues pour l'élaboration de stratégies d'adaptation. On peut donc avancer qu'en dépit des failles, les croisements ont permis d'avancer des éléments de réponse à la question initiale, notamment sur les connaissances entourant les caractéristiques de vulnérabilité à l'échelle des CDF. À l'instar de Magnan et al. (2012) qui a effectué une cartographie des « trajectoires de dépendances » de communauté du littoral, cette thèse démontre la pertinence de représenter des résultats, issus d'une analyse de sources de données multiples, à l'aide d'outils cartographiques. La cartographie des groupements des CDF pour chaque analyse des dimensions de la vulnérabilité a permis de poser des constats sur les caractéristiques distinctes des communautés à l'est ou à l'ouest du pays, notamment sur le plan de l'exposition aux risques de perturbations naturelles. Ceci confirme la pertinence de comprendre la vulnérabilité des personnes qui dépendent de la forêt comme première étape pour l'élaboration de mesures d'adaptation effectives (Locatelli et al., 2010).

4.2 Contribution de la thèse à l'avancement des connaissances

Les constats présentés plus haut, démontrent que la thèse contribue à l'avancement des connaissances du champ scientifique de l'adaptation aux changements climatiques. Ces croisements ont été possibles grâce au travail d'exploration sur l'intégration des enjeux environnementaux dans les sciences sociales présenté au chapitre 1 et de l'élaboration de la posture épistémologique qui s'en est suivie. Ma posture de réalisme critique met en exergue les éléments normatifs qui marquent ma volonté de comprendre la réalité, de la mesurer et d'en décrire ses caractéristiques. Ma thèse présente ainsi un cadre de recherche

interdisciplinaire qui permet d'aborder une question de recherche liée à l'adaptation aux changements climatiques. L'adaptation des CDF a servi de trame de fond pour développer ce cadre de recherche dont les composantes épistémologiques, conceptuelles, méthodologiques et empiriques ont été élaborées.

Une contribution importante de ma thèse se situe au niveau opérationnel. Un travail considérable a été alloué à l'identification des variables et indicateurs permettant de caractériser la sensibilité, l'exposition et la capacité d'adaptation aux changements climatiques. C'était un manque à combler dans le champ de l'adaptation aux CC (Roshani et al., 2022). Les croisements opérationnels m'ont permis de concevoir les communautés représentées sur les cartes comme des espaces marqués par des caractéristiques biophysiques au sein desquels se forment des liens sociaux, de même que des liens de dépendance envers la forêt. Au-delà des caractéristiques précises qui ont été décrites grâce à l'analyse de la vulnérabilité des CDF, c'est avant tout le potentiel pour les approches qui combinent des jeux de données provenant de multiples sources, et représentant des dimensions sociales, naturelles et spatiales, qu'il faut mettre en exergue. Sur le plan empirique, déployer le cadre opérationnel basé sur la compréhension de ces différentes dimensions est pertinent pour l'adaptation des CDF. Le croisement des facteurs climatiques (risques associés à l'exposition aux perturbations) avec les facteurs non climatiques (sensibilité et capacité d'adaptation) est pertinent pour les CDF et complète des travaux déjà entamés sur la question au Canada et ailleurs (Fischer et Frazier, 2018; Fischer et al., 2013; Lyon et Parkins, 2013).

Conséquemment, la thèse a permis de donner un autre souffle à la littérature sur les CDF. Celle-ci avait été florissante à la fin des années 1990 et au début des années 2000. Malgré le fait que les relations communauté-forêt avaient été explorées bien avant ces années, l'institutionnalisation du développement durable avait mené à la réalisation de travaux portant sur le bien-être des communautés et les indicateurs d'aménagement durable des forêts (ADF). Des équipes de recherche, financées par le Service canadien des forêts (SCF) avaient mené des travaux portant sur le bien-être des CDF, de même que sur les critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts (ADF). Le chapitre 2 a contextualisé ces travaux. Cette thèse vient donc relancer les travaux sur les CDF en ajoutant la dimension de l'adaptation aux changements climatiques et en proposant de nouveaux indicateurs pour caractériser la dépendance envers la forêt. D'ailleurs, une contribution importante est le fait d'avoir élargi les indicateurs qui permettent de représenter la dépendance envers la forêt et d'avoir caractérisé cette dépendance multiple.

4.3 Avenues de recherche

Cette thèse ouvre la porte à plusieurs thématiques et angles de recherche à approfondir pour le futur. J'ai mentionné en avant-propos que le projet de thèse prévoyait une analyse qui prenait comme trame de fond la résilience des CDF et qui s'attardait aux dynamiques qui rendent les CDF mieux propices à s'adapter et à faire face aux impacts néfastes des changements climatiques. J'avais prévu mener des entretiens semi-dirigés pour comprendre ces dynamiques. Une première avenue serait donc de compléter les deux étapes prévues au cadre opérationnel présenté au Tableau 3-2. Il s'agirait donc de conduire une analyse de résilience, et ce, afin d'élargir la compréhension des caractéristiques, de même que des dynamiques qui rendent les CDF vulnérables. Conduire une analyse de la résilience des CDF permettrait de mieux comprendre les éléments liés à la gestion adaptative, dont le rôle des institutions, de l'apprentissage, etc. (Tableau 3-1). À la lumière des résultats mis de l'avant dans ma thèse, il me semble qu'un élément à combler pour de futures recherches serait de comprendre la pertinence des résultats obtenus pour les élus. De manière élargie, l'idée serait de comprendre en quoi les résultats obtenus peuvent être utilisés pour élaborer des stratégies d'adaptation : dans quelles mesures avoir des résultats concernant l'exposition, la sensibilité et la situation sociodémographique facilite l'élaboration de politiques publiques liées à l'adaptation aux changements climatiques? Il me semble important de mener des études de cas auprès de quelques CDF pour apporter des réponses plus approfondies à ces questions.

Un autre élément qui mériterait d'être approfondi porte sur la recherche sur les critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts. J'ai ouvert cette porte à la toute fin de mon parcours doctoral, en abordant davantage ceux-ci dans les différents tableaux qui sont présentés dans l'article du chapitre 2. Le chantier de l'élaboration des critères et indicateurs portant sur l'identification des CDF constitue un angle de recherche à approfondir. Quelles sont les indicateurs associés à la dépendance et quelles avancées ont été effectuées dans les pays du Processus de Montréal par exemple? Le rapprochement avec l'adaptation aux changements climatiques dans les critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts mérite aussi davantage d'attention. Cela viendrait répondre à un besoin identifié de mieux lier la durabilité et l'adaptation aux changements climatiques afin de répondre aux besoins sociétaux de manière intégrée (Reckien et al., 2023)

4.4 Pertinence sociale de la thèse

Pour les élus municipaux aux échelles locales, les résultats obtenus ont le potentiel de contribuer à l'amélioration des besoins en information qui permettraient de développer des plans et stratégies

d'adaptation. La classification des CDF, en différents groupes qui partagent des caractéristiques similaires, pourrait également accroître les opportunités de collaborations entre celles-ci. Les résultats présentent aussi une occasion d'identifier des caractéristiques qui sont associées à la vulnérabilité sociale, comme le fait d'avoir une population âgée, un pourcentage élevé de logements en mauvais état ou de familles monoparentales (Chakraborty et al., 2020), par exemple, afin d'élaborer des mesures d'adaptation intégrées, telles que décrites par Bertrand et Richard (2015), qui permettent de développer des politiques publiques qui abordent un éventail d'enjeux sociétaux, allant de la pauvreté à l'adaptation.

Pour asseoir la pertinence sociale de la thèse, j'ai pris la décision d'insérer l'essai que j'ai soumis au Concours national d'essai universitaire 2023 de l'École de la fonction publique du Canada pour lequel il a fait partie des cinq finalistes. Ce concours visait à faire un bref état d'un problème et, à partir des résultats d'une recherche, à proposer une recommandation politique d'au plus 1500 mots au gouvernement fédéral. En étant formulée à un ministère fédéral, en l'occurrence Ressources naturelles Canada, la recommandation élargit le champ d'action de ma thèse en laissant entrevoir la portée d'une meilleure compréhension des enjeux d'adaptation à l'échelle des communautés sur les cadres et politiques au niveau fédéral et international. Cela revêt d'autant plus d'importance que la planification des stratégies d'adaptation au niveau des municipalités est guidée par la planification de l'adaptation aux échelles fédérale et provinciale (Birchall et al., 2022). L'essai, intitulé *L'actualisation des critères et indicateurs d'aménagement forestier durable du Canada dans un contexte d'adaptation aux changements climatiques* (ACPAP, 2023) est donc présenté intégralement dans la sous-section suivante.

4.4.1 Essai soumis au CNEU

Selon *L'état des forêts au Canada* (Ressources naturelles Canada, 2022), 23 millions de personnes (deux tiers de la population du pays) dont 1,1 million d'Autochtones, vivent à proximité ou au sein d'une forêt. Les forêts procurent ainsi plusieurs avantages environnementaux, culturels et économiques aux collectivités canadiennes. Plus largement, l'exposition à un environnement forestier fournit un large éventail de services qui contribuent au bien-être et à la santé de la population humaine (Cheng et al., 2021).

Or, le sixième rapport d'évaluation du GIEC indique que les impacts des changements climatiques sur les perturbations naturelles telles que les feux de forêt, les épidémies d'insectes et de maladies et la sécheresse sur les écosystèmes forestiers nord-américains augmenteront au cours des prochaines

décennies, devenant plus répandus et sévères (Hicke et al., 2022). Ces perturbations mettent en péril le bien-être des collectivités canadiennes qui entretiennent des relations étroites envers la forêt et mettent à l'avant-plan des impératifs d'adaptation de la part de celles-ci. Élaborer des stratégies d'adaptation requiert toutefois une compréhension accrue des relations complexes entre les systèmes naturels (écosystèmes forestiers) et sociaux (collectivités). L'actualisation des critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts (ADF) portant sur le suivi des collectivités et de leur bien-être s'avère dès lors une avenue pertinente à explorer dans une perspective d'adaptation aux changements climatiques.

Cet essai présentera un aperçu de la contribution des travaux portant sur les critères et indicateurs d'ADF au Canada. Les limites associées à une conceptualisation étroite de ceux-ci seront ensuite exposées avant de formuler les recommandations politiques.

Les critères et indicateurs sous l'angle du développement durable. Lors du Sommet de la Terre de Rio de Janeiro en 1992, les gouvernements se sont politiquement engagés à mettre en œuvre le développement durable au sein de leurs États respectifs (Audet, 2017). La même année, deux initiatives phares visant à mesurer les progrès vers l'atteinte des objectifs de développement durable dans le secteur forestier ont été mises en place: (1) le Canada et onze autres pays définissaient des critères et indicateurs d'ADF lors du Processus de Montréal et le Programme des forêts modèles du Canada était créé. Dans la foulée, le Conseil canadien des ministres des forêts (CCMF) développait, en 1995, sa toute première série de critères et indicateurs adaptés au contexte canadien (CCMF, 2008a).

Issu d'une collaboration entre le milieu universitaire et le Service canadien des forêts (SCF), le Programme des forêts modèles a permis d'enrichir les connaissances sur les critères et indicateurs propres au bien-être des collectivités canadiennes dépendantes de la forêt (Beckley et al., 2002). En raison de difficultés opérationnelles (disponibilité de données à l'échelle du pays), ce sont surtout les indicateurs socio-économiques reliés à l'emploi dans le secteur forestier qui ont servi à identifier les collectivités forestières et ce, malgré les limites exposées par les chercheurs (Parkins et al., 2001; Stedman et al., 2011). Le rapport sur l'état des forêts (Ressources naturelles Canada, 2022), qui vise à rendre compte des progrès réalisés en matière d'ADF, emprunte toujours la même voie. Dans son chapitre portant sur les avantages que les forêts procurent à la population canadienne, le rapport stipule que les forêts fournissent « un habitat essentiel, de la nourriture, de l'énergie et des matériaux » en plus de procurer « d'importants services

environnementaux et des possibilités d'enrichissement spirituel et culturel » (p.53). Néanmoins, les indicateurs qui sont associés à ces avantages sont exclusivement économiques : revenu moyen du secteur forestier et emploi dans le secteur forestier. Les « communautés forestières », au nombre de 300, constituent également un indicateur et font référence à celles qui sont dépendantes de l'industrie forestière.

Les limites des critères et indicateurs d'ADF portant sur les collectivités forestières. Il y a deux grandes limites à la prépondérance des dimensions économiques dans les critères et indicateurs d'ADF qui portent sur les collectivités forestières. La première porte sur le caractère multi-dimensionnel des valeurs intrinsèques aux relations forêt-collectivité (Newton et al., 2016). En effet, les études de cas conduites par Beckley et al. (2007) à Terre-Neuve et en Alberta ont mis en exergue la diversité des valeurs partagées par les personnes qui habitent à proximité d'une forêt en soulignant au passage que l'environnement biophysique (lac, forêt, rivière, paysage), tout comme les interactions sociales (familles, amitiés, infrastructures, institutions) sont d'égale importance pour les sentiments de bien-être et de qualité de vie. Des critères et indicateurs de sélection des collectivités forestières basés sur une prise en compte intégrée des valeurs associées à la forêt feraient alors grimper le nombre de « communautés forestières » au-delà des 300 dénombrées dans le rapport sur l'état des forêts.

La seconde limite est liée au contexte des changements climatiques. Les collectivités forestières subissent des changements socio-écologiques complexes qui mettent en péril les multiples valeurs (pas seulement économiques) associées à la forêt. Les impacts engendrés par les épidémies de dendroctone du pin ponderosa (Kurz et al., 2008) et de dendroctone de l'épinette (Bentz et al., 2010), la sécheresse (Allen et al., 2010) et la hausse des feux de forêt (Flannigan et al., 2009; Gillett et al., 2004) ont été bien documentés en contexte canadien. Tel qu'avancé par Davidson et al. (2003), la proximité des collectivités à un environnement forestier sensible aux changements climatiques pose un risque pour les valeurs associées à la forêt que partagent les membres de ces communautés (p. 2253). Enfin, plusieurs communautés autochtones, qui partagent des croyances, des valeurs, des pratiques ancestrales et des connaissances façonnées par leur lien particulier avec la forêt (Wyatt, 2008), sont plus vulnérables aux impacts des changements climatiques, incluant l'insécurité alimentaire, la sécheresse, les feux de forêt et les menaces à leurs infrastructures (Townsend et al., 2020). Le rapport sur les enjeux nationaux dirigé par RNCAN (Warren et Lulham, 2021) stipule aussi que les impacts des changements climatiques tels que les évacuations dues à des feux de forêt ont davantage touché les petites collectivités et les collectivités

autochtones au cours des dernières années. Les changements climatiques démontrent ainsi la nécessité d'avoir des indicateurs d'ADF qui permettent d'identifier et de suivre ces communautés forestières vulnérables dans le temps.

Recommandations politiques. Outils de reddition de compte, les critères et indicateurs visent à mesurer les progrès vers l'atteinte des objectifs fixés par une panoplie de cadres d'action aux échelles nationale et internationale, dont la Stratégie fédérale de développement durable (Gouvernement du Canada, 2022a) et les Objectifs de développement durable (ODD) des Nations unies.

La principale recommandation qui découle de cet essai consiste à actualiser les critères et indicateurs d'ADF qui portent sur les collectivités. À titre de ministère dont la lettre de mandat accorde une place à la sécurité des collectivités, au développement durable et à l'adaptation aux changements climatiques, cette recommandation est formulée à Ressources naturelles Canada (RNCan). Elle offrirait ainsi un appui direct à sa stratégie ministérielle de développement durable 2020-2023 (Ressources naturelles Canada, 2020b) et au suivi des objectifs « terres et forêts gérées de façon durables » et « collectivités sûres et en santé ». Ces mesures ministérielles visent à rapporter les progrès du gouvernement fédéral à l'atteinte des ODD 11 (villes et communautés durables), 13 (mesures relatives à la lutte contre les changements climatiques) et 15 (vie terrestre). Cette mise à jour serait également en adéquation avec l'un des objectifs transversaux de la Stratégie nationale d'adaptation du Canada (Gouvernement du Canada, 2022b) qui porte sur la connaissance et la compréhension des changements qui « affectent les personnes et les collectivités aujourd'hui et à l'avenir » (p.30). Les deux sous-recommandations suivantes visent à opérationnaliser cette actualisation:

1. **Confier au Service canadien des forêts le mandat de cette révision.** L'actualisation des critères et indicateurs d'ADF doit s'opérer par des approches novatrices et intégrées qui juxtaposent les indicateurs spatiaux, socio-économiques et naturels pour accroître les connaissances entourant les collectivités forestières canadiennes. Les équipes de recherche du SCF sont bien positionnées pour collaborer avec des partenaires issus du milieu académique et gouvernemental dans le but de mener à bien ce vaste chantier. Les programmes de changements climatiques liés aux forêts, d'aménagement forestier durable et de données géospatiales essentielles constituent par ailleurs des sources d'information essentielles au sein de RNCan pour explorer l'éventail des données pertinentes.
2. **Créer une communauté de pratique internationale sur les critères et indicateurs d'ADF.** RNCan pourrait être le leader d'une communauté de pratique visant à partager les plus récentes innovations et connaissances entourant les critères et indicateurs d'ADF. Le rapport sur l'état des

forêts de RNCan constitue également une plateforme de choix pour faire rayonner les avancées dans le domaine. RNCan serait enfin bien outillé pour collaborer à une éventuelle mise à jour des cadres d'ADF du CCMF et du Processus de Montréal.

Conclusion. Cet essai postule qu'une meilleure représentativité des valeurs associées à la forêt dans les critères et indicateurs d'ADF portant sur les collectivités forestières est essentielle. L'actualisation de ceux-ci contribuerait, de manière élargie, à la compréhension des vulnérabilités des collectivités face aux changements climatiques. Les recommandations formulées dans cet essai visent donc à appuyer les objectifs du gouvernement fédéral en matière de changements climatiques et de développement durable.

CONCLUSION

L'adaptation aux changements climatiques constitue un champ de recherche qui s'est développé et consolidé au cours des dernières années. Lorsque j'ai rédigé mon examen de synthèse en 2013-2014, l'adaptation aux changements climatiques était présentée comme un objet de recherche émergent (Magnan, 2009b; Simonet, 2009). C'est le contexte dans lequel j'ai défini ma question de recherche initiale, qui tentait de comprendre comment et pourquoi certaines communautés dépendantes de la forêt (CDF) s'adaptent mieux que d'autres aux changements climatiques. Mon projet de thèse avait donc la capacité d'adaptation aux changements climatiques comme concept central. L'objectif était de mieux définir ce concept, d'en comprendre les attributs et les critères qui permettent de l'opérationnaliser. Près d'une dizaine d'années plus tard, le caractère ambiguë des concepts qui sont associés à l'adaptation aux changements climatiques, comme la vulnérabilité, la résilience, et la capacité d'adaptation demeure. Toutefois, au lieu d'être perçu comme un obstacle, le caractère vague et multidimensionnel de ces concepts a mené au développement de diverses façons pour définir et mesurer ces concepts (Roshani et al., 2022). Mon parcours doctoral s'inscrit donc dans ce contexte de bouillonnement des travaux portant sur l'adaptation aux changements climatiques.

Ma thèse témoigne de la démarche que j'ai adoptée comme chercheuse qui a tenté de se positionner dans le vaste champ de l'adaptation aux changements climatiques dans un programme de doctorat en sciences sociales appliquées. La démarche réflexive de recherche que j'ai adoptée, en prenant comme cas « appliqué » les CDF, a mené à la création d'un cadre de recherche de l'adaptation aux changements climatiques pertinent pour aborder l'adaptation des CDF. La recherche d'une épistémologie qui soit en adéquation avec ma volonté de comprendre l'adaptation des CDF, donc de mesurer le réel, tout en exposant les aspects normatifs de ma démarche m'a menée vers le réalisme critique (Benjaminsen et Svarstad, 2009; Pires, 1997). Cette posture était en adéquation avec ma volonté d'effectuer l'analyse de vulnérabilité présentée au chapitre 4, donc de tenter de comprendre les différentes dimensions (exposition, sensibilité et capacité d'adaptation) associées à la vulnérabilité. Les constats sur l'exposition des CDF par rapport à certains risques de perturbations (insectes ravageurs, feux et sécheresse) mettent en exergue la pertinence du réalisme. Même si les résultats pourraient être différents en fonction d'une meilleure modélisation des risques de perturbations, il n'en demeure pas moins qu'ils pointent vers une exposition accrue de certaines CDF par rapport aux effets néfastes des changements climatiques. L'approche de regroupement hiérarchique des CDF, basée sur des hypothèses de recherche, est donc tout

à fait cohérente avec la posture du réalisme critique. Lorsque l'on tient compte des dimensions normatives du réalisme critique l'avenue pour aborder les concepts plus sociaux comme la capacité d'adaptation a consisté à adopter une approche descriptive, c'est-à-dire à décrire la réalité à partir des balises et choix méthodologiques effectués. La posture de réalisme critique pousse ainsi à comprendre comment les concepts d'exposition, de capacité d'adaptation et de sensibilité mobilisés pour l'analyse de vulnérabilité peuvent être interprétés lorsque l'on respecte les limites de cette posture. L'approche que je mets de l'avant dans ma thèse consiste à adopter une démarche descriptive, qui clarifie les variables et indicateurs utilisés, et surtout, qui s'éloigne de la prémisse que les communautés qui « performant » bien avec les indicateurs et les index qui mesurent la capacité d'adaptation et la vulnérabilité sociale sont mieux en mesure de faire face aux risques environnementaux et sont, par ricochet, moins vulnérables (Yohe et Tol, 2002; Yoon, 2012). Une méta-analyse sur la capacité d'adaptation des systèmes socio-écologiques face aux changements climatiques a identifié 276 études qui avaient développé 64 types d'index ou de cadres ainsi que 37 mesures de proxy pour évaluer la capacité d'adaptation (Siders, 2019). Cette revue soulignait au passage qu'en dépit de l'usage plus fréquent de certains index comme la *Adaptive Capacity Wheel* (Gupta et al., 2010), le cadre des capitaux (Chen et al., 2015; Tinch et al., 2015) ou l'Index de développement humain (Brooks et al., 2005), la pratique la plus commune consiste à développer des indicateurs de capacité d'adaptation propres à l'étude de cas. Cette diversité des index pour évaluer la capacité d'adaptation est liée au caractère très contextuel du concept (Vincent, 2007). Quoi qu'il en soit, l'aspect critique de ma posture a fait en sorte que j'ai voulu me distancier des approches qui établissent un classement en fonction d'une performance (moyenne, faible, élevée) associée aux indicateurs des dimensions de la vulnérabilité. Puisque je décrivais des caractéristiques socio-économiques, à l'aide de variables et d'indicateurs qui offrent une vision pertinente, mais partielle de la réalité, il me semblait inconcevable d'accoler une valeur normative aux résultats obtenus.

Ma thèse tentait de comprendre les croisements sur les plans épistémologique, conceptuel, méthodologique et empirique, entre les dimensions sociales et naturelles propres à l'adaptation aux changements climatiques, qui offrent des perspectives pertinentes pour l'élaboration de stratégies d'adaptation aux changements climatiques des CDF au Canada. Cet angle peut sembler comme allant de soi dans le cadre d'une thèse, car le projet de thèse impose d'emblée une clarification de chacun de ces éléments. Or, ma question de recherche portait sur une notion centrale, qui rend ma démarche plus singulière : les croisements. L'exploration de la littérature sur la prise en compte, par les sciences sociales, des problématiques environnementales démontre bien qu'il existe de multiples façons d'entrevoir ces

croisements. La sociologie de l'environnement a même mis en son centre le débat sur la nécessité de l'interdisciplinarité (Jollivet, 2012; Picon, 2012) lorsqu'un problème environnemental est étudié. Par ailleurs, la question des croisements a aussi été au centre de ma démarche de doctorante, en ayant un directeur de thèse au Département de sciences sociales et un au Département de sciences naturelles. En fin de parcours, il m'apparaît plus clair que ma démarche a consisté à concevoir mon sujet de thèse comme un objet socio-naturel (Picon, 2012) dont il fallait comprendre les processus sociaux et naturels. Ma thèse met donc de l'avant un cadre de recherche cohérent, qui peut servir de balise à quiconque effectue une recherche sur l'adaptation aux changements climatiques.

Enfin, il me semble important de souligner une contribution importante de la thèse. Effectivement, l'éclairage conceptuel effectué et le travail de réflexion sur les variables et indicateurs pour décrire la vulnérabilité des CDF face aux changements climatiques permet d'effectuer des croisements empiriques, entre des données sociales (indicateurs associés à la capacité d'adaptation) et des données qui décrivent les systèmes naturels (risques de perturbations des écosystèmes forestiers). Ces croisements ont le potentiel de fournir des renseignements, à l'échelle des CDF, qui pourront donner des pistes pour l'élaboration de stratégies d'adaptation aux changements climatiques. Une autre contribution importante de la thèse réside dans la clarification de la notion de dépendance envers la forêt et de l'élaboration de variables et indicateurs qui capturent un éventail plus large de valeurs associées à la forêt. Les futures recherches en adaptation aux changements climatiques des CDF pourraient continuer le travail sur la définition des critères et indicateurs, clarifier les convergences entre la notion de durabilité et d'adaptation, et en élaborer d'autres pour capturer la résilience des communautés. Des études de cas, à l'échelle des communautés offrirait également une meilleure perspective sur le potentiel des variables et des indicateurs comme outils d'élaboration de stratégies d'adaptation aux changements climatiques.

ANNEXE A

Variables et indicateurs de la sensibilité

Tableau 5-1. Variables et indicateurs de la sensibilité utilisés pour l'analyse de vulnérabilité

Variable	Proximity to forest
Indicator	Forest cover within. A 25 km radius from the center of the CSD
Data	Area with a forest cover at the CSD level Total Land area of the CSD
Operation	Area characterized by forest cover / total land area
Explanation	% of the CSD that has forest cover within a 25 km radius from the center of the CSD.
Unit	%
Data source	National Forest Inventory (NFI)
Spatial	CSD
Definition/notes	A first set of indicators included the proportion within a 10, 25 and 50 km radius. Due to high correlation between indicators so we decided to keep only the 25 km radius. Also, there was also an indicator capturing the forest cover for the entire CSD. However both indicators (25km radius and CSD-level) were correlated. To ensure consistency with protected area and indigenous tenure data, we decided to keep this indicator.
Reference	Beaudoin, A., P. Bernier, L. Guindon, P. Villemaire, X. Guo, G. Stinson, et al., 2014, Mapping attributes of Canada's forests at moderate resolution through k NN and MODIS imagery. Canadian Journal of Forest Research, 44(5), 521-532.
Link	https://cdnsciencepub.com/doi/10.1139/cjfr-2013-0401
Variable	Economic
Indicator	Employment in forest sector
Data	321 Wood product manufacturing 322 Paper manufacturing 113 Forestry and logging 1153 Support activities for forestry Total- labour force aged 15 years and over
Operation	$(113+1153+321+322)/\text{Total labour force aged 15 years and over}$
Explanation	Proportion of employment in the forest sector on the population age 15 years and over.
Unit	%
Data source	NAICS
Spatial	CSD
Definition/notes	NAICS structure is available at the following link: https://www150.statcan.gc.ca/n1/en/pub/12-501-x/12-501-x2016001-eng.pdf?st=JUP3bAig
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-400-X2016290
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/dt-td/Rp-eng.cfm?TABID=2&LANG=E&A=R&APATH=3&DETAIL=0&DIM=0&FL=A&FREE=0&GC=01&GL=-1&GID=1341679&GK=1&GRP=1&O=D&PID=110695&PRID=10&PTYPE=109445&S=0&SHOWALL=0&SUB=0&Temporal=2017&THEME=124&VID=0&VNAMEE=&VNAMEF=&D1=0&D2=0&D3=0&D4=0&D5=0&D6=0
Variable	Recreational (cultural and economic)
Indicator	Employment in accomodations and food services
Data	72 accomodation and food services Total - Labour force aged 15 years and over
Operation	$\text{Employment in NAICS 72}/\text{Total labour force}$

Explanation	% of people aged 15 years and over employed in accomodation and food services
Unit	%
Data source	NAICS
Spatial	CSD
Definition/notes	NAICS structure is available at the following link: https://www150.statcan.gc.ca/n1/en/pub/12-501-x/12-501-x2016001-eng.pdf?st=JUP3bAajg
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-400-X2016290
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/dt-td/Rp-eng.cfm?TABID=2&LANG=E&A=R&APATH=3&DETAIL=0&DIM=0&FL=A&FREE=0&GC=01&GL=-1&GID=1341679&GK=1&GRP=1&O=D&PID=110695&PRID=10&PTYPE=109445&S=0&SHOWALL=0&SUB=0&Temporal=2017&THEME=124&VID=0&VNAMEE=&VNAMEF=&D1=0&D2=0&D3
Indicator	Protected land within a 25 km radius from the center of the CSD
Data	Total land area of the CSD Area of protected lands in Canada
Operation	GIS Calculation
Explanation	% of the CSD that is located in a protected area within a 25 km radius from the center of
Unit	%
Data source	BDCAP
Spatial	CSD
Definition/notes	A first set of indicators included the proportion within a 10, 25 and 50 km radius. Due to
Reference	Canadian Protected and Conserved Areas Database (CPCAD). Government of Canada; Environment and Climate Change Canada; Canadian Wildlife Service
Link	https://open.canada.ca/data/en/dataset/6c343726-1e92-451a-876a-76e17d398a1c
Variable	Traditional/cultural
Indicator	Indigenous identity
Data	Total – population of the CSD Indigenous Identity (CSD)
Operation	Persons that have an indigenous identity/total population
Explanation	Proportion of the population that declared having an indigenous identity.
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Definition/notes	Aboriginal identity' refers to whether the person identified with the Aboriginal peoples of Canada. This includes those who are First Nations (North American Indian), Métis or Inuk (Inuit) and/or those who are Registered or Treaty Indians (that is, registered under the Indian Act of Canada), and/or those who have membership in a First Nation or Indian band. Aboriginal peoples of Canada are defined in the Constitution Act, 1982, Section 35 (2) as including the Indian, Inuit and Métis peoples of Canada. https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/pop001-eng.cfm
Reference	Statistics Canada, 2017. Census of Population, Statistics Canada, Catalogue 98-402-X2016009
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/hlt-fst/abo-aut/Table.cfm?Lang=Eng&T=104&S=86&O=A
Indicator	Indigenous tenure within a 25 km radius form the center of the CSD
Data	Total land area of the CSD Area under indigenous tenure in Canada
Operation	Area under Indigenous tenure in the CSD / Total CSD area
Explanation	% of the CSD that is located in an Indigenous land within a 25 km radius from the center of the CSD
Unit	%
Data source	Natural Resources Canada

	Statistics Canada
Spatial	CSD
Definition/notes	A first set of indicators included the proportion within a 10, 25 and 50 km radius. Due to high correlation between indicators so we decided to keep only the 25 km radius
Reference	Natural Resources Canada. Aboriginal Land of Canada Legislative Boundaries Statistics Canada, 2016. Census - Boundary Files
Link	https://ouvert.canada.ca/data/fr/dataset/522b07b9-78e2-4819-b736-ad9208eb1067 https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2011/geo/bound-limit/bound-limit-2016-eng.cfm

ANNEXE B

Variables et indicateurs de l'exposition

Tableau 5-2. Variables et indicateurs de l'exposition utilisés pour l'analyse de vulnérabilité

Variable	Drought
Indicator	1981-2010 / 2011-2040 / 2041-2070 / 2071-2100
Data	Volume of wood at risk of drought for 1981-2010 Volume of wood at risk of drought for 2011-2040 Volume of wood at risk of drought for 2041-2070 Volume of wood at risk of drought for 2071-2100
Explanation	Volume of wood at risk of drought
Unit	Cubic meter / hectare
Spatial	CSD
Reference	Boucher, D., Y. Boulanger, I. Aubin, P. Y. Bernier, A. Beaudoin, L. Guindon, et al., 2018, Current and projected cumulative impacts of fire, drought, and insects on timber volumes across Canada. <i>Ecological Applications</i> , 28(5), 1245-1259.
Link	https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/eap.1724?casa_token=20u4hW DwxAAAAAAAA:Lz9s40tu0IO6YDYQWbmK4EZb8L4bOy45G_u8GINBnqygh1rybbXa2sitvuQTTfa pKo-aqH-ZrNU2hkW
Variable	Spruce budworm (SBW)
Indicator	1981-2010 / 2011-2040 / 2041-2070 / 2071-2100
Data	Volume of wood at risk of SBW for 1981-2010 Volume of wood at risk of SBW for 2011-2040 Volume of wood at risk of SBW for 2041-2070 Volume of wood at risk of SBW for 2071-2100
Explanation	Volume of wood at risk of SBW
Unit	Cubic meter / hectare
Spatial	CSD
Reference	Boucher, D., Y. Boulanger, I. Aubin, P. Y. Bernier, A. Beaudoin, L. Guindon, et al., 2018, Current and projected cumulative impacts of fire, drought, and insects on timber volumes across Canada. <i>Ecological Applications</i> , 28(5), 1245-1259.
Link	https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/eap.1724?casa_token=20u4hW DwxAAAAAAAA:Lz9s40tu0IO6YDYQWbmK4EZb8L4bOy45G_u8GINBnqygh1rybbXa2sitvuQTTfa pKo-aqH-ZrNU2hkW
Variable	Mountain pine beetle (MPB)
Indicator	1981-2010 / 2011-2040 / 2071-2100
Data	Volume of wood at risk of MPB for 1981-2010 Volume of wood at risk of MPB for 2011-2040 Volume of wood at risk of MPB for 2071-2100
Explanation	Volume of wood at risk of MPB
Unit	Cubic meter / hectare
Spatial	CSD
Reference	Boucher, D., Y. Boulanger, I. Aubin, P. Y. Bernier, A. Beaudoin, L. Guindon, et al., 2018, Current and projected cumulative impacts of fire, drought, and insects on timber volumes across Canada. <i>Ecological Applications</i> , 28(5), 1245-1259.
Link	https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/eap.1724?casa_token=20u4hW DwxAAAAAAAA:Lz9s40tu0IO6YDYQWbmK4EZb8L4bOy45G_u8GINBnqygh1rybbXa2sitvuQTTfa pKo-aqH-ZrNU2hkW

Variable	Forest fires
Indicator	1981-2010 / 2011-2040
Data	Propability to burn 1981-2010 Forest biomass Probability to burn 2011-2040
Operation	Current probability to burn * biomass Future probability to burn 2011-2040 * biomass
Explanation	Volume of wood at risk of wildfires
Unit	Cubic meter / hectare
Spatial	CSD
Reference	Boucher, D., Y. Boulanger, I. Aubin, P. Y. Bernier, A. Beaudoin, L. Guindon, et al., 2018, Current and projected cumulative impacts of fire, drought, and insects on timber volumes across Canada. <i>Ecological Applications</i> , 28(5), 1245-1259.
Link	https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/eap.1724?casa_token=20u4hWDwxbAAAAAA:Lz9s40tu0IO6YDYQWbmK4EZb8L4bOy45G_u8GINBnqygh1rybbXa2situQTTfa pKo-aqH-ZrNU2hkW
Variable	Latitude
Indicator	Latitude
Data	Latitude coordinate at the center of the CSD
Spatial	CSD
Reference	QGIS 3.28.9 Firenze

ANNEXE C

Variables et indicateurs de la capacité d'adaptation

Tableau 5-3 Variables et indicateurs de capacité d'adaptation pour l'analyse de vulnérabilité

Variable	Financial precarity
Indicator	Population in private households with a low income after tax (LIM-AT)
Data	Number of persons in private households in a low income situation Population 2016
Operation	Number of persons in a low income situation / population
Explanation	Proportion of the population living with a low income using the low-income measure after tax (LIM-AT)
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Definition/notes	The Low-income measure, after tax, refers to a fixed percentage (50%) of median adjusted after-tax income of private households. The household after-tax income is adjusted by an equivalence scale to take economies of scale into account. This adjustment for different household sizes reflects the fact that a household's needs increase, but at a decreasing rate, as the number of members increases. https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/fam021-eng.cfm
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-402-X2016006
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/dt-td/Rp-eng.cfm?LANG=E&APATH=3&DETAIL=0&DIM=0&FL=A&FREE=0&GC=0&GID=0&GK=0&GRP=1&PID=110261&PRID=10&PTYPE=109445&S=0&SHOWALL=0&SUB=0&Temporal=2016&THEME=119&VID=0&VNAMEE=&VNAMEF=
Indicator	Social assistance benefits
Data	Population aged 15 years and over that receives income from social assistance benefits Population aged 15 years and over (active population)
Operation	Population aged 15 years and over that receive income from social assistance benefits / Population aged 15 years and over
Explanation	Proportion of the population that receives income from social assistance benefits
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Definition/notes	Social assistance benefits - All social assistance payments received by persons in need during the reference period. On the basis of need, eligible social assistance recipients may receive assistance to cover the cost of food, shelter, clothing and other daily necessities. Other allowances may also be granted to persons with special needs or circumstances, such as elderly persons, persons with disabilities, single-parent families and persons with barriers to employment. https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/pop213-eng.cfm
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-400-X2016119.
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/dt-td/Rp-eng.cfm?LANG=E&APATH=3&DETAIL=0&DIM=0&FL=A&FREE=0&GC=0&GID=0&GK=0&GRP=1&PID=110261&PRID=10&PTYPE=109445&S=0&SHOWALL=0&SUB=0&Temporal=2016&THEME=119&VID=0&VNAMEE=&VNAMEF=
Indicator	Shelter-cost-to-income ratio (owners)

Data	Total – Households Households spending 30% or more of income on shelter costs
Operation	Households (owners) that spend 30% or more of their income for shelter/total households
Explanation	Proportion of households (owners) that spend 30% or more of their before-tax income for housing
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Definition/notes	'Shelter-cost-to-income ratio' refers to the proportion of average total income of household which is spent on shelter costs. https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/households-menage028-eng.cfm
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-400-X2016229
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/dt-td/Ap-eng.cfm?LANG=E&APATH=3&DETAIL=0&DIM=0&FL=A&FREE=0&GC=0&GID=0&GK=0&GRP=1&PID=110573&PRID=10&PTYPE=109445&S=0&SHOWALL=0&SUB=0&Temporal=2017&THEME=121&VID=0&VNAMEE=&VNAMEF=
Indicator	Shelter-cost-to-income ratio (renters)
Data	Total households Households spending 30% or more of income on shelter costs
Operation	Households (Renters) that spend 30% or more of their income for shelter/total households
Explanation	Proportion of households (renters) that spend 30% or more of their before-tax income for housing
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Definition/notes	'Private household' refers to a person or group of persons who occupy the same dwelling and do not have a usual place of residence elsewhere in Canada or abroad. https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/households-menage028-eng.cfm
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-400-X2016229
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/dt-td/Rp-eng.cfm?LANG=E&APATH=3&DETAIL=0&DIM=0&FL=A&FREE=0&GC=0&GID=0&GK=0&GRP=1&PID=110573&PRID=10&PTYPE=109445&S=0&SHOWALL=0&SUB=0&Temporal=2017&THEME=121&VID=0&VNAMEE=&VNAMEF=
Variable	Employment
Indicator	Unemployment rate
Data	Unemployment rate
Explanation	Proportion of unemployed people with the active population (population aged 15 years and over)
Unit	%
Data source	Statistics Canada
spatial	CSD
Definition/notes	Refers to the unemployed expressed as a percentage of the labour force in the week of Sunday, May 1 to Saturday, May 7, 2016. https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/pop125-eng.cfm
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-400-X2016365.

Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/dt-td/Rp-eng.cfm?TABID=2&LANG=E&A=R&APATH=3&DETAIL=0&DIM=0&FL=A&FREE=0&GC=01&GL=-1&GID=1257309&GK=1&GRP=1&O=D&PID=112134&PRID=10&PTYPE=109445&S=0&SHOWALL=0&SUB=0&Temporal=2017&THEME=124&VID=0&VNAMEE=&VNAMEF=&D1=0&D2=0&D3=0&D4=0&D5=0&D6=0
Indicator	Employment rate
Variable	Employment
Indicator	Employment rate
Data	Employment rate
Explanation	Proportion of jobs with the active population (aged 15 years and over)
Unit	%
Data source	Statistics Canada
spatial	CSD
Definition/notes	Refers to the number of persons employed in the week of Sunday, May 1 to Saturday, May 7, 2016, expressed as a percentage of the total population aged 15 years and over. https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/pop029-eng.cfm
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-400-X2016365.
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/dt-td/Rp-eng.cfm?TABID=2&LANG=E&A=R&APATH=3&DETAIL=0&DIM=0&FL=A&FREE=0&GC=01&GL=-1&GID=1257309&GK=1&GRP=1&O=D&PID=112134&PRID=10&PTYPE=109445&S=0&SHOWALL=0&SUB=0&Temporal=2017&THEME=124&VID=0&VNAMEE=&VNAMEF=&D1=0&D2=0&D3=0&D4=0&D5=0&D6=1
Variable	Household precarity
Indicator	One-person households
Data	Total - Private households One-person households
Operation	One-person households/ Total - Private households
Explanation	Proportion of households composed of a single-person
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Definition/notes	Person' refers to an individual and is the unit of analysis for most social statistics https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/pop183-eng.cfm
Reference	Statistics Canada. 2017. Families, Households and Marital Status Highlight Tables. 2016 Census.
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/hltfst/fam/Table.cfm?Lang=E&T=24&Geo=00
Indicator	Lone-parent households
Data	Total - Private households Lone-parent households
Operation	Lone parent households/total private households
Explanation	Proportion of lone parent households within a CSD
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Reference	Statistics Canada. 2017. Families, Households and Marital Status Highlight Tables. 2016 Census.
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/hltfst/fam/Table.cfm?Lang=E&T=24&Geo=00
Variable	Housing conditions

Indicator	Housing suitability (size)
Data	Total - Housing suitability Number of not suitable housing
Operation	number of not suitable housing/ Total housing suitability
Explanation	Proportion of households that live in a not suitable housing in terms of size
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Definition/notes	'Housing suitability' refers to whether a private household is living in suitable accommodations according to the National Occupancy Standard (NOS); that is, whether the dwelling has enough bedrooms for the size and composition of the household. A household is deemed to be living in suitable accommodations if its dwelling has enough bedrooms, as calculated using the NOS https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/households-menage029-eng.cfm
Reference	Statistics Canada, 2017 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-402-X2016008
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/hlt-fst/housing-logement/Table.cfm?Lang=E&T=24&Geo=00&SP=1&view=1&housing=3
Indicator	Dwelling needing major repairs
Data	Total -Dwellings (households) Dwellings with major repairs needed
Operation	Dwellings with major repairs needed / number of dwellings (households)
Explanation	Proportion of households that live in a dwelling that needs major repairs
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Definition/notes	'Dwelling condition' refers to whether the dwelling is in need of repairs. This does not include desirable remodelling or additions. https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/dwelling-logements003-eng.cfm
Reference	Statistics Canada, 2017 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-402-X2016008
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/hlt-fst/housing-logement/Table.cfm?Lang=E&T=14&Geo=00&SP=1&view=1&dwelling=4#fn1
Variable	Local demographics
Indicator	Population density
Data	Population density 2016
Operation	Population totale / Superficie de la zone géographique
Explanation	Population per km2
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Definition/notes	Population density is the number of persons per square kilometre https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/geo034-eng.cfm
Reference	Statistics Canada Catalogue no. 98-402-X2016001. Ottawa. Released February 8, 2017.
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/hlt-fst/pd-pl/Table.cfm?Lang=Eng&T=301&S=3&O=D
Indicator	Population aged 65 years and over
Data	Population 2016 Population 65 years and over

Operation	Population 65 years and over / population 2016
Explanation	Proportion of the population aged 65 years and over on the total population of the CSD
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-400-X2016004
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/dt-td/Rp-eng.cfm?LANG=E&APATH=3&DETAIL=0&DIM=0&FL=A&FREE=0&GC=0&GID=0&GK=0&GRP=1&PID=109526&PRID=10&PTYPE=109445&S=0&SHOWALL=0&SUB=0&Temporal=2016&THEME=115&VID=0&VNAMEE=&VNAMEF=
Indicator	Average age
Data	Average age
Operation	none
Unit	Years
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Definition/notes	'Age' refers to the age of a person (or subject) of interest at last birthday (or relative to a specified, well-defined reference date). https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/pop005-eng.cfm
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-400-X2016004
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/dt-td/Rp-eng.cfm?LANG=E&APATH=3&DETAIL=0&DIM=0&FL=A&FREE=0&GC=0&GID=0&GK=0&GRP=1&PID=109526&PRID=10&PTYPE=109445&S=0&SHOWALL=0&SUB=0&Temporal=2016&THEME=115&VID=0&VNAMEE=&VNAMEF=
Indicator	Population growth (variation)
Data	Change of population (%) between the population of 2011 and 2016 census
Operation	none
Explanation	Variation of population between the 2011 and 2016 census
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Reference	Statistics Canada, 2017 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-402-X2016001
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/hlt-fst/pd-pl/Tableau.cfm?Lang=Fra&T=301&S=3&O=D
Indicator	Land located in an urban area (StatCan population centers)
Data	Shapefiles of CSD Shapefiles of population centers
Operation	% of the land area within a 25 km radius from the center of the CSD that is located in a population center (urban area)
Explanation	Proportion of the land area within a 25 km radius from the center of the CSD that comprises a population center area
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD, population centers
Definition/notes	A population centre (POPCTR) has a population of at least 1,000 and a population density of 400 persons or more per square kilometre, based on population counts from the current Census of Population. All areas outside population centres are classified as rural areas. https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/geo049a-eng.cfm

Reference	Statistics Canada, 2016. Census - Boundary Files
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2011/geo/bound-limit/bound-limit-2016-eng.cfm
Indicator	Land located in a village area (StatCan designated places)
Data	Shapefiles of CSD Shapefiles of designated localities
Operation	% of the land area within a 25 km radius from the center of the CSD that is located in a designated locality
Explanation	Proportion of the land area within a 25 km radius from the center of the CSD that comprises a designated place area
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD, designated places
Definition/notes	Usually a small community that does not meet the criteria used to define municipalities or population centres (areas with a population of at least 1,000 and a density of 400 persons per square kilometre). Designated places are created by provinces and territories, in cooperation with Statistics Canada, to provide data for submunicipal areas. https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/geo018-eng.cfm
Reference	Statistics Canada, 2016. Census - Boundary Files
Link	
Indicator	Land located neither in an urban nor a rural area
Data	Shapefiles of CSD
Operation	% of the land area within a 25 km radius from the center of the CSD that is located neither in a population center nor a designated locality
Explanation	Proportion of the land area within a 25 km radius from the center of the CSD that comprises neither a designated place nor a population center area
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD, population centers, designated places
Definition/notes	A calculation was done because some DP and PC were located on more than one CSD. The DP and PC area was therefore splitted and shared among the different CSD.
Reference	Statistics Canada, 2016. Census - Boundary Files
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2011/geo/bound-limit/bound-limit-2016-eng.cfm
Variable	Social cohesion
Indicator	Employment in religious, grant-making, civic and professional and similar organizations
Data	813 Religious, grant-making, civic and professional and similar organizations Total labour force aged 15 years and over
Operation	Employment 813 / Total - Labour force
Explanation	Proportion of the population employed in religious, grant-making, civic and professional and similar organizations on the total labour force (population aged 15 years and over)
Unit	%
Data source	NAICS
Spatial	CSD
Definition/notes	NAICS structure is available at the following link: https://www150.statcan.gc.ca/n1/en/pub/12-501-x/12-501-x2016001-eng.pdf?st=JUP3bAig
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-400-X2016290
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/dt-td/Rp-eng.cfm?TABID=2&LANG=E&A=R&APATH=3&DETAIL=0&DIM=0&FL=A&FREE=0&GC=01&GL=-1&GID=1341679&GK=1&GRP=1&O=D&PID=110695&PRID=10&PTYPE=109445&S=0&SHOWA

	LL=0&SUB=0&Temporal=2017&THEME=124&VID=0&VNAMEE=&VNAMEF=&D1=0&D2=0&D3=0&D4=0&D5=0&D6=0
Variable	Education
Indicator	Education without a diploma
Data	Total - Highest certificate, diploma or degree No certificate, diploma or degree
Operation	Population with no certificate, diploma or degree / Total - highest certificate, diploma or degree
Explanation	Proportion of people with an education without a degree on the total population
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-402-X2016010.
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/hlt-fst/edu-sco/Table.cfm?Lang=E&T=14&Geo=00&View=2&Age=2
Indicator	High school diploma or equivalency certificate
Data	Total - Highest certificate, diploma or degree Secondary (high) school or equivalency certificate
Operation	Population with a secondary (high) school diploma or equivalency certificate / Total -highest certificate, diploma or degree
Explanation	Proportion of people with a secondary education on the total population
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Definition/notes	'High school diploma or equivalency certificate' includes persons who have completed the requirements for graduation from a secondary school or an equivalency certificate, but no postsecondary certificate, diploma or degree. https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/pop038-eng.cfm
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-402-X2016010.
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/hlt-fst/edu-sco/Table.cfm?Lang=E&T=14&Geo=00&View=2&Age=2
Indicator	Post-secondary diploma
Data	Total - Highest certificate, diploma or degree College, CEGEP or other non-university certificate or diploma
Operation	Population with a college, CEGEP or other non-university certificate or diploma / Total - highest certificate, diploma or degree
Explanation	Proportion of people with a college diploma on the total population
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Definition/notes	College, CEGEP and other non-university certificates or diplomas are obtained from: a community college; a CEGEP (both general and technical); an institute of technology; a school of nursing; a private business school; a private or public trade school; or a vocational school. Included in this category are teaching and nursing certificates awarded by provincial departments of education, with the exception of teachers' or nurses' qualifications obtained at university-affiliated faculties of education or nursing. College certificates or diplomas of two years or more usually have a minimum entrance requirement of a secondary (high) school diploma or its equivalent. https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/pop038-eng.cfm

Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-402-X2016010.
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/hlt-fst/edu-sco/Table.cfm?Lang=E&T=14&Geo=00&View=2&Age=2
Indicator	University diploma
Data	Total - Highest certificate, diploma or degree University certificate, diploma or degree at bachelor or above
Operation	Population with a university certificate, diploma or degree / Total - highest certificate, diploma or degree
Explanation	Proportion of people with an university diploma on the total population
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Definition/notes	University degrees are obtained through universities and other degree-granting institutions, including degree-granting colleges. https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/pop038-eng.cfm
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-402-X2016010.
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/hlt-fst/edu-sco/Table.cfm?Lang=E&T=14&Geo=00&View=2&Age=2
Variable	Economic diversity
Indicator	Importance of forest industry in the primary sector
Data	11 Agriculture, forestry, fishing and hunting 113 Forestry and logging 1153 Support activities for forestry 21 Mining, quarrying, and oil and gas extraction
Operation	$(113+1153)/(11+21)$
Explanation	Proportion of the forest sector on the primary sector extraction employment (mining, agriculture, forestry, fishing and hunting)
Unit	%
Data source	NAICS
Spatial	CSD
Definition/notes	NAICS structure is available at the following link: https://www150.statcan.gc.ca/n1/en/pub/12-501-x/12-501-x2016001-eng.pdf?st=JUP3bAjg
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-400-X2016290
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/dt-td/Rp-eng.cfm?TABID=2&LANG=E&A=R&APATH=3&DETAIL=0&DIM=0&FL=A&FREE=0&GC=01&GL=-1&GID=1341679&GK=1&GRP=1&O=D&PID=110695&PRID=10&PTYPE=109445&S=0&SHOWALL=0&SUB=0&Temporal=2017&THEME=124&VID=0&VNAMEE=&VNAMEF=&D1=0&D2=0&D3=0&D4=0&D5=0&D6=0
Indicator	Sector (primary, transformation, services) diversity
Data	11 Agriculture, forestry, fishing and hunting (primary) 21 Mining, quarrying, and oil and gas extraction (primary) 31-33 Manufacturing (transformation) 23 Construction (transformation) 22 Utilities (services) 61 Educational services (services) 62 Health care and social assistance (services) 91 Public Administration (services)
Operation	$(PropPrimary * LOG primary) + (PropTransfo * LOG Transfo) + (PropService * LOG Service)$

Explanation	Diversity of employment in the 1st (primary), 2nd (transformation) and 3rd (services) sectors. Results are expressed between 0 and 1. The lower the value, the more diversity it will represent and reversely.
Unit	%
Data source	NAICS
Spatial	CSD
Definition/notes	NAICS structure is available at the following link: https://www150.statcan.gc.ca/n1/en/pub/12-501-x/12-501-x2016001-eng.pdf?st=JUP3bAjg
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-400-X2016290
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/dt-td/Rp-eng.cfm?TABID=2&LANG=E&A=R&APATH=3&DETAIL=0&DIM=0&FL=A&FREE=0&GC=01&GL=-1&GID=1341679&GK=1&GRP=1&O=D&PID=110695&PRID=10&PTYPE=109445&S=0&SHOWALL=0&SUB=0&Temporal=2017&THEME=124&VID=0&VNAMEE=&VNAMEF=&D1=0&D2=0&D3=0&D4=0&D5=0&D6=0
Variable	Resources
Indicator	Presence of health care and social assistance enterprises
Data	Total enterprises health care and social assistance (61) Total number of enterprises
Operation	61 health care and social assistance enterprises + 62 educational services enterprises/total enterprises
Explanation	Proportion of health care and social assistance, and educational services enterprises
Unit	%
Data source	NAICS/Business register data
Spatial	CSD
Definition/notes	NAICS structure (will all the enterprise categories) at the following link: https://www150.statcan.gc.ca/n1/en/pub/12-501-x/12-501-x2016001-eng.pdf?st=JUP3bAjg
Reference	Statistics Canada, 2017. Business Register.
Link	https://www23.statcan.gc.ca/imdb/p2SV.pl?Function=getSurvey&Id=348569
Indicator	Presence of educational services enterprises
Data	Total enterprises educational services (62) Total number of enterprises
Operation	enterprises education services / total enterprises
Explanation	Proportion of health care and social assistance, and educational services enterprises
Unit	%
Data source	NAICS/Business register data
Spatial	CSD
Definition/notes	NAICS structure (will all the enterprise categories) at the following link: https://www150.statcan.gc.ca/n1/en/pub/12-501-x/12-501-x2016001-eng.pdf?st=JUP3bAjg
Reference	Statistics Canada, 2017. Business Register.
Link	https://www23.statcan.gc.ca/imdb/p2SV.pl?Function=getSurvey&Id=348569
Variable	Cultural diversity
Indicator	Linguistic minorities (spoken language)
Data	Total - Knowledge of official languages Neither English nor French
Operation	population that speak neither French nor English / total- knowledge of official language
Explanation	Proportion of the population that does not speak French or English
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD

Definition/notes	Refers to the ability of the individual to conduct a conversation in neither English nor French at the time of the census
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-402-X2016005
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/hltfst/lang/Table.cfm?Lang=E&T=24&Geo=00
Indicator	Immigration
Data	Total – population Immigrants
Operation	Immigrants / total population
Explanation	Proportion of the population that is, or who has ever been, landed immigrants or permanent residents
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Definition/notes	'Immigrant' refers to a person who is, or who has ever been, a landed immigrant or permanent resident. Such a person has been granted the right to live in Canada permanently by immigration authorities. Immigrants who have obtained Canadian citizenship by naturalization are included in this group. https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/pop221-eng.cfm
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-402-X2016007
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/hltfst/imm/Table.cfm?Lang=E&T=14&Geo=00

RÉFÉRENCES), it strives to support the assessment of adaptive capacity in a diversity of contexts. Second, it provides guidance on how to build an operational definition of adaptive capacity coherent with the research questions and objectives at stake. Indeed, since it is not a concept that can be directly measured, adaptive capacity needs to be translated into an operational definition that will highlight the dimensions to assess. Attributes of governance systems that enhance capacities to adapt are highlighted in this second step. Third, this chapter seeks to demonstrate how an operational framework of climate change adaptive capacity that integrates multiple epistemic, spatial, and temporal dimensions can be developed. By using the suggested steps, it is possible to discuss the importance of adopting a reflective attitude with regards to climate change adaptive capacity assessments. In conclusion, this chapter argues that normative dimensions and policy considerations are paramount elements in guiding the design of adaptive capacity assessments.

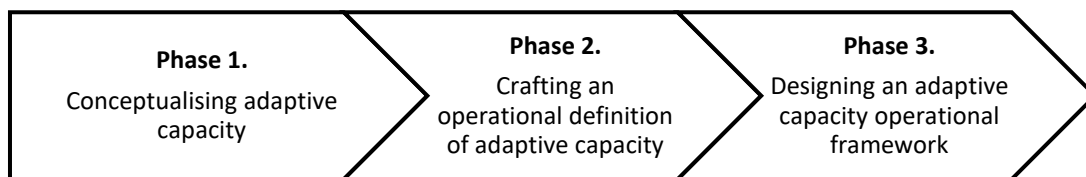


Figure 4-1. Three-step adaptive capacity operational process

4.5 Step One: Conceptualising Adaptive Capacity

Two broad approaches, namely the development and resilience studies are used as a baseline to understand the multiple views from which to conceptualise adaptive capacity. Understanding them leads the way towards making reflexive choices in crafting an operational definition of adaptive capacity.

4.5.1 Contribution from Development Studies

Development studies have mostly focused on the vulnerability of human populations to risk and natural hazards. The concept of vulnerability is thus central and takes its roots from the studies on risk, constructivism, human ecology, and political economy (Janssen et al., 2006; Miller et al., 2010). Research objectives of studies adopting a vulnerability perspective are usually to identify the countries and regions where resources needed to adapt are lacking (Hinkel, 2011). Marino (2015) explains that the concept of

vulnerability can be situated on a continuum starting from an exclusive focus on environmental and biophysical variables and moving towards perspectives centered on social variables.

An operational definition of adaptive capacity under this perspective focuses on the determinants and attributes that are assessed at a given scale (spatial, temporal) for a given social group (individuals, households, communities, regions, countries, etc.). Social science theories and models facilitated their identification and understanding. Without considering vulnerability solely as an effect of the social conditions characterising a system, a development perspective to vulnerability nevertheless implies that the inherent social dimensions of adaptive capacity, combined with the effect of environmental conditions (exposition and sensitivity) are having an impact on the overall vulnerability of a system. Thus, adaptive capacity can be perceived as the 'ability or capacity of a system to modify or change its characteristics or behavior so as to cope better with existing or anticipated external stresses' (Adger et al., 2005a: 34). This definition distinguishes coping capacity and adaptive capacity: the first is perceived as a short-term ability whereas the second refers to an ability to pursue long-term adaptation strategies (Kofinas et al., 2013; Smit et Wandel, 2006). Therefore, adaptive capacity depends on the close and intertwined relation between hazards and timescales (Brooks et al., 2005). In sum, this conceptual approach is often tied to an epistemic static vision of adaptive capacity, meaning that adaption is assessed at a specific spatial and temporal scale.

4.5.2 Contributions from Resilience Studies

Resilience is a concept that has been widely used in ecology and conceptualised according to many paradigms (Folke, 2006). The paradigm of the resilience of social-ecological systems (SES) puts forward the idea that a clear distinction between social and ecological systems is arbitrary, considering the strong interaction between the two (Berkes et Folke, 1998). In this type of analysis, the focus is on dynamic processes and circular loops that can lead to the understanding and solving of environmental problems. The stability of SES dynamics emerges from the complementarity of three attributes: resilience, transformability, and adaptability (Walker et al., 2006; Walker et al., 2004). Within an SES approach, adaptive capacity is tied to the concept of adaptability, which corresponds essentially to the collective capacity of human actors to influence (by managing) the resilience of a system (Walker et al., 2004).

Theoretical contributions that influenced this approach include the studies on community resilience (Berkes et Ross, 2013; Kelly et al., 2015) community-based management (del Mar Delgado-Serrano et al.,

2015), and social resilience (Adger, 2000). The latter is closely related to the concept of adaptive capacity to the extent that it can be perceived as a process leading to adaptive capacity or a synonym of it (Brown et Westaway, 2011; Maclean et al., 2014). Cuthill et al. (2008, p. 146) define social resilience as 'the way in which individuals, communities and societies adapt, transform, and potentially become stronger when faced with environmental, social, economic or political challenges'. Social resilience therefore focuses on the attributes of the social aspects of resilience that direct management efforts towards building on existing strengths rather than redressing deficits (Maclean et al., 2014). The overall idea is that the knowledge of the properties of social resilience can assist manager and resource users in designing policies supporting a sustainable use of natural resources.

From this conceptualisation, the operational definition of adaptive capacity resides in the identification of key properties or attributes needed to make systems cope or adapt to changes. In essence, adaptive capacity is related to management factors and processes (Keskitalo et al., 2011). Building on the idea that managed ecological systems are dynamic and unpredictable, adaptive resource management and adaptive governance translate the organisational and social requirements that are considered as essential for developing a sound socio-ecological management (Keskitalo, 2013). Brunner et al. (2005) perceive adaptive governance as a way of solving problems created by top down command and control decision-making, while Gunderson et al. (1995) perceive it as a vector for the integration of science, policy, and decision-making. The concept of adaptive management recognises the complexity of ecological and social systems and aims at reconciling multiple interest uses (Williams et Brown, 2014). Therefore, diversity in the structure and governance system appears to be a key property and is captured by the concepts of co-management and adaptive-co-management (Armitage et al., 2008; Plummer et al., 2013).

This focus on sustainability, adaptation, and management requires a deep understanding of the complexity of the different systems involved (social, biophysical, economic, etc.) and their interactions (Cumming et al., 2013). Studies adopting this angle contributed to demonstrate that the oversimplification of human-nature relations and one-size-fits-all recommendations have produced mismanagement and failures (Wyborn et Bixler, 2013). Given this complexity, multiple frameworks are available and indeed necessary for understanding different aspects of SES (Poteete et al., 2010), including its adaptability. The variety of frameworks available for the study of SES also reflects the variety of disciplines and research fields – including sustainability science, landscape ecology, ecological economics, geography, resource economics, and resilience thinking – which all contribute different and valuable perspectives on social-ecological

interactions and outcomes (Hinkel et al., 2014). This is well illustrated with the social-ecological framework (McGinnis et Ostrom, 2014; Ostrom, 2007, 2009) proposed to analyse the sustainability of SES, which integrate the management and governance attributes of resilience. In sum, the resilience perspective is strongly tied to a dynamic (or process) epistemic vision of adaptive capacity that can also closely relate to an action dimension.

4.5.3 Trend in Adaptive Capacity Conceptualisation

Tracing out the epistemic and theoretical differences among those two conceptual approaches revealed that each of them brings a singular lens from which to perceive adaptive capacity. Nevertheless, all conceptual approaches of climate change adaptive capacity have in common that they are seeking to understand the social dimensions – either attributes, characteristics, or interactions – that allow for human systems to adapt (or not) in the face of change. They all use theories – stemming from different disciplines from the social and natural sciences – to explain why particular dimensions may foster adaptive capacity in the face of climate change. Reviewing the adaptive capacity literature also revealed four general trends.

First, while looking at the theoretical influence of the two approaches, the contribution of social science theories, concepts and frameworks is prominent. Even for the resilience approach that emerged from the study of natural systems, the conceptualisation of adaptive capacity involves an understanding of social processes. With adaptation taking a greater place on the climate change research agenda, there was a shift from an almost exclusive focus on climate and life science dimensions towards one that is more inclusive of social and human aspects of climate change (Simonet, 2015). This paradigmatic transformation explains why climate change is a research topic that mobilises many disciplines of climate, social, and human sciences. Similarly, there is a close link between the conceptual approaches of adaptive capacity and sustainability science. Indeed the objective of climate change adaptation is, ultimately, to maintain or improve the well-being of populations (Magnan, 2009b) and to ensure inter-generational equality (Spiller, 2016).

Second, the scale (temporal, social, spatial) of analysis is also of considerable importance in the operational definition of adaptive capacity, regardless of the approach. Indeed, adaptive capacity is inherently scale dependent (Cote et Nightingale, 2012). Keeping in mind the relevance of adaptive capacity assessments for policy-making, it is therefore very important to give proper considerations on the targeted scale of analysis and to justify the choices made when operationalising the concept. It is also essential to clearly

understand the adaptation problem at stake (adaptation to what) and to identify the people that are concerned with this situation (adaptation for whom). Importantly, the targeted temporal scale matters since the indicators will unveil responses over fast and slow temporal scales (Whitney et al., 2017). For instance, if an adaptive capacity assessment is carried out at a local scale – targeting communities as a system of interest – the way communities boundaries are defined will influence the outcome of the results (Paveglio et al., 2016). Rather than favoring one scale over another in the assessment of adaptive capacity, it is more important to bear in mind that this choice is related to its normativity, another intrinsic characteristic of all conceptualisation approaches of adaptive capacity.

The normative dimension of adaptive capacity assessments corresponds to the third trend. We believe that all approaches, including social-ecological resilience, imply a certain degree of normativity. Indeed, the normative dimension was even more evident with elements from the resilience approach such as the adaptability and transformability concepts (Walker et al., 2006). The idea of assessing the 'desirability' of certain systems and the inherent roles of culture and power in operationalising adaptive capacity makes the treatment of adaptive capacity under a single epistemology a challenge (Cote et Nightingale, 2012). For all approaches, choosing a temporal, spatial or social scale of analysis over another also implies explicit normative decisions that need clarification. As such, the passage from descriptive to prescriptive domains, especially in matters involving governance and policy recommendations, is a risky exercise if the normative dimensions of adaptive capacity are not recognised.

The fourth trend relates to the polysemy of adaptive capacity. Looking at the operational perspectives of each approach, several meanings can be derived from the concept of adaptive capacity. The polysemic character of adaptive capacity also partly explains why the notion is still vaguely defined and not well understood. Indeed, adaptation refers to being adapted at a particular time-period (a state), to a dynamic adaptation (a process), which takes places at multiple spatial and temporal scales, and to adaptation actions (Engle, 2011; Magnan, 2009b; Simonet, 2009). Those three meanings reflect the various research communities and theoretical influences from which adaptive capacity was operationalised, the two most prominent ones being centered on the concepts of vulnerability and resilience. It appears that the mobilisation on the topic of climate change and other issues connecting human societies with nature created distinct research communities, with their own polysemous concepts and theories. As such, the vulnerability and resilience research communities – albeit characterised by conceptual similarities – traditionally evolved in separate ways (Engle, 2011; Janssen et al., 2006; Miller et al., 2010; Nelson et al.,

2007; Turner et al., 2003). The epistemic differences of resilience and vulnerability (Miller et al., 2010) take their roots from two co-existing perspectives: an anthropocentric and constructed vision of reality, focused on achieving policy objectives (vulnerability) and an eco-centric and positivist vision of reality, focused on maintaining processes and dynamics (resilience). Nevertheless, the common thread linking these two research communities is the concept of adaptive capacity, which partially explains its polysemic character.

4.6 Step Two: Crafting an Operational Definition of Adaptive Capacity

An operational definition translates the concept into something measurable and constitutes the basis from which to draw the operational framework (Hinkel, 2011). This sub-section provides two general considerations to support the crafting of an operational definition of adaptive capacity.

The first consideration pertains to the action-driven nature of adaptive capacity assessments. Based on the assumption that certain characteristics of systems will facilitate the ability to adapt to climate change, understanding those attributes is a relevant goal for adaptive capacity assessments. Smit et Wandel (2006: 287) define those attributes as 'the forces that influence the ability of the system to adapt'. By knowing the characteristics that enhance or reduce their capacity to adapt as well as the social processes and historical context in which those attributes are embedded, governance systems can design relevant adaptation actions and strategies. Furthermore, they can take an active role in achieving adaptation outcomes (Beckley et al., 2008). Therefore, defining the general factors that determine adaptive capacity has been a major interest within the climate adaptation literature (Keskitalo, 2013; Keskitalo et al., 2011) and the basis from which to operationalise the concept. Tableau 4-1 presents an overview of different attributes identified in the literature as having the potential to foster capacities to adapt. Theories such as the architecture of entitlements (Adger et Kelly, 1999) or the capitals approach (Chen et al., 2015; Tinch et al., 2015) influenced this operationalisation. Building on those scientific contributions, the attributes influencing adaptive capacity include a variety of system characteristics and are based on a synthesis of many case studies.

Tableau 4-1. Adaptive capacity attributes related to each conceptual approach of adaptive capacity

Conceptual approach	Attributes	Sources
Development studies	Technology; resources; infrastructures; institutions; information; human, social, financial, and natural capital; poverty, health status; economic situation; governance	Adger et al., 2007; Brooks et al., 2005; Smit & Pilofosova, 2001; Yohe & Tol, 2002

Resilience studies	Novelty; diversity; organisation of human capital; trust; cross-scale communication, redundancy; variety; learning capacity; social networks; governance; social learning; agency; self-organisation; distribution of power; rules for collective action; informal rules; social networks; trust; awareness of climate change; efficiency and flexibility of institutions; learning; communication; knowledge; maintaining economic growth; protecting property or land; exploiting new opportunities	Adger et al., 2005; Berkes & Ross, 2013; Berkes & Turner, 2006; Bromley, 2012; Glass et al., 2010; Johnston & Williamson, 2007; Keskitalo & Kulyasova, 2009; Lebel et al., 2006; Pahl-Wostl, 2008; Spiller, 2016; Thiel et al., 2015; Walker et al. 2006; Williams & Brown, 2014
--------------------	-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

The second consideration is highly connected with the first one and relates to the normative dimension of adaptive capacity. Indeed, as presented in the previous section, an adaptive capacity assessment is necessarily normative and scale dependent (Adger, 2003; Cote et al., 2012; Whitney et al., 2017). Therefore, understanding the norms, perceptions, and processes that influenced the state of a governance system is a relevant goal of adaptive capacity assessments.

We argue that since the existing definitions of adaptive capacity do not provide much guidance for assessing it, operational frameworks and methodologies must be developed according to the specific research or policy questions at stake. Thus, the crafting of an operational definition and framework depends on normative decisions that must be taken prior to the adaptive capacity assessment.

4.7 Step Three: Designing the Operational Framework of Adaptive Capacity

Assessments of adaptive capacity stemming from the two broad conceptual approaches presented in the first step of the operational design process have used a range of methods and approaches (Lockwood et al., 2015), including theory-driven approaches (Brown, 2009), indicator-based approaches (Williges et al., 2017), secondary data sources (Brooks et al., 2005), community-based approaches (Warrick et al., 2017), and modelling (Levin et al., 2013; Schlüter et al., 2014).

Based on the trends observed from undertaking the literature review on adaptive capacity, the third step puts forward an operational framework to assess climate change adaptive capacity. Tableau 4-2 presents an overview of the epistemic, theoretical, and methodological dimensions of adaptive capacity for each of the three operations suggested in the operational framework. It is important to underline that this

overview is an attempt to operationalise a polysemic concept. In that sense, other suggestions are more than welcome. This framework encompasses multiple epistemic viewpoints and could very well be implemented for a variety of cases. It is also important to bear in mind that the dimensions and categories highlighted in this framework don't have fixed frontiers. Indeed, those categories and dimensions were designed to organise adaptive capacity assessments and provide guidance on how to operationalise a polysemic concept.

Tableau 4-2. Overview of the different dimensions included in the proposed operational framework of adaptive capacity.

Dimension	Characterising adaptive capacity	Understanding adaptive capacity	Measuring adaptive capacity
Epistemic	Static	Dynamic Action-based	Static Dynamic Action-based
Theoretical	Vulnerability	Resilience	Vulnerability Resilience
Methodological	Top-down Quantitative methods	Bottom-up Qualitative methods	Top down and bottom-up Mixed methods

4.7.1 Characterising Adaptive Capacity

Engle (2011: 653) defines the process of characterising adaptive capacity as 'an attempt to assess adaptive capacity based on predetermined system attributes, mechanisms or indicators that are purported in the literature to increase adaptive capacity'. Therefore, characterising adaptive capacity aims at describing the available resources, characteristics, and properties of a system (Williamson et Isaac, 2013b). This method is relevant to address the static dimension of adaptive capacity and thus to assess it at a particular timescale.

Given the impossibility of directly measuring the generic determinants and attributes identified in Tableau 4-1, proxies and indicators are used to characterise them. When focusing on the static dimension of adaptive capacity assessments, profile indicators – those that are used for discovering 'how things came to be that way or what needs to happen for things to be different' (Beckley et al., 2002, p.631) – are appropriate. Empirical examples of generic determinants and indicators include a methodological

application to assess the potential contributions of adaptation options in tackling flood vulnerability in the Netherlands (Yohe et Tol, 2002), an assessment of community capacity of Canadian rural communities affected by the impacts of climate change (Wall et Marzall, 2006), and case studies of community-based adaptation to climate change in the Pacific island regions (Warrick et al., 2017).

The overall objective of this first operation is to draw portraits of systems without attempting to establish causal explanations. In addition, descriptions of adaptive capacity include assessments of how adaptive capacity characteristics differ among systems, or how they are distributed. It is thus a descriptive-oriented perspective.

4.7.2 Understanding Adaptive Capacity

The rationale behind this operation is to enlighten the processes that foster adaptive capacity. This assessment is aligned with the dynamic and action-oriented epistemic dimensions of adaptive capacity. Therefore, starting from the profiles drawn while characterising adaptive capacity, the second operation aims at understanding how the properties and attributes of systems are mobilised. The literature on social resilience provides meaningful insights about the specific determinants and attributes that contribute to the understanding of adaptive capacity dynamics at different spatial and temporal scales (see Tableau 4-1).

Key questions raised in this assessment relate to resource mobilisation, institutions, governance processes, and values (Williamson et Isaac, 2013b). How are resources mobilised to implement adaptation measures? What are the institutions and governance processes through which systems use their adaptation resources? How are those structures and mechanisms influenced by beliefs and values? Those questions are framed around the management and decision-making levels, which are important components of the social-ecological resilience perspective. Thus, empirical examples on adaptive governance (Hill, 2012; Risvoll et al., 2014), institutional adaptation (Næss et al., 2005), and adaptive co-management (Trimble et Berkes, 2015) are relevant to understand how those adaptive capacity processes were identified.

Starting from the premise that the overemphasis on governance structures has limits (Cote et Nightingale, 2012), another important component to include with this assessment is the understanding of the historical and social factors in which institutions and governance mechanisms are framed. Situating adaptive capacity analysis around power, knowledge and values allows to address equity questions such as adaptive capacity to what and for whom, as well as about the desired adaptive capacity outcomes. From an

empirical standpoint, three studies focusing on processes occurring at the community level are worth mentioning. First, Lyon et Parkins (2013) identified distinctive interactions between culture and agency over time and were able to demonstrate the role of culture in community adaptive responses. Second, Morzillo et al. (2015) looked at the interactions between drivers of change and place-based characteristics while analysing trajectories of change from US rural communities. They pointed out at the available stock of resources, connectivity, and social adaptability as variables related to development patterns. Third, using two case studies from Canadian forest-dependent communities, Lyon (2014) describes how place itself (not its emotional dimension) acts as a system to inform adaptation processes.

The resilience of the SES concept and the social-ecological framework described in the first step have been used to study adaptive governance and the integration of local knowledge in management of SES (Blanco et Fedreheim, 2011; Risvoll et al., 2014), to analyse the robustness of forest communities to disturbance (Fleischman et al., 2010), or in the context of adaptive co-management of small-scale fisheries (Armitage et al., 2008; Trimble et Berkes, 2015) by using participatory approaches and case studies. In addition, studies using scenario planning and modeling (Levin et al., 2013; Schlüter et al., 2014) had as a general objective to support decision-making and planning of SES. Therefore, the main objective behind understanding adaptive capacity is to clarify the processes related to the decision-making structure and management rules of the system as well as its values and beliefs.

4.7.3 Measuring Adaptive Capacity

Measuring adaptive capacity is an operation that was described by Engle (2011, p.653) as 'an attempt to directly assess the amount of adaptive capacity within a system at a given time so as to understand what factors determine this capacity based on the response to a recent event'. Measuring adaptive capacity is a challenging task with regards to the latent nature of the concept. Accordingly, proxy events or case histories can provide insights into a system's capacity to cope with and adapt to climate change (Hill, 2012; Keskitalo et al., 2011; Williamson et Isaac, 2013b). For instance, a proxy event describing how a particular community has coped with and adapted to a past disturbance (flooding, fire, drought) can help to identify the forces that were mobilised to adapt as well as the actions that can be taken to improve adaptability. This approach allows assessing adaptive capacity at times when the system's structures are challenged (Folke et al., 2005b).

However, Hill (2012) warns against the short cut of establishing a causal link between an outcome and a governance approach when it comes to the use of proxy events. Despite this concern, some key questions can be asked to shed light on the outcomes triggered by a proxy event: What could be observed? Which impacts did the event yield on the natural ecosystem? How was adaptation characterised? Who was involved in the adaptation process? Was there any institutional change following the event? Were there any new collaborative mechanisms created? Was any climate change knowledge developed? Were there any changes in the people's values or beliefs? By opening up the range of outcomes assessed in a manner that combines the evaluation of the impacts of institutional designs together with the nested political and social processes that influence the production of these designs (Cote et Nightingale, 2012), it is possible to assess adaptive capacity within the structural and relational components (Beckley et al., 2008).

The rationale behind measuring is to mobilise the different epistemic dimensions, theoretical contributions, and temporal scales of adaptive capacity. Consequently, assessments of outcomes are analysed together with the profile and process indicators identified in the first two steps. The overall objective behind measuring adaptive capacity is to provide a coherent narrative of adaptation to climate change that can serve as a baseline from which to design relevant adaptation strategies.

4.8 Conclusions

Assessing adaptive capacity is of key importance in a context of climate change. However, there is a variety of conceptualisations for adaptive capacity stemming from various theoretical contributions and empirical traditions. This chapter presented the development and resilience studies perspectives. The rationale behind this overview was not to praise or criticise any of them. Rather, this review proves that every conceptualisation serves different purposes and allows different adaptation questions to be answered. Furthermore, the crafting of an operational definition in the design of adaptive capacity assessments is also essential to foster a strong interdisciplinary dialogue. Indeed, the conceptual development of adaptive capacity is not characterised by a linear trajectory. On the contrary, different research traditions and disciplines – focusing on climate change research and the collective actions to reduce its related risks – merged to provide insights on the meaningful dimensions to include in an operational definition of adaptive capacity. For instance, bridging contributions between both the resilience and vulnerability research communities put forward the relevance of operationalising adaptive capacity by tackling a combination of system characteristics, adaptive capacity attributes, social processes, or collective actions. We perceive this dialogue as an essential way to understand human-environmental relations, to design

innovative solutions that will help tackle climate-induced problems, and to contribute to the future development of the Earth System Governance framework.

This chapter argues that those views and definitions as well as the various developed frameworks to assess them should not be regarded as a problem. On the contrary, researchers should be aware that adopting a certain operational definition of adaptive capacity is a reflexive choice that influences its assessment. As such, it appears that conceptual choices are best guided by clear research questions and objectives. The suggested operational design process is thus an attempt to organise the different steps leading to the crafting of an operational definition and framework of adaptive capacity. Given the diversity of possible methodological options that could be used for assessing adaptive capacity, the three-step design process provides a series of elements to consider to be transparent about the operational choices made. The operational assessment framework presented in the third step intends to foster the understanding of adaptive capacity attributes, their relations, and how they are mobilised in an adaptation situation.

Insights presented in this chapter are the results of a literature review focusing on theoretical and conceptual reflections on adaptive capacity, resilience, and vulnerability, as well as empirical examples that mobilised and assessed those concepts. Rather than trying to provide a single operational definition that could be generalisable to multiple contexts, we embrace the conceptual diversity and highlight that it constitutes a rich heritage from which to base adaptive capacity assessments. Adaptive capacity holds the power to provide important insights on the decision-making structures, values, social relations, and actions that foster adaptation in a climate change context. This review on the topic of adaptive capacity led to a novel way of designing the operationalisation of climate change adaptive capacity. Transparency and reflectivity in the choices made to craft an operational definition of adaptive capacity not only contribute to enrich the literature on adaptive capacity assessments but are also capital with respect to the development of a fruitful science-policy interface. As a result, adopting a transparent and reflective attitude is a strategy that should yield promising results.

Building knowledge in the field of climate change adaptive capacity requires research that is sensitive to context but at the same time, intertwined with global, national, or regional patterns of information. This situation opens the door to more debates and ideas on the topic of adaptive capacity operationalisation. The operational assessment framework presented in this chapter stresses the relevance of methodological plurality, while highlighting the key role of normative dimensions and policy considerations. The crucial

role of policy considerations is emphasised by looking at the temporal dimension of adaptation. Indeed, policy outcomes sometimes imply choosing between quick-response mechanisms and adaptation strategies that will yield results in the long term: 'the combination of uncertainty, a dynamic knowledge base, a mixture of global, regional, national and local socioeconomic forces, and potentially great harm makes the adaptability-versus-stability dilemma particularly challenging in the case of drastic earth system transformations' (Biermann, 2014, p.181). Finding the appropriate balance between flexible but yet robust adaptive responses remains a constant challenge for policy makers. Indeed, tackling this well-known paradox is key for governance systems that strive to be well prepared in the long term but also able to respond to rapid transformations occurring at different scales.

Additional empirical studies supported by innovative operational frameworks are needed to enrich the operational field of climate change adaptive capacity. Similarly, empirical insights related to the suggested three-step design process and operational assessment framework are essential to understand the contribution and limits related to a design embracing multiple epistemic, conceptual, and methodological viewpoints. Questions that researchers should answer within a short time should aim at identifying the operational design requirements that demonstrate successful bridging between adaptive capacity assessments and adaptation actions as well as providing further empirical evidence on the variety of attributes of governance systems and their potential to enhance capacities to adapt.

CHAPITRE 5

La vulnérabilité des communautés canadiennes dépendantes de la forêt

L'article présenté dans ce chapitre présente une analyse de la vulnérabilité aux changements climatiques des communautés dépendantes de la forêt au Canada. Le chapitre 3 a présenté le cadre opérationnel composé de trois actions pour mesurer la capacité d'adaptation : caractériser, comprendre et mesurer. Ces trois opérations ne sont pas mutuellement exclusives, mais le cadre opérationnel proposé distingue les dimensions épistémiques, théoriques et méthodologiques qui distinguent chacune d'elle.

Au départ, l'idée était de mobiliser ces trois opérations pour avoir une démarche compréhensive d'opérationnalisation de la capacité d'adaptation. Pour des raisons pragmatiques, seule l'approche de caractérisation, qui mobilise les apports théoriques et conceptuels de la vulnérabilité a été gardée. Cette approche est centrée sur la description des caractéristiques d'un système, bien souvent à l'aide d'indicateurs et de proxy.

Ce chapitre présente ainsi une analyse de la vulnérabilité aux changements climatiques des CDF. Il tentera de répondre à la dimension empirique de la question de recherche. À cet effet, l'article met en lumière les croisements entre des indicateurs spatiaux, sociaux et biophysiques afin de mieux comprendre la vulnérabilité à l'échelle des CDF. Selon Mace et Pétry (2017), une variable est un « regroupement logique d'attributs ou de caractéristiques qui décrivent un phénomène observable empiriquement » (p. 48) alors qu'un indicateur est un « instrument permettant d'articuler le langage abstrait utilisé à l'étape de la formulation du problème et, jusqu'à un certain point, à l'étape de l'énonciation de l'hypothèse » (p.57).

L'article, intitulé *The Vulnerability of Canadian Forest-Dependent Communities to Climate Change : an Indicator-Based Approach* a été soumis au Canadian Journal of Forest Research. Voici la contribution des auteurs de cet article :

- Annie Montpetit : Conception de l'article (idées originales, formulation de la question de recherche), revue de littérature, rédaction du manuscrit, analyses statistiques, représentation cartographique, collecte de données (requêtes à Statistiques Canada), gestion des données, développement des indicateurs et variables

- Frédéric Doyon : Supervision du projet de recherche (encadrement, formation pour les analyses de l'article), méthodologie (identification des analyses à effectuer), gestion des données, revue critique des différentes versions de l'article
- Guy Chiasson: Supervision du projet de recherche, revue critique de la version initiale de l'article

Abstract: In Canada, recent forest disturbance episodes like insect outbreaks, forest fires and drought are having significant consequences on forest ecosystems while future climate change is expected to result in even more severe impacts. These effects of climate change on forest ecosystems will certainly impact the communities that depend on forests for their livelihood, pressing them to develop adaptation strategies. However, effective responses from forest-dependent communities require a comprehensive understanding of climate change impacts on them and of their adaptive capacity assets at the local scale. Vulnerability assessments documenting specifically sensitivity, exposure and adaptive capacity dimensions have the potential to fill that baseline information gap. This article uses an indicator-based approach that combines climatic and non-climatic determinants to describe the vulnerability to climate change of Canadian forest-dependent communities. We used indicators derived from the 2016 Canadian census to describe the vulnerability of 2270 census subdivisions: 6 indicators were developed for sensitivity, 14 for exposure, and 27 for adaptive capacity. Hierarchical clustering was carried out to distinguish archetypes for each of three dimensions of vulnerability. Combining the resulting groupings together allowed us to confirm that communities are experiencing different vulnerability types across the country. Mapping of these vulnerability types showed a strong longitudinal effect of exposure while regionally, it varies more latitudinally due to variation in sensibility and adaptive capacity. Overall, the approach provides relevant baseline information for crafting adaptation strategies tailored to the specific characteristics of forest-dependent communities.

Keywords: forest-dependent communities, vulnerability, indicators, clustering, adaptation, climate change

Résumé: Au Canada, les récents épisodes de perturbation des forêts, tels que les invasions d'insectes, les incendies de forêt et la sécheresse, ont des conséquences importantes sur les écosystèmes forestiers, et les changements climatiques devraient avoir des effets encore plus graves dans le futur. Ces effets des changements climatiques sur les écosystèmes forestiers auront certainement un impact sur les

communautés qui dépendent des forêts pour leur subsistance, les poussant à développer des stratégies d'adaptation. Toutefois, pour que les communautés dépendantes des forêts puissent réagir efficacement, il faut qu'elles aient une connaissance approfondie des effets que les changements climatiques auront et de leurs capacités d'adaptation à l'échelle locale. Les évaluations de la vulnérabilité documentant spécifiquement les dimensions de la sensibilité, de l'exposition et de la capacité d'adaptation ont le potentiel de combler ce manque d'informations. Cet article utilise une approche basée sur des indicateurs qui combine des déterminants climatiques et non climatiques pour décrire la vulnérabilité aux changements climatiques des communautés canadiennes dépendantes des forêts. Nous avons utilisé des indicateurs dérivés du recensement canadien de 2016 pour caractériser la vulnérabilité de 2270 subdivisions du recensement : 6 indicateurs pour la sensibilité ont été développés, 14 pour l'exposition et 27 pour la capacité d'adaptation. Des regroupements hiérarchiques ont été effectués pour distinguer des archétypes pour chacune des trois dimensions de la vulnérabilité. La combinaison des regroupements obtenus nous a permis de confirmer que les communautés sont confrontées à différents types de vulnérabilité dans l'ensemble du pays. La cartographie de ces types de vulnérabilité a montré un effet longitudinal important de l'exposition, tandis qu'à l'échelle régionale, elle varie de manière latitudinale en raison de la variation de la sensibilité et de la capacité d'adaptation. Dans l'ensemble, l'approche fournit des informations de base pertinentes pour élaborer des stratégies d'adaptation adaptées aux caractéristiques spécifiques des communautés dépendantes des forêts.

Mots clés : communautés dépendantes de la forêt, vulnérabilité, indicateurs, regroupements, adaptation, changements climatiques

5.1 Introduction

Exposure to a forest environment provides a wide range of services that contribute to human health and well-being (Cheng et al., 2021; Nilsson et al., 2011). All the world's population benefits from forest ecosystem services such as carbon, water and nutrient cycles, as well as food production (FAO and UNEP, 2020). In Canada, 23 million people (two-thirds of the country's population) live near or in forests (Natural Resources Canada, 2022). Forest and communities share intricate complex relations marked by the country's specific development pathway. Indeed, natural resources extraction activities like forestry contributed to the establishment of many communities across the country (Howlett et Brownsey, 2007). Despite socio-economic transformations such as globalization, resource depletion, industrial restructuring, social movements, and policy changes (Teitelbaum et al., 2018), forests still provide environmental, cultural, and economic benefits to forest-dependent communities (FDC) and contribute to their well-being.

However, climate change (CC) is threatening the benefits and services that communities and people gain from forest ecosystems. Indeed, future CC could substantially increase disturbance activities in boreal and temperate forest ecosystems across the world (Seidl et al., 2020). The Sixth IPCC Assessment Report also states that CC impacts on natural disturbances such as wildfires, insect and disease outbreaks, and droughts on North American forest ecosystems are going to become more widespread and severe in the coming decades (Hicke et al., 2022). The effects of CC on disturbances like insect outbreaks (Bentz et al., 2010; Dhar et al., 2016; Kneeshaw et al., 2015) or forest fires (Wotton et al., 2010) will have significant impacts on Canadian forest ecosystems (Price et al., 2013). In return, CC is creating a challenge for FDC (Davidson et al., 2003; Wall et Marzall, 2006), stressing the need, for policy makers, to develop adaptation strategies (Steenberg et al., 2011; Williamson et al., 2019). Therefore, adaptation responses at community levels need "a relevant information base to best gauge the characteristics of community vulnerability" (Birchall et al., 2022, p.2).

Vulnerability assessments (VAs) are essential to understand the relation between climatic and non-climatic drivers of CC, captured by the exposure of a system to a climate stress as well as its sensitivity and adaptive capacity (Füssel et Klein, 2006; Roshani et al., 2022). Hence, VAs carried out at community levels are important to describe how environmental and socioeconomic attributes influence climate change vulnerability and constitute a base point from which to craft adaptation strategies. In Canada, a regional integrated VA of forest ecosystems and the forest sector to CC has been conducted in the province of Quebec and highlighted the relevance of the approach to support decision making at the regional level

(Boulanger et al., 2023). The stand dynamics and effects of climate change on Acadian forests of New Brunswick have also been assessed through a VA (Albert et al., 2023). Yet, approaches to integrate climatic and non-climatic indicators in VAs carried out at the community level are often inconsistent and unclear (Windfeld et al., 2019) and the social dimensions related to adaptive capacity in VA assessments are often less addressed.

The question we sought to answer is the following: how can we describe the vulnerability to CC of Canadian forest-dependent communities in a manner that enables the development of adaptation strategies tailored for the local scale? An overlying objective of this study is to provide an approach that combines climatic and non-climatic indicators and to describe the relations between them. Another objective is to understand how FDC communities differ across the country in terms of their sensitivity, exposure to natural disturbances, as well as their adaptive capacity. We hypothesized that:

1. FDC would be grouped by recurrent patterns of attributes for each of the three dimensions of vulnerability (sensitivity, exposure, and adaptive capacity);
2. Two-by-two comparisons between the three dimensions of vulnerability would exhibit non-independent relationships;
3. Some vulnerability types (represented by specific combinations of the three dimensions of vulnerability) would be more common than others;
4. Such grouping of vulnerability types will exhibit specific spatial patterns at national level considering the longitudinal gradient of change in CC threats, and at regional level according to the rural-urban gradient.

We structured our analytical process based on the Vulnerability Assessment and Sustainability (VAS) framework (Roshani et al., 2022), which is derived from a meta-analysis of papers published over the last 30 years on the topic of forest vulnerability to CC. Components of the framework are illustrated in Figure 4-1. The vulnerability component links climatic and non-climatic attributes with the exposure and sensitivity dimensions. Exposure is captured by ecological vulnerability and relates to the magnitude of CC effects on forest ecosystems at different times and scales (Roshani et al., 2022). Sensitivity is captured by livelihood vulnerability. Recognizing that FDC share multiple forest dependency values (Beckley, 1998) that are put at risk by CC, we associated forest dependency to the sensitivity component of the framework. The adaptation component of the VAS aims at identifying the social factors that contribute to the adaptation of societies to CC (Füssel, 2007; Simonet, 2017). An indicator-based approach was chosen to carry out the vulnerability assessment. Vulnerability indicators are well suited to identify vulnerable communities and are relevant to track characteristics of social ecological systems over time (Hinkel, 2011;

Montpetit et al., 2021). CC adaptation is also closely related to sustainable forest management planning (Spittlehouse, 2005). While we are not assessing the sustainability dimension of the VAS, the discussion includes considerations on sustainable forest management.

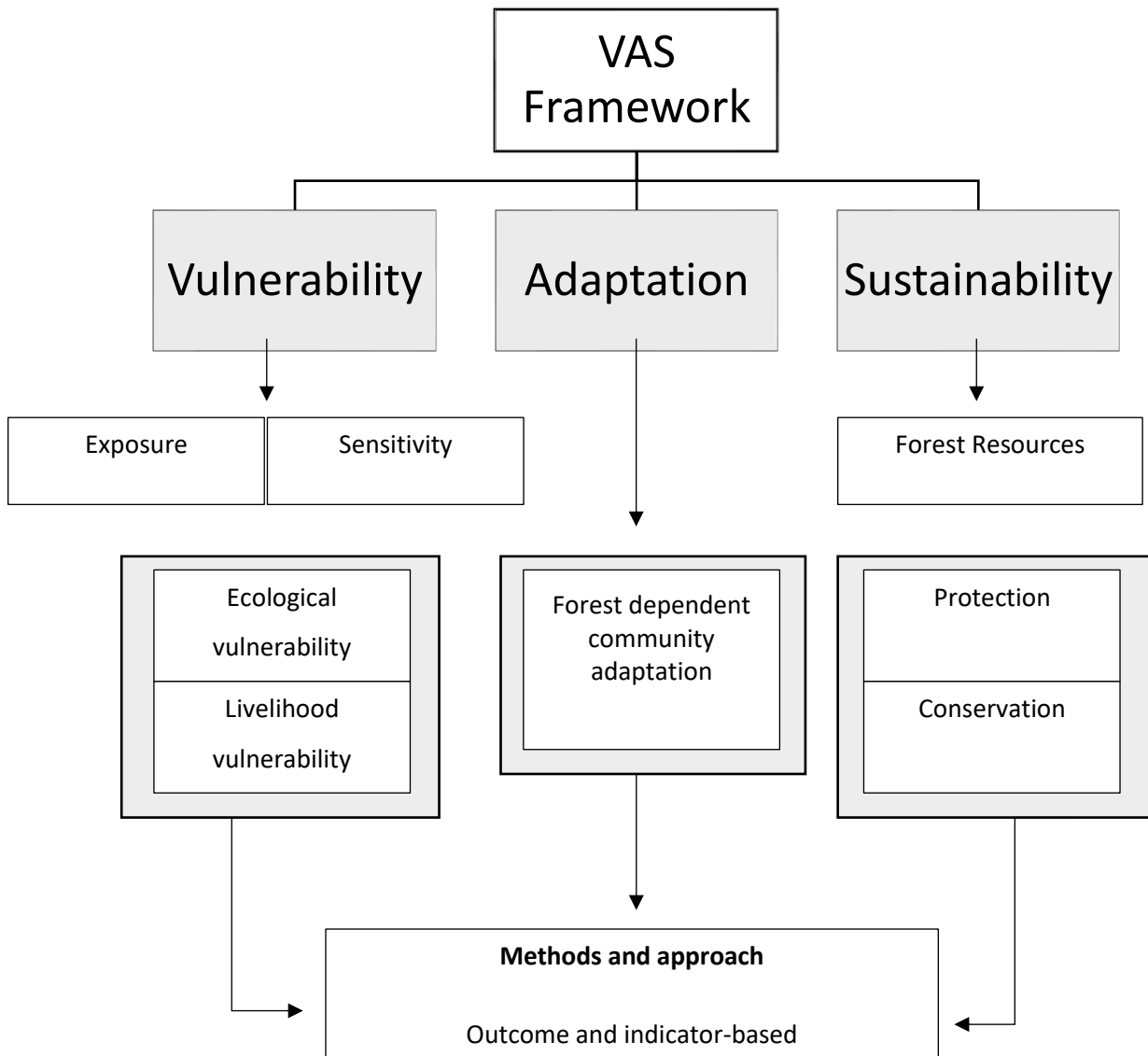


Figure 5-1. VAS Framework adapted from Roshani et al. (2022)

5.2 Material and Methods

Statistics Canada 2016 Census data. This study uses data from the 2016 Canadian census to describe the FDC sensitivity and the adaptive capacity dimensions of vulnerability to CC. We used the census geographical classification to conceptualize Canadian communities and selected the census-subdivision (CSD) as a proxy to represent forest communities. The 2016 Census Dictionary (Statistics Canada, 2016) defines a CSD as the “general term applying to municipalities (as determined by provincial legislations) or their equivalent (for example Indian reserves, Indian settlements, and unorganized territories)”. CSD also account for small hamlets or villages. The 5162 CSD from the 2016 Census therefore represent geographical units for which socio-demographic data are available for the entire country, allowing community comparisons. A CSD represents a smaller geographical area – close to a municipality, village, or region – which means that the conceptual shift from CSD to community is not too far off. Although there are CSD larger in size than a community in certain regions of Canada, they often embody smaller CSDs, which means that the community-forest relation is captured with those smaller units. Data collected to carry out the vulnerability assessment of FDC were gathered – for sensitivity and adaptive capacity indicators – at the CSD level.

Sensitivity and forest dependency. We captured sensitivity by developing indicators related to forest community dependency. As stated in FAO and UNEP (2020), “reliable data and means of measuring and tracking forest dependence are widely lacking [...]”. People’s interactions with the forest are heterogenous and dependency can be defined in many ways (Newton et al., 2016). The nested economic, social and cultural values related to forest dependency (Beckley, 1998) was a starting point to develop indicators to capture forest dependency for Canadian FDC. We understood forest dependency as being closely related to sense of place values and attachments to the forest. Sense of place and community attachments encompass both sociocultural and biophysical influences (Beckley et al., 2007; Stedman, 2003) that play an important role in shaping community’s adaptive responses to crisis (Adger et al., 2009). Thus, inspired by place-based studies (Beckley et al., 2007; Stedman, 1999), we consider that proximity to a forest is a key feature to take into consideration while developing dependency indicators. Consequently, we gathered variables related to forest dependency that accounts for a broad range of values and forest benefits while encompassing proximal (spatial) considerations. Tableau 5-1 presents the 4 variables and 6 indicators that capture a variety of values related to forest dependency.

Tableau 5-1. Variables and indicators used to capture forest dependency (sensitivity) of census subdivisions (CSD)

Variable	Indicator	Description
Proximity	Forest cover (%)	Proportion of forest cover within a 25 ^a km radius of the center of the CSD
Economic	Employment in the forest sector (%)	Proportion of the active population employed in forest extractive activities and transformation
Traditional/ Cultural	Land under Indigenous tenure (%)	Proportion of land area under Indigenous tenure (according to Canada Lands survey) within a 25 km radius of the center of the CSD
	Indigenous identity (%)	Proportion of population that self-declared having an Indigenous identity
Recreational (cultural and economic)	Protected area land (%)	Proportion of a land area having a protected area status (according to Canada Lands survey) withing a 25 km radius of the center of the CSD
	Employment in tourism activities (%)	Proportion of the active population employed in the tourism sector

^a Assessment had been conducted at 10 km and 50-km radius distance but the variables generated at these radii were all strongly correlated with the one obtained at 25-km radius and were therefore excluded in further analyses to avoid collinearity effects in the clustering.

Exposure. Indicators of exposure to CC were developed based on data from past (1981-2010), short (2011-2040), medium (2041-2070), and long-term (2071-2100) projections under a high carbon (RCP 8.5) emission scenario coming from data taken from Canada’s National Forest Inventory (Beaudoin et al., 2014). The current and projected cumulative effects of forest volume loss (m³/ha) due to natural perturbations like forest wildfires, mountain pine beetle (MPB), spruce budworm (SBW), were used at the 250m. resolution (see Boucher et al. (2018) for details about the modelling approach and the simulations outputs). Risk values (loss of wood in m³/ha) were summarized at the CSD level by averaging them for all 250 m pixel of the forested area. Tableau 5-2 represents the 14 variables used to capture exposure to CC for Canadian FDC.

Tableau 5-2. Variables and indicators used to capture the exposure of census-subdivision (CSD) to climate change

Disturbance/stress	Period^a
Drought	1981-2010
	2011-2040
	2041-2070
	2071-2100
Spruce budworm (SBW) outbreaks	1981-2010
	2011-2040
	2041-2070
	2071-2100
Mountain pine beetle (MPB) outbreaks	1981-2010
	2011-2040
	2071-2100
Forest fires	1981-2010
	2011-2040
Latitude	All

^a Variables for mountain pine beetle (MPB) outbreaks (2041-2070) and forest fire risks (2041-2070 and 2071-2100) were strongly correlated with at least one other period and were therefore excluded in further analyses to avoid collinearity effects in the clustering.

Adaptive capacity. Considering the limits to associate sociocultural and institutional characteristics to a lower or higher capacity to adapt when carrying out a vulnerability assessment (Magnan, 2009b), we took a descriptive – rather than a deterministic approach – to the analysis of adaptive capacity. The idea for this study was to describe FDC as well as to regroup them by their sociodemographic characteristics rather than identify those having *per se* better adaptive capacity attributes. Therefore, the overall objective of the adaptive capacity analysis is to describe features of FDC with the aim of helping policy makers to tailor local adaptation strategies that are coherent with their specific characteristics. The selected adaptive capacity variables include 27 variables (Tableau 5-3) that represent socioeconomic, demographic, and cultural characteristics of the FDC and their population.

Tableau 5-3. Variables and indicators^a used to describe the adaptive capacity of census subdivision (CSD) to climate change

Variable	Indicator	Description
Financial precarity	Low income	Population in private households living with a low income using the low-income measure after tax (LIM-AT)

	Social assistance benefits	Active population ^a that receives social assistance benefits
	Shelter-cost-to-income ratio (owners)	Household ^b owners that spend 30% or more of their before-tax income for housing
	Shelter-cost-to-income ratio (renters)	Household renters that spends 30% or more of their before-tax income for housing
Household precarity	Lone parent households	Households supported by a lone parent
	One-person households	Households composed of one person
Employment	Unemployment rate	Ratio between the unemployed people and the active population
	Employment rate	Ratio between the jobs and active population
Housing conditions	Dwelling with major repairs needed	Households that live in a housing that needs major repairs
	Housing suitability (size)	Households that live in a not suitable housing
Local demographics	Population density	Population density per square kilometer
	Population growth	Change of population (%) between the 2011 and 2016 census
	Village	Land area that comprises a designated locality area
	Rural	Land area that comprises neither a designated locality nor a population center area
	Urban	Land area that comprises a population center area
	Population 65 years and over	Population aged 65 years old and over
	Average age	Average age of the population
Social Cohesion	Employment in community organizations	Population employed in religious, grant-making, civic and professional and similar organizations
Education	High school education	Population that has a high school diploma or equivalency certificate
	Post-secondary education	Population that has a college, CEGEP or other non-university certificate or diploma
	University education	Population that has a university certificate, diploma, or degree at bachelor level or above
	Education without a degree	Population that has no certificate, diploma or degree
Economic diversity	Employment diversity	Ratio between the employment in primary, secondary and tertiary sectors
	Weight of forest sector employment on primary activities	Employment in the forest sector on the primary sector (mining, agriculture, forestry, fishing and hunting)
Resources	Enterprises providing health care and educational services	Presence of health care and social assistance enterprises and educational services
Cultural diversity	Linguistic minorities	Population that speak neither French nor English
	Immigrants	Population that is, or who has ever been, landed immigrants or permanent residents

^a More detailed description for each indicator is given in Annex A, B and C

^b The active population refers to the population aged 15 years and over.

Sampling. We considered the 5162 CSD as a starting point to craft the sample of FDC. We excluded communities that were either located in the tundra of the arctic (where there are no forests) or in large metropolitan areas, namely those that grouped because they had less forest cover. We thus performed the clustering with the remainder 3206 CSD. Because clustering relies on the availability of data and can be influenced by absent data, we eliminated the CSD for which there was missing data. This is notably the case for very small CSD for which census data were not available for each variable because of confidentiality compliance rules. Low-income concepts do not apply to certain geographic areas (i.e. territories and/or CSD types associated with “on reserve” population) and are attributed to population of 5000 people or more only. To ensure the non-disclosure of individual characteristics, income data are only available from the long-form census questionnaire, received by 25% of Canadian households. This created an issue for the clustering of the socioeconomic indicators related to the adaptive capacity dimension. To overcome this challenge, we performed the HCPC of adaptive capacity using Gower similarity index (Gower, 1971), instead of the distance between the scores of the PCA, because it allows the use of variables with an absence of information by omitting that variable (weight=0) when computing the index. As a result, our sample was composed of 2270 CSD, representing 44% of the number and 44,4% of the total country area, and for which we performed sensitivity, exposure, and adaptive capacity analysis.

Clustering CSD into Sensitivity, Exposure and Adaptive Capacity groups. All statistical analyses were performed using R version 2.4. Hierarchical clustering on principal component (HCPC) was used for building grouping of CSD sharing similar attributes for 1) sensitivity, 2) exposure, and 3) adaptive capacity dimensions. The HCPC analysis was completed by using *FactoShiny* and *FactoMineR* (Lê et al., 2008) R packages. A Chi-square test was used to identify dependency links between the groups generated at the previous step, comparing each of the vulnerability dimension two-by-two with the two others. That means that 1) adaptive capacity was compared with the sensitivity dimension 2) exposure was compared with the adaptive capacity dimension, and 3) sensitivity was compared with the exposure dimension. To picture the relationships, a correspondence analysis diagram was produced (ca R package). Global vulnerability types were created by combining the three dimensions groups together for each CSD. We then closely looked at the most represented ones and described them under the lens of vulnerability. Spatial distribution of vulnerability types was mapped using QGIS (Quantum, version 3.28.9 (Firenze)).

5.3 Results

5.3.1 Analysis of the sensitivity dimension of vulnerability

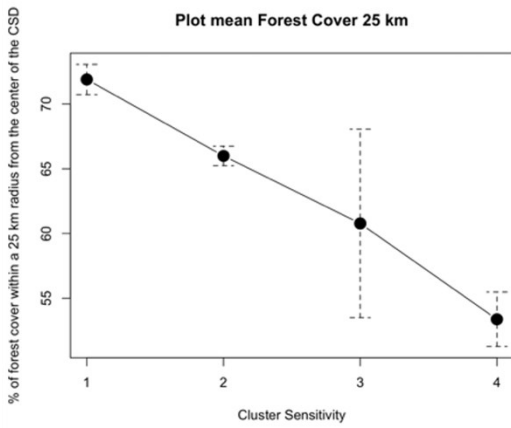
We identify 4 clusters for the sensitivity dimension. The “economic” cluster 1 is composed of CSD sharing high proportion of employment in the forest sector and are surrounded by a very high percentage of forest cover (Figure 5-2a). CSD in this group represent about 15% of our sample (Tableau 5-4). CSD associated to this cluster are more represented in British Columbia, Northern Ontario, Quebec, and New Brunswick (Figure 5-3), which corresponds to the regions traditionally characterized with a strong presence of the industrial forest sector.

The “diverse” cluster 2 is the group that has the highest number of CSD with 1417, or 62% of all our cases (Tableau 5-4). It is also the cluster that covers the highest share of our sample area with 61%. These CSD share the second highest value for the indicator *Forest Cover 25 km* but lower values for other important clustering indicators. The CSD of the “diverse group” are present across the country (Figure 5-3).

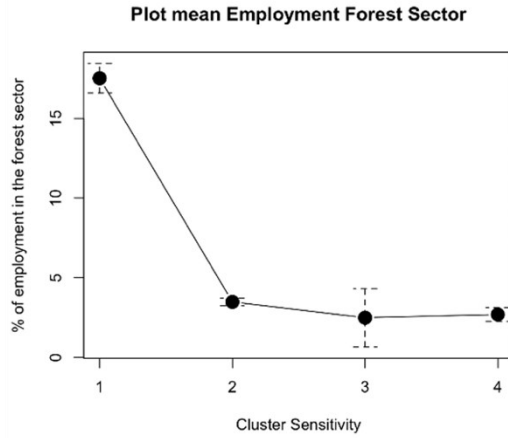
The “recreational” cluster 3 is the smallest group with only 33 CSD (Tableau 5-4). This group is characterized by higher proportion of protected areas and more people employed in tourism-based enterprises (Figure 5-2c). CSD that compose cluster 3 are more present in Western Canada (British Columbia, Alberta), although they are sparsely present in the Prairies and Eastern Canada (Figure 5-3), often located near national parks like the Banff National Park (Alberta), the Gros-Morne National Park (Newfoundland-and-Labrador) or the Kootenay National Park (British Columbia).

Finally, the second most important cluster (21% of our sample) is the “cultural” cluster 4 (Tableau 5-4). It covers 25 % of the land area comprise in our CSD sample. This group is characterized by higher proportion of land under indigenous tenure and more people that declared having an indigenous identity (d). CSD that compose cluster 4 are more present in the Prairies (Manitoba and Saskatchewan) compared to the other three clusters (Figure 5-3). They are also more present in Northern Canada, including Yukon and the Northwest Territories. Communities comprised in those CSD are also surrounded by less forest cover (53% average for cluster 4 CSD as opposed to an overall average of 64% for the sample).

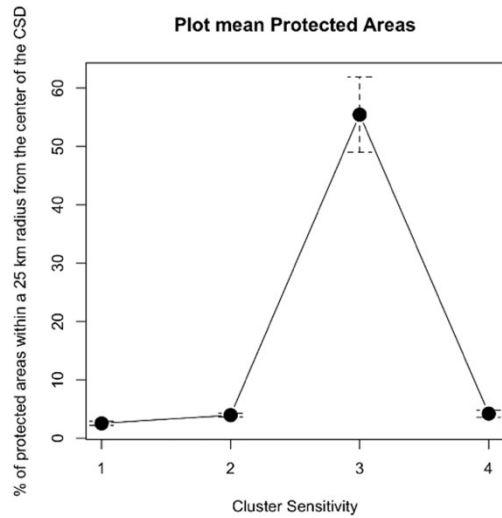
a)



b)



c)



d)

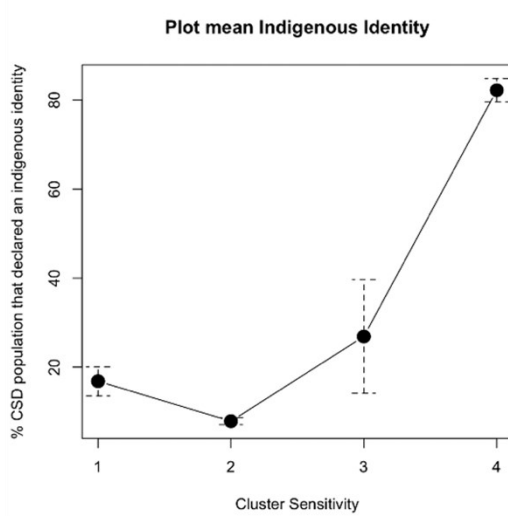


Figure 5-2. Plot means for the most important clustering variables for distinguishing the four sensitivity groups: a) % of forest cover in a 25 km radius; b) % of employment from the forest sector, c) % of protected areas in a 25 km radius, d) % of people with an indigenous identity. Whiskers indicate the standard deviation, with a 95% confidence interval.

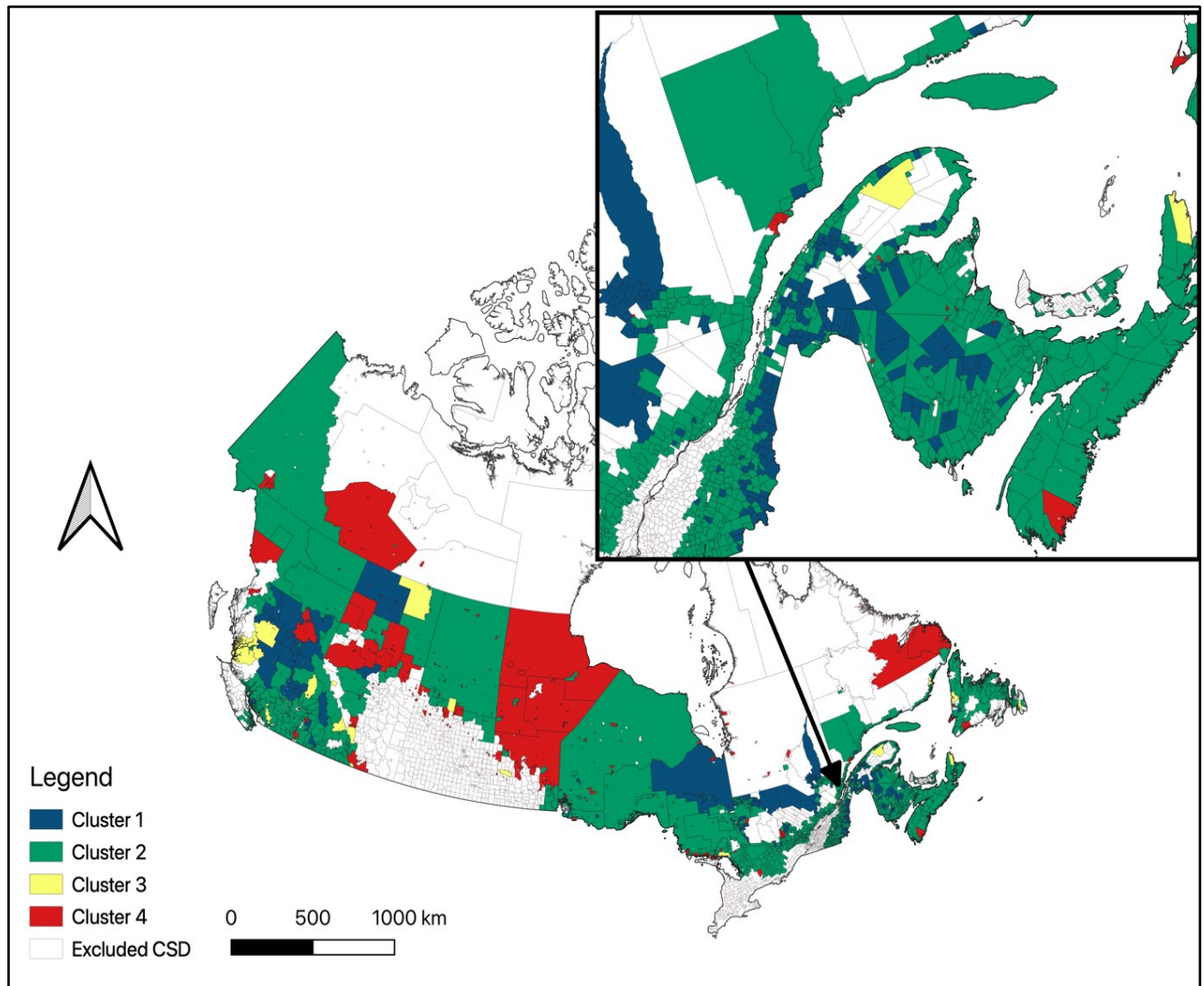


Figure 5-3. Map of Canada illustrating the four sensitivity clusters. CSD in blue represent the “economic” cluster 1, the ones in green represent the “diverse” cluster 2, CSD in yellow represent the “recreational” cluster 3, and CSD in red represent the “cultural” cluster 4. CSD in white were not included in the analysis.

Tableau 5-4. Mean of key indicators in influencing the clustering of the sensitivity dimension of vulnerability for 2270 Canadian census subdivisions (CSD)

Cluster number	1	2	3	4	Overall
Group name	(economic)	(diverse)	(recreational)	(cultural)	
N	336	1417	33	484	2270
Cluster area (% of sample)	12%	61%	3%	25%	100%
Forest Cover ^a	72%	66%	61%	53%	64%
Employment forest sector	18%	3%	2%	3%	5%
Protected areas ^a	3%	4%	55%	4%	5%
Employment recreation/outdoor	5%	7%	13%	5%	7%
Indigenous identity	17%	8%	27%	82%	25%
Indigenous land	0,5%	0,6%	1,0%	7%	1,9%

^a in 25km radius

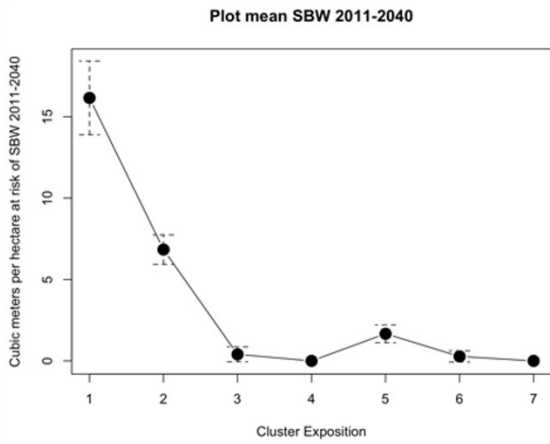
5.3.2 Analysis of the exposure dimension

After performing a first clustering, four clusters emerged from the analysis, with one cluster disproportionately larger than the others (cluster 2, N=1717 CSD). A second HCPC was then performed for this specific group, splitting it into 3 sub-groups. These two sequential clustering ended in 7 groups.

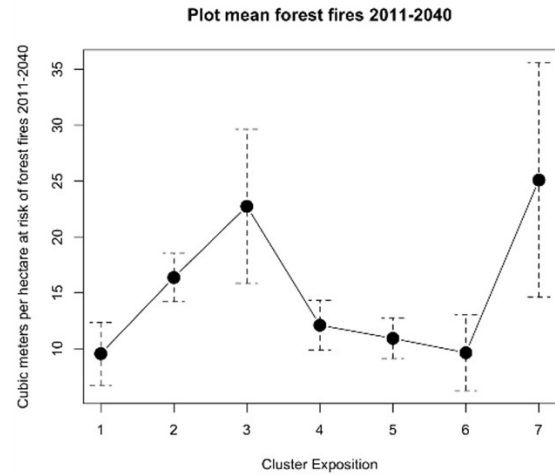
The cluster 1 is composed of CSD sharing moderate wood loss (15 m³/ha) due to the SBW outbreaks in the short term (2011-2040) period (Figure 5-4a), Tableau 5-5). CSD of that cluster represent 11% of our sample (Tableau 5-5) and are more represented in Quebec and New Brunswick (Figure 5-5). The second cluster is the largest one (n=962), 42% of all our cases (Tableau 5-5), and shows low risk of wood loss due to SBW outbreaks (7 m³/ha) and moderate one (16 m³/ha) from wildfires, (Figure 5-4b) and c), Tableau 5-5). CSD associated to this cluster are more represented in Quebec, Ontario, New Brunswick, and Nova Scotia (Figure 5-5). The cluster 3 represents 92 CSD (Tableau 5-5). They are the most at risk, being associated with very high risk of wood loss due to drought stress (53 m³/ha) in the mid-term horizon (2041-2070) and high risk from wildfires (23 m³/ha) in the short-term (Figure 5-4 c) and d)). CSD of cluster 3 are more represented in Alberta (Figure 5-5). Comprising 205 CSD (Tableau 5-5), Cluster 4 share a moderate wood loss due to MPB (15 m³/ha) in the short term and a very high one due to drought stress (43 m³/ha) in the mid-term

(Figure 5-4). CSD from this cluster are mostly represented in British Columbia and Alberta (Figure 5-5). The cluster 5 is the least exposed one to any wood loss risk and is the second most important cluster with 578 CSD or 25% of all our cases (Tableau 5-5). These CSD share very low wood loss risk in the short and mid-term period for all disturbance type or water stress (Figure 5-4). Such “less exposed” CSD are present across the country but more importantly in Quebec, Newfoundland and Labrador, and Northern British Columbia (Figure 5-5). The cluster 6 is composed of 109 CSD (Tableau 5-5). CSD in this group share a low to moderate risk of losing wood volume due the MPB in the short and the mid-term period (11 et 16 m³/ha respectively) (Figure 5-4d) and are more represented in British Columbia (Figure 5-5). The smallest group is cluster 7, with 66 CSD (Tableau 5-5), characterized by moderate risk of wood loss by wildfires in the short-term period and low risk of wood loss by MPB during the same period and high wood loss risk due to drought (32 m³/ha) in the long term period (Figure 5-4c)). CSD from cluster 7 are more represented in Western provinces and territories of the country (Figure 5-5).

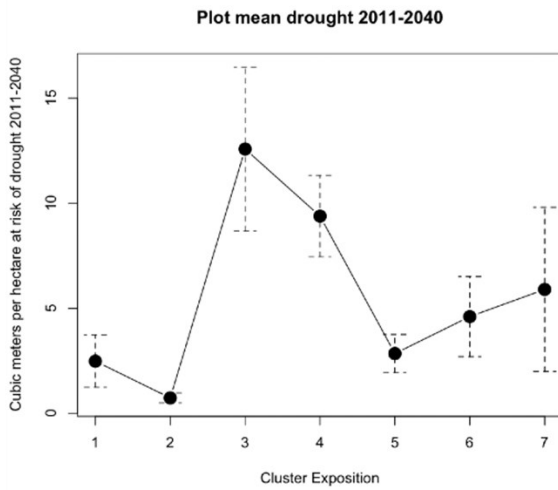
a)



b)



c)



d)

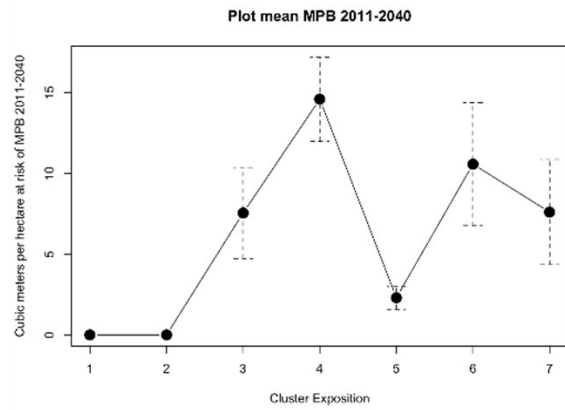


Figure 5-4. Plot means of wood losses (m³/ hectare) due to a) spruce budworm, b) wildfires, c) drought stress and d) MPB for the 2011-2040 period for the seven exposure groups. Whiskers indicate the standard deviation, with a 95% confidence interval.

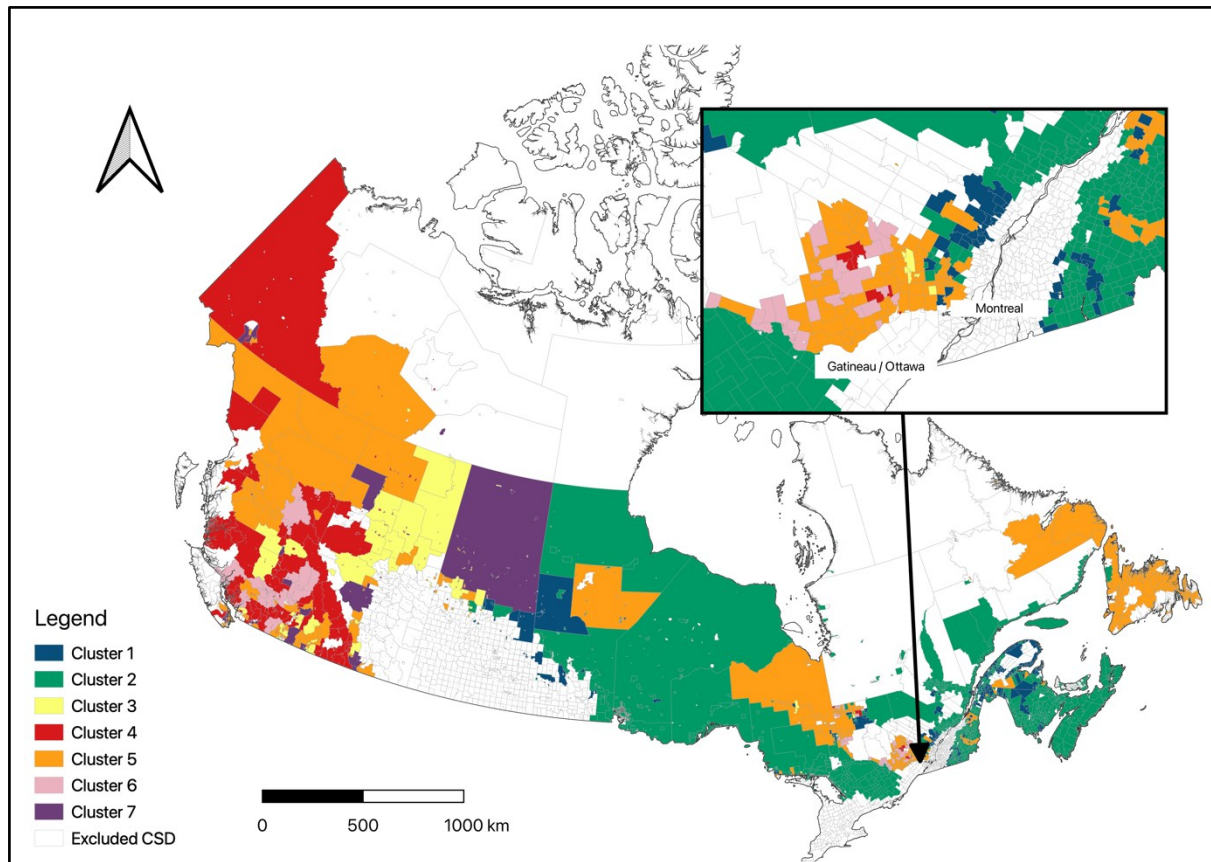


Figure 5-5. Map of Canada illustrating the spatial distribution of the 7 exposure clusters. CSD in blue correspond to the “SBW” cluster 1, CSD in light green correspond to the “SBW/Forest fires” cluster 2, CSD in yellow correspond to the “drought” cluster 3, CSD in red correspond to the “MPB/drought” cluster 4, CSD in orange to the “less exposed” cluster 5, CSD in pink to the “MPB” cluster 6 and finally, CSD in purple correspond to the “forest fires” cluster 7. CSD in white were not included in the analysis.

Tableau 5-5. Key indicators in influencing the clustering of the exposure dimension of vulnerability for the 2270 Canadian census subdivisions. The SBW, drought, MPB and forest fires data represent the average volume (m3/ha) at risk for each timescale

Cluster Group name	1 SBW	2 SBW/ Forest fires	3 Drought	4 MPB/ drought	5 Less exposed	6 MPB	7 Forest fires	Overall
N	256	964	92	205	578	109	66	2270
SBW 1981-2010	20	15	1	0,3	6	4	0	10
SBW 2011-2040	16	7	0,4	0	2	0,3	0	5
SBW2041-2070	5	2	0	0	0	0	0	0
SBW 2071-2100	0	0	0	0	0	0	0	0
Drought 1981-2010	1	0	4	4	1	2	1	1
Drought 2011-2040	2	1	13	9	3	5	6	3
Drought 2041-2070	6	2	22	18	6	10	11	6
Drought 2071-2100	11	8	53	43	14	24	32	17
MPB 1981-2010	0	0	4	8	1	5	5	2
MPB 2011-2040	0	0	8	15	2	11	8	2
MPB 2071-2100	2	4	19	22	6	16	14	7
Forest fires 1981-2010	5	6	12	8	7	6	11	7
Forest fires 2011-2040	10	16	23	12	11	10	25	14
Latitude	1607669	1497920	213155	2228818	1934799	1844652	2184466	1749834
Volumes at risk ^a	28	24	44	36	18	26	39	24

^a For SBW, MPB, drought and forest fires for the 2011-2040 period (in blue)

5.3.3 Analysis of the Adaptive Capacity Dimension

Six clusters emerged from the analysis. The “village-aged” cluster 1 is the second most important group with 437 CSD or 20% of our total sample (Tableau 5-6). This group is characterized by a population aged 65 years and over 6% higher than the sample average (Figure 5-6a), a high proportion of the population with a *Lower Income Mean After Tax* (LMI-AT, Figure 5-6d) as well as people living in unaffordable housing

(Figure 5-6). These CSD are more represented in the Maritime provinces while being also present in southern Ontario and Quebec (Figure 5-7).

The “active-educated” cluster 2 is the most frequent AC type with 643 CSD (28%, Tableau 5-6, Figure 5-6). It also accounts for 30% of the land area of our sample. It is characterized by more people having completed their post-secondary education by 8% more than the sample average and the highest employment rate (57%). We observe CSD from cluster 2 in the Eastern part of the country (Southern Quebec and Maritimes) although being also represented in Western Canada (Figure 5-7).

The “urban-expensive” cluster 3 (227 CSD or 10%, Tableau 5-6) is characterized by a higher proportion of lone-parent and single-person households, of high shelter-to-cost ratio for renters, and of land areas located in an urban setting (Figure 5-6 e, h, i, j). These are mostly located near larger Canadian cities in the southern part of the country. Many of them are close to Montreal (Quebec) or Victoria (British Columbia), for example (Figure 5-7).

The “forest-sector-aged” is the second highest adaptive capacity group (426 CSD, 19%) but it covers the larger land area (41% of our sample area). These CSD have a primary sector (mining, agriculture, fishing and hunting, forestry) occupied by the industrial forest sector (Tableau 5-6) and an aging population (Figure 5-6). This group can be found in all provinces where the forestry sector is important (British Columbia, Alberta Ontario, Quebec, and New Brunswick, (Figure 5-7).

The “urban-cultural” cluster 5 (175 CSD, 8%) is similar to cluster 3, although differentiated from it by a 5 times denser population and a higher proportion of linguistic minorities (people that have neither French or English as their mother tongue, Tableau 5-6, Figure 5-6). These CSD are located close to Canadian metropolitan areas like Montreal, Vancouver, or Quebec City (Figure 5-7). Both cluster 3 and 5 represent a small land area (less than 1%).

The “cultural-rural” cluster 6 (362 CSD, 16%) also shows a very high proportion of linguistic minorities, the highest with 64% (Tableau 5-6). Indicators of housing precarity exhibit high values for this group. Indeed, cluster 6 CSD have a high proportion of housing needing major repairs (Figure 5-6, f) and insufficient size housing. Indicators such as the single-person household and the lone-parent households are also high (Figure 5-6, e, h). These CSD are rural at 94%, mostly located in the northern regions across the country and in Central Canada (Figure 5-7).

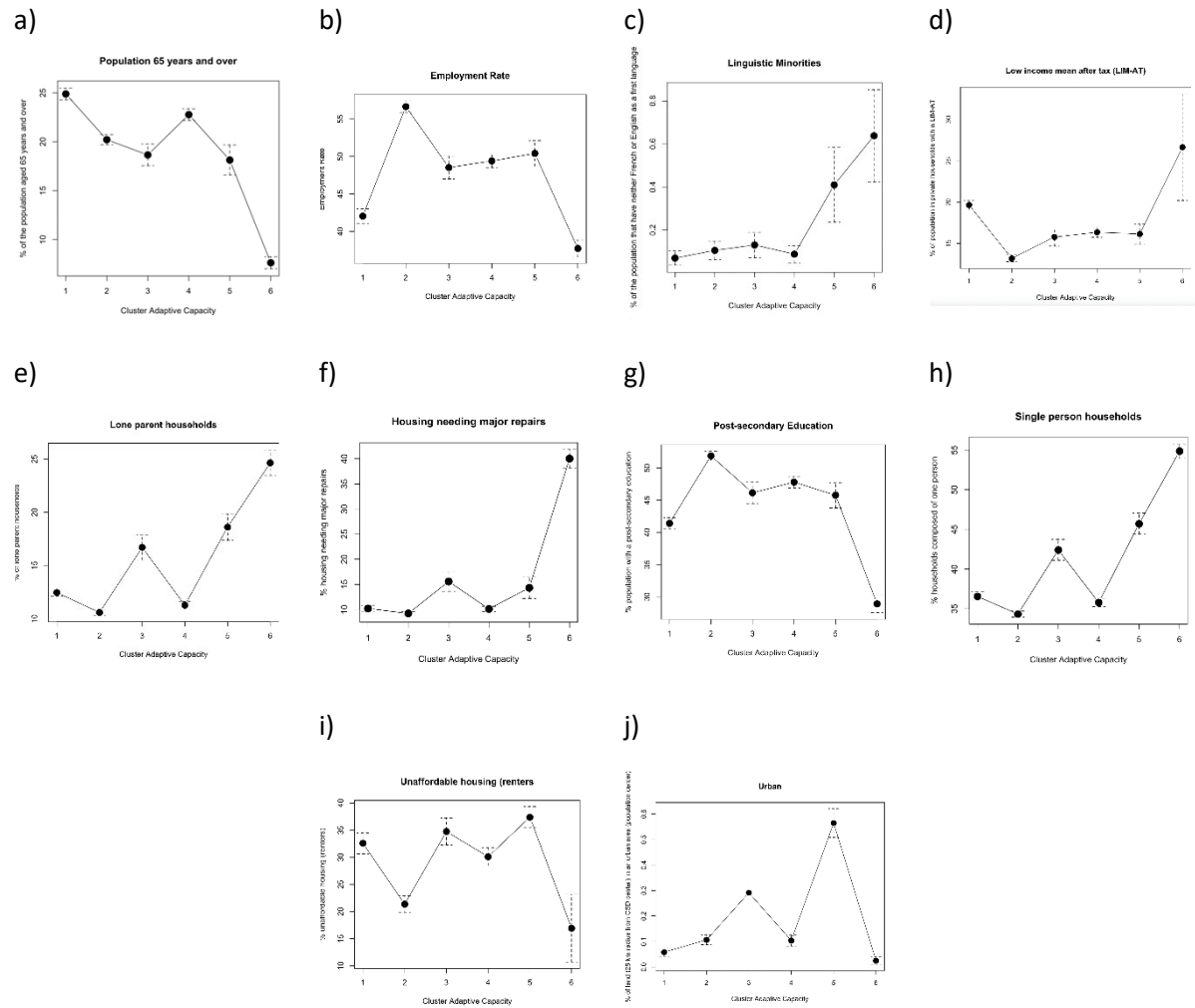


Figure 5-6. Plot means for the most important clustering variables for distinguishing the six sensitivity groups: a) population aged 65 years and over, b) Employment rate, c) Linguistic minorities, d) Low medium income after tax income (LMI-AT), e) Lone parent household, f) Housing needing major repairs, g) Post-secondary education, i) % Single-person household, j) Unaffordable housing for renters, and j) Land in urban area

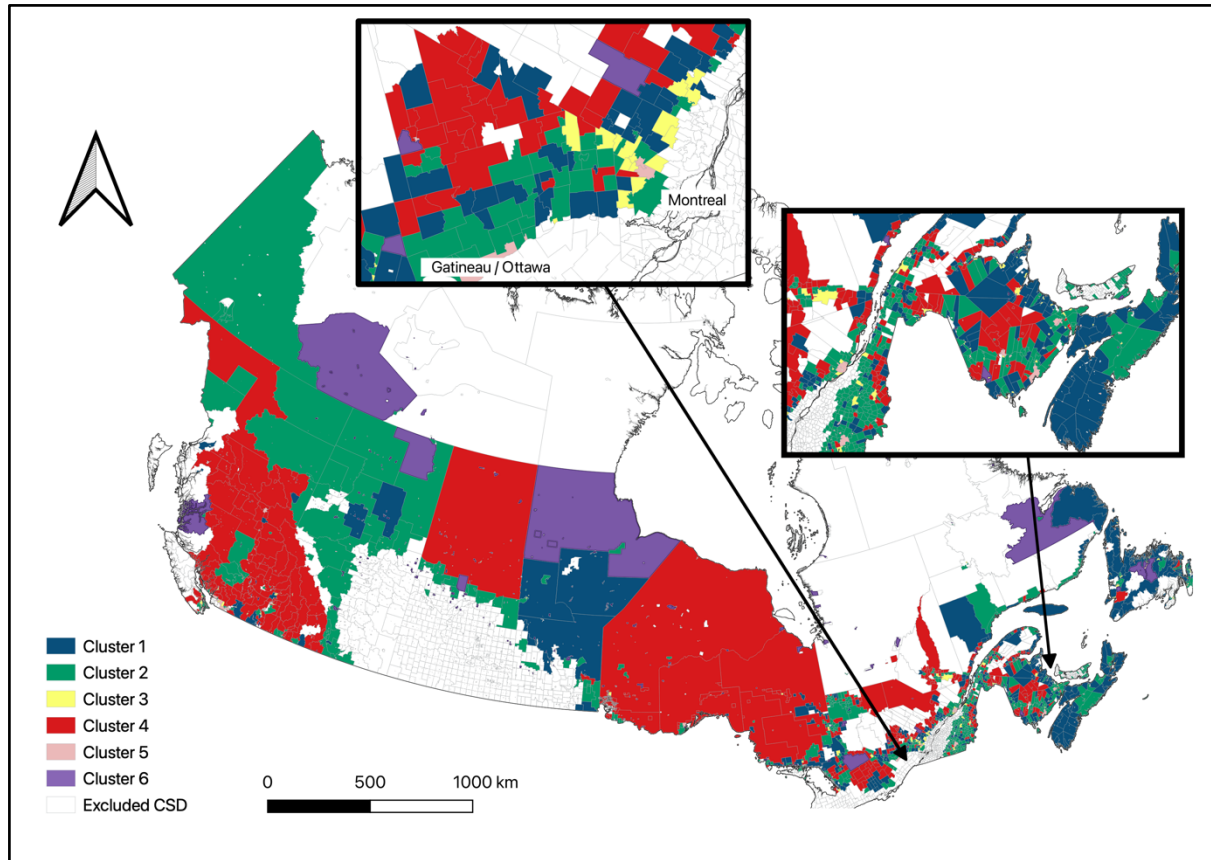


Figure 5-7. Map of Canada illustrating the spatial distribution of the 6 adaptive capacity clusters. CSD in blue correspond to the “village-aged” cluster 1, CSD in light green correspond to the “educated-active” cluster 2, CSD in yellow correspond to the “urban-expansive” cluster 3, CSD in red correspond to the “forest-sector-aged” cluster 4, CSD in pink correspond to the “urban-cultural” cluster 5, and CSD in violet correspond to the “rural-cultural” cluster 6. CSD in white were not included in the analysis.

Tableau 5-6. Key indicators (grey) in influencing the clustering of the adaptive capacity dimension of vulnerability for 2270 Canadian census subdivisions (CSD). Dark grey cells represent a 10-points cluster average difference compared with the sample mean.

Cluster Group name	1 Village- aged	2 Active- educated	3 Urban- expansive	4 Forest- sector- aged	5 Urban- cultural	6 Cultural- rural	Sample mean
N (CSD)	437	643	227	426	175	362	2270
Cluster area (% of sample)	14	30	0,2	41	0,1	15	100
Low income	20	13	16	16	16	27	16
Social assistance benefits	18	7	15	15	17	24	14
Shelter-cost-to-income ratio (owners)	11	11	11	12	13	14	11

Shelter-cost-to-income ratio (renters)	33	21	35	30	38	17	28
Lone parent households	12	11	17	11	17	25	15
One-person households	36	34	42	36	46	55	40
Unemployment rate	19	9	16	12	14	26	15
Employment rate (%)	42	57	49	49	50	38	48
Dwelling with major repairs needed (%)	10	9	16	10	14	40	16
Housing suitability (size)	2	2	5	2	7	20	5
Population density (inhabitant/Km2)	11	14	117	12	493	23	62
Population growth	58	61	62	61	64	88	65
Village (%)	15	7	3	9	0	2	7
Rural (%)	79	80	65	80	36	94	77
Urban (%)	6	11	29	10	56	2	14
Population 65 years and over (%)	25	20	19	23	18	8	19
Average age (years)	48	44	42	46	41	32	43
Employment in community organizations (%)	1,25	1,13	1,44	1,27	1,08	0,79	1,15
High school education	25	24	25	25	26	21	24
Post-secondary education	41	52	46	48	46	29	44
University education	7	12	10	10	12	4	9
Education without a degree	34	24	28	27	28	51	32
Employment diversity	0,34	0,34	0,29	0,34	0,26	0,24	0,32
Weight of the forest sector employment on primary activities	8	9	12	56	21	17	20
Enterprises providing health care and educational services	5	4	8	5	10	5	5
Linguistic minorities	7	11	13	9	41	64	20
Immigrants	2	4	3	5	6	0,2	3

5.3.4 Relationships between the three vulnerability dimensions

Clusters of the sensitivity dimension were not independently related to the ones of adaptive capacity ($\chi^2=1356.5$, $P<0.001$). For example, communities from sensitivity cluster 4 (“cultural” dependency) are closely associated with those from adaptive capacity “rural-cultural” cluster 6 (

Figure 5-8). Also, sensitivity cluster 3 (recreational dependency) is closely associated with the “urban-expensive” cluster 3 and “urban-cultural” cluster 5 from adaptive capacity (Figure 5-8). Similarly, communities of the “economic” sensitivity cluster 1 are linked with “forest-sector-aged” adaptive capacity cluster 4 while communities of the “diverse” sensitivity cluster 2 are linked with the “village-aged” adaptive capacity cluster 1 and the “educated-active” cluster 2.

The sensitivity dimension was also related to the exposure dimension ($\chi^2=647.45$, $P<0.001$). Communities from sensitivity “recreational” cluster 3 are closely associated with those exposed to a high risk of wood volume loss due to “drought” cluster 3 (Figure 5-9). Communities from sensitivity “recreational” cluster 3 are closely associated with those from exposure “drought” cluster 3. Another relation is visible with the “cultural” cluster 4 of sensitivity that is associated with the “MPB/Drought” cluster 4 of the exposure dimension. Similarly, communities in “economic” cluster 1 of sensitivity are associated with the “MPB” cluster 6 of exposure, and “diverse” CSD in cluster 2 of sensitivity are associated with the “SBW” cluster 1, the “SBW/Forest Fires” cluster 2, and the “less exposed” cluster 5 of exposure.

Finally, we also observed dependency between the exposure and the adaptive capacity dimensions ($\chi^2=323,03$, $P<0.001$). Communities from exposure “Drought/forest fires” clusters 3 and “MPB/drought” cluster 4 are closely associated with those from adaptive capacity “rural-cultural” cluster 6 (Figure 5-10). Another relation is visible with the “SBW” cluster 1 and the “SBW/Forest fires” cluster 2 of exposure that are associated with the “educated-active” cluster 2 of adaptive capacity. Similarly, communities in the “MPB” cluster 6 of exposure are associated with the “forest-sector-aged” cluster 4 of adaptive capacity, and communities in the “less exposed” cluster 5 of exposure are associated with the “village-aged” cluster 1 of adaptive capacity.

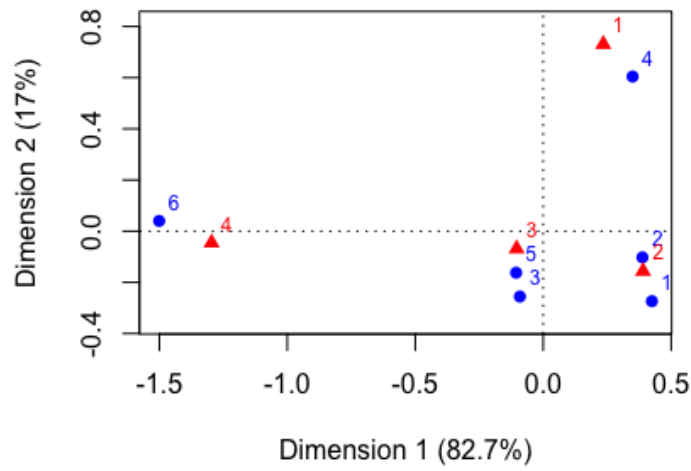


Figure 5-8. Correspondence analysis diagram showing the positions of the 4 sensitivity clusters (red) and the 6 adaptive capacity ones (blue) in the two first dimensions of the ordination for the 2270 CSD of Canada. Clusters from each dimension showing closer positions share more the same CSD.

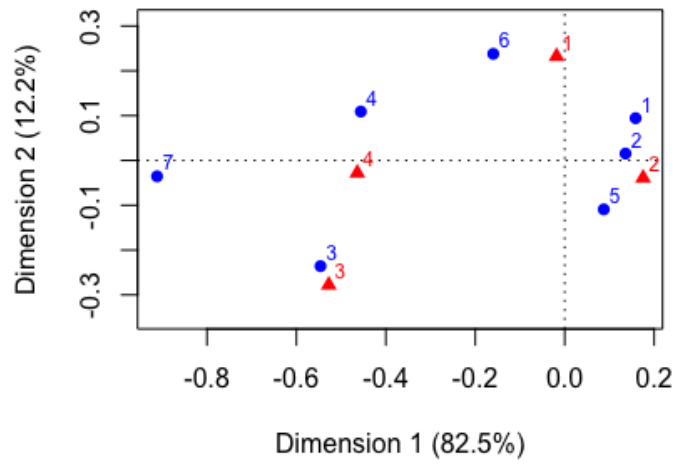


Figure 5-9. Correspondence analysis diagram showing the positions of the 4 sensitivity clusters (red) and the 7 exposure ones (blue) dimensions in the two first dimensions of the ordination for the 2270 CSD of Canada. Clusters showing closer positions share more the same CSD.

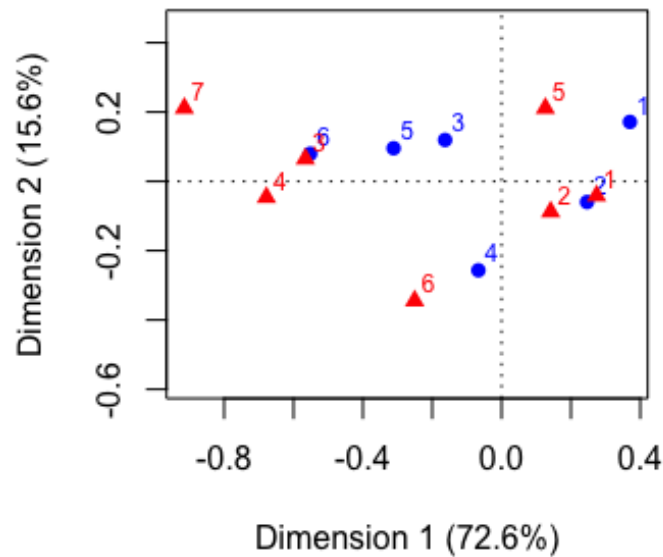


Figure 5-10. Correspondence analysis diagram showing associations between the 7 exposure clusters (red) and the adaptive capacity (blue) ones in the two first dimensions of the ordination for the 2270 CSD of Canada. Clusters showing closer positions share more the same CSD.

4.3.5 Vulnerability Types

Among the 160 possible vulnerability types that are obtained when combining sensitivity, exposure, and adaptive capacity clusters (4 sensitivity clusters X 7 exposure clusters X 6 adaptive capacity clusters), 51% of the CSD are found in the 10 first most common ones, representing 43% of the area of retained CSD for our study (Tableau 5-7).

The combination 2/2/2 (sensitivity “diverse, exposure “SBW/forest fires” and adaptive capacity “educated-active”) is the most frequent in Canada (13%) although it has less importance in terms of the land area (3%). Such combination of vulnerability dimensions can be observed mostly in eastern Canada but also sparsely in the Central region of Canada

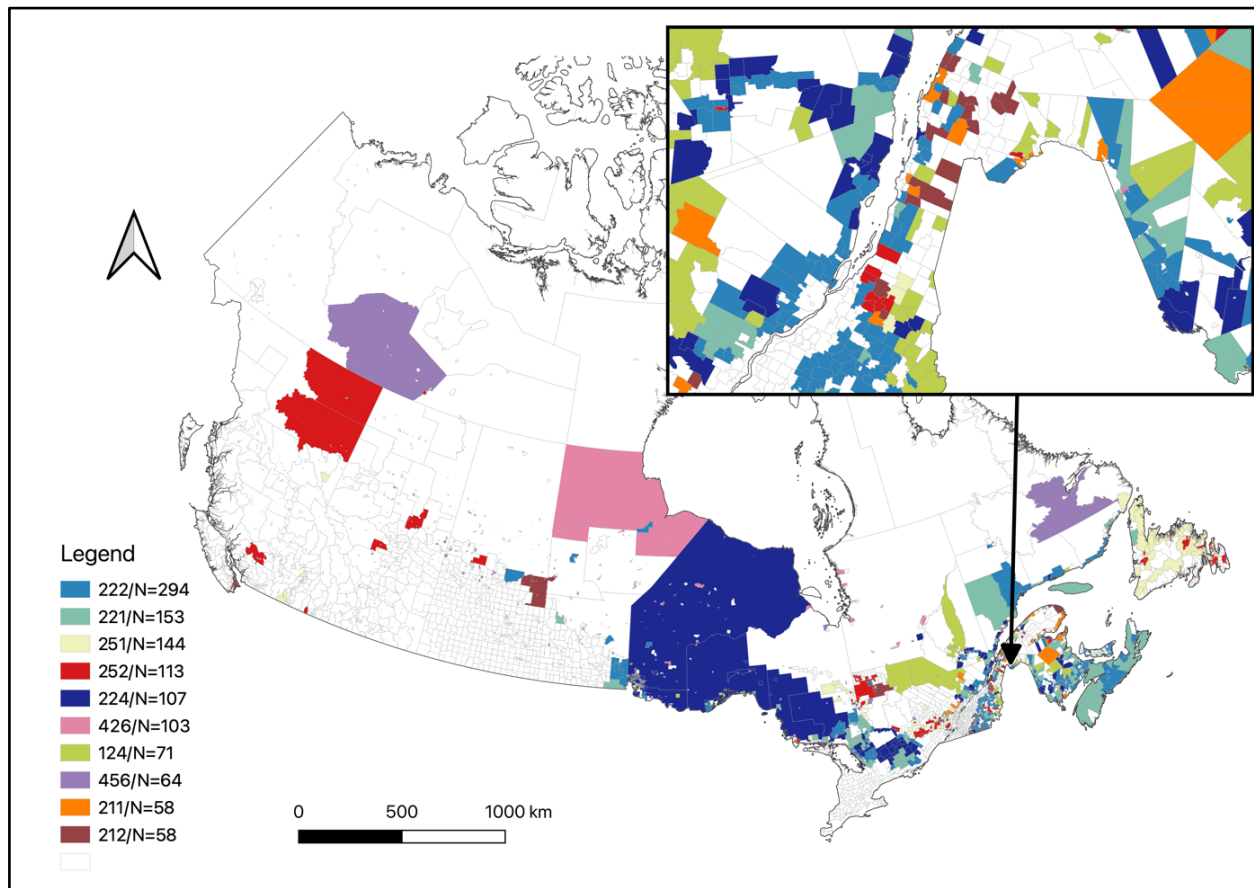


Figure 5-11). The second most frequent combination 2/2/1 (sensitivity “diverse”, exposure “SBW/forest fires”, adaptive capacity “village-aged”), with 6,7% of the CSD, is representing 3% of the area and can be intermingled with combination 2/2/2

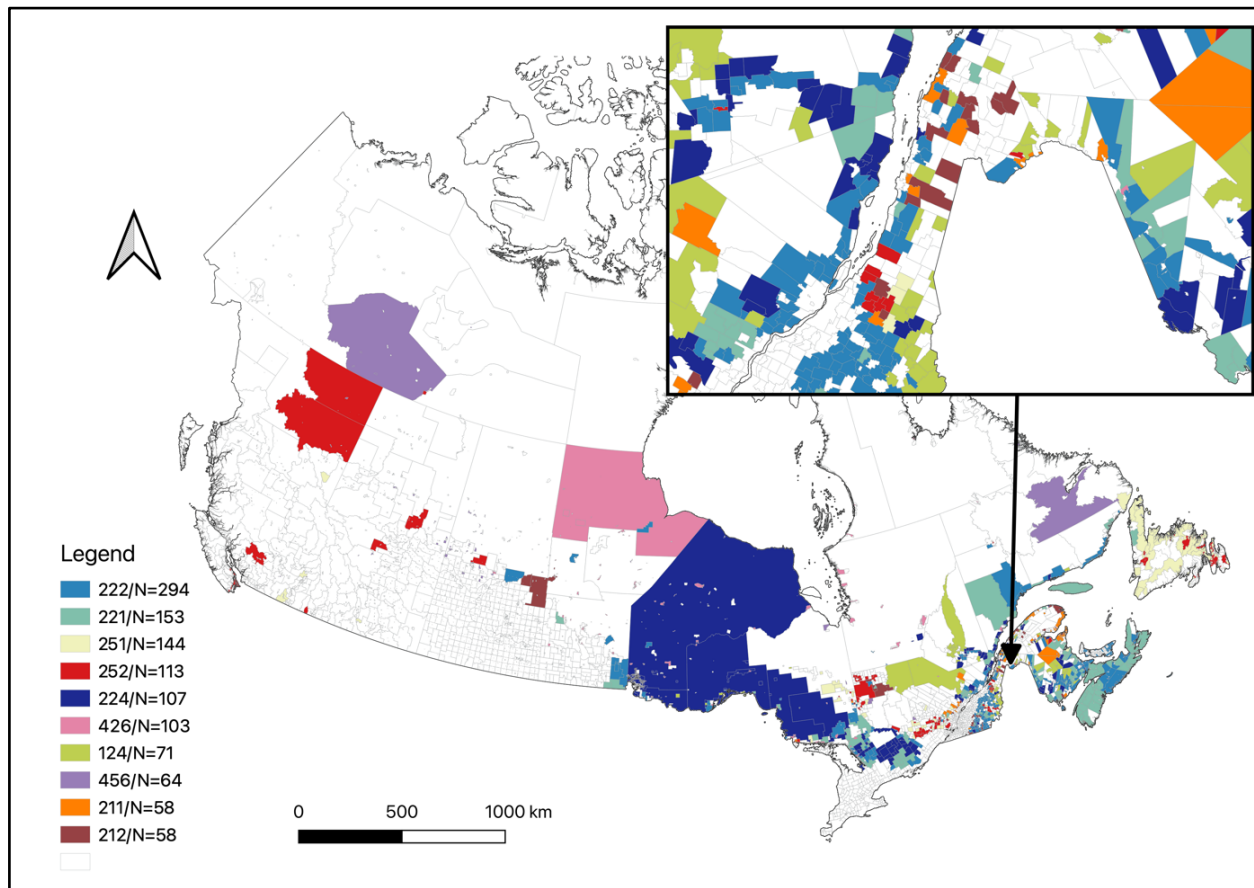


Figure 5-11).

Tableau 5-7. Combination of clusters for the three dimensions of the vulnerability analysis

Cluster sensitivity	Cluster exposure	Cluster adaptive capacity	CSD with the combination (N)	CSD with the combination (%)	Area with the combination (%) ^a
2 (Diverse)	2 (SBW/forest fires)	2 (Educated-active)	294	13,0%	3
2 (Diverse)	2 (SBW/forest fires)	1 (Village-aged)	153	6,7%	3
2 (Diverse)	5 (Less exposed)	1 (Village-aged)	144	6,3%	2
2 (Diverse)	5 (Less exposed)	2 (Educated-active)	113	5,0%	5
2 (Diverse)	2 (SBW/forest fires)	4 (Forest-sector-aged)	107	4,7%	15
4 (Cultural)	2 (SBW/forest fires)	6 (Rural-cultural)	103	4,5%	6

1 (Economic)	2 (SBW/forest fires)	4 (Forest-sector- aged)	71	3,1%	2
4 (Cultural)	5 (Less exposed)	6 (Rural-cultural)	64	2,8%	6
2 (Diverse)	1 (SBW)	1 (Village-aged)	58	2,6%	0,3
2 (Diverse)	1 (SBW)	2 (Educated- active)	58	2,6%	1

^a This proportion refers to the total land area of the 2270 CSD that composed our sample rather than the total land area of Canada

The 5 most frequent combinations are characterized by a “diverse” sensitivity. The sixth most important combination (4/2/6) presents a “cultural” sensitivity combined with a “SBW/Forest fires” exposure and a “rural-cultural” adaptive capacity. This combination has a presence across the country, with a stronger presence in the Prairies (Saskatchewan, Manitoba) and in northern Canada (Figure 5-11). If we look at the FDC characterized by “economic” sensitivity, we can observe that 71 FDC share the cluster combination 1/2/4. This means that they are characterized by a “SBW/Forest Fires” exposure and a “forest-sector-aged” adaptive capacity. Those FDC are mostly located in Quebec, Ontario, and New Brunswick. Similarly, the combination 2/2/4 is important since it covers the largest land area (15%) of our first 10 combinations. It also points at the predominance of the forest industry in the primary sector (cluster 4 of adaptive capacity) and its link with the diverse dependency relations cluster 2 and the exposure to SBW and forest fires.

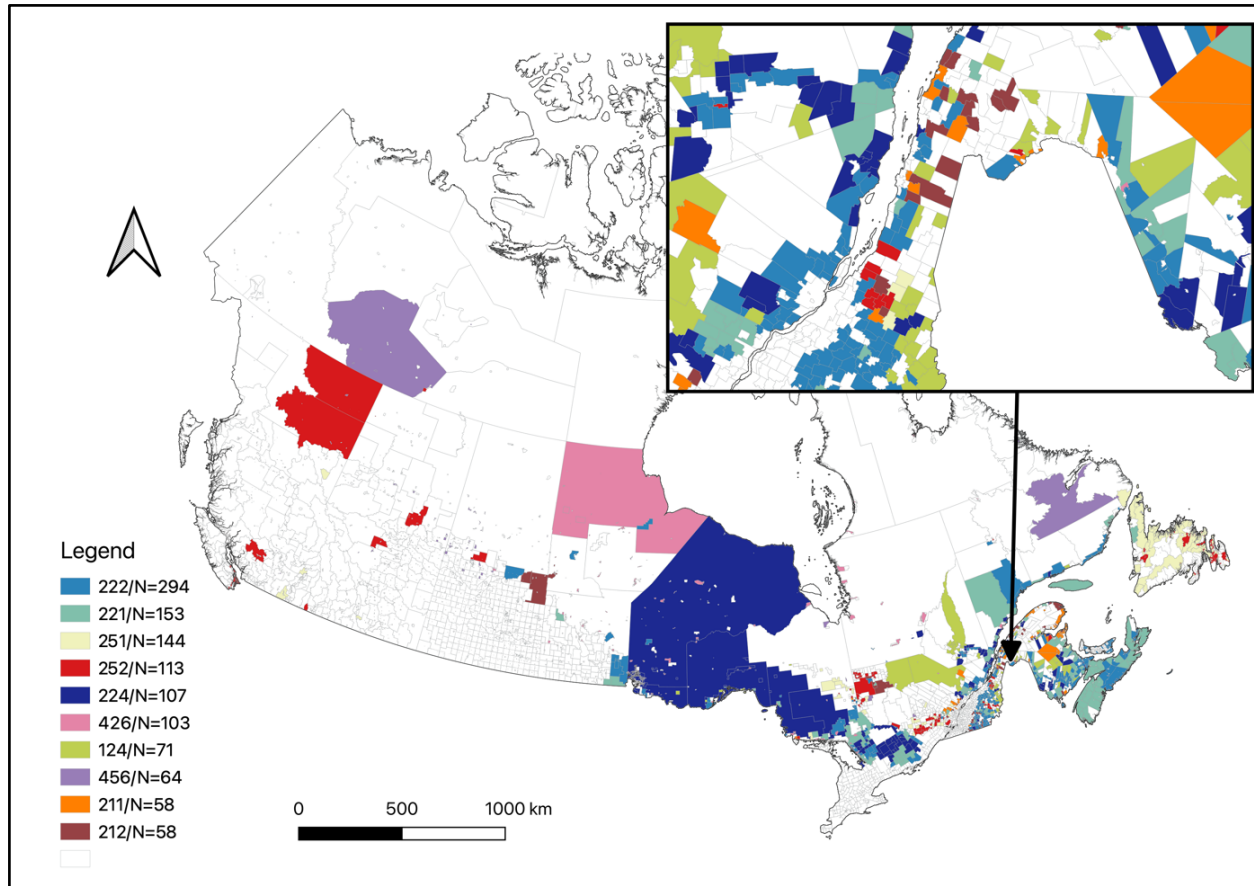


Figure 5-11. Map of the most represented vulnerability types characterized by the combinations of clusters sensitivity, exposure, and adaptive capacity for Canada, with a zoom on Eastern Canada. Vulnerability type 222 and 221, the most represented combinations, are in light blue and light green respectively.

5.4 Discussion

The hypothesis regarding recurrent attribute patterns was confirmed across all three vulnerability dimensions. Concerning the sensitivity dimension, results support the idea that forest dependency can take multiple forms (Beckley, 2000; Beckley, 1998), suggesting a broadening of the attributes used for characterization. Forest-dependent communities are not solely reliant on timber but can also depend on recreational activities. While communities greatly reliant on the forest sector constitute a small portion of the sample (the “economic” cluster 1 was 15%), a significant portion relies on “cultural” ecosystem services (Dhar et al., 2016). These services include nonmaterial recreational, aesthetic, and spiritual benefits from forests. This reliance is coherent with the “cultural” dependency (21% of our sample). By viewing forest-community relations from a wider perspective, the economic, cultural, and spiritual attributes can be illustrated by the “diverse” dependency (62% of the sample), as outlined by Beckley (1998) as the “nested” or intertwined forest-community relations. The findings also indicate that some

FDC (clusters 3-4-6-7) have high volumes of forests at risk of wildfires, MPB and drought disturbances. These disturbances pose the greatest risks to the forest volumes in our studied FDC, suggesting potential connections between them. For instance, MPB outbreaks can impact regulating services like forest fires (Mikkelsen et al., 2013; Negrón et Fettig, 2014) by altering fuel flammability, continuity, and structure (Jenkins et al., 2014). For the adaptive capacity dimension, the results underlined local attributes crucial for developing adaptation strategies, with the urban-rural interface emerging as a key aspect. Urban settings typically offer better resource access, a key component of adaptive capacity (Adger, 2003; Pearce et al., 2010). Education, employment levels, health services, and firefighting resources play key roles in adaptation to disturbances (Fletcher et al., 2020; Wall et Marzall, 2006). Additionally, language, housing characteristics, and socioeconomic factors in FDC were identified as significant features potentially influencing adaptation response to stress.

The hypothesis regarding the interdependent relationships in the two-by-two comparisons of the three vulnerability dimensions was validated. Exploring the sensitivity-adaptative capacity connection shed light on the economic dependency and socio-economic characteristics of FDC, providing insight into the “core-periphery” relations (Stedman et al., 2004; Stedman et al., 2005). These relations delve into the regional variations in Canada’s reliance on the industrial forest sector and emphasizes the concentration of capital in core sectors linked to higher education, income levels, and lower poverty rates (Stedman et al, 2011). As a results, we anticipated that FDC would primarily align with the “educated-active” cluster 2, but this was not observed. The connection with the characteristics of the “forest-sector-aged” remains consistent, with some exceptions such as the aging population aligning more with peripheral industries. In terms of the sensitivity-exposure relationship, examining FCD having a higher volume of forest at risk was relevant in understanding the associated forest dependency relations at risk. FDC with higher exposure to forest fires and MPB were associated with the “recreational” cluster 3. Considering that negative feedbacks from recreational users regarding MPB outbreaks have been observed in British Columbia (Dhar et al., 2016), it indicates that recreational uses of forests are also at risk. Furthermore, it is important to consider the impact of FDC sharing “cultural” dependency connections to MPB and forest fires. The outbreaks of MPB could potentially have adverse effects on ecosystem services related to landscape aesthetics or spiritual significance (Dhar et al., 2016). Given that a large proportion of the “cultural” FDC comprises indigenous communities, and that 60% of First Nations reserves coincide with forest fire-prone areas (McGee, 2021), with indigenous people are more likely to be evacuated during wildfires (Beverly et Bothwell, 2011; Tepley et al., 2022), highlighting the importance of wildfire evacuation preparedness and the development of

tailored adaptive plans. The link between the “diverse” dependency relationship and exposure to SBW and forest fires, prevalent disturbances in Eastern Canada, aligns with the prevalence of the “diverse” FDC in region. Additionally, the connection between the exposure-adaptive capacity relationship, the exposure to drought, forest fires and MPB, and the “cultural-rural” characteristics of those FDC is relevant. The “cultural-rural” adaptive capacity exhibits high values for variables related to social vulnerability. Challenges such as language barriers (individuals who speak neither French or English), age, mobility and other socioeconomic factors can complicate evacuations during forest fires (Headwaters Economics, 2021). Recent studies on evacuation practices in First Nations communities revealed that few communities had an emergency plans tailored to their specific needs (McGee, 2021). Given the higher risk of forest fires faced by “rural-cultural” FDC, there is a clear need for customized adaptation strategies for indigenous communities. Regarding FDC exposed to MPB, the ability to respond to this particular disturbance is influenced by factors like poverty, family well-being, health, and education (Parkins et MacKendrick, 2007).

The hypothesis suggesting that certain vulnerability types, identified by specific combinations of three vulnerability dimensions, would be more prevalent than others has been confirmed. However, within the initial 10 combinations, none included exposure clusters with the highest forest volumes exposed to disturbances (clusters 3, 7, 4). Instead, vulnerability types characterized by a combination of exposure to SBW and forest fires, along with a “diverse” dependency and either a “village-aged” or an “educated-active” adaptive capacity, primarily located in the eastern part of the country, were more common. These vulnerability types exhibit distinct patterns at both national and regional levels. The spatial representation also emphasizes an urban-rural divide rather than a longitudinal gradient.

Else than these important results, an important contribution of this research is methodological. By combining social, ecological, and spatial indicators to assess vulnerability of FDC to CC, it allowed to address the challenges to assess the complex interaction between climatic and non-climatic factors of vulnerability (Windfeld et al., 2019). In terms of practical implications, highlighting the non-interdependent relations between the sensitive and adaptive capacity non-climatic drivers and the exposure climatic drivers of vulnerability led to key considerations from which to craft adaptive responses, and provides a relevant entry point for tailoring local adaptation strategies. Two main reasons support this claim. First, recognizing the need to craft adaptation strategies based on the knowledge of the threats imposed by CC on communities (Lyles et al., 2018), results obtained by adopting a VAS framework and using an indicator-based approach could contribute to nourish that baseline information at local levels as

well as support policy makers in identifying the prominent risks. Results could also enhance inter-community collaboration with FDC sharing similar sociodemographic characteristics. Second, results allowed to offer a broader perspective on the different forest-community relations that are sensitive to CC. Despite a recognition that forest dependency encompasses multiple values, there is a tendency from government reports to identify FDC by selecting indicators related to the employment in the industrial forest sector (Natural Resources Canada, 2022). However, the Canadian Council of Forest Ministers (CCFM, 2008) underlined the need to better incorporate CC considerations in the set of indicators used to monitor the adverse effects of CC impacts on the forest and the communities that benefit from it. Indicators selected to identify FDC for this vulnerability analysis is a first step to move in that direction as they targeted a broader range of communities that nurture close relations with the forest. Our work supports the relevance of looking at employment in the forest sector and at the percentage of forest cover to capture sensitivity, as it was already put forward (Fisher et al, 2018) but goes further by adding two other variables (cultural and other recreational values). Thus, the indicators developed to assess the sensitivity dimension of vulnerability add a contribution to the approaches to assess people and forest relations.

The developed indicator-based approach is not perfect. One limit is the temporally static dimension of the socio-economic indicators. By using a set of indicators from the 2016 Statistics Canada census, socio-economic dimensions are a snapshot in time. Improvements are thus needed to develop socio-economic indicators and to model them at the same timescales as the climatic drivers. Even though there are also limits to the modeling of forest disturbance risks (using solely a RCP 8.5 scenario, consideration of uncertainty, and modeling the risks using a static biomass (2011), there is still a high level of certainty about the disturbance projections for the 2011-2040 period and the related increases in volume at risk (Boucher et al., 2018). Another weakness is related to the use of CSD as a proxy for FDC. CSD differ in terms of size. Provinces in Western Canada (British Columbia and Alberta) tend to have larger CSD areas whereas provinces in Quebec have smaller ones. It might have influenced the vulnerability combinations. Despite those pitfalls, and considering the emergency to take actions, results are still providing relevant baseline information from which to craft adaptation strategies.

Although the research question targeted the local level scale, there are also linkages with other scales. Results from this research also present considerations for the sustainable dimension of the VAS framework, which imply an interplay with the national and international scales. Indeed, there are multiple initiatives to report progress in achieving international goals and objectives related to forest health and the well-

being of communities throughout the world that rely on indicator-based approaches. Canada makes no exception with its set of criteria and indicators of SFM (CCFM, 2008) inspired by the Montreal Process on SFM. At the international level, indicators are used to report progress in achieving the Sustainable Development Goals (SDG) and its Goal 15 of having sustainably managed forests, as well as for reporting on the UN Strategic Plan for Forests (2017-2030). Those initiatives engage Canada to provide information and monitor progress towards achieving several targets at the national and international levels. The indicators and variables selected to carry out the sensitivity clustering is an attempt to contribute to the discussion on forest community indicators. Broadly, this study opens the door to pursue the work done in the 1990s and 2000s by Canadian researchers on the well-being of FDC (Stedman et al., 2004; Stedman et al., 2005) and the criteria and indicators of SFM (Beckley et Burkosky, 1999a; Beckley et al., 2002; Parkins et al., 2001; Stedman, 1999) by incorporating the CC adaptation dimension. This would present a great way to report jointly on areas of well-being, CC adaptation and SFM.

CHAPITRE 6

Discussion générale

La question de recherche portait sur les avenues de croisements – sur les plans épistémologique, conceptuel, méthodologique et empirique – entre les dimensions sociales et naturelles propres à l’adaptation aux changements climatiques qui offrent des perspectives pertinentes pour l’élaboration de stratégies d’adaptation des communautés canadiennes dépendantes de la forêt (CDF). Cette question découlait d’un problème mis en lumière sur la nécessité d’avoir une compréhension, à l’échelle des communautés, de la vulnérabilité des CDF et ce, afin de faciliter l’élaboration de stratégies d’adaptation aux changements climatiques qui soient en adéquation avec les caractéristiques distinctes des communautés. Les constats tirés de la thèse seront présentés dans les prochaines sections, tout comme la contribution de celle-ci à l’avancement des connaissances, ses avenues de recherche futures et sa pertinence sociale.

6.1 Retour sur les constats de la thèse

6.1.1 Croisements épistémologiques et conceptuels

Les croisements conceptuels ont surtout été abordés aux chapitres 1 et 2 de la thèse. Une grande partie du travail d’analyse du champ de l’adaptation aux changements climatiques a consisté à décortiquer la littérature sur le sujet et ainsi, à mieux comprendre les liens entre les concepts d’adaptation, de résilience et de vulnérabilité. Une première balise pour réfléchir à ces liens a été d’entrevoir l’adaptation comme un outil pour penser le rapport entre la société et son environnement (Reghezza, 2007). Malgré la pluralité des définitions qui entourent le concept d’adaptation, comprendre que les notions qui lui sont associées, comme la vulnérabilité et la résilience, sont des communautés de recherche qui ont tenté d’apporter des réponses à l’adaptation des sociétés humaines face à l’environnement a été un constat important. Le cadre conceptuel présenté au chapitre 1 (Figure 1-2), bonifié au chapitre 4 avec le cadre de vulnérabilité, adaptation et durabilité (Figure 4-1), expose les alliages entre des concepts issus des sciences sociales et naturelles. C’est cette imbrication des trois notions, perçues comme étant complémentaires (Engle, 2011; Nelson et al., 2007), qui est mise de l’avant dans la thèse. Par exemple, Bréda (2023) explique les liens entre les notions de vulnérabilité, de résilience, d’adaptation et d’aléa pour gérer les crises sanitaires (feux de forêt, sécheresse, ravageurs, tempêtes) en forêt. Elle explique ainsi que la notion de vulnérabilité offre un portrait à une échelle temporelle précise (état initial par exemple) et permet d’identifier, de quantifier

et de cartographier les observations liées aux écosystèmes forestiers et d'effectuer un suivi longitudinal des conditions, alors que la résilience permet une prise en charge de l'incertitude, par la gestion adaptative, et met donc de l'avant la gestion de crise.

Même si ma thèse a été modifiée en accordant une place plus centrale au concept d'adaptation, l'imbriquant avec les notions de vulnérabilité et de résilience, la notion de capacité d'adaptation est demeurée une balise centrale de la ma thèse, qui a été mobilisée pour comprendre les facteurs non-climatiques qui influencent l'adaptation. Ce sont des considérations normatives, exposées dans mon avant-propos, qui ont contribué à mettre la vulnérabilité à l'avant-plan dans ma thèse. La posture épistémologique de réalisme critique est donc cohérente avec cette volonté de développer un cadre qui tente de capturer le réel tout en mettant en exergue les dimensions normatives d'une recherche. Effectivement, le réalisme critique postule une reconnaissance de la réalité, mais en accordant une place à la dimension normative, aux choix effectués par la personne qui conduit la recherche (Benjaminsen et Svarstad, 2009; Pires, 1997). Dès lors, le cadre conceptuel, même s'il est davantage centré sur la notion de vulnérabilité, n'exclut pas l'influence de la notion de résilience. Au contraire, cette imbrication conceptuelle entre la triade adaptation-vulnérabilité-résilience a influencé le choix des indicateurs et variables, qui se devaient d'être liés aux dimensions biophysiques et sociales de ces notions, pour l'analyse de la vulnérabilité aux changements climatiques des CDF effectuée au chapitre 4. Mace et Pétry (2017, p.45) mettent de l'avant le passage suivant à propos des variables et indicateurs : « En nous inspirant de l'approche théorique retenue au moment du choix du thème spécifique de recherche [...], nous nous assurons en effet de lier adéquatement nos variables et indicateurs à l'approche sélectionnée ». Ainsi, la vulnérabilité (approche théorique) a été liée avec les indicateurs et variables de ses trois dimensions, soit la sensibilité, l'exposition et la capacité d'adaptation. Toutefois, l'influence de la résilience était aussi présente dans le développement des variables liées à la capacité d'adaptation, ne serait-ce que pour les variables de cohésion sociale et de diversité (culturelle, économique). Cette imbrication conceptuelle ouvrait ainsi la voie à un croisement opérationnel entre des variables et des indicateurs provenant de sources de données multiples, tel qu'il a été possible de le constater dans le chapitre 4.

Sur le plan des croisements conceptuels qui offrent des perspectives intéressantes pour l'élaboration de stratégies d'adaptation pour les CDF, les constats posés sur la notion de dépendance (chapitre 2) ont aussi eu leur importance pour l'analyse présentée au chapitre 4. Effectivement, puisque la notion d'exposition aux changements climatiques (composante de la vulnérabilité) dépend de la « présence de personnes, de

moyens de subsistance, d'espèces ou d'écosystèmes, de fonctions, ressources ou services environnementaux, d'éléments d'infrastructures ou de bien économiques, sociaux ou culturels dans un lieu ou dans un contexte susceptible de subir des dommages » (GIEC, 2014, p.5), les relations communauté-forêt, explorées sous l'angle de la dépendance, prennent tout leur sens. D'une part, les résultats ont démontré que les CDF se regroupaient en 4 types de dépendance envers la forêt (culturelle, économique, récréotouristique et diverse), et d'autre part, que les valeurs sociales, économiques et culturelles sous-jacentes aux relations communauté-forêt peuvent être davantage exposées à certains types de perturbations. Ces résultats sont cohérents avec ceux de Fischer et Frazier (2018) qui avaient utilisé des indicateurs de couvert forestier et économiques afin de caractériser la sensibilité aux changements climatiques du nord-ouest des États-Unis. Conséquemment, l'exploration des relations communauté forêt permet de mieux comprendre les liens territoriaux et les valeurs susceptibles d'être sensibles face aux changements climatiques. L'étude de Nicole Pharand sur les CDF (Pharand, 1988) dont il était question au chapitre 2 se servait des données de recensement de l'année 1981 pour identifier les communautés (subdivisions de recensement) de 1000 habitants et plus dont au moins 15% de la population active travaillait dans l'industrie forestière. L'échantillon étudié était composé de 105 communautés. Plus récemment, le rapport sur *L'état des forêts* (Ressources naturelles Canada, 2022), stipulait que « dans près de 300 communautés canadiennes, le secteur forestier est une source importante d'emplois et de revenus » (p.57). Élargir les variables et indicateurs pour comprendre la dépendance envers la forêt a fait en sorte que l'échantillon utilisé pour l'analyse de vulnérabilité au chapitre 4 était composé de 2270 subdivisions de recensement dont les relations communauté-forêt sont caractérisées par des valeurs sociales, économiques et culturelles variées. Le chapitre 2 a donc permis de confirmer l'hypothèse selon laquelle réfléchir à la notion de dépendance envers la forêt permet de mieux identifier les valeurs à risque dans un contexte de changements climatiques et par ricochet, constitue une dimension à approfondir pour la compréhension des caractéristiques locales nécessaires à l'élaboration de stratégies d'adaptation aux changements climatiques. Le défi lié à la mise en place de mesures d'adaptation qui soit en adéquation avec la diversité géographique et humaine des CDF, de même que leurs contextes écologique et social, a d'ailleurs été soulevé dans la littérature (Agrawal, 2008; Locatelli et al., 2010).

6.1.2 Croisements méthodologiques et opérationnels

La littérature sur l'adaptation aux changements climatiques comporte beaucoup de concepts interreliés qui englobent une sémantique complexe, parfois difficile à démêler. Pour répondre au segment de la question de recherche portant sur la pertinence des croisements opérationnels, le cadre de vulnérabilité,

adaptation et durabilité (Roshani et al., 2022) présenté au chapitre 4 (Figure 4-1) est important. Ce dernier est axé sur les croisements entre trois piliers, soit la vulnérabilité (écologique et sociale), l'adaptation des CDF et la durabilité. D'un point de vue opérationnel, le cadre met de l'avant la pertinence des approches basées sur les indicateurs pour analyser la vulnérabilité. Toutefois, c'est la réflexion entamée au chapitre 3, sur les notions d'adaptation et de capacité d'adaptation qui a permis, d'une part, de sélectionner le cadre d'analyse de la vulnérabilité, et d'autre part, d'identifier les variables d'intérêt pour mesurer les dimensions associées à la vulnérabilité (capacité d'adaptation, exposition, sensibilité).

Plus précisément, c'est le travail de réflexion sur l'opérationnalisation du concept de capacité d'adaptation qui a permis d'éclairer les éléments à inclure dans l'analyse de vulnérabilité des CDF. D'emblée, le chapitre 3 postule que la notion de capacité d'adaptation permet de mieux comprendre les facteurs non-climatiques qui influencent l'adaptation (Ford et al., 2013) tout en insistant sur le caractère vague du concept (Hinkel, 2011). La notion de capacité d'adaptation demeure encore difficilement ancrée dans un cadre théorique précis, mais le processus en trois étapes (**Erreur! Référence non valide pour un signet.**) mis en exergue dans le chapitre 3 procure une avenue pour structurer une recherche sur le sujet et identifier les facteurs non-climatiques qui ont le potentiel d'influencer l'adaptation. Définir les facteurs et processus qui déterminent la capacité d'adaptation a d'ailleurs constitué un angle d'intérêt dans la littérature sur l'adaptation (Keskitalo, 2013; Keskitalo et al., 2011).

Le chapitre 3 a donc permis de confirmer l'hypothèse selon laquelle mieux saisir la notion de capacité d'adaptation permet de mieux identifier les dimensions à inclure dans un cadre opérationnel sur l'adaptation aux changements climatiques. Le processus en trois étapes réitère ainsi la pertinence d'imbriquer les notions de vulnérabilité et de résilience. Les dimensions non-climatiques sont abordées, pour la vulnérabilité, en identifiant les attributs à une échelle spatio-temporelle donnée, et pour la résilience, en identifiant les processus sociaux axés sur l'apprentissage et la prise de décision (Tableau 4-1). L'approche méthodologique adoptée au chapitre 4 est cohérente avec la première colonne du cadre opérationnel de la capacité d'adaptation (Tableau 4-2), c'est-à-dire une vision statique de l'adaptation, à une échelle spatio-temporelle précise, de même qu'avec les méthodes d'analyse quantitative.

En se concentrant sur une seule des étapes du cadre, soit la caractérisation, et en remettant à plus tard les étapes de compréhension et de mesure, la dimension dynamique de l'adaptation a été moins abordée. Ce choix était avant tout pragmatique et reflète l'aspect normatif (Miller et al., 2010) dont il était question

lors de l'élaboration d'un cadre opérationnel pour aborder l'adaptation aux changements climatiques au chapitre 3. Cet éclairage sur la normativité prend son sens au regard de la posture épistémologique de réalisme critique. En effet, cette posture est cohérente avec une approche qui consiste à caractériser les dimensions reliées à l'adaptation, et même à développer des indicateurs et des variables pour mieux comprendre la vulnérabilité des CDF. C'est d'ailleurs ce qui a été fait au chapitre 4 de la thèse. Toutefois, plusieurs choix normatifs ont été effectués au courant du parcours doctoral. Par exemple, le choix des variables pour décrire les indicateurs de chaque dimension de la capacité d'adaptation a été parfois influencé par la disponibilité des données à l'échelle des communautés. Ainsi, une série de choix teintent les résultats qui ont été obtenus. Il me semblait donc plus cohérent de décrire les résultats obtenus, en éclairant les choix normatifs effectués, plutôt que de tenter de saisir, dans son ensemble, la notion de capacité d'adaptation des CDF. L'idée de départ de la thèse, de comprendre comment certaines CDF s'adaptent mieux que d'autre au regard de la menace climatique me semble d'ailleurs incohérente avec le réalisme critique puisqu'il supposait une compréhension des caractéristiques des CDF qui m'aurait permis de comparer, sur la base des indicateurs choisis, la capacité d'adaptation de certaines CDF par rapport à d'autres. C'est d'ailleurs cette approche qui a été privilégiée par des études qui ont développé des indices (Brooks et al., 2005; Tinch et al., 2015) pour évaluer la capacité d'adaptation. Poser un tel jugement implique de pouvoir saisir la réalité dans son ensemble ou du moins, une très large part de la réalité. Ceci me semblait réducteur au regard des choix normatifs effectués dans la sélection des variables et indicateurs pour tenter de mesurer cette réalité. Dès lors, il y a des enjeux éthiques à poser un tel jugement, qui accole une étiquette à des communautés, avec une vision partielle de la réalité. Cette vision est d'autant plus partielle qu'il n'a pas été possible de conduire les étapes de compréhension et de mesure de la capacité d'adaptation présentées au Tableau 4-2. Les résultats sont donc une représentation partielle des facteurs non-climatiques qui influencent l'adaptation des CDF. Cela dit, ce n'est pas parce que les résultats présentent une vision partielle de la réalité qu'ils ne sont pas, pour autant, pertinents. Au contraire, tenter de comprendre, dans une perspective descriptive, les caractéristiques socio-économiques des CDF s'avère essentiel dans un contexte d'adaptation aux changements climatiques.

6.1.3 Croisements empiriques

La troisième hypothèse mise de l'avant dans cette thèse était basée sur la prémisse qu'une analyse de la vulnérabilité des CDF, basée sur le développement d'indicateurs sociaux, biophysiques et spatiaux qui entrent en relation, peut fournir des informations pertinentes pour élaborer des stratégies d'adaptation à l'échelle locale. Les résultats du chapitre 4 nous permettent de confirmer cette hypothèse. D'abord, les

CDF se regroupent selon des caractéristiques similaires à travers le pays pour chacune des dimensions de la sensibilité, de l'exposition et de la capacité d'adaptation. En matière d'exposition aux changements climatiques, les CDF dans l'ouest du pays sont exposées à des risques de perte de forêt plus élevés en raison des feux de forêt, de la sécheresse et du dendroctone du pin par rapport à l'exposition, dans l'est du pays, aux feux de forêt et à la tordeuse des bourgeons de l'épinette. Pour la capacité d'adaptation, les CDF se sont regroupées, en partie, en fonction d'un gradient urbain-rural. Les indicateurs liés aux types de communauté (urbaine, semi-urbaine-rurale) ont grandement contribué à distinguer les regroupements des CDF qui partagent des caractéristiques similaires. Ces résultats démontrent la pertinence de réfléchir au développement des communautés dans une perspective *post staples* (Fournis et al., 2013; Hutton, 2007) et de réfléchir le développement des stratégies d'adaptation qui dépasse, pour les communautés, la notion de dépendance envers le secteur industriel forestier. En effet, les résultats ont mis en lumière que les CDF partagent des caractéristiques diversifiées associées à la dépendance envers la forêt, confirmant la prémisse que les relations communauté-forêt ne sont pas qu'économiques. Étant donné que l'article présente des groupes qui se distinguent en matière de dépendance envers la forêt, de même que les liens d'interdépendance entre chaque groupe de dépendance et des caractéristiques précises associées à l'exposition et à la capacité d'adaptation, l'hypothèse voulant que la notion de dépendance soit importante pour comprendre les caractéristiques sociales à l'échelle des CDF est confirmée.

L'alliage des variables utilisées pour décrire les dimensions d'exposition, de sensibilité et de capacité d'adaptation n'était certes pas parfait. Une des faiblesses observées dans les études portant sur la vulnérabilité est le fait que les dimensions sociales sont évaluées à une échelle spatio-temporelle précise et ne prennent donc pas en compte la modélisation de conditions futures (Windfeld et al., 2019). C'était aussi le cas avec les indicateurs socio-économiques utilisés pour évaluer la sensibilité et la capacité d'adaptation, au chapitre 4, qui sont donc représentatifs de la situation pour l'année 2016. Cela dit, les résultats nous renseignent sur des conditions importantes pour l'adaptation des CDF. La langue parlée, les caractéristiques socio-démographiques, le nombre de personnes âgées de 65 ans et plus, les conditions de logement et la situation économique des ménages sont des indicateurs qui ont été identifiées dans la littérature citée dans le Tableau 4-1 comme étant des attributs qui influencent la capacité à réagir et à s'adapter face aux risques associés aux changements climatiques. Dans la même veine, malgré certaines faiblesses méthodologiques des modèles pour évaluer les risques de volumes de forêt susceptibles d'être affectés par les perturbations (Boucher et al., 2018), les effets sont déjà observables et se font déjà ressentir. Cela veut dire que les CDF « vivent » déjà les effets des changements climatiques, comme le

démontrent les effets des feux de forêt qui ont eu lieu au pays à l'été 2023 sur les communautés (Bhutani, 2023), démontrant ainsi la nécessité d'élaborer des mesures d'adaptation réactives, incrémentales ou transformationnelles (Bréda, 2023). L'adoption de mesures d'adaptation intégrées, qui privilégient « une dynamique de construction des démarches d'adaptation qui soit intégrée aux autres politiques locales et/ou transversales aux domaines d'intervention de l'action territoriale de manière à dépasser les effets de sectorisation » (Bertrand et Richard, 2015, 10) constitue aussi une avenue à explorer.

Au-delà des résultats spécifiques quant à la vulnérabilité des CDF, qui ont été exposés dans la discussion du chapitre 4, c'est le potentiel de la méthodologie développée pour poser les constats qui mérite une attention particulière. La question de recherche implique une composante méthodologique importante. En insistant sur la notion de croisements (épistémologiques, conceptuels, méthodologiques, empiriques), la question sous-entendait une démarche réflexive visant à faire avancer la recherche sur la vulnérabilité des CDF au Canada. Il s'agissait de réfléchir à des alliages qui laissent entrevoir de meilleures avenues pour l'élaboration de stratégies d'adaptation. On peut donc avancer qu'en dépit des failles, les croisements ont permis d'avancer des éléments de réponse à la question initiale, notamment sur les connaissances entourant les caractéristiques de vulnérabilité à l'échelle des CDF. À l'instar de Magnan et al. (2012) qui a effectué une cartographie des « trajectoires de dépendances » de communauté du littoral, cette thèse démontre la pertinence de représenter des résultats, issus d'une analyse de sources de données multiples, à l'aide d'outils cartographiques. La cartographie des groupements des CDF pour chaque analyse des dimensions de la vulnérabilité a permis de poser des constats sur les caractéristiques distinctes des communautés à l'est ou à l'ouest du pays, notamment sur le plan de l'exposition aux risques de perturbations naturelles. Ceci confirme la pertinence de comprendre la vulnérabilité des personnes qui dépendent de la forêt comme première étape pour l'élaboration de mesures d'adaptation effectives (Locatelli et al., 2010).

6.2 Contribution de la thèse à l'avancement des connaissances

Les constats présentés plus haut, démontrent que la thèse contribue à l'avancement des connaissances du champ scientifique de l'adaptation aux changements climatiques. Ces croisements ont été possibles grâce au travail d'exploration sur l'intégration des enjeux environnementaux dans les sciences sociales présenté au chapitre 1 et de l'élaboration de la posture épistémologique qui s'en est suivie. Ma posture de réalisme critique met en exergue les éléments normatifs qui marquent ma volonté de comprendre la réalité, de la mesurer et d'en décrire ses caractéristiques. Ma thèse présente ainsi un cadre de recherche

interdisciplinaire qui permet d'aborder une question de recherche liée à l'adaptation aux changements climatiques. L'adaptation des CDF a servi de trame de fond pour développer ce cadre de recherche dont les composantes épistémologiques, conceptuelles, méthodologiques et empiriques ont été élaborées.

Une contribution importante de ma thèse se situe au niveau opérationnel. Un travail considérable a été alloué à l'identification des variables et indicateurs permettant de caractériser la sensibilité, l'exposition et la capacité d'adaptation aux changements climatiques. C'était un manque à combler dans le champ de l'adaptation aux CC (Roshani et al., 2022). Les croisements opérationnels m'ont permis de concevoir les communautés représentées sur les cartes comme des espaces marqués par des caractéristiques biophysiques au sein desquels se forment des liens sociaux, de même que des liens de dépendance envers la forêt. Au-delà des caractéristiques précises qui ont été décrites grâce à l'analyse de la vulnérabilité des CDF, c'est avant tout le potentiel pour les approches qui combinent des jeux de données provenant de multiples sources, et représentant des dimensions sociales, naturelles et spatiales, qu'il faut mettre en exergue. Sur le plan empirique, déployer le cadre opérationnel basé sur la compréhension de ces différentes dimensions est pertinent pour l'adaptation des CDF. Le croisement des facteurs climatiques (risques associés à l'exposition aux perturbations) avec les facteurs non climatiques (sensibilité et capacité d'adaptation) est pertinent pour les CDF et complète des travaux déjà entamés sur la question au Canada et ailleurs (Fischer et Frazier, 2018; Fischer et al., 2013; Lyon et Parkins, 2013).

Conséquemment, la thèse a permis de donner un autre souffle à la littérature sur les CDF. Celle-ci avait été florissante à la fin des années 1990 et au début des années 2000. Malgré le fait que les relations communauté-forêt avaient été explorées bien avant ces années, l'institutionnalisation du développement durable avait mené à la réalisation de travaux portant sur le bien-être des communautés et les indicateurs d'aménagement durable des forêts (ADF). Des équipes de recherche, financées par le Service canadien des forêts (SCF) avaient mené des travaux portant sur le bien-être des CDF, de même que sur les critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts (ADF). Le chapitre 2 a contextualisé ces travaux. Cette thèse vient donc relancer les travaux sur les CDF en ajoutant la dimension de l'adaptation aux changements climatiques et en proposant de nouveaux indicateurs pour caractériser la dépendance envers la forêt. D'ailleurs, une contribution importante est le fait d'avoir élargi les indicateurs qui permettent de représenter la dépendance envers la forêt et d'avoir caractérisé cette dépendance multiple.

6.3 Avenues de recherche

Cette thèse ouvre la porte à plusieurs thématiques et angles de recherche à approfondir pour le futur. J'ai mentionné en avant-propos que le projet de thèse prévoyait une analyse qui prenait comme trame de fond la résilience des CDF et qui s'attardait aux dynamiques qui rendent les CDF mieux propices à s'adapter et à faire face aux impacts néfastes des changements climatiques. J'avais prévu mener des entretiens semi-dirigés pour comprendre ces dynamiques. Une première avenue serait donc de compléter les deux étapes prévues au cadre opérationnel présenté au Tableau 4-2. Il s'agirait donc de conduire une analyse de résilience, et ce, afin d'élargir la compréhension des caractéristiques, de même que des dynamiques qui rendent les CDF vulnérables. Conduire une analyse de la résilience des CDF permettrait de mieux comprendre les éléments liés à la gestion adaptative, dont le rôle des institutions, de l'apprentissage, etc. (Tableau 4-1). À la lumière des résultats mis de l'avant dans ma thèse, il me semble qu'un élément à combler pour de futures recherches serait de comprendre la pertinence des résultats obtenus pour les élus. De manière élargie, l'idée serait de comprendre en quoi les résultats obtenus peuvent être utilisés pour élaborer des stratégies d'adaptation : dans quelles mesures avoir des résultats concernant l'exposition, la sensibilité et la situation sociodémographique facilite l'élaboration de politiques publiques liées à l'adaptation aux changements climatiques? Il me semble important de mener des études de cas auprès de quelques CDF pour apporter des réponses plus approfondies à ces questions.

Un autre élément qui mériterait d'être approfondi porte sur la recherche sur les critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts. J'ai ouvert cette porte à la toute fin de mon parcours doctoral, en abordant davantage ceux-ci dans les différents tableaux qui sont présentés dans l'article du chapitre 2. Le chantier de l'élaboration des critères et indicateurs portant sur l'identification des CDF constitue un angle de recherche à approfondir. Quelles sont les indicateurs associés à la dépendance et quelles avancées ont été effectuées dans les pays du Processus de Montréal par exemple? Le rapprochement avec l'adaptation aux changements climatiques dans les critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts mérite aussi davantage d'attention. Cela viendrait répondre à un besoin identifié de mieux lier la durabilité et l'adaptation aux changements climatiques afin de répondre aux besoins sociétaux de manière intégrée (Reckien et al., 2023)

6.4 Pertinence sociale de la thèse

Pour les élus municipaux aux échelles locales, les résultats obtenus ont le potentiel de contribuer à l'amélioration des besoins en information qui permettraient de développer des plans et stratégies

d'adaptation. La classification des CDF, en différents groupes qui partagent des caractéristiques similaires, pourrait également accroître les opportunités de collaborations entre celles-ci. Les résultats présentent aussi une occasion d'identifier des caractéristiques qui sont associées à la vulnérabilité sociale, comme le fait d'avoir une population âgée, un pourcentage élevé de logements en mauvais état ou de familles monoparentales (Chakraborty et al., 2020), par exemple, afin d'élaborer des mesures d'adaptation intégrées, telles que décrites par Bertrand et Richard (2015), qui permettent de développer des politiques publiques qui abordent un éventail d'enjeux sociétaux, allant de la pauvreté à l'adaptation.

Pour asseoir la pertinence sociale de la thèse, j'ai pris la décision d'insérer l'essai que j'ai soumis au Concours national d'essai universitaire 2023 de l'École de la fonction publique du Canada pour lequel il a fait partie des cinq finalistes. Ce concours visait à faire un bref état d'un problème et, à partir des résultats d'une recherche, à proposer une recommandation politique d'au plus 1500 mots au gouvernement fédéral. En étant formulée à un ministère fédéral, en l'occurrence Ressources naturelles Canada, la recommandation élargit le champ d'action de ma thèse en laissant entrevoir la portée d'une meilleure compréhension des enjeux d'adaptation à l'échelle des communautés sur les cadres et politiques au niveau fédéral et international. Cela revêt d'autant plus d'importance que la planification des stratégies d'adaptation au niveau des municipalités est guidée par la planification de l'adaptation aux échelles fédérale et provinciale (Birchall et al., 2022). L'essai, intitulé *L'actualisation des critères et indicateurs d'aménagement forestier durable du Canada dans un contexte d'adaptation aux changements climatiques* (ACPAP, 2023) est donc présenté intégralement dans la sous-section suivante.

6.4.1 Essai soumis au CNEU

Selon *L'état des forêts au Canada* (Ressources naturelles Canada, 2022), 23 millions de personnes (deux tiers de la population du pays) dont 1,1 million d'Autochtones, vivent à proximité ou au sein d'une forêt. Les forêts procurent ainsi plusieurs avantages environnementaux, culturels et économiques aux collectivités canadiennes. Plus largement, l'exposition à un environnement forestier fournit un large éventail de services qui contribuent au bien-être et à la santé de la population humaine (Cheng et al., 2021).

Or, le sixième rapport d'évaluation du GIEC indique que les impacts des changements climatiques sur les perturbations naturelles telles que les feux de forêt, les épidémies d'insectes et de maladies et la sécheresse sur les écosystèmes forestiers nord-américains augmenteront au cours des prochaines

décennies, devenant plus répandus et sévères (Hicke et al., 2022). Ces perturbations mettent en péril le bien-être des collectivités canadiennes qui entretiennent des relations étroites envers la forêt et mettent à l'avant-plan des impératifs d'adaptation de la part de celles-ci. Élaborer des stratégies d'adaptation requiert toutefois une compréhension accrue des relations complexes entre les systèmes naturels (écosystèmes forestiers) et sociaux (collectivités). L'actualisation des critères et indicateurs d'aménagement durable des forêts (ADF) portant sur le suivi des collectivités et de leur bien-être s'avère dès lors une avenue pertinente à explorer dans une perspective d'adaptation aux changements climatiques.

Cet essai présentera un aperçu de la contribution des travaux portant sur les critères et indicateurs d'ADF au Canada. Les limites associées à une conceptualisation étroite de ceux-ci seront ensuite exposées avant de formuler les recommandations politiques.

Les critères et indicateurs sous l'angle du développement durable. Lors du Sommet de la Terre de Rio de Janeiro en 1992, les gouvernements se sont politiquement engagés à mettre en œuvre le développement durable au sein de leurs États respectifs (Audet, 2017). La même année, deux initiatives phares visant à mesurer les progrès vers l'atteinte des objectifs de développement durable dans le secteur forestier ont été mises en place: (1) le Canada et onze autres pays définissaient des critères et indicateurs d'ADF lors du Processus de Montréal et le Programme des forêts modèles du Canada était créé. Dans la foulée, le Conseil canadien des ministres des forêts (CCMF) développait, en 1995, sa toute première série de critères et indicateurs adaptés au contexte canadien (CCMF, 2008a).

Issu d'une collaboration entre le milieu universitaire et le Service canadien des forêts (SCF), le Programme des forêts modèles a permis d'enrichir les connaissances sur les critères et indicateurs propres au bien-être des collectivités canadiennes dépendantes de la forêt (Beckley et al., 2002). En raison de difficultés opérationnelles (disponibilité de données à l'échelle du pays), ce sont surtout les indicateurs socio-économiques reliés à l'emploi dans le secteur forestier qui ont servi à identifier les collectivités forestières et ce, malgré les limites exposées par les chercheurs (Parkins et al., 2001; Stedman et al., 2011). Le rapport sur l'état des forêts (Ressources naturelles Canada, 2022), qui vise à rendre compte des progrès réalisés en matière d'ADF, emprunte toujours la même voie. Dans son chapitre portant sur les avantages que les forêts procurent à la population canadienne, le rapport stipule que les forêts fournissent « un habitat essentiel, de la nourriture, de l'énergie et des matériaux » en plus de procurer « d'importants services

environnementaux et des possibilités d'enrichissement spirituel et culturel » (p.53). Néanmoins, les indicateurs qui sont associés à ces avantages sont exclusivement économiques : revenu moyen du secteur forestier et emploi dans le secteur forestier. Les « communautés forestières », au nombre de 300, constituent également un indicateur et font référence à celles qui sont dépendantes de l'industrie forestière.

Les limites des critères et indicateurs d'ADF portant sur les collectivités forestières. Il y a deux grandes limites à la prépondérance des dimensions économiques dans les critères et indicateurs d'ADF qui portent sur les collectivités forestières. La première porte sur le caractère multi-dimensionnel des valeurs intrinsèques aux relations forêt-collectivité (Newton et al., 2016). En effet, les études de cas conduites par Beckley et al. (2007) à Terre-Neuve et en Alberta ont mis en exergue la diversité des valeurs partagées par les personnes qui habitent à proximité d'une forêt en soulignant au passage que l'environnement biophysique (lac, forêt, rivière, paysage), tout comme les interactions sociales (familles, amitiés, infrastructures, institutions) sont d'égale importance pour les sentiments de bien-être et de qualité de vie. Des critères et indicateurs de sélection des collectivités forestières basés sur une prise en compte intégrée des valeurs associées à la forêt feraient alors grimper le nombre de « communautés forestières » au-delà des 300 dénombrées dans le rapport sur l'état des forêts.

La seconde limite est liée au contexte des changements climatiques. Les collectivités forestières subissent des changements socio-écologiques complexes qui mettent en péril les multiples valeurs (pas seulement économiques) associées à la forêt. Les impacts engendrés par les épidémies de dendroctone du pin ponderosa (Kurz et al., 2008) et de dendroctone de l'épinette (Bentz et al., 2010), la sécheresse (Allen et al., 2010) et la hausse des feux de forêt (Flannigan et al., 2009; Gillett et al., 2004) ont été bien documentés en contexte canadien. Tel qu'avancé par Davidson et al. (2003), la proximité des collectivités à un environnement forestier sensible aux changements climatiques pose un risque pour les valeurs associées à la forêt que partagent les membres de ces communautés (p. 2253). Enfin, plusieurs communautés autochtones, qui partagent des croyances, des valeurs, des pratiques ancestrales et des connaissances façonnées par leur lien particulier avec la forêt (Wyatt, 2008), sont plus vulnérables aux impacts des changements climatiques, incluant l'insécurité alimentaire, la sécheresse, les feux de forêt et les menaces à leurs infrastructures (Townsend et al., 2020). Le rapport sur les enjeux nationaux dirigé par RNCAN (Warren et Lulham, 2021) stipule aussi que les impacts des changements climatiques tels que les évacuations dues à des feux de forêt ont davantage touché les petites collectivités et les collectivités

autochtones au cours des dernières années. Les changements climatiques démontrent ainsi la nécessité d'avoir des indicateurs d'ADF qui permettent d'identifier et de suivre ces communautés forestières vulnérables dans le temps.

Recommandations politiques. Outils de reddition de compte, les critères et indicateurs visent à mesurer les progrès vers l'atteinte des objectifs fixés par une panoplie de cadres d'action aux échelles nationale et internationale, dont la Stratégie fédérale de développement durable (Gouvernement du Canada, 2022a) et les Objectifs de développement durable (ODD) des Nations unies.

La principale recommandation qui découle de cet essai consiste à actualiser les critères et indicateurs d'ADF qui portent sur les collectivités. À titre de ministère dont la lettre de mandat accorde une place à la sécurité des collectivités, au développement durable et à l'adaptation aux changements climatiques, cette recommandation est formulée à Ressources naturelles Canada (RNCan). Elle offrirait ainsi un appui direct à sa stratégie ministérielle de développement durable 2020-2023 (Ressources naturelles Canada, 2020b) et au suivi des objectifs « terres et forêts gérées de façon durables » et « collectivités sûres et en santé ». Ces mesures ministérielles visent à rapporter les progrès du gouvernement fédéral à l'atteinte des ODD 11 (villes et communautés durables), 13 (mesures relatives à la lutte contre les changements climatiques) et 15 (vie terrestre). Cette mise à jour serait également en adéquation avec l'un des objectifs transversaux de la Stratégie nationale d'adaptation du Canada (Gouvernement du Canada, 2022b) qui porte sur la connaissance et la compréhension des changements qui « affectent les personnes et les collectivités aujourd'hui et à l'avenir » (p.30). Les deux sous-recommandations suivantes visent à opérationnaliser cette actualisation:

3. **Confier au Service canadien des forêts le mandat de cette révision.** L'actualisation des critères et indicateurs d'ADF doit s'opérer par des approches novatrices et intégrées qui juxtaposent les indicateurs spatiaux, socio-économiques et naturels pour accroître les connaissances entourant les collectivités forestières canadiennes. Les équipes de recherche du SCF sont bien positionnées pour collaborer avec des partenaires issus du milieu académique et gouvernemental dans le but de mener à bien ce vaste chantier. Les programmes de changements climatiques liés aux forêts, d'aménagement forestier durable et de données géospatiales essentielles constituent par ailleurs des sources d'information essentielles au sein de RNCan pour explorer l'éventail des données pertinentes.
4. **Créer une communauté de pratique internationale sur les critères et indicateurs d'ADF.** RNCan pourrait être le leader d'une communauté de pratique visant à partager les plus récentes innovations et connaissances entourant les critères et indicateurs d'ADF. Le rapport sur l'état des

forêts de RNCan constitue également une plateforme de choix pour faire rayonner les avancées dans le domaine. RNCan serait enfin bien outillé pour collaborer à une éventuelle mise à jour des cadres d'ADF du CCMF et du Processus de Montréal.

Conclusion. Cet essai postule qu'une meilleure représentativité des valeurs associées à la forêt dans les critères et indicateurs d'ADF portant sur les collectivités forestières est essentielle. L'actualisation de ceux-ci contribuerait, de manière élargie, à la compréhension des vulnérabilités des collectivités face aux changements climatiques. Les recommandations formulées dans cet essai visent donc à appuyer les objectifs du gouvernement fédéral en matière de changements climatiques et de développement durable.

CONCLUSION

L'adaptation aux changements climatiques constitue un champ de recherche qui s'est développé et consolidé au cours des dernières années. Lorsque j'ai rédigé mon examen de synthèse en 2013-2014, l'adaptation aux changements climatiques était présentée comme un objet de recherche émergent (Magnan, 2009b; Simonet, 2009). C'est le contexte dans lequel j'ai défini ma question de recherche initiale, qui tentait de comprendre comment et pourquoi certaines communautés dépendantes de la forêt (CDF) s'adaptent mieux que d'autres aux changements climatiques. Mon projet de thèse avait donc la capacité d'adaptation aux changements climatiques comme concept central. L'objectif était de mieux définir ce concept, d'en comprendre les attributs et les critères qui permettent de l'opérationnaliser. Près d'une dizaine d'années plus tard, le caractère ambiguë des concepts qui sont associés à l'adaptation aux changements climatiques, comme la vulnérabilité, la résilience, et la capacité d'adaptation demeure. Toutefois, au lieu d'être perçu comme un obstacle, le caractère vague et multidimensionnel de ces concepts a mené au développement de diverses façons pour définir et mesurer ces concepts (Roshani et al., 2022). Mon parcours doctoral s'inscrit donc dans ce contexte de bouillonnement des travaux portant sur l'adaptation aux changements climatiques.

Ma thèse témoigne de la démarche que j'ai adoptée comme chercheuse qui a tenté de se positionner dans le vaste champ de l'adaptation aux changements climatiques dans un programme de doctorat en sciences sociales appliquées. La démarche réflexive de recherche que j'ai adoptée, en prenant comme cas « appliqué » les CDF, a mené à la création d'un cadre de recherche de l'adaptation aux changements climatiques pertinent pour aborder l'adaptation des CDF. La recherche d'une épistémologie qui soit en adéquation avec ma volonté de comprendre l'adaptation des CDF, donc de mesurer le réel, tout en exposant les aspects normatifs de ma démarche m'a menée vers le réalisme critique (Benjaminsen et Svarstad, 2009; Pires, 1997). Cette posture était en adéquation avec ma volonté d'effectuer l'analyse de vulnérabilité présentée au chapitre 4, donc de tenter de comprendre les différentes dimensions (exposition, sensibilité et capacité d'adaptation) associées à la vulnérabilité. Les constats sur l'exposition des CDF par rapport à certains risques de perturbations (insectes ravageurs, feux et sécheresse) mettent en exergue la pertinence du réalisme. Même si les résultats pourraient être différents en fonction d'une meilleure modélisation des risques de perturbations, il n'en demeure pas moins qu'ils pointent vers une exposition accrue de certaines CDF par rapport aux effets néfastes des changements climatiques. L'approche de regroupement hiérarchique des CDF, basée sur des hypothèses de recherche, est donc tout

à fait cohérente avec la posture du réalisme critique. Lorsque l'on tient compte des dimensions normatives du réalisme critique l'avenue pour aborder les concepts plus sociaux comme la capacité d'adaptation a consisté à adopter une approche descriptive, c'est-à-dire à décrire la réalité à partir des balises et choix méthodologiques effectués. La posture de réalisme critique pousse ainsi à comprendre comment les concepts d'exposition, de capacité d'adaptation et de sensibilité mobilisés pour l'analyse de vulnérabilité peuvent être interprétés lorsque l'on respecte les limites de cette posture. L'approche que je mets de l'avant dans ma thèse consiste à adopter une démarche descriptive, qui clarifie les variables et indicateurs utilisés, et surtout, qui s'éloigne de la prémisse que les communautés qui « performant » bien avec les indicateurs et les index qui mesurent la capacité d'adaptation et la vulnérabilité sociale sont mieux en mesure de faire face aux risques environnementaux et sont, par ricochet, moins vulnérables (Yohe et Tol, 2002; Yoon, 2012). Une méta-analyse sur la capacité d'adaptation des systèmes socio-écologiques face aux changements climatiques a identifié 276 études qui avaient développé 64 types d'index ou de cadres ainsi que 37 mesures de proxy pour évaluer la capacité d'adaptation (Siders, 2019). Cette revue soulignait au passage qu'en dépit de l'usage plus fréquent de certains index comme la *Adaptive Capacity Wheel* (Gupta et al., 2010), le cadre des capitaux (Chen et al., 2015; Tinch et al., 2015) ou l'Index de développement humain (Brooks et al., 2005), la pratique la plus commune consiste à développer des indicateurs de capacité d'adaptation propres à l'étude de cas. Cette diversité des index pour évaluer la capacité d'adaptation est liée au caractère très contextuel du concept (Vincent, 2007). Quoi qu'il en soit, l'aspect critique de ma posture a fait en sorte que j'ai voulu me distancier des approches qui établissent un classement en fonction d'une performance (moyenne, faible, élevée) associée aux indicateurs des dimensions de la vulnérabilité. Puisque je décrivais des caractéristiques socio-économiques, à l'aide de variables et d'indicateurs qui offrent une vision pertinente, mais partielle de la réalité, il me semblait inconcevable d'accoler une valeur normative aux résultats obtenus.

Ma thèse tentait de comprendre les croisements sur les plans épistémologique, conceptuel, méthodologique et empirique, entre les dimensions sociales et naturelles propres à l'adaptation aux changements climatiques, qui offrent des perspectives pertinentes pour l'élaboration de stratégies d'adaptation aux changements climatiques des CDF au Canada. Cet angle peut sembler comme allant de soi dans le cadre d'une thèse, car le projet de thèse impose d'emblée une clarification de chacun de ces éléments. Or, ma question de recherche portait sur une notion centrale, qui rend ma démarche plus singulière : les croisements. L'exploration de la littérature sur la prise en compte, par les sciences sociales, des problématiques environnementales démontre bien qu'il existe de multiples façons d'entrevoir ces

croisements. La sociologie de l'environnement a même mis en son centre le débat sur la nécessité de l'interdisciplinarité (Jollivet, 2012; Picon, 2012) lorsqu'un problème environnemental est étudié. Par ailleurs, la question des croisements a aussi été au centre de ma démarche de doctorante, en ayant un directeur de thèse au Département de sciences sociales et un au Département de sciences naturelles. En fin de parcours, il m'apparaît plus clair que ma démarche a consisté à concevoir mon sujet de thèse comme un objet socio-naturel (Picon, 2012) dont il fallait comprendre les processus sociaux et naturels. Ma thèse met donc de l'avant un cadre de recherche cohérent, qui peut servir de balise à quiconque effectue une recherche sur l'adaptation aux changements climatiques.

Enfin, il me semble important de souligner une contribution importante de la thèse. Effectivement, l'éclairage conceptuel effectué et le travail de réflexion sur les variables et indicateurs pour décrire la vulnérabilité des CDF face aux changements climatiques permet d'effectuer des croisements empiriques, entre des données sociales (indicateurs associés à la capacité d'adaptation) et des données qui décrivent les systèmes naturels (risques de perturbations des écosystèmes forestiers). Ces croisements ont le potentiel de fournir des renseignements, à l'échelle des CDF, qui pourront donner des pistes pour l'élaboration de stratégies d'adaptation aux changements climatiques. Une autre contribution importante de la thèse réside dans la clarification de la notion de dépendance envers la forêt et de l'élaboration de variables et indicateurs qui capturent un éventail plus large de valeurs associées à la forêt. Les futures recherches en adaptation aux changements climatiques des CDF pourraient continuer le travail sur la définition des critères et indicateurs, clarifier les convergences entre la notion de durabilité et d'adaptation, et en élaborer d'autres pour capturer la résilience des communautés. Des études de cas, à l'échelle des communautés offrirait également une meilleure perspective sur le potentiel des variables et des indicateurs comme outils d'élaboration de stratégies d'adaptation aux changements climatiques.

ANNEXE A

Variables et indicateurs de la sensibilité

Tableau 6-1. Variables et indicateurs de la sensibilité utilisés pour l'analyse de vulnérabilité

Variable	Proximity to forest
Indicator	Forest cover within. A 25 km radius from the center of the CSD
Data	Area with a forest cover at the CSD level Total Land area of the CSD
Operation	Area characterized by forest cover / total land area
Explanation	% of the CSD that has forest cover within a 25 km radius from the center of the CSD.
Unit	%
Data source	National Forest Inventory (NFI)
Spatial	CSD
Definition/notes	A first set of indicators included the proportion within a 10, 25 and 50 km radius. Due to high correlation between indicators so we decided to keep only the 25 km radius. Also, there was also an indicator capturing the forest cover for the entire CSD. However both indicators (25km radius and CSD-level) were correlated. To ensure consistency with protected area and indigenous tenure data, we decided to keep this indicator.
Reference	Beaudoin, A., P. Bernier, L. Guindon, P. Villemare, X. Guo, G. Stinson, et al., 2014, Mapping attributes of Canada's forests at moderate resolution through k NN and MODIS imagery. Canadian Journal of Forest Research, 44(5), 521-532.
Link	https://cdnsciencepub.com/doi/10.1139/cjfr-2013-0401
Variable	Economic
Indicator	Employment in forest sector
Data	321 Wood product manufacturing 322 Paper manufacturing 113 Forestry and logging 1153 Support activities for forestry Total- labour force aged 15 years and over
Operation	$(113+1153+321+322)/\text{Total labour force aged 15 years and over}$
Explanation	Proportion of employment in the forest sector on the population age 15 years and over.
Unit	%
Data source	NAICS
Spatial	CSD
Definition/notes	NAICS structure is available at the following link: https://www150.statcan.gc.ca/n1/en/pub/12-501-x/12-501-x2016001-eng.pdf?st=JUP3bAig
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-400-X2016290
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/dt-td/Rp-eng.cfm?TABID=2&LANG=E&A=R&APATH=3&DETAIL=0&DIM=0&FL=A&FREE=0&GC=01&GL=-1&GID=1341679&GK=1&GRP=1&O=D&PID=110695&PRID=10&PTYPE=109445&S=0&SHOWALL=0&SUB=0&Temporal=2017&THEME=124&VID=0&VNAMEE=&VNAMEF=&D1=0&D2=0&D3=0&D4=0&D5=0&D6=0
Variable	Recreational (cultural and economic)
Indicator	Employment in accomodations and food services
Data	72 accomodation and food services Total - Labour force aged 15 years and over
Operation	$\text{Employment in NAICS 72}/\text{Total labour force}$

Explanation	% of people aged 15 years and over employed in accomodation and food services
Unit	%
Data source	NAICS
Spatial	CSD
Definition/notes	NAICS structure is available at the following link: https://www150.statcan.gc.ca/n1/en/pub/12-501-x/12-501-x2016001-eng.pdf?st=JUP3bAig
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-400-X2016290
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/dt-td/Rp-eng.cfm?TABID=2&LANG=E&A=R&APATH=3&DETAIL=0&DIM=0&FL=A&FREE=0&GC=01&GL=-1&GID=1341679&GK=1&GRP=1&O=D&PID=110695&PRID=10&PTYPE=109445&S=0&SHOWALL=0&SUB=0&Temporal=2017&THEME=124&VID=0&VNAMEE=&VNAMEF=&D1=0&D2=0&D3
Indicator	Protected land within a 25 km radius from the center of the CSD
Data	Total land area of the CSD Area of protected lands in Canada
Operation	GIS Calculation
Explanation	% of the CSD that is located in a protected area within a 25 km radius from the center of
Unit	%
Data source	BDCAP
Spatial	CSD
Definition/notes	A first set of indicators included the proportion within a 10, 25 and 50 km radius. Due to
Reference	Canadian Protected and Conserved Areas Database (CPCAD). Government of Canada; Environment and Climate Change Canada; Canadian Wildlife Service
Link	https://open.canada.ca/data/en/dataset/6c343726-1e92-451a-876a-76e17d398a1c
Variable	Traditional/cultural
Indicator	Indigenous identity
Data	Total – population of the CSD Indigenous Identity (CSD)
Operation	Persons that have an indigenous identity/total population
Explanation	Proportion of the population that declared having an indigenous identity.
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Definition/notes	Aboriginal identity' refers to whether the person identified with the Aboriginal peoples of Canada. This includes those who are First Nations (North American Indian), Métis or Inuk (Inuit) and/or those who are Registered or Treaty Indians (that is, registered under the Indian Act of Canada), and/or those who have membership in a First Nation or Indian band. Aboriginal peoples of Canada are defined in the Constitution Act, 1982, Section 35 (2) as including the Indian, Inuit and Métis peoples of Canada. https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/pop001-eng.cfm
Reference	Statistics Canada, 2017. Census of Population, Statistics Canada, Catalogue 98-402-X2016009
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/hlt-fst/abo-aut/Table.cfm?Lang=Eng&T=104&S=86&O=A
Indicator	Indigenous tenure within a 25 km radius form the center of the CSD
Data	Total land area of the CSD Area under indigenous tenure in Canada
Operation	Area under Indigenous tenure in the CSD / Total CSD area
Explanation	% of the CSD that is located in an Indigenous land within a 25 km radius from the center of the CSD
Unit	%
Data source	Natural Resources Canada

	Statistics Canada
Spatial	CSD
Definition/notes	A first set of indicators included the proportion within a 10, 25 and 50 km radius. Due to high correlation between indicators so we decided to keep only the 25 km radius
Reference	Natural Resources Canada. Aboriginal Land of Canada Legislative Boundaries Statistics Canada, 2016. Census - Boundary Files
Link	https://ouvert.canada.ca/data/fr/dataset/522b07b9-78e2-4819-b736-ad9208eb1067 https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2011/geo/bound-limit/bound-limit-2016-eng.cfm

ANNEXE B

Variables et indicateurs de l'exposition

Tableau 6-2. Variables et indicateurs de l'exposition utilisés pour l'analyse de vulnérabilité

Variable	Drought
Indicator	1981-2010 / 2011-2040 / 2041-2070 / 2071-2100
Data	Volume of wood at risk of drought for 1981-2010 Volume of wood at risk of drought for 2011-2040 Volume of wood at risk of drought for 2041-2070 Volume of wood at risk of drought for 2071-2100
Explanation	Volume of wood at risk of drought
Unit	Cubic meter / hectare
Spatial	CSD
Reference	Boucher, D., Y. Boulanger, I. Aubin, P. Y. Bernier, A. Beaudoin, L. Guindon, et al., 2018, Current and projected cumulative impacts of fire, drought, and insects on timber volumes across Canada. <i>Ecological Applications</i> , 28(5), 1245-1259.
Link	https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/eap.1724?casa_token=20u4hW_DwxbAAAAAA:Lz9s40tu0IO6YDYQWbmK4EZb8L4bOy45G_u8GINBnqyhgh1rybbXa2sitvuQTTfa_pKo-aqH-ZrNU2hkW
Variable	Spruce budworm (SBW)
Indicator	1981-2010 / 2011-2040 / 2041-2070 / 2071-2100
Data	Volume of wood at risk of SBW for 1981-2010 Volume of wood at risk of SBW for 2011-2040 Volume of wood at risk of SBW for 2041-2070 Volume of wood at risk of SBW for 2071-2100
Explanation	Volume of wood at risk of SBW
Unit	Cubic meter / hectare
Spatial	CSD
Reference	Boucher, D., Y. Boulanger, I. Aubin, P. Y. Bernier, A. Beaudoin, L. Guindon, et al., 2018, Current and projected cumulative impacts of fire, drought, and insects on timber volumes across Canada. <i>Ecological Applications</i> , 28(5), 1245-1259.
Link	https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/eap.1724?casa_token=20u4hW_DwxbAAAAAA:Lz9s40tu0IO6YDYQWbmK4EZb8L4bOy45G_u8GINBnqyhgh1rybbXa2sitvuQTTfa_pKo-aqH-ZrNU2hkW
Variable	Mountain pine beetle (MPB)
Indicator	1981-2010 / 2011-2040 / 2071-2100
Data	Volume of wood at risk of MPB for 1981-2010 Volume of wood at risk of MPB for 2011-2040 Volume of wood at risk of MPB for 2071-2100
Explanation	Volume of wood at risk of MPB
Unit	Cubic meter / hectare
Spatial	CSD
Reference	Boucher, D., Y. Boulanger, I. Aubin, P. Y. Bernier, A. Beaudoin, L. Guindon, et al., 2018, Current and projected cumulative impacts of fire, drought, and insects on timber volumes across Canada. <i>Ecological Applications</i> , 28(5), 1245-1259.
Link	https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/eap.1724?casa_token=20u4hW_DwxbAAAAAA:Lz9s40tu0IO6YDYQWbmK4EZb8L4bOy45G_u8GINBnqyhgh1rybbXa2sitvuQTTfa_pKo-aqH-ZrNU2hkW

Variable	Forest fires
Indicator	1981-2010 / 2011-2040
Data	Propability to burn 1981-2010 Forest biomass Probability to burn 2011-2040
Operation	Current probability to burn * biomass Future probability to burn 2011-2040 * biomass
Explanation	Volume of wood at risk of wildfires
Unit	Cubic meter / hectare
Spatial	CSD
Reference	Boucher, D., Y. Boulanger, I. Aubin, P. Y. Bernier, A. Beaudoin, L. Guindon, et al., 2018, Current and projected cumulative impacts of fire, drought, and insects on timber volumes across Canada. Ecological Applications, 28(5), 1245-1259.
Link	https://esajournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/eap.1724?casa_token=20u4hWDwxbAAAAAA:Lz9s40tu0IO6YDYQWbmK4EZb8L4bOy45G_u8GINBnqygh1rybbXa2sitvuQTTfa_pKo-aqH-ZrNU2hkW
Variable	Latitude
Indicator	Latitude
Data	Latitude coordinate at the center of the CSD
Spatial	CSD
Reference	QGIS 3.28.9 Firenze

ANNEXE C

Variables et indicateurs de la capacité d'adaptation

Tableau 6-3 Variables et indicateurs de capacité d'adaptation pour l'analyse de vulnérabilité

Variable	Financial precarity
Indicator	Population in private households with a low income after tax (LIM-AT)
Data	Number of persons in private households in a low income situation Population 2016
Operation	Number of persons in a low income situation / population
Explanation	Proportion of the population living with a low income using the low-income measure after tax (LIM-AT)
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Definition/notes	The Low-income measure, after tax, refers to a fixed percentage (50%) of median adjusted after-tax income of private households. The household after-tax income is adjusted by an equivalence scale to take economies of scale into account. This adjustment for different household sizes reflects the fact that a household's needs increase, but at a decreasing rate, as the number of members increases. https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/fam021-eng.cfm
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-402-X2016006
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/dt-td/Rp-eng.cfm?LANG=E&APATH=3&DETAIL=0&DIM=0&FL=A&FREE=0&GC=0&GID=0&GK=0&GRP=1&PID=110261&PRID=10&PTYPE=109445&S=0&SHOWALL=0&SUB=0&Temporal=2016&THEME=119&VID=0&VNAMEE=&VNAMEF=
Indicator	Social assistance benefits
Data	Population aged 15 years and over that receives income from social assistance benefits Population aged 15 years and over (active population)
Operation	Population aged 15 years and over that receive income from social assistance benefits / Population aged 15 years and over
Explanation	Proportion of the population that receives income from social assistance benefits
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Definition/notes	Social assistance benefits - All social assistance payments received by persons in need during the reference period. On the basis of need, eligible social assistance recipients may receive assistance to cover the cost of food, shelter, clothing and other daily necessities. Other allowances may also be granted to persons with special needs or circumstances, such as elderly persons, persons with disabilities, single-parent families and persons with barriers to employment. https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/pop213-eng.cfm
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-400-X2016119.
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/dt-td/Rp-eng.cfm?LANG=E&APATH=3&DETAIL=0&DIM=0&FL=A&FREE=0&GC=0&GID=0&GK=0&GRP=1&PID=110261&PRID=10&PTYPE=109445&S=0&SHOWALL=0&SUB=0&Temporal=2016&THEME=119&VID=0&VNAMEE=&VNAMEF=
Indicator	Shelter-cost-to-income ratio (owners)

Data	Total – Households Households spending 30% or more of income on shelter costs
Operation	Households (owners) that spend 30% or more of their income for shelter/total households
Explanation	Proportion of households (owners) that spend 30% or more of their before-tax income for housing
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Definition/notes	'Shelter-cost-to-income ratio' refers to the proportion of average total income of household which is spent on shelter costs. https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/households-menage028-eng.cfm
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-400-X2016229
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/dt-td/Ap-eng.cfm?LANG=E&APATH=3&DETAIL=0&DIM=0&FL=A&FREE=0&GC=0&GID=0&GK=0&GRP=1&PID=110573&PRID=10&PTYPE=109445&S=0&SHOWALL=0&SUB=0&Temporal=2017&THEME=121&VID=0&VNAMEE=&VNAMEF=
Indicator	Shelter-cost-to-income ratio (renters)
Data	Total households Households spending 30% or more of income on shelter costs
Operation	Households (Renters) that spend 30% or more of their income for shelter/total households
Explanation	Proportion of households (renters) that spend 30% or more of their before-tax income for housing
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Definition/notes	Private household' refers to a person or group of persons who occupy the same dwelling and do not have a usual place of residence elsewhere in Canada or abroad. https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/households-menage028-eng.cfm
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-400-X2016229
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/dt-td/Rp-eng.cfm?LANG=E&APATH=3&DETAIL=0&DIM=0&FL=A&FREE=0&GC=0&GID=0&GK=0&GRP=1&PID=110573&PRID=10&PTYPE=109445&S=0&SHOWALL=0&SUB=0&Temporal=2017&THEME=121&VID=0&VNAMEE=&VNAMEF=
Variable	Employment
Indicator	Unemployment rate
Data	Unemployment rate
Explanation	Proportion of unemployed people with the active population (population aged 15 years and over)
Unit	%
Data source	Statistics Canada
spatial	CSD
Definition/notes	Refers to the unemployed expressed as a percentage of the labour force in the week of Sunday, May 1 to Saturday, May 7, 2016. https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/pop125-eng.cfm
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-400-X2016365.

Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/dt-td/Rp-eng.cfm?TABID=2&LANG=E&A=R&APATH=3&DETAIL=0&DIM=0&FL=A&FREE=0&GC=01&GL=-1&GID=1257309&GK=1&GRP=1&O=D&PID=112134&PRID=10&PTYPE=109445&S=0&SHOWALL=0&SUB=0&Temporal=2017&THEME=124&VID=0&VNAMEE=&VNAMEF=&D1=0&D2=0&D3=0&D4=0&D5=0&D6=0
Indicator	Employment rate
Variable	Employment
Indicator	Employment rate
Data	Employment rate
Explanation	Proportion of jobs with the active population (aged 15 years and over)
Unit	%
Data source	Statistics Canada
spatial	CSD
Definition/notes	Refers to the number of persons employed in the week of Sunday, May 1 to Saturday, May 7, 2016, expressed as a percentage of the total population aged 15 years and over. https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/pop029-eng.cfm
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-400-X2016365.
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/dt-td/Rp-eng.cfm?TABID=2&LANG=E&A=R&APATH=3&DETAIL=0&DIM=0&FL=A&FREE=0&GC=01&GL=-1&GID=1257309&GK=1&GRP=1&O=D&PID=112134&PRID=10&PTYPE=109445&S=0&SHOWALL=0&SUB=0&Temporal=2017&THEME=124&VID=0&VNAMEE=&VNAMEF=&D1=0&D2=0&D3=0&D4=0&D5=0&D6=1
Variable	Household precarity
Indicator	One-person households
Data	Total - Private households One-person households
Operation	One-person households/ Total - Private households
Explanation	Proportion of households composed of a single-person
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Definition/notes	Person' refers to an individual and is the unit of analysis for most social statistics https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/pop183-eng.cfm
Reference	Statistics Canada. 2017. Families, Households and Marital Status Highlight Tables. 2016 Census.
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/hltfst/fam/Table.cfm?Lang=E&T=24&Geo=00
Indicator	Lone-parent households
Data	Total - Private households Lone-parent households
Operation	Lone parent households/total private households
Explanation	Proportion of lone parent households within a CSD
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Reference	Statistics Canada. 2017. Families, Households and Marital Status Highlight Tables. 2016 Census.
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/hltfst/fam/Table.cfm?Lang=E&T=24&Geo=00
Variable	Housing conditions

Indicator	Housing suitability (size)
Data	Total - Housing suitability Number of not suitable housing
Operation	number of not suitable housing/ Total housing suitability
Explanation	Proportion of households that live in a not suitable housing in terms of size
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Definition/notes	'Housing suitability' refers to whether a private household is living in suitable accommodations according to the National Occupancy Standard (NOS); that is, whether the dwelling has enough bedrooms for the size and composition of the household. A household is deemed to be living in suitable accommodations if its dwelling has enough bedrooms, as calculated using the NOS https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/households-menage029-eng.cfm
Reference	Statistics Canada, 2017 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-402-X2016008
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/hlt-fst/housing-logement/Table.cfm?Lang=E&T=24&Geo=00&SP=1&view=1&housing=3
Indicator	Dwelling needing major repairs
Data	Total -Dwellings (households) Dwellings with major repairs needed
Operation	Dwellings with major repairs needed / number of dwellings (households)
Explanation	Proportion of households that live in a dwelling that needs major repairs
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Definition/notes	'Dwelling condition' refers to whether the dwelling is in need of repairs. This does not include desirable remodelling or additions. https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/dwelling-logements003-eng.cfm
Reference	Statistics Canada, 2017 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-402-X2016008
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/hlt-fst/housing-logement/Table.cfm?Lang=E&T=14&Geo=00&SP=1&view=1&dwelling=4#fn1
Variable	Local demographics
Indicator	Population density
Data	Population density 2016
Operation	Population totale / Superficie de la zone géographique
Explanation	Population per km2
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Definition/notes	Population density is the number of persons per square kilometre https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/geo034-eng.cfm
Reference	Statistics Canada Catalogue no. 98-402-X2016001. Ottawa. Released February 8, 2017.
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/hlt-fst/pd-pl/Table.cfm?Lang=Eng&T=301&S=3&O=D
Indicator	Population aged 65 years and over
Data	Population 2016 Population 65 years and over

Operation	Population 65 years and over / population 2016
Explanation	Proportion of the population aged 65 years and over on the total population of the CSD
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-400-X2016004
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/dt-td/Rp-eng.cfm?LANG=E&APATH=3&DETAIL=0&DIM=0&FL=A&FREE=0&GC=0&GID=0&GK=0&GRP=1&PID=109526&PRID=10&PTYPE=109445&S=0&SHOWALL=0&SUB=0&Temporal=2016&THEME=115&VID=0&VNAMEE=&VNAMEF=
Indicator	Average age
Data	Average age
Operation	none
Unit	Years
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Definition/notes	'Age' refers to the age of a person (or subject) of interest at last birthday (or relative to a specified, well-defined reference date). https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/pop005-eng.cfm
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-400-X2016004
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/dt-td/Rp-eng.cfm?LANG=E&APATH=3&DETAIL=0&DIM=0&FL=A&FREE=0&GC=0&GID=0&GK=0&GRP=1&PID=109526&PRID=10&PTYPE=109445&S=0&SHOWALL=0&SUB=0&Temporal=2016&THEME=115&VID=0&VNAMEE=&VNAMEF=
Indicator	Population growth (variation)
Data	Change of population (%) between the population of 2011 and 2016 census
Operation	none
Explanation	Variation of population between the 2011 and 2016 census
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Reference	Statistics Canada, 2017 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-402-X2016001
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/hlt-fst/pd-pl/Tableau.cfm?Lang=Fra&T=301&S=3&O=D
Indicator	Land located in an urban area (StatCan population centers)
Data	Shapefiles of CSD Shapefiles of population centers
Operation	% of the land area within a 25 km radius from the center of the CSD that is located in a population center (urban area)
Explanation	Proportion of the land area within a 25 km radius from the center of the CSD that comprises a population center area
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD, population centers
Definition/notes	A population centre (POPCTR) has a population of at least 1,000 and a population density of 400 persons or more per square kilometre, based on population counts from the current Census of Population. All areas outside population centres are classified as rural areas. https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/geo049a-eng.cfm

Reference	Statistics Canada, 2016. Census - Boundary Files
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2011/geo/bound-limit/bound-limit-2016-eng.cfm
Indicator	Land located in a village area (StatCan designated places)
Data	Shapefiles of CSD Shapefiles of designated localities
Operation	% of the land area within a 25 km radius from the center of the CSD that is located in a designated locality
Explanation	Proportion of the land area within a 25 km radius from the center of the CSD that comprises a designated place area
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD, designated places
Definition/notes	Usually a small community that does not meet the criteria used to define municipalities or population centres (areas with a population of at least 1,000 and a density of 400 persons per square kilometre). Designated places are created by provinces and territories, in cooperation with Statistics Canada, to provide data for submunicipal areas. https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/geo018-eng.cfm
Reference	Statistics Canada, 2016. Census - Boundary Files
Link	
Indicator	Land located neither in an urban nor a rural area
Data	Shapefiles of CSD
Operation	% of the land area within a 25 km radius from the center of the CSD that is located neither in a population center nor a designated locality
Explanation	Proportion of the land area within a 25 km radius from the center of the CSD that comprises neither a designated place nor a population center area
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD, population centers, designated places
Definition/notes	A calculation was done because some DP and PC were located on more than one CSD. The DP and PC area was therefore splitted and shared among the different CSD.
Reference	Statistics Canada, 2016. Census - Boundary Files
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2011/geo/bound-limit/bound-limit-2016-eng.cfm
Variable	Social cohesion
Indicator	Employment in religious, grant-making, civic and professional and similar organizations
Data	813 Religious, grant-making, civic and professional and similar organizations Total labour force aged 15 years and over
Operation	Employment 813 / Total - Labour force
Explanation	Proportion of the population employed in religious, grant-making, civic and professional and similar organizations on the total labour force (population aged 15 years and over)
Unit	%
Data source	NAICS
Spatial	CSD
Definition/notes	NAICS structure is available at the following link: https://www150.statcan.gc.ca/n1/en/pub/12-501-x/12-501-x2016001-eng.pdf?st=JUP3bAig
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-400-X2016290
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/dt-td/Rp-eng.cfm?TABID=2&LANG=E&A=R&APATH=3&DETAIL=0&DIM=0&FL=A&FREE=0&GC=01&GL=-1&GID=1341679&GK=1&GRP=1&O=D&PID=110695&PRID=10&PTYPE=109445&S=0&SHOWA

	LL=0&SUB=0&Temporal=2017&THEME=124&VID=0&VNAMEE=&VNAMEF=&D1=0&D2=0&D3=0&D4=0&D5=0&D6=0
Variable	Education
Indicator	Education without a diploma
Data	Total - Highest certificate, diploma or degree No certificate, diploma or degree
Operation	Population with no certificate, diploma or degree / Total - highest certificate, diploma or degree
Explanation	Proportion of people with an education without a degree on the total population
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-402-X2016010.
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/hlt-fst/edu-sco/Table.cfm?Lang=E&T=14&Geo=00&View=2&Age=2
Indicator	High school diploma or equivalency certificate
Data	Total - Highest certificate, diploma or degree Secondary (high) school or equivalency certificate
Operation	Population with a secondary (high) school diploma or equivalency certificate / Total -highest certificate, diploma or degree
Explanation	Proportion of people with a secondary education on the total population
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Definition/notes	'High school diploma or equivalency certificate' includes persons who have completed the requirements for graduation from a secondary school or an equivalency certificate, but no postsecondary certificate, diploma or degree. https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/pop038-eng.cfm
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-402-X2016010.
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/hlt-fst/edu-sco/Table.cfm?Lang=E&T=14&Geo=00&View=2&Age=2
Indicator	Post-secondary diploma
Data	Total - Highest certificate, diploma or degree College, CEGEP or other non-university certificate or diploma
Operation	Population with a college, CEGEP or other non-university certificate or diploma / Total - highest certificate, diploma or degree
Explanation	Proportion of people with a college diploma on the total population
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Definition/notes	College, CEGEP and other non-university certificates or diplomas are obtained from: a community college; a CEGEP (both general and technical); an institute of technology; a school of nursing; a private business school; a private or public trade school; or a vocational school. Included in this category are teaching and nursing certificates awarded by provincial departments of education, with the exception of teachers' or nurses' qualifications obtained at university-affiliated faculties of education or nursing. College certificates or diplomas of two years or more usually have a minimum entrance requirement of a secondary (high) school diploma or its equivalent. https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/pop038-eng.cfm

Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-402-X2016010.
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/hlt-fst/edu-sco/Table.cfm?Lang=E&T=14&Geo=00&View=2&Age=2
Indicator	University diploma
Data	Total - Highest certificate, diploma or degree University certificate, diploma or degree at bachelor or above
Operation	Population with a university certificate, diploma or degree / Total - highest certificate, diploma or degree
Explanation	Proportion of people with an university diploma on the total population
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Definition/notes	University degrees are obtained through universities and other degree-granting institutions, including degree-granting colleges. https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/pop038-eng.cfm
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-402-X2016010.
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/hlt-fst/edu-sco/Table.cfm?Lang=E&T=14&Geo=00&View=2&Age=2
Variable	Economic diversity
Indicator	Importance of forest industry in the primary sector
Data	11 Agriculture, forestry, fishing and hunting 113 Forestry and logging 1153 Support activities for forestry 21 Mining, quarrying, and oil and gas extraction
Operation	$(113+1153)/(11+21)$
Explanation	Proportion of the forest sector on the primary sector extraction employment (mining, agriculture, forestry, fishing and hunting)
Unit	%
Data source	NAICS
Spatial	CSD
Definition/notes	NAICS structure is available at the following link: https://www150.statcan.gc.ca/n1/en/pub/12-501-x/12-501-x2016001-eng.pdf?st=JUP3bAig
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-400-X2016290
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/dt-td/Rp-eng.cfm?TABID=2&LANG=E&A=R&APATH=3&DETAIL=0&DIM=0&FL=A&FREE=0&GC=01&GL=-1&GID=1341679&GK=1&GRP=1&O=D&PID=110695&PRID=10&PTYPE=109445&S=0&SHOWALL=0&SUB=0&Temporal=2017&THEME=124&VID=0&VNAMEE=&VNAMEF=&D1=0&D2=0&D3=0&D4=0&D5=0&D6=0
Indicator	Sector (primary, transformation, services) diversity
Data	11 Agriculture, forestry, fishing and hunting (primary) 21 Mining, quarrying, and oil and gas extraction (primary) 31-33 Manufacturing (transformation) 23 Construction (transformation) 22 Utilities (services) 61 Educational services (services) 62 Health care and social assistance (services) 91 Public Administration (services)
Operation	$(PropPrimary * LOG primary) + (PropTransfo * LOG Transfo) + (PropService * LOG Service)$

Explanation	Diversity of employment in the 1st (primary), 2nd (transformation) and 3rd (services) sectors. Results are expressed between 0 and 1. The lower the value, the more diversity it will represent and reversely.
Unit	%
Data source	NAICS
Spatial	CSD
Definition/notes	NAICS structure is available at the following link: https://www150.statcan.gc.ca/n1/en/pub/12-501-x/12-501-x2016001-eng.pdf?st=JUP3bAig
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-400-X2016290
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/dt-td/Rp-eng.cfm?TABID=2&LANG=E&A=R&APATH=3&DETAIL=0&DIM=0&FL=A&FREE=0&GC=01&GL=-1&GID=1341679&GK=1&GRP=1&O=D&PID=110695&PRID=10&PTYPE=109445&S=0&SHOWALL=0&SUB=0&Temporal=2017&THEME=124&VID=0&VNAMEE=&VNAMEF=&D1=0&D2=0&D3=0&D4=0&D5=0&D6=0
Variable	Resources
Indicator	Presence of health care and social assistance enterprises
Data	Total enterprises health care and social assistance (61) Total number of enterprises
Operation	61 health care and social assistance enterprises + 62 educational services enterprises/total enterprises
Explanation	Proportion of health care and social assistance, and educational services enterprises
Unit	%
Data source	NAICS/Business register data
Spatial	CSD
Definition/notes	NAICS structure (will all the enterprise categories) at the following link: https://www150.statcan.gc.ca/n1/en/pub/12-501-x/12-501-x2016001-eng.pdf?st=JUP3bAig
Reference	Statistics Canada, 2017. Business Register.
Link	https://www23.statcan.gc.ca/imdb/p2SV.pl?Function=getSurvey&Id=348569
Indicator	Presence of educational services enterprises
Data	Total enterprises educational services (62) Total number of enterprises
Operation	enterprises education services / total enterprises
Explanation	Proportion of health care and social assistance, and educational services enterprises
Unit	%
Data source	NAICS/Business register data
Spatial	CSD
Definition/notes	NAICS structure (will all the enterprise categories) at the following link: https://www150.statcan.gc.ca/n1/en/pub/12-501-x/12-501-x2016001-eng.pdf?st=JUP3bAig
Reference	Statistics Canada, 2017. Business Register.
Link	https://www23.statcan.gc.ca/imdb/p2SV.pl?Function=getSurvey&Id=348569
Variable	Cultural diversity
Indicator	Linguistic minorities (spoken language)
Data	Total - Knowledge of official languages Neither English nor French
Operation	population that speak neither French nor English / total- knowledge of official language
Explanation	Proportion of the population that does not speak French or English
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD

Definition/notes	Refers to the ability of the individual to conduct a conversation in neither English nor French at the time of the census
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-402-X2016005
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/hltfst/lang/Table.cfm?Lang=E&T=24&Geo=00
Indicator	Immigration
Data	Total – population Immigrants
Operation	Immigrants / total population
Explanation	Proportion of the population that is, or who has ever been, landed immigrants or permanent residents
Unit	%
Data source	Statistics Canada
Spatial	CSD
Definition/notes	'Immigrant' refers to a person who is, or who has ever been, a landed immigrant or permanent resident. Such a person has been granted the right to live in Canada permanently by immigration authorities. Immigrants who have obtained Canadian citizenship by naturalization are included in this group. https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/pop221-eng.cfm
Reference	Statistics Canada, 2016 Census of Population, Statistics Canada Catalogue no. 98-402-X2016007
Link	https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/dp-pd/hltfst/imm/Table.cfm?Lang=E&T=14&Geo=00

RÉFÉRENCES

- ACPAP. (2023, 20 juin 2023). *Les gagnants du 10e concours national d'essais universitaires (CNEU 2022-2023) ont été désignés!* . <https://cappa.ca/fr/les-gagnants-du-10e-concours-national-dessais-universitaires-cneu-2022-2023-ont-ete-designes/>
- Adger, N. W., N. W. Arnell, et E. L. Tompkins, 2005a, Successful adaptation to climate change across scales. *Global Environmental Change*, 15(2), 77-86. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2004.12.005>
- Adger, W. N., 2000, Social and ecological resilience: are they related? *Progress in Human Geography*, (24), 347-364. <https://doi.org/10.1191/030913200701540465>
- Adger, W. N., 2003, Social capital, collective action, and adaptation to climate change. *Economic Geography*, 79(4), 387-404. <https://www.jstor.org/stable/30032945>
- Adger, W. N., 2006, Vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 268-281. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.02.006>
- Adger, W. N., S. Agrawala, M. M. Q. Mirza, C. Conde, K. O'Brien, J. Puhlin, et al., 2007, Assessment of adaptation practices, options, constraints and capacity. Climate change 2007: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Dans M. L. Parry, O. F. Canziani, J. P. Palutikof, P. J. van der Linden, et C. E. Hanson (Éds.), *Contribution of working group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 717-743). Cambridge University Press. <https://www.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg2/ar4-wg2-chapter17.pdf>
- Adger, W. N., N. W. Arnell, et E. L. Tompkins, 2005b, Adapting to climate change: perspectives across scales. *Global Environmental Change Part A*, 15(2), 75-76. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2005.03.001>
- Adger, W. N., S. Dessai, M. Goulden, M. Hulme, I. Lorenzoni, D. Nelson, et al., 2009, Are there social limits to adaptation to climate change? *Climatic Change*, 93(3-4), 335-354. <https://doi.org/10.1007/s10584-008-9520-z>
- Adger, W. N., et P. M. Kelly, 1999, Social Vulnerability to Climate Change and the Architecture of Entitlements. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 4(3-4), 253-266. <https://doi.org/10.1023/a:1009601904210>
- Agrawal, A., 2008, *The role of local institutions in adaptation to climate change. Working Paper no. W08I-3*. International Forestry Research and Institutions Program (IFRI). University of Michigan. <https://doi.org/10.1596/28274>
- Albert, C., A. R. Taylor, T. Logan, et L. D'Orangeville, 2023, The Acadian Forest of New Brunswick in the 21st century: what shifting heat and water balance imply for future stand dynamics and management. *Environmental Reviews*, 31(4), 690-707. Repéré le 2023/12/13 à <https://doi.org/10.1139/er-2022-0122>

- Allen, C. D., A. K. Macalady, H. Chenchouni, D. Bachelet, N. McDowell, M. Vennetier, et al., 2010, A global overview of drought and heat-induced tree mortality reveals emerging climate change risks for forests. *Forest Ecology and Management*, 259(4), 660-684. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2009.09.001>
- Armitage, D., M. Marschke, et R. Plummer, 2008, Adaptive co-management and the paradox of learning. *Global Environmental Change*, 18(1), 86-98. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2007.07.002>
- Aubin, I., L. Boisvert-Marsh, H. Kebli, D. McKenney, J. Pedlar, K. Lawrence, et al., 2018, Tree vulnerability to climate change: improving exposure-based assessments using traits as indicators of sensitivity. *Ecosphere*, 9(2), e02108. <https://doi.org/10.1002/ecs2.2108>
- Audet, R., 2008, L'horizon interdisciplinaire de la sociologie de l'environnement sur le terrain de l'agriculture alternative. [Vertigo] *La revue électronique en sciences de l'environnement*, 8(2). <https://doi.org/10.4000/vertigo.5534>
- Audet, R., 2012, L'écologie humaine de Pierre Dansereau et la métaphore du paysage intérieur. *Natures Sciences Sociétés*, 20(1), 30-38. <https://www.cairn.info/revue-natures-sciences-societes-2012-1-page-30.htm>
- Audet, R., 2016, Discours autour de la transition écologique. Dans M.-J. Fortin, Y. Fournis, et F. L'Italien (Éds.), *La transition énergétique en chantier. Les configurations institutionnelles et territoriales de l'énergie* (pp. 11-30). Presses de l'Université Laval.
- Audet, R., 2017, Le discours et l'action publique en environnement. Dans A. Chaloux (Éd.), *L'action publique environnementale au Québec: entre local et mondial* (pp. 19-36). Presses de l'Université de Montréal.
- Baker, I., A. Peterson, G. Brown, et C. McAlpine, 2012, Local government response to the impacts of climate change: An evaluation of local climate adaptation plans. *Landscape and urban planning*, 107(2), 127-136. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2012.05.009>
- Beaudoin, A., P. Bernier, L. Guindon, P. Villemaire, X. Guo, G. Stinson, et al., 2014, Mapping attributes of Canada's forests at moderate resolution through k NN and MODIS imagery. *Canadian Journal of Forest Research*, 44(5), 521-532. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2013-0401>
- Beckley, T., 2000, Sustainability for whom?: social indicators for forest-dependent communities in Canada.
- Beckley, T., et T. Burkosky. (1999a). *Social indicator approaches to assessing and monitoring forest community sustainability*. (Vol. 360) Canadian Forest Service, Northern Forestry Centre.
- Beckley, T., D. Martz, S. Nadeau, E. Wall, et B. Reimer, 2008, Multiple capacities, multiple outcomes: delving deeper into the meaning of community capacity. *Journal of Rural and Community Development*, 3(3), 56-75. <https://journals.brandonu.ca/jrcd/article/view/217>

- Beckley, T., J. Parkins, et R. Stedman, 2002, Indicators of forest-dependent community sustainability: the evolution of research. *The Forestry Chronicle*, 78(5), 626-636. <https://doi.org/10.5558/tfc78626-5>
- Beckley, T. M., 1998, The nestedness of forest dependence: A conceptual framework and empirical exploration. *Society & Natural Resources*, 11(2), 101-120. <https://doi.org/10.1080/08941929809381066>
- Beckley, T. M., 2003, The relative importance of sociocultural and ecological factors in attachment to place. *United States Department of Agriculture Forest Service General Technical Report PNW*, 105-126. https://www.researchgate.net/publication/286919526_The_relative_importance_of_sociocultural_and_ecological_factors_in_attachment_to_place
- Beckley, T. M., et T. M. Burkosky. (1999b). *Social indicator approaches to assessing and monitoring forest community sustainability*. (Vol. 360) Canadian Forest Service, Northern Forestry Centre. <https://publications.gc.ca/site/eng/304183/publication.html>
- Beckley, T. M., R. C. Stedman, S. M. Wallace, et M. Ambard, 2007, Snapshots of what matters most: Using resident-employed photography to articulate attachment to place. *Society & Natural Resources*, 20(10), 913-929. <https://doi.org/10.1080/08941920701537007>
- Benjaminsen, T. A., et H. Svarstad, 2009, Qu'est-ce que la « political ecology » ? *Natures Sciences Sociétés*, 17(1), 3-11. <https://www.cairn.info/revue-natures-sciences-societes-2009-1-page-3.htm>
- Bentz, B. J., J. Régnière, C. J. Fettig, E. M. Hansen, J. L. Hayes, J. A. Hicke, et al., 2010, Climate Change and Bark Beetles of the Western United States and Canada: Direct and Indirect Effects. *BioScience*, 60(8), 602-613. <https://doi.org/10.1525/bio.2010.60.8.6>
- Berke, P., et W. Lyles, 2013, Public risks and the challenges to climate-change adaptation: A proposed framework for planning in the age of uncertainty. *Cityscape*, 181-208. <http://www.jstor.org/stable/41958963>.
- Berke, P. R., et M. R. Stevens, 2016, Land Use Planning for Climate Adaptation: Theory and Practice. *Journal of Planning Education and Research*, 36(3), 283-289. <https://doi.org/10.1177/0739456X16660714>
- Berkes, F., et C. Folke, 1998, *Linking Social and Ecological Systems for Resilience and Sustainability*. Cambridge University Press. https://dlc.dlib.indiana.edu/dlc/bitstream/handle/10535/4352/Berkes-linking_social_and_ecological_systems_for_resilience_and_sustainability.pdf?sequence=1
- Berkes, F., et D. Jolly, 2001, Adapting to Climate Change: Social-Ecological Resilience in a Canadian Western Arctic Community. *Conservation Ecology*, 5(2), 18. <http://www.consecol.org/vol5/iss2/art18/>

- Berkes, F., et H. Ross, 2013, Community resilience: toward an integrated approach. *Society & Natural Resources*, 26(1), 5-20. <https://doi.org/10.1080/08941920.2012.736605>
- Berkes, F., et N. J. Turner, 2006, Knowledge, learning and the evolution of conservation practice for social-ecological system resilience. *Human ecology*, 34(4), 479. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s10745-006-9008-2>
- Bertrand, F., et E. Richard, 2015, La délicate existence locale de l'adaptation aux changements climatiques: avec, sans, ou à côté de l'atténuation. *Développement durable et territoires. Économie, géographie, politique, droit, sociologie*, 6(3). <https://doi.org/10.4000/developpementdurable.11048>
- Beverly, J. L., et P. Bothwell, 2011, Wildfire evacuations in Canada 1980–2007. *Natural Hazards*, 59(1), 571-596. <https://doi.org/10.1007/s11069-011-9777-9>
- Bhutani, M., 2023, The future is now! *Canadian Journal of Respiratory, Critical Care, and Sleep Medicine*, 7(4), 171-172. <https://doi.org/10.1080/24745332.2023.2228641>
- Biermann, F., 2014, *Earth System Governance : World Politics in the Anthropocene*. The MIT Press. <https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=907983&lang=fr&site=ehost-live>
- Birchall, S. J., et N. Bonnett, 2021, Climate change adaptation policy and practice: The role of agents, institutions and systems. *Cities*, 108, 103001. <https://doi.org/10.1016/j.cities.2020.103001>
- Birchall, S. J., S. MacDonald, et N. N. Baran, 2022, An assessment of systems, agents, and institutions in building community resilience to climate change: A case study of Charlottetown, Canada. *Urban Climate*, 41, 101062. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.uclim.2021.101062>
- Bissonnette, J.-F., D. Blouin, L. Bouthillier, et S. Teitelbaum, 2020, Vers des forêts de proximité en terres publiques ? Le « bricolage » institutionnel comme vecteur d'innovation en foresterie communautaire au Québec, Canada. *Revue Gouvernance / Governance Review*, 17(2), 52-77. Repéré le 11/23/2023 9:23 p.m. à <https://doi.org/10.7202/1073111ar>
- Blaikie, P., et H. Brookfield, 1987, *Land Degradation and Society*. Routledge.
- Blaikie, P., T. Cannon, I. Davis, et B. Wisner, 1994, *At Risk: Natural Hazards, People's Vulnerability and Disaster*. Routledge.
- Blanc, G., 2017, L'histoire environnementale : nouveaux problèmes, nouveaux objets et nouvelle histoire. Dans G. Blanc, E. I. Demeulenaere, et W. Feuerhahn (Éds.), *Humanités environnementales : Enquêtes et contre-enquêtes*. Éditions de la Sorbonne.
- Blanco, E., et G. E. Fedreheim. (2011). *National Parks in Norway as Socio-Ecological System: Wildlife, Conflict in Use, and Community-Based Management*. 13th IASC International Conference. Sustaining Commons: Sustaining our Future, Hyderabad, India.

- Boucher, D., Y. Boulanger, I. Aubin, P. Y. Bernier, A. Beaudoin, L. Guindon, et al., 2018, Current and projected cumulative impacts of fire, drought, and insects on timber volumes across Canada. *Ecological Applications*, 28(5), 1245-1259. <https://doi.org/10.1002/eap.1724>
- Boudes, P., 2006, Les démarches des sociologies francophones de l'environnement: comment faire science avec la problématique environnementale? *Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 7(2). <https://doi.org/10.4000/vertigo.2269>
- Boulanger, Y., J. P. Puigdevall, A. C. Bélisle, Y. Bergeron, M.-H. Brice, D. Cyr, et al., 2023, A regional integrated assessment of the impacts of climate change and of the potential adaptation avenues for Quebec's forests. *Canadian Journal of Forest Research*, 53(8), 556-578. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2022-0282>
- Bouthillier, L., M. Carrier, S. Côté, et J. Déry, 2000, Viabilité des communautés dépendantes de la forêt. Dans M. Carrier, et S. Côté (Éds.), *Gouvernance et territoires ruraux. Éléments d'un débat sur la responsabilité du développement* (pp. 245-297). Presses de l'Université du Québec.
- Bréda, N., 2023, Vulnérabilité, aléa, adaptation, résilience: des concepts utiles pour analyser, comprendre et gérer les crises sanitaires en forêt. *Revue forestière française*, 74(2), 109-120. <https://doi.org/10.20870/revforfr.2023.7585>
- Brooks, N., W. N. Adger, et P. M. Kelly, 2005, The determinants of vulnerability and adaptive capacity at the national level and the implications for adaptation. *Global Environmental Change*, 15, 151-163. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2004.12.006>
- Brown, H. C. P., 2009, Climate change and Ontario forests: prospects for building institutional adaptive capacity. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 14(6), 513-536. <https://doi.org/10.1007/s11027-009-9183-8>
- Brown, K., et E. Westaway, 2011, Agency, capacity, and resilience to environmental change: lessons from human development, well-being, and disasters. *Annual Review of Environment and Resources*, 36. <https://doi.org/10.1146/annurev-environ-052610-092905>
- Brundtland, G. H. (1987). *Our Common Future*. Report of the World Commission on Environment and Development.
- Brunner, R. D., T. A. Steelman, L. Coe-Juell, C. M. Cromley, C. M. Edwards, et D. W. Tucker, 2005, *Adaptive Governance: Integrating Science, Policy, and Decision Making*. Columbia University Press.
- Bullock, R., K. Hanna, et D. S. Slocombe, 2009, Learning from community forestry experience: Challenges and lessons from British Columbia. *The Forestry Chronicle*, 85(2), 293-304. <https://doi.org/10.5558/tfc85293-2>
- Buttel, F. H., 1986, Sociologie et environnement: la lente maturation de l'écologie humaine. *Revue internationale des sciences sociales*, 109, 359-377. https://unesdoc.unesco.org/notice?id=p::usmarcdef_0000070805_fre

- Callois, J. (2016). *Quelle pertinence de l'approche territoriale de la bioéconomie? Un cadre d'analyse prenant en compte les conditions sociales et institutionnelles*. 53ème colloque de l'ASRDLF.
- Carpenter, S. R., et L. H. Gunderson, 2001, Coping with Collapse: Ecological and Social Dynamics in Ecosystem Management. *BioScience*, 51(6), 451-457. [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0451:cwceas\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0451:cwceas]2.0.co;2)
- Carson, R. L., 1962, *Silent Spring*. Houghton Mifflin Harcourt.
- Castonguay, S., 2020, La fin de la forêt laurentienne : une géographie forestière de la première mondialisation. *Cahiers de géographie du Québec*, 65(183), 269-281. Repéré le 5 oct. 2023 13:48 à <https://doi.org/10.7202/1093669ar>
- Catton, W. R. J., et R. E. Dunlap, 1978, Environmental sociology: A new paradigm. *The American Sociologist*, 13, 41-49.
- CCFM, 2008, *A Vision for Canada's Forests. 2008 and Beyond*. Government of Canada. https://www.ccfm.org/pdf/Vision_EN.pdf
- CCMF, 1997, *Critères et indicateurs de l'aménagement durable des forêts au Canada. Rapport technique*. Gouvernement du Canada. https://cfs.nrcan.gc.ca/publications?id=10348&lang=fr_CA
- CCMF, 2005, *Critères et indicateurs de l'aménagement forestier durable au Canada: Bilan national 2005*. Gouvernement du Canada. https://publications.gc.ca/collections/collection_2012/rncan-nrcan/Fo4-8-2005-fra.pdf
- CCMF, 2008a, *Mesurer nos progrès: Mise en oeuvre de l'aménagement durable des forêts au Canada et à l'étranger*. Gouvernement du Canada. https://www.ccfm.org/wp-content/uploads/2020/09/CCFM_Mesurer_nos_progres.pdf
- CCMF, 2008b, *Une vision pour les forêts du Canada : 2008 et au-delà*. Gouvernement du Canada. https://www.ccfm.org/wp-content/uploads/2020/09/Vision_FR.pdf
- CCMF, 2010, *Progrès en matière d'aménagement forestier durable au Canada*. Gouvernement du Canada. <https://d1ied5g1xfqpx8.cloudfront.net/pdfs/31323.pdf>
- CCMF, 2019, *Une vision commune pour les forêts du Canada: vers 2030*. Gouvernement du Canada. <https://www.ccmf.org/wp-content/uploads/2020/09/Une-vision-commune-pour-les-forêts-au-Canada-vers-2030.pdf>
- CCMF, 2022, *Cadre de la bioéconomie renouvelé*. Gouvernement du Canada. <https://www.ccmf.org/wp-content/uploads/2022/11/40830.pdf>
- Chakraborty, L., H. Rus, D. Henstra, J. Thistlethwaite, et D. Scott, 2020, A place-based socioeconomic status index: Measuring social vulnerability to flood hazards in the context of environmental justice. *International Journal of Disaster Risk Reduction*, 43, 101394. <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101394>

- Champagne, A., et L. Clennett-Sirois, 2016, Les émotions en recherche: pourraient-elles nous permettre de mieux comprendre le monde social. *Recherches qualitatives*, 20, 83-99.
<http://www.recherche-qualitative.qc.ca/revue/>
- Charles, L., B. Kalaora, et C. Vlassopoulos, 2017, Environnement sans frontières et sociétés : l'incomplétude sociologique. Dans G. Blanc, E. I. Demeulenaere, et W. Feuerhahn (Éds.), *Humanités environnementales : Enquêtes et contre-enquêtes*. Éditions de la Sorbonne.
- Chen, M., F. Sun, P. Berry, R. Tinch, H. Ju, et E. Lin, 2015, Integrated assessment of China's adaptive capacity to climate change with a capital approach. *Climatic Change*, 128(3-4), 367-380.
<https://doi.org/10.1007/s10584-014-1163-7>
- Cheng, X., J. Liu, H. Liu, et S. Lu, 2021, A systematic review of evidence of additional health benefits from forest exposure. *Landscape and Urban Planning*, 212, 104123.
<https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2021.104123>
- Chiasson, G., R. Blais, et J. Boucher, Géocarrefour, Vol. 81/2 | 2006, 113-120., 2006, La forêt publique québécoise à l'épreuve de la gouvernance : le cas de l'Outaouais *Géocarrefour*, 81(2), 113-120.
<https://doi.org/https://doi.org/10.4000/geocarrefour.1837>
- Chiasson, G., et É. Leclerc, 2013, *La gouvernance locale des forêts publiques québécoises: Une avenue de développement des régions périphériques?* PUQ.
- Chiasson, G., et A. Montpetit, 2020, Communautés forestières et gouvernance : quelles articulations ? *Revue Gouvernance / Governance Review*, 17(2), 1-6. Repéré le 29 août 2022 15:53 à
<https://doi.org/10.7202/1073108ar>
- Chouinard, O., S. Weissenberger, et D. Lane, 2015, L'adaptation au changement climatique en zone côtière selon l'approche communautaire: études de cas de projets de recherche-action participative au Nouveau-Brunswick (Canada). *Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement*, (Hors-série 23). <https://doi.org/10.4000/vertigo.16642>
- Columbia, G. o. B., 2022, *Climate Preparedness and Adaptation Strategy. Actions for 2022-2025*. Gouvernement of British Columbia. <https://www2.gov.bc.ca/assets/gov/environment/climate-change/adaptation/cpas.pdf>
- Cote, M., et A. J. Nightingale, 2012, Resilience thinking meets social theory: Situating social change in socio-ecological systems (SES) research. *Progress in Human Geography*, 36(4), 475-489.
<https://doi.org/10.1177/0309132511425708>
- Cumming, G. S., P. Olsson, F. Chapin, et C. Holling, 2013, Resilience, experimentation, and scale mismatches in social-ecological landscapes. *Landscape Ecology*, 28(6), 1139-1150.
<https://doi.org/10.1007/s10980-012-9725-4>
- Cuthill, M., H. Ross, K. Maclean, K. Owens, B. Witt, et C. King, 2008, Reporting social outcomes of development: an analysis of diverse approaches. *International Journal of Interdisciplinary Social Sciences*, 3(6), 145-157.

- Cutter, S. L., B. J. Boruff, et W. L. Shirley, 2003, Social vulnerability to environmental hazards. *Social Science Quarterly*, 84(2), 242-261. <https://doi.org/10.1111/1540-6237.8402002>
- Dale, V. H., L. A. Joyce, S. McNulty, R. P. Neilson, M. P. Ayres, M. D. Flannigan, et al., 2001, Climate Change and Forest Disturbances. *BioScience*, 51(9), 723-734. Repéré le 2018/06/08 à [https://doi.org/10.1641/0006-3568\(2001\)051\[0723:ccafd\]2.0.co;2](https://doi.org/10.1641/0006-3568(2001)051[0723:ccafd]2.0.co;2)
- Dansereau, P., 1973, *La terre des hommes et le paysage intérieur*. Leméac.
- Dansereau, P., 1987, Les dimensions écologiques de l'espace urbain. *Cahiers de géographie du Québec*, 31(84), 333-395. <https://doi.org/10.7202/021894ar>
- Davidson, D. J., T. Williamson, et J. R. Parkins, 2003, Understanding climate change risk and vulnerability in northern forest-based communities. *Canadian Journal of Forest Research*, 33(11), 2252-2261. Repéré le 2022/05/31 à <https://doi.org/10.1139/x03-138>
- del Mar Delgado-Serrano, M., R. Escalante, et S. Basurto, 2015, Is the community-based management of natural resources inherently linked to resilience? An analysis of the Santiago Comaltepec community (Mexico). *Ager: Revista de Estudios sobre Despoblacion y Desarrollo Rural*, (18). <https://doi.org/10.4422/ager.2015.07>
- Den Otter, M. A., et T. M. Beckley. (2002). " *This is Paradise*": *Community Sustainability Indicators for the Western Newfoundland Model Forest*. (Vol. 216) Canadian Forest Centre, Atlantic Forestry Centre. <https://cfs.nrcan.gc.ca/publications?id=21476>
- Dhar, A., L. Parrott, et S. Heckbert, 2016, Consequences of mountain pine beetle outbreak on forest ecosystem services in western Canada. *Canadian Journal of Forest Research*, 46(8), 987-999. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2016-0137>
- Di Méo, G., 1998, De l'espace aux territoires: éléments pour une archéologie des concepts fondamentaux de la géographie. *L'information géographique*, 62(3), 99-110. <https://doi.org/10.3406/ingeo.1998.2586>
- Dobson, A., 1991, *The green reader: Essays toward a sustainable society*. Mercury House.
- Duban, F., 2001, L'écologisme américain : des mythes fondateurs de la nation aux aspirations planétaires. *Hérodote*, 100(1), 55-86. <https://doi.org/10.3917/her.100.0055>
- Dumas, B., 1996, Science normale et sciences humaines: les voies de l'interdisciplinarité pour la résolution des problèmes environnementaux. Dans R. Tessier, et J.-G. Vaillancourt (Éds.), *La recherche sociale en environnement* (pp. 75-88). Les Presses de l'Université de Montréal.
- Dumas, B., C. Raymond, et J.-G. Vaillancourt, 1999, *Les sciences sociales de l'environnement*. Presses de l'Université de Montréal.
- Edwards, J. E., et K. G. Hirsch. (2012). *Adapting sustainable forest management to climate change: preparing for the future*. Canadian Council of Forest Ministers. <http://cfs.nrcan.gc.ca/pubwarehouse/pdfs/34555.pdf>

- Ehrlich, P. R., et A. H. Ehrlich, 1968, *The Population Bomb*. Sierra Club/Ballantine Books.
- Engle, N. L., 2011, Adaptive capacity and its assessment. *Global Environmental Change*, 21(2), 647-656. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2011.01.019>
- FAO, et UNEP. (2020). *The State of the World's Forests (SOFO)*. (pp. 214). <https://doi.org/10.4060/ca8642en>
- Fischer, A. P., et T. G. Frazier, 2018, Social Vulnerability to Climate Change in Temperate Forest Areas: New Measures of Exposure, Sensitivity, and Adaptive Capacity. *Annals of the American Association of Geographers*, 108(3), 658-678. <https://doi.org/10.1080/24694452.2017.1387046>
- Fischer, A. P., T. Paveglio, M. Carroll, D. Murphy, et H. Brenkert-Smith, 2013, Assessing social vulnerability to climate change in human communities near public forests and grasslands: A framework for resource managers and planners. *Journal of Forestry*, 111(5), 357-365. <https://doi.org/10.5849/jof.12-091>
- Flannigan, M., B. Stocks, M. Turetsky, et M. Wotton, 2009, Impacts of climate change on fire activity and fire management in the circumboreal forest. *Global Change Biology*, 15(3), 549-560.
- Fleischman, F. D., K. Boenning, G. A. Garcia-Lopez, S. Mincey, M. Schmitt-Harsh, K. Daedlow, et al., 2010, Disturbance, response, and persistence in self-organized forested communities: analysis of robustness and resilience in five communities in southern Indiana. *Ecology and Society*, 15(4), 9.
- Fletcher, A. J., N. S. Akwen, M. Hurlbert, et H. P. Diaz, 2020, "You relied on God and your neighbour to get through it": social capital and climate change adaptation in the rural Canadian Prairies. *Regional Environmental Change*, 20(2), 61. <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01645-2>
- Folke, C., 2006, Resilience: the emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. *Global Environmental Change*, 16(3), 253-267. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002>
- Folke, C., 2007, Social-ecological systems and adaptive governance of the commons. *The Ecological Society*, 22, 14-15. <https://doi.org/10.1007/s11284-006-0074-0>
- Folke, C., T. Hahn, P. Olsson, et J. Norberg, 2005a, Adaptive governance of social-ecological systems. *Annu. Rev. Environ. Resour.*, 30, 441-473. http://research-legacy.arch.tamu.edu/epsru/Course_Readings/Ldev671MARS689/LDEV671_Readings/AdaptiveGiv_annurev.energy.30.050504.144511.pdf
- Folke, C., T. Hahn, P. Olsson, et J. Norberg, 2005b, Adaptive governance of social-ecological systems. *Annual Review of Environment and Resources*, 30, 441-473.
- Ford, J. D., L. Berrang-Ford, A. Lesnikowski, M. Barrera, et S. J. Heymann, 2013, How to track adaptation to climate change: a typology of approaches for national-level application. *Ecology and Society*, 18(3), Article 40. <https://doi.org/10.5751/es-05732-180340>

- Fournis, Y., M.-J. Fortin, G. Brisson, et G. C. UQO, 2013, La transition des régimes de ressources au prisme de la gouvernance: les secteurs forestier, porcin et éolien. *Comité d'évaluation environnementale stratégique-MDDEP, Université du Québec à Rimouski, Rimouski.*
- Freudenburg, W. R., 1981, Women and men in an energy boomtown: adjustment, alienation, and adaptation. *Rural Sociology*, 46(2), 220.
- Freudenburg, W. R., 1984, Boomtown's youth: the differential impacts of rapid community growth on adolescents and adults. *American Sociological Review*, 697-705.
- Freudenburg, W. R., 1992, Addictive economies: extractive industries and vulnerable localities in a changing world economy 1. *Rural Sociology*, 57(3), 305-332. <https://doi.org/10.1111/j.1549-0831.1992.tb00467.x>
- FSC, 2018, *The FSC National Forest Stewardship Standard of Canada.* https://ca.fsc.org/sites/default/files/2022-03/FSC-STD-CAN-01-2018%20EN_V1.pdf
- Füssel, H.-M., 2007, Vulnerability: A generally applicable conceptual framework for climate change research. *Global Environmental Change*, 17(2), 155-167. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.05.002>
- Füssel, H.-M., et R. J. T. Klein, 2006, Climate Change Vulnerability Assessments: An Evolution of Conceptual Thinking. *Climatic Change*, 75(3), 301-329. <https://doi.org/10.1007/s10584-006-0329-3>
- Gagné, E., 2013, L'approvisionnement en biomasse forestière. *Vecteur Environnement*, 46(4). <https://apps.uqo.ca/LoginSigparb/LoginPourRessources.aspx?url=https://www.proquest.com/sc-holarly-journals/lapprovisionnement-en-biomasse-forestiere/docview/1444652896/se-2?accountid=14724>
- Galappaththi, E. K., J. D. Ford, et E. M. Bennett, 2019, A framework for assessing community adaptation to climate change in a fisheries context. *Environmental Science & Policy*, 92, 17-26. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.11.005>
- Gauthier, S., P. Bernier, P. J. Burton, J. Edwards, K. Isaac, N. Isabel, et al., 2014, Climate change vulnerability and adaptation in the managed Canadian boreal forest. *Environmental Reviews*, 23, 256+. Repéré le 2023/5/26/ à <https://link.gale.com/apps/doc/A382658440/AONE?u=anon~1a0e562a&sid=googleScholar&id=f023e330>
- Gélinas, N., et L. Bouthillier, 2005, La Forêt habitée: un modèle de gestion partenariale? Analyse de la perception des participants à cinq projets au Québec. *Cahiers de géographie du Québec*, 49(137), 157-175. Repéré le 30 nov. 2023 14:51 à <https://doi.org/10.7202/012298ar>
- Gemenne, F., 2008, Panorama des principaux axes de la recherche sur le changement climatique. *Critique internationale*, 40(3), 141-152. <https://doi.org/10.3917/crui.040.0141>

- Gendron, C., 1999, La gestion sociale de l'environnement. Le principe de précaution entre l'incertitude scientifique et la certitude décisionnelle. Dans B. Dumas, C. Raymond, et J.-G. Vaillancourt (Éds.), *Les sciences sociales de l'environnement. Analyses et pratiques* (pp. 121-131). Les Presses de l'Université de Montréal.
- Gendron, C., et B. Dumas, 1999, L'écologie, les ruses de la rationalité. Dans B. Dumas, C. Raymond, et J.-G. Vaillancourt (Éds.), *Les sciences de l'environnement* (pp. 51-68). Les Presses de l'Université de Montréal.
- Gendron, C., J.-G. Vaillancourt, C. Claeys-Mekdade, et A. Rajotte, 2007, *Environnement et sciences sociales : les défis de l'interdisciplinarité*. Les Presses de l'Université Laval.
- GIEC. (2014). *Changements climatiques 2014: Incidences, adaptation et vulnérabilité – Résumé à l'intention des décideurs*. Dans C. B. Field, V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M. D. Mastrandrea, T. E. Bilir, M. Chatterjee, K. L. Ebi, Y. O. Estrada, R. C. Genova, B. Girma, E. S. Kissel, A. N. Levy, S. MacCracken, P. R. Mastrandrea, et L. L. White (Éds.), *Contribution du Groupe de travail II au cinquième Rapport d'évaluation du Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat* Organisation météorologique mondiale. https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar5/wg2/ar5_wgII_spm_fr.pdf
- Gilbert, A., 2013, Les territoires forestiers de l'ouest du Québec, entre centre et périphérie. Dans G. Chiasson, et E. Leclerc (Éds.), *La gouvernance locale des forêts publiques québécoises: une avenue de développement des régions périphériques ?* (pp. 89-124). Les Presses de l'Université du Québec.
- Gillett, N. P., A. J. Weaver, F. W. Zwiers, et M. D. Flannigan, 2004, Detecting the effect of climate change on Canadian forest fires. *Geophysical Research Letters*, 31(18). <https://doi.org/10.1029/2004GL020876>
- Girardin, M. P., A. A. Ali, C. Carcaillet, S. Gauthier, C. Hély, H. Le Goff, et al., 2012, Fire in managed forests of eastern Canada: Risks and options. *Forest Ecology and Management*, (0). <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2012.07.005>
- Glaas, E., A. Jonsson, M. Hjerpe, et Y. Andersson-Sköld, 2010, Managing climate change vulnerabilities: formal institutions and knowledge use as determinants of adaptive capacity at the local level in Sweden. *Local Environment*, 15(6), 525-539. <https://doi.org/10.1080/13549839.2010.487525>
- Gouvernement du Canada, 2022a, *Réaliser un avenir durable: Stratégie fédérale de développement durable 2022 à 2026*. <https://www.fsds-sfdd.ca/fr>
- Gouvernement du Canada, 2022b, *Stratégie nationale d'adaptation du Canada: Bâtir des collectivités résilientes et une économie forte*. <https://www.canada.ca/fr/services/environnement/meteo/changementsclimatiques/plan-climatique/strategie-nationale-adaptation.html>
- Gouvernement du Québec, 2020, *Plan pour une économie verte 2030*. Gouvernement du Québec <https://cdn-contenu.quebec.ca/cdn-contenu/adm/min/environnement/publications-adm/plan-economie-verte/plan-economie-verte-2030.pdf>

- Government of Canada, 1977, *Single Industry Communities*. Department of Regional Economic Expansion.
- Government of Canada, 1979, *Single-sector communities* (2d). Department of Regional Economic Expansion.
- Gower, J. C., 1971, A General Coefficient of Similarity and Some of Its Properties. *Biometrics*, 27(4), 857-871. Repéré le 2023/10/16/ à <https://doi.org/10.2307/2528823>
- Grothmann, T., et A. Patt, 2005, Adaptive capacity and human cognition: the process of individual adaptation to climate change. *Global Environmental Change*, 15(3), 199-213. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2005.01.002>
- Guay, L., 2021, *Les enjeux sociaux de l'environnement: des problèmes aux actions*. Presses de l'Université Laval.
- Guermond, Y., 2006, L'identité territoriale: l'ambiguïté d'un concept géographique. *Espace géographique*, 35(4), 291-297. <https://doi.org/10.3917/eg.354.0291>
- Guillemard, A., et D. Lapointe, 2020, La ruralité contemporaine face aux changements climatiques : étude de l'adaptation sur les littoraux touristiques d'une petite ville québécoise. *Revue Organisations & territoires*, 29(1), 139-147. Repéré le 10/04/2023 10:31 a.m. à <https://doi.org/10.1522/revueot.v29n1.1133>
- Gunderson, L., et C. S. Holling, 2002, *Panarchy: understanding transformations in human and natural systems*. Island Press.
- Gunderson, L., C. S. Holling, et S. S. Light, 1995, *Barriers and bridges to renewal of ecosystems and institutions*. Columbia University Press.
- Gunderson, L., et S. S. Light, 2006, Adaptive management and adaptive governance in the everglades ecosystem. *Policy Sciences*, 39(4), 323-334. <https://doi.org/10.1007/s11077-006-9027-2>
- Gupta, J., C. Termeer, J. Klostermann, S. Meijerink, M. van den Brink, P. Jong, et al., 2010, The adaptive capacity wheel: a method to assess the inherent characteristics of institutions to enable the adaptive capacity of society. *Environmental Science & Policy*, 13(6), 459-471. <https://core.ac.uk/download/pdf/18518325.pdf>
- Halofsky, J. E., S. A. Andrews-Key, J. E. Edwards, M. H. Johnston, H. W. Nelson, D. L. Peterson, et al., 2018, Adapting forest management to climate change: The state of science and applications in Canada and the United States. *Forest Ecology and Management*, 421, 84-97. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.02.037>
- Hamelin, L.-E., 1962, Petite histoire de la géographie dans le Québec et à l'université Laval. *Cahiers de géographie du Québec*, 7(13), 137-152. Repéré le 5 oct. 2023 20:52 à <https://doi.org/10.7202/020424ar>

- Hardin, G., 1968, The Tragedy of the Commons. *Science*.
- Headwaters Economics. (2021). The unequal impacts of wildfire. <https://headwaterseconomics.org/natural-hazards/unequal-impacts-of-wildfire/>
- Hébert, M., et S. Wyatt, 2006, Les premières nations et la forêt. *Recherches amérindiennes au Québec*, 36(2/3), 3. <https://doi.org/10.7202/1081851ar>
- Hicke, J. A., S. Lucatello, L. D. Mortsch, J. Dawson, M. Domínguez Aguilar, C. A. F. Enquist, et al., 2022, North America. Dans H.-O. Pörtner, D. C. Roberts, M. Tignor, E. S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, et B. Rama (Éds.), *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 1929–2042). Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781009325844.016>.
- Hill, M., 2012, *Climate Change and Water Governance: Adaptive Capacity in Chile and Switzerland* (Vol. 54). Springer Science & Business Media.
- Hill, M., et N. L. Engle, 2013, Adaptive capacity: tensions across scales. *Environmental Policy and Governance*, 23(3), 177-192. <https://doi.org/10.1002/eet.1610>
- Himelfarb, A., 1982, *The social characteristics of one-industry towns in Canada. Little Communities and Big Industries*. . Butterworths.
- Hinkel, J., 2011, Indicators of vulnerability and adaptive capacity: Towards a clarification of the science-policy interface. *Global Environmental Change*, (21), 198-208. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2010.08.002>
- Hinkel, J., P. W. G. Bots, et M. Schlüter, 2014, Enhancing the Ostrom social-ecological system framework through formalization. *Ecology and Society*, 19(3). <https://doi.org/10.5751/es-06475-190351>
- Hirt, I., et C. Desbiens, 2017, L'aménagement du territoire et la question de la différence culturelle au Canada. De l'invisibilité à la visibilisation des peuples autochtones. *Annales de géographie*, 718(6), 704-727. <https://doi.org/10.3917/ag.718.0704>
- Holling, C. S., 1973, Resilience and stability of ecological systems. *Annual Review of Ecology and Systematics*, (4), 1-24. <http://webarchive.iiasa.ac.at/Admin/PUB/Documents/RP-73-003.pdf>
- Howlett, M., et K. Brownsey, 2007, Introduction: Towards a Post-Staples State? *Policy and Society*, 26(1), 1-7. [https://doi.org/10.1016/S1449-4035\(07\)70097-8](https://doi.org/10.1016/S1449-4035(07)70097-8)
- Hubbard, W. G., C. Latt, et A. Long, 2000, *Forest terminology for multiple-use management*. University of Florida Cooperative Extension Service, Institute of Food and Agriculture Sciences. <https://ufdcimages.uflib.ufl.edu/IR/00/00/18/11/00001/FR06300.pdf>
- Hutton, T. A., 1994, Visions of a "Post-Staples" Economy: Structural change and adjustment issues in British Columbia Vancouver: Centre for Human Settlements. *Policy Issues and Planning Responses, University of British Columbia*.

- Hutton, T. A., 2007, Contours of the Post-Staples State: The Reconstruction of Political Economy and Social Identity in 21st Century Canada. *Policy and Society*, 26(1), 9-29. [https://doi.org/10.1016/S1449-4035\(07\)70098-X](https://doi.org/10.1016/S1449-4035(07)70098-X)
- Janssen, M., M. L. Schoon, W. Ke, et K. Boerner, 2006, Scholarly networks on resilience, vulnerability and adaptation within the human dimensions of global environmental change. *Global Environmental Change*, 16(3), 240-252. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.04.001>
- Jenkins, M. J., J. B. Runyon, C. J. Fettig, W. G. Page, et B. J. Bentz, 2014, Interactions among the Mountain Pine Beetle, Fires, and Fuels. *Forest Science*, 60(3), 489-501. Repéré le 11/11/2023 à <https://doi.org/10.5849/forsci.13-017>
- Johnston, M., et J. Edwards, 2013, *Adapting sustainable forest management to climate change: an analysis of Canadian case studies*. Canadian Council of Forest Ministers. <https://cfs.nrcan.gc.ca/pubwarehouse/pdfs/35383.pdf>
- Johnston, M., et T. Williamson, 2007, A framework for assessing climate change vulnerability of the Canadian forest sector. *The Forestry Chronicle*, 83(3), 358-361. <https://doi.org/10.5558/tfc83358-3>
- Joliet, F., et P. Jacobs, 2009, Le Wilderness, une manière de voir et d'être à la nature sauvage : le prisme paysager de Tremblant, Québec. *Cahiers de géographie du Québec*, 53(148), 27-46. Repéré le 5 oct. 2023 14:33 à <https://doi.org/10.7202/038140ar>
- Jollivet, M., 2012, Objets naturels et objets techniques: la place de la sociologie et l'ambition de l'interdisciplinarité. Dans R. Barbier, P. Boudes, J.-P. Bozonnet, J. Candau, M. Dobré, N. Lewis, et F. Rudolf (Éds.), *Manuel de sociologie de l'environnement* (pp. 33-51). Presses de l'Université Laval.
- Kaufman, H. F., 1959, Toward an Interactional Conception of Community. *Social Forces*, 38, 8-17.
- Kaufman, H. F., et L. C. Kaufman, 1946, *Toward the stabilization and enrichment of a forest community: the Montana study*. University of Montana.
- Kelly, C., A. Ferrara, G. A. Wilson, F. Ripullone, A. Nolè, N. Harmer, et al., 2015, Community resilience and land degradation in forest and shrubland socio-ecological systems: Evidence from Gorgoglione, Basilicata, Italy. *Land Use Policy*, 46, 11-20. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.01.026>
- Keskitalo, C., 2013, Understanding Adaptive Capacity in Forest Governance: Editorial. *Ecology and Society*, 18(4). <https://doi.org/10.5751/es-05924-180445>
- Keskitalo, C., N. Klenk, R. Bullock, A. L. Smith, et D. R. Bazely, 2011, Preparing for and responding to disturbance: Examples from the forest sector in Sweden and Canada. *Forests*, 2(2), 505-524. <https://dx.doi.org/10.14288/1.0377807>
- Keskitalo, E. C. H., et A. A. Kulyasova, 2009, The role of governance in community adaptation to climate change. *Polar Research*, 28(1), 60-70.

- Kipp, A., A. Cunsolo, K. Vodden, N. King, S. Manners, et S. L. Harper, 2019, Aperçu—Les effets des changements climatiques sur la santé et le bien-être dans les régions rurales et éloignées au Canada: synthèse documentaire. *Promotion de la santé et prévention des maladies chroniques au Canada*, 39(4), 122. <https://doi.org/10.24095/hpcdp.39.4.02f>
- Kneeshaw, D., B. R. Sturtevant, B. Cooke, T. Work, D. Pureswaran, L. DeGrandpre, et al., 2015, Insect disturbances in forest ecosystems. Dans *Routledge handbook of forest ecology* (pp. 93-113). Routledge.
- Kofinas, G., D. Clark, G. K. Hovelsrud, L. Alessa, H. Amundsen, M. Berman, et al. (2013). *Adaptive and Transformative Capacity. Arctic Council. Arctic Resilience Interim Report* (pp. 71-91) Stockholm Environment Institute and Stockholm Resilience Centre.
- Kofinas, G. P., 2009, Adaptive co-management in social-ecological governance. Dans S. Chapin Iii, G. P. Kofinas, et C. Folke (Éds.), *Principles of ecosystem stewardship* (pp. 77-101). Springer.
- Krannich, R. S., 2011, Putting Rural Community Change in Perspective. Dans R. S. Krannich, A. E. Luloff, et D. R. Field (Éds.), *People, Places and Landscapes. Social Change in High Amenity Rural Areas* (pp. 9-25). Springer Science & Business Media.
- Kull, C. A., et S. P. J. Batterbury, 2017, L'environnement dans les géographies anglophone et française : émergence, transformations et circulations de la political ecology. Dans G. Blanc, E. I. Demeulenaere, et W. Feuerhahn (Éds.), *Humanités environnementales : Enquêtes et contre-enquêtes*. Éditions de la Sorbonne.
- Kurz, W. A., C. C. Dymond, G. Stinson, G. J. Rampley, E. T. Neilson, A. L. Carroll, et al., 2008, Mountain pine beetle and forest carbon feedback to climate change. *Nature*, 452, 987. <http://dx.doi.org/10.1038/nature06777>
- Kusel, J. (1996). *Well-being in forest-dependent communities, Part I: A new approach*. Sierra Nevada Ecosystem project: Final report to congress.
- Kusel, J., 2001, Assessing well-being in forest dependent communities. *Journal of Sustainable Forestry*, 13(1-2), 359-384. https://doi.org/10.1300/J091v13n01_10
- Lammel, A., É. Dugas, et E. Guillen Gutierrez, 2012, L'apport de la psychologie cognitive à l'étude de l'adaptation aux changements climatiques: la notion de vulnérabilité cognitive. *Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 12(1). <https://doi.org/10.4000/vertigo.11915>
- Lê, S., J. Josse, et F. Husson, 2008, FactoMineR: An R Package for Multivariate Analysis. *Journal of Statistical Software*, 25(1), 1-18. <https://doi.org/10.18637/jss.v025.i01>
- Lebel, L., J. M. Anderies, B. Campbell, C. Folke, S. Hatfield-Dodds, T. P. Hughes, et al., 2006, Governance and the capacity to manage resilience in regional social-ecological systems. *Ecology and Society*, 11(1), 19. <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art19/>

- Leclerc, É., G. Chiasson, et M. Voyer, 2015, Francophonie et construction de l'échelle régionale en contexte de dépendance: le cas du Conseil de gestion intégrée des forêts publiques du Madawaska-Restigouche. Dans L. Cardinal, et É. Forgues (Éds.), *Gouvernance communautaire et innovations au sein de la francophonie* (pp. 197-217). Presses de l'Université Laval.
- Lemprière, T. C., P. Bernier, A. Carroll, M. Flannigan, R. Gilseman, D. McKenney, et al., 2008, *The importance of forest sector adaptation to climate change*. Northern Forestry Centre, Canadian Forest Service. <https://cfs.nrcan.gc.ca/pubwarehouse/pdfs/29154.pdf>
- Leroy, P., 2004, Sciences environnementales et interdisciplinarité: une réflexion partant des débats aux Pays-Bas. *Natures Sciences Sociétés*, 12, 274-284. <https://www.cairn.info/revue-natures-sciences-societes-2004-3-page-274.htm?contenu=article>
- Levin, S., T. Xepapadeas, A.-S. Crépin, J. Norberg, A. de Zeeuw, C. Folke, et al., 2013, Social-ecological systems as complex adaptive systems: modeling and policy implications. *Environment and Development Economics*, 18(02), 111-132. Repéré le 2013 à <https://doi.org/10.1017/S1355770X12000460>
- Locatelli, B., M. Brockhaus, A. Buck, et I. Thompson, 2010, *Forests and adaptation to climate change: challenges and opportunities*. IUFRO.
- Lockwood, M., C. M. Raymond, E. Oczkowski, et M. Morrison, 2015, Measuring the dimensions of adaptive capacity: a psychometric approach. *Ecology and Society*, 20(1). <https://doi.org/10.5751/ES-07203-200137>
- Lucas, R., et L. Tepperman, 1971, *Minetown, milltown, railtown: Life in Canadian communities of single industry*. Toronto University Press.
- Lyles, W., P. Berke, et K. H. Overstreet, 2018, Where to begin municipal climate adaptation planning? Evaluating two local choices. *Journal of Environmental Planning and Management*, 61(11), 1994-2014. <https://doi.org/10.1080/09640568.2017.1379958>
- Lyon, C., 2014, Place Systems and Social Resilience: A Framework for Understanding Place in Social Adaptation, Resilience, and Transformation. *Society & Natural Resources*, 27(10), 1009-1023. <https://doi.org/10.1080/08941920.2014.918228>
- Lyon, C., et J. R. Parkins, 2013, Toward a social theory of resilience: social systems, cultural systems, and collective action in transitioning forest - based communities. *Rural Sociology*, 78(4), 528-549. <https://doi.org/10.1111/ruso.12018>
- Mace, G., et F. Pétry. (2017). *Guide d'élaboration d'un projet de recherche* (3e édition revue et augmentée.). Presses de l'Université Laval. http://epe.lac-bac.gc.ca/101/200/300/pul/guide_projet_recherche/9782763731810.pdf
- Maclean, K., M. Cuthill, et H. Ross, 2014, Six attributes of social resilience. *Journal of Environmental Planning and Management*, 57(1), 144-156. <http://dx.doi.org/10.1080/09640568.2013.763774>

- Magnan, A. (2009a). *La vulnérabilité des territoires littoraux au changement climatique: mise au point conceptuelle et facteurs d'influence. Analyse* (Vol. 1, pp. 30) Iddri.
https://www.iddri.org/sites/default/files/import/publications/an_0901_a.magnan_vulnerabilite.pdf
- Magnan, A., 2009b, Proposition d'une trame de recherche pour appréhender la capacité d'adaptation au changement climatique. *Vertigo*, 9(3). <http://vertigo.revues.org/9189>
- Magnan, A., V. Duvat, et E. Garnier, 2012, Reconstituer les «trajectoires de vulnérabilité» pour penser différemment l'adaptation au changement climatique. *Natures Sciences Sociétés*, 20(1), 82-91.
<https://www.cairn.info/revue-natures-sciences-societes-2012-1-page-82.htm>
- Mansuy, N., et J. Buss, 2022, Développer la bioénergie pour atténuer les gaz à effet de serre dans les collectivités nordiques et autochtones du Canada. *Le Climatoscope*, 2, 91-95.
https://savoirs.usherbrooke.ca/bitstream/handle/11143/20156/mansuy_Climatoscope_2022_n04_p91-95.pdf?sequence=1
- Marchak, P., 1983, *Green Gold: The Forest Industry in British Columbia*. UBC Press.
- Marchand, M., 2012, La représentation sociale de l'espace traditionnel des autochtones par rapport à celle du territoire des allochtones : l'exemple de la forêt mauricienne, 1534-1934. *Cahiers de géographie du Québec*, 56(159), 567-582. Repéré le 5 oct. 2023 13:46 à
<https://doi.org/10.7202/1015307ar>
- Marino, E., 2015, *Fierce Climate, Sacred Ground: An Ethnography of Climate Change in Shishmaref, Alaska*. University of Alaska Press.
- Markey, S., S. P. Breen, K. Vodden, et J. Daniels, 2015, Evidence of Place: Becoming a Region in Rural Canada. *International Journal of Urban and Regional Research*, 39(5), 874-891.
- Marquet, V., et D. Salles, 2014, L'adaptation au changement climatique en France et au Québec. Constructions institutionnelles convergentes et diffusions contrastées. *Critique internationale*, 62(1), 73-91. <https://doi.org/10.3917/cii.062.0073>
- Mathieu, N., et M. Jollivet, 1989, *Du rural à l'environnement. La question de la nature aujourd'hui*. A.R.F. Éditions l'Harmattan.
- McGee, T. K., 2021, Evacuating First Nations during wildfires in Canada. *Fire Safety Journal*, 120, 103120.
<https://doi.org/10.1016/j.firesaf.2020.103120>
- McGinnis, M. D., et E. Ostrom, 2014, Social-ecological system framework: initial changes and continuing challenges. *Ecology and Society*, 19(2), 30. <https://doi.org/10.5751/es-06387-190230>
- McLaughlin, P., et T. Dietz, 2007, Structure, agency and environment: toward an integrated perspective on vulnerability. *Global Environmental Change*, 39(4), 99-111.
<https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2007.05.003>

- Meadows, D. H., D. L. Meadows, J. Randers, et W. W. Behrens III. (1972). *The limits to growth. A report for the Club of Rome Project on the Predicament of Mankind*.
- Mercier, G., et M. Côté, 2012, Ville et campagne : deux concepts à l'épreuve de l'étalement urbain. *Cahiers de géographie du Québec*, 56(157), 125-152. Repéré le 5 oct. 2023 14:00 à <https://doi.org/10.7202/1012215ar>
- Mikkelsen, K. M., E. R. V. Dickenson, R. M. Maxwell, J. E. McCray, et J. O. Sharp, 2013, Water-quality impacts from climate-induced forest die-off. *Nature Climate Change*, 3(3), 218-222. <https://doi.org/10.1038/nclimate1724>
- Miller, F., H. Osbahr, E. Boyd, F. Thomalla, S. Bharwani, G. Ziervogel, et al., 2010, Resilience and vulnerability: complementary or conflicting concepts. *Ecology and Society*, 15(3), 11. <http://www.ecologyandsociety.org/vol15/iss3/art11/>
- Milot, N., 2017, Des pistes pour l'enseignement en sciences de l'environnement. Dans N. Brunet, P. F. Vieira, M. Saint-Arnaud, et R. Audet (Éds.), *L'espoir malgré tout. L'oeuvre de Pierre Dansereau et l'avenir des sciences de l'environnement* (1, pp. 207-218). Presses de l'Université du Québec. <https://doi.org/10.2307/j.ctv6zd9gp.21>
- Molnar, M., P. Olmstead, M. Mitchell, C. Raudsepp-Hearne, et M. Anielski (Éds.). (2021). *Services écosystémiques*. Gouvernement du Canada.
- Montpetit, A., F. Doyon, et G. Chiasson, 2021, Climate Change Adaptive Capacity Assessments. Dans B. Siebenhüner, et R. Djalante (Éds.), *Adaptiveness: Changing Earth System Governance* (pp. 50-68). Cambridge University Press.
- Montreal Process. (2009). *Technical notes on implementation of the Montreal Process criteria and indicators. Criteria 1-7. Revised July 2014*. <https://montreal-process.org/documents/publications/techreports/MontrealProcessTechnicalNotes3rdEditionRevisedJuly2014.pdf>
- Morzillo, A. T., C. R. Colocousis, D. K. Munroe, K. P. Bell, S. Martinuzzi, D. B. Van Berkel, et al., 2015, "Communities in the middle": Interactions between drivers of change and place-based characteristics in rural forest-based communities. *Journal of Rural Studies*, 42, 79-90. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2015.09.007>
- Nadeau, S., B. Shindler, et C. Kakoyannis, 1999, Forest communities: New frameworks for assessing sustainability. *The Forestry Chronicle*, 75(5), 747-754. <https://doi.org/10.5558/tfc75747-5>
- Næss, L. O., G. Bang, S. Eriksen, et J. Veatne, 2005, Institutional adaptation to climate change: Flood responses at the municipal level in Norway. *Global Environmental Change*, 15, 125-138.
- Natural Resources Canada, 2022, *The State of Canada's Forests: Annual Report 2022*. Government of Canada. https://natural-resources.canada.ca/sites/nrcan/files/forest/sof2022/SoF_Annual2022_EN_access.pdf

- Negrón, J. F., et C. J. Fettig, 2014, Mountain Pine Beetle, a Major Disturbance Agent in US Western Coniferous Forests: A Synthesis of the State of Knowledge. *Forest Science*, 60(3), 409-413. Repéré le 11/11/2023 à <https://doi.org/10.5849/forsci.13-169>
- Nelson, D. R., W. N. Adger, et K. Brown, 2007, Adaptation to environmental change: contributions of a resilience framework. *Annual Review of Environment and Resources*, 32, 395-419. <https://doi.org/10.1146/annurev.energy.32.051807.090348>
- Newton, P., D. C. Miller, M. A. A. Byenkya, et A. Agrawal, 2016, Who are forest-dependent people? A taxonomy to aid livelihood and land use decision-making in forested regions. *Land use policy*, 57, 388-395. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2016.05.032>
- Nilsson, K., M. Sangster, et C. C. Konijnendijk, 2011, Forests, trees and human health and well-being: Introduction. Dans *Forests, trees and human health* (pp. 1-19). Springer.
- November, V., 2006, Le risque comme objet géographique. *Cahiers de géographie du Québec*, 50(141), 289-296. Repéré le 5 oct. 2023 13:41 à <https://doi.org/10.7202/014868ar>
- Olsson, P., C. Folke, et F. Berkes, 2004, Adaptive co-management for building resilience in social-ecological systems. *Environmental Management*, (34), 75-90. <https://link.springer.com/article/10.1007/s00267-003-0101-7>
- Ostrom, E., 2007, A Diagnostic Approach for Going beyond Panaceas. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 104(39), 15181-15187. <https://doi.org/10.2307/25449110>
- Ostrom, E., 2009, A general framework for analyzing sustainability of social-ecological systems. *Science*, 325(5939), 419-422. <https://doi.org/10.1126/science.1172133>
- Ouranos. (n.d.). *La science de l'adaptation*. Repéré le 2023-12-14 à <https://www.ouranos.ca/fr/attenuation-adaptation>
- Pahl-Wostl, C., E. Mostert, et D. Tàbara, 2008, The growing importance of social learning in water resources management and sustainability science. *Ecology and Society*, 13(1), 24. <https://www.jstor.org/stable/26267907>
- Paré, I., 2017, Les représentations sociales pour cerner l'évolution des conceptions de la forêt québécoise : une analyse autour du documentaire L'erreur boréale. *VertigO*, 17(1). Repéré le 5 oct. 2023 20:45 à <https://id.erudit.org/iderudit/1057468ar>
- Parkins, J., et T. M. Beckley, 2001, *Monitoring community sustainability in the Foothills Model Forest: a social indicators approach*. Atlantic Forestry Centre, Canadian Forest Service. <https://d1ied5g1xfqpx8.cloudfront.net/pdfs/19656.pdf>
- Parkins, J., R. Stedman, et J. Varghese, 2001, Moving towards local-level indicators of sustainability in forest-based communities. *Social Indicators Research*, 56, 43-72. <https://doi.org/10.1023/A:1011886609486>

- Parkins, J. R., M. Dunn, M. G. Reed, et A. J. Sinclair, 2016, Forest governance as neoliberal strategy: A comparative case study of the Model Forest Program in Canada. *Journal of Rural Studies*, 45, 270-278. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2016.04.006>
- Parkins, J. R., et N. A. MacKendrick, 2007, Assessing community vulnerability: A study of the mountain pine beetle outbreak in British Columbia, Canada. *Global Environmental Change*, 17(3), 460-471. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2007.01.003>
- Patriquin, M. N., J. R. Parkins, et R. C. Stedman, 2007, Socio-economic status of boreal communities in Canada. *Forestry*, 80(3), 279-291. <https://doi.org/10.1093/forestry/cpm014>
- Patt, A. (2013). *Should adaptation be a distinct field of science?* (Vol. 5, pp. 187-188) Taylor & Francis. <https://doi.org/10.1080/17565529.2013.821054>
- Paveglio, T., M. S. Carroll, et A. D. Boyd, 2016, Re-conceptualizing community in risk research. *Journal of Risk Research*, 20(7), 931-951. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1080/13669877.2015.1121908>
- Paveglio, T. B., A. D. Boyd, et M. S. Carroll, 2017, Re-conceptualizing community in risk research. *Journal of Risk Research*, 20(7), 931-951. <https://doi.org/10.1080/13669877.2015.1121908>
- Pearce, T., B. Smit, F. Duerden, J. D. Ford, A. Goose, et F. Kataoyak, 2010, Inuit vulnerability and adaptive capacity to climate change in Ulukhaktok, Northwest Territories, Canada. *Polar Record*, 46(2), 157-177. <https://doi.org/10.1017/S0032247409008602>
- Perron, B., et J.-G. Vaillancourt, 1999, Les changements climatiques. Science, normativité et société. Dans B. Dumas, C. Raymond, et J.-G. Vaillancourt (Éds.), *Les sciences sociales de l'environnement* (pp. 95-119). Les Presses de l'Université de Montréal.
- Pestré, D., 2011, Développement durable: anatomie d'une notion. *Natures Sciences Sociétés*, 19(1), 31-39. <https://doi.org/10.1051/nss/2011104>
- Pharand, N., 1988, *Les collectivités forestières dont l'économie repose sur le secteur forestier: un profil démographique*. Service canadien des forêts. <https://d1ied5g1xfqpx8.cloudfront.net/pdfs/19714.pdf>
- Picketts, I. M., A. T. Werner, T. Q. Murdock, J. Curry, S. J. Déry, et D. Dyer, 2012, Planning for climate change adaptation: lessons learned from a community-based workshop. *Environmental Science & Policy*, 17, 82-93. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2011.12.011>
- Picon, B., 2012, La sociologie de l'environnement: l'héritage d'un questionnement nature-société. Dans R. Barbier, P. Boudes, J.-P. Bozonnet, J. Candau, M. Dobré, N. Lewis, et F. Rudolf (Éds.), *Manuel de sociologie de l'environnement* (pp. 17-31). Presses de l'Université Laval.
- Pires, A., 1997, De quelques enjeux épistémologiques d'une méthodologie générale pour les sciences sociales. Dans J. Poupart, J. P. Deslauriers, L. H. Groulx, A. Laperrière, R. Mayer, et A. Pires (Éds.), *La recherche qualitative. Enjeux épistémologiques et méthodologiques* (pp. 3-54). Gaëtan Morin.

- Plante, S., L. Vasseur, et J. Santos Silva, 2018, Adaptation des communautés côtières aux effets des changements climatiques sous l'angle de la résilience: lier la gouvernance locale au développement durable. *Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 18(2). <https://doi.org/10.4000/vertigo.22079>
- Plummer, R., D. R. Armitage, et R. C. De Loë, 2013, Adaptive comanagement and its relationship to environmental governance. *Ecology and Society*, 18(1). <https://www.jstor.org/stable/26269268>
- PNUD. (n.d.). *Les ODD en action*. Repéré le 2 décembre 2023 à <https://www.undp.org/fr/sustainable-development-goals#:~:text=Les%20Objectifs%20de%20développement%20durable,la%20paix%20et%20la%20prospérité>.
- Poteete, A. R., M. A. Janssen, et E. Ostrom, 2010, *Working together: collective action, the commons, and multiple methods in practice*. Princeton University Press.
- Prades, J. A., R. Tessier, et J.-G. Vaillancourt, 1994, *Instituer le développement durable: éthique de l'écodécision et sociologie de l'environnement*. Les Editions Fides.
- Price, D. T., R. Alfaro, K. Brown, M. Flannigan, R. A. Fleming, E. Hogg, et al., 2013, Anticipating the consequences of climate change for Canada's boreal forest ecosystems. *Environmental Reviews*, 21(4), 322-365. <https://cdnsiencepub.com/action/addCitationAlert?doi=10.1139%2Fer-2013-0042>
- Price, D. T., et K. J. Isaac. (2015). *Adapting sustainable forest management to climate change: a comprehensive report on scenarios for vulnerability assessment*. Natural Resources Canada, Canadian Forest Service, Northern Forestry Centre. <http://cfs.nrcan.gc.ca/pubwarehouse/pdfs/36047.pdf>
- Quenault, B. (2013). Retour critique sur la mobilisation du concept de résilience en lien avec l'adaptation des systèmes urbains au changement climatique. *ÉchoGéo*, 24. <http://echogeo.revues.org/13403>
- Radio-Canada. (2023, 3 octobre 2023). *Plus de 18 millions d'hectares de forêt brûlée, ça ressemble à quoi?* <https://ici.radio-canada.ca/info/2023/evolution-carte-incendies-feux-de-foret-canada-quebec/>
- Reckien, D., A. K. Mangan, C. Singh, M. Lukas-Sithole, B. Orlove, E. L. F. Schipper, et al., 2023, Navigating the continuum between adaptation and maladaptation. *Nature Climate Change*, 13(9), 907-918. <https://doi.org/10.1038/s41558-023-01774-6>
- Reed, M. G., A. Scott, D. Natcher, et M. Johnston, 2014, Linking gender, climate change, adaptive capacity, and forest-based communities in Canada. *Canadian Journal of Forest Research*, 44(9), 995-1004. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2014-0174>
- Reem, H., M. Erin, M. Molly, et K. R. A., 2014, Opinions on strategies for forest adaptation to future climate conditions in western Canada: surveys of the general public and leaders of forest-dependent communities. *Canadian Journal of Forest Research*, 44(12), 1525-1533. <https://doi.org/10.1139/cjfr-2014-0142>

- Reghezza, M., 2007, Adaptation (capacité d'adaptation). Dans Y. Veyret (Éd.), *Dictionnaire de l'environnement*. Armand Collin.
- Ressources naturelles Canada, 2011, *Programme des collectivités forestières. Fiches d'information*. Ressources naturelles Canada. <https://scf.rncan.gc.ca/pubwarehouse/pdfs/32648.pdf>
- Ressources naturelles Canada, 2020a, *L'État des forêts au Canada. Rapport annuel 2019*. Service canadien des forêts. https://publications.gc.ca/collections/collection_2020/rncan-nrcan/Fo1-6-2019-fra.pdf
- Ressources naturelles Canada, 2020b, *Stratégie ministérielle de développement durable de 2020 à 2023*. Gouvernement du Canada. https://www.rncan.gc.ca/rncan/transparence/rapports-responsabilisation/plans-rapports-sur-le-rendement/strategie-ministerielle-pour-le/strategie-ministerielle-de-developpement-durable-de-2020-2023/22968?_ga=2.20819000.1882132427.1618583798-582332440.1606139590
- Ressources naturelles Canada, 2022, *L'état des forêts au Canada. Rapport annuel 2022*. Service canadien des forêts. https://www.rncan.gc.ca/sites/nrcan/files/forest/sof2022/SoF_Annual_2022_FR_access.pdf
- Rhein, C., 2003, L'écologie humaine, discipline-chimère. *Sociétés contemporaines*, 4950(1), 167-190. <http://www.cairn.info/revue-societes-contemporaines-2003-1-page-167.htm>
- Risvoll, C., G. E. Fedreheim, A. Sandberg, et S. BurnSilver, 2014, Does Pastoralists' Participation in the Management of National Parks in Northern Norway Contribute to Adaptive Governance? *Ecology and Society*, 19(2). <https://doi.org/10.5751/es-06658-190271>
- Roshani, H. Sajjad, P. Kumar, M. Masroor, M. H. Rahaman, S. Rehman, et al., 2022, Forest vulnerability to climate change: a review for future research framework. *Forests*, 13(6), 917.
- Saint-Arnaud, M., L. Sauvé, et D. Kneeshaw, 2005, Forêt identitaire, forêt partagée: Trajectoire d'une recherche participative chez les Anicinapek de Kitcisakik (Québec, Canada). *Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 6(2). <https://doi.org/https://doi.org/10.4000/vertigo.4431>
- Schipper, E. L. F., 2006, Conceptual History of Adaptation in the UNFCCC Process. *Review of European Community & International Environmental Law*, 15(1), 82-92. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9388.2006.00501.x>
- Schlüter, M., J. Hinkel, P. W. G. Bots, et R. Arlinghaus, 2014, Application of the SES Framework for Model-based Analysis of the Dynamics of Social-Ecological Systems. *Ecology and Society*, 19(1). <https://doi.org/10.5751/es-05782-190136>
- Scoones, I., 1998, *Sustainable Rural Livelihoods: A Framework for Analysis*. Institute for Development Studies.

- Séguin, M., L. Maheu, et J.-G. Vaillancourt, 1995, Les poubelles du Québec. D'un enjeu de groupe de pression à un enjeu de mouvement social Dans J.-G. Vaillancourt, M. Séguin, L. Maheu, et L. Cotnoir (Éds.), *La gestion écologique des déchets* Presses de l'Université de Montréal.
- Seidl, R., J. Honkaniemi, T. Aakala, A. Aleinikov, P. Angelstam, M. Bouchard, et al., 2020, Globally consistent climate sensitivity of natural disturbances across boreal and temperate forest ecosystems. *Ecography*, 43(7), 967-978. Repéré le 2023/09/16 à <https://doi.org/10.1111/ecog.04995>
- Semal, L., 2017, Les chantiers de la théorie politique verte. Dans G. Blanc, E. I. Demeulenaere, et W. Feuerhahn (Éds.), *Humanités environnementales : Enquêtes et contre-enquêtes*. Éditions de la Sorbonne.
- Sénécal, G., 2006, Synthèse : entre structure et action : nouvelles perspectives en géographie. *Cahiers de géographie du Québec*, 50(141), 283-287. Repéré le 5 oct. 2023 13:26 à <https://doi.org/10.7202/014867ar>
- Siders, A. R., 2019, Adaptive capacity to climate change: A synthesis of concepts, methods, and findings in a fragmented field. *WIREs Climate Change*, 10(3), e573. <https://doi.org/10.1002/wcc.573>
- Simard, M., 2014, Étalement urbain, empreinte écologique et ville durable. Y a-t-il une solution de rechange à la densification ? *Cahiers de géographie du Québec*, 58(165), 331-352. Repéré le 5 oct. 2023 14:01 à <https://doi.org/10.7202/1033008ar>
- Simonet, G., 2009, Le concept d'adaptation: polysémie interdisciplinaire et implication pour les changements climatiques. *Natures Sciences Sociétés*, 17(4). <https://doi.org/10.1051/nss/2009061>
- Simonet, G. (2011). *Enjeux et dynamiques de la mise en oeuvre de stratégies d'adaptation aux changements climatiques en milieu urbain: les cas de Montréal et Paris*. UQAM.
- Simonet, G., 2015, Une brève histoire de l'adaptation: l'évolution conceptuelle au fil des rapports du GIEC (1990-2014). *Natures Sciences Sociétés*, 23(supplément), S52-S64. <https://doi.org/10.1051/nss/2015018>
- Simonet, G., 2017, Note de recherche. L'adaptation, un concept systémique pour mieux penser les changements climatiques. *Noréis*, 2017(4), 113-125. <https://doi.org/10.4000/norois.6252>
- Smit, B., et O. Pilifosova, 2001, Adaptation to climate change in the context of sustainable development and equity. Dans J. J. McCarthy, O. F. Canziani, N. A. Leary, D. J. Dokken, et K. S. White (Éds.), *Climate change 2001: Impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of the working group II to the Third Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (pp. 877-912). Cambridge University Press. http://www.grida.no/climate/ipcc_tar/wg2/pdf/wg2tarchap18.pdf
- Smit, B., et J. Wandel, 2006, Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. *Global Environmental Change*, 16(3), 282-292. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.03.008>

- Spiller, M., 2016, Adaptive capacity indicators to assess sustainability of urban water systems—Current application. *Science of The Total Environment*, 569, 751-761.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.06.088>
- Spittlehouse, D. L., 2005, Integrating climate change adaptation into forest management. *The Forestry Chronicle*, 81(5), 691-695. <https://pubs.cif-ifc.org/doi/pdf/10.5558/tfc81691-5>
- Statistics Canada. (2016). *Census subdivision*. Repéré le November 15 à
<https://www12.statcan.gc.ca/census-recensement/2016/ref/dict/geo012-eng.cfm>
- Stedman, R. C., 1999, Sense of place as an indicator of community sustainability. *The Forestry Chronicle*, 75(5), 765-770. <https://doi.org/10.5558/tfc75765-5>
- Stedman, R. C., 2003, Sense of Place and Forest Science: Toward a Program of Quantitative Research. *Forest Science*, 49(6), 822-829. Repéré le 11/13/2023 à
<https://doi.org/10.1093/forestscience/49.6.822>
- Stedman, R. C., J. R. Parkins, et T. M. Beckley, 2004, Resource Dependence and Community Well-Being in Rural Canada. *Rural Sociology*, 69(2), 213-234.
<https://search.ebscohost.com/login.aspx?direct=true&db=pbh&AN=13355111&lang=fr&site=ehost-live>
- Stedman, R. C., J. R. Parkins, et T. M. Beckley, 2005, Forest dependence and community well-being in rural Canada: variation by forest sector and region. *Canadian Journal of Forest Research*, 35(1), 215-220. <https://doi.org/10.1139/x04-140>
- Stedman, R. C., M. N. Patriquin, et J. R. Parkins, 2011, Forest dependence and community well-being in rural Canada: a longitudinal analysis. *Forestry*, 84(4), 375-384.
<https://doi.org/10.1093/forestry/cpr024>
- Steenberg, J. W., P. N. Duinker, et P. G. Bush, 2011, Exploring adaptation to climate change in the forests of central Nova Scotia, Canada. *Forest Ecology and Management*, 262(12), 2316-2327.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2011.08.027>
- Taylor, P. J., et F. H. Buttel, 1992, How do we know we have global environmental problems? Science and the globalization of environmental discourse. *Geoforum*, 23(3), 405-416.
[https://doi.org/10.1016/0016-7185\(92\)90051-5](https://doi.org/10.1016/0016-7185(92)90051-5)
- Teitelbaum, S., 2014, Criteria and indicators for the assessment of community forestry outcomes: a comparative analysis from Canada. *Journal of Environmental Management*, 132, 157-267.
<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.11.013>.
- Teitelbaum, S., T. Beckley, S. Nadeau, et C. Southcott, 2003, Milltown revisited: strategies for assessing and enhancing forest-dependent community sustainability. Dans P. J. Burton (Éd.), *Towards sustainable management of the boreal forest* (pp. 155-179). NRC Research Press.
- Teitelbaum, S., A. Montpetit, J.-F. Bissonnette, C. Chion, G. Chiasson, F. Doyon, et al., 2018, Studying Resource-Dependent Communities Through a Social-Ecological Lens? Examining

- Complementarity with Existing Research Traditions in Canada. *Society & natural resources*, 32(1), 93-112. <https://doi.org/10.1080/08941920.2018.1517913>
- Tepley, A. J., M.-A. Parisien, X. Wang, J. A. Oliver, et M. D. Flannigan, 2022, Wildfire evacuation patterns and syndromes across Canada's forested regions. *Ecosphere*, 13(10), e4255. Repéré le 2023/11/11 à <https://doi.org/10.1002/ecs2.4255>
- Tessier, R., et J.-G. Vaillancourt, 1996, *La Recherche sociale en environnement : nouveaux paradigmes*. Presses de l'Université de Montréal.
- Tessier, R., et J.-G. Vaillancourt, 1999, La mise en oeuvre de nouveaux paradigmes en sciences sociales de l'environnement. Dans B. Dumas, C. Raymond, et J.-G. Vaillancourt (Éds.), *Les sciences sociales de l'environnement* (pp. 17-31). Les Presses de l'Université de Montréal.
- Thibault, M., et A. Girard, 2009, Le territoire, « matrice » de culture : analyse des mémoires déposés à la commission Coulombe par les premières nations du Québec. *Recherches amérindiennes au Québec*, 39(1-2), 61-70. Repéré le 10/04/2023 1:19 p.m. à <https://doi.org/10.7202/044997ar>
- Thiel, A., M. E. Adamseged, et C. Baake, 2015, Evaluating an instrument for institutional crafting: How Ostrom's social-ecological systems framework is applied. *Environmental Science & Policy*, 53, Part B, 152-164. <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.04.020>
- Tinch, R., J. Jäger, I. Omann, P. A. Harrison, J. Wesely, et R. Dunford, 2015, Applying a capitals framework to measuring coping and adaptive capacity in integrated assessment models. *Climatic Change*, 128(3), 323-337. <https://doi.org/10.1007/s10584-014-1299-5>
- Tompkins, E. L., et W. N. Adger, 2004, Does adaptive management of natural resources enhance resilience to climate change? *Ecology and Society*, 9(2), 10. <https://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art10/>
- Townsend, J., F. Moola, et M.-K. Craig, 2020, Indigenous Peoples are critical to the success of nature-based solutions to climate change. *FACETS*, 5(1), 551-556. <https://doi.org/10.1139/facets-2019-0058>
- Tremblay, M., C. Furgal, C. Larrivée, T. Annanack, P. Tookalook, M. Qiisik, et al., 2008, Climate Change in Northern Quebec: Adaptation Strategies from Community-Based Research. *Arctic*, 61, 27-34. Repéré le 2023/10/04/ à <http://www.jstor.org/stable/40513354>
- Trimble, M., et F. Berkes, 2015, Towards adaptive co-management of small-scale fisheries in Uruguay and Brazil: lessons from using Ostrom's design principles. *Maritime Studies*, 14(1), 14. <http://www.maritimestudiesjournal.com/content/14/1/14>
- Turner, B. L., R. E. Kasperson, P. A. Matson, J. J. McCarthy, R. W. Corell, L. Christensen, et al., 2003, A framework for vulnerability analysis in sustainability science. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America*, 100(14), 8074-8079. <http://www.pnas.org/content/100/14/8074.full>

- Vaillancourt, J.-G., 1982, *Mouvement écologiste, énergie et environnement. Essais d'écologie sociale*. Les Éditions coopératives Albert Saint-Martin.
- Vaillancourt, J.-G., et E. Marchand, 2015, Le mouvement vert au Québec: une perspective historique et sociologique. *Bulletin d'histoire politique*, 23(2), 113-132. <https://doi.org/10.7202/1028886ar>
- Vaillancourt, J.-G., B. Perron, et J. Benoît, 1999, La sociologie de l'environnement de Frederick H. Buttel et de Riley E. Dunlap. Dans B. Dumas, C. Raymond, et J.-G. Vaillancourt (Éds.), *Les sciences sociales de l'environnement* (pp. 171-192). Les Presses de l'Université de Montréal.
- van Gameren, V., R. Weikmans, et E. Zaccai, 2014, *L'adaptation au changement climatique*. La Découverte.
- Ville de Drummondville, 2023, *Plan d'adaptation aux changements climatiques 2023-2033*. Ville de Drummondville. <https://www.drummondville.ca/wp-content/uploads/2023/04/Plan-dadaptation-aux-changements-climatiques-2023-2033.pdf>
- Ville de Gatineau, 2021, *Plan Climat*. Ville de Gatineau. https://www.gatineau.ca/docs/guichet_municipal/administration_municipale/politiques_vision_plan_climat/plan_climat.fr-CA.pdf
- Ville de Montréal, 2020, *Plan climat 2020-2030*. Ville de Montréal. https://portail-m4s.s3.montreal.ca/pdf/Plan_climat%2020-16-16-VF4_VDM.pdf
- Ville de Québec, 2021, *Plan de transition et d'action climatique 2021-2025*. Ville de Québec. <https://www.ville.quebec.qc.ca/apropos/planification-orientations/developpement-durable/docs/strategie-dev-durable-plan-transition-action-climatique.pdf>
- Vincent, K., 2007, Uncertainty in adaptive capacity and the importance of scale. *Global Environmental Change*, 17(1), 12-24. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.11.009>
- Walker, B., L. Gunderson, A. Kinzig, C. Folke, S. Carpenter, et L. Schultz, 2006, A handful of heuristics and some propositions for understanding resilience in social-ecological systems. *Ecology and Society*, 11(1), 13. <http://www.ecologyandsociety.org/vol11/iss1/art13/>
- Walker, B., C. S. Holling, S. R. Carpenter, et A. Kinzig, 2004, Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society*, 9(2), 5. <http://www.ecologyandsociety.org/vol9/iss2/art5/>
- Wall, E., et K. Marzall, 2006, Adaptive capacity for climate change in Canadian rural communities. *Local environment*, 11(4), 373-397. <https://doi.org/10.1080/13549830600785506>
- Warren, F., et N. Lulham. (2021). *Le Canada dans un climat en changement : Rapport sur les enjeux nationaux*. Dans R. n. Canada (Éd.) Gouvernement du Canada. <https://changingclimate.ca/national-issues/fr/>
- Warrick, O., W. Aalbersberg, P. Dumar, R. McNaught, et K. Teperman, 2017, The 'Pacific adaptive capacity analysis framework': guiding the assessment of adaptive capacity in Pacific Island

- communities. *Regional Environmental Change*, 17(4), 1039-1051.
<https://doi.org/10.1007/s10113-016-1036-x>
- Watts, M., 1983, Hazards and Crises: A Political Economy of Drought and Famine in Northern Nigeria. *Antipode*, 15(1), 24-34. Repéré le 2023/10/05 à <https://doi.org/10.1111/j.1467-8330.1983.tb00320.x>
- Weissenberger, S., et M. Noblet, 2017, La résilience climatique dans une perspective systémique Dans N. Brunet, P. Freire Vieira, M. Saint-Arnaud, et R. Audet (Éds.), *L'espoir malgré tout* (pp. 99-113). Presses de l'Université du Québec.
- Weissenberger, S., M. Noblet, S. Plante, O. Chouinard, J. Guillemot, M. Aubé, et al., 2016, Changements climatiques, changements du littoral et évolution de la vulnérabilité côtière au fil du temps: comparaison de territoires français, canadien et sénégalais. *Vertigo-la revue électronique en sciences de l'environnement*, 16(3). <https://id.erudit.org/iderudit/1039982ar>
- Whitney, C. K., N. J. Bennett, N. C. Ban, E. H. Allison, D. Armitage, J. L. Blythe, et al., 2017, Adaptive capacity: from assessment to action in coastal social-ecological systems. *Ecology and Society*, 22(2), Article 22. <https://doi.org/10.5751/es-09325-220222>
- Williams, B. K., et E. D. Brown, 2014, Adaptive management: from more talk to real action. *Environmental Management*, 53, 465-479. <https://doi.org/10.1007/s00267-013-0205-7>
- Williamson, T., et J. Edwards, 2014, *Adapter l'aménagement forestier durable aux changements climatiques: critères et indicateurs dans un contexte de climat en changement*. CCMF. https://publications.gc.ca/collections/collection_2014/ccfm/Fo79-13-2014-fra.pdf
- Williamson, T., D. Korber, et R. Samson, 1999, Economic performance of forest-reliant census subdivisions between 1981 and 1991. *The Forestry Chronicle*, 75(1), 93-109. Repéré le 2023/07/30 à <https://doi.org/10.5558/tfc75093-1>
- Williamson, T. B., S. J. Colombo, P. N. Duinker, P. A. Gray, R. J. Hennessey, D. Houle, et al., 2009, *Les changements climatiques et les forêts du Canada: des impacts à l'adaptation*. Service canadien des forêts, Centre de foresterie du nord. <https://d1ied5g1xfp8x8.cloudfront.net/pdfs/29617.pdf>
- Williamson, T. B., et K. J. Isaac, 2013a, *Adapter l'aménagement forestier durable aux changements climatiques: aperçu des approches d'évaluation de la capacité d'adaptation humaine*. CCMF. https://publications.gc.ca/collections/collection_2014/ccfm/Fo79-11-2013-fra.pdf
- Williamson, T. B., et K. J. Isaac. (2013b). *Adapting sustainable forest management to climate change: an overview of approaches for assessing human adaptive capacity*. Canadian Council of Forest Ministers. <http://cfs.nrcan.gc.ca/pubwarehouse/pdfs/35385.pdf>
- Williamson, T. B., M. H. Johnston, H. W. Nelson, et J. E. Edwards, 2019, Adapting to climate change in Canadian forest management: Past, present and future. *The Forestry Chronicle*, 95(2), 76-90. <https://doi.org/10.5558/tfc2019-015>

- Williamson, T. B., J. R. Parkins, et B. L. McFarlane, 2005, Perceptions of climate change risk to forest ecosystems and forest-based communities. *The Forestry Chronicle*, 81(5), 710-716. <https://doi.org/10.5558/tfc81710-5>
- Williges, K., R. Mechler, P. Bowyer, et J. Balkovic, 2017, Towards an assessment of adaptive capacity of the European agricultural sector to droughts. *Climate Services*, 7, 47-63. <https://doi.org/10.1016/j.cliser.2016.10.003>
- Windfeld, E. J., J. D. Ford, L. Berrang-Ford, et G. McDowell, 2019, How do community-level climate change vulnerability assessments treat future vulnerability and integrate diverse datasets? A review of the literature. *Environmental Reviews*, 27(4), 427-434. <https://doi.org/10.1139/er-2018-0102>
- Wolf, J., I. Allice, et T. Bell, 2013, Values, climate change, and implications for adaptation: Evidence from two communities in Labrador, Canada. *Global Environmental Change*, 23(2), 548-562. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2012.11.007>
- Wotton, B. M., C. A. Nock, et M. D. Flannigan, 2010, Forest fire occurrence and climate change in Canada. *International Journal of Wildland Fire*, 19(3), 253-271. <http://dx.doi.org/10.1071/WF09002>
- Wyatt, S., 2008, First Nations, forest lands, and “aboriginal forestry” in Canada: from exclusion to comanagement and beyond. *Canadian Journal of Forest Research*, 38(2), 171-180. <https://doi.org/10.1139/X07-214>
- Wyborn, C., et R. P. Bixler, 2013, Collaboration and nested environmental governance: scale dependency, scale framing, and cross-scale interactions in collaborative conservation. *Journal of Environmental Management*, 123, 58-67. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2013.03.014>
- Yohe, G., et R. S. J. Tol, 2002, Indicators for social and economic coping capacity: moving toward a working definition of adaptive capacity. *Global Environmental Change*, (12), 25-40. [https://doi.org/10.1016/S0959-3780\(01\)00026-7](https://doi.org/10.1016/S0959-3780(01)00026-7)
- Yoon, D. K., 2012, Assessment of social vulnerability to natural disasters: a comparative study. *Natural Hazards*, 63(2), 823-843. <https://doi.org/10.1007/s11069-012-0189-2>