



# DIAGNOSTIC DE VULNÉRABILITÉ DU SYSTÈME SKI FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

Annexes du rapport scientifique  
Juin 2024



ASSOCIATION DES STATIONS DE SKI DU QUÉBEC



Financé par le gouvernement du Québec dans  
le cadre du Plan d'action pour un tourisme responsable et durable 2020-2025 du ministère du Tourisme.

# DIAGNOSTIC DE VULNÉRABILITÉ DU SYSTÈME SKI ALPIN FACE AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

**Annexes**  
**Juin 2024**

## **ÉQUIPE DE RÉALISATION :**

### **OURANOS :**

Clara Champalle, Sonia Hachem, Diane Chaumont, Ursule Boyer-Villemare, Émilie Bresson, Pascal Bourgault, Eric Dupuis, Travis Logan, Martin Leduc et Raphaël Desjardins

### **FDC Consultants :**

François Delorme, Renaud Gignac, Florence Ouellet et Clarisse Thomas

### **Université du Québec à Trois-Rivières (UQTR) :**

Isabelle Falardeau et Louise Laigroz

### **Association des stations de ski du Québec (ASSQ) :**

Gabrielle Larose

## **MISE EN PAGE :**

Ouranos

**Titre du projet Ouranos:** Diagnostic de la vulnérabilité du système ski québécois aux changements climatiques

**Numéro du projet Ouranos:** 709200

**Citation suggérée :** Champalle, C., Falardeau, I., Delorme, F., Gignac, R., Laigroz, L., Hachem, S., Chaumont, D., Boyer-Villemare, U., Bresson, É., Bourgault, P., Dupuis, E., Logan, T., Leduc, M., Ouellet, F., Thomas, C., et Larose, G. (2024). *Annexes du Rapport scientifique du diagnostic de vulnérabilité du système ski alpin face aux changements climatiques*. Rapport présenté à l'Association des stations de ski du Québec et au gouvernement du Québec. Ouranos, Montréal, Canada. 79 p.

---

Les résultats et opinions présentés dans cette publication sont entièrement la responsabilité des auteurs et n'engagent pas Ouranos ni ses membres. Toute utilisation ultérieure du document sera au seul risque de l'utilisateur sans la responsabilité ou la poursuite juridique des auteurs.

## Remerciements

---

Nous tenons à remercier plus particulièrement pour leur collaboration, l'Association des stations de ski du Québec (ASSQ), les stations de ski participantes au projet, ainsi que les membres du comité de suivi : Maurice Couture, Nathalie Dandoy, Anick Guimond, Marc Pons, Charles Séguin et Laurence Coulombe.



Financé par le gouvernement du Québec dans le cadre du Plan d'action pour un tourisme responsable et durable 2020-2025 du ministère du Tourisme.

# TABLE DES MATIÈRES

---

Remerciements.....	iii
Table des matières .....	4
Annexe I. Glossaire .....	6
Annexe II. Liste des stations de ski du québec .....	7
Annexe III. Plan d'engagement des parties prenantes .....	8
Annexe IV. Méthodologie d'identification des aléas climatiques.....	21
Annexe V. Eléments exposés au changement climatique .....	23
Annexe VI. Compte-rendu de l'Atelier 1 .....	25
Annexe VII. Modèle de l'étude Da Silva et Al. (2019).....	31
Annexe VIII. Résultats de la grille d'évaluation préalable des impacts (version complète) ....	32
Annexe IX. Résultats des activités sur Miro dans le cadre de l'atelier 2 .....	34
Annexe X. Démarche méthodologique des chaînes d'impacts .....	39
Annexe XI. Chaînes d'impacts théoriques des cinq aléas hivernaux.....	42
Annexe XII. Chaînes d'impacts complètes pour les aléas hivernaux .....	66
Annexe XIII. Impact du taux d'actualisation sur les investissements.....	73
Annexe XIV. Facteurs de sensibilité et de capacité d'adaptation – fréquence de codage ..	74



# ANNEXE I. GLOSSAIRE

La source principale de ce glossaire provient de la norme ISO14091:2021 sur l'*Adaptation au changement climatique – Lignes directrices sur la vulnérabilité, les impacts et l'évaluation des risques*.

**Vulnérabilité** : Propension ou prédisposition à subir des dommages. La notion de vulnérabilité englobe divers concepts et éléments, tels que la sensibilité ou la fragilité et la capacité de faire face et de s'adapter.

- **Sensibilité** : Mesure dans laquelle un système ou une espèce est affecté, de façon préjudiciable ou bénéfique, par la variabilité ou le changement du climat.
- **Capacité d'adaptation** : Capacité d'ajustement des systèmes, des institutions, des êtres humains et d'autres organismes leur permettant de se prémunir contre d'éventuels dommages, de tirer parti des possibilités ou de réagir aux conséquences.

**Adaptation aux changements climatiques** : Démarche d'ajustement au climat actuel ou attendu, ainsi qu'à ses conséquences. Pour les systèmes humains, il s'agit d'atténuer les effets préjudiciables et d'exploiter les effets bénéfiques. Pour les systèmes naturels, l'intervention humaine peut faciliter l'adaptation au climat attendu ainsi qu'à ses conséquences.

**Aléa** : Source potentielle de dommage. Ce terme se rapporte en général aux phénomènes et tendances physiques associés au climat ou à leurs impacts physiques. Les aléas englobent les phénomènes à évolution lente (par exemple, la hausse des températures sur le long terme) ainsi que les phénomènes climatiques extrêmes à évolution rapide (par exemple, les vagues de chaleur) ou une variabilité accrue.

**Chaîne d'impact** : Approche analytique permettant de comprendre comment des aléas donnés engendrent des impacts directs ou indirects qui se propagent dans un système à risque.

**Exposition** : Présence de personnes, de moyens de subsistance, d'espèces ou d'écosystèmes, de fonctions, ressources ou services environnementaux, d'éléments d'infrastructure ou de biens économiques, sociaux ou culturels dans un lieu ou dans un contexte susceptible de subir des dommages.

**Impacts** : Effet sur les systèmes naturels et humains. Dans le contexte du changement climatique, le terme « impact » est employé principalement pour désigner les effets, sur les systèmes naturels et humains, des phénomènes météorologiques et climatiques extrêmes et du changement climatique.

**Risque** : Effet de l'incertitude. Un effet est un écart par rapport à une attente. Il peut être positif, négatif, ou les deux à la fois. Un effet peut résulter d'une réaction, ou de l'absence de réaction, à une opportunité ou à une menace liée à des objectifs.

**Résilience** : Capacité de résistance d'un système socio-écologique face à une perturbation ou un événement dangereux, permettant à celui-ci d'y répondre ou de se réorganiser de façon à conserver sa fonction essentielle, son identité et sa structure, tout en gardant ses facultés d'adaptation, d'apprentissage et de transformation.

## ANNEXE II. LISTE DES STATIONS DE SKI DU QUÉBEC

- |     |  |     |   |
|-----|--|-----|---|
| 1.  | Bromont, montagne d'expériences            | 41. | Mont-Orignal, coopérative de solidarité                 |
| 2.  | Camp Fortune                               | 42. | Parc de l'Île Melville - Station plein air Val Mauricie |
| 3.  | Centre de Plein Air Cap-Chat inc.          | 43. | Parc du Mont-Comi                                       |
| 4.  | Centre de plein air familial de Cabano     | 44. | Parc du Mont Saint-Mathieu                              |
| 5.  | Centre de Plein Air de Lévis               | 45. | Parc régional de Val-d'Irène                            |
| 6.  | Centre de Plein air DO-MI-SKI              | 46. | Ski Chantecler  |
| 7.  | Centre de Plein Air de la Haute Gaspésie   | 47. | Ski Garceau   |
| 8.  | Centre de Plein Air du Mont-Chalco         | 48. | Ski La Réserve  |
| 9.  | Centre de Plein Air Mont Kanasuta          | 49. | Ski La Tuque  |
| 10. | Centre de ski Mont-Béchervaise             | 50. | Ski Mont Habitant                                       |
| 11. | Centre de ski Mont-Bélu                    | 51. | Ski Montcalm  |
| 12. | Centre de ski Mont-Fortin                  | 52. | Ski Saint-Bruno   |
| 13. | Centre de ski Mont Villa Saguenay          | 53. | Ski Saint-Raymond                                       |
| 14. | Centre de ski Saint-Georges                | 54. | Ski Val Saint-Côme                                      |
| 15. | Centre de ski Vallée Bleue                 | 55. | Ski Vorlage   |
| 16. | Centre de ski Le Relais                    | 56. | Sommet Edelweiss  |
| 17. | Centre de ski Val d'Or                     | 57. | Sommet Gabriel  |
| 18. | Chic-Chac – Club de ski Mont-Miller        | 58. | Sommet Morin Heights                                    |
| 19. | Club Tobo-Ski Inc.                         | 59. | Sommet Olympia  |
| 20. | Club de Ski Beauce                         | 60. | Sommet Saint-Sauveur                                    |
| 21. | Club de Ski Mont Biencourt                 | 61. | Versant Avila   |
| 22. | Corporation du Mont-Vidéo                  | 62. | Station de ski Le Valinouët                             |
| 23. | Corporation Ski & Golf Mont-Orford         | 63. | Station Mont Cascades                                   |
| 24. | Développement Owl's Head Inc.              | 64. | Station Mont-Édouard                                    |
| 25. | Développement de ski Belle Neige           | 65. | Station Mont Tremblant                                  |
| 26. | Gestion récréotouristique du Mont Lac-Vert | 66. | Station Plein Air Val-Mauricie                          |
| 27. | Groupe plein air Terrebonne                | 67. | Station récréotouristique du Mont Adstock               |
| 28. | Le Petit Chamonix                          | 68. | Station récréotouristique Gallix                        |
| 29. | Mont Apic                                  | 69. | Station touristique Baie-des-Sables                     |
| 30. | Mont Avalanche                             | 70. | Station touristique Massif du Sud                       |
| 31. | Mont Bellevue                              | 71. | Station touristique Pin Rouge                           |
| 32. | Mont Blanc                                 | 72. | Station touristique Stoneham                            |
| 33. | Mont Gleason                               | 73. | Vallée du Parc  |
| 34. | Mont Grand-Fonds                           | 74. | Val Neigette (temporairement fermée)                    |
| 35. | Mont Rigaud                                | 75. | Le Massif de Charlevoix (non membre de l'ASSQ)          |
| 36. | Mont-Sainte-Anne                           |     |   |
| 37. | Mont Ste-Marie                             |     |   |
| 38. | Mont Sutton                                |     |   |
| 39. | Mont Ti-Basse                              |     |   |
| 40. | Mont-Castor                                |     |   |

# ANNEXE III. PLAN D'ENGAGEMENT DES PARTIES PRENANTES



## PLAN DE COMMUNICATION ET D'ENGAGEMENT DES PARTIES PRENANTES

Avril 2023



<b>Table des matières .....</b>	<b>Erreur ! Signet non défini.</b>
<b>Contexte.....</b>	<b>10</b>
<b>Phase I : Engagement des parties prenantes.....</b>	<b>10</b>
Enjeux de communication	10
Parties prenantes	10
Objectifs de communication	11
Stratégie de communication	11
Ateliers	11
Rencontres de suivi de projet	12
Infolettre ASSQ	12
Extranet ASSQ	12
Congrès	12
Rencontres	12
<b>Phase II : Valorisation des résultats .....</b>	<b>14</b>
Enjeux de communication	14
Publics cibles	14
Objectifs de communication	14
Stratégie de communication	14
Développement de messages clés	14
Site web Ouranos	14
Infolettre ASSQ	15
Congrès de l'ASSQ	15
<b>Échéancier.....</b>	<b>16</b>

### III.1. Contexte

L'Association des stations de ski du Québec a mandaté Ouranos afin de réaliser une étude du système ski québécois face aux changements climatiques. Cette étude comprend trois projets de recherche impliquant une multitude d'intervenants. De nombreux échanges d'information à plusieurs niveaux auront donc lieu. Le plan de communication et d'engagement des parties prenantes suivant vient préciser les actions à mettre en place. Il est divisé en deux phases ; l'engagement des parties prenantes et la valorisation des résultats. Des discussions, organisées sous forme d'entretiens avec l'équipe de projet, ont permis de faire ressortir les enjeux de communication afin d'identifier les objectifs de communication selon les phases.

### III.2. Phase I : Engagement des parties prenantes

L'engagement des parties prenantes nécessite des actions particulières afin d'assurer une collaboration efficace entre les différents acteurs qu'ils soient actifs ou passifs dans l'étude.

#### **ENJEUX DE COMMUNICATION**

- Une sur sollicitation des acteurs en raison des nombreuses initiatives en cours
- Un manque d'information sur l'état d'avancement de l'étude
- Un manque de connaissance du rôle de chacune des parties prenantes
- Un manque de compréhension des bénéfices du projet (démobilisation)

#### **PARTIES PRENANTES**

Dans le contexte de ce projet, une partie prenante est un acteur ou un groupe d'acteur qui participe de façon active ou passive à la démarche de l'étude. Les parties prenantes identifiées dans cette première phase sont :

L'équipe projet	ASSQ, Université du Québec à Trois-Rivières, Université de Sherbrooke, FDC Inc, Ouranos
Les stations de ski participantes	30 stations membres de l'ASSQ
Les stations de ski non participantes	44 stations membres de l'ASSQ
Les collaborateurs d'intérêt	Membre du comité de suivi, Projet d'intérêt en cours : <ul style="list-style-type: none"><li>• Projet de Laboratoire Vivant d'adaptation au changement climatique du tourisme Îles-de-la-Madeleine et Laurentides</li><li>• Soutenir l'adaptation aux changements climatiques dans le secteur touristique du Québec</li><li>• ATR sélectionnées pour la réalisation des plans montagnes</li></ul>

Les parties prenantes seront impliquées par une variété de moyens en fonction de leur implication et selon les différentes étapes de l'étude. Pour déterminer leur niveau d'implication, une cartographie des parties prenantes a été réalisée.

#### **CARTOGRAPHIE DES PARTIES PRENANTES**

<b>MAINTENIR SATISFAIT</b> Stations de ski participantes	<b>ENGAGER ÉTROITEMENT</b> Équipe projet
<b>PRENDRE EN COMPTE</b> Stations de ski non participantes	<b>MAINTENIR INFORMÉ</b> Collaborateurs d'intérêt

### **Prendre en compte**

Ces parties prenantes seront consultées durant des moments clefs de l'étude. En raison de leurs contributions, elles pourraient émettre des commentaires sur les résultats préliminaires.

### **Maintenir informé**

Les parties prenantes de ce groupe, consiste à les tenir informer pour les aider à mieux comprendre la nature de l'étude et son état d'avancement.

### **Maintenir satisfait**

Les parties prenantes de ce groupe seront impliquées tout au long de la démarche pour s'assurer que leurs préoccupations et leurs réalités soient prises en compte.

### **Engager étroitement**

Ces parties prenantes seront amenées à collaborer ensemble régulièrement pour prendre des décisions sur le fonctionnement de l'étude et s'assurer du bon déroulement.

## **III.3. Objectifs de communication**

- Assurer un partage efficient de l'avancement des projets de recherches
- Définir le rôle de chacune des parties prenantes
- Influencer l'intégration de l'adaptation dans le processus décisionnel

## **III.4. Stratégie de communication**

La stratégie de communication pour la phase Engagement des parties prenantes s'effectuera à l'aide de différents moyens de communication identifiés dans la proposition de l'étude et lors d'entretiens avec l'équipe projet.

### **ATELIERS**

Trois ateliers seront réalisés lors des étapes clefs de l'étude. Ces rencontres seront un lieu d'échange avec les participants sur les avancées du projet et les étapes à venir. Les objectifs et le format des ateliers seront précisés au fur et à mesure selon l'état d'avancement de l'étude.

### **ENTRETIENS**

Des entretiens seront réalisés afin de recueillir de l'information auprès des participants interrogés sur un thème défini. Ces entretiens s'effectueront en groupe ou individuel.

### **SONDAGE**

Des sondages seront réalisés afin de recueillir des informations pour l'atteinte des objectifs de l'étude. Deux types de sondage seront réalisés :

- Questionnaire post- atelier : À la suite des ateliers, un sondage sera transmis aux participants afin de recueillir leur appréciation sur l'atelier, mais aussi pour approfondir certains éléments abordés lors des ateliers.
- Enquête : La technique Delphi sera employée par les chercheurs pour faire une collecte d'information auprès des participants.

### ***RENCONTRES DE SUIVI DE PROJET***

Des rencontres de suivi de projet seront réalisées, tout au long du projet par l'équipe projet. La fréquence des rencontres est définie selon les besoins.

Ce courriel a pour objectif de garder les parties prenantes informées de l'avancée du projet ainsi que toute information jugée importante à transmettre à ce groupe. Il est aussi un canal de communication intéressant pour faire souligner les liens potentiels entre les différents projets et valoriser leurs résultats de manière plus globale.

### ***INFOLETTRE ASSQ***

L'ASSQ transmet une infolettre à ses membres 10 fois par année. Ce moyen est une opportunité pour diffuser l'état d'avancement de l'étude auprès des membres de l'ASSQ, au besoin.

### ***EXTRANET ASSQ***

L'extranet est un portail web accessible uniquement aux stations de ski, s'y trouvent une vaste bibliothèque d'outils, de rapports, de guide de bonnes pratiques, etc. Les gestionnaires de station ont l'habitude de consulter pour trouver les publications de l'ASSQ. L'information relié au projet se trouvera dans la section « changements climatiques ».

### ***CONGRES DE L'ASSQ***

Les congrès annuels de l'ASSQ généralement prévus au printemps seront une bonne occasion pour l'équipe projet de présenter les résultats du projet aux membres de l'ASSQ. La participation pourra se faire par l'entremise d'une présentation ou lors de période de réseautage.

### ***RENCONTRES***

Des liens seront également maintenus avec certains collaborateurs d'intérêt avec le projet. Une participation pour certains ateliers ou des rencontres avec ces acteurs seront réalisées au besoin, en fonction des contextes. L'objectif est de se maintenir mutuellement informés de l'état d'avancement de nos travaux. Ces organisations ne sont pas directement impliquées dans le projet.

- ATR sélectionnées pour la réalisation des plans montagnes
- Chercheurs (projet intercréneau, projet MTO-Ouranos)

À partir de la cartographie des parties prenantes, la stratégie d'engagement a été définie. Les activités sont présentées dans le tableau suivant.

Synthèse de la stratégie pour engager les parties prenantes

<b>Parties prenantes</b>	<b>Cartographie des parties prenantes</b>	<b>Approche</b>	<b>Phase du projet</b>	<b>Moyen</b>	<b>Fréquence</b>
Équipe projet	Engager étroitement	Collaborer	Toutes	Rencontres de suivi de projet	Très fréquent (bimensuel)
Stations de ski participantes	Maintenir satisfait	Impliquer	Toutes	Ateliers Entretiens Sondage Infolettre Extranet	Fréquent (tous les mois)
Stations de ski non participantes	Prendre en compte	Consulter	Début/mi/fin Et Suite à un atelier	Courriel trimestriel Infolettre Congrès	Régulier
Collaborateurs d'intérêt	Maintenir informé	Informar	Début/mi/fin	Courriel Rencontre	Occasionnel

### **III.5. Phase II : Valorisation des résultats**

La phase II prévoit la diffusion des résultats des projets de recherche de l'étude de manière vulgarisée et accessible à l'ensemble des acteurs associés au secteur du ski alpin. Les projets de recherches sont :

- Portrait des indices de neige au sol
- Diagnostic de la vulnérabilité du système ski québécois aux changements climatiques
- Plan de résilience sectoriel

#### **ENJEUX DE COMMUNICATION**

- Complexité des données scientifiques
- Difficultés à accéder à de l'information concrète sur l'adaptation aux CC
- Interprétation parfois rapide des informations médiatisées

#### **PUBLICS CIBLES**

- Stations de skis (75)
  - Stations participantes au projet environ (30)
  - Reste des stations de ski (46)
- Acteurs stratégiques
  - Association touristique régionale et sectorielle
  - Ministère du Tourisme
- Autres acteurs
  - Hébergement/Restauration/Commerce
  - Fournisseurs de matériel

#### **OBJECTIFS DE COMMUNICATION**

- Accroître la compréhension des impacts des changements climatiques sur le secteur du ski
- Influencer la mise en pratique de solutions d'adaptation basées sur la science

#### **STRATEGIE DE COMMUNICATION**

L'ensemble des actions seront intégrées à la stratégie de communication déployée pour le mandat du ministère du tourisme (MTO) : Soutenir l'adaptation aux changements climatiques dans le secteur touristique du Québec. Au moment de la rédaction de ce plan de communication, la stratégie de communication du mandat MTO n'est pas encore définie, nous relevons toutefois les actions suivantes qui seront à mettre en place.

#### **Développement de messages clés**

Monter un document de référence avec les messages clés qui ressortent des résultats de l'étude et les retombées pour l'adaptation.

#### **Site web Ouranos**

Chaque projet de recherche est publié dans la section des publications du site web Ouranos de son démarrage jusqu'à la fin du projet. Ajout d'une section projets connexes sur chaque page, qui permettra d'avoir un accès rapide entre les trois projets de recherches. Ces pages projets seront également disponibles via la page *Soutenir l'adaptation aux changements climatiques dans le secteur touristique*.

### **Infolettre ASSQ**

L'ASSQ transmet une infolettre à ses membres 10 fois par année. Diffuser une série d'articles contenant les résultats vulgarisés, les apprentissages et retombées pour l'adaptation à la fin de chaque projet.

### **Congrès de l'ASSQ**

L'ASSQ organise un congrès annuel qui réunit l'ensemble des acteurs gravitant autour de l'industrie du ski. L'édition 2024 sera une bonne occasion de présenter les résultats de l'étude et remercier la participation/ collaboration des stations de ski.

La participation pourra se faire par l'entremise d'une présentation ou lors de période de réseautage. Cette action devra être précisée.

### **III.6. Échéancier**

Cet échéancier sera mis à jour au besoin .



TÂCHES	RESPONSABLES	2023				2024			
		T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
<b>ENGAGEMENT DES PARTIES PRENANTES</b>									
<b>Atelier</b>									
Planification/Préparation de l'atelier	TCF								
Communication avec les participants	ASSQ								
Tenue de l'atelier	TCF	Fév.	Mai			Janv.			
Sondage post atelier	TCF								
<b>Entretiens</b>									
Planification/Préparation des entretiens	Équipe de recherche								
Communications avec les participants	ASSQ								
Réalisation des entretiens	Équipe de recherche								
Colliger l'information des entretiens	Équipe de recherche								
<b>Sondage (technique Delphi)</b>									
Planification/Préparation	Équipe de recherche								
Communication avec les participants	ASSQ								
Réalisation	Équipe de recherche								

TÂCHES	RESPONSABLES	2023				2024			
		T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
Colliger l'information	Équipe de recherche								
<b>Rencontre de suivi-Équipe projet-</b>									
Planification/Préparation	ASE								
Réalisation	ASE								
Bilan des rencontres	ASE								
<b>Infolettre ASSQ</b>									
Rédaction	TCF/ASE	A définir selon les besoins							
Envoi	ASSQ								
<b>Congrès de l'ASSQ</b>									
À définir	ASE		30-31 mai						
<b>Rencontre -Collaborateur d'intérêt-</b>									
Tenue de rencontres selon les besoins	TCF/ASE	A définir selon les besoins							

TÂCHES	RESPONSABLES	2023				2024			
		T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
<b>VALORISATION DES RÉSULTATS</b>									
<b>Développement de messages clés</b>									
Rédaction	Ouranos								
<b>Site web Ouranos</b>									
Page parente : Le système ski québécois face aux changements climatiques	Ouranos								
Page projet : Portrait des indices de neige au sol (PINS)									
Page projet : Diagnostic de la vulnérabilité du système ski québécois face aux changements climatiques	Ouranos								
Page projet : Planification de la résilience à l'échelle du secteur	Ouranos								
<b>Infolettre ASSQ</b>									
Rédaction	ASSQ	A définir selon les besoins							
Envoi	ASSQ								

TÂCHES	RESPONSABLES	2023				2024			
		T1	T2	T3	T4	T1	T2	T3	T4
<b>Congrès de l'ASSQ</b>									
À définir	ASE		30-31 mai				29-30 mai		

## ANNEXE IV. MÉTHODOLOGIE D'IDENTIFICATION DES ALÉAS CLIMATIQUES

Afin d'identifier les aléas climatiques pouvant potentiellement représenter une source de dommage pour l'industrie du ski au Québec, une recherche documentaire non-systématique a été réalisée par l'équipe de recherche pour constituer un corpus de littérature scientifique et « grise ». Les sources d'informations concernant les impacts des changements climatiques sur l'industrie du ski au Québec ont été privilégiés pour baliser les principales dynamiques climat-système ski, mais certaines études menées au Canada et à l'extérieur du pays ont aussi été consultées pour alimenter la réflexion sur la variété des impacts des changements climatiques. En outre, certains travaux menés à l'extérieur du Québec ont été utiles pour étendre l'échelle saisonnière des aléas climatiques et documenter les saisons estivales et automnales.

Dans l'esprit de bâtir sur les travaux existants, certaines études de références réalisées au Québec ont donc servi de point de départ, notamment les travaux de DaSilva (2019), Bleau (2012) et Paque (2018). Ces points de départ ont permis d'identifier les aléas climatiques classiques pour les stations de ski, notamment les stressés climatiques et les phénomènes directement associés aux conditions météorologiques. En conduisant la recherche par bibliographie interposée, le moteur de recherche Google Scholar a été employé pour consulter la littérature scientifique et la littérature grise a été consultée en naviguant sur Google.

Finalement, pour s'assurer d'inclure tous les aléas pertinents pouvant être liés aux dynamiques climatiques et qui n'auraient pas été traités dans la littérature scientifique, plusieurs articles de journaux ont aussi été consultés afin de prendre le pouls de la réalité locale des stations de ski. Notamment, cette méthodologie a permis d'identifier et d'intégrer l'aléa des mouvements de masses (glissement de terrain et avalanche) au tableau d'identification, même s'il s'agit d'un aléa d'origine multifactorielle. La liste des aléas a pu enfin être validée par les représentants des stations de ski prenant part au projet lors de l'Atelier 1 (0).

Le niveau de maturité des connaissances pour chacun des aléas a été qualifié selon un score établi en fonction de trois critères de disponibilité de l'information : la compréhension scientifique du phénomène, la documentation historique liée à l'aléa et la disponibilité de projections de l'aléa en climat futur.

Aléa	Compréhension du phénomène	Documentation historique	Projection en climat futur	Score
Hausse des températures	5	5	5	15
Diminution des précipitations neigeuses	5	5	5	15
Augmentation des précipitations pluvieuses hivernales	5	5	5	15
Variabilité du couvert neigeux	4	5	3	12
Forte pluie et inondation	5	5	4	14
Canicule	5	5	5	15
Redoux hivernaux	5	4	4	13
Épisode de gel/dégel	4	4	4	12
Sécheresse	4	4	4	12
Vent violent	3	3	1	7

Verglas	3	3	2	8
Orage	4	3	2	9
Incendie de forêt	4	3	2	9
Mouvement de masse (glissement de terrain et avalanche)	4	3	2	9
<b>Score - Légende</b>				
Faible (0-4)				
Intermédiaire (5-9)				
Avancée (10-15)				

*Note : L'échelle de qualification de 1 à 5 a été déterminée en fonction de l'abondance des publications scientifiques dans la littérature, de la disponibilité et de la qualité de l'information quantitative et qualitative, de jugements d'experts et du niveau de contextualisation pour le Québec.*

# ANNEXE V. ELEMENTS EXPOSES AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

## V.1. DEMARCHE METHODOLOGIQUE

L'inventaire des éléments des stations de ski exposés aux changements climatiques a été réalisé à partir d'une revue de littérature des écrits scientifiques. Quarante-trois (43) références rédigées en français ou en anglais ont été retenues, pour des aires géographiques variées (pas uniquement le Québec). L'inventaire a été effectué dans une visée d'exhaustivité, quitte à ce que certains éléments se répètent ou se recoupent, et ce afin de couvrir le plus grand nombre d'éléments exposés cités dans la littérature. Les éléments exposés récoltés ont ensuite été consignés sous forme de tableau. Quatre catégories ont été créées pour synthétiser les différents éléments repérés. Ces catégories sont :

- Les éléments géophysiques,
- Les éléments du comportement social et culturel,
- Les éléments de gestion et biens économiques,
- Les éléments d'infrastructures et d'aménagements.

Les catégories [1] ont été créées à partir de la norme ISO 19041 (2021), Adaptation au changement climatique — Principes, exigences et lignes directrices, qui a été adaptée au sujet étudié. Cette catégorisation permet de rassembler les éléments tout en les organisant afin d'en préparer l'analyse.

		Balthaz SIBRA Marilène	Robert STEBER Daniel	Vincent VLES (2021)	GEORGIE, Emmanuel REYNAR DJ (2020)	David Saurand Joan	Natalie L. B. Kroftes	Philippe BACHM DIN (2019)	Daniel SCOTT, Robert	Michelle PUTTY, Daniel	Daniel SCOTT, Robert	Coralie HAVAS (2022)	Michelle PUTTY, Daniel
Couvert neigeux	Éléments géophysiques	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
Disponibilité et consommation d'eau		X				X	X	X				X	
Température		X	X						X	X	X		X
Précipitations (neigeuses, pluvieuses)		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Variabilité climatique et événements extrêmes			X						X				X
Altitude et orientation des stations			X	X		X	X						X
Écosystème (espèces invasives, réduction végétation etc.)				X		X	X	X					
Mouvements de masses: glissements de terrain, avalanches					X								
Imaginaire et perception de la saison de ski	Éléments de comportement social / culturel	X	X			X	X					X	X
Confort du ski		X	X						X	X			
Accessibilité économique		X							X			X	
Cliénelle (composition, démographie, habitudes)		X									X		X
Substitution (spatiale, temporelle, activités)		X							X				X
Acceptation de la nécessité d'adaptation		X	X	X			X		X				
Panier de vacances: perceptions de l'environnement		X	X	X			X				X	X	
Demande en bases, longueur des pistes		X							X				
Début, fin, durée de la saison	Éléments de gestion / biens économiques	X			X				X	X	X	X	
Périodes critiques de gain de revenus		X							X		X		
Rentabilité (nombre de jours ouverts, % d'ouverture, intensité) des stations		X	X	X		X	X		X	X	X	X	
Coûts de fonctionnement (électricité, assurances, taxes)		X		X		X	X	X	X	X			
Concurrence économique et spatiale		X		X		X	X		X				
Emplois locaux		X	X		X	X			X				
Investissements et prêts (coûts d'exploitation non couverts)		X	X	X	X			X				X	
Offres services		X						X					
Conflits d'usage et gouvernance				X		X						X	
Poids dans l'économie du territoire				X	X	X							
Coûts liés à la fabrication de neige											X		
Système d'enneigement	Éléments en lien avec infrastructures et aménagements	X							X	X	X		
Capacité d'accueil des pistes (y compris compétitions)		X	X		X		X		X	X	X		
Remontées mécaniques				X							X		
Domaine skiable et pistes spécialisées		X				X		X					

## V.2. RESULTATS

La catégorie « Éléments géophysiques » est celle qui comporte le plus d'occurrences dans les écrits scientifiques avec 115 occurrences sur 308 occurrences relevées au total. L'exposition par rapport au couvert neigeux est par ailleurs l'élément le plus abondamment cité, toutes catégories

confondues (28 occurrences). Viennent ensuite la température et les précipitations (neigeuses ou pluvieuses), avec 21 et 23 occurrences ; l'altitude des stations et l'orientation des vallées (13 occurrences), la disponibilité en eau et la consommation de celle-ci (10 occurrences) et la variabilité climatique avec des événements extrêmes (12 occurrences). Enfin, les éléments en lien avec les écosystèmes des montagnes (espèces invasives, réduction de la végétation, etc.) et les mouvements de masse (ex. glissements de terrain et avalanches) apparaissent plus rarement (respectivement 5 et 3 occurrences).

Ensuite, c'est la catégorie « Gestion et biens économiques » qui arrive en deuxième place, comptant 97 des 308 occurrences. L'élément qui revient le plus dans cette catégorie est celui qui se rapporte au début, à la fin et à la durée de la saison, avec 17 occurrences. Ensuite, les articles font référence à la rentabilité (nombre de jours ouverts, pourcentage d'ouverture, intensité d'utilisation) des stations (15 occurrences) et aux coûts de fonctionnement des stations (16 occurrences) c'est-à-dire l'électricité, les assurances et les taxes. Viennent ensuite les éléments en lien avec les périodes critiques de gain de revenu et les investissements et prêts (coûts d'exploitation non couverts) (8 occurrences). Les articles font ensuite référence aux coûts économiques liés à la production de neige (7 occurrences) et à la concurrence économique et spatiale et à l'exposition face aux emplois locaux (6 occurrences chacun). Enfin, les éléments liés à l'offre de services (5 occurrences), au poids de la stations dans l'économie du territoire (5 références) et aux conflits d'usage et gouvernance (4 occurrences) sont les thématiques les moins présentes dans cette revue de littérature.

La troisième catégorie est celle des éléments de « Comportement social et culturel ». Cette catégorie représente 67 des 308 occurrences. L'imaginaire et la perception de la saison de ski (13 occurrences) est l'élément le plus abondamment cité dans la littérature, suivi par la recherche de vacances plus respectueuses de l'environnement (10 occurrences). Un autre élément exposé est celui de la composition démographique de la clientèle (9 occurrences) ainsi que la substitution (spatiale, temporelle ou en termes d'activités) effectuée par la clientèle (9 occurrences). Les auteurs font ensuite référence au confort du ski (8 occurrences) et à l'acceptation de la nécessité d'adaptation des stations de ski face aux changements climatiques (7 occurrences). Enfin, les derniers éléments exposés aux changements climatiques de cette catégorie concernent l'accessibilité économique (5 occurrences) et la demande en baisse ainsi que le raccourcissement des séjours (6 occurrences).

La dernière catégorie est celle en lien avec les infrastructures et les aménagements comptant 29 des 308 occurrences relevées. Le premier élément d'exposition est celui en lien avec le système de fabrication de neige (13 occurrences). Viennent ensuite la capacité d'accueil des pistes, prenant en compte la tenue de compétitions (9 occurrences), les éléments liés aux remontées mécaniques (3 occurrences) ainsi qu'au domaine skiable et aux pistes spécialisées (ex. parc à neige) (4 occurrences).

[1] NOTE : Précisons que les catégories sont non mutuellement exhaustives, c'est-à-dire que certains éléments d'exposition peuvent trouver leur pertinence dans plus d'une catégorie. À titre d'exemple, les éléments concernant la production de neige relèvent à la fois des infrastructures, de biens économiques (coûts) et de comportement social et culturel (confort du ski). Ceci met en lumière le fait que plusieurs éléments sont interreliés les uns aux autres.



# ANNEXE VI. COMPTE-RENDU DE L'ATELIER 1

## VI.1. Objectifs de l'atelier 1

L'atelier 1 a marqué le premier contact avec les parties prenantes participant au projet, soit les responsables et/ou gestionnaires des 30 stations de ski volontaires (voir Annexe VII pour le compte-rendu).

Dédié aux responsables des stations de ski, cet atelier avait pour objectifs de :

- Présenter le mandat et l'équipe projet;
- Valider les l'établissement du contexte
  - Revues de littérature sur les aléas climatiques
  - Le portrait du système ski alpin (stations, secteur et système)
  - Questionner les stations sur les indicateurs climatiques liés à la fabrication de neige
  - D'amorcer les réflexions sur les changements climatiques et leurs impacts sur l'industrie du ski.

### Programme de l'atelier

- Mot de bienvenue et déroulement de l'atelier
- Présentation du mandat et de l'équipe projet
- Période d'échange
- Mot de la fin

## VI.2. Messages clés de l'atelier 1

Sur les 30 stations participantes du projet, 17 stations étaient représentées à l'atelier.

Les messages clés de l'atelier 1 sont les suivants :

- À l'échelle du système ski alpin, les tendances des changements dans l'industrie ont trouvé écho chez les responsables des stations de ski, notamment :
  - L'incidence des changements climatiques (88%)
  - Le manque de main-d'œuvre (76%)
  - Les changements de comportements des utilisateurs (59%)
  - Le vieillissement de la population (47%)
  - La concurrence (12%)
  - L'incidence d'internet et des réseaux sociaux (12%)
  - Autres:
    - Hausse des coûts d'opération : assurance, énergie, masse salariale, matières premières
    - L'augmentation du prix de l'essence a un impact sur la distance que les clients sont prêts à faire pour aller skier
- Sur les 14 aléas climatiques présentés, 94% des stations présentes (17) ont considéré que les plus pertinents étaient présents dans la liste présentée.
  - Une distinction sur l'aléa « vent violent » a été apportée par un responsable: différence entre les vents violents à basse et à haute altitude et le changement dans les vents dominants.

- Les questions soulevées sur les indicateurs climatiques visaient à mieux comprendre jusqu'à quelles températures les stations peuvent utiliser leurs canons à neige et si l'enneigement naturel est pris en compte dans le plan d'enneigement des pistes.
  - o Plus c'est froid, mieux les conditions sont bonnes pour fabriquer de la neige. À -2°C, il est quand même possible de faire de la neige de qualité (à -5°C c'est mieux).
  - o La plage optimale de température pour l'utilisation des canons à neige est entre -10°C et -15°C.
  - o Les stations prennent en compte l'enneigement naturel (ex. pour les sous-bois, l'ambiance hivernale), mais s'appuient pour la plupart, sur une planification fortement dépendante de la fabrication de neige.
  - o Autres commentaires:
    - « Certes, la température de l'air est importante pour la fabrication de neige, mais la température de l'eau influence aussi la productivité avec une baisse de capacité en démarrage des canons à neige en température marginale lorsque l'eau est plus chaude. Ce qui pourrait peut-être entraîner un démarrage plus long en début de saison ».
    - « Les gros écarts de températures peuvent avoir des effets sur la station et peuvent influencer deux aspects : la qualité de la neige et l'intégrité des infrastructures ».

### VI.3. Liste des participants

Nom du participant	Station de ski
Pierre Bourdage	Owl's Head
Nathalie Roy et Marika	Mont Bellevue
Nadia Pépin	Gleason
Luc Skypowder St-Jacques	Massif du Sud
Manuel Cantin	Val d'Iène
Nathalie Dandoy	Station Mont Tremblant
Simon Pagé	Sommet Saint-Sauveur
Simon Pagé	Sommet Olympia
Simon Pagé	Sommet Gabriel
Simon Pagé	Sommet Morin Heights
Simon Pagé	Sommet Edelweiss
Magali	Vallée du Parc
Vicki Ménard et Michel Couture	Ski Saint-Bruno
Erin Boucher	Camp Fortune
Steeve	Le Relais
Isaac Gingras et Frédéric	Mont Édouard
Sébastien Tremblay	Mont Grand-Fonds
Alexandre Gaboury	Centre de ski Vorlage
Équipe de projet	Affiliation
François Delorme	UdS
Florence Ouellet	UdS

Clarisse Thomas	UdS
Isabelle Falardeau	UQTR
Louise Laigroz	UQTR
Raphaël Desjardins	Ouranos
Emilie Bresson	Ouranos
Chantal Quintin	Ouranos
Ursule Boyer-Villemaire	Ouranos
Clara Champalle	Ouranos
Laurence Coulombe	Ouranos
Gabrielle Larose	ASSQ

## VI.4. Prise de notes pendant la période d'échanges

### 1. TENDANCES ET CHANGEMENTS DANS L'INDUSTRIE DU SKI

Retour sur les réponses à la question « Parmi les éléments suivants identifier ceux qui ont une incidence sur l'industrie du ski (3 principaux) ? »

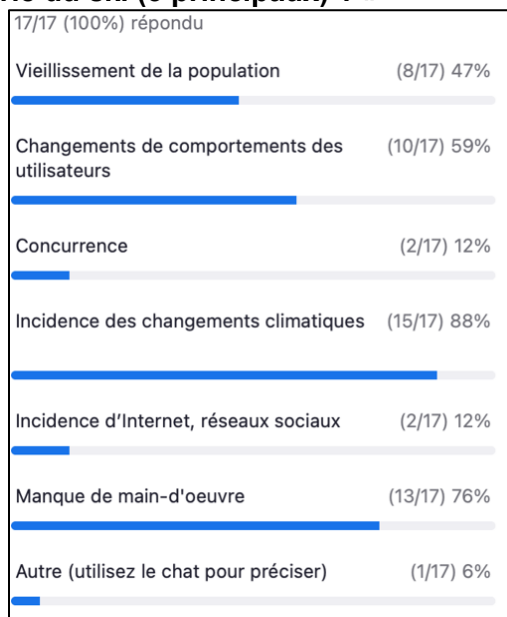


Figure 1: Capture d'écran des réponses à la question: « Parmi les éléments suivants identifier ceux qui ont une incidence sur l'industrie du ski (3 principaux) ? »

- St Bruno – Michel Couture :
  - o La concurrence n'a pas été noté trop fort dans le sondage, mais c'est un point important. Car les choix / décisions prises par les clients sont multiples : ski versus autres loisirs. Qu'est-ce que j'ai dans mon portefeuille puis sur quoi je veux le dépenser.
  - o Segmentation suggérée : station régionale versus destination ski.
  - o La pauvreté de temps des gens : 2h30 de temps pour aller skier. L'importance d'avoir des stations « dans notre cour ». L'augmentation des prix du gaz le ravie

car St Bruno est proche de Montréal, et donc les clients n'ont pas besoin de beaucoup d'essence pour venir et sont moins portés à aller loin (voyage dans le sud... ou autres stations plus grandes, car plus loin donc besoin de plus de temps et d'essence).

- La sensibilité à la pollution influence les choix des clients également.
- Mouvements d'eau – croissance des milieux humides / drainage de nos montagnes et perte de territoire qu'on ne pourra peut-être pas aménager (érosion) (échelle de la station)
  - UBV : Valeurs de ces actifs-là, écofiscalité

- Gleason – Nadia Pépin : Hausse des couts d'opération :

- Assurance
- Énergie
- Masse salariale
- Matières premières
- On a haussé nos tarifs mais c'est beaucoup en lien avec le cout d'opération.

## 2. ÉLÉMENTS EXPOSÉS



Figure 2: Capture d'écran des réponses à la question: « Quels sont les principaux éléments exposés aux changements climatiques à votre station ? » sur Tableau Blanc de Zoom

### COMPARAISON DES POST-IT vs LES RÉSULTATS DE LA LITTÉRATURE

- Ce qui ressort de l'exercice :
  - Durée de la saison
  - Variabilité des températures
  - Stress des équipes de travail

Discussion :

- Vicki Menard (St Bruno) :
  - CC collatéral : fait qu'on ouvre plus tard et qu'on perd des employés qui trouvent une job ailleurs au lieu d'attendre le début de saison.

### 3. ALEAS CLIMATIQUES



**Figure 3: Capture d'écran des réponses à la question: « Est-ce que les aléas les plus pertinents pour votre station se retrouvent dans liste présentée issus de la littérature ? »**

- Discussion
  - Suggestion de Simon Pagé pour un aléa supplémentaire : Différence entre les vents violents basse et haute altitude et changement dans les vents dominants. (Stations Massif du sud et Gleason)
  - Suggestion de Manuel Cantin : Variation des taux d'humidités due au dégel des masses d'eau
  - Forte majorité de lignes d'enneigement à l'ouest

### 4. INDICATEURS CLIMATIQUES

INDICATEURS CLIMATIQUES

**QUESTIONS**



**RÉPONSES**

**A. Si vous utilisez des canons à neige, quelle est la température maximale à laquelle vous pouvez utiliser vos canons à neige ?**

**B. Si vous utilisez des canons à neige, quelle est la plage optimale de température pour l'utilisation des canons ? Prenez note que nous travaillerons uniquement sur la température et pas sur l'humidité.**

**C. Est-ce que l'enneigement naturel est pris en compte dans votre planification d'enneigement des pistes ?**

Plus c'est froid, mieux c'est, mais à -2 on peut faire une belle qualité de neige. On ne compte pas sur la neige naturelle pour nos pistes. La neige naturelle donne le goût aux gens de venir skier par contre.

A: -2, mais -5 est mieux.  
 B: -10/-15 optimale.  
 C: Normalement non, seulement pour les sous-bois. Cette année oui.

**Figure 4: Capture d'écran des réponses aux questions sur les indicateurs climatiques (sous forme de discussion)**

- Discussion sur les indicateurs

- Michel Couture : Certes la température de l'air est importante pour la fabrication de neige, mais la température de l'eau influence aussi la productivité avec une baisse de capacité en démarrage des canons à neige en température marginale lorsque l'eau est plus chaude. Ce qui pourrait peut-être entraîner un démarrage plus long en début de saison.
- Les gros écarts de températures qui peuvent avoir des effets sur la station peuvent influencer deux choses : la qualité de la neige et l'intégrité des infrastructures. Donc juste parler d'une différence de 30°C en 24h ou moins, ça manque de contexte.
- Température marginale : -2°C.
- Plage optimale : -15°C à -10C.
- Variables non disponibles mais discutées :
  - Quand on parle de froid extrême, on parle de température ressentie, donc avec le vent, variable que nous n'avons pas.
  - Quand on parle de température pour les canons à neige, il s'agit de température du thermomètre mouillé, donc en considérant l'humidité, variable que nous n'avons pas.
  - Vents : changement dans les vents dominants (enneigement de versant non/peu observé auparavant) et vents imprévisibles.
- Mode d'interaction avec les usagers
  - Faire des questions en direct avec les usagers, en virtuel, ne semble pas fonctionner. Méthode à changer pour la suite.

# ANNEXE VII. MODELE DE L'ETUDE DA SILVA ET AL. (2019)

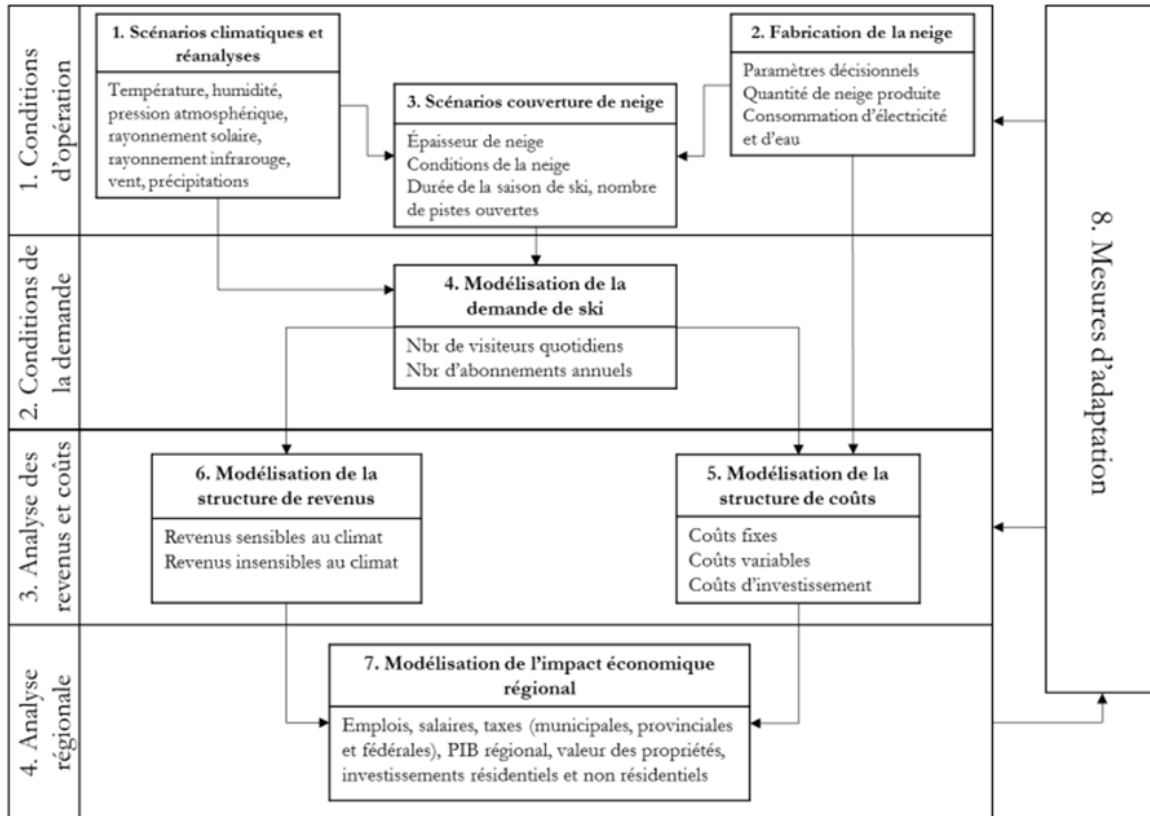


Figure 2 : Schéma méthodologique de la structure du projet

Figure 5 : Modèle méthodologique de l'étude Da Silva et al. (2019)

**ANNEXE VIII. RÉSULTATS DE LA GRILLE  
D'ÉVALUATION PRÉALABLE DES IMPACTS  
(VERSION COMPLÈTE)**







**25 min.**

1- Quelles ont été vos capacités à faire face aux éléments de pluie hivernale, à l'échelle de votre station et à l'échelle collective face aux impacts observés ? (5 min)  
 → échange en groupe (15 min)

2- Quelles mesures d'adaptation vous semblent les plus efficaces pour atténuer les impacts ? Mettre une étiquette verte sur les post-it en question. (5 min)

**Éléments de sensibilité**

Congrès-Premier de neige - Lors de la période d'échange noter les éléments de sensibilité mentionnés par les participants

**Mesures d'adaptation déjà réalisées pour atténuer les impacts**

A partir des apprentissages que vous avez tirés suite à des événements tels que la COVID, une saison en demi-teinte, etc., identifiez à l'aide d'un post-it une idée par post-it, les mesures que vous avez mises en œuvre dans votre station face aux impacts identifiés à l'activité 1

**Éléments de sensibilité**

- Main d'œuvre : pénurie, qualité et format / démographie
- Communication et approche publique
- Démographie
- Grande capacité d'adaptation des géographes
- Possibilité de fermeture de secteur / versants
- Capacité de robotisation et automatisation
- Service humain
- Accessibilité à des dameuses de qualité

**Mesures d'adaptation déjà réalisées pour atténuer les impacts**

- Amélioration du drainage pour la protection du bâtiment principal
- Travaux de drainage et gestion des eaux de surface
- Plan d'urgence paysage et de drainage amont / gestion d'eau
- Heures d'opérations (Michel C)
- Le plus important est de donner plus d'importance aux mesures de prévention
- Plan de drainage pour les aussi
- Importance d'être en lien de collaboration des opérateurs experts
- Plan d'automatisation et communication de proximité
- Augmentation des volumes de production de neige
- Stabilité des plans de secours / Changement de matériel (matériel)
- Prévention / Réorganisation des équipes et équipes lors de la fermeture de secteur
- Notion d'ouverture progressive
- accessibilité sociale de la fermeture
- sécurité des skieurs
- Fermeture préventive
- Décision de fermer le versant sud

## SALLE 2 : VENTS VIOLENTS

- 25 min.**
- 1- Décrire sur des post-it, les impacts concrets que vous vivez, en les plaçant autour des 4 catégories d'éléments exposés (Comportement social et culturel / gestion et biens économiques/ infrastructures et géophysiques) (5 min)  
 → échange en groupe (10 min)
- 2- Quels sont les 3 impacts les plus sévères / qui font le plus mal ? (3 étiquettes rouges par participant à placer sur 3 post-it différents) (5 min) ★ Les 3 impacts les plus sévères

**Tableau 2 : Interactions éléments / aléa : "oui fortement"**

Catégories d'éléments exposés	Éléments exposés	Vent violent
Géophysiques	Couvert neigeux	5
	Conditions de ski	6
	Disponibilité en eau	0
	Territoire / environnement paysager	7
Comportement social & culturel	Confort	9
	Acceptabilité ski	1
	Composition clientèle	3
	Comportement achat	1
Économiques des sites, équipements	Durée de la saison	2
	Opérations	10
	Revenus, coûts et rentabilité	9
	Employés	3
Gestion et biens économiques	Demande	4
	Offre de services et expérience	4
	Compétitivité	1
	Positionnement et attractivité	1
Infrastructures & géophysiques	Poids dans l'économie locale	1
	Gouvernance et partage des usages	1
	Système de fabrication neige	4
	Bâti	7
Infrastructures & géophysiques	Remontées mécaniques	9
	Domaines skiables	4
	Véhicules	1
	Réseaux d'alimentation	9

**Impacts les plus cités** : Opérations

**1) Sur les post-it verts (une idée par post-it), identifiez les impacts concrets que vous vivez, puis placez-les selon les 4 catégories d'éléments exposés**

★ Les 3 impacts les plus sévères

2) Attribuez une étoile (glisser-déposer) sur les 3 impacts que vous considérez les plus sévères, qui font le plus mal (à placer sur 3 post-it différents)

25 min.

1. Quelles ont été vos capacités à faire face aux événements de vent violent, à l'échelle de votre station et à l'échelle collective face aux impacts observés ? (5 min)  
→ échange en groupe (10 min)
2. Quelles mesures d'adaptation vous semblent les plus efficaces pour atténuer les impacts ? Mettre une étoile verte sur les post-it en question. (5 min)

Types de capacités d'adaptation	Compétence
<b>Administrative</b> - Procédure de gestion pour répondre aux incidents et événements - ...	- Capacité de négociation, savoir de gérer un dialogue face à un impact - ...
<b>Organisationnelle</b> - Organisation de l'équipe pour faire face à un impact et à la gestion de crise - ...	<b>Technique</b> - ...



Mesures d'adaptation déjà réalisées pour atténuer les impacts

A partir des apprentissages que vous avez tirés suite à des événements tels que la Covid, une saison en dent de scie, ect., identifiez à l'aide d'un post-it (une idée par post-it) les mesures que vous avez mises en œuvre dans votre station face aux principaux impacts

Planification d'arbres pour protéger les remontées	Installation de station météo plus performante	Faire une bonne gestion visuelle afin de réduire le risque d'arbres et de branches	protéger les remontées des vents, faire des mesures ponctuellement de la remontée	Gestion de l'accessibilité aux pentes vs conditions	Conservation et implémentation de remontées au sol	Remontage et échange périodique des arbres pour éviter les arbres dangereux	Procédure de gestion de vitesse des remontées	
achat de génératrices	Fonds de prévoyance	replantation	mettre des barrières à vent au lieu d'arbres afin de réduire le risque de chute des arbres effilés	Diversification de l'offre de service	entretien préventif des bâtiments et équipements			
			faire un bon entourage sur le réseau électrique de la montagne		Plan de gestion de crise			

Éléments de sensibilité

Comptez Premier de neige - lors de la période de charge noter les éléments de sensibilité mentionnés par les participants




SALLE 3 - RÉCHAUFFEMENT DES TEMPÉRATURES





# ANNEXE X. DEMARCHE METHODOLOGIQUE DES CHAINES D'IMPACTS

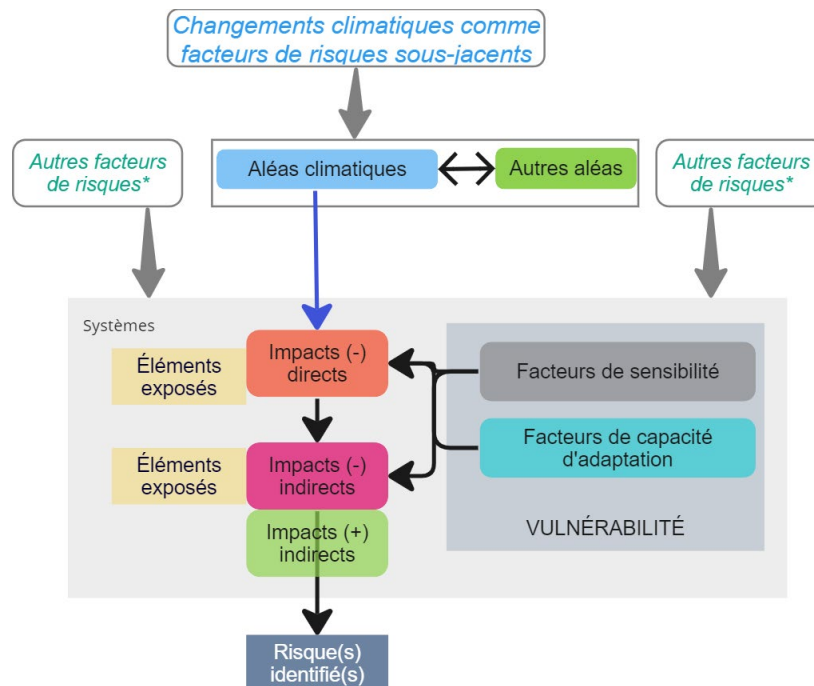
Selon la norme ISO14091:2021, une chaîne d'impact est une « approche analytique permettant de comprendre comment des aléas donnés engendrent des impacts directs ou indirects qui se propagent dans un système à risque » (ISO, 2021, p.4). En effet, le développement de chaînes d'impact permet de :

- Visualiser les relations de cause à effet entre les changements climatiques et les impacts directs et indirects que ceux-ci provoquent sur le système. Cette visualisation des impacts en cascade permet aux parties prenantes de mieux saisir comment les changements climatiques se propagent à travers leur système.

Le développement de chaînes d'impact se veut un exercice itératif pour refléter au mieux les connaissances et les données disponibles dans un contexte spécifique, et est de préférence élaboré ou validé avec les parties prenantes et des experts en adaptation aux changements climatiques.

La Figure 6 présente les composantes d'une chaîne d'impacts simple :

- L'aléa climatique
- Les impacts directs et indirects et l'aléa climatique
- Les éléments exposés du système qui sont affectés par ces impacts
- Les facteurs de sensibilité et de capacité d'adaptation qui rendent les éléments exposés vulnérables ou résilients
- Les autres facteurs de risques tels que le contexte socio-économique, politique, culturel, etc.



*\*Autres facteurs de risques : conditions structurelles, contexte socio-économique, politique, culturel*

**Figure 6 : Représentation conceptuelle des différentes composantes d'une chaîne d'impact (inspiré et traduit du Climate Risk Source Book (2023))**

Étapes méthodologiques pour construire les chaînes d'impacts (Figure 7) :

- 1- Comme mentionné dans la section **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**, la grille d'évaluation préalable des impacts remplie par les stations a permis d'identifier et de prioriser les aléas climatiques qui ont fortement affecté les stations dans le passé, à savoir, les vents violents, épisodes de gel-dégel, pluie hivernale et hausse des températures moyennes hivernales. La variabilité du couvert neigeux a été ajoutée comme aléa pour les stations n'ayant pas recours à la fabrication de neige.
- 2- Les chaînes d'impacts pour ces cinq aléas priorités ont été développées par l'équipe projet, en se basant sur les données récoltées dans la grille sur les éléments exposés cochés comme étant impactés par ces aléas et sur la littérature déjà examinée jusque-là.
- 3- L'atelier 2 du projet a eu pour but de présenter et de valider les chaînes d'impact avec les stations de ski participantes et de mieux saisir les facteurs de vulnérabilité (capacité d'adaptation et sensibilité). L'utilisation de la plateforme Miro pour l'atelier 2 a permis de faire participer activement les responsables des stations, qui ont été divisés en quatre groupes par aléa à couvrir. Les responsables des stations ont été amenés à échanger en groupe sur les thèmes suivants sous forme d'activités sur Miro :
  - a. Les impacts vécus sur le terrain face aux aléas prioritaires,
  - b. Les mesures d'adaptation mises en œuvre face aux impacts les plus sévères pour comprendre leur capacité à faire face aux aléas prioritaires,
  - c. Les éléments de sensibilité liés aux aléas prioritaires.
- 4- Les données récoltées lors de l'atelier 2 ont permis de raffiner les chaînes d'impact pour être simplifiées et mieux refléter l'adoption des trois périmètres d'interrelation. Cependant, l'atelier n'a pas permis de valider complètement les chaînes d'impacts, donc celles-ci restent "théoriques".



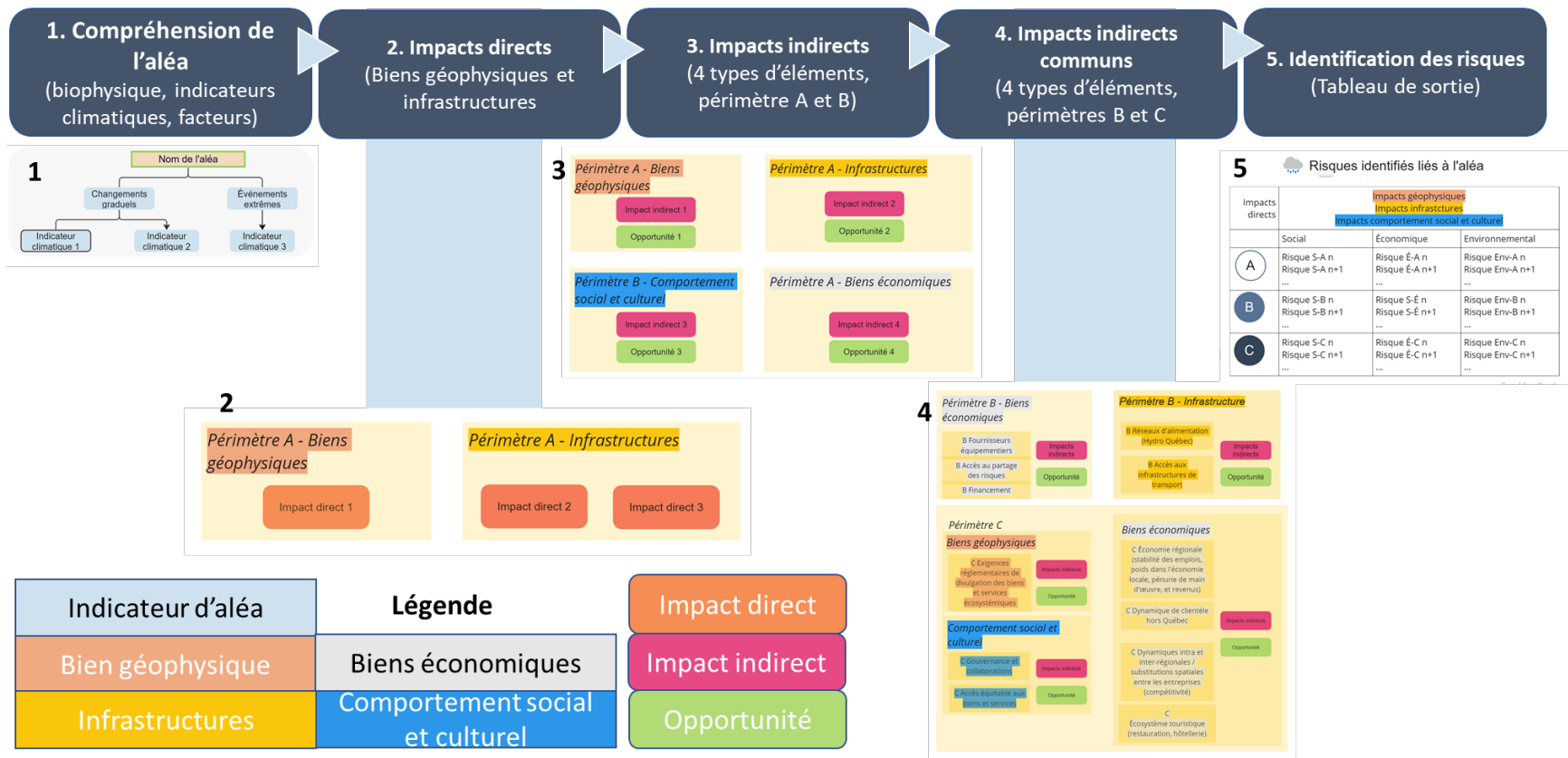


Figure 7 : Démarche méthodologique pour représenter les chaînes d'impacts

Les résultats des activités menées sur Miro lors de l'atelier 2 sont présentés en Annexe IX.

### **Limites des chaînes d'impacts**

Les chaînes d'impacts présentent l'éventail des impacts en cascade et les interrelations entre les différents périmètres du système ski alpin pour chaque aléa et permettent d'avoir une vision d'ensemble de comment les changements climatiques se propagent sur le système ski alpin. Cependant, cet exercice présente un certain nombre de limites :

- Les chaînes d'impacts ont été développées selon les connaissances disponibles dans la littérature et à partir des échanges avec les stations et sont générales pour le système ski alpin, sans distinguer les impacts par région ou par taille / modèle d'affaires des stations. Cet exercice se veut un moyen de visualiser les relations de cause à effet et les facteurs de sensibilité potentiels face à chaque aléa afin que les stations se posent ensuite les bonnes questions.
- La représentation est faite par aléa individuellement et ne montre pas comment les aléas, s'ils étaient cumulés, pourraient engendrer des risques complexes.
- La question de temporalité dans la saison de ski (novembre à mars) n'est pas prise en compte dans les chaînes d'impacts : certains de ces aléas sont déterminants à certains moments clés de la saison. Par exemple, si les températures sont plus chaudes à l'automne, elles ne permettent pas de fabriquer de la neige pour préparer la saison. Si en plus, la neige naturelle tarde à tomber à l'automne, le début de saison et la période de Noël, période clé pour les stations, risquent d'être compromis.
- Enfin, il faut reconnaître les défis d'appropriation rencontrés lors de la réflexion et schématisation des chaînes d'impacts. D'un côté, le concept de sensibilité s'est avéré difficile à rendre tangible pour les usagers, qui ont plus de facilité et de motivation à parler de capacité et solutions d'adaptation. D'un autre côté, le nombre de dimensions à considérer et la complexité des chaînes d'impacts rendent une forme de représentation visuelle à laquelle n'adhèrent pas facilement tous les types d'apprenants.

## **ANNEXE XI. CHAINES D'IMPACTS THEORIQUES DES CINQ ALEAS HIVERNAUX**

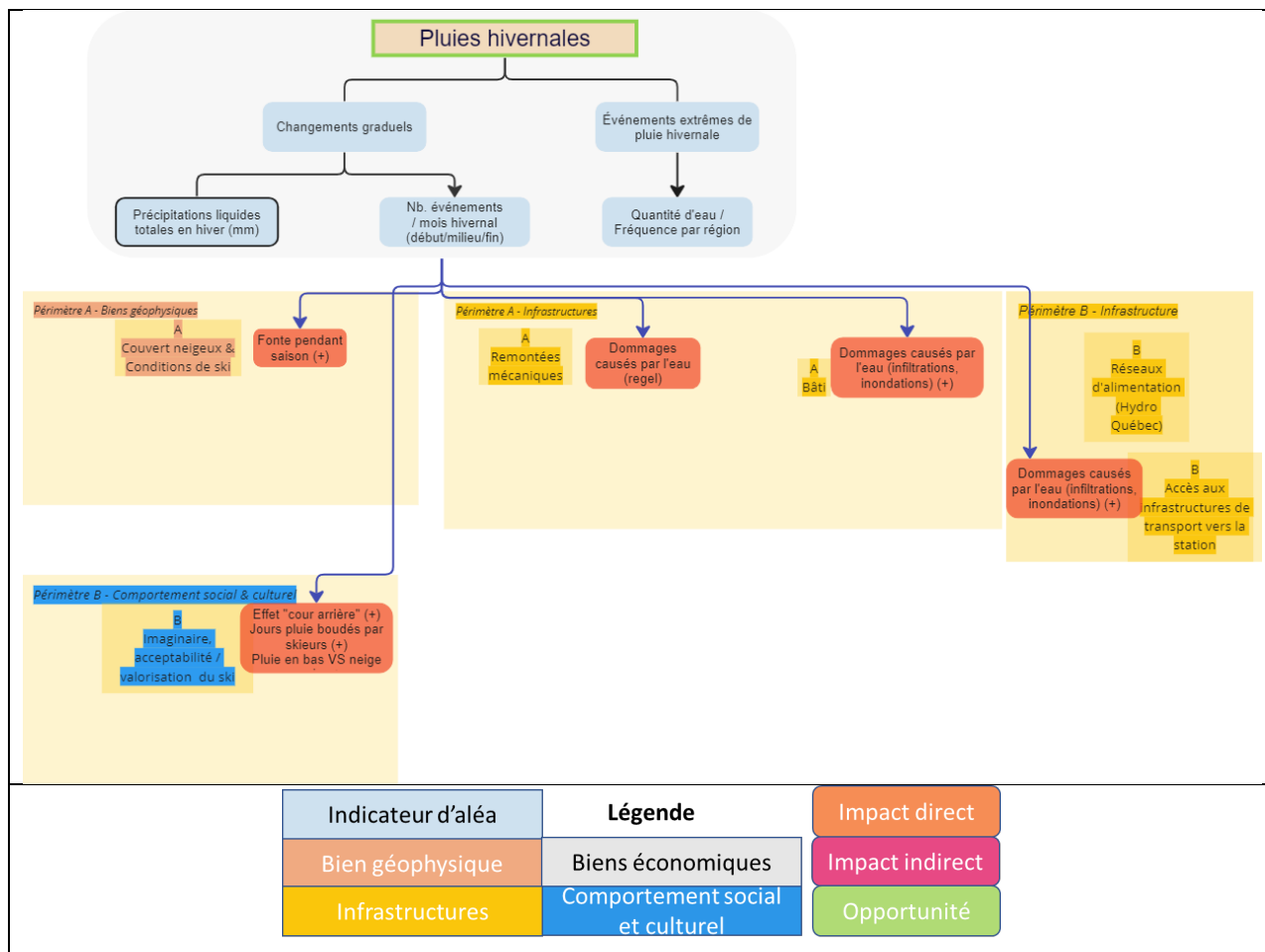
Les chaînes d'impacts sont présentées par aléa climatique et se déclinent par impacts directs (boîtes rouges dans les représentations graphiques présentées ci-dessous) et en impacts indirects (boîtes roses) sur les différents éléments exposés (boîtes jaunes) apparaissent à côté des boîtes d'impacts et sont surlignées selon la couleur de la catégorie d'élément exposé (biens géophysiques, infrastructures, biens économiques et comportement social et culturel). Les éléments exposés et leurs impacts sont placés dans de plus grands rectangles selon les trois périmètres interreliés A (station), B (relations de dépendance pour le fonctionnement de la chaîne de valeur des stations) et C (relations indirectes en amont ou en aval des stations). Les facteurs de sensibilité et capacités d'adaptation seront traités dans le prochain chapitre.

Un des résultats d'ensemble est que les impacts directs des aléas hivernaux diffèrent, mais que les impacts sur les biens économiques du périmètre et sur les éléments exposés du périmètre C sont similaires.

### **PLUIE HIVERNALE**

Les précipitations liquides totales en hiver (mm) ont comme impacts directs :

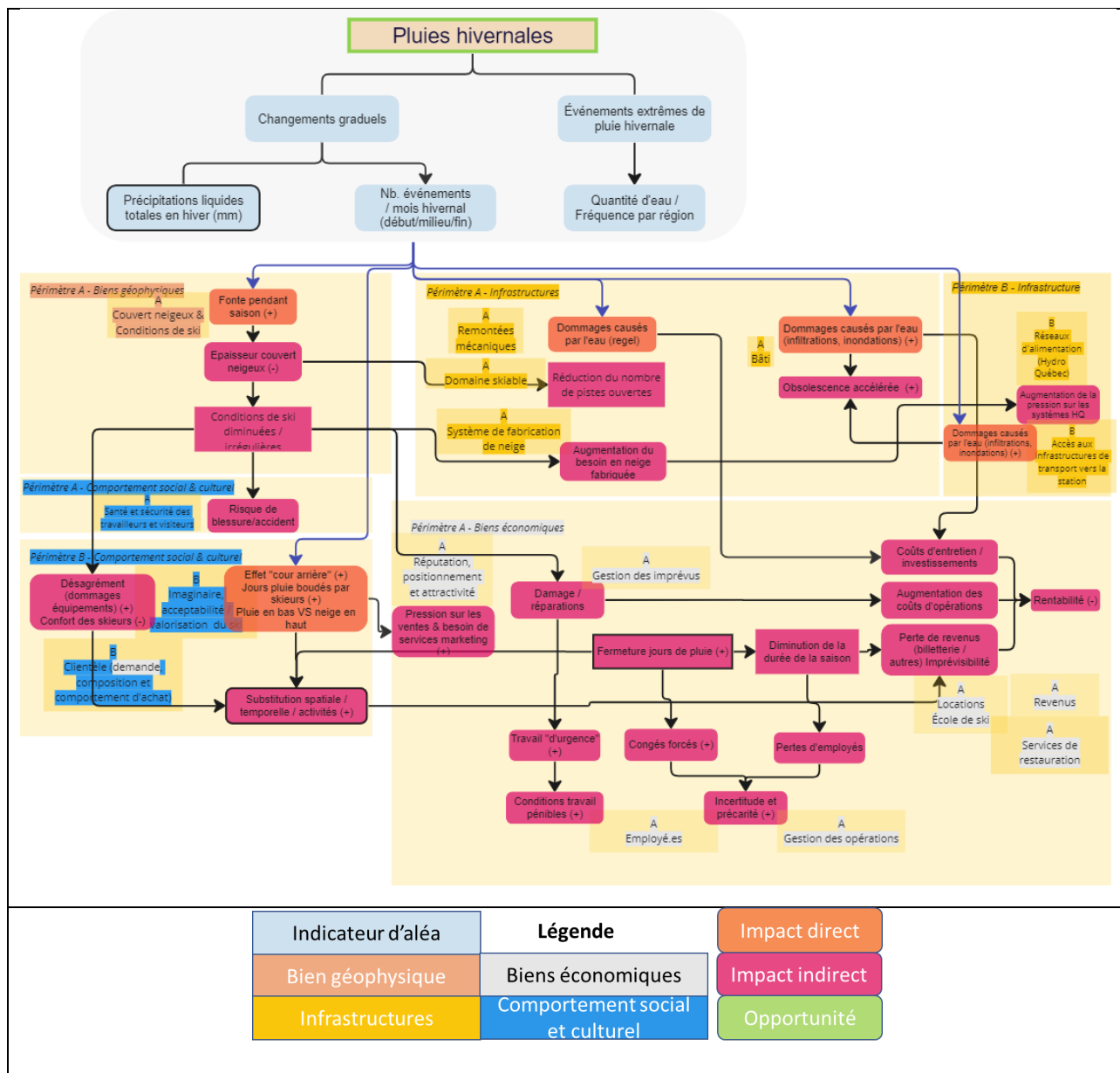
- La fonte de la neige au sol qui engendre une réduction de l'épaisseur du couvert neigeux et des conditions de neige diminuées (biens géophysiques : périmètre A)
- Les bâtiments peuvent subir des infiltrations d'eau ou des inondations et la pluie tombée sur les remontées mécaniques peut causer des dommages lors du regel (infrastructures : périmètre A). L'accès aux infrastructures de transport vers la station peut également être perturbé à cause de la pluie hivernale (infrastructures : périmètre B).
- Les jours de pluie sont boudés par les skieurs, car ils augmentent l'effet « cour arrière » ou « pelouse brune » (*“backyard effect”*) (comportement social et culturel : périmètre B). L'effet “cour arrière” fait référence à « une perception parfois dissonante entre les conditions dans les milieux de vie des skieurs (majoritairement urbains) et les conditions en montagne » (Falardeau et Laigroz, soumis).



**Figure 8 : Chaîne d'impacts partielle des pluies hivernales (impacts directs)**

Ces impacts directs sur le couvert neigeux et les infrastructures engendrent les impacts indirects suivants sur la clientèle et la gestion des imprévus et des opérations (périmètre A) :

- Les conditions de ski deviennent instables et irrégulières, ce qui augmente le risque de blessures ou d'accidents des employés comme des skieurs (comportement social & culturel : périmètre A).
- L'instabilité des conditions de glisse a également pour effet d'augmenter l'entretien et le damage des pistes, ce qui augmente les coûts d'entretien, d'opérations et les investissements dans les infrastructures et le matériel roulant, ainsi que le besoin de travailleurs spécialisés en "urgence".
- En attendant le rétablissement de bonnes conditions, les stations sont parfois dans l'obligation de suspendre leurs activités quelques heures ou même de fermer les jours de pluie et de remise en état des pistes, ce qui augmente l'incertitude et la précarité des employés avec des congés forcés et augmente les pertes d'employés qui pourraient chercher des conditions plus stables ailleurs. La fermeture lors des jours de pluie diminue la durée de la saison et pousse les skieurs à aller skier ailleurs, à un autre moment ou à même changer d'activité (substitution spatiale ou temporelle), ce qui cause une perte de revenus. Cela affecte aussi les revenus de location de matériel, de l'école de ski ainsi que des services de restauration sur place (perte de stock). Ces impacts ont pour effet de baisser la rentabilité globale d'une station.
- L'effet "cour arrière" exerce également une pression sur les ventes et hausse la demande pour les services de marketing afin de maintenir l'attractivité.



**Figure 9 : Chaîne d'impacts partielle des pluies hivernales (impacts directs, impacts indirects périmètre A et B)**

Les impacts indirects sur les biens économiques du périmètre B et sur les différentes catégories d'éléments exposés du périmètre C sont similaires pour les cinq aléas prioritaires et sont donc décrits une seule fois dans les paragraphes suivants.

### Périmètre B<sup>1</sup>

- Biens géophysiques :
  - o Avec des conditions de glisse diminuées, le besoin en neige fabriquée et la demande d'eau pour la fabrication pourrait mener à des conflits d'usage ou encore un épuisement des réserves régionales (biens géophysiques : périmètre B) et ultimement devenir un enjeu de santé et de sécurité hydrique de la population.
- Infrastructures :

<sup>1</sup> Ces impacts sur le périmètre B sont aussi valables pour les aléas : variabilité du couvert neigeux, hausse des températures moyennes hivernales et vent violent.

- L'augmentation de la demande de fabrication de neige augmente la pression posée sur la demande en électricité fournie par les services d'énergie (Hydro-Québec).

Ces impacts en cascade de l'augmentation de la demande en neige fabriquée se retrouvent aussi dans les chaînes d'impacts des aléas suivants : hausse des températures moyennes hivernales, variabilité du couvert neigeux, vent violent (encadré pointillé vert dans la Figure 10).

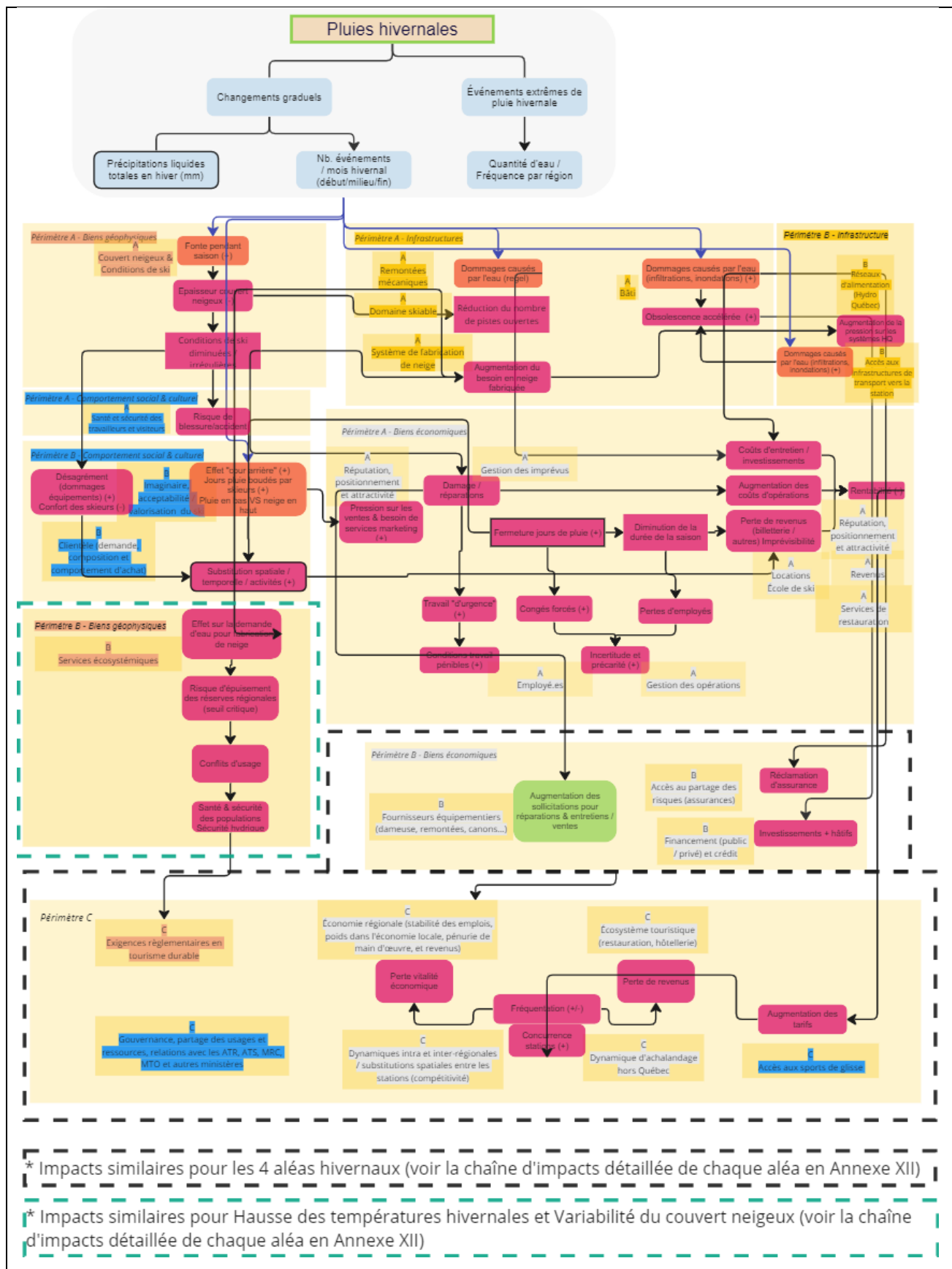
- Biens économiques :
  - Les dommages causés aux infrastructures accélèrent l'obsolescence de celles-ci et causent des investissements hâtifs et une croissance du besoin d'aide financière qui dépendent des réclamations d'assurance et des financements disponibles pour investir davantage.
  - L'augmentation des sollicitations pour réparations, entretiens et ventes constitue un impact positif pour les fournisseurs équipementiers de dameuses, remontées mécaniques, et systèmes d'enneigement.
  - Ultiment, les producteurs ou fournisseurs de matériel de ski souffrent d'une perte d'attractivité du secteur.

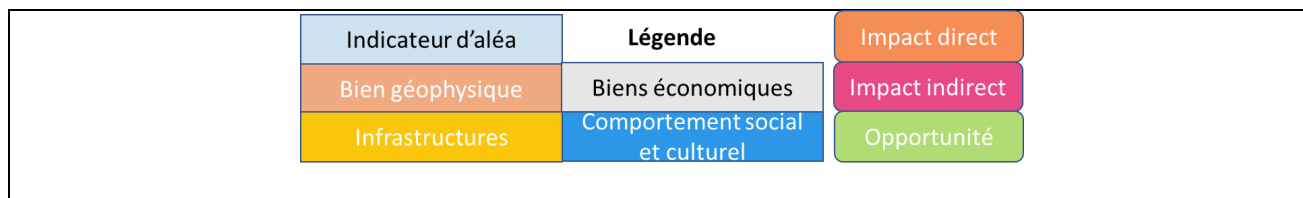
### **Périmètre C<sup>2</sup> :**

- Biens géophysiques :
  - Les impacts sur les services écosystémiques se faisant ressentir de plus en plus, le système ski alpin devra composer avec des exigences réglementaires croissantes de divulgation des biens et services écosystémiques et des risques climatiques (par exemple, à partir de 2025, un certificat d'autorisation sera obligatoire pour prélever l'eau). Ces exigences réglementaires se voudront être des leviers d'adaptation.
- Comportement social et culturel :
  - Les impacts directs et indirects sur les périmètres A et B se répercutent jusqu'au partage des usages et ressources, à la gouvernance et aux relations avec les ATR, ATS, MRC, MTO et autres ministères (levier d'adaptation)
  - La diminution de la rentabilité des stations et du secteur cause une augmentation des tarifs et augmente l'inaccessibilité aux sports de glisse.
- Biens économiques :
  - La réduction de la fréquentation et l'augmentation de la concurrence entre les stations va modifier la dynamique intra / inter-régionale d'achalandage ou substitution spatiale entre les stations (compétitivité) et la dynamique d'achalandage transfrontalier.
  - Le système peut être affecté par la perte de vitalité économique et d'emploi à l'échelle régionale dans l'écosystème touristique (hôtelier, restauration...) , mais aussi de manière plus générale.

---

<sup>2</sup> Ces impacts sur le périmètre C sont aussi valables pour les aléas : gel-dégel, variabilité du couvert neigeux, hausse des températures moyennes hivernales et vent violent.





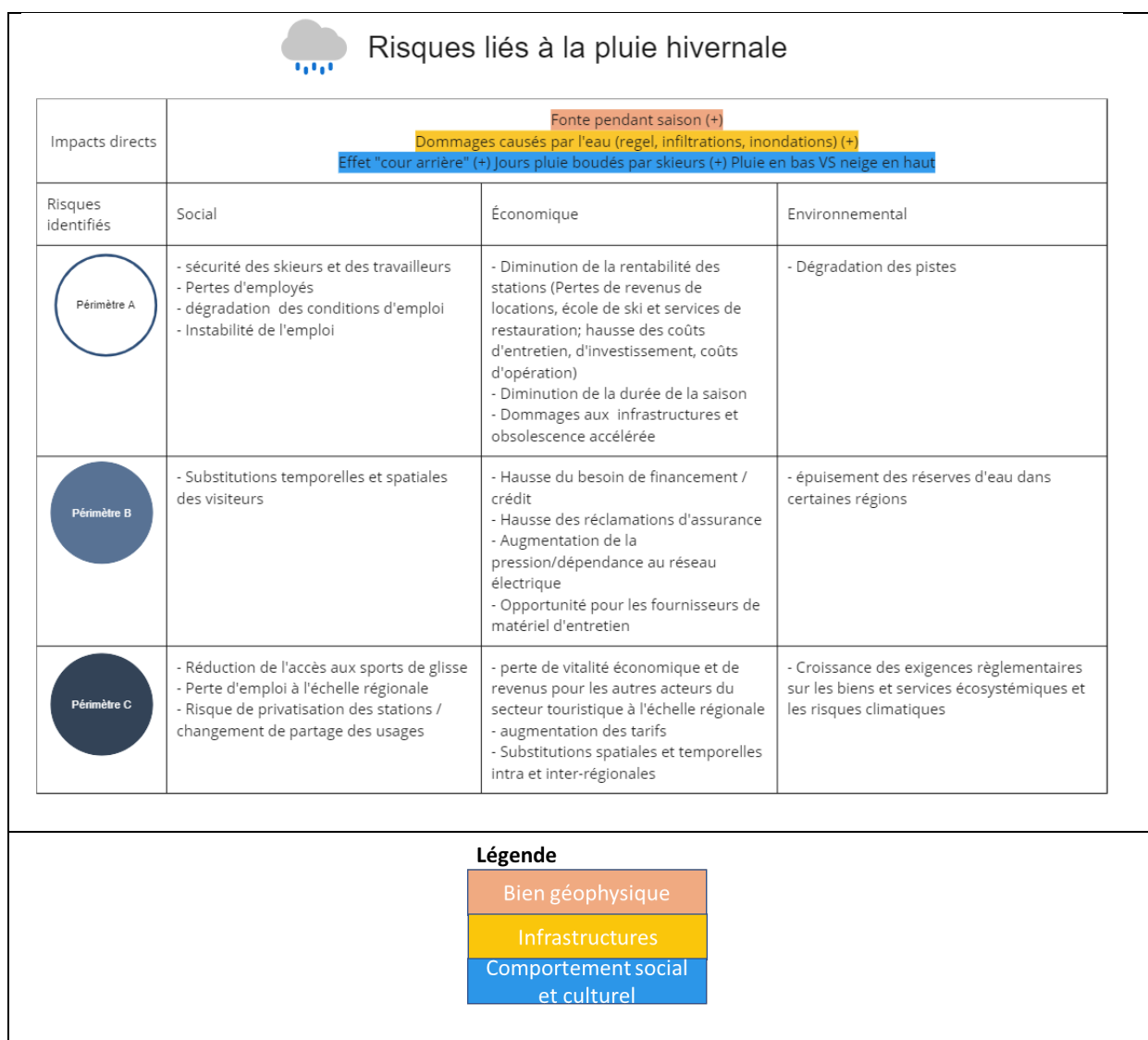
**Figure 10 : Chaîne d'impacts complète des pluies hivernales (impacts directs, impacts indirects, périmètres A, B, C) .**

Note : En pointillé noir : impacts similaires pour les 4 aléas hivernaux (voir la chaîne d'impact complète de chaque aléa en Annexe XII).

Note : En pointillé vert : Impacts similaires pour Hausse des températures hivernales et variabilité du couvert neigeux (voir la chaîne détaillée de chaque aléa en Annexe XII).

Note sur le verglas : dans ce projet, les impacts du verglas sur les services d'approvisionnement en électricité sont intégrés dans les épisodes de gel-dégel ou dans pluie hivernale.

La chaîne d'impacts permet d'identifier les **risques sociaux, économiques et environnementaux** liés à la pluie hivernale (Figure 11).



**Figure 11 : Identification des risques liés à la pluie hivernale**

## ÉPISODES DE GEL-DEGEL

Le nombre de jours sur la saison totale avec des épisodes de gel-dégel provoque les impacts directs suivants sur les stations :

- La détérioration du couvert neigeux et des conditions de ski.
- Des dommages aux infrastructures, par exemple des tuyaux peuvent geler.
- Surtout en début de saison (novembre, décembre, début janvier), l'interruption de la fabrication de neige à cause des températures oscillant autour de 0°C, ce qui ralentit la rapidité avec laquelle une station atteint un domaine skiable dépassant son seuil d'ouverture (différent d'une station à l'autre) ; il est à considérer que le seuil de fabrication se situe à -2°C pour les systèmes les plus performants.

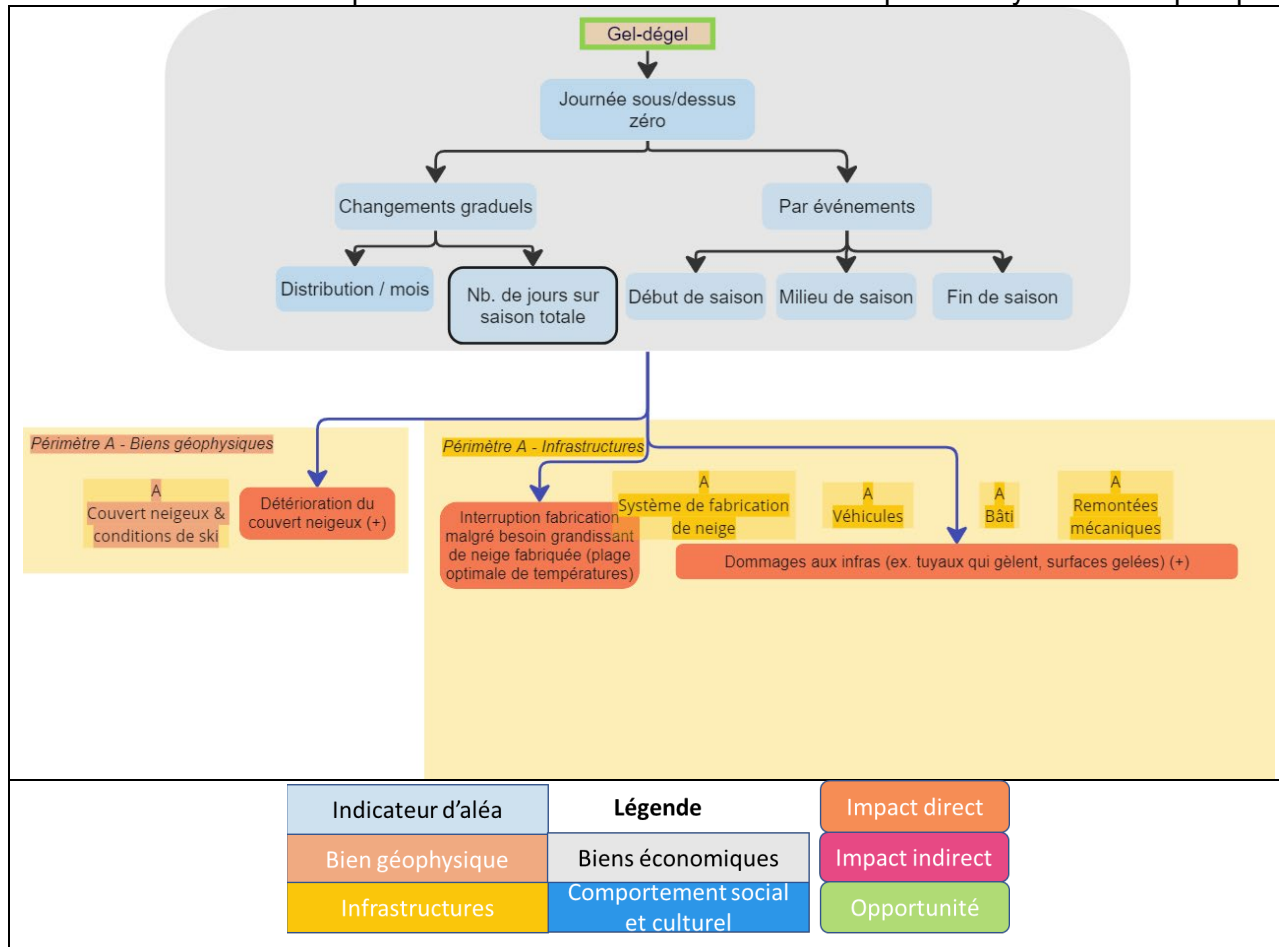


Figure 12 : Chaîne d'impacts partielle des épisodes de gel-dégel (impacts directs)

### Ces impacts directs

- Ont un effet social en augmentant les risques de blessure ou d'accident pour les employés comme les skieurs, ce qui pousse les skieurs à reporter leur visite ou aller ailleurs et qui réduit les revenus des stations.
- Les dommages aux infrastructures peuvent également causer des pannes d'électricité localement, mais aussi des interruptions de services chez Hydro-Québec et accélèrent l'obsolescence des équipements, ce qui augmente les coûts de réparation et les investissements requis pour rétablir / maintenir les services.

La gestion des opérations (et des imprévus) subit alors les impacts indirects suivants :

- L'instabilité des conditions de glisse a également pour effet d'augmenter l'entretien et le damage des pistes, ce qui augmente les coûts d'entretien, d'opérations et les investissements dans les infrastructures, ainsi que le besoin de travailleurs spécialisés en "urgence".



- En attendant le rétablissement de bonnes conditions, les stations sont parfois dans l'obligation de suspendre leurs activités quelques heures ou même de fermer lorsque l'épisode coïncide avec de la pluie, ce qui augmente l'incertitude et la précarité des employés avec des congés forcés et augmente les pertes d'employés qui s'en vont trouver des conditions plus stables ailleurs.

Au niveau économique :

- La durée de la saison d'exploitation est affectée. L'effet sur le moment d'ouverture est prépondérant, mais aussi sur la fermeture lors des épisodes de gel-dégel. Cela pousse la clientèle à aller skier ailleurs, à un autre moment ou à même changer d'activité (substitution), ce qui cause une perte de revenus. Ces impacts ont pour effet de baisser la rentabilité globale d'une station.

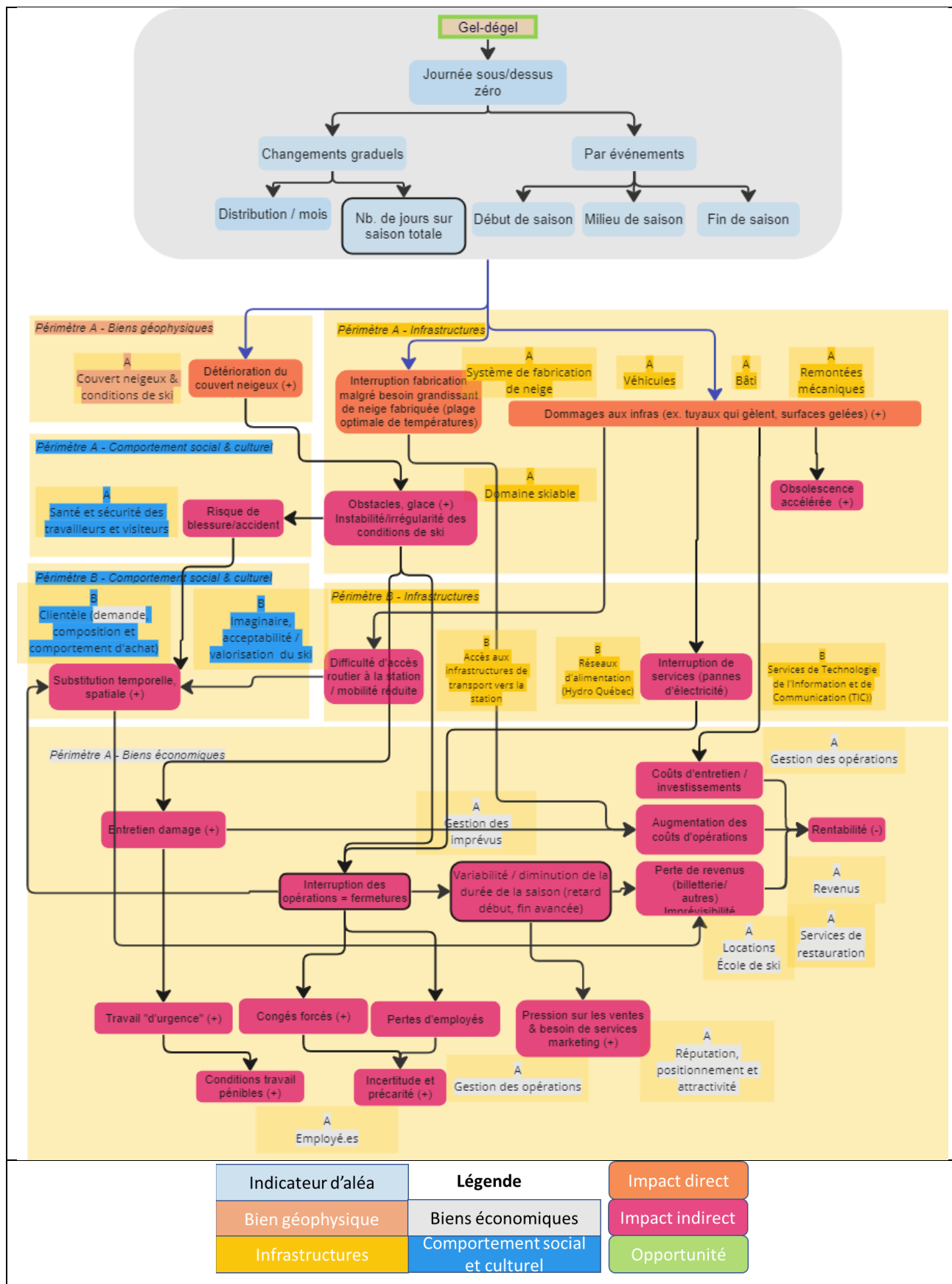





Figure 13 : Chaîne d'impacts partielle des épisodes de gel-dégel (impacts directs, impacts indirects périmètre A et B)

Pour les autres impacts sur les périmètres B et C : se référer à la description de la chaîne d'impacts : "pluie hivernale" (Figure 10, encadré pointillé en noir) et à la chaîne d'impact complète pour l'aléa des "épisodes de gel-dégel", présentée en Annexe XI.

La chaîne d'impacts permet d'identifier les **risques sociaux, économiques et environnementaux** liés aux épisodes de gel-dégel :

	Social	Économique	Environnemental
 Périmètre A	- sécurité des skieurs et des travailleurs - Pertes d'employés	- pertes de revenus et d'employés - diminution de la durée de la saison	- risque de dégradation des pentes (végétation?)
 Périmètre B		- pannes électriques (HQ) - pertes de revenus de locations, école de ski et fournisseurs de nourriture sur place	
 Périmètre C	- risque de réduction d'un accès équitable aux sports de glisse - perte d'emploi à l'échelle régionale	- risque de perte de vitalité économique et de revenus pour les autres acteurs du secteur touristique à l'échelle régionale.	- risque de croissance des exigences réglementaires sur les biens et services écosystémiques et les risques climatiques

**Figure 14 : Identification des risques liés aux épisodes de gel-dégel**

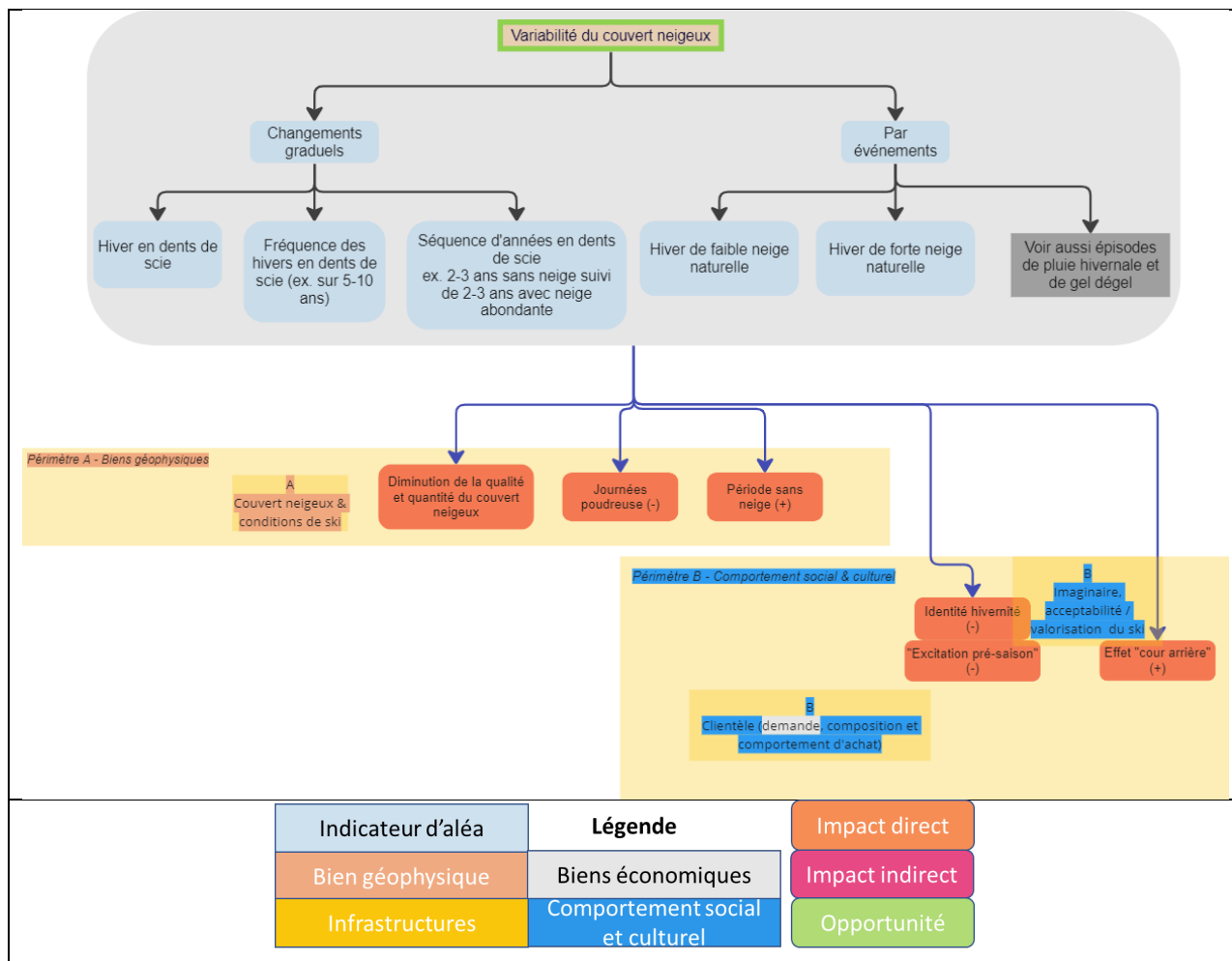
### **VARIABILITÉ DU COUVERT NEIGEUX**

La variabilité du couvert neigeux a pour impacts directs sur les éléments géophysiques des stations (**périmètre A**) :

- La diminution du couvert neigeux (qualité et quantité)
- La diminution des journées de "poudreuse"
- L'augmentation des périodes sans neige

En plus des impacts directs sur les éléments géophysiques, le manque de jours avec neige naturelle au sol affecte négativement l'identité d'hivernité et augmente l'effet "cour arrière" pour les skieurs qui vont avoir tendance à aller chercher une station plus enneigée, à déplacer leur sortie, voire à changer pour une autre activité (substitution spatiale / temporelle / activité) (Périmètre B). La diminution des journées de poudreuse engendre une réduction de l'exploration hors-piste et mène également à une certaine substitution spatiale, temporelle ou vers une autre activité.

Cet effet de substitution joue sur la réputation des stations et cause une perte de revenus pour les stations, l'école de ski, la location et les services de restauration (Périmètre A).



**Figure 15 : Chaîne d'impacts partielle de la variabilité du couvert neigeux (impacts directs)**

Ces impacts directs engendrent les impacts indirects suivants sur les éléments géophysiques et d'infrastructures du **périmètre B** :

- Les conditions de glisse sont détériorées, elles deviennent irrégulières et peuvent même devenir dangereuses pour les skieurs et les employés des stations
- La part du domaine skiable en opération est réduite quand la capacité de fabrication de neige ne permet pas de couvrir tout le domaine.
- Les dommages aux véhicules faits pour la neige augmentent, car ils sont utilisés dans des conditions non optimales de neige au sol.




Ces deux impacts sur le domaine skiable et les conditions de ski ont plusieurs effets sur la gestion des opérations des stations :

- Une diminution de la durée de la saison, soit par un retard de début de saison, soit par une fin avancée, qui cause une perte de revenus, ainsi qu'une incertitude pour les employés et parfois une perte d'employés qui se tournent vers des emplois plus stables.
- Une augmentation du besoin en neige fabriquée, qui sollicite davantage les systèmes de fabrication de neige ainsi que la demande en eau (potentiel de conflit d'usage) et les véhicules pour entretenir les pistes.
  - o Cette augmentation en fabrication de neige augmente à son tour l'obsolescence des équipements actuels et devance le besoin en investissements dans des équipements plus performants, mais aussi la pression sur les systèmes d'électricité (Hydro-Québec).
- Ces impacts causent une diminution de la rentabilité d'une station.





## Risques liés à la variabilité du couvert neigeux

Impacts directs	Diminution de la qualité et quantité du couvert neigeux Journées poudreuse (-) ; Période sans neige (+) Identité hivernité (-) ; "Excitation pré-saison" (-) Effet "cour arrière" (+)		
Risques identifiés	Social	Économique	Environnemental
 Périmètre A	- sécurité des skieurs et des travailleurs - Pertes d'employés - dégradation des conditions d'emploi - Instabilité de l'emploi	- Diminution de la rentabilité des stations (Pertes de revenus de locations, école de ski et services de restauration; hausse des coûts d'entretien, d'investissement, coûts d'opération) - Diminution de la durée de la saison - Dommages aux infrastructures et obsolescence accélérée - Opportunité : Possible hausse des revenus des stations grâce à la hausse des journées moins froides et + confortables pour les skieurs	
 Périmètre B	- Perte de l'identité de l'hivernité québécoise - Substitutions temporelles et spatiales des visiteurs	- Hausse du besoin de financement / crédit - Augmentation de la pression/dépendance au réseau électrique - Opportunité pour les fournisseurs de matériel d'entretien	- risque d'épuisement des réserves régionales en eau et de conflit d'usage
 Périmètre C	- Réduction de l'accès aux sports de glisse - Perte d'emploi à l'échelle régionale - Risque de privatisation des stations / changement de partage des usages	- Perte de vitalité économique et de revenus pour les autres acteurs du secteur touristique à l'échelle régionale. - Augmentation des tarifs - Substitutions spatiales et temporelles intra et inter-régionales	- Croissance des exigences réglementaires sur les biens et services écosystémiques et les risques climatiques

### Légende

Bien géophysique
Infrastructures
Comportement social et culturel

**Figure 17 : Identification des risques liés à la variabilité du couvert neigeux**

### **HAUSSE DES TEMPÉRATURES MOYENNES**

Il faut noter que l'aléa "hausse des températures hivernales" contribue à l'occurrence des trois autres aléas (pluie hivernale, gel-dégel et variabilité du couvert neigeux), donc les impacts et risques nommés ici se retrouvent à plus petite échelle dans les trois autres chaînes d'impact.

L'augmentation des températures hivernales a des impacts directs sur les périmètres A et B, notamment :

- Une diminution de la qualité et la quantité du couvert neigeux (périmètre A : éléments géophysiques)

- Une réduction des plages optimales de températures pour fabriquer de la neige qui peut pousser à interrompre la fabrication (périmètre A : infrastructures)
- Une augmentation des journées douces et moins de journées de grand froid qui constituent un attrait pour les skieurs (périmètre B : imaginaire, acceptabilité / valorisation du ski)

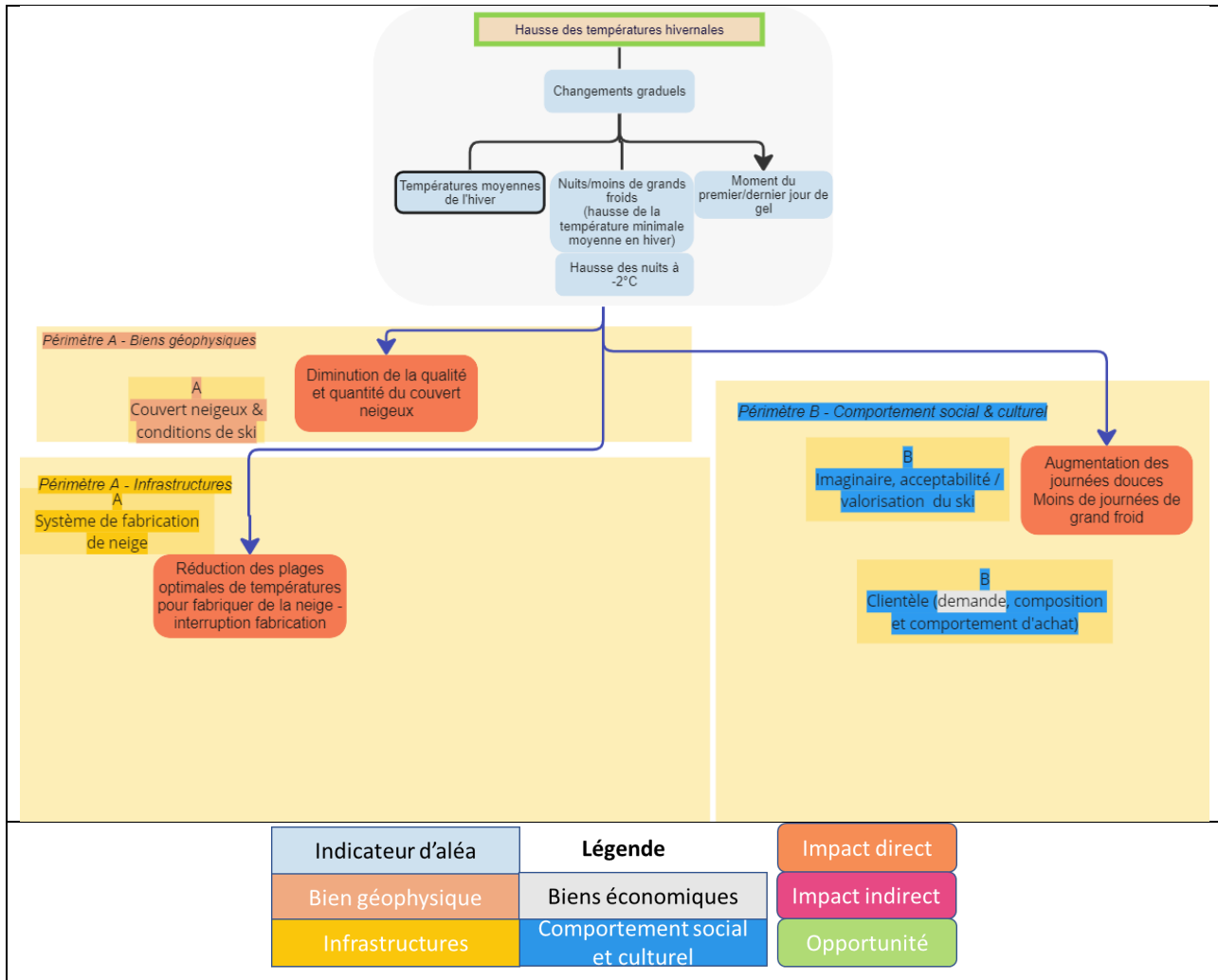


Figure 18 : Chaîne d'impacts partielle liée à la hausse des températures hivernales (impacts directs)

Ces impacts directs de l'augmentation des températures hivernales génèrent les impacts indirects suivants sur les éléments exposés du **périmètre A** :

- Infrastructures :
  - o Taille du domaine skiable diminuée
    - Resserrement du domaine skiable essentiel
      - Diminution de la diversité des pistes => Augmentation de la substitution spatiale et temporelle des visiteurs – *Comportement social et culturel (clientèle, demande, composition et comportement d'achat)*
    - Augmentation de fabrication de neige
      - Augmentation des coûts d'opérations, d'entretien et des investissements dans la station - *Biens économiques (gestion des opérations)*
- Biens économiques :
  - o Augmentation de l'entretien des pistes : temps et difficulté du damage
    - Obsolescence accélérée des équipements
      - Augmentation des coûts d'opération et des investissements dans la station

- Variabilité / diminution de la durée de la saison dans la gestion des opérations (retard de début, fin avancée) :
  - Pertes de revenus (billetterie et autres pour les stations, location, école de ski et services de restauration)
  - Gain de revenus liés à la hausse du confort des skieurs
  - Perte d'employé.es
    - ==> Augmentation de l'incertitude et précarité
  - Cette variabilité de la saison met de la pression sur les ventes et le besoin de services marketing pour assurer une certaine réputation et attractivité de la station.
- Ultiment, ces impacts causent une diminution de la rentabilité d'une station.

Les impacts indirects sur le **périmètre B** sont les suivants :

- L'augmentation de la demande de fabrication de neige pose une pression sur les services écosystémiques, notamment les ressources en eau (biens géophysiques) et sur les services Hydro-Québec (infrastructures)
- Comportement social et culturel :
  - D'une part, le resserrement du domaine skiable essentiel diminue la diversité des pistes ou de pistes spécialisées et va donc augmenter l'effet de substitution spatiale, temporelle ou de l'activité chez les skieurs, qui a pour effet une perte de revenus pour les stations, mais aussi des pertes de revenus pour la location, l'école de ski et les fournisseurs de nourriture sur place.
  - D'autre part, l'augmentation des journées douces (réduction des journées de grand froid) a un impact positif, car il améliore le confort des skieurs et donc pourrait permettre une croissance de la demande, liée à la hausse de confort et donc une hausse possible des revenus des stations.
- Biens économiques :
  - Les effets sur les coûts d'opérations et de réparation causent des investissements hâtifs qui dépendent de l'accès à l'investissement et au crédit par les stations.
  - L'augmentation des sollicitations pour réparations, entretiens et ventes constitue un impact positif pour les fournisseurs équipementiers de dameuses, remontées mécaniques, et systèmes d'enneigement.

Pour les autres impacts sur les périmètres B et C : se référer à la description de la chaîne d'impacts : "pluie hivernale" et à la chaîne d'impacts complète pour l'aléa "hausse des températures moyennes hivernales", présentée en Annexe XI.



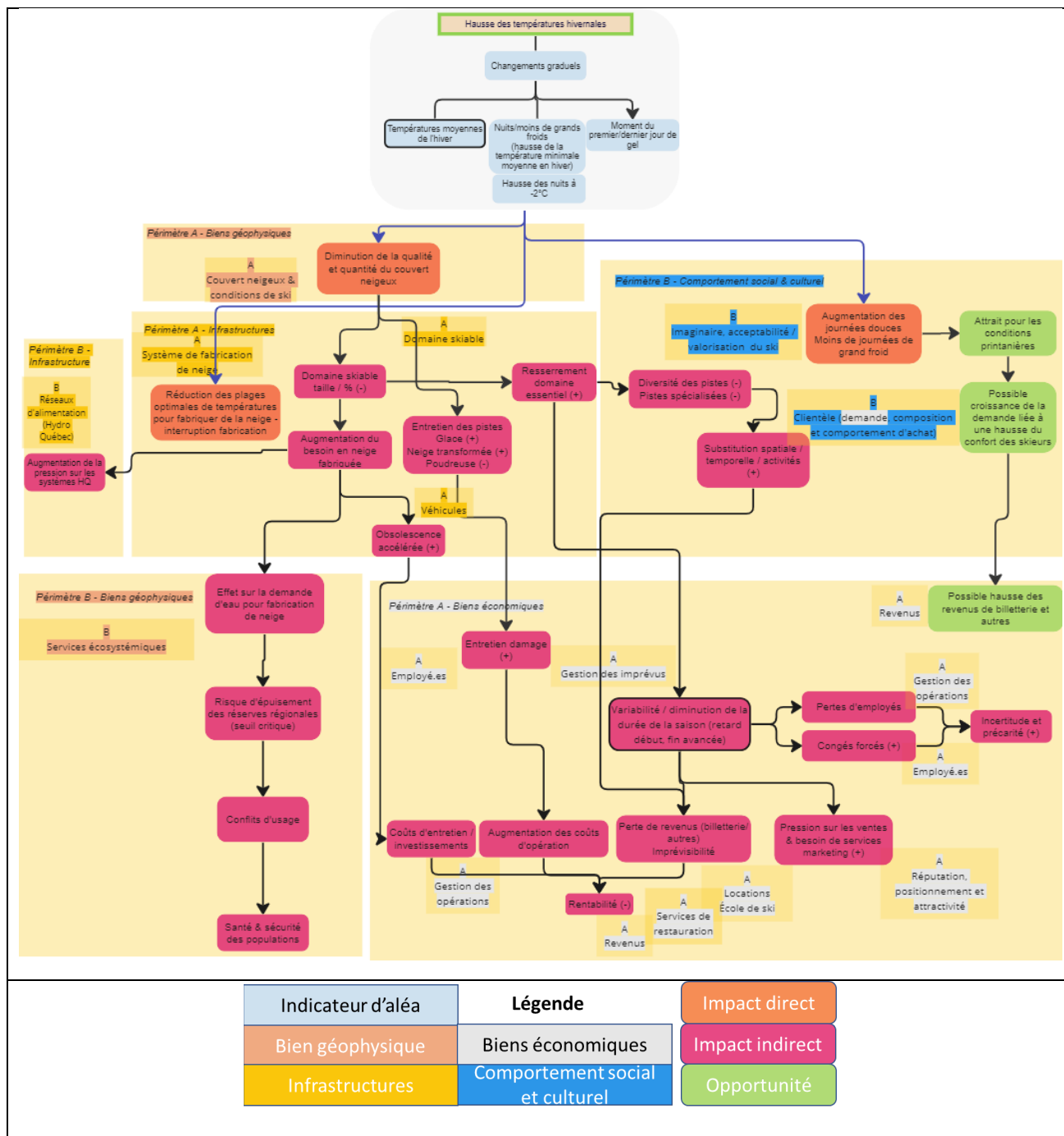


Figure 19 : Chaîne d'impacts partielle liée à la hausse des températures hivernales (impacts directs, impacts indirects périmètre A, B)

Les chaînes d'impacts permettent d'identifier la trajectoire de **risques** liés à l'augmentation des températures hivernales.



## Risques liés à l'augmentation des températures hivernales

Impacts directs	<p style="text-align: center;">Diminution de la qualité et quantité du couvert neigeux</p> <p style="text-align: center;">Réduction des plages optimales de températures pour fabriquer de la neige - interruption fabrication</p> <p style="text-align: center;">Augmentation des journées douces, Moins de journées de grand froid</p>		
Risques identifiés	Social	Économique	Environnemental
Périmètre A	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sécurité des skieurs et des travailleurs</li> <li>- Pertes d'employés</li> <li>- dégradation des conditions d'emploi</li> <li>- Instabilité de l'emploi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diminution de la rentabilité des stations (Pertes de revenus de locations, école de ski et services de restauration; hausse des coûts d'entretien, d'investissement, coûts d'opération)</li> <li>- Diminution de la durée de la saison</li> <li>- Dommages aux infrastructures et obsolescence accélérée</li> <li>- Opportunité : Possible hausse des revenus des stations grâce à la hausse des journées moins froides et + confortables pour les skieurs</li> </ul>	
Périmètre B	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Substitutions temporelles et spatiales des visiteurs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hausse du besoin de financement / crédit</li> <li>- Augmentation de la pression/dépendance au réseau électrique</li> <li>- Opportunité pour les fournisseurs de matériel d'entretien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- risque d'épuisement des réserves régionales en eau et de conflit d'usage</li> </ul>
Périmètre C	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réduction de l'accès aux sports de glisse</li> <li>- Perte d'emploi à l'échelle régionale</li> <li>- Risque de privatisation des stations / changement de partage des usages</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Perte de vitalité économique et de revenus pour les autres acteurs du secteur touristique à l'échelle régionale.</li> <li>- Augmentation des tarifs</li> <li>- Substitutions spatiales et temporelles intra et inter-régionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Croissance des exigences réglementaires sur les biens et services écosystémiques et les risques climatiques</li> </ul>

### Légende

Bien géophysique

Infrastructures

Comportement social et culturel

**Figure 20 : Identification des risques liés à l'augmentation des températures hivernales**

### VENTS VIOLENTS

Les vents violents peuvent se manifester toute l'année, la chaîne d'impacts qui suit traite des impacts des épisodes de vent violent pendant la saison de ski spécifiquement. Cependant, la plupart des impacts

énumérés pendant l'hiver sont aussi valables pour les autres saisons, à part pour ceux qui concernent la fabrication de neige.

Les impacts directs des vents violents s'étalent sur les périmètres A et B, notamment par :

- La chute d'arbres et dégradation de la végétation (éléments géophysiques)
- L'effet abrasif et glaçant pour les skieurs
- L'augmentation des dommages aux infrastructures (bâti, remontées mécaniques et autres équipements extérieurs)
- Le vent balaye la neige et diminue la quantité et la qualité du couvert de la neige au sol et donc des conditions de ski.
- L'augmentation des pannes d'électricité, due à des bris d'équipements en station ou hors station sur le réseau Hydro-Québec.

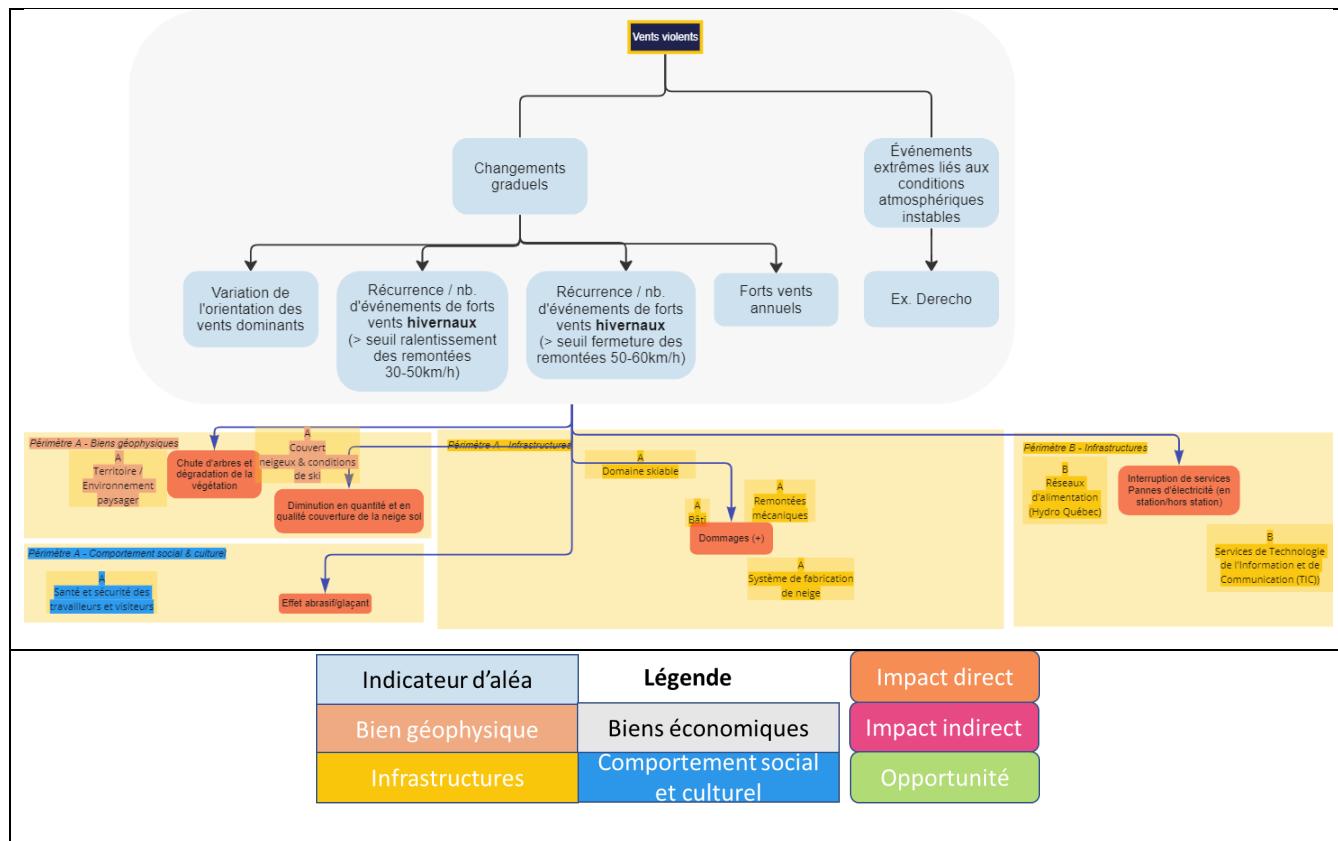


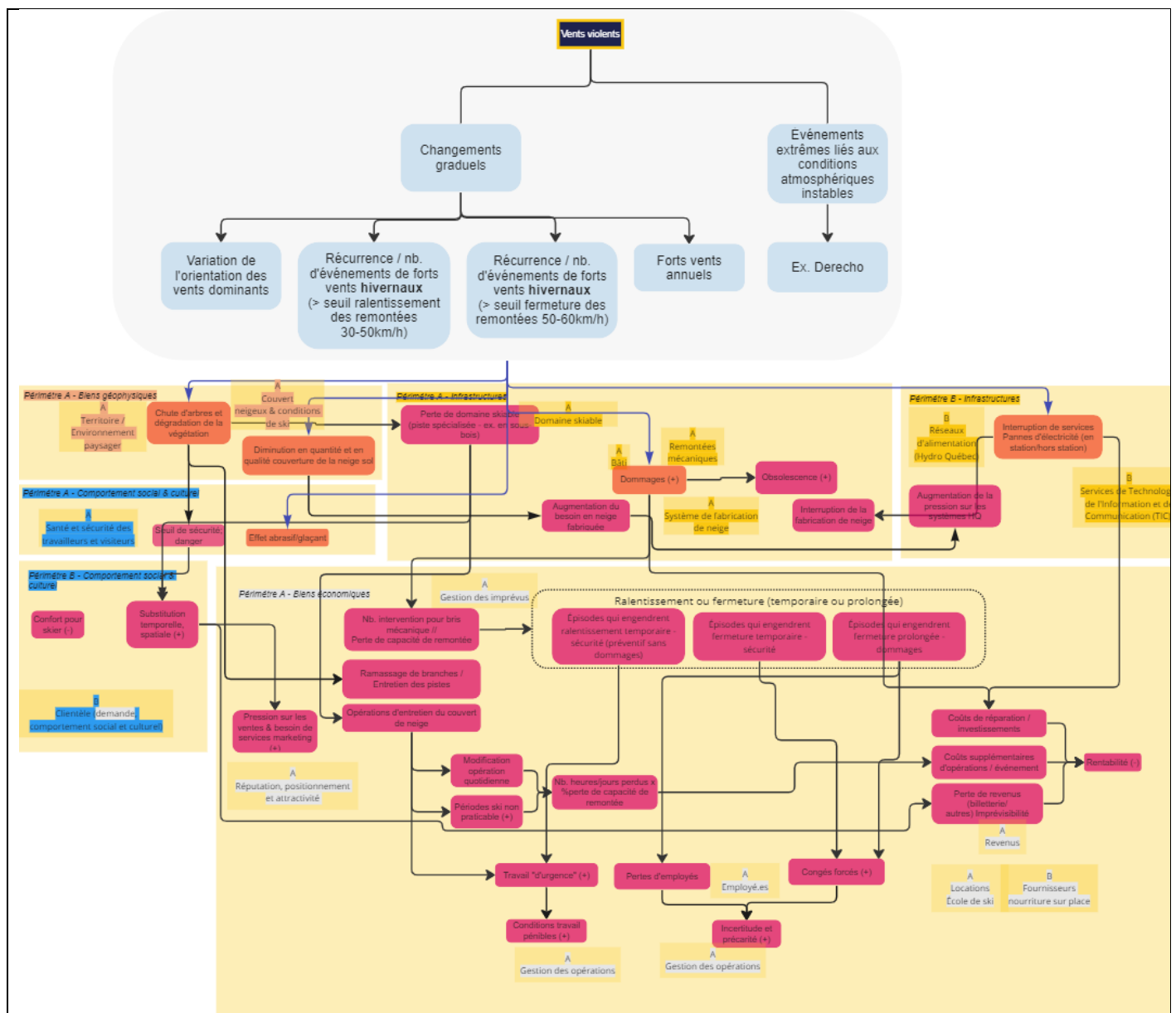
Figure 21 : Chaîne d'impacts partielle liée aux vents violents (impacts directs)

Ces impacts directs ont les conséquences suivantes dans les périmètres A et B :

- Biens économiques: gestion des imprévus
  - o Les branches d'arbres doivent être ramassées et les pistes affectées entretenues pour assurer un environnement sécuritaire aux visiteurs (*clientèle*).
  - o La quantité de neige balayée engendre un besoin d'entretien des pistes (damage) et une augmentation de la fabrication de neige.
    - Coûts supplémentaires d'opération
  - o Les infrastructures endommagées engendrent des coûts de réparation ou des investissements dans des installations neuves et plus résilientes aux vents violents
  - o Trois types de changements d'opérations peuvent avoir lieu selon la vitesse des vents violents:
    - Un ralentissement des activités, préventif sans dommage
      - Travail d'urgence
    - Une fermeture temporaire par sécurité

- Pertes potentielles d'employés
- Congés "forcés"
- Une fermeture prolongée pour cause de dommages importants
  - Congés "forcés"
- Comportement social et culturel
  - Dans le cas où le seuil sécuritaire pour utiliser les remontées serait atteint (seuil de fermeture des remontées causée par des vents entre 50 et 60 km/h), il est trop dangereux pour les skieurs et ceux-ci se tournent vers la substitution temporelle ou spatiale.
- Infrastructures
  - Les pannes d'électricité interrompent la fabrication de neige s'il y a lieu, ce qui ralentit l'enneigement en début de saison par exemple.

Ultimement, ces impacts causent une diminution de la rentabilité d'une station.







Indicateur d'aléa	<b>Légende</b>	Impact direct
Bien géophysique	Biens économiques	Impact indirect
Infrastructures	Comportement social et culturel	Opportunité

**Figure 22 : Chaîne d'impacts partielle liée aux vents violents (impacts directs, impacts indirects, périmètre A, B)**

Pour les autres impacts sur les périmètres B et C : se référer à la description de la chaîne d'impacts : "pluie hivernale" et à la chaîne d'impacts complète pour l'aléa "vents violents", présentée en Annexe XI.

Les chaînes d'impacts permettent d'identifier la trajectoire de **risques** liés aux vents violents.

 Risques liés aux vents violents

Impacts directs	<p>Chute d'arbres et dégradation de la végétation</p> <p>Diminution la quantité et la qualité du couvert de la neige sol et donc des conditions de ski.</p> <p>Effet abrasif et glaçant pour les skieurs</p> <p>Augmentation des dommages aux infrastructures</p> <p>Augmentation des pannes d'électricité</p>		
Risques identifiés	Social	Économique	Environnemental
 Périmètre A	<ul style="list-style-type: none"> <li>- sécurité des skieurs et des travailleurs</li> <li>- dégradation des conditions d'emploi</li> <li>- Instabilité de l'emploi</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Diminution de la rentabilité des stations (Pertes de revenus de locations, école de ski et services de restauration; hausse des coûts d'entretien, d'investissement, coûts d'opération)</li> <li>- Dommages aux infrastructures et obsolescence accélérée</li> </ul>	
 Périmètre B	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Substitutions temporelles et spatiales des visiteurs</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Hausse du besoin de financement / crédit</li> <li>- Augmentation de la pression/dépendance au réseau électrique</li> <li>- Opportunité pour les fournisseurs de matériel d'entretien</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- risque d'épuisement des réserves régionales en eau et de conflit d'usage</li> </ul>
 Périmètre C	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réduction de l'accès aux sports de glisse</li> <li>- Perte d'emploi à l'échelle régionale</li> <li>- Risque de privatisation des stations / changement de partage des usages</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Augmentation des réclamations aux assurances</li> <li>- Perte de vitalité économique et de revenus pour les autres acteurs du secteur touristique à l'échelle régionale.</li> <li>- Augmentation des tarifs</li> <li>- Substitutions spatiales et temporelles intra et inter-régionales</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Croissance des exigences réglementaires sur les biens et services écosystémiques et les risques climatiques</li> </ul>

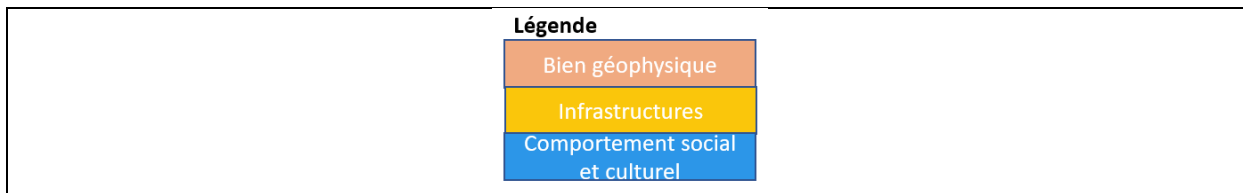


Figure 23 : Identification des risques liés aux vents violents

**AUTRES ALEAS (HORS-SAISON SKI)**

Les chaînes d'impacts pour ces aléas moins prioritaires ou à plus faible maturité des connaissances ont été traitées de manière simplifiée.

**FEU DE FORET**

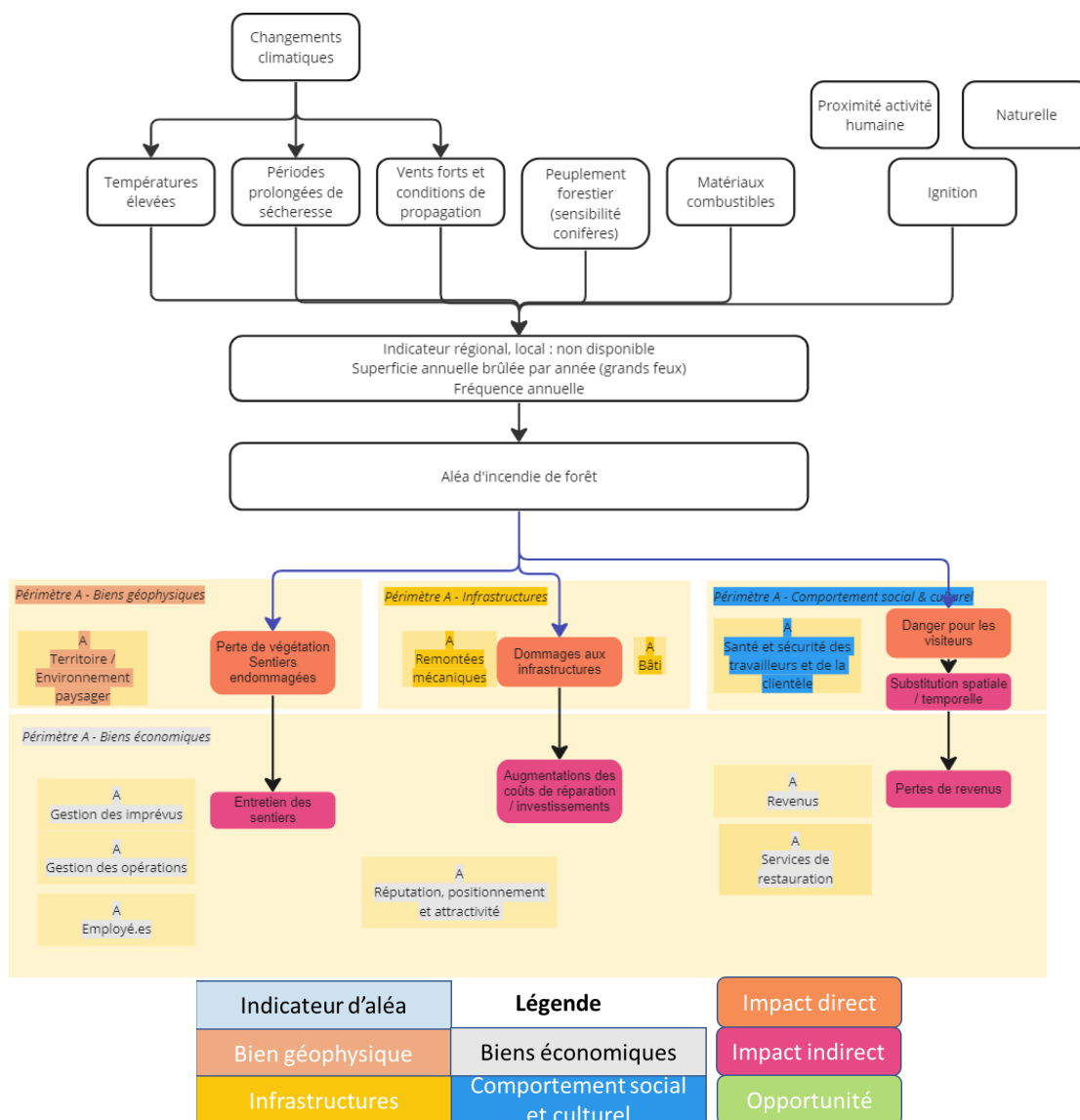


Figure 24 : Chaîne d'impacts préliminaire pour l'aléa feu de forêt (impacts directs et indirects)

## GLISSEMENT DE TERRAIN

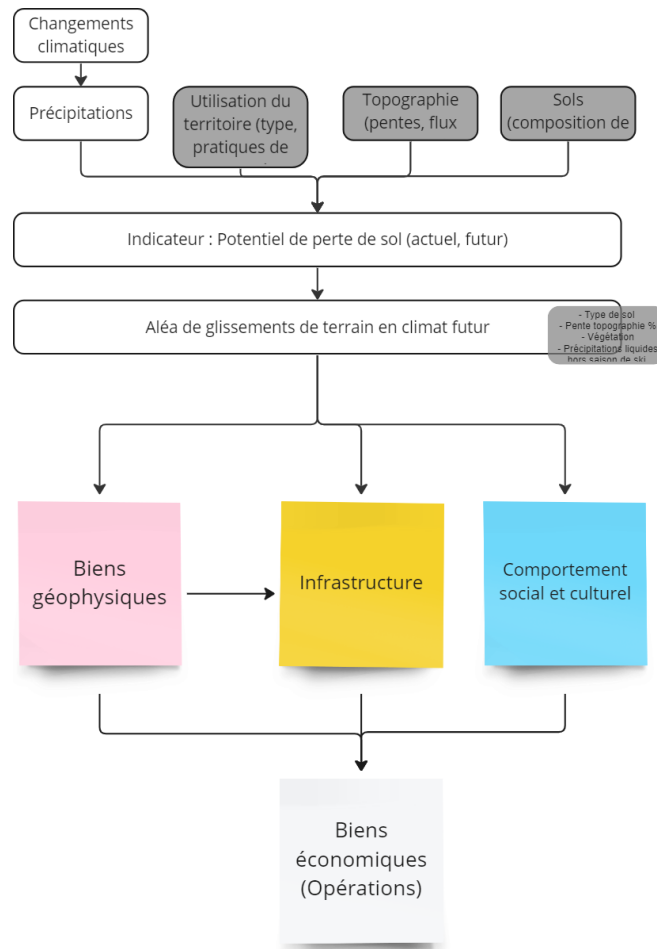


Figure 25 : Chaîne d'impacts conceptuelle pour l'aléa glissement de terrain

## SECHERESSE HYDROLOGIQUE

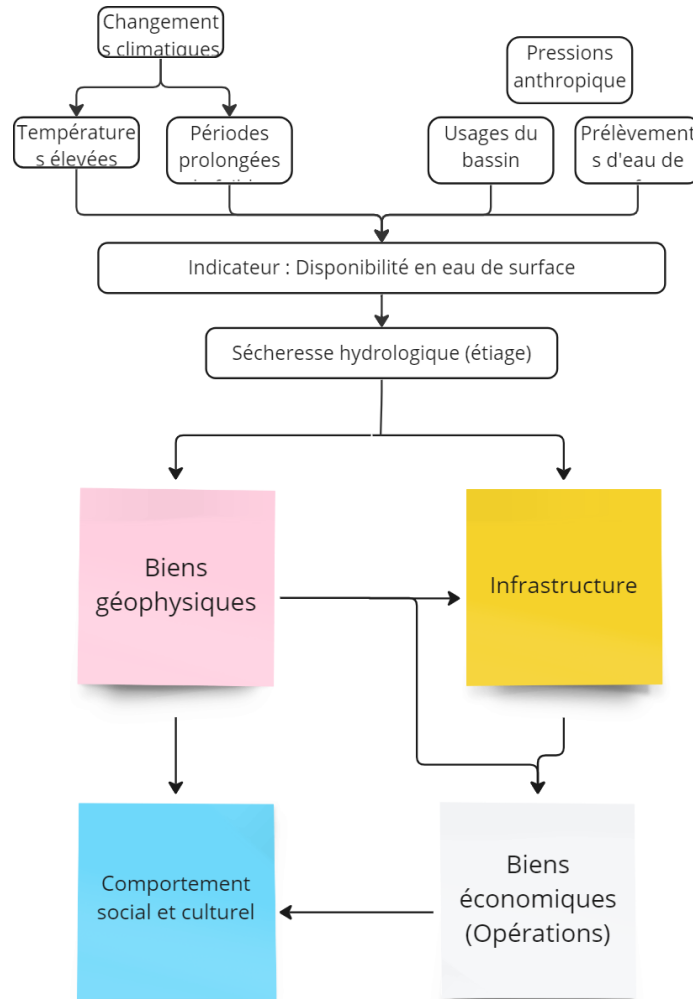


Figure 26 : Chaîne d'impacts conceptuelle pour l'aléa sécheresse



## CRUE ET FORTE PLUIE

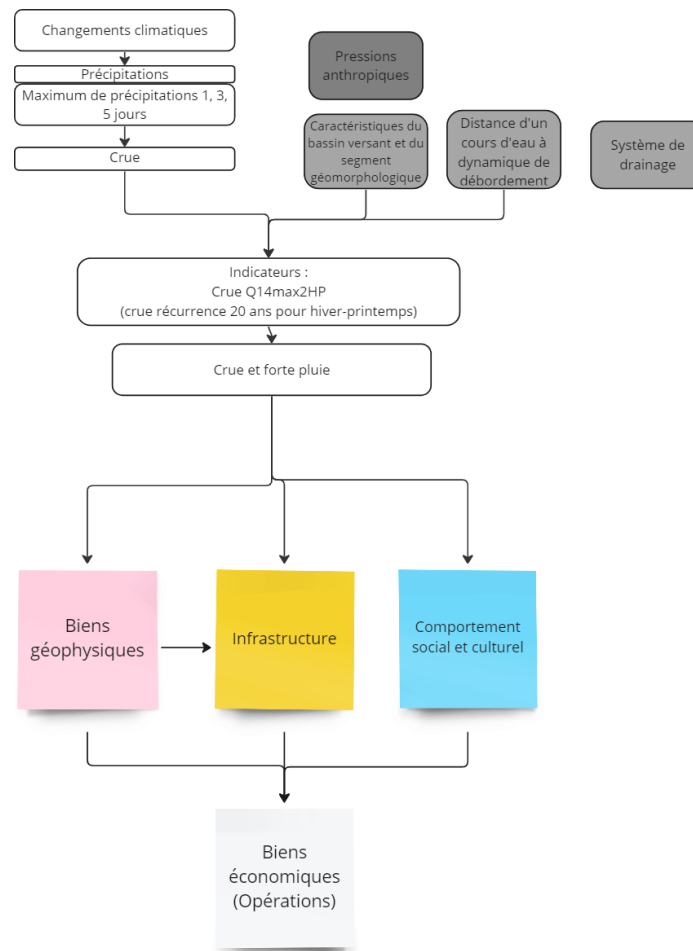
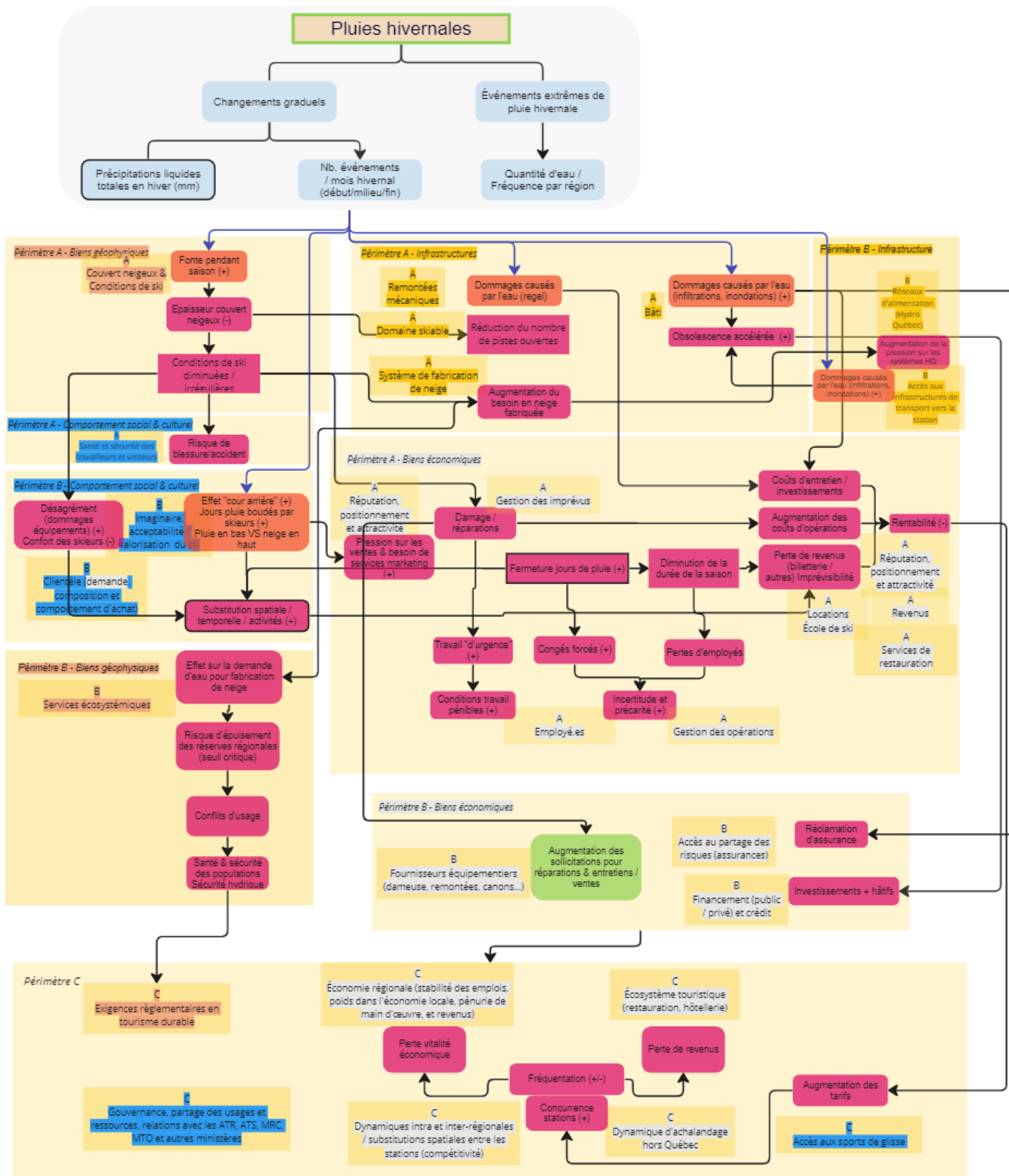
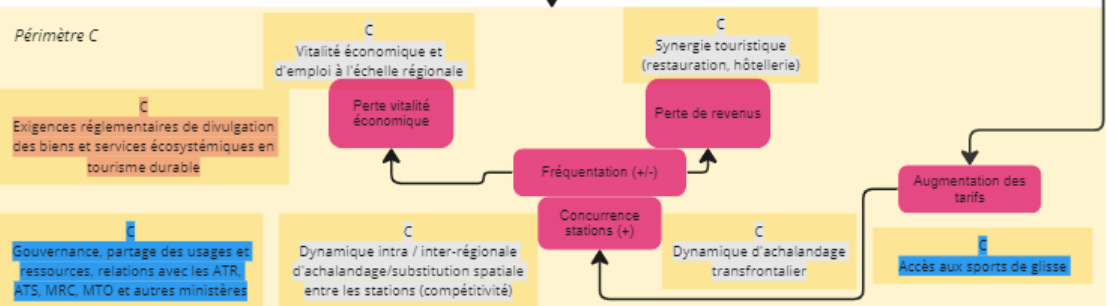
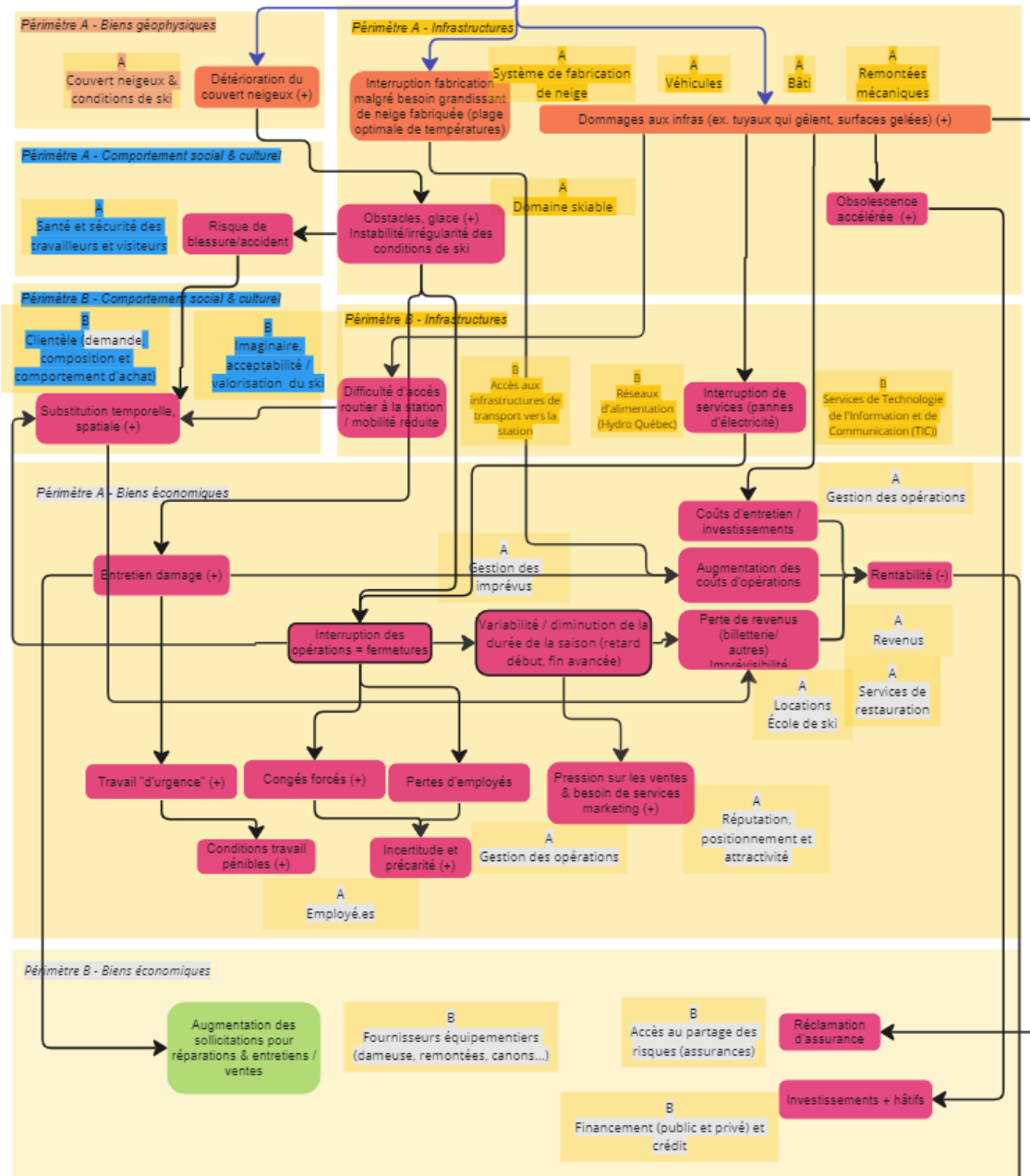
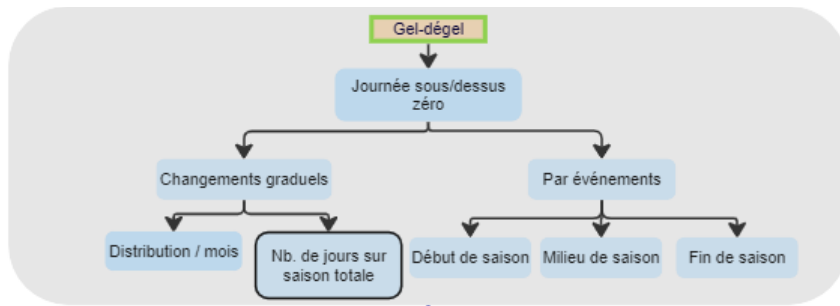
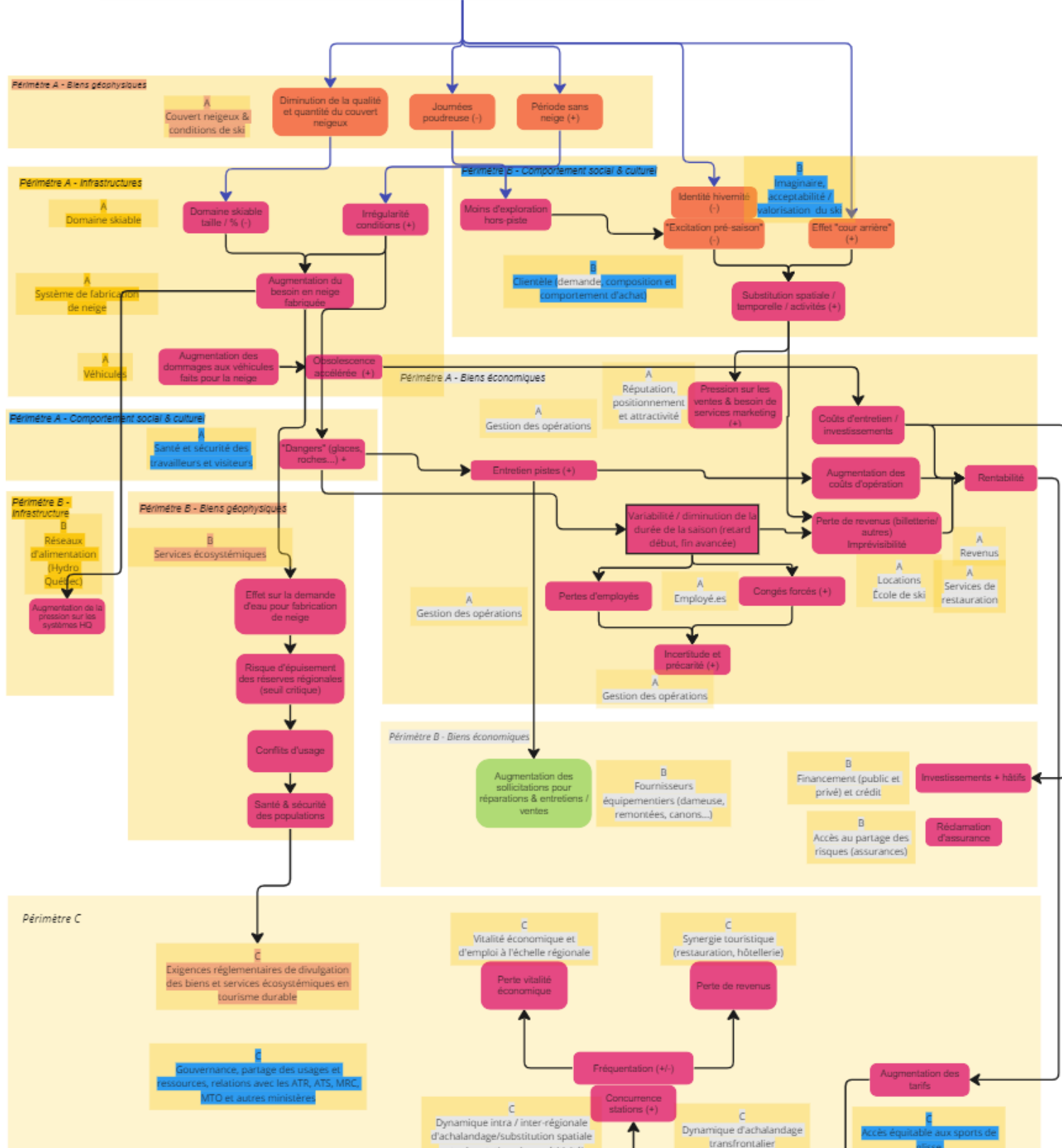
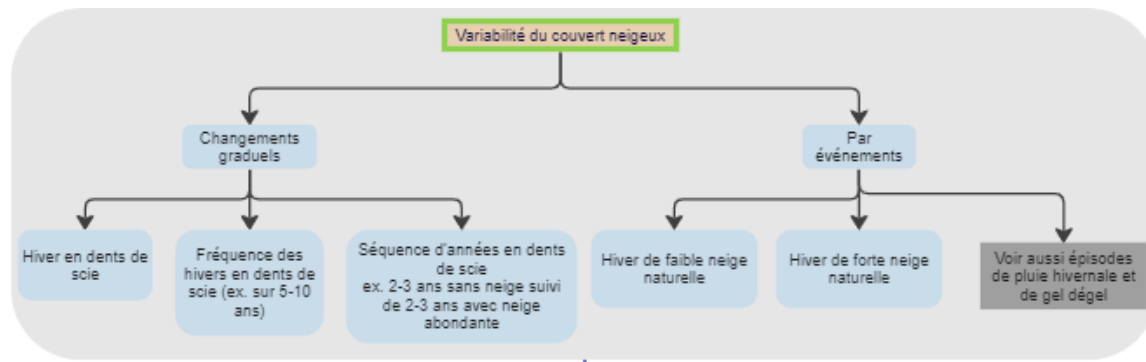


Figure 27 : Chaîne d'impacts conceptuelle pour l'aléa forte pluie

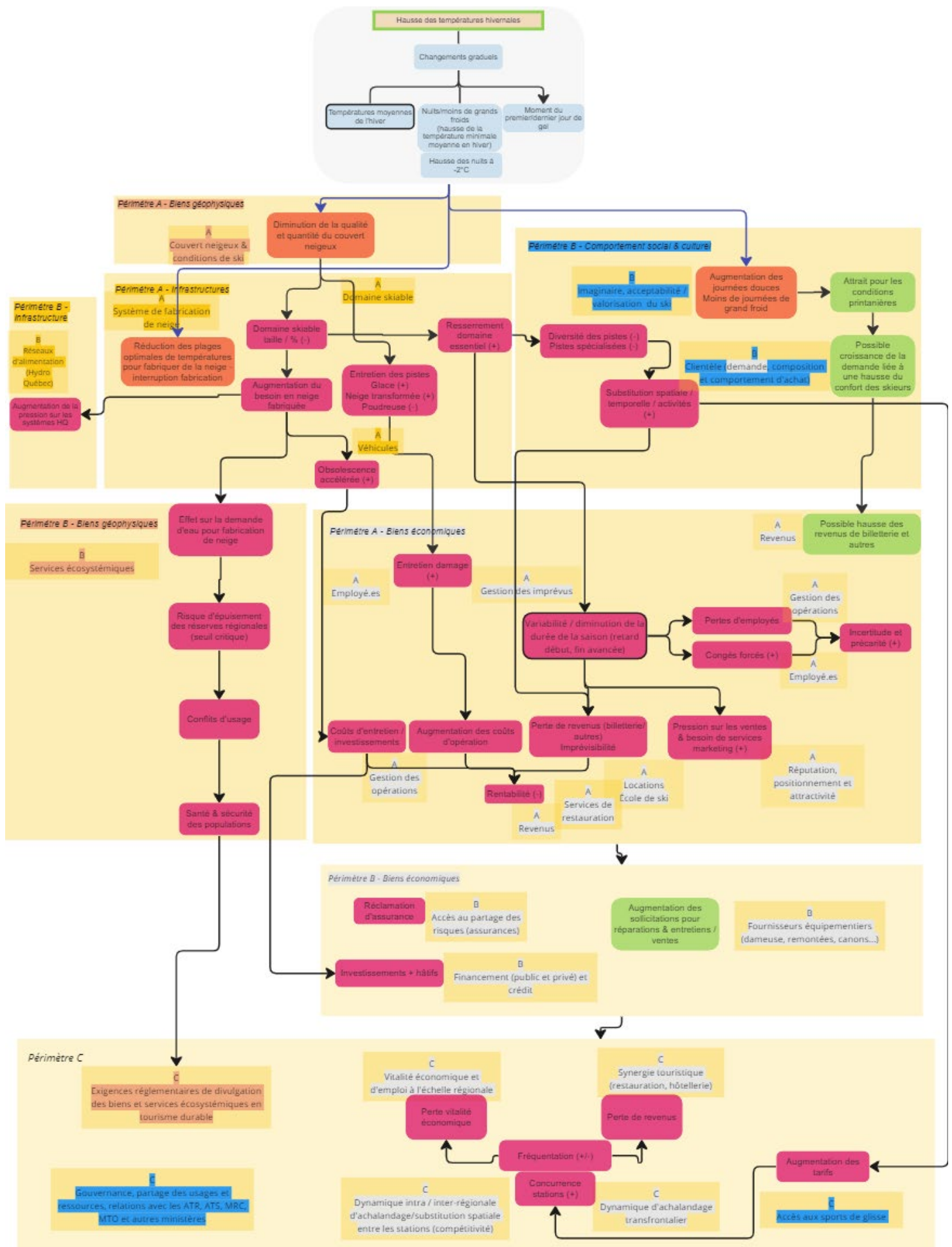
# **ANNEXE XII. CHAÎNES D'IMPACTS COMPLÈTES POUR LES ALÉAS HIVERNAUX**

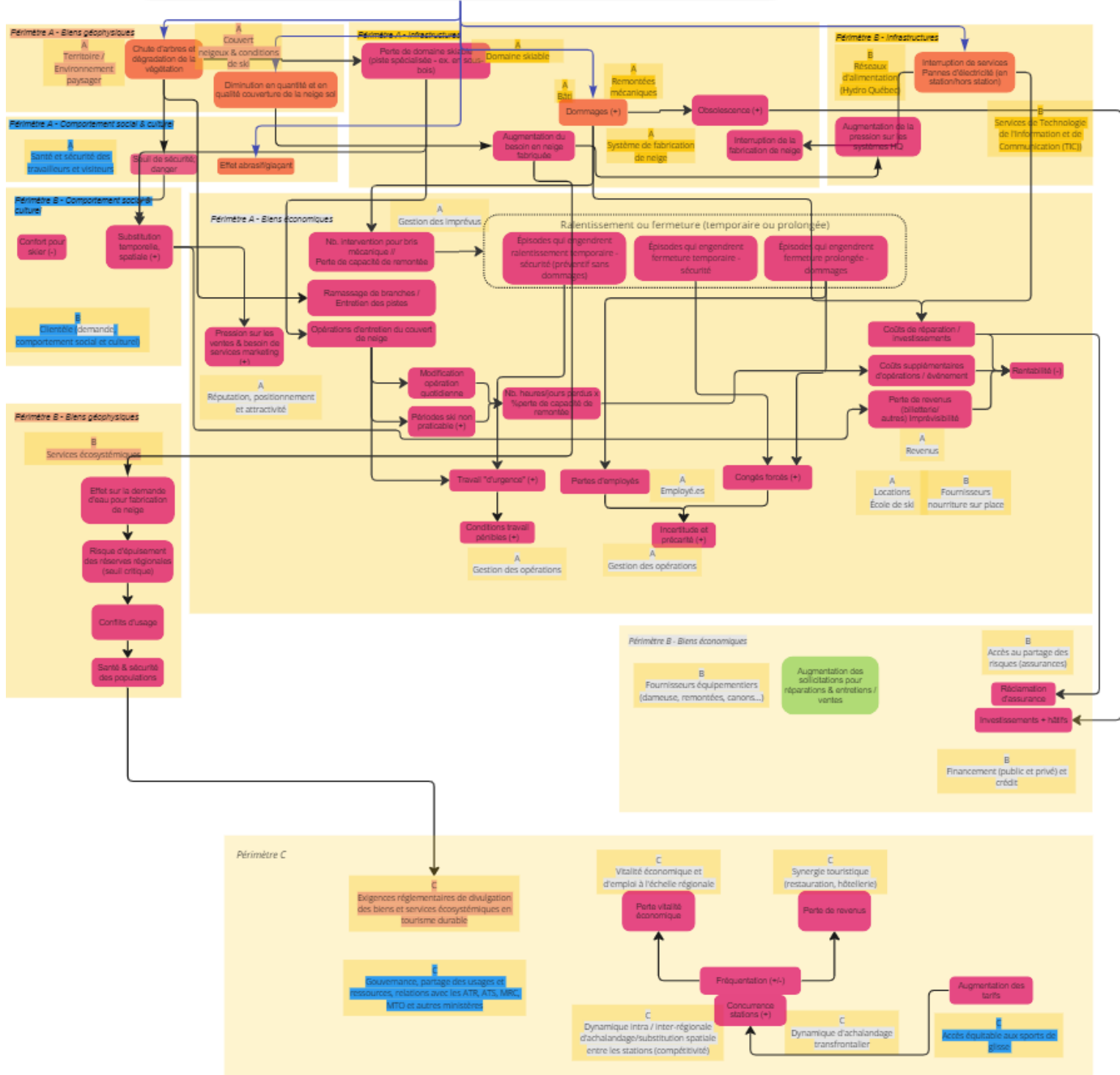
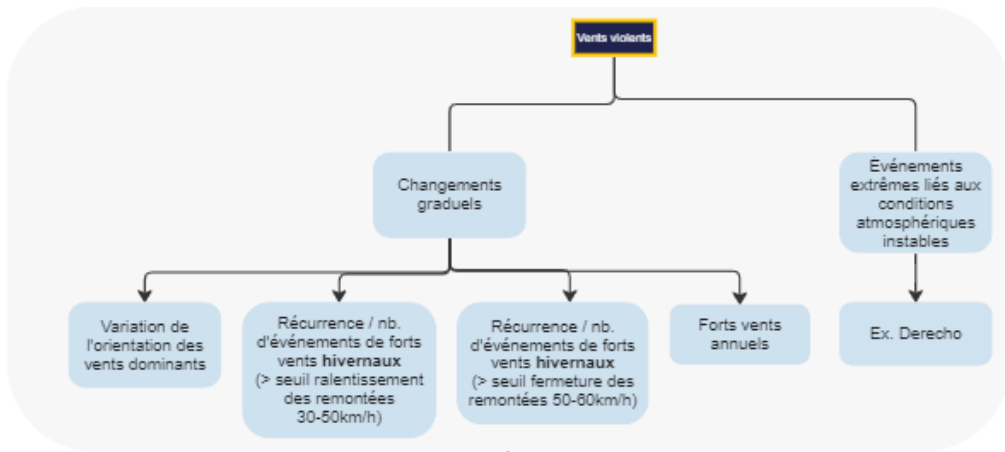














# ANNEXE XIII. IMPACT DU TAUX D'ACTUALISATION SUR LES INVESTISSEMENTS

Les analyses avantages-coûts (ou coûts-bénéfices) présentent généralement plusieurs scénarios auxquels sont attribués une « valeur présente nette », qui correspond aux avantages moins les coûts, et auxquelles on attribue un taux d'actualisation. L'emploi d'un taux d'actualisation permet de rendre compte de la préférence des individus pour le présent, comparativement au futur. Ainsi, un dollar en 2050 sera moins valorisé qu'un dollar aujourd'hui.

Le Guide d'analyse coûts-avantages du Secrétariat du Conseil du trésor recommande un taux d'actualisation social de 2,85 % pour les analyses liées à l'environnement à la santé (SCT 2023), alors que la Mise à jour technique des estimations du coût social du carbone par Environnement et Changement climatique Canada présente des taux d'actualisation de 2,5 %, 3 % et 5 %. Le choix d'un taux d'actualisation comporte certes une part de subjectivité, avec certains auteurs recommandant des taux plus décroissants (Nesticò et Maselli, 2020).

Le taux d'actualisation influe de façon importante sur l'évaluation des investissements cumulés des stations de ski à prévoir pour la période 2021-2100. Par exemple, pour le scénario d'émissions moyennes (SSP2-4.5), un taux d'actualisation de 1,5 % équivaut à des investissements de 3,4 milliards \$, alors qu'un taux de 2,5 % correspond à des investissements de 2,4 milliards \$. Dans le cas du scénario d'émissions élevées (SSP3-7.0), le choix du taux d'actualisation fait varier les investissements cumulés de 2,9 milliards \$ à 4,3 milliards \$ (Figure 28).

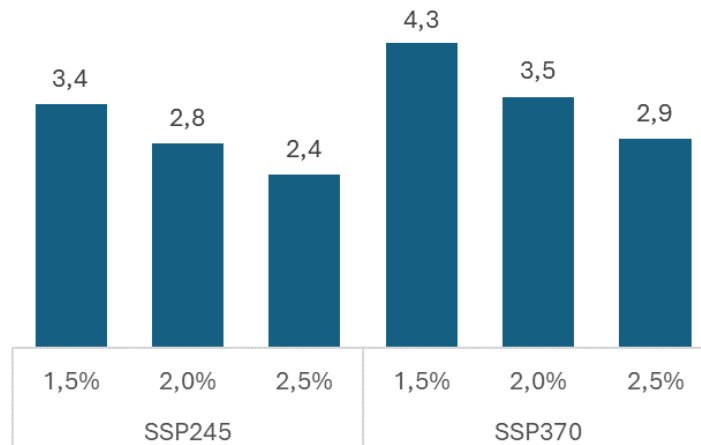
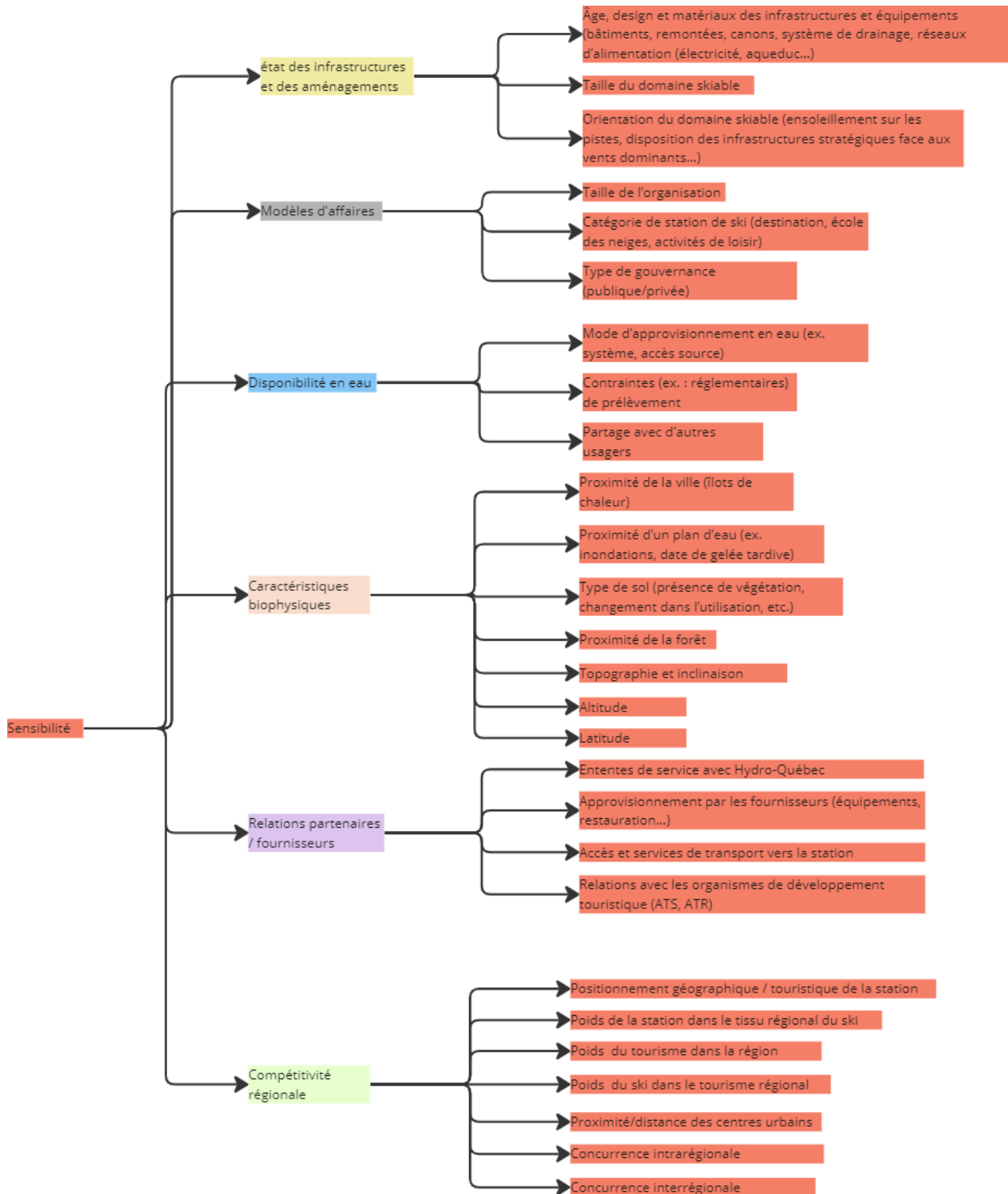


Figure 28 : Investissements des stations de ski cumulés et actualisés selon trois taux d'actualisation, 2021-2100 (G\$ 2022)

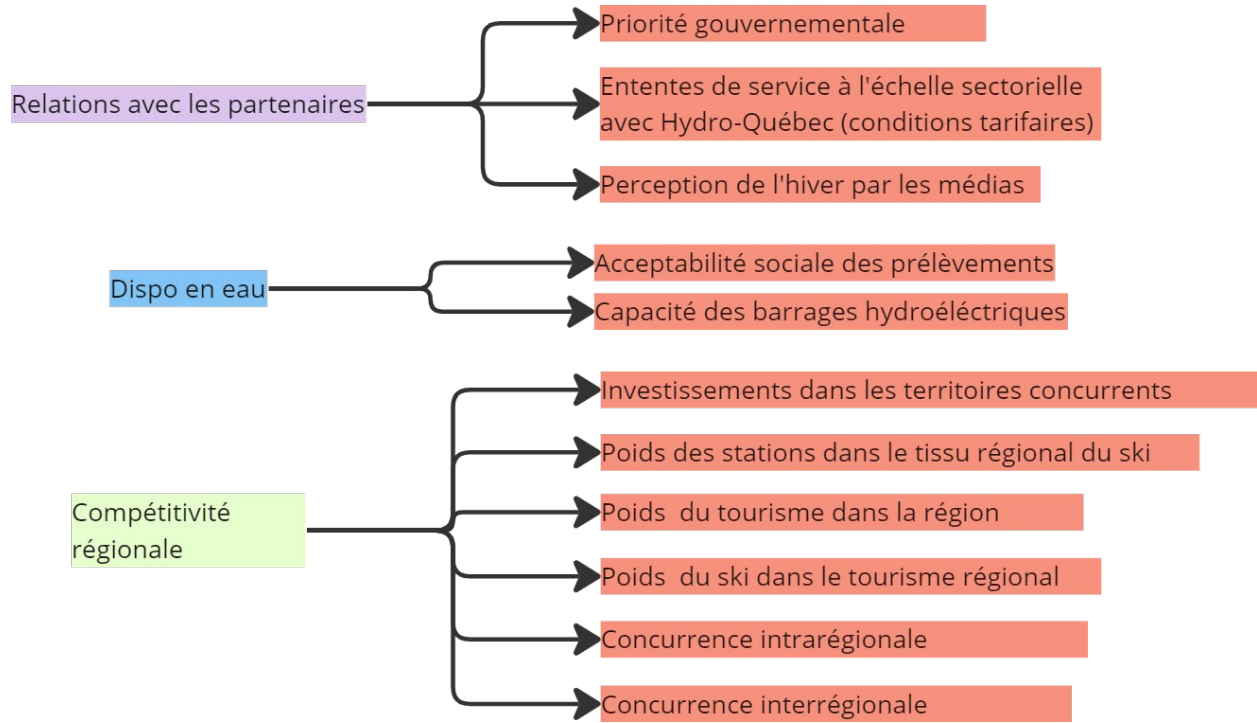
# **ANNEXE XIV. FACTEURS DE SENSIBILITÉ ET DE CAPACITÉ D'ADAPTATION – FRÉQUENCE DE CODAGE**

Composante vulnérabilité	Facteurs de vulnérabilité	Indicateurs	Fréquence codage	
Sensibilité	Partenaires	- Bénévoles	3	
		- Relations avec des institutions financières et partenaires financiers	11	
		- Disponibilité des fournisseurs (dameuse, remontées, canons)	20	
		- Disponibilité fournisseurs (restauration et services connexes)	19	
		- Hydro-Québec	36	
		- Relations avec instances sectorielles ATR, MTO, MRC, etc.	49	
		Total partenaires	138	
		Disponibilité en eau	- Épisodes d'étiage	4
			- Contrainte régionale de prélèvement	10
			- Mode d'approvisionnement en eau (disponibilité suffisante, système (lac, rivière etc.)	34
	- Acceptabilité sociale des prélèvements hydriques		12	
	Total disponibilité en eau		60	
	Modèle d'affaires	- Taille de la station	25	
		- Type de gouvernance	42	
		- Modèle d'affaires (destination, école des neiges, service de loisirs)	22	
		Total modèles d'affaires	89	
	Compétitivité régionale	- Région (touristique et écomontagnaise)	48	
		- Poids du tourisme dans la région	27	
		- Poids du ski dans le tourisme régional	56	
		- Compétition intrarégionale	39	
		- Compétition interrégionale	37	
	Total compétitivité régionale	207		
	Aménagements & infrastructures	- Taille du domaine skiable	15	
		- Orientation du domaine skiable	13	
		- Altitude	9	
		- Pistes qui nécessitent plus d'enneigement dû aux conditions géophysiques	6	
		- Interface remontées mécaniques/vents dominants	7	
		- Parc ou mesures de conservation	2	
		- Latitude	3	
		- Proximité/distance des centres urbains	9	
Total aménagements & infrastructures		64		
Facteurs biophysiques		- Importance des aléas observés par le passé	2	
	- Proximité de cours d'eau sujet aux inondations ou débordements	1		
	- Plan d'eau - date de gelée	10		
	- Proximité de la forêt	11		
	- Proximité de la ville	6		
	- Type de sol	0		
	- Pentés / topographie	12		
	- Changement dans l'utilisation des sols	0		
	Total facteurs biophysiques	42		
	Infrastructures	- Système de drainage	6	
- Bâtiments, ex. étanchéité, isolation, rénovations		8		
- Âge et entretien des infrastructures et équipements (remontées, canons...)		21		
Total infrastructures		35		
Capacité d'adaptation	Financière	Financement	61	
		- Capital disponible pour l'adaptation et la diversification	43	
		- Créativité budgétaire	36	
		- Subventions disponibles et/ou obtenues	57	
		- Polices d'assurance, assurance risque	15	
	Total capacité financière	212		
	Technique	- Capacité d'entretien	40	
		- Équipement	67	
		- Agilité opérationnelle	31	
		- Capacité technique d'enneigement	137	
		- Redondance d'approvisionnement électrique	0	
		- Conservation de réserves de neige	7	
		- Réseaux d'alimentation fiables et performant (Hydro-Québec, aqueduc)	24	
		- Technologies de l'information et communication	13	
		- Mobilité et services de transport vers la station	26	
		Capacité à anticiper les variations de la météo	21	
	Total capacité technique	366		
	Organisationnelle	- Connaissance et formation	18	
		- Adoption de pratiques de résilience	19	
		- Planification active de l'adaptation (ex. plans)	96	
		- Présence et performance d'activités hors-ski	157	
		- Sources de revenus ski	64	
		- Stratégies de regroupement/consolidation (rachat de stations, mise en commun de ressources)	40	
		- Ressources humaines disponibles et aptes à mettre en œuvre les capacités d'adaptation	73	
		- Communication avec la clientèle	48	
		- Marketing mobilisé envers l'adaptation	31	
		- Développement durable	57	
	- Coopération avec d'autres stations	61		
	- Contribution sociale ou santé	27		
	Total adaptation organisationnelle	691		
Écosystème	- Entretien préventifs (ex. gestion sylvoicole)	7		
	- Connaissances sur les services écosystémiques	17		
	- Aménagement paysager	7		
	- Amélioration drainage	6		
	Total adaptation écosystème	37		

## Facteurs de sensibilité à l'échelle des stations



## Facteurs de sensibilité à l'échelle du secteur



## Facteurs de capacité d'adaptation à l'échelle des stations







550 SHERBROOKE OUEST, TOUR OUEST, 19<sup>e</sup> ÉTAGE, MONTRÉAL, QC, CANADA, H3A 1B9 | TÉLÉPHONE 514 282.6464 | TÉLÉCOPIEUR 514 282.7131 | [WWW.OURANOS.CA](http://WWW.OURANOS.CA)