

## **Rapport de recherche (version finale)**

### **Éléments pour un référentiel d'évaluation en adaptation aux changements climatiques : Le cas de l'ICAR-Québec**

**Présenté au  
Consortium Ouranos**

par

**Direction scientifique :  
Michel Crowley Ph.D.  
Richard Marceau Ph.D.  
Nathalie Risse Ph.D.**

**Rédaction :  
Johann Jacob M.A.P.  
Kaddour Mehiriz Ph.D. (c)**

**Coordination :  
Moktar Lamari Ph.D.  
Directeur du CREXE**

**28 Mars 2012**

Ce projet a été réalisé en partenariat avec Ressources naturelles Canada.



Ressources naturelles  
Canada

Natural Resources  
Canada

Canada

**Rapport de recherche  
(version finale)**

**Éléments  
pour un référentiel d'évaluation  
en adaptation aux changements climatiques :  
Le cas de l'ICAR-Québec**



---

## AVANT-PROPOS

---

Dans le cadre du volet québécois de l'Initiative de collaboration pour l'adaptation régionale (ICAR-Québec), le Consortium Ouranos a accordé une subvention au Centre de recherche et d'expertise en évaluation (CREXE) de l'École nationale d'administration publique (ENAP) pour un projet de recherche dont le titre original était « Développement d'indicateurs pour l'évaluation de la planification relative à l'adaptation aux changements climatiques (ACC) ».

Les discussions lors de la réunion du Comité de suivi du projet à Québec le 12 septembre 2011 nous ont amené à préciser la portée du projet en termes d'une proposition de référentiel en matière d'évaluation en ACC qui simplifierait l'organisation des connaissances en la matière. Un tel référentiel présenterait l'ensemble des éléments à considérer pour l'évaluation de la planification de l'adaptation. Il consisterait, d'une part, à modéliser la problématique de l'ACC et, d'autre part, à recenser les nombreux indicateurs dans la littérature et à les situer par rapport à cette problématique.

Ce travail s'appuie d'abord sur une bonne compréhension des variables qui ont une influence sur les processus de planification conduisant à la définition et la mise en œuvre des mesures d'ACC. Ensuite, à partir d'une recension des écrits tant en ACC que dans le domaine de l'évaluation, nous proposons un certain nombre d'indicateurs généraux de performance en ACC permettant d'évaluer les processus qui mènent à l'identification, la planification et à la mise en œuvre de mesures d'adaptation.

Le projet se penche ensuite sur deux secteurs d'activité de l'ICAR-Québec (les forêts et l'environnement bâti dans le Sud du Québec) en vue d'illustrer comment ces indicateurs pourraient être utilisés dans des contextes d'intervention spécifiques de l'ICAR-Québec.

La poursuite des travaux amorcés ici, notamment par une validation empirique des indicateurs proposés, pourra mener au développement d'indicateurs opérationnels que les acteurs concernés par l'ACC pourront utiliser dans l'exercice de leur mandat.



---

## SOMMAIRE

---

Comme plusieurs décennies seront parfois nécessaires avant de déterminer si les choix effectués en matière d'ACC s'en vont dans la bonne direction, le Consortium Ouranos a demandé au CREXE de réfléchir à la manière de développer des indicateurs rendant compte du développement d'une capacité d'ACC. Le présent document propose donc i) un référentiel en matière d'évaluation de l'ACC dans le contexte de l'ICAR-Québec, ii) et deux exemples d'applications de ce référentiel dans des secteurs spécifiques d'intervention de l'ICAR-Québec : les forêts et l'environnement bâti dans le Sud du Québec.

De manière à développer des indicateurs situés davantage en amont pour le suivi et l'évaluation des effets à court terme de l'ACC, il apparaissait essentiel d'identifier la chaîne causale complexe des phénomènes qui se produisent entre les interventions actuellement mises en œuvre en adaptation et leurs effets ultimes en ACC. Cette conceptualisation des effets ultimes et l'identification des cibles d'interventions directes et intermédiaires à considérer pour une première appréciation de la performance des interventions en ACC dans le cadre de l'ICAR-Québec ont été effectuées en élaborant deux modèles : le modèle de problématique et le modèle logique. Le modèle de problématique se veut une schématisation des symptômes de la problématique sociale que l'on cherche à résoudre et de leurs causes (dans ce cas-ci, la problématique de l'ACC). Quant au modèle logique, il établit les liens entre, d'une part, la raison d'être des interventions en ACC, les cibles et objectifs d'interventions, la nature des stratégies déployées, l'ampleur des moyens dédiés, les extrants produits, les effets attendus ou obtenus sur les cibles directes d'intervention et, d'autre part, les cibles intermédiaires et ultimes en ACC. La superposition du modèle de problématique et du modèle logique a permis d'esquisser une théorie complète de l'intervention et d'identifier l'ensemble de la zone d'effets autour desquels s'organise le référentiel d'évaluation.

Le modèle de problématique de l'ACC a été développé suite à la recension et la consultation d'écrits provenant des bases de données documentaires ainsi que des bibliothèques virtuelles d'institutions nationales et internationales impliquées dans la lutte aux CC. Les modèles logiques ont été élaborés en consultant la documentation concernant les interventions en matière d'ACC entreprises dans le cadre d'ICAR-Québec, ainsi que certains écrits scientifiques sur les CC dans les contextes de la foresterie et de l'environnement bâti dans le Sud du Québec. Le volet indicateur a d'abord été amorcé par une recension des principaux cadres existants d'évaluation de l'ACC, ainsi que des écrits scientifiques consacrés à cette question. Enfin, les indicateurs répertoriés ont été systématiquement analysés et classés.

En rendant compte de la problématique associée au développement d'une intervention publique en matière d'ACC, le modèle de problématique s'intéresse au processus décisionnel menant à l'adoption d'une mesure d'ACC. Il a permis d'identifier les composantes essentielles autour desquelles des indicateurs d'effets de la planification en matière d'ACC ont été développés :

- L'évaluation de la vulnérabilité du système écologique et social,
- L'évaluation, notamment en termes de coûts et de rendement, des options et solutions d'adaptation,

- La décision d'adopter une mesure d'ACC en fonction de critères et déterminants retenus (considérations politiques, considérations d'efficience et d'équité),
- Les effets de la mesure d'ACC sur la vulnérabilité du système,
- Les effets en termes de bien-être collectif.

Le modèle a également permis d'identifier les principaux déterminants de la prise de décision d'un acteur confronté à l'adoption d'une mesure d'adaptation : ressources et expertise organisationnelles, incitatifs et contraintes du cadre institutionnel, pression du contexte politique et social, progrès des connaissances scientifiques.

Notre modèle ne nie pas la contribution de modèles d'impacts existants dans des secteurs confrontés aux changements climatiques (CC) et qui tentent rigoureusement de rassembler des indicateurs pour simuler le comportement d'une ressource face aux perturbations climatiques (par exemple, en matière d'écoulement des eaux, d'érosion des berges, d'écosystèmes terrestres, etc.). Notre modèle se situe à un autre niveau, celui du processus décisionnel vécu par les acteurs en matière d'ACC. Il ne doit donc pas être perçu comme un substitut aux modèles particuliers d'impacts sectoriels des CC.

De son côté, l'analyse menant au modèle logique de l'ICAR-Québec a permis d'identifier les points de contact entre la problématique et les stratégies (dans le cadre de l'ICAR-Québec) pour résoudre le problème de l'adaptation. Ainsi, l'ICAR-Québec cherche à agir sur cette problématique par la création de capacités chez les acteurs en adaptation, capacités en termes de connaissances et d'outils pour prendre les bonnes décisions en matière d'adaptation. Toutefois, pour profiter des produits de la recherche mis à leur disposition, ces acteurs doivent les recevoir et les utiliser, d'où l'importance de considérer la dimension du transfert et de l'utilisation des connaissances dans le référentiel d'évaluation de l'ACC. Une dernière dimension s'ajoute donc aux cinq autres mentionnées plus haut, à savoir.

- Le transfert et l'utilisation des connaissances

Les modèles de problématique et logique développés ont fait ressortir un modèle générique de prise de décision. À partir de ce modèle, nous avons pu dériver cinq indicateurs autour des composantes d'effets essentielles à considérer pour une évaluation de la planification de l'ACC dans le contexte de l'ICAR-Québec (la dimension « effets en termes de bien-être collectif » a été laissée de côté étant donné son éloignement du processus de planification de l'ACC). Ces indicateurs représentent :

- Le niveau de connaissances des acteurs de l'adaptation sur les risques et vulnérabilités et leurs impacts potentiels sur le système;
- Le niveau de connaissances des acteurs de l'adaptation quant 1) aux coûts infligés au système économique, social et environnemental si aucune mesure d'adaptation aux CC n'est implantée, ainsi que leur distribution dans le temps et leur probabilité d'occurrence; 2) aux coûts et bénéfices de la mesure d'adaptation projetée ou encore ses bénéfices nets (frais de planification, de préparation, de mise en œuvre et de suivi des mesures); 3) aux coûts résiduels des CC et au partage des coûts;
- La décision prise quant à la mesure d'ACC à adopter;

- Le niveau d'utilisation des connaissances et outils produits dans le cadre de l'ICAR-Québec;
- Le changement observé quant à l'état de la vulnérabilité du système dû à la mesure d'adaptation adoptée, et par rapport au changement global de la vulnérabilité dû à d'autres facteurs.

Bien que nos modèles (de problématique et logique) et les indicateurs qui leur sont associés possèdent une composante générique indéniable, ils sont tout à fait utilisables pour représenter les grands enjeux de problématiques spécifiques (foresterie, environnement bâti, eau, etc.). Toutefois, cette spécificité se trouve non pas au niveau des modèles, mais au niveau d'indicateurs sectoriels qui viendraient préciser certaines variables du modèle. Nous avons donc présenté, dans le dernier chapitre, comment ces cinq indicateurs génériques pourraient être appliqués aux deux secteurs particuliers mentionnés auparavant : la foresterie et l'environnement bâti dans le Sud du Québec.



## TABLE DES MATIÈRES

<b>AVANT-PROPOS</b> .....	<b>III</b>
<b>SOMMAIRE</b> .....	<b>V</b>
<b>Liste des figures et tableaux</b> .....	<b>XI</b>
<b>Liste des acronymes</b> .....	<b>XIII</b>
<b>INTRODUCTION</b> .....	<b>1</b>
<b>CHAPITRE 1 - PROBLÉMATIQUE DE L'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES</b> .....	<b>5</b>
1.1 L'adaptation aux changements climatiques .....	5
1.2 L'adoption des mesures d'adaptation aux changements climatiques.....	6
1.3 Les effets des mesures d'adaptation aux changements climatiques.....	13
1.4 Conclusion .....	13
<b>CHAPITRE 2 - MODÈLE LOGIQUE D'ICAR-QUÉBEC</b> .....	<b>17</b>
2.1 Raison d'être de l'ICAR-Québec .....	17
2.2 Cibles, objectifs et nature de l'intervention .....	19
2.3 Intrants, activités de production et extrants.....	21
2.4 Effets recherchés par l'ICAR-Québec .....	22
2.5 Conclusion .....	22
<b>CHAPITRE 3 - ÉLÉMENTS POUR UN RÉFÉRENTIEL D'ÉVALUATION DE L'ICAR-QUÉBEC</b> .....	<b>25</b>
3.1 Évaluation de l'adaptation.....	25
3.2 Proposition d'indicateurs en adaptation .....	27
3.3 Conclusion.....	39
<b>CHAPITRE 4 - RÉFÉRENTIELS D'ÉVALUATION PARTICULIERS</b> .....	<b>41</b>
4.1 Le volet foresterie de l'ICAR-Québec .....	41
4.2 Le volet environnement bâti dans le Sud du Québec .....	49
4.3 Conclusion.....	59
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>61</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>65</b>
<b>ANNEXE</b> .....	<b>71</b>
<b>Liste des tableaux de l'annexe</b> .....	<b>73</b>



## LISTE DES FIGURES ET TABLEAUX

<b>FIGURE 1 :</b>	Modèle de problématique de l'adaptation aux changements climatiques .....	7
<b>FIGURE 2 :</b>	Modèle logique de l'ICAR-Québec .....	18
<b>FIGURE 3 :</b>	Modèle de problématique de l'adaptation aux changements climatiques avec l'intervention de l'icar-Québec .....	21
<b>FIGURE 4 :</b>	Modèle logique du secteur foresterie de l'ICAR-Québec .....	42
<b>FIGURE 5 :</b>	Modèle logique du secteur de l'environnement bâti dans le Québec méridional de l'ICAR-Québec .....	50
<b>TABLEAU 1 :</b>	Aperçu des perspectives évaluatives couvertes dans les cadres d'évaluation analysés .....	29
<b>TABLEAU 2 :</b>	Exemples d'indicateurs pour l'évaluation de la vulnérabilité du système .....	32
<b>TABLEAU 3 :</b>	Indicateur pour l'évaluation des options et solutions d'adaptation .....	33
<b>TABLEAU 4 :</b>	Exemples d'indicateurs pour la décision d'adopter une mesure d'ACC.....	33
<b>TABLEAU 5 :</b>	Exemples d'indicateurs de processus .....	34
<b>TABLEAU 6 :</b>	Exemples d'indicateurs d'absorption et d'utilisation des connaissances .....	36
<b>TABLEAU 7 :</b>	Exemples d'indicateurs pour la mesure de la vulnérabilité du système .....	37
<b>TABLEAU 8 :</b>	Exemples d'indicateurs en termes de bien-être collectif.....	38
<b>TABLEAU 9 :</b>	Référentiel d'évaluation du volet foresterie de l'ICAR-Québec .....	46
<b>TABLEAU 10 :</b>	Référentiel d'évaluation du volet environnement bâti dans le Sud du Québec de l'ICAR-Québec.....	55



---

**LISTE DES ACRONYMES**

---

<b>ACC :</b>	Adaptation aux changements climatiques
<b>CC :</b>	Changements climatiques
<b>CERIU :</b>	Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines
<b>CREXE :</b>	Centre de recherche et d'expertise en évaluation
<b>ENAP :</b>	École nationale d'administration publique
<b>FCM :</b>	Fédération canadienne des municipalités
<b>FERIC :</b>	Institut canadien de recherche en génie forestier
<b>GES :</b>	Gaz à effet de serre
<b>GSDRC:</b>	Governance and Social Development Resource Centre
<b>ICAR-Québec :</b>	Initiative de collaboration pour l'adaptation régionale Québec
<b>ICLEI :</b>	International Council for Local Environmental Initiatives
<b>IDS:</b>	Institute of Development Studies
<b>INRS :</b>	Institut national de la recherche scientifique
<b>IPCC:</b>	Intergovernmental Panel on Climate Change
<b>M&amp;E :</b>	Mesure et évaluation
<b>MAMROT :</b>	Ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire
<b>MDDEP :</b>	Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs
<b>MRNFQ :</b>	Ministère des Ressources naturelles et de la Faune
<b>MTQ :</b>	Ministère des Transports du Québec
<b>OIQ :</b>	Ordre des ingénieurs du Québec
<b>PACC :</b>	Plan d'action sur les changements climatiques 2006-2012
<b>PIEVC:</b>	Public Infrastructure Engineering Vulnerability Committee
<b>PNUD :</b>	Programme des Nations unies pour le développement
<b>RNCan :</b>	Ressources naturelles Canada

<b>SES :</b>	Systeme écologique et social
<b>SCF :</b>	Service canadien des forêts
<b>TRNEE :</b>	Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie
<b>UNFCCC :</b>	United Nations Framework Convention on Climate Change
<b>UNDP :</b>	United Nations Development Program
<b>UKCIP :</b>	United Kingdom Climate Impacts Program
<b>UQAM :</b>	Université du Québec à Montréal
<b>UQAT :</b>	Université du Québec à Trois-Rivières

---

## INTRODUCTION

---

Reconnaissant l'importance des risques associés aux changements climatiques (CC), le gouvernement du Québec s'est montré depuis plusieurs années fortement actif sur ce front – *Mise en œuvre de la Convention-Cadre des Nations unies sur les changements climatiques : Plan d'action du Québec; Plan d'action québécois 2000-2002 sur les changements climatiques; Plan d'action sur les changements climatiques 2006-2012 (PACC); Cadre de prévention des risques naturels; Loi sur la sécurité civile; Politique nationale de l'eau; Loi sur le développement durable; soutien aux activités de recherche et développement. Bien qu'une part importante du PACC soit consacrée à des mesures visant l'atténuation des émissions de gaz à effet de serre (GES), une place significative a été donnée depuis plusieurs années à l'étude des impacts régionaux et de l'adaptation aux CC, notamment en 2001 avec la création d'Ouranos et par la suite avec le PACC 2006-2012. À cet égard, et suite aux travaux de recherche réalisés, notamment au sein d'Ouranos, une première stratégie d'ACC est en cours d'élaboration dans le cadre du renouvellement du PACC.*

Le Consortium Ouranos a été créé en 2001 afin de développer les connaissances et informations requises pour permettre à ses membres et leurs constituants de s'adapter aux CC. C'est dans le cadre d'un financement spécifique reçu de Ressources naturelles Canada (RNCan) qu'Ouranos a développé et géré l'ICAR-Québec. La création de l'ICAR-Québec fait suite au constat de l'émergence d'une multitude de problématiques régionales liées à l'évolution du climat. Mise en œuvre entre 2009 et 2012, l'objectif général de l'ICAR-Québec est de contribuer à réduire la vulnérabilité aux CC pour les secteurs de l'environnement bâti au nord et au sud du Québec, la gestion de l'eau et trois activités socio-économiques d'importance (foresterie, agriculture et tourisme) grâce à la génération d'informations pertinentes dans un cadre de développement qui 1) implique les acteurs de l'adaptation à toutes les étapes, 2) s'harmonise aux actions du gouvernement du Québec en adaptation et 3) est en concordance avec les missions respectives des personnes, mécanismes et organismes déjà en place afin de faire progresser l'adaptation. Des objectifs spécifiques sont également associés à chacun des six secteurs d'activités mentionnés précédemment (Ouranos, 2009, p. 2).

L'action d'Ouranos, par l'intermédiaire de l'ICAR-Québec, est orientée vers la création de capacités chez les acteurs en adaptation de manière à favoriser l'émergence de noyaux de leadership pour faire avancer la prise de décisions en matière d'adaptation. Cette création de capacités passe par l'octroi de subventions conditionnelles pour le financement de projets de recherches scientifiques visant la production de connaissances sur les CC ou le développement d'outils d'adaptation.

Dans bien des cas, plusieurs décennies seront nécessaires avant de déterminer si les bons choix en matière d'adaptation sont faits actuellement. De plus, comme l'action d'ICAR-Québec porte sur la création de capacités chez les acteurs plutôt que sur une intervention directe, il est nécessaire de développer des indicateurs rendant compte du développement d'une capacité d'ACC et non de l'adaptation réalisée elle-même. De tels indicateurs doivent permettre de dire si le volet d'ACC s'en va dans la bonne direction et si les

connaissances et outils produits et transférés permettent concrètement aux décideurs d'intégrer de plus en plus la nouvelle réalité climatique dans leurs décisions (Bourque, 1<sup>er</sup> mars 2011).

### ◆ Approche de réalisation du projet de recherche

L'identification d'indicateurs permettant de rendre compte de résultats en ACC, que ce soit dans une optique de monitoring d'un processus de planification de mesures d'adaptation ou de l'appréciation des progrès réalisés vers l'atteinte des cibles<sup>1</sup> ultimes en lien avec l'ACC, présente trois grandes difficultés. Il importe d'abord de déterminer ce qui constitue un résultat ultime en ACC, donc les effets stratégiquement (et ultimement) recherchés. Ensuite, parce que ces effets ultimes ne seront pas visibles avant plusieurs années dans bien des cas, tout indicateur orienté uniquement vers ces effets serait insensible et impropre à rendre compte des premiers effets des interventions entreprises actuellement. Enfin, parce que l'adaptation vise le plus souvent à éviter les effets néfastes des CC, les résultats ne pourront être mesurés que par rapport à des scénarios d'évolution probable qui par définition ne se seront pas matérialisés. De plus, ceux-ci devront être distingués des effets de plusieurs autres déterminants ayant souvent une influence aussi grande sinon plus que celle des CC.

Une appréciation et une interprétation adéquates de l'efficacité et de l'efficience des interventions en ACC nécessitent donc le développement d'une meilleure connaissance de la chaîne causale complexe des phénomènes qui se produisent entre les interventions actuellement mises en œuvre et leurs effets ultimes en ACC, de manière à développer des indicateurs situés davantage en amont pour le monitoring des effets à court terme. C'est seulement par une cartographie des phénomènes et événements rendant compte de l'ACC et qui se produisent en principe entre les variables<sup>2</sup> choisies pour cibles directes et celles associées aux changements climatiques qu'une telle connaissance peut être développée.

Ces considérations sont au cœur de l'approche utilisée dans le cadre du projet de recherche. Ainsi donc, la conceptualisation des effets ultimes en ACC et l'identification des cibles d'interventions directes et intermédiaires à considérer pour une première appréciation de la performance des interventions en ACC dans le cadre de l'ICAR-Québec ont été effectuées en élaborant deux modèles : le modèle de problématique et le modèle logique. Ce n'est qu'après avoir développé ces deux modèles qu'une structure d'indicateurs et des indicateurs ont pu être identifiés.

- Le modèle de problématique

Le modèle de problématique se veut une schématisation des symptômes de la problématique sociale que l'on cherche à résoudre et de leurs causes (dans ce cas-ci, la

---

<sup>1</sup> Comme indiqué plus loin au chapitre 2, les cibles désignent les situations insatisfaisantes ou les problèmes qu'un programme cherche à modifier. Pour l'évaluation, les cibles constituent les variables dépendantes qui subissent l'influence des interventions effectuées dans le cadre du programme. On distingue généralement trois catégories de cibles : les cibles directes (à court terme), les cibles intermédiaires (à moyen terme) et les cibles ultimes (à plus long terme) (Marceau, Otis et Simard, 1992).

<sup>2</sup> Selon Fortin, Côté et Filion (2006), une variable se définit comme une qualité, une caractéristique de personnes, d'objets ou de situations étudiées dans une recherche et auxquelles on attribue une valeur. Selon les différentes qualités ou caractéristiques mesurées, les valeurs attribuées peuvent changer.

problématique de l'ACC). Ce modèle est une représentation graphique des principales variables ayant une influence sur les processus de planification conduisant à la définition des mesures d'adaptation. Il rend compte non seulement de la problématique associée au développement d'une intervention publique en matière d'adaptation (que ce soit d'un point de vue global ou encore dans des secteurs particuliers, comme la foresterie et l'environnement bâti), mais également des déterminants de la prise de décision d'acteurs confrontés à l'adoption d'une mesure d'adaptation.

- Le modèle logique

Une fois l'ensemble des phénomènes de la problématique cartographiés, il importe d'y localiser les interventions réalisées en ACC. C'est dans cette optique qu'un modèle logique de l'ICAR-Québec a été élaboré. Le modèle logique établit les liens entre, d'une part, la raison d'être des interventions en ACC, les cibles et objectifs d'interventions, la nature des stratégies déployées, l'ampleur des moyens dédiés, les extrants produits, les effets attendus ou obtenus sur les cibles directes d'intervention et, d'autre part, les cibles intermédiaires et ultimes en ACC. Cette analyse de l'ICAR-Québec permet d'identifier, pour les besoins du projet, les points de contact entre la situation problématique et les stratégies pour résoudre le problème de l'adaptation.

Ensemble, les modèles de problématique et logique permettent d'identifier les composantes autour desquelles des indicateurs en adaptation peuvent être développés. La superposition des deux modèles permet de constituer une « protothéorie » (c.-à-d. une théorie en voie de formation, ou encore une théorie primitive) dont l'envergure inclut à la fois la problématique et l'intervention et mène à l'identification de la zone d'effets, relative au progrès en matière d'adaptation. C'est à l'intérieur de cette zone d'effets que des indicateurs doivent être choisis : du processus de planification de mesures d'adaptation jusqu'aux cibles ultimes en matière d'ACC.

Comme le projet de recherche demandait d'illustrer comment cette démarche pouvait être appliquée dans des contextes particuliers, deux modèles logiques sectoriels ont été développés (foresterie et environnement bâti dans le Sud du Québec) en plus du modèle logique plus général concernant l'ICAR-Québec. La réalisation de ces deux modèles sectoriels est venue préciser la nature des effets attendus de l'action d'ICAR-Québec en foresterie et dans le domaine de l'environnement bâti, de manière à encadrer une proposition adaptée d'indicateurs.

### ◆ Méthodologie

Le modèle de problématique de l'ACC a été développé suite à la recension et la consultation d'un certain nombre d'écrits, en particulier des bases de données documentaires (Sage, JSTOR, Wiley Interscience) ainsi que les bibliothèques virtuelles accessibles sur les sites Internet d'institutions nationales et internationales impliquées dans la lutte aux CC (Ouranos, ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs (MDDEP), RNCAN, Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie (TRNEE), Governance and Social Development Resource Centre (GSDRC), Eldis climate change adaptation dossier, UK Climate Impacts Programme (UKCIP), weAdapt, Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC), Tyndall Centre for Climate Change Research, Institute of Development Studies (IDS)).

Cette consultation de la littérature (scientifique et grise) sur l'ACC en général, mais également sur l'économie des CC, la logique de l'action collective et l'influence des connaissances scientifiques, a permis non seulement de cerner les composantes jugées essentielles autour desquelles le processus de planification relative à l'ACC doit s'articuler. Elle a aussi permis d'identifier les effets d'un tel processus sur la vulnérabilité d'un système écologique et social ainsi que les principaux déterminants de la prise de décision en matière d'adaptation.

Les modèles logiques, plus centrés sur l'ICAR-Québec, ont été élaborés en consultant la documentation transmise par Ouranos concernant les interventions en matière d'ACC entreprises dans le cadre d'ICAR-Québec. Leur développement a été complété en consultant certains écrits scientifiques sur les CC dans les contextes de la foresterie et de l'environnement bâti dans le Sud du Québec.

Le volet « indicateurs » a d'abord été amorcé par une recension des principaux cadres existants d'évaluation de l'ACC et des écrits scientifiques consacrés à cette question. Puis, les indicateurs répertoriés ont été systématiquement analysés et classés de manière à les associer à une ou plusieurs composantes du modèle de problématique. Un tel classement a permis de donner un sens à cet ensemble. Ce travail a également permis de constater que certaines composantes des modèles de problématique et logique n'étaient pas couvertes par les indicateurs répertoriés. L'équipe a donc puisé dans la littérature scientifique afin de couvrir les composantes orphelines.

Le travail d'identification d'indicateurs a d'abord été effectué d'un point de vue général, pavant la voie à des indicateurs de nature générique, c.-à-d. transférables d'une thématique de l'ICAR-Québec à une autre. Par la suite, le même exercice a été effectué de manière illustrative d'un point de vue sectoriel (foresterie et environnement bâti du Sud du Québec), mais en tenant compte des enjeux et spécificités de ces deux secteurs d'activités.

### ◆ **Structure du rapport**

Ce rapport est structuré en quatre chapitres. Dans le chapitre un, le modèle de problématique de l'ACC est proposé. Au chapitre deux, un retour sur l'ICAR-Québec est effectué par une analyse de ses intentions, l'identification de la théorie d'intervention qui la sous-tend et la description de son plan de mise en œuvre et des effets recherchés. Le chapitre trois présente une discussion sur la mesure et l'évaluation de l'ACC et comprend des indicateurs génériques de mesure. Enfin, le chapitre quatre propose des indicateurs d'ACC dans les secteurs de la foresterie et de l'environnement bâti dans le Sud du Québec; cette tentative s'appuie sur la réalisation de deux modèles logiques pour ces deux secteurs.

# CHAPITRE 1

## PROBLÉMATIQUE

### DE L'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES

---

Les études sur le climat indiquent que la température moyenne de la terre a enregistré une tendance à la hausse durant les dernières décennies. Quelles que soient les causes de ce phénomène, le réchauffement climatique est susceptible d'engendrer des perturbations dans le climat qui semblent constituer une menace à la viabilité des systèmes écologiques et des activités humaines organisées autour de ces systèmes.

Les politiques de lutte contre les CC s'articulent autour de deux axes d'intervention, soit les stratégies d'atténuation et les stratégies d'ACC. Durant les dernières décennies, la priorité a été généralement accordée aux mesures d'atténuation des CC (Füssel, 2007). Toutefois, les pouvoirs publics se rendent de plus en plus compte de la nécessité de mettre en place des mesures d'adaptation. Cette prise de conscience est ravivée par la difficulté de conclure et de mettre en œuvre des accords internationaux contraignants et dotés de cibles de réduction des émissions à effets de serre (Ebert et Welsh, 2011).

Dans le présent chapitre, un modèle d'analyse de la prise de décision en matière d'ACC est présenté. Le modèle a pour objectif d'explicitier les facteurs qui exercent une influence sur la prise de décision ainsi que les effets de ces décisions. En explicitant les incitatifs et les contraintes des décideurs ainsi que les effets de leurs choix, le modèle suggère que les mécanismes par lesquels la recherche scientifique en général et les activités d'Ouranos en particulier sont susceptibles d'exercer une influence sur la planification relative à l'ACC.

Ce chapitre se compose de trois sections. La première section est consacrée à la définition de l'ACC. L'analyse des facteurs ayant une influence sur les pratiques d'ACC constitue la deuxième section. Les effets des mesures d'adaptation sont présentés dans la troisième section.

#### 1.1 L'adaptation aux changements climatiques

L'ACC peut être définie comme un ensemble d'actions ou de processus visant à réduire la vulnérabilité d'un système écologique et social aux CC ou à en tirer profit (Robledo et Forner, 2005; Ackerman et Stanton, 2011). Elle implique des changements dans les processus naturels et sociaux, dans les pratiques et les fonctions ainsi que dans les perceptions des risques, le tout dans le but de réduire les coûts socioéconomiques et environnementaux des CC et le cas échéant, d'en tirer profit (Ackerman et Stanton, 2011; Robledo et Forner, 2005; World Resource Institute, 2009).

Il existe actuellement une variété de moyens d'intervention en ACC. Parmi les types d'ACC, on peut distinguer l'adaptation spontanée de l'adaptation planifiée (Robledo et Forner, 2005; Ackerman et Stanton, 2011). L'adaptation spontanée est la réaction automatique d'un système écologique et social à un phénomène naturel. Pour sa part, l'adaptation planifiée désigne l'ensemble de stratégies et d'actions volontaires destinées à minimiser les effets négatifs des CC et à en maximiser les impacts positifs (Robledo et

Forner, 2005, Ackerman et Stanton, 2011). Contrairement aux activités d'adaptation spontanée qui sont généralement réalisées par des individus en tant qu'acteurs privés à la suite d'un événement climatique, l'adaptation planifiée est plus souvent le résultat de politiques publiques visant à réduire la vulnérabilité du système écologique et social aux changements climatiques actuels ou prévisibles (Ackerman et Stanton, 2011; Füssel, 2007). On peut toutefois penser à des actions d'adaptation planifiée conçues dans un contexte privé, par exemple, dans le cas d'agriculteurs ou encore d'entreprises de production hydroélectrique (Hydro Québec). De même, l'existence d'entreprises privées dynamiques est un facteur primordial d'adaptation rapide et efficace aux CC.

Les activités d'adaptation peuvent aussi être scindées en activités de développement des capacités d'adaptation et en activités d'adaptation proprement dites (Robledo et Forner, 2005; World Resource Institute, 2009; Agrawala, Bosello et Carraro, 2010). Le développement des capacités d'adaptation désigne l'ensemble des activités visant à renforcer la capacité d'un système écologique et social, notamment ses institutions, à faire face aux CC. Quant aux activités d'ACC, ce sont des actions concrètes visant à se prémunir contre les CC ou à remédier à leurs effets. Des programmes d'économie d'eau pour mieux gérer les problèmes d'étiages sont des exemples de ce deuxième type d'activités.

La planification de l'ACC est donc un processus qui peut prendre plusieurs formes et toucher plusieurs aspects de l'activité économique, sociale et environnementale d'une collectivité. Dans la section suivante, un modèle illustrant les différents facteurs qui exercent une influence sur la prise de décision en ACC est présenté.

## 1.2 L'adoption des mesures d'adaptation aux changements climatiques

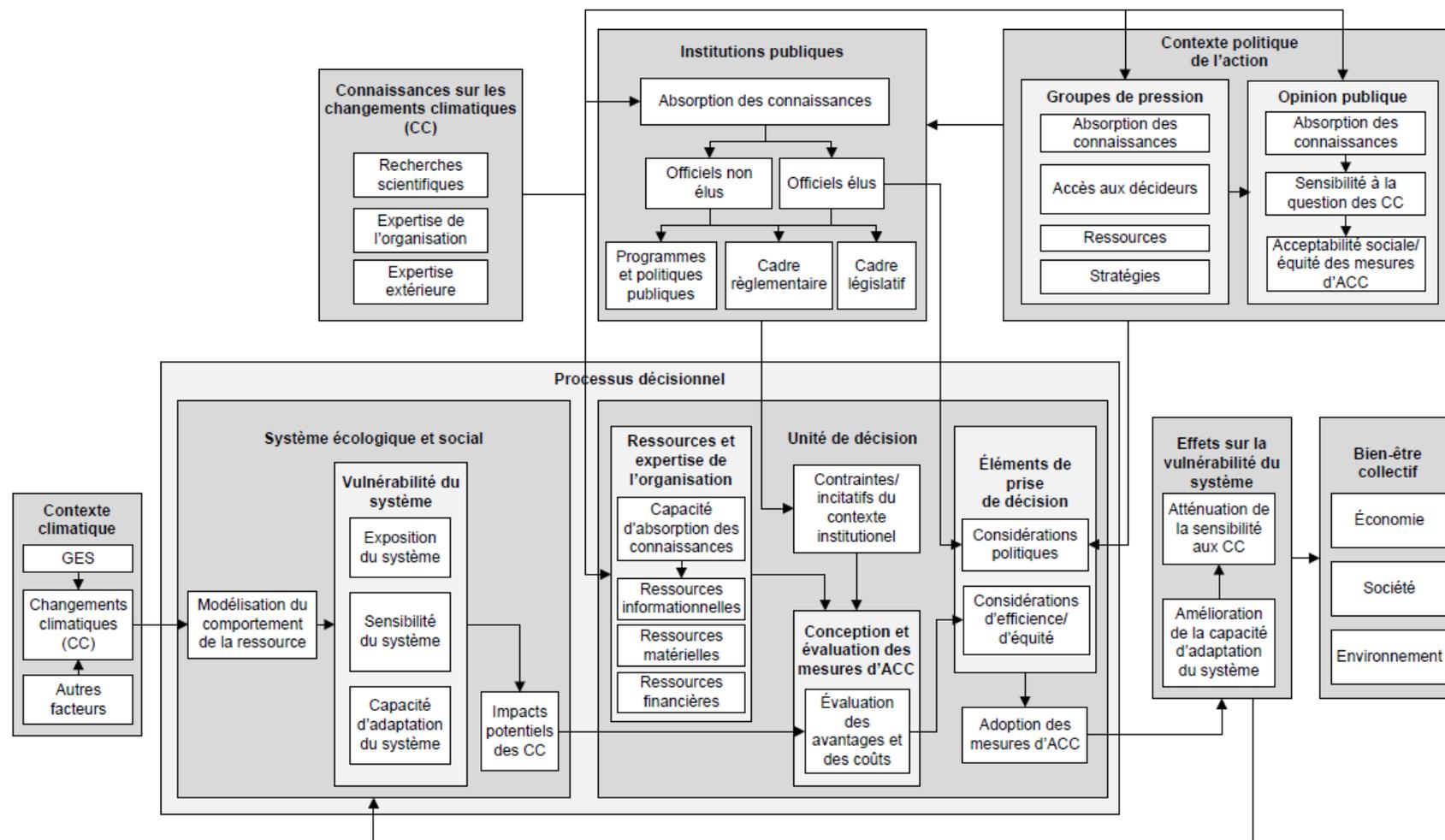
À partir d'ici, le lecteur est invité à consulter la représentation du modèle de problématique (Figure 1). Les éléments en gras dans le texte représentent des parties de ce modèle. On considère le cas d'une unité de décision publique ou privée qui agit dans les limites de ses connaissances et de ses compétences, en vue d'implanter des mesures d'ACC. Son processus de prise de décision consiste à évaluer les besoins et dans la limite du possible, à concevoir et mettre en œuvre des interventions efficaces permettant de minimiser les dommages et maximiser les avantages des CC. Les choix du décideur, qui sont ultimement fonction des coûts et bénéfices en jeu, de l'incertitude, de l'horizon temporel et de son attitude face au risque, sont également influencés par les ressources et l'expertise de son organisation, les incitatifs et les contraintes du cadre institutionnel, la pression du contexte politique et social et enfin, les progrès des connaissances scientifiques.

### 1.2.1 L'analyse des effets des changements climatiques

#### ◆ **Système écologique et social**

Les effets des CC sont ressentis par les systèmes écologiques et sociaux. Un **système écologique et social** est défini comme étant un système composé d'un sous-système naturel et d'un sous-système social (Gallopain, 2006). L'importance de ce concept découle de la reconnaissance que les effets des CC dépendent de la manière avec laquelle ces deux sous-systèmes qui sont en mutuelle interaction réagissent aux CC (Gallopain, 2006).

FIGURE 1 : MODÈLE DE PROBLÉMATIQUE DE L'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES



### ◆ **Modélisation du comportement de la ressource**

L'analyse rigoureuse des effets de changements climatiques devrait être basée sur une modélisation des changements climatiques ainsi que de la réaction du système écologique et social à ces changements (**comportement de la ressource**). Par la suite, l'analyse des effets des CC sur le système écologique et social devra considérer la **vulnérabilité** de ce dernier aux CC.

### ◆ **Vulnérabilité aux changements climatiques**

La vulnérabilité représente la mesure dans laquelle un système est sensible, ou incapable de faire face, aux effets défavorables des changements climatiques, y compris la variabilité du climat et les phénomènes extrêmes (GIEC, 2007). La vulnérabilité mesure la susceptibilité d'un système écologique et social à ressentir les effets positifs et négatifs des CC (Robledo et Forner, 2005). En Afrique, par exemple, des vagues de sécheresses causent souvent des famines, des épidémies et entraînent des déplacements importants de populations. L'ampleur des conséquences est toutefois différente selon les contextes et variera selon la capacité d'adaptation du système écologique et social. Ainsi, une sécheresse dans le sud des États-Unis, une région dotée d'infrastructures modernes et pourvue d'importants moyens techniques et financiers, n'aura certainement pas les mêmes conséquences que dans une région comme le Sahel.

L'analyse de la vulnérabilité a pour objectif d'évaluer les répercussions possibles des CC sur l'environnement, la santé de la population, les activités économiques et sociales, etc. C'est donc une étape importante du processus de prise de décision, car c'est grâce à cette analyse qu'il devient possible d'estimer les besoins en adaptation aux CC et d'envisager les solutions appropriées (Malone et Engle, 2011).

La vulnérabilité dépend de l'**exposition du système**, la **sensibilité du système** ainsi que sa **capacité d'ACC** (GIEC, 2007; Malone et Engle, 2011; Gallopin, 2006).

- Exposition du système aux changements climatiques

Le concept d'exposition est utilisé pour analyser dans quelle mesure un système écologique et social est sujet à des CC (Gallopin, 2006). On tient généralement compte des éléments suivants dans l'analyse de l'exposition (Gallopin, 2006; Robledo et Forner, 2005) :

1. La nature de l'exposition, comme les sécheresses, les ouragans, etc. Un système écologique et social peut ainsi être plus vulnérable à certains phénomènes naturels que d'autres;
2. L'intensité de l'exposition, c'est-à-dire la force à laquelle est exposé un système écologique et social;
3. La durée de l'exposition aux perturbations climatiques;
4. La fréquence de l'exposition du système écologique et social aux CC.

- Sensibilité du système

La sensibilité désigne « le degré auquel un système est influencé, positivement ou négativement, par la variabilité du climat ou les changements climatiques. Les effets peuvent être directs (par exemple la modification des rendements agricoles due à un changement de la valeur moyenne, de l'amplitude ou de la variabilité de la température) ou indirects (par exemple les dommages causés par une augmentation de fréquence des inondations côtières en raison d'une élévation du niveau de la mer) » (GIEC, 2007).

La sensibilité désigne l'ampleur des effets positifs ou négatifs des CC sur un système écologique et social (Gallopain, 2006). La sensibilité varie selon la nature des activités économiques et sociales. Ainsi, les effets des CC seront plus grands dans le cas des activités qui dépendent du climat, comme l'agriculture (Nath et Behera, 2011). Il faut aussi tenir compte des caractéristiques du sous-système écologique dans la mesure où certains milieux naturels sont plus fragiles à des CC que d'autres.

Dans une société, la sensibilité (et donc la vulnérabilité) dépend aussi de la structure de l'économie et de la population. Ainsi, une économie où les activités primaires dominent ou qui est très dépendante d'une seule ressource sera davantage vulnérable qu'une économie diversifiée. De la même manière, une société âgée, en mauvaise santé ou présentant des problématiques au niveau de la nutrition risque d'être davantage vulnérable qu'une société jeune, riche, éduquée et en santé.

- Capacité d'adaptation aux changements climatiques

La capacité d'ACC désigne l'ensemble des ressources, des structures et des processus d'un système écologique et social qui pourront être mobilisés pour concevoir et mettre en œuvre des mesures d'ACC (Westerhoff, Keskitalo et Juhola, 2011; Gallopain, 2006). Ce sont des attributs d'un système écologique et social qui existent avant l'exposition aux CC (Gallopain, 2006) et qui lui permettent d'anticiper ces changements et de s'y adapter (World Resource Institute, 2009).

Agrawala, Bosello et Carraro (2010) distinguent les capacités d'adaptation spécifiques des capacités d'adaptation génériques. Les capacités d'adaptation spécifiques sont destinées prioritairement à faire face aux menaces des CC, par exemple par des activités de R-D sur les CC et la mise en place de systèmes d'alerte. Quant aux capacités d'adaptation génériques, elles sont en lien avec le développement économique et social d'un pays ou d'une région comme l'existence d'un système de santé publique permettant de faire face aux épidémies ou d'un réseau de transport facilitant l'acheminement de l'aide aux personnes affectées, ou la protection des infrastructures, ou encore le niveau de richesse et de diversification économique.

La capacité d'ACC est déterminée par plusieurs facteurs, dont les suivants :

1. Les ressources financières

Les mesures d'ACC sont des activités qui peuvent s'avérer coûteuses, par exemple lorsqu'il s'agit d'investissements massifs dans les infrastructures. Pour cette raison, la disponibilité des ressources financières favorise la mise en place des politiques et des

programmes d'ACC (Nath et Behera, 2011; Robledo et Forner, 2005; World Resource Institute, 2009; Westerhoff, Keskitalo et Juhola, 2011).

## 2. L'expertise et les compétences

Un système écologique et social a besoin d'informations générées par des sources fiables, c'est-à-dire par des personnes ou organisations qui ont développé une expertise crédible sur l'exposition aux CC et leurs effets. Il doit également être en mesure de développer et d'utiliser les mesures et les technologies d'adaptation nécessaires à cet effet (Nath et Behera, 2011; Robledo et Forner, 2005; Westerhoff, Keskitalo et Juhola, 2011).

## 3. Les infrastructures (Robledo et Forner, 2005)

La présence d'un réseau de transport efficace permettant d'évacuer les populations sinistrées ou d'acheminer l'aide et d'un système de santé publique en mesure d'endiguer les épidémies qui sont provoquées par les CC sont des exemples du rôle que jouent les infrastructures dans l'atténuation de la vulnérabilité d'un système écologique et social aux CC.

## 4. Les institutions (Robledo et Forner, 2005; World Resource Institute, 2009; Westerhoff, Keskitalo et Juhola, 2011)

Les institutions sont des moyens de coopération permettant de mobiliser les ressources d'une communauté pour réaliser des activités d'intérêt général. Ainsi, la présence d'organisations publiques ou privées bénéficiant de budgets destinés à la lutte aux CC et d'un personnel spécialisé renforce la capacité d'une société de réagir efficacement aux phénomènes naturels.

### ◆ **Impacts potentiels des CC**

L'analyse des **effets et impacts potentiels des CC** est une étape cruciale du processus de prise de décision. Elle permet de savoir si le système écologique et social est confronté à des phénomènes naturels qui menacent son équilibre et si des mesures d'ACC sont requises. Dans le modèle de problématique, on considère donc que lorsque les CC menacent la viabilité ou le bien-être d'une collectivité, ils deviennent un enjeu important qui mérite l'attention des décideurs.

#### **1.2.2 L'efficacité des outils d'adaptation aux changements climatiques**

Confronté à des problèmes réels de CC, le décideur, qu'il soit une personne, un groupe, une entreprise ou une organisation publique, se trouve devant plusieurs scénarios d'intervention. Si l'on fait référence à la typologie des moyens d'adaptation proposée par Agrawala, Bosello et Carraro (2010), le choix du décideur peut ainsi consister à :

- Assumer les coûts des CC, c'est-à-dire ne rien faire;
- Collectiviser les coûts par des mesures d'aide aux sinistrés, des assurances, etc.;
- Contrôler les menaces des CC par la construction des barrages, par la protection des zones humides, etc.;
- Prévenir les effets des CC. En agriculture, cela peut consister à privilégier des variétés de céréales résistant à la sécheresse ou à construire un système d'irrigation;

- Diversifier les activités économiques lorsque les CC rendent certaines d'entre elles moins viables;
- Relocaliser les activités économiques vers des lieux plus sûrs ou moins exposés aux CC;
- Changer le comportement de la société par l'éducation, la réglementation et les informations.

Lorsque les coûts sociaux, environnementaux et financiers des CC sont substantiels, il devient pertinent de mobiliser les ressources nécessaires pour lutter contre ces changements et atténuer leurs effets sur la vitalité et la prospérité des communautés. Les décisions en matière d'ACC sont ainsi censées être guidées par les principes de la rationalité économique (Agrawala et Franhauser, 2008). Autrement dit, les avantages des actions découlant de ces décisions devraient être plus élevés que les coûts.

Il est possible de distinguer quatre étapes du **processus d'analyse avantage-coûts des mesures d'ACC** (Agrawala, Bosello et Carraro, 2010).

- La première étape consiste à estimer *ex ante* les coûts bruts des CC sur une période donnée. Ce sont les coûts infligés au système écologique et social si aucune mesure d'adaptation aux CC n'est implantée. Comme il a été indiqué plus haut, ces coûts dépendent de l'exposition et de la vulnérabilité du système écologique et social. Ce calcul peut parfois s'avérer difficile à effectuer étant donné qu'il implique de ramener sur une base monétaire toutes les externalités causées par les CC.
- La deuxième étape du processus décisionnel a pour objectif d'estimer les coûts de l'ACC. Les coûts d'adaptation comprennent les frais de planification, de préparation, de mise en œuvre et de suivi des mesures d'ACC (Narrain, Margulis et Essam, 2011). Notons à ce propos que selon certaines analyses, il faudrait plus de 70 milliards de dollars par année pour éliminer les dommages causés par les CC (Ackerman et Stanton, 2011; Agrawala, Bosello et Carraro, 2008; Narrain, Margulis et Essam, 2011). Ces montants devront pour la majeure partie être investis dans les infrastructures (Narrain, Margulis et Essam, 2011).
- La troisième étape de l'analyse consiste à calculer les coûts évités grâce à des mesures d'ACC.
- La dernière étape de l'analyse consiste à comparer les coûts de la mise en place des mesures ACC aux coûts évités grâce à ces mesures. L'intervention devient rentable lorsque le montant des coûts évités est supérieur au montant investi dans l'ACC. Le résultat de cette analyse, lorsqu'il est appliqué à plusieurs moyens d'intervention, permet aussi de classer les outils selon leur efficacité à atténuer les effets des CC.

Ce processus décisionnel est guidé par le principe de l'efficacité. Or comme le mentionne Füssel (2007), le choix du décideur n'est pas basé uniquement sur des considérations d'efficacité, c'est-à-dire sur l'analyse avantage-coût des moyens d'intervention. Il faut tenir compte également de la **disponibilité des ressources** et de l'**expertise nécessaires**, des **incitatifs** et des **contraintes du cadre institutionnel** ainsi que des **pressions du contexte politique et social**.

### 1.2.3 Ressources et expertise de l'organisation

L'organisation doit posséder les **ressources humaines, matérielles, informationnelles et financières** lui permettant de concevoir et de mettre en œuvre des mesures d'adaptation aux CC. L'analyse de l'exposition, de la vulnérabilité du système écologique et social ainsi que de l'efficacité des moyens d'intervention nécessite la disponibilité des experts, des connaissances et des technologies avancées en ACC. Les mesures d'adaptation nécessitent aussi des investissements dans les infrastructures ou dans des activités de délocalisation ou de reconversion de l'économie. Pour mener à bien ces activités, il faut donc disposer des ressources financières nécessaires.

### 1.2.4 Les connaissances

Selon Tompkins et Adger (2005), la prise de décision en matière de CC est difficile à cause de l'incertitude dans les **connaissances** sur ce phénomène et de la difficulté à mesurer les effets et l'efficacité des mesures. À cet égard, le progrès de la science et de la technologie peut jouer un rôle déterminant dans la lutte contre les CC. Des percées scientifiques permettraient d'approfondir nos connaissances sur les causes des CC et leurs effets ainsi que de développer de nouvelles méthodes et stratégies d'adaptation (Füssel, 2007).

Ce rôle d'influence des connaissances implique toutefois leur transfert vers ses destinataires potentiels, que ce soit les décideurs en matière d'ACC, les officiels publics ou encore le public en général (agriculteurs, entrepreneurs, simples citoyens). À l'issue de ce processus de transfert, l'influence exercée par les connaissances variera selon les individus en fonction de leur **capacité d'absorption** respective. Cette capacité d'absorption est elle-même variable selon certains facteurs individuels (par exemple le domaine de formation) et institutionnels (par exemple l'existence d'une infrastructure permettant l'accès aux connaissances) (Ouimet et autres, 2009; Cohen et Levinthal, 1990; Zahra et George, 2002; Todorova et Durisin, 2007).

### 1.2.5 Le cadre institutionnel

La majorité des pays se sont dotés de ministères et d'organismes responsables des questions d'environnement en général et des CC en particulier. Des lois et des règlements ont aussi été adoptés en vue d'encadrer le comportement des différents intervenants de ce domaine. Ces dispositifs ont pour objectif de renforcer la capacité de ces pays de gérer efficacement la problématique des CC.

Des intervenants se trouvent ainsi investis de la mission d'ACC, et ce, dans un **cadre législatif et réglementaire** qui délimite leurs champs de compétences et les moyens d'intervention à leur disposition (**programmes et politiques publiques**, par exemple le soutien financier à l'adaptation ou au développement de la recherche).

### 1.2.6 Le contexte politique et social

Dans une démocratie, l'**opinion publique** exerce une influence significative sur les choix publics. La raison tient au fait que les décideurs, notamment les élus, ont besoin du soutien de la population pour se maintenir au pouvoir. Dans ce cas, une prise de conscience des problèmes des CC par une large partie de la population exercerait des pressions sur le gouvernement en vue de mettre cette problématique à son agenda. Le décideur tiendrait

aussi compte de l'**acceptabilité sociale** lorsque vient le moment de choisir les moyens d'intervention (Füssel, 2007; Tompkins et Adger, 2005).

Par ailleurs, les effets des CC varient selon les groupes sociaux. Le réchauffement climatique peut ainsi toucher davantage le secteur agricole que le secteur industriel. De même, les mesures d'adaptation peuvent également bénéficier à certains groupes sociaux au détriment d'autres, comme lorsque le gouvernement utilise les fonds publics pour soutenir des activités situées dans des zones à haut risque d'inondations. La possibilité de bénéficier des politiques d'ACC tout en se soustrayant des coûts constitue ainsi des incitatifs à la formation de **groupes de pression** en vue d'influencer les choix publics. Les personnes résidentes dans des zones inondables peuvent ainsi se regrouper pour exercer des pressions sur le gouvernement en vue d'obtenir des dédommagements (collectivisation du risque) au lieu de déménager ou souscrire à des assurances privées.

### 1.3 Les effets des mesures d'adaptation aux changements climatiques

Les mesures d'adaptation ont pour principal objectif de réduire la **vulnérabilité des systèmes écologiques et sociaux aux CC** (Ackerman et Stanton, 2011; Robledo et Forner, 2005; World Resources Institute, 2009). Ces effets varient toutefois selon la nature du moyen d'intervention. Ainsi, certaines interventions peuvent avoir pour conséquence la **réduction de la sensibilité du système écologique et social aux CC** en diversifiant par exemple les activités de l'économie et en la rendant moins dépendante du climat. D'autres mesures visent par contre à **renforcer la capacité d'ACC**. C'est le cas notamment lorsque le gouvernement décide de créer des organismes responsables qui ont pour mission de concevoir et de mettre en œuvre des politiques de CC et de financer des activités de recherche et de développement afin de fournir l'expertise et les technologies nécessaires à la réalisation de leur mission. La réduction de la vulnérabilité du système écologique et social aux changements climatiques contribue pour sa part à améliorer le **bien-être de la collectivité** grâce notamment à la prospérité économique, l'amélioration de la qualité de l'environnement et de la santé de la population.

### 1.4 Conclusion

En rendant compte de la problématique associée au développement d'une intervention en matière d'adaptation, le modèle présenté a permis d'identifier les composantes essentielles autour desquelles des indicateurs d'effets de la planification en matière d'ACC devront être développés. Ces cinq composantes font ressortir certaines questions qu'un décideur en ACC pourrait se poser au cours du processus de planification de l'adaptation :

#### 1) L'évaluation de la vulnérabilité du système écologique et social (SES);

- Dans quelle mesure le SES est-il exposé aux changements climatiques (nature, intensité, durée, fréquence)?
- Quelle serait l'ampleur des effets positifs ou négatifs des CC sur le SES?
- Quelles ressources, structures, processus du SES pourraient être mobilisés pour concevoir et mettre en œuvre des mesures d'ACC?
- À la lumière de ce diagnostic, des mesures d'ACC sont-elles requises?

**2) L'évaluation des options et solutions d'adaptation;**

- Quels sont les coûts sociaux, environnementaux et financiers infligés au SEC si aucune mesure d'adaptation aux CC n'est implantée (coûts bruts des CC) ?
- Quelles sont les options d'interventions en matière d'ACC ? Quels en sont les coûts ? Quels sont les coûts évités grâce à chaque intervention ? Quelle intervention apparaît la plus efficace (au sens économique) pour atténuer les effets des CC ?
- Dans le choix d'une option d'intervention en matière d'ACC, quels sont les incitatifs et contraintes quant : à la disponibilité des ressources; à l'expertise et aux connaissances nécessaires; au cadre institutionnel; au contexte politique et social ?

**3) La décision d'adopter une mesure d'ACC;**

- Quelle décision a été prise en matière d'ACC? Quels critères ont été retenus (rentabilité, horizon temporel, incertitude, urgence, faisabilité, etc.)? Comment la mesure a-t-elle été implantée? Quel est l'état de sa mise en œuvre?

**4) Les effets de la mesure d'ACC sur la vulnérabilité du système;**

- Dans quelle mesure l'intervention en matière d'ACC entreprise s'est-elle avérée efficace pour réduire la vulnérabilité du SES? Comment pouvons-nous rendre notre intervention en ACC plus efficace?

**5) Les effets en termes de bien-être collectif.**

- Les effets positifs de la mesure en ACC arrivent-ils à compenser l'ensemble des pertes sociales, environnementales et financières encourues?

Le modèle a également permis d'identifier les principaux déterminants de la prise de décision d'un acteur en situation d'incertitude et confronté à l'adoption d'une mesure d'adaptation : ressources et expertise organisationnelles; incitatifs et contraintes du cadre institutionnel; pression du contexte politique et social; progrès des connaissances scientifiques. Bien que ces facteurs ne représentent pas des effets du processus de planification en ACC, ils seront néanmoins à considérer dans une évaluation cherchant à déterminer l'effet d'une intervention sur la prise de décision d'un acteur.

Dans un souci de parcimonie, notre objectif était de produire un modèle qui se voulait simple. Une telle représentation de la réalité rend toutefois implicites certaines dimensions relatives à la planification de l'ACC. Nous sommes néanmoins conscients que la prise de décision dans le domaine de l'ACC est plus complexe que le processus linéaire que nous avons décrit. L'horizon temporel de décision, le taux de préférence temporel, l'aversion au risque, l'incertitude, le partage des coûts et des bénéfices de l'intervention et ses impacts sur la distribution des revenus, représentent autant de contraintes sur la prise de décision en ce domaine.

L'étude de la problématique a fait ressortir un modèle générique de prise de décision. Notre modélisation de la problématique ne nie pas la contribution d'autres modèles existants dans des secteurs confrontés aux CC et qui tentent rigoureusement de rassembler des indicateurs

pour simuler le comportement d'une ressource face aux perturbations climatiques (par exemple, en matière d'écoulement des eaux, d'érosion des berges, d'écosystèmes terrestres, etc.). Il se situe à un autre niveau, celui du processus décisionnel vécu par les acteurs en matière d'ACC. Il ne doit donc pas être perçu comme un substitut mais plutôt comme un complément aux modèles particuliers de comportement d'une ressource face aux CC.

Dans la prochaine section, nous allons compléter l'inventaire des composantes d'effets en considérant l'intervention d'ICAR-Québec.



## CHAPITRE 2

# MODÈLE LOGIQUE D'ICAR-QUÉBEC

En plus du modèle de problématique, le modèle logique est un outil essentiel pour prioriser les composantes autour desquelles la mesure des effets d'une intervention doit s'effectuer. Contrairement au modèle de problématique, qui considère l'ensemble des variables d'effets dans un processus de planification de l'ACC, le modèle logique se concentre sur la zone des effets directement attribuables à l'ICAR-Québec. Par un retour sur la raison d'être de l'intervention, ses cibles et objectifs, sa nature, ses ressources, ses activités de production, ses extrants et ses effets anticipés, l'analyse menant au modèle logique permet d'identifier d'autres composantes à intégrer dans un système d'indicateurs en ce qui a trait à la planification de l'ACC. Dans le présent chapitre, ce modèle et cette analyse sont présentés (voir figure 2).

### 2.1 Raison d'être de l'ICAR-Québec

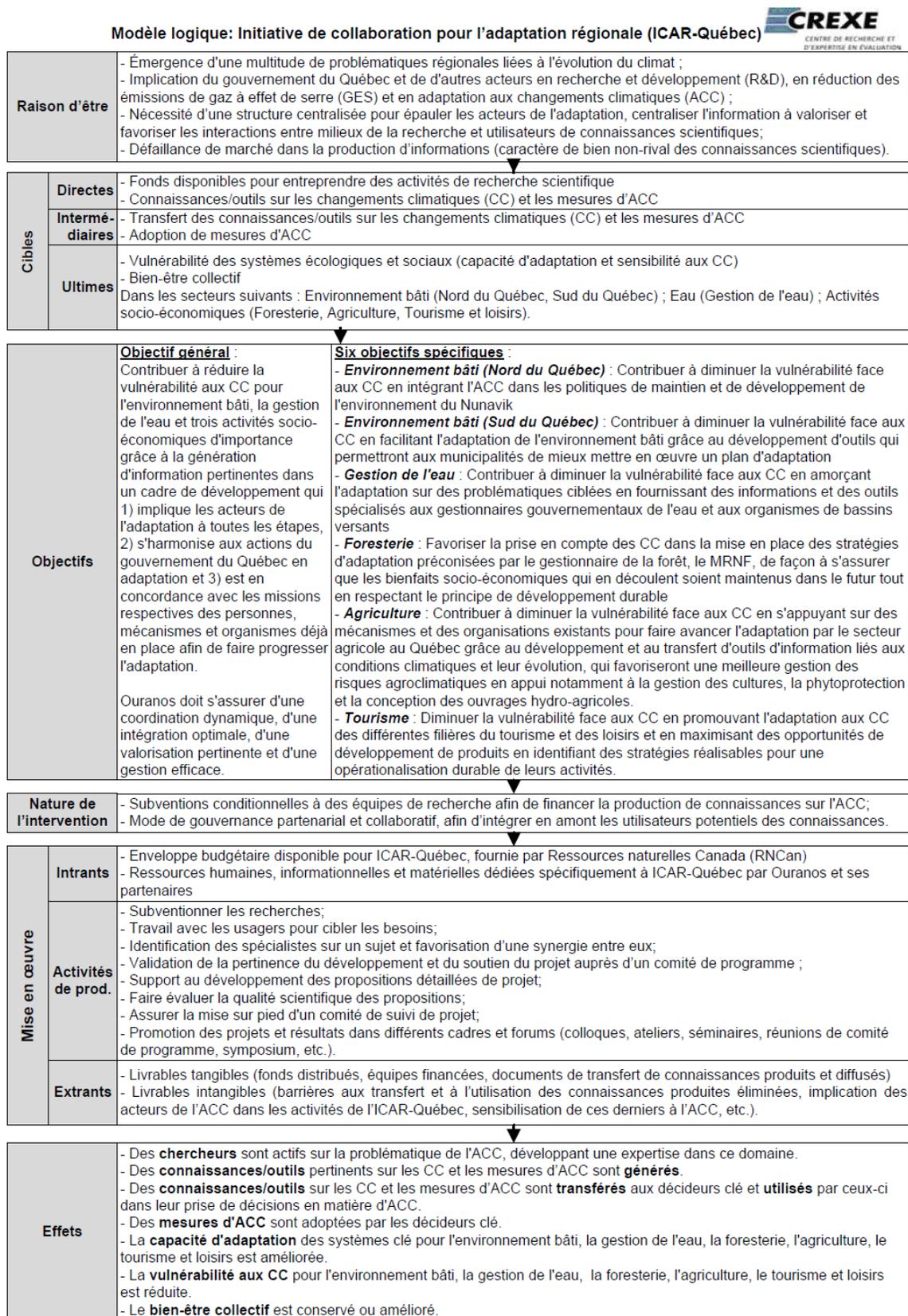
Le premier paramètre à cerner pour construire le modèle logique d'un programme est la **raison d'être** de ce programme. Il s'agit de comprendre les motifs sur lesquels repose ce programme. Les enjeux d'évaluation concernant la pertinence des interventions sont liés à la raison d'être (Marceau, Otis et Simard, 1992).

Au cours des deux dernières décennies, la lutte aux CC a davantage été menée par l'identification et l'implantation de politiques et mesures orientées vers l'atténuation des CC, avec des interventions ciblant une réduction des émissions de GES. Cependant, comme le soulignent Fatih Birol (économiste en chef de l'Agence internationale de l'énergie atomique) et Lord Nicholas Stern (président du Grantham Research Institute on Climate Change), les engagements actuels des pays à l'égard de la réduction des GES d'ici 2020, même s'ils sont appliqués intégralement, seront insuffisants pour éviter un réchauffement de la planète de 2 °C (au-dessus des températures du 19e siècle) (International Energy Agency, 2011).

Comme mentionné au chapitre 1, une attention grandissante est maintenant accordée à l'ACC à titre de stratégie complémentaire des mesures d'atténuation. À l'échelle internationale, le Plan d'action de Bali (United Nations, 2008) adopté en 2007 lors de la treizième session de la Conférence des parties reconnaît l'adaptation comme l'un des éléments clés pour répondre aux enjeux que présentent les CC. L'importance à accorder à l'ACC a été réaffirmée lors de la Conférence des Nations Unies sur les changements climatiques qui s'est tenue à Durban (Afrique du Sud) du 28 novembre au 9 décembre 2011.

Les actions du Québec en matière de CC suivent cette tendance. Bien qu'une part importante du Plan d'action sur les changements climatiques 2006-2012 (PACC) soit consacrée à des mesures visant la réduction des émissions de GES, une certaine place est donnée aux mesures d'ACC (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 2008). Par ailleurs, la stratégie d'ACC en cours d'élaboration et qui sera intégrée au Plan d'action sur les changements climatiques 2013-2020 démontre l'importance grandissante accordée à l'ACC.

FIGURE 2 : MODÈLE LOGIQUE DE L'ICAR-QUÉBEC



Parallèlement, le Consortium Ouranos, créé en 2001, participe au développement des connaissances et informations requises pour permettre à ses membres et leurs constituants de s'adapter aux CC.

Même s'il est appelé à gagner en importance, le domaine de l'ACC se trouve potentiellement en compétition avec d'autres défis dans un contexte de ressources limitées. La création d'une structure centralisée comme l'ICAR et ses différentsendants régionaux répondait donc à un besoin d'épauler les acteurs de l'adaptation et de centraliser l'information à valoriser (Ouranos, 2009, p. 4). Le but était surtout d'activer une communication bi-directionnelle entre les producteurs d'informations et les preneurs de décisions consommateurs d'informations. Cet élément constitue la raison d'être de l'ICAR-Québec (Bourque, 1er mars 2011).

Du point de vue de la science économique, l'intervention de l'ICAR-Québec se conçoit également en termes de défaillance de marché. L'information (dans ce cas-ci les connaissances sur les CC) représente un bien non rival (c.-à-d. un bien dont la consommation par une personne n'empêche pas sa consommation par une autre personne). Le libre marché arrive à produire des biens non rivaux mais seulement dans la mesure où il est capable d'exclure ceux qui ne paient pas pour leur consommation. Bien qu'on puisse imaginer des mécanismes permettant d'exclure certaines personnes de la consommation de l'information (par exemple, faire payer un abonnement pour consulter certaines revues qui diffusent des résultats de recherches), celle-ci ne saurait être considérée un bien complètement exclusif. Le libre marché n'aura donc pas d'incitatif suffisant pour produire l'information en quantité optimale.

Par ailleurs, parce que les informations sur les CC représentent des informations de nature collective, il apparaît souhaitable que celles-ci soient diffusées le plus largement possible. Puisque l'information est un bien non rival, celle-ci devrait être distribuée à un coût minimal à l'ensemble de la société. Ceci signifie que pour pouvoir profiter de cette information, son prix devrait équivaloir à zéro (coût à la marge). Le marché n'est toutefois pas en mesure de produire un bien à prix nul car les activités de recherche comportent des coûts qui doivent être payés d'une manière ou d'une autre. Comme personne ne serait prêt à payer ces coûts (sauf peut-être des sociétés de production d'hydroélectricité comme Hydro-Québec et BC Hydro qui sont en mesure de consacrer des ressources pour financer des recherches exclusives sur les impacts des CC sur la capacité de production hydroélectrique), un financement public est nécessaire, de là la justification de l'intervention de l'État.

## 2.2 Cibles, objectifs et nature de l'intervention

Les **cibles** désignent les situations insatisfaisantes ou les problèmes qu'un programme cherche à modifier. Pour l'évaluation, les cibles constituent les variables dépendantes qui subissent l'influence des interventions effectuées dans le cadre du programme. On distingue généralement trois catégories de cibles : les cibles directes (à court terme), les cibles intermédiaires (à moyen terme) et les cibles ultimes (à plus long terme) (Marceau, Otis et Simard, 1992).

Les **objectifs** énoncent le résultat escompté, l'état souhaité des cibles après l'intervention du programme. Lors de l'évaluation, les questions relatives à l'atteinte des objectifs supposent de pouvoir comparer les effets réels du programme (et parfois les extrants) à un point de référence clair et précis : les objectifs quantifiés, c'est-à-dire, la valeur des variables cibles après l'intervention (Marceau, Otis et Simard, 1992).

La **nature de l'intervention** fait référence aux instruments d'intervention choisis par les concepteurs du programme pour agir sur les cibles du programme (Marceau, Otis et Simard, 1992).

Le but visé par l'ICAR-Québec est de contribuer à réduire la vulnérabilité aux CC pour les secteurs de l'environnement bâti au nord et au sud du Québec, la gestion de l'eau et trois activités socio-économiques d'importance (foresterie, agriculture et tourisme) grâce à la génération d'informations pertinentes dans un cadre de développement 1) qui implique les acteurs de l'adaptation à toutes les étapes, 2) qui s'harmonise aux actions du gouvernement du Québec en adaptation et 3) qui est en concordance avec les missions respectives des personnes, mécanismes et organismes déjà en place afin de faire progresser l'adaptation. Des objectifs spécifiques sont également associés à chacun de ces six secteurs d'activités (ces objectifs pour le secteur de la foresterie et de l'environnement bâti dans le Sud du Québec feront l'objet d'une présentation au chapitre 4). Dans la poursuite de ces objectifs, Ouranos doit s'assurer d'une coordination dynamique, d'une intégration optimale, d'une valorisation pertinente et d'une gestion efficace (Ouranos, 2009, p. 2).

À la lumière de ces objectifs, certaines cibles ou leviers sur lesquels des actions (directes ou indirectes) sont nécessaires peuvent être induits. L'action d'ICAR-Québec est orientée vers la création de capacités chez les acteurs en adaptation, de manière à favoriser l'émergence de noyaux de leadership en ACC, pour aboutir à la mise en œuvre de mesures d'adaptation. Cette création de capacités passe d'abord par l'octroi de subventions conditionnelles pour le financement de projets de recherches scientifiques (nature de l'intervention) visant la production de connaissances sur les CC ou le développement d'outils permettant de réduire la vulnérabilité d'un système en améliorant sa capacité d'adaptation aux CC (cibles directes).

La création de capacités passe également par un mode de gouvernance partenariale et collaborative de l'ICAR-Québec, de façon à intégrer en amont les utilisateurs potentiels des connaissances afin de bien cerner leurs besoins en information et de maximiser les probabilités d'utilisation des produits des recherches financées. Nous reviendrons d'ailleurs sur cette idée à la section 2.3.

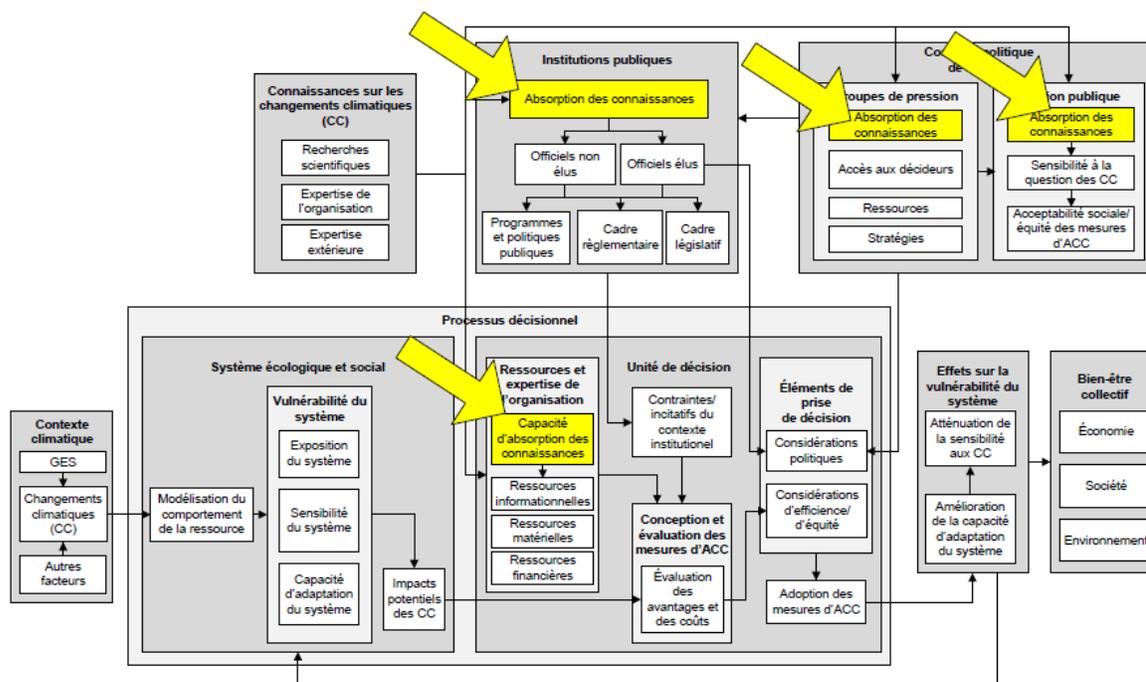
Ces connaissances et outils devraient ensuite être transférés vers leurs utilisateurs potentiels et utilisés par ceux-ci (cible intermédiaire de premier niveau) pour mettre en œuvre des mesures d'adaptation (cible intermédiaire de deuxième niveau) qui agissent sur la capacité d'adaptation et la vulnérabilité aux CC des systèmes visés (cibles ultimes).

Ultimement, c'est le bien-être de la collectivité qui s'en trouverait influencé, les conséquences des CC pouvant être réduites par une meilleure adaptation du système et une réduction de sa vulnérabilité.

La figure 3 présente une superposition de la problématique de l'ACC et l'intervention dans le cadre de l'ICAR-Québec. On peut ainsi visualiser quelles variables et facteurs l'intervention cherche à influencer. Ainsi, on peut voir que les connaissances et outils produits dans le cadre de l'ICAR-Québec fournissent principalement des « ressources informationnelles » aux acteurs impliqués dans le processus de décision. Ces informations rendues disponibles concernent les variables climatiques, les processus biophysiques et socio-économiques ainsi que les méthodes d'évaluation. Les destinataires des produits de

recherche ne se limitent toutefois pas aux preneurs de décisions. Ces produits peuvent également être absorbés par les acteurs institutionnels (officiels élus et non élus), les membres de groupes de pression ou encore le grand public.

FIGURE 3 : MODÈLE DE PROBLÉMATIQUE DE L'ADAPTATION AUX CHANGEMENTS CLIMATIQUES AVEC L'INTERVENTION DE L'ICAR-QUÉBEC



### 2.3 Intrants, activités de production et extrants

Les **intrants** sont les principales ressources (humaines, financières, etc.) investies pour réaliser les interventions du programme (Marceau, Otis et Simard, 1992).

Les **activités de production** sont les principaux processus, projets et activités réalisés au moyen de l'utilisation et de la transformation des différentes ressources investies dans le programme (Marceau, Otis et Simard, 1992).

Les **extrants** sont les biens et services produits au cours des activités de production du programme, et livrés à la clientèle (Marceau, Otis et Simard, 1992).

Avec l'enveloppe rendue disponible par RNCAN et les ressources mobilisées par Ouranos et ses partenaires (intrants), l'ICAR-Québec a pu être lancée. Le lancement a consisté à la mise sur pieds de comités d'experts spécifiques de chaque enjeu d'adaptation afin d'établir des orientations et priorités en vue de la sélection des activités à entreprendre et des partenaires à financer (activités de production et extrants). Des rencontres/ateliers avec des chercheurs et spécialistes se sont également tenues afin de proposer des idées de projets à développer. La suite de la mise en œuvre consistait à assurer la gestion de l'intervention, la coordination et le suivi scientifiques et techniques des activités des partenaires (activités de production).

Au niveau des extrants, les actions de l'ICAR-Québec ont concouru à la production de livrables tangibles et intangibles. Pour les livrables tangibles, la réalisation des activités pour lesquelles du financement a été accordé aux partenaires impliqués dans Ouranos a mené à la production de connaissances et d'outils que l'on a ensuite valorisés par la production de documents et activités de transfert de connaissances.

La dimension du transfert des connaissances se trouve au cœur des activités d'Ouranos dans le cadre de l'ICAR-Québec, prenant notamment la forme d'extrants intangibles. Cette deuxième catégorie d'extrants représente les résultats du fonctionnement collaboratif des activités, de la sensibilisation et de la mobilisation des décideurs clé en matière d'ACC et de l'implication des utilisateurs potentiels des connaissances produites à toutes les étapes des activités scientifiques de l'ICAR-Québec (transfert bi-directionnel des connaissances). Inspiré par l'Organigramme décisionnel en matière d'adaptation (*Decision-making continuum*) de Ressources naturelles Canada (Ouranos, 2009, p. 12), ce mode de fonctionnement mène à des livrables à mi-chemin entre les extrants et les effets. Ces livrables intangibles sont perçus comme pouvant faciliter le transfert des connaissances dans le but de faire avancer l'adaptation. Il s'agit notamment d'efforts i) de sensibilisation afin de changer la perception des risques et des incertitudes climatiques, ii) pour améliorer la compréhension de la problématique des CC par rapport aux autres objectifs des décideurs afin de faciliter l'intégration de l'adaptation et iii) pour stimuler l'insertion, chez les acteurs, de l'adaptation à l'intérieur de leur marge de manœuvre.

## 2.4 Effets recherchés par l'ICAR-Québec

Les **effets** représentent l'état de la situation cible après les interventions du programme. L'évaluation des effets (prévus et non prévus) du programme vise à vérifier si, par les interventions réalisées dans le programme, les cibles (situations insatisfaisantes ou problèmes) ont été modifiées ou corrigées par rapport à la situation qui prévalait avant l'implantation du programme (Marceau, Otis et Simard, 1992)

La production des extrants (tangibles et intangibles) de l'ICAR-Québec devrait amener des effets qui seront associés aux cibles identifiées préalablement. D'abord, les fonds distribués stimuleront la recherche sur la problématique de l'ACC, développant ainsi une expertise dans ce domaine. Ensuite, ces recherches produiront des connaissances et des outils sur les CC et les mesures d'ACC. Dans l'éventualité où ces connaissances et outils seraient transférés aux décideurs clés en ACC, ces derniers seraient mieux outillés pour prendre des décisions éclairées quant à l'importance d'agir en matière d'ACC et aux meilleures mesures à développer et à implanter. L'adoption de mesures d'ACC devrait améliorer la capacité d'adaptation et réduire la vulnérabilité des systèmes clés pour l'environnement bâti, la gestion de l'eau, la foresterie, l'agriculture, le tourisme et les loisirs. Ultiment, le bien-être collectif s'en trouverait conservé ou amélioré. Par ailleurs, mentionnons que l'ordre de ces effets n'est pas nécessairement séquentiel. À titre d'exemple, on peut observer une amélioration de la capacité d'adaptation d'un système sans nécessairement avoir à mettre en œuvre une mesure d'adaptation.

## 2.5 Conclusion

La superposition du modèle de problématique et du modèle logique permet d'esquisser une théorie complète de l'intervention et mène à l'identification de l'ensemble de la zone d'effets autour desquels bâtir des indicateurs. Nous avons vu au chapitre précédent que des

indicateurs d'effets en matière de planification de l'ACC devraient concerner l'évaluation de la vulnérabilité du système écologique et social, l'évaluation des options et solutions d'adaptation, la décision d'adopter une mesure d'ACC, les effets de la mesure d'ACC sur la vulnérabilité du système et finalement, les effets en termes de bien-être collectif.

De son côté, l'ICAR-Québec cherche à agir sur cette problématique par la participation, la sensibilisation, le développement de partenariats stratégiques et la création de capacités chez les acteurs en adaptation, capacités en termes de connaissances et d'outils pour prendre les bonnes décisions en matière d'adaptation et faire avancer l'ACC. Or, pour profiter des produits de la recherche mis à leur disposition, encore faut-il que les acteurs les reçoivent et les utilisent. La dimension du transfert et de l'utilisation des connaissances s'ajoute donc aux cinq composantes présentées au chapitre 1.

## 6) Le transfert et l'utilisation des connaissances

- Qui sont les utilisateurs potentiels des connaissances? Quels sont leurs besoins en matière de connaissances? Dans quelle mesure ces besoins sont-ils considérés dans la planification des projets de recherche?
- Dans quelle mesure les connaissances scientifiques produites sont-elles transférées à leurs destinataires potentiels?
- Dans quelle mesure ces connaissances sont-elles utilisées par leurs destinataires?
- Quels sont les facteurs facilitant et contraignant le transfert et l'utilisation des connaissances ?

Cette sixième dimension du référentiel est tout à fait compatible avec l'Organigramme décisionnel en matière d'adaptation (*Decision-making continuum*) de Ressources naturelles Canada. Rappelons que l'idée derrière cette schématisation est d'illustrer, au sein d'un continuum, les progrès des acteurs de l'adaptation vers la mise en œuvre de stratégies d'adaptation. Les acteurs d'un système peuvent passer à travers différents stades (absence de sensibilisation, sensibilisation générale, mobilisation ciblée, sensibilisation ciblée, analyse approfondie, point de décision) avant de prendre des mesures d'ACC. Tout au long du continuum, les connaissances sur le système et sur les CC jouent un rôle primordial dans ces efforts de sensibilisation et de mobilisation.

Les stades de l'Organigramme décisionnel en matière d'adaptation viennent qualifier l'état de la mobilisation et de la sensibilisation au sein d'un système. Notre référentiel vient compléter ce continuum en considérant dans l'évaluation la question de l'influence de la recherche scientifique sur les décideurs. Cette influence n'est possible qu'à la suite d'un processus de transfert au cours duquel les connaissances produites ont rejoint les bonnes personnes, mené à des changements au niveau de leurs connaissances et cadres de référence et influencé la prise de décision.



## CHAPITRE 3

# ÉLÉMENTS POUR UN RÉFÉRENTIEL D'ÉVALUATION DE L'ICAR-QUÉBEC

---

Comme tout domaine émergent, l'ACC est loin d'être arrivée à maturité (Magnan, 2009). Certains chercheurs ont identifié plusieurs lacunes dans l'adaptation, tels qu'une planification inadéquate en fonction des risques climatiques connus (Repetto, 2008). La prévalence de tels « déficits d'adaptation » (Burton, 2004, 2005; Burton et May, 2004) rend plus que jamais nécessaire l'évaluation des processus d'adaptation et de leurs résultats afin de garantir l'efficacité, l'efficience et l'équité dans la planification de l'adaptation et dans la mise en œuvre des interventions identifiées (Preston, Westaway et Yuen, 2011).

Malgré des progrès timides, l'émergence de l'évaluation des politiques d'adaptation ne saurait être niée. Facteur de complexité, les cadres d'évaluation existants mettent souvent l'accent sur des aspects de planification différents et variés, rendant difficile l'identification d'un processus de planification approprié. Cette absence de consensus illustre le fait qu'une approche systématique de suivi et d'évaluation de l'ACC n'a pas encore émergé. Elle est également symptomatique d'une capacité limitée à effectuer les évaluations et à les incorporer dans les politiques d'adaptation. Conséquemment, bien que l'adaptation soit à l'occasion l'objet d'un examen critique, l'évaluation de l'ACC est encore loin d'être une pratique institutionnalisée (Preston, Westaway et Yuen, 2011).

Nous croyons toutefois que les concepts dégagés et les composantes d'effets identifiées dans les modèles de problématique et logique peuvent s'avérer utiles pour donner un certain sens à la masse d'indicateurs en ACC que l'on retrouve dans les écrits. Après une discussion sur l'évaluation de l'ACC, ce chapitre présente une structure de classement pour des indicateurs d'adaptation selon les composantes des effets identifiées précédemment. Nous présenterons alors certains indicateurs provenant de cadres d'évaluation existants qui permettraient de saisir adéquatement la dimension pour laquelle une mesure est nécessaire. Pour certaines composantes, notre revue de la littérature pertinente n'a pas permis de relever des indicateurs satisfaisants. Nous proposerons alors à titre d'essai et temporairement une série d'indicateurs pour remédier à cette situation.

### 3.1 Évaluation de l'adaptation

L'évaluation des politiques d'adaptation est un domaine émergent dans lequel des progrès sont en cours de réalisation. Un certain nombre de pays (comme la Finlande, la Grande-Bretagne, l'Allemagne), d'organisations et de fonds internationaux (comme le PNUD, le Fonds pour l'environnement mondial, le Fonds pour l'adaptation) ont défini des cadres et indicateurs pour l'évaluation de l'ACC. Toutefois, jusqu'à maintenant, très peu de ces cadres et indicateurs ont réellement été utilisés systématiquement<sup>3</sup>.

---

<sup>3</sup> La Finlande et le Royaume-Uni sont des exemples de pays qui ont évalué leur politique d'ACC.

### 3.1.1 Indicateurs de processus et indicateurs de résultats

La dimension procédurale de l'adaptation est bien présente dans les cadres de mesure et évaluation (M&E) en ACC. Swart et autres (2009) sont d'avis que le développement de ces cadres doit se concentrer sur la détermination d'indicateurs de processus (*process indicators*). Ceux-ci définissent et, si possible, quantifient les changements factuels et comportementaux nécessaires pour en arriver aux cibles ultimes en matière d'adaptation. Par ailleurs, ces indicateurs permettent de surveiller les progrès réalisés dans la mise en œuvre des mesures d'adaptation.

De tels indicateurs font aussi référence aux conditions institutionnelles requises pour une adaptation réussie, par exemple l'existence d'une entité de coordination horizontale, l'adoption d'un programme national de mise en œuvre, un programme de financement pour l'adaptation, etc. (Harley et autres, 2008). Ainsi, les cadres de M&E s'interrogent sur la capacité des institutions, des gouvernements et de la société civile à comprendre les CC et à intégrer l'adaptation à la prise de décision. Leurs indicateurs cherchent à vérifier l'adéquation des mécanismes politiques et institutionnels à promouvoir les connaissances et les actions en matière de CC (Anderson, 2011), comme cet indicateur du EPA Network of Environmental Protection Agencies : "Existing national adaptation plans and/or strategies, or those in preparation." Cet indicateur vise à vérifier la présence d'une stratégie nationale d'adaptation, ou à tout le moins si une telle stratégie est en préparation. Les indicateurs de processus contrastent par rapport aux indicateurs de résultats (*outcome-based indicators*), qui mesurent l'efficacité des politiques et activités d'adaptation en général.

### 3.1.2 Indicateurs de vulnérabilité

Selon Harley et autres (2008), une adaptation réussie demande que des mesures pour s'adapter aux CC soient mises en place et que les impacts négatifs soient évités, dans la mesure où les coûts d'évitement sont inférieurs aux bénéfices engendrés. Les mesures d'adaptation doivent ultimement faire passer les systèmes humains, économiques et écologiques d'un état de vulnérabilité climatique à un état de résilience au climat. Les indicateurs doivent donc capter les changements concernant la sensibilité aux dangers potentiels et les changements à la capacité d'adaptation permettant de réduire la vulnérabilité et d'accroître la résilience (Harley et autres, 2008).

En liant un processus de gestion du risque climatique à la vulnérabilité de certains groupes marginalisés et aux résultats en termes de développement qu'ils connaissent, un cadre de M&E en ACC viendrait évaluer dans quelle mesure les besoins d'adaptation de ces populations sont considérés, dans quelle mesure le risque climatique a été intégré dans le développement et si suffisamment de précautions ont été prises afin d'éviter une mauvaise adaptation (Anderson, 2011; Brooks et autres, 2011).

Les indicateurs de vulnérabilité doivent donc fournir aux décideurs l'information utile pour identifier les besoins prioritaires et ainsi justifier certaines actions.

Vu l'éventail des besoins potentiels d'évaluation, il est peu probable qu'un seul ensemble d'indicateurs de la vulnérabilité puisse s'appliquer à tous les contextes. Un accord entre les parties prenantes sur les objectifs poursuivis en matière d'adaptation est souvent proposé

avant d'amorcer l'élaboration d'indicateurs (Harley et autres, 2008), ce qui compromet fortement toute tentative de développement d'un cadre de M&E un tant soit peu générique.

### **3.2 Proposition d'indicateurs en adaptation**

Les cadres d'évaluation en ACC sont nombreux. Une recension non exhaustive des documents produits par des organismes nationaux et internationaux (UNDP, UNFCCC, UKCIP, etc.) et de la littérature scientifique a permis d'identifier pas moins de 22 cadres de M&E et 336 indicateurs. Le tableau 1 présente un aperçu des domaines couverts par les indicateurs que l'on retrouve dans ces cadres. L'ensemble de ces indicateurs peut également être consulté à l'annexe 1.

Un nombre aussi important d'indicateurs illustre à quel point l'obtention d'un consensus quant à un nombre limité d'indicateurs n'est pas une mince affaire. De manière à en proposer un nombre raisonnable, nous avons travaillé à l'identification d'indicateurs plus génériques que particuliers. Dans cette entreprise, les concepts dégagés et les composantes d'effets identifiées dans les modèles de problématique et logique se sont avérés utiles. En effet, le modèle générique de prise de décision développé dans notre modélisation de la problématique a permis d'organiser cette masse d'indicateurs et ensuite d'en identifier un certain nombre qui nous semblaient capter adéquatement le phénomène décrit. Lorsque cela s'avérait nécessaire, d'autres indicateurs ont été proposés en complément. Pour chaque composante des modèles, la proposition d'indicateurs sera précédée de quelques éléments descriptifs quant aux indicateurs répertoriés.

#### **3.2.1 Évaluation de la vulnérabilité du système écologique et social**

La première composante issue du modèle de problématique représente l'action d'évaluer la vulnérabilité du système écologique et social. Rappelons que la vulnérabilité mesure la susceptibilité d'un système de subir les effets négatifs des CC, et qu'elle dépend de sa sensibilité aux CC et de sa capacité d'ACC.

Évidemment, les facteurs rendant un système vulnérable ou adaptable varieront selon les secteurs. Des indicateurs de vulnérabilité ou de capacité d'adaptation d'un système doivent donc être identifiés en fonction de facteurs spécifiques de chaque domaine d'intervention (foresterie, environnement bâti, agriculture, tourisme, ressources en eau, etc.). Encore une fois, notre intention n'est pas de nier la contribution d'autres modèles existants dans des secteurs confrontés aux CC auxquels sont rattachés certains indicateurs associés au comportement d'une ressource face aux perturbations climatiques. Au contraire, les produits de ces modèles particuliers sont d'un grand intérêt car ils nous révèlent ce que sont les vulnérabilités dans un secteur particulier et donc les effets spécifiques à atteindre. Il suffirait alors de repérer les produits de ces modélisations et de les utiliser pour en faire des indicateurs particuliers pour notre modèle. Notre intention n'était toutefois pas de faire la revue de ces modèles mais plutôt de centrer l'analyse sur le processus de décision afin d'identifier des composantes génériques de la problématique.

Du point de vue d'un processus de planification de l'adaptation, cette activité d'évaluation de la vulnérabilité vise un objectif très général : améliorer les connaissances quant aux répercussions des CC sur le système en cause de façon à permettre une estimation des

besoins en adaptation aux CC et l'identification des solutions appropriées. Des indicateurs de nature générique pourraient donc être imaginés.

On peut voir au tableau 1 que plusieurs cadres ont considéré la composante de l'évaluation de la vulnérabilité. Certains indicateurs à ce sujet ont retenu notre attention (tableau 2)<sup>4</sup>.

---

<sup>4</sup> Nous avons fait le choix de laisser dans leur version originale anglaise les exemples d'indicateurs provenant des cadres d'évaluation présentés dans le rapport (tableaux 2 à 10). Ce choix a été fait afin de ne pas risquer de dénaturer ces indicateurs suite à leur traduction. Ces indicateurs ont été développés dans un contexte particulier, suivant des approches propres à des auteurs ayant leur propre référentiel en tête. Il nous apparaissait donc important de rendre compte de ces indicateurs tels qu'ils étaient présentés dans les documents consultés.

TABLEAU 1 : APERÇU DES PERSPECTIVES ÉVALUATIVES COUVERTES DANS LES CADRES D'ÉVALUATION ANALYSÉS

Composantes des modèles	Variables	Cadres/auteurs	Indicateurs (n)
Évaluation de la vulnérabilité du système écologique et social	Effets potentiels des CC	Brooks et autres (2011)	1
		Pilot Program for Climate Resilience (PPCR) (2010) cité dans Brooks et autres (2011)	1
		The Adaptation Fund Results Framework (2010) cité dans Brooks et autres (2011)	1
		EEA Workshop (cité dans Swart et autres (2009))	2
		Harley et autres (2008)	2
		National Indicator 188 (UKCIP, 2008)	1
		EPA Network of Environmental Protection Agencies cité dans Harley et autres (2008)	1
		UN/ISDR (2008)	2
		Lamhauge, Lanzi et Agrawala (2011)	3
		Sanahuja (2011)	3
		UNFCCC Secretariat (2010)	7
Twiggs (2007) cité dans Villanueva (2011)	2		
Évaluation des options et solutions d'adaptation	Conception et évaluation des mesures d'ACC	EEA Workshop (cité dans Swart et autres (2009))	3
		Harley et autres (2008)	3
		National Indicator 188 (UKCIP, 2008)	1
		EPA Network of Environmental Protection Agencies cité dans Harley et autres (2008)	10
		UN/ISDR (2008)	1
		Lamhauge, Lanzi et Agrawala (2011)	8
		Sanahuja (2011)	1
		UNDP (2007)	3
		UNFCCC Secretariat (2010)	12
		Spearman et McGray (2011)	5
		Asian Development Bank (2006) cité dans Spearman et McGray (2011)	3
		UNDP and GEF (2007) cité dans Villanueva (2011)	2
		Twiggs (2007) cité dans Villanueva (2011)	1
	Évaluation des avantages et des coûts	Brooks et autres (2011)	1
Lamhauge, Lanzi et Agrawala (2011)		1	
Décision d'adopter une mesure d'ACC	Adoption des mesures d'ACC	Brooks et autres (2011)	2
		Pilot Program for Climate Resilience (PPCR) (2010) cité dans Brooks et autres (2011)	3
		The Adaptation Fund Results Framework (2010) cité dans Brooks et autres (2011)	6
		National Indicator 188 (UKCIP, 2008)	1
		UN/ISDR (2008)	2
		Lamhauge, Lanzi et Agrawala (2011)	2
		Sanahuja (2011)	3
		UNDP (2007)	1
		UNFCCC Secretariat (2010)	7
		Global Environment Facility (2008) cité dans Spearman et McGray (2011)	7
		UNDP and GEF (2007) cité dans Villanueva (2011)	3

Composantes des modèles	Variables	Cadres/auteurs	Indicateurs (n)
Déterminants du processus d'adaptation	Programmes et politiques publiques	Pilot Program for Climate Resilience (PPCR) (2010) cité dans Brooks et autres (2011)	1
		Harley et autres (2008)	1
		EPA Network of Environmental Protection Agencies cité dans Harley et autres (2008)	1
		UN/ISDR (2008)	3
		Iwanciw et Zalles (2010) cité dans Spearman et McGray (2011)	1
	Cadre réglementaire, cadre législatif	Brooks et autres (2011)	1
		EPA Network of Environmental Protection Agencies cité dans Harley et autres (2008)	1
		UN/ISDR (2008)	1
		Spearman et McGray (2011)	1
	Contexte politique de l'action	The Adaptation Fund Results Framework (2010) cité dans Brooks et autres (2011)	1
		Lamhauge, Lanzi et Agrawala (2011)	1
		Sanahuja (2011)	1
		UNFCCC Secretariat (2010)	2
	Sensibilité à la question des CC	UNDP and GEF (2007) cité dans Villanueva (2011)	1
		Harley et autres (2008)	1
	Ressources et expertise de l'organisation	Lamhauge, Lanzi et Agrawala (2011)	2
		Twiggs (2007) cité dans Villanueva (2011)	1
	Connaissances sur les CC	EPA Network of Environmental Protection Agencies cité dans Harley et autres (2008)	1
		Harley et autres (2008)	1
		UN/ISDR (2008)	2
		Lamhauge, Lanzi et Agrawala (2011)	10
		Sanahuja (2011)	1
		Spearman et McGray (2011)	1
		Twiggs (2007) cité dans Villanueva (2011)	2
	Capacité d'absorption des connaissances	Brooks et autres (2011)	2
		Pilot Program for Climate Resilience (PPCR) (2010) cité dans Brooks et autres (2011)	4
		Harley et autres (2008)	2
Lamhauge, Lanzi et Agrawala (2011)		5	
UNDP (2007)		3	
UNFCCC Secretariat (2010)		1	
Effets de la mesure d'ACC sur la vulnérabilité du système	Brooks et autres (2011)	1	
	Pilot Program for Climate Resilience (PPCR) (2010) cité dans Brooks et autres (2011)	3	
	The Adaptation Fund Results Framework (2010) cité dans Brooks et autres (2011)	2	
	Finnish National Adaptation Strategy cité dans Swart et autres (2009)	1	
	Government Strategy Report 2008 cité dans Swart et autres (2009)	3	
	EEA Workshop (cité dans Swart et autres (2009))	1	
	Harley et autres (2008)	6	

Composantes des modèles	Variables	Cadres/auteurs	Indicateurs (n)
		UN/ISDR (2008)	10
		Lamhauge, Lanzi et Agrawala (2011)	13
		Sanahuja (2011)	7
		UNDP (2007)	9
		UNFCCC Secretariat (2010)	3
		Spearman et McGray (2011)	3
		Asian Development Bank (2006) cité dans Spearman et McGray (2011)	2
		Global Environment Facility (2008) cité dans Spearman et McGray (2011)	1
		UNDP and GEF (2007) cité dans Villanueva (2011)	4
		Brooks et autres (2011)	3
	Atténuation de la sensibilité du système aux CC	Pilot Program for Climate Resilience (PPCR) (2010) cité dans Brooks et autres (2011)	2
		The Adaptation Fund Results Framework (2010) cité dans Brooks et autres (2011)	5
		Finnish National Adaptation Strategy cité dans Swart et autres (2009)	5
		Government Strategy Report 2008 cité dans Swart et autres (2009)	1
		Lamhauge, Lanzi et Agrawala (2011)	5
		Sanahuja (2011)	4
		UNDP (2007)	3
		UK Adaptation Sub-Committee (2011)	19
		Spearman et McGray (2011)	2
		Moser (2007) cité dans Spearman et McGray (2011)	5
		Asian Development Bank (2006) cité dans Spearman et McGray (2011)	5
		Global Environment Facility (2008) cité dans Spearman et McGray (2011)	6
		UNDP and GEF (2007) cité dans Villanueva (2011)	7
Natural England (2010)	15		
Effets en termes de bien-être collectif	Bien-être collectif	Pilot Program for Climate Resilience (PPCR) (2010) cité dans Brooks et autres (2011)	1
		Lamhauge, Lanzi et Agrawala (2011)	1
		Sanahuja (2011)	1
		Asian Development Bank (2006) cité dans Spearman et McGray (2011)	4

**TABLEAU 2 : EXEMPLES D'INDICATEURS POUR L'ÉVALUATION DE LA VULNÉRABILITÉ DU SYSTÈME**

Sources	Indicateurs
Brooks et autres (2011)	<i>Mechanisms for targeting the climate vulnerable (e.g. for carrying out climate risk assessment and vulnerability assessment and using the results of such assessments to inform development policy and practice).</i>
Pilot Program for Resilience (PPCR) (2010) cité dans Brooks et autres (2011)	<i>Coverage of climate risk analysis and vulnerability assessments based on current scientific evidence</i>
The Adaptation Fund Results Framework (2010) cité dans Brooks et autres (2011)	<i>No. and type of projects that conduct and update risk and vulnerability assessments</i>
EPA Network of Environmental Protection Agencies cité dans Harley et autres (2008)	<i>Key climatic vulnerabilities. This might be based, for example, on risk assessments by region and sector.</i>
UNFCCC Secretariat (2010)	<i>Research ongoing and adequate on the impacts of, or adaptation, to climate change</i>
	<i>Impacts well known, within the limits of uncertainty</i>

Les quatre premiers indicateurs offrent des informations sur des activités en cours sans s'intéresser aux effets quant à l'amélioration des connaissances sur les risques, la sensibilité, la capacité d'adaptation. C'est cette connaissance qui s'avère critique pour estimer correctement les impacts potentiels des CC et de là les besoins en adaptation.

Le second indicateur d'UNFCCC et celui d'EPA Network of Environmental Protection Agencies sont plus intéressants, puisqu'ils impliquent l'obtention d'une certaine connaissance sur les vulnérabilités des systèmes et les impacts des CC. De façon très grossière, un indicateur de la planification de l'ACC pour cette première composante s'articulerait ainsi :

**Indicateur proposé n° 1** – Niveau de connaissances des acteurs de l'adaptation sur les risques et vulnérabilités et leurs impacts potentiels sur le système

### 3.2.2 Évaluation des options et solutions d'adaptation

Nous avons vu au chapitre 1 qu'une rationalité économique devrait se trouver à la base des décisions en matière d'ACC, c.-à-d. que leurs avantages devraient être supérieurs à leurs coûts. Bien qu'on trouve dans les cadres plusieurs indicateurs relatifs à la conception des mesures d'adaptation (par exemple à propos de l'implication de parties prenantes dans la planification des mesures, les partenariats possibles, les objectifs associés à la mesure, son plan de mise en œuvre, etc.), nous n'avons identifié qu'un seul indicateur qui renvoyait à l'idée d'opposer les avantages d'une mesure à ses coûts dans le choix et la conception d'une mesure d'ACC (voir tableau 3).

TABLEAU 3 : INDICATEUR POUR L'ÉVALUATION DES OPTIONS ET SOLUTIONS D'ADAPTATION

Sources	Indicateurs
Brooks et autres (2011)	<i>Benefit/ cost ratios of adaptation options identified/ implemented (based on ratio of value of assets and productivity made less vulnerable to adaptation expenditure).</i>

En complément, mentionnons que l'effet recherché à cette étape du processus de planification est la possession de l'information nécessaire pour prendre la meilleure décision d'un point de vue d'efficacité économique. Un indicateur pour cette seconde composante pourrait avoir cette forme :

**Indicateur proposé n° 2** – Niveau de connaissances des acteurs de l'adaptation quant 1) aux coûts infligés au système économique, social et environnemental si aucune mesure d'adaptation aux CC n'est implantée, ainsi que leur distribution dans le temps et leur probabilité d'occurrence; 2) aux coûts et bénéfices de la mesure d'adaptation projetée ou encore ses bénéfices nets (frais de planification, de préparation, de mise en œuvre et de suivi des mesures); 3) aux coûts résiduels des CC et au partage des coûts.

### 3.2.3 Décision d'adopter une mesure d'ACC

Le tableau 4 présente un échantillon des indicateurs renvoyant à l'adoption de mesures d'ACC provenant des cadres de M&E consultés. Nous avons vu au chapitre 1 que les moyens d'adaptation peuvent prendre plusieurs formes. Tout comme pour la première composante (l'évaluation de la vulnérabilité du système), la nature de la mesure d'adaptation dont on devra vérifier la mise en œuvre aura une spécificité propre à son contexte. Pour cette raison, certains indicateurs renvoient à l'adoption d'une mesure d'ACC précise, comme c'est le cas pour les trois premiers indicateurs ci-dessous. Les deux indicateurs suivants se distinguent toutefois par un niveau d'abstraction plus important.

TABLEAU 4 : EXEMPLES D'INDICATEURS POUR LA DÉCISION D'ADOPTER UNE MESURE D'ACC

Sources	Indicateurs
The Adaptation Fund Results Framework (2010) cite dans Brooks et autres (2011)	<i>Development of early warning systems</i>
UN/ISDR (2008)	<i>Social development policies and plans are being implemented to reduce the vulnerability of populations most at risk.</i>
Lamhauge, Lanzi et Agrawala (2011)	<i>No. and type of disaster risk reduction instruments e.g. insurance instruments promoted</i>
UNDP (2007)	<i>Number of risk-reducing practices/measures implemented to support adaptation of livelihoods and/or resource management</i>
UNFCCC Secretariat (2010)	<i>Adaptation measures identified and their implementation launched</i>

Notre modèle de problématique étant un modèle générique de prise de décision, le plus simple indicateur que l'on puisse imaginer pour cette composante doit permettre de dire si oui ou non la mesure d'adaptation projetée a été, ou sera, implantée à l'image de l'indicateur provenant de UNFCCC. L'indicateur proposé aurait donc la forme suivante :

**Indicateur proposé n° 3 – Décision prise quant à la mesure d'ACC à adopter.**

Il est entendu que la décision sur laquelle on s'interroge peut, ou non, revêtir un caractère stratégique, et que la décision de ne rien faire peut également constituer une possibilité. Par ailleurs, un tel indicateur ne porte pas sur l'adéquation de la mesure (cette question sera solutionnée par une évaluation de ses effets sur la vulnérabilité du système), mais bien si une décision a été prise. On suppose qu'à ce point, les mesures examinées sont les bonnes et apparaissent souhaitables.

◆ **Déterminants du processus d'adaptation**

Nous avons vu au début du présent chapitre que bon nombre d'indicateurs de planification de l'adaptation cherchent à mesurer les composantes clés du processus d'ACC (*process indicators*). Ces composantes sont liées aux changements factuels, comportementaux nécessaires, ou encore aux conditions institutionnelles requises pour une adaptation réussie. Certains cadres de M&E contiennent des indicateurs touchant à ces composantes (tableau 5).

**TABLEAU 5 : EXEMPLES D'INDICATEURS DE PROCESSUS**

<b>Sources</b>	<b>Indicateurs</b>
Lamhaug, Lanzi et Agrawala (2011)	<i>Adaptation in government staff training curricula</i>
Harley et autres (2008)	<i>Is a national framework in place and what spatial scale does it cover?</i>
	<i>The public's perceived attribution of the source and the significance of exposure to its local manifestations</i>
UN/ISDR (2008)	<i>National institutional and legal frameworks for disaster risk reduction exist with decentralized responsibilities and capacities at all levels</i>
The Adaptation Fund Results Framework for Action (2010) cité dans Brooks et autres (2011)	<i>No. of news outlets in the local press and media that have covered the topic</i>

De tels indicateurs ont certes leur pertinence, mais nous croyons qu'il faut leur donner une autre interprétation. Nous avons vu au chapitre 1 que le choix d'un décideur d'aller ou non de l'avant avec une mesure d'ACC peut subir l'influence de certains déterminants (les ressources et l'expertise de son organisation, l'existence de programmes et de politiques publiques fournissant des incitatifs à l'adoption de mesures, des cadres réglementaire et législatif favorables, les pressions du contexte politique et social, les connaissances disponibles sur les CC). À la lumière de notre modèle de problématique, des indicateurs comme ceux présentés au tableau 5 devraient être interprétés non pas uniquement comme des indicateurs de capacité d'adaptation, mais comme des déterminants de l'adoption ou

non d'une mesure d'ACC. Autrement dit, en plus de constituer des facteurs favorisant l'adaptation (sans pour autant garantir la mise en œuvre des mesures), de tels facteurs peuvent également contribuer à l'atteinte de l'objectif opérationnel recherché à ce stade du processus d'adaptation (la décision d'aller de l'avant avec une mesure). Par exemple, le premier indicateur (Lamhauge, Lanzi et Agrawala, 2011) pourrait certes révéler la présence de compétences en matière d'adaptation au sein d'une organisation gouvernementale. Mais en jumelant cette donnée à la décision finale du processus d'adaptation, un tel indicateur offre un élément d'interprétation quant au succès ou à l'échec du processus d'adaptation.

Nous ne proposerons donc pas d'indicateurs quant aux déterminants du processus d'évaluation. Ces déterminants devront toutefois faire l'objet d'un contrôle lors de toute évaluation d'un processus de planification de l'ACC. Il appartiendra alors à l'évaluateur d'assurer ce contrôle par les procédures méthodologiques qu'il utilisera pour l'évaluation.

### ◆ **Connaissances sur les CC**

Parmi les déterminants du processus de planification de l'adaptation, les connaissances sur les CC méritent quelques développements supplémentaires. Leur développement et leur utilisation ont une grande influence sur la problématique en renseignant les décideurs quant aux impacts potentiels des CC, aux options d'adaptation disponibles, à leurs avantages et leurs coûts, à l'efficacité des mesures d'ACC mises en œuvre, etc. Elles contribuent également à l'information des acteurs des institutions publiques et du grand public sur la question des CC.

Nous avons illustré au chapitre 2 que l'ICAR-Québec agissait sur la problématique de l'adaptation en favorisant, au moyen d'interactions et d'itérations entre la communauté de la recherche et les utilisateurs de connaissances, la production scientifique sur les CC et le développement d'outils permettant de réduire la vulnérabilité d'un système ou d'améliorer sa capacité d'adaptation. Toutefois, avant d'arriver à influencer la problématique de manière aussi marquée, les connaissances produites doivent rejoindre leurs destinataires et être utilisées par ceux-ci dans le cadre du processus de planification de l'ACC. Bien que la disponibilité des connaissances sur les CC représente un déterminant à la prise de décision, la question du transfert et de l'utilisation des connaissances n'en demeure pas moins une composante de la zone des effets à considérer, vu que c'est sur ce déterminant que l'ICAR-Québec tente d'agir.

La dimension de transfert et d'utilisation des connaissances est présente dans certains des cadres de M&E analysés (tableau 6). Les huit premiers indicateurs présentés ci-dessous touchent à des dimensions du processus de transfert – par exemple le nombre de participants aux activités de partage de connaissances ou de formation (Lamhauge, Lanzi et Agrawala, 2011) – ou d'effets en termes d'utilisation – par exemple l'identification et l'incorporation des mesures d'adaptation les plus efficaces dans les stratégies (UNFCCC Secretariat, 2010). Quant aux trois derniers indicateurs, ils représentent certains déterminants susceptibles de favoriser l'utilisation (par exemple la compétence à gérer l'information et à identifier les connaissances crédibles, la mise en place de systèmes de veille et de dissémination d'informations, ou encore la participation à des réseaux d'échanges de connaissances).

**TABLEAU 6 : EXEMPLES D'INDICATEURS D'ABSORPTION ET D'UTILISATION DES CONNAISSANCES**

Sources	Indicateurs
UN/ISDR (2008)	<i>National and local risk assessments based on hazard data and vulnerability information are available and include risk assessments for key sectors.</i>
Lamhauge, Lanzi et Agrawala (2011)	<i>No. of stakeholders participating in knowledge sharing/training</i>
	<i>Extent of use and outreach of education material/training facilities</i>
	<i>No. of stakeholders requesting and accessing knowledge products</i>
	<i>Extent of research dissemination</i>
UNDP (2007)	<i>Communicate climate change risks, disseminate information, or make decisions based on high quality information), as relevant</i>
	<i>Number of relevant networks or communities with which lessons learned are disseminated</i>
UNFCCC Secretariat (2010)	<i>Most effective adaptive responses identified and incorporated in council strategies, plans</i>
Harley et autres (2008)	<i>The ability of decision-makers to manage information, the processes by which they determine which information is credible and the credibility of the decision-makers themselves</i>
UN/ISDR (2008)	<i>Systems are in place to monitor, archive and disseminate data on key hazards and vulnerabilities.</i>
Lamhauge, Lanzi et Agrawala (2011)	<i>No. of organisations engaging with knowledge network</i>

L'ICAR-Québec doit donc arriver à démontrer que les connaissances et outils qu'elle a contribué à produire ont été utilisés par leurs destinataires potentiels et ont eu une influence sur leurs actions. De façon générale, l'indicateur à retenir ici s'articulerait ainsi :

**Indicateur proposé n° 4** – Niveau d'utilisation des connaissances et outils produits dans le cadre de l'ICAR-Québec

L'utilisation des connaissances peut se concevoir comme une suite de plateaux à atteindre, chacun représentant un niveau d'effet en terme d'utilisation (Landry, Lamari et Amara, 2003; Landry, Amara et Lamari, 2011; Knott et Wildavsky, 1980). Ces différents standards peuvent servir à proposer une gradation pour qualifier le niveau d'utilisation. Dans le cadre d'une intervention comme l'ICAR-Québec, l'utilisation peut se matérialiser graduellement sur une longue période, voire plusieurs années.

- La **réception** : le destinataire potentiel a reçu les connaissances ou outils transférés (produits de transfert). À ce stade, on ne considère pas que le destinataire ait été sensibilisé mais bien physiquement rejoint par le produit de transfert.
- La **réflexion** : le destinataire a lu et a compris les produits de transfert. Il n'est pas encore réputé sensibilisé mais son niveau de connaissance est maintenant modifié.

- Le **changement au cadre de référence** : la consultation des produits de transfert a amené le destinataire à voir différemment un problème ou un objet. On l'a donc sensibilisé.
- Les **efforts d'utilisation** : le destinataire fait des efforts pour justifier des prises de décisions ou de positions à l'aide des produits de transfert.
- L'**adoption** : les produits de transfert utilisés ont directement influencé la prise de décision (l'adoption d'une mesure d'adaptation).

Le palier suivant, l'**implantation** (la décision influencée par les produits de transfert est mise en œuvre), rejoint la décision d'adopter la mesure d'ACC (vue à la section 2.3). Quant au dernier palier, l'**influence** (la décision influencée par les produits de transfert a des effets tangibles auprès des bénéficiaires envisagés) sera couverte dans la section suivante en abordant les effets de la mesure sur la vulnérabilité du système.

### 3.2.4 Effets de la mesure d'ACC sur la vulnérabilité du système

Les mesures d'adaptation visent la réduction de la vulnérabilité des systèmes écologiques et sociaux aux CC. Tout comme pour l'évaluation de la vulnérabilité du système, le contexte d'intervention joue un rôle primordial. Les effets recherchés seront différents selon la nature de la mesure d'ACC, les vulnérabilités que l'on souhaite réduire et les éléments de capacité d'adaptation que l'on souhaite renforcer.

Le tableau 7 présente un échantillon des indicateurs orientés vers une mesure d'effets. Les quatre premiers indicateurs illustrent bien l'idée présentée au paragraphe précédent. Ces indicateurs font référence à des effets qui s'avéraient sans doute importants à atteindre selon les concepteurs de ces cadres, en fonction des vulnérabilités les plus préoccupantes selon leur contexte, par exemple l'exposition d'infrastructures à des inondations résultant de phénomènes météorologiques extrêmes (UK Adaptation Sub-Committee, 2011).

TABLEAU 7 : EXEMPLES D'INDICATEURS POUR LA MESURE DE LA VULNÉRABILITÉ DU SYSTÈME

Sources	Indicateurs
Finnish National Adaptation Strategy cité dans Swart et autres (2009)	<i>Availability of real-time hydrological information</i>
Harley et autres (2008)	<i>The stock of human capital, including education and personal security</i>
UK Adaptation Sub-Committee (2011)	<i>Insurance claims for weather related causes (flooding, storms, subsidence)</i>
	<i>Number of properties flooded</i>
Spearman et McGray (2011)	<i>Change in degree of exposure to climate risks and threats</i>
	<i>Evidence of changed quality of climate-sensitive natural resource base</i>

Comme tous les systèmes ne sont pas vulnérables de la même manière et n'ont pas les mêmes besoins d'adaptation, il est difficile d'identifier un ensemble d'indicateurs susceptibles de s'appliquer de manière universelle. À tout le moins, l'exercice évaluatif

doit, à l'instar des deux derniers indicateurs présentés ci-dessus (Spearman et McGray, 2011), déterminer si un changement dans le degré d'exposition au risque climatique est observable suite à l'adoption d'une mesure d'ACC. Dans la mesure du possible, l'évaluation doit également dire si ce changement peut être attribué à cette mesure. Une réflexion est donc nécessaire, dès le lancement du processus de planification de l'ACC, sur ce que serait l'état du système une fois adapté aux vulnérabilités auxquelles il fait face. Cet exercice mènera à l'identification des indicateurs particuliers qui permettront de rendre compte d'un indicateur général :

**Indicateur proposé n° 5** – Changement observé quant à l'état de la vulnérabilité du système dû à la mesure d'adaptation adoptée, et par rapport au changement global de la vulnérabilité dû à d'autres facteurs

### 3.2.5 Effets en termes de bien-être collectif

Selon Brooks et autres (2011), un cadre de M&E de l'adaptation doit comprendre des composantes du bien-être collectif en vérifiant si les trajectoires de développement sont maintenues en dépit de la situation climatique. Toutefois, Frankel-Reed (2008) est d'avis que les indicateurs habituels en matière de développement et d'environnement ne sont pas adaptés au domaine de l'ACC. Ils ne reflètent pas la nature du concept, qui a davantage à voir avec le développement de capacités, l'adoption de comportements et de mesures réduisant les risques climatiques en vue de l'atteinte de résultats en matière de développement. Voici toutefois quelques indicateurs faisant référence à des dimensions de bien-être collectif (tableau 8).

**TABLEAU 8 : EXEMPLES D'INDICATEURS EN TERMES DE BIEN-ÊTRE COLLECTIF**

Sources	Indicateurs
Pilot Programme for Climate Resilience (PPCR) (2010) cité dans Brooks et autres (2011)	<i>HDI score (country), MDG indicators, % of people classified as poor and food insecure in most affected regions, mortality and economic losses from climate extremes</i>
Lamhauge, Lanzi et Agrawala (2011)	<i>Impact of flood (no. of people affected, inundation depth, duration, value of flood damage)</i>
Sanahuja (2011)	<i>Human security: Displaced populations; Climate change refugees; Changes in migrants and migrant working; Increased Rural – Urban Migration; Increased social unrest over resources</i>
Asian Development Bank (2006) cité dans Spearman et McGray (2011)	<i>Number of newly established industrial and commercial enterprises in the project areas increases compared with base year 2006.</i>
	<i>Land values for commercial and industrial purposes in project areas increases by at least 20% over 2005 levels by 2012.</i>
	<i>Urban poverty incidence in the project areas is reduced compared with 2003 incidence of 6.7%</i>
	<i>Direct economic losses from floods and waterlogging are reduced compared with current average losses.</i>

Notre projet de recherche se limitant à l'évaluation du processus de planification de l'adaptation, nous ne proposerons pas d'indicateurs ici. Il nous semble toutefois nécessaire de faire ressortir quelques éléments de précision. Dans notre modèle de problématique, nous avons fait le choix d'illustrer que la réduction de la vulnérabilité et l'amélioration de la capacité d'adaptation ne constituent pas les derniers éléments de la chaîne causale. Les actions en adaptation doivent être situées dans une dimension collective, i) d'abord pour illustrer l'influence que peut avoir l'ACC sur différentes perspectives de développement (économique, sociétale, environnementale), et ensuite ii) parce qu'il importe, dans le choix des mesures d'adaptation, de sélectionner et de mettre en œuvre des mesures produisant plus d'effets positifs que négatifs. Un tel examen doit s'effectuer en considérant l'ensemble des gains et des pertes pour la société associés aux mesures d'adaptation.

### 3.3 Conclusion

Les modèles de problématique et logique développés ont fait ressortir un modèle générique de prise de décision. À partir de ce modèle, nous avons pu proposer cinq indicateurs autour des composantes d'effets essentielles à considérer pour une évaluation de la planification de l'ACC dans le contexte de l'ICAR-Québec. Ces indicateurs représentent :

- 1- Le niveau de connaissances des acteurs de l'adaptation sur les risques, vulnérabilités et leurs impacts potentiels sur le système;
- 2- Le niveau de connaissances des acteurs de l'adaptation quant 1) aux coûts infligés au système économique, social et environnemental si aucune mesure d'adaptation aux CC n'est implantée, ainsi que leur distribution dans le temps et leur probabilité d'occurrence; 2) aux coûts et bénéfices de la mesure d'adaptation projetée ou encore ses bénéfices nets (frais de planification, de préparation, de mise en œuvre et de suivi des mesures); 3) aux coûts résiduels des CC et au partage des coûts;
- 3- La décision prise quant à la mesure d'ACC à adopter;
- 4- Le niveau d'utilisation des connaissances et outils produits dans le cadre de l'ICAR-Québec;
- 5- Le changement observé quant à l'état de la vulnérabilité du système dû à la mesure d'adaptation adoptée, et par rapport au changement global de la vulnérabilité dû à d'autres facteurs.

Les indicateurs proposés concernent l'évaluation du processus de planification de l'adaptation. Bien que nous n'ayons pas proposé d'indicateurs liés aux effets en termes de bien-être collectif, la dimension collective des actions en adaptation ne doit pas être perdue de vue, ne serait-ce que pour rappeler que toute intervention mène à des gains et des pertes pour l'ensemble de la société.

Bien que nos modèles (de problématique et logique) et les indicateurs qui leur sont associés possèdent une composante générique indéniable, une spécificité peut quand même leur être attribuée. Toutefois, cette spécificité se trouve non pas liée aux modèles (car peu importe le secteur, la planification de l'ACC peut s'expliquer à l'aide d'un modèle de prise de décision), mais aux indicateurs sectoriels qui viendraient préciser certaines variables du modèle. Nous verrons, dans le dernier chapitre, comment nos cinq indicateurs génériques

peuvent être appliqués dans deux secteurs particuliers, soit la foresterie et l'environnement bâti dans le Sud du Québec.

## CHAPITRE 4

### RÉFÉRENTIELS D'ÉVALUATION PARTICULIERS

---

De manière à transposer nos modèles et indicateurs génériques dans les secteurs de la foresterie et de l'environnement bâti dans le Sud du Québec, nous avons pris comme point de départ le modèle logique général de l'ICAR-Québec et nous l'avons adapté selon les spécificités de ces deux domaines. Les modèles logiques spécifiques des secteurs de la foresterie et de l'environnement bâti (voir les figures 4 et 5) sont venus préciser la nature de certains effets sectoriels attendus en ACC. À partir de là, les indicateurs développés au chapitre 3 ont été repris et adaptés afin de refléter les spécificités de ces effets. Nous verrons donc d'abord l'illustration de notre approche dans le volet foresterie, puis ensuite dans le volet environnement bâti au Sud du Québec.

#### 4.1 Le volet foresterie de l'ICAR-Québec

De la même manière qu'au chapitre 2, lors du développement du modèle logique général de l'ICAR-Québec, le modèle spécifique du volet foresterie d'ICAR-Québec repose sur une analyse de la raison d'être, des cibles d'interventions, des objectifs poursuivis, de la nature de l'intervention, du plan de mise en œuvre (intrants, activités de production, extrants) et des effets anticipés (voir la figure 4).

##### 4.1.1 Modèle logique

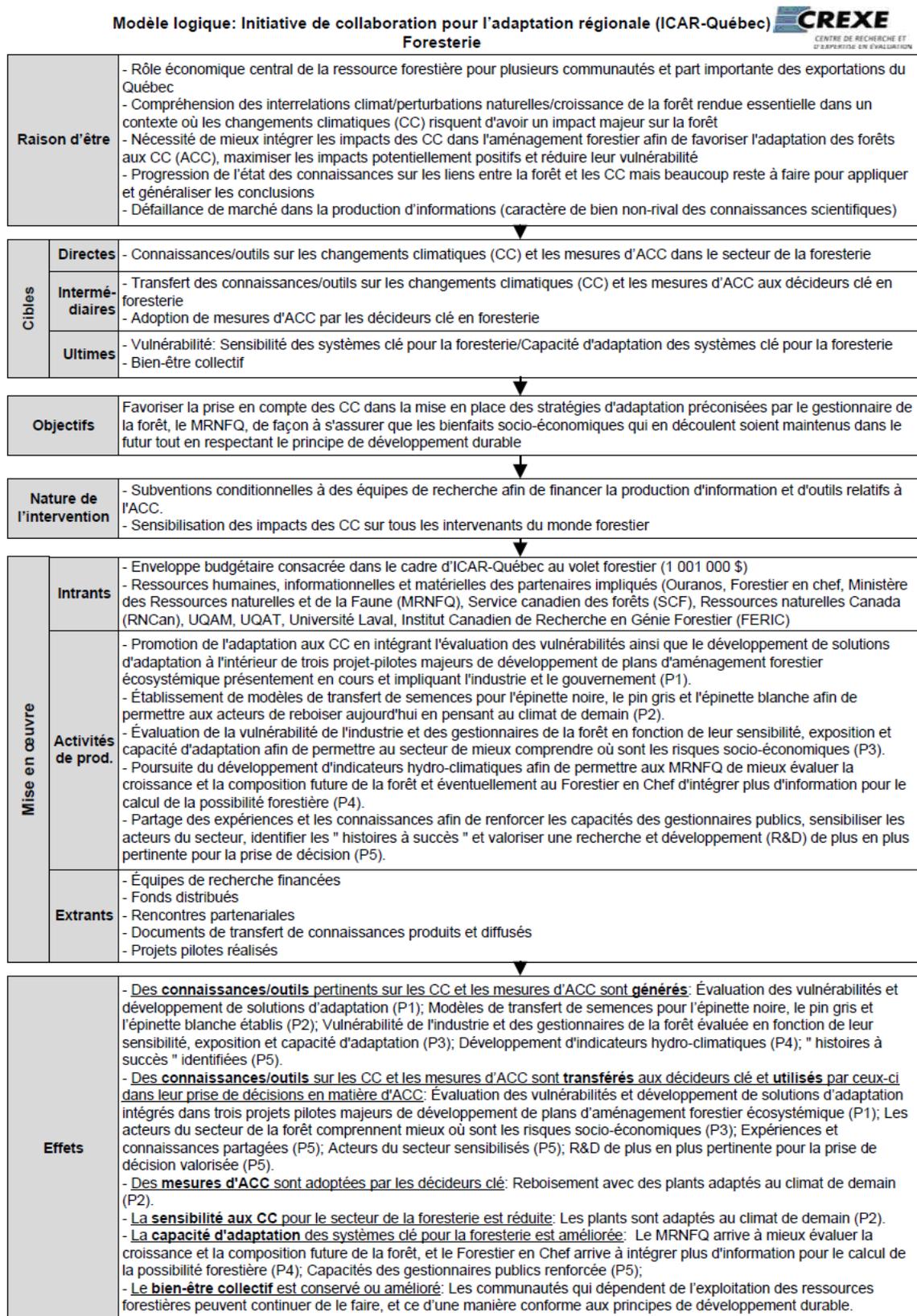
###### ◆ La raison d'être

Les impacts des CC sur les forêts sont loin d'être négligeables. Selon Bernier et Schoene (2009) et Williamson et autres (2009), ces impacts incluent notamment : une diminution de la couverture de neige dans les forêts boréales et tempérées ainsi qu'une fonte des neiges plus précoce, des saisons de feux de forêt plus longues ou plus sévères, des tempêtes violentes, des éclosions de maladies ainsi que des infestations d'insectes nuisibles et de ravageurs dans certains grands écosystèmes forestiers homogènes (dues aux températures plus élevées, couplées à une mauvaise gestion des forêts).

Les CC s'accompagnent également d'enjeux sociaux : ils peuvent par exemple entraîner des risques supplémentaires pour la santé et la sécurité des populations locales dus notamment à l'augmentation de la fréquence des incendies de forêt (Bernier et Schoene, 2009).

Les enjeux liés aux CC sont aussi d'ordre économique : au Canada, les CC sont susceptibles de modifier les niveaux de retombées économiques du commerce des produits forestiers (Williamson et autres, 2009) et d'avoir des répercussions sur le coût, la qualité, la quantité et l'accessibilité du bois d'œuvre (Lemprière et autres, 2008). Par ailleurs, les CC pourraient avoir des conséquences négatives sur les revenus provenant du tourisme et du loisir (lorsque, par exemple, de vastes zones de forêts dégradées réduisent l'attrait paysager de certaines régions). Ils risquent également de réduire la disponibilité des produits forestiers (comme la nourriture, le bois de chauffage, les herbes médicinales) desquels dépendent les communautés autochtones.

FIGURE 4 : MODÈLE LOGIQUE DU SECTEUR FORESTIER DE L'ICAR-QUÉBEC



À l'échelle internationale, une analyse récente des communications nationales et des plans d'action nationaux d'adaptation par l'International Union of Forest Research Organizations (IUFRO) révèle que les forêts sont déjà considérées comme une composante importante de la réponse d'ACC. La plupart des pays développés et pays en développement préconisent la gestion forestière durable comme mesure d'adaptation, et le concept est souvent inclus dans les législations nationales (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2011).

Au Canada, le Conseil canadien des forêts a établi lors de sa réunion en 2007 que l'ACC constituait un nouvel enjeu stratégique pour le secteur (Lemprière et autres, 2008). Des initiatives relatives à l'adaptation des forêts aux CC peuvent également être recensées. Par exemple, le Programme des collectivités forestières (doté d'une enveloppe de 25 millions de dollars pour la période 2009 à 2012) a été lancé par RNCAN pour aider les collectivités locales à s'adapter aux CC.

En outre, selon Lemprière et autres (2008), les gouvernements provinciaux et territoriaux ont élaboré des stratégies pour faire face aux CC et appuyé des recherches dans le domaine. Des ateliers régionaux ont été tenus pour explorer notamment les options que présente l'adaptation dans des contextes forestiers particuliers et quelques entreprises ont commencé à incorporer la question des CC dans leurs plans de gestion des forêts.

Au Québec, la ressource forestière joue un rôle économique central pour plusieurs communautés. Elle représente également une part importante des exportations de la province (Bourque et Simonet, 2008; Ressources naturelles Canada, 2007). Devant l'importance des impacts anticipés des CC sur la forêt, et avec les questions quant au calcul de la capacité forestière future, il y a un réel besoin de mieux comprendre les interrelations climat/perturbations naturelles/croissance de la forêt afin d'améliorer le degré d'intégration des impacts des CC dans l'aménagement forestier pour favoriser l'adaptation des forêts aux CC. Bien que l'état des connaissances sur les liens entre la forêt et les CC ait progressé au cours des dernières années, beaucoup reste à faire pour appliquer et généraliser les conclusions, d'où la raison d'être de l'ICAR-Québec (Ouranos, 2009, p. 13).

Mentionnons que l'intervention publique peut également se justifier en termes de défaillance de marché sur les mêmes bases que celles évoquées lors de l'analyse de la raison d'être du volet général de l'ICAR-Québec (voir le chapitre 2 à la section 2.1), d'autant plus que le gouvernement du Québec est le propriétaire de la ressource et responsable du calcul de la possibilité forestière.

#### ◆ Les cibles, objectifs et nature de l'intervention

Le but visé par le volet foresterie de l'ICAR-Québec est de favoriser la prise en compte des CC dans la mise en place des stratégies d'adaptations préconisées par le gestionnaire de la forêt, le ministère des Ressources naturelles et de la Faune, de façon à s'assurer que les bienfaits socio-économiques qui en découlent soient maintenus dans le futur tout en respectant le principe de développement durable (Ouranos, 2009, p. 13).

À la lumière de cet objectif, et en considérant les cibles et objectifs généraux de l'ICAR-Québec, une théorie de l'intervention pour le volet foresterie peut être reconstituée de la façon suivante. Par le financement de recherches (nature de l'intervention) visant à

favoriser la création de connaissances sur les CC et sur les mesures d'ACC en foresterie (cible de niveau direct), l'action d'ICAR-Québec souhaite favoriser, au terme d'un processus de transfert (cible de niveau intermédiaire n° 1), l'adoption de mesures d'adaptation par des décideurs clés dans le domaine forestier (cible de niveau intermédiaire n° 2). L'adoption de ces mesures doit venir améliorer la capacité d'adaptation (cible de niveau ultime n° 1) et réduire la vulnérabilité des forêts (cible de niveau ultime n° 2), ce qui influencera le bien-être collectif (cible de niveau ultime n° 3).

#### ◆ **Le plan de mise en œuvre (intrants, activités de production, extrants)**

En ce qui concerne les intrants, une enveloppe budgétaire d'un peu plus de 1 M\$ est consacrée au volet forestier dans le cadre de l'ICAR-Québec (ressources financières). Des ressources humaines, informationnelles et matérielles sont également investies par chacun des partenaires impliqués dans le volet – Ouranos, Forestier en chef, ministère des Ressources naturelles et de la Faune (MRNFQ), Service canadien des forêts (SCF), Ressources naturelles Canada (RNCAN), UQAM, UQAT, Université Laval, Institut canadien de recherche en génie forestier (FERIC).

Les activités de production du volet foresterie sont regroupées autour de cinq projets :

- 1- La promotion de l'adaptation aux CC en intégrant l'évaluation des vulnérabilités ainsi que le développement de solutions d'adaptation à l'intérieur de trois projets-pilotes majeurs de développement de plans d'aménagement forestier écosystémique (Projet 1).
- 2- L'établissement de modèles de transfert de semences pour l'épinette noire, le pin gris et l'épinette blanche afin de permettre aux acteurs de reboiser aujourd'hui en pensant au climat de demain (Projet 2).
- 3- L'évaluation de la vulnérabilité de l'industrie et des gestionnaires de la forêt en fonction de leur sensibilité, exposition et capacité d'adaptation afin de permettre au secteur de mieux comprendre où sont les risques socio-économiques (Projet 3).
- 4- Le développement d'indicateurs hydroclimatiques afin de permettre aux MRNFQ de mieux évaluer la croissance et la composition future de la forêt et éventuellement au Forestier en chef d'intégrer plus d'information pour le calcul de la possibilité forestière (Projet 4).
- 5- Le partage des expériences et les connaissances afin de renforcer les capacités des gestionnaires publics, sensibiliser les acteurs du secteur, identifier les « histoires à succès » et valoriser une recherche et développement de plus en plus pertinente pour la prise de décision (Projet 5).

#### ◆ **Les effets**

Le volet foresterie de l'ICAR, à travers ses cinq projets, vise des effets sur cinq cibles.

La première cible a trait aux **connaissances/outils** sur les CC et les mesures d'ACC dans le secteur de la foresterie. L'effet recherché à cet égard est de générer des connaissances/outils pertinents sur les CC et les mesures d'ACC.

La seconde cible concerne le **transfert** et l'**utilisation des connaissances/outils sur les (CC) et les mesures d'ACC** par les décideurs clés en foresterie. L'effet recherché ici est de voir des connaissances/outils transférés aux décideurs clés et utilisés par eux dans leur prise de décisions en matière d'ACC.

La troisième cible touche à l'**adoption de mesures d'ACC** par les décideurs clés en foresterie.

La **vulnérabilité des systèmes forestiers** (capacité d'adaptation et sensibilité) représente la quatrième cible. On souhaite voir la capacité d'adaptation des systèmes clés pour la foresterie améliorée et sa sensibilité réduite.

Finalement, l'intervention souhaite influencer le **bien-être collectif** en le conservant ou en l'améliorant.

À partir des quatre premières cibles, nous avons analysé les objectifs et effets recherchés par les cinq projets associés au volet. Nous avons ensuite associé ces effets particuliers aux cibles générales (voir le modèle logique dans la rubrique « Effets »). Mentionnons que nous n'avons pas considéré la cible du bien-être collectif, étant donné que notre mandat concernait le processus de planification de l'ACC.

#### **4.1.2 Indicateurs pour le volet foresterie**

De manière à en arriver à des indicateurs spécifiques du volet foresterie de l'ICAR-Québec, nous avons constitué une matrice reprenant les éléments nécessaires à cette fin (voir le tableau 9). En partant de la gauche, on rappelle d'abord la cible générale que l'on souhaite influencer. On précise ensuite l'effet souhaité (global et spécifique) sur cette cible. Mentionnons que la nature des effets spécifiques a été identifiée à partir des intentions des cinq projets du volet foresterie (mentionnés auparavant dans la section 1.1, sous-section sur le plan de mise en œuvre). Par la suite, en partant des indicateurs génériques proposés au chapitre 3, nous sommes venus les moduler en fonction des effets spécifiques attendus. Par ailleurs, certains des indicateurs proposés proviennent de cadres de M/E existants recensés dans la littérature (en anglais dans le tableau).

**TABEAU 9 : RÉFÉRENTIEL D'ÉVALUATION DU VOLET FORESTERIE DE L'ICAR-QUÉBEC**

Cibles	Effets		Indicateurs génériques	Indicateurs spécifiques
<p>Connaissances/outils sur les CC et les mesures d'ACC dans le secteur de la foresterie</p>	<p>Des connaissances/outils pertinents sur les CC et les mesures d'ACC sont générés</p>	<p>Évaluation des vulnérabilités et développement de solutions d'adaptation (<b>projet 1</b>)</p>	<p>Le niveau de connaissances des acteurs...</p>	<p>... quant à la vulnérabilité de l'industrie et des gestionnaires de la forêt</p>
		<p>Modèles de transfert de semences pour l'épinette noire, le pin gris et l'épinette blanche établis (<b>projet 2</b>)</p>		<p>... quant à la manière de transférer des semences pour l'épinette noire, le pin gris et l'épinette blanche</p>
		<p>Vulnérabilité de l'industrie et des gestionnaires de la forêt évaluée en fonction de leur sensibilité, exposition et capacité d'adaptation (<b>projet 3</b>)</p>		<p>... quant à la vulnérabilité de l'industrie et des gestionnaires de la forêt</p>
		<p>Développement d'indicateurs hydroclimatiques (<b>projet 4</b>)</p>		<p>... quant à la manière de réaliser un suivi hydroclimatique</p>
		<p>« Histoires à succès » identifiées (<b>projet 5</b>)</p>		<p>... quant aux bonnes pratiques dans le domaine de l'ACC en foresterie</p>
<p>Transfert des connaissances/outils sur les changements climatiques (CC) et les mesures d'ACC aux décideurs clés en foresterie</p>	<p>Des connaissances/outils sur les CC et les mesures d'ACC sont transférés aux décideurs clés et utilisés par eux dans leur prise de décisions en matière d'ACC</p>	<p>Évaluation des vulnérabilités et solutions d'adaptation intégrées dans trois projets-pilotes majeurs de développement de plans d'aménagement forestier écosystémique (<b>projet 1</b>)</p>	<p>Le niveau d'utilisation des connaissances et outils produits dans le cadre de l'ICAR-Québec</p>	<p>Recours à des éléments de R-D dans le développement de plans d'aménagement forestier écosystémique</p>
		<p>Les acteurs du secteur de la forêt comprennent mieux où sont les risques socio-économiques</p>		<p>Changements survenus dans le cadre de référence des acteurs de la forêt</p>

Cibles	Effets		Indicateurs génériques	Indicateurs spécifiques
		<b>(projet 3)</b>		
		Expériences et connaissances partagées <b>(projet 5)</b>		Réception des expériences et connaissances par leurs destinataires potentiels
		Acteurs du secteur sensibilisés <b>(projet 5)</b>		Changements survenus dans le cadre de référence des acteurs de la forêt
		R-D de plus en plus pertinente pour la prise de décision valorisée <b>(projet 5)</b>		Recours à des éléments de R-D dans la prise de décision
Adoption de mesures d'ACC par les décideurs clés en foresterie	Des mesures d'ACC sont adoptées par les décideurs clés	Reboisement avec des plants adaptés au climat de demain <b>(projet2)</b>	La décision prise quant à la mesure d'ACC projetée	Décision prise quant au reboisement
Vulnérabilité des systèmes clés pour la foresterie : sensibilité et capacité d'adaptation	La capacité d'adaptation des systèmes clés pour la foresterie est améliorée	Le MRNFQ arrive à mieux évaluer la croissance et la composition future de la forêt, et le Forestier en chef arrive à intégrer plus d'information pour le calcul de la possibilité forestière <b>(projet 4)</b>	Le changement observé quant à l'état de la vulnérabilité du système, dû à la mesure d'adaptation	Niveau de compétence du MRNFQ quant à sa capacité à évaluer la croissance et la composition future de la forêt
		Capacités des gestionnaires publics renforcées <b>(projet 5)</b>		Niveau de compétence du Forestier en chef quant à sa capacité à intégrer plus d'information pour le calcul de la possibilité forestière
	La sensibilité aux CC pour le secteur de la foresterie est réduite	Les plants sont adaptés au climat de demain <b>(projet 2)</b>		Niveau de compétences des gestionnaires publics
				Adaptation des plants
				<i>No. and type of natural resource</i>

Cibles	Effets		Indicateurs génériques	Indicateurs spécifiques
				<p><i>assets created, maintained or improved to withstand conditions resulting from climate variability and change (by type of assets) (The Adaptation Fund Results Framework (2010) cité dans Brooks et autres (2011))</i></p> <p><i>Increment of growing stock and total drainage in forests (Finnish National Adaptation Strategy cité dans Swart et autres (2009))</i></p> <p><i>Tree species composition (Finnish National Adaptation Strategy cité dans Swart et autres (2009))</i></p> <p><i>Area of afforestation (m<sup>2</sup>/ha) (Lamhauge, Lanzi et Agrawala (2011))</i></p>

## 4.2 Le volet environnement bâti dans le Sud du Québec

Pour cette deuxième étude de cas, la démarche employée sera la même que pour le volet foresterie. Un modèle logique de ce deuxième volet spécifique de l'ICAR-Québec sera d'abord développé (voir la figure 10). À partir de ce modèle, des indicateurs spécifiques seront ensuite proposés.

### 4.2.1 Modèle logique

#### ◆ La raison d'être

L'environnement bâti, qui se concentre dans les municipalités et plus particulièrement dans les villes, contribue aux CC et en subit les effets. Ainsi, bien que le CO<sub>2</sub> et d'autres GES soient principalement émis par les infrastructures et activités urbaines (véhicules motorisés, consommation d'énergie pour le chauffage, ventilation et éclairage d'immeubles résidentiels et de bureaux, etc.), les CC ont, à leur tour, des effets sur les infrastructures et la population.

Plusieurs auteurs – dont Pew Center on Global Climate Change (2011) et UN Habitat (2010) – s'entendent sur le fait que les villes subiront des effets importants en raison du réchauffement climatique, causés notamment par l'effet d'îlot de chaleur urbain selon lequel l'infrastructure urbaine retient la chaleur et provoque une augmentation de la température.

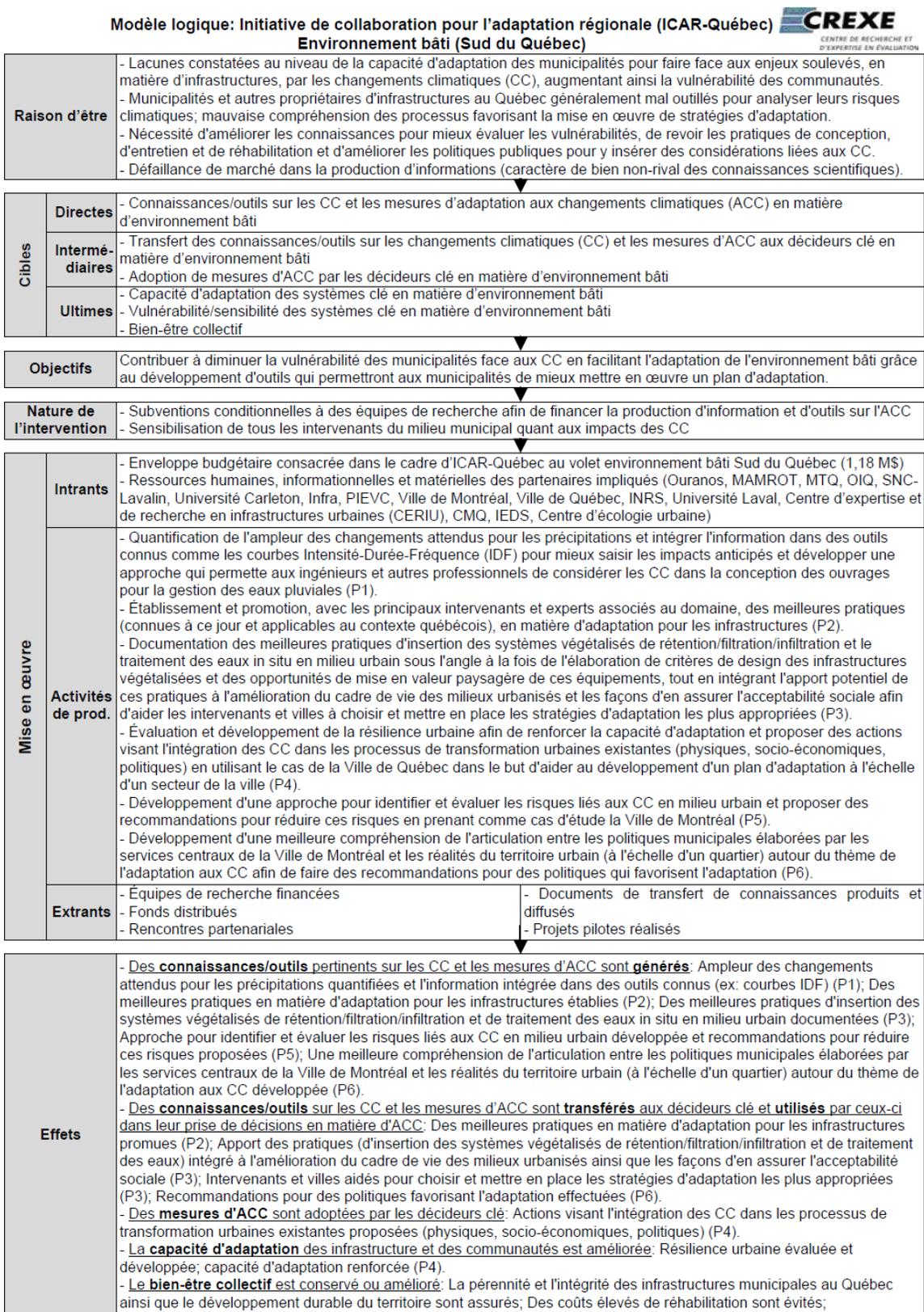
La sécheresse, l'augmentation des températures, mais également l'élévation du niveau de la mer, l'augmentation de la fréquence des ondes de tempêtes côtières et de leur intensité, les précipitations plus abondantes et les inondations causées par les CC sont susceptibles d'avoir des impacts, entre autres, sur (Pew Center on Global Climate Change, 2011) :

- les infrastructures urbaines (par exemple l'endommagement des routes et immeubles suite aux inondations);
- la santé des populations (par exemple l'augmentation du taux de mortalité due aux vagues de chaleur; l'exacerbation des maladies respiratoires suite à l'augmentation des températures entraînant des niveaux d'ozone et de smog plus élevés);
- la contamination des eaux douces et potables (par exemple celle du réseau d'approvisionnement en eau potable par l'eau salée résultant de l'élévation du niveau de la mer et de la diminution du débit des fleuves et des rivières) et autres.

Ces impacts risquent de se traduire par des enjeux variés dont 1) une augmentation des coûts économiques associés à la remise en état des routes et des immeubles, aux séjours hospitaliers et aux journées de travail et d'école manquées; 2) une augmentation des coûts sociaux (faisant suite à une incidence plus élevée de maladies respiratoires, de décès prématurés); et 3) des dommages environnementaux considérables (ex. : la dégradation d'habitats fauniques et floristiques, la prolifération d'espèces envahissantes).

À l'échelle mondiale, les CC et leurs impacts sur l'environnement bâti sont pris en compte au travers d'initiatives variées. Par exemple, le 22<sup>e</sup> conseil d'administration (Governing Council) d'UN Habitat tenu du 30 mars au 3 avril 2009 a donné lieu à l'adoption d'une

FIGURE 5 : MODÈLE LOGIQUE DU SECTEUR DE L'ENVIRONNEMENT BÂTI DANS LE QUÉBEC MÉRIDIONAL DE L'ICAR-QUÉBEC



résolution sur les villes et les CC<sup>5</sup>. Cette résolution invite notamment les gouvernements à mener une action concertée et coordonnée afin d'inclure la question des villes et des CC (atténuation et adaptation) dans leur stratégie nationale sur les CC.

À l'échelle canadienne, ICLEI (International Council for Local Environmental Initiatives – Conseil international pour les initiatives écologiques locales) et la Fédération canadienne des municipalités (FCM) participent au Programme *Partenaires dans la protection du climat*<sup>6</sup>, un réseau d'administrations municipales engagées à lutter contre les CC. Plus de 180 administrations municipales canadiennes adhèrent actuellement à ce programme.

Par ailleurs, on dénombre plus d'une vingtaine de collectivités canadiennes, dont plusieurs villes et municipalités (telles que Montréal, Québec, Toronto, Edmonton, Halifax) qui ont commencé à évaluer leur vulnérabilité au CC et/ou à planifier l'adaptation<sup>7</sup>. C'est également le cas pour Trois-Rivières et Sherbrooke, dans le cadre du programme climat-municipalité du gouvernement du Québec (Ministère du Développement durable, de l'Environnement et des Parcs, 2008). Pour la plupart, les stratégies d'adaptation des administrations municipales en sont encore à un stade préliminaire (ICLEI et Fédération canadienne des municipalités, 2009).

Malgré la prise de conscience des villes et des municipalités québécoises de l'importance des enjeux soulevés en matière d'infrastructures par les CC et de l'existence de soutien technique et financier<sup>8</sup>, des lacunes sont constatées quant à leur capacité d'adaptation, augmentant ainsi leur vulnérabilité. En effet, les municipalités et autres propriétaires d'infrastructures au Québec sont généralement mal outillés pour analyser leurs risques climatiques et n'ont pas une bonne compréhension des processus favorisant la mise en œuvre de stratégies d'adaptation (Ouranos, 2009; Mailhot et autres, 2008; Ressources naturelles Canada, 2007). Cette problématique rend nécessaire l'amélioration des connaissances pour mieux évaluer les vulnérabilités; une revue des pratiques de conception, d'entretien et de réhabilitation; et une amélioration des politiques publiques pour y insérer des considérations liées aux CC (Ouranos, 2009, p. 7).

Mentionnons que l'intervention publique peut également se justifier en termes de défaillance de marché sur les mêmes bases que celles évoquées lors de l'analyse de la raison d'être du volet général de l'ICAR-Québec (voir le chapitre 2 à la section 2.1).

#### ◆ Les cibles, objectifs et nature de l'intervention

Le but visé par le volet environnement bâti dans le Sud du Québec de l'ICAR-Québec est de contribuer à diminuer la vulnérabilité des municipalités face aux CC en facilitant

<sup>5</sup> Cette résolution est accessible à l'adresse suivante :

[http://www.unhabitat.org/downloads/docs/6695\\_1\\_592242.pdf](http://www.unhabitat.org/downloads/docs/6695_1_592242.pdf)

<sup>6</sup> Voir à ce sujet : <http://fmv.fcm.ca/fr/partners-for-climate-protection/>

<sup>7</sup> Voir ICLEI et Fédération canadienne des municipalités (2009) pour une liste complète des collectivités. Voir également Richardson (2010) pour une description plus détaillée des expériences de certaines de ces collectivités en matière d'ACC.

<sup>8</sup> Notamment le programme Climat municipalités du gouvernement du Québec (<http://www.mddep.gouv.qc.ca/programmes/climat-municipalites/>) et l'existence de guides variés sur l'ACC, dont le guide développé par Ouranos (en 2010) sur l'élaboration d'un plan d'adaptation aux changements climatiques destiné au milieu municipal québécois : <http://www.mddep.gouv.qc.ca/programmes/climat-municipalites/Plan-adaptation.pdf>

l'adaptation de l'environnement bâti grâce au développement d'outils qui permettront aux municipalités de mieux mettre en œuvre un plan d'adaptation (Ouranos, 2009, p. 7).

La théorie de l'intervention de l'ICAR-Québec en matière d'environnement bâti dans le Sud du Québec n'est pas vraiment différente de celle du volet foresterie. Par le financement de recherches (nature de l'intervention) visant à favoriser la création de connaissances sur les CC et sur les mesures d'ACC en matière d'environnement bâti (cible de niveau direct), l'action d'ICAR-Québec souhaite favoriser, au terme d'un processus de transfert (cible de niveau intermédiaire n° 1) l'adoption de mesures d'adaptation par des décideurs clés dans le domaine en matière d'environnement bâti (cible de niveau intermédiaire n° 2). L'adoption de ces mesures doit venir améliorer la capacité d'adaptation (cible de niveau ultime n° 1) et réduire la sensibilité des villes, municipalités et communautés du Québec méridional (cible de niveau ultime n° 2), ce qui influencera le bien-être collectif (cible de niveau ultime n° 3).

◆ **Le plan de mise en œuvre (intrants, activités de production, extrants)**

En ce qui concerne les intrants, une enveloppe budgétaire d'environ 1,18 M\$ est consacrée au volet environnement bâti dans le cadre de l'ICAR-Québec (ressources financières). Des ressources humaines, informationnelles et matérielles sont également investies par chacun des partenaires impliqués dans le volet – Ouranos, ministère des Affaires municipales, des Régions et de l'Occupation du territoire (MAMROT), ministère des Transports du Québec (MTQ), Ordre des ingénieurs du Québec (OIQ), SNC-Lavalin, Université Carleton, Ingénieurs Canada, Public Infrastructure Engineering Vulnerability Committee (PIEVC), Ville de Montréal, Ville de Québec, Institut national de la recherche scientifique (INRS), Université Laval, UQAM, Centre d'expertise et de recherche en infrastructures urbaines (CERIU), Centre d'écologie urbaine, etc.

Les activités de production du volet environnement bâti dans le Sud du Québec sont regroupées autour de six projets :

- 1- La quantification de l'ampleur des changements attendus pour les précipitations et l'intégration de l'information dans des outils connus, comme les courbes Intensité-Durée-Fréquence (IDF), pour mieux saisir les impacts anticipés et développer une approche permettant aux ingénieurs et autres professionnels de considérer les CC dans la conception des ouvrages pour la gestion des eaux pluviales.
- 2- L'établissement et la promotion, avec les principaux intervenants et experts associés au domaine, des meilleures pratiques (connues à ce jour et applicables au contexte québécois) en matière d'adaptation pour les infrastructures.
- 3- La documentation des meilleures pratiques d'insertion des systèmes végétalisés de rétention/filtration/infiltration et le traitement des eaux in situ en milieu urbain sous l'angle à la fois de l'élaboration de critères de design des infrastructures végétalisées et des opportunités de mise en valeur paysagère de ces équipements. Cela se base sur l'intégration de l'apport potentiel de ces pratiques à l'amélioration du cadre de vie des milieux urbanisés et sur les façons d'en assurer l'acceptabilité sociale afin d'aider les intervenants et les villes à choisir et mettre en place les stratégies d'adaptation les plus appropriées.

- 4- L'évaluation et le développement de la résilience urbaine afin de renforcer la capacité d'adaptation et proposer des actions visant l'intégration des CC dans les processus de transformations urbaines existantes (physiques, socio-économiques, politiques) en utilisant le cas de la Ville de Québec dans le but d'aider au développement d'un plan d'adaptation à l'échelle d'un secteur de la ville.
- 5- Le développement d'une approche pour identifier et évaluer les vulnérabilités liées aux inondations (phénomène pouvant être exacerbé avec les CC) en milieu urbain et proposer des recommandations pour réduire ces risques en prenant comme cas d'étude la Ville de Montréal et la rivière des Prairies.
- 6- Le développement d'une meilleure compréhension de l'articulation entre les politiques municipales élaborées par les services centraux de la Ville de Montréal et les réalités du territoire urbain (à l'échelle d'un quartier) autour du thème de l'adaptation aux CC afin de faire des recommandations pour des politiques qui favorisent l'adaptation.

#### ◆ Les effets

Le volet environnement bâti dans le Sud du Québec, à travers ses six projets, vise des effets sur cinq cibles.

La première cible a trait aux **connaissances/outils** sur les CC et les mesures d'ACC dans le secteur de l'environnement bâti. L'effet recherché à cet égard est de générer des connaissances/outils pertinents sur les CC et les mesures d'ACC.

La seconde cible concerne le **transfert** et l'**utilisation des connaissances/outils sur les CC et les mesures d'ACC** par les décideurs clés en environnement bâti (par exemple dans les villes et les municipalités). L'effet recherché ici est de voir des connaissances/outils transférés à ces décideurs et utilisés par eux dans leur prise de décisions en matière d'ACC.

La troisième cible touche à l'**adoption de mesures d'ACC** par les décideurs clés en environnement bâti.

La **vulnérabilité** des collectivités et communautés (capacité d'adaptation et sensibilité) représente la quatrième cible. On souhaite particulièrement voir la **capacité d'adaptation** améliorée.

Finalement, l'intervention souhaite influencer le **bien-être collectif** en le conservant ou en l'améliorant.

Comme pour le volet foresterie, à partir des quatre premières cibles, nous avons analysé les objectifs et effets recherchés par les six projets associés au volet. Nous avons ensuite associé ces effets particuliers aux cibles générales (voir le modèle logique dans la rubrique « Effets »). Encore une fois, nous n'avons pas considéré la cible du bien-être collectif, étant donné que notre mandat concernait le processus de planification de l'ACC.

#### **4.2.2 Indicateurs pour le volet environnement bâti dans le Sud du Québec**

Des indicateurs spécifiques du volet environnement bâti dans le Sud du Québec sont présentés au tableau 11 ci-dessous. Le tableau reprend également l'ensemble des éléments qui ont conduit à ces indicateurs – cible générale que l'on souhaite influencer, puis l'effet souhaité (global et spécifique) sur cette cible. Encore une fois, la nature des effets spécifiques a été identifiée à partir des intentions des six projets du volet étudié. Par la suite, en partant des indicateurs génériques proposés au chapitre 3, nous sommes venus les moduler en fonction des effets spécifiques attendus. Par ailleurs, certains des indicateurs proposés proviennent de cadres de M&E existants.

TABLEAU 10 : RÉFÉRENTIEL D'ÉVALUATION DU VOLET ENVIRONNEMENT BÂTI DANS LE SUD DU QUÉBEC DE L'ICAR-QUÉBEC

Cibles	Effets		Indicateurs généraux	Indicateurs spécifiques
Connaissances/outils sur les CC et les mesures d'adaptation aux changements climatiques (ACC) en matière d'environnement bâti	Des connaissances/outils pertinents sur les CC et les mesures d'ACC sont générés	Ampleur des changements attendus pour les précipitations quantifiées ( <b>projet 1</b> )	Le niveau de connaissances des acteurs...	... quant à l'ampleur des changements attendus pour les précipitations quantifiées
		De meilleures pratiques en matière d'adaptation pour les infrastructures établies ( <b>projet 2</b> )		... quant aux meilleures pratiques en matière d'adaptation pour les infrastructures
		De meilleures pratiques d'insertion des systèmes végétalisés de rétention/filtration/infiltration et de traitement des eaux in situ en milieu urbain documentées ( <b>projet 3</b> )		... quant aux meilleures pratiques en matière d'insertion des systèmes végétalisés de rétention/filtration/infiltration et de traitement des eaux in situ en milieu urbain
		Résilience urbaine évaluée ( <b>projet 4</b> ).		... quant à la résilience urbaine
		Approche pour identifier et évaluer les vulnérabilités liées aux inondations en milieu urbain développée et recommandations proposées pour réduire ces vulnérabilités ( <b>projet 5</b> )		... quant aux approches pour identifier et évaluer les risques liés aux CC en milieu urbain
		Une meilleure compréhension de l'articulation entre les politiques municipales élaborées par les services centraux de la Ville de Montréal et les réalités du territoire urbain (à l'échelle d'un quartier) autour du thème de l'adaptation aux CC développée ( <b>projet 6</b> )		... quant aux approches pour réduire les vulnérabilités liées aux inondations en milieu urbain
				... quant à l'articulation entre les politiques municipales élaborées par les services centraux de la Ville de Montréal et les réalités du territoire urbain (à l'échelle d'un quartier) autour du thème de l'adaptation aux CC

Cibles	Effets		Indicateurs génériques	Indicateurs spécifiques
<p>Transfert des connaissances/outils sur les changements climatiques (CC) et les mesures d'ACC aux décideurs clés en matière d'environnement bâti</p>	<p>Des connaissances/outils sur les CC et les mesures d'ACC sont transférés aux décideurs clés et utilisés par eux dans leur prise de décisions en matière d'ACC</p>	<p>Informations quant à l'ampleur des changements attendus pour les précipitations intégrées dans des outils connus (ex. : courbes IDF) <b>(projet 1)</b></p>	<p>Le niveau d'utilisation des connaissances et outils produits dans le cadre de l'ICAR-Québec</p>	<p>Niveau d'intégration des informations quant à l'ampleur des changements attendus dans des outils connus</p>
		<p>De meilleures pratiques en matière d'adaptation pour les infrastructures promues <b>(projet 2)</b></p>		<p>Efforts déployés pour promouvoir de meilleures pratiques en matière d'adaptation</p>
		<p>Apport des pratiques (d'insertion des systèmes végétalisés de rétention/filtration/infiltration et de traitement des eaux) intégré à l'amélioration du cadre de vie des milieux urbanisés <b>(projet 3)</b></p>		<p>Niveau d'intégration de l'apport des pratiques d'insertion des systèmes végétalisés de rétention/filtration/infiltration et de traitement des eaux à l'amélioration du cadre de vie des milieux urbanisés</p>
		<p>Intervenants et villes aidés pour choisir et mettre en place les stratégies d'adaptation les plus appropriées <b>(projet 3)</b></p>		<p>Stratégies d'adaptation adoptées suite à l'aide fournie</p>
		<p>Recommandations pour des politiques favorisant l'adaptation émises <b>(projet 6)</b></p>		<p>Efforts déployés pour recommander des politiques favorisant l'adaptation</p>
<p>Adoption de mesures d'ACC par les décideurs clés en matière d'environnement bâti</p>	<p>Des mesures d'ACC sont adoptées par les décideurs clés</p>	<p>Actions visant l'intégration des CC dans les processus de transformations urbaines existantes proposées (physiques, socio-économiques, politiques) <b>(projet 4)</b></p>	<p>La décision prise quant à la mesure d'ACC projetée</p>	<p>Décision prise quant aux actions visant l'intégration des CC dans les processus de transformations urbaines existantes proposées (physiques, socio-économiques, politiques)</p>
<p>Vulnérabilité des infrastructures et des communautés</p>	<p>La capacité d'adaptation des infrastructures et communautés est améliorée</p>	<p>Résilience urbaine développée; capacité d'adaptation renforcée <b>(projet 4).</b></p>	<p>Le changement observé quant à l'état de la vulnérabilité du système, dû à la mesure d'adaptation.</p>	<p><i>Procedures are in place to assess disaster risk impacts of all major development projects, especially infrastructure (UN/ISDR, 2008)</i></p>
				<p><i>Value of assets and economic activities protected or made less vulnerable as a</i></p>

Cibles	Effets		Indicateurs génériques	Indicateurs spécifiques
				<p><i>result of adaptation interventions (e.g. based on capital assets with reduced physical exposure compared with business-as-usual scenario, turnover of businesses incorporating adaptation measures resulting from projects, etc)</i> (Brooks et autres, 2011).</p> <p><i>No. and type of adaptation assets (physical as well as knowledge) created in support of individual or community livelihood strategies</i> (The Adaptation Fund Results Framework (2010) cité dans Brooks et autres, (2011))</p> <p><i>Numbers of people experiencing reductions in vulnerability</i> (Brooks et autres, 2011)</p> <p><i>Percentage of population covered by adequate risk reduction systems</i> (The Adaptation Fund Results Framework (2010) cité dans Brooks et autres (2011))</p> <p><i>No. of people affected by climate variability</i> (The Adaptation Fund Results Framework (2010) cité dans Brooks et autres (2011))</p> <p><i>Realised flood damage in communities</i> (Government Strategy Report (2008) cité dans Swart et autres (2009))</p> <p><i>Impact of flood (no. of people affected, inundation depth, duration, value of flood damage)</i> (Lamhauge, Lanzi et Agrawala (2011))</p>

Cibles	Effets		Indicateurs génériques	Indicateurs spécifiques
				<p><i>Value of planned new development in high-risk areas compared with projected baseline value (UNDP and GEF (2007) cité dans Villanueva (2011))</i></p> <p><i>Length of coastline covered by project interventions, coupled with population of adjacent coastal areas (UNDP and GEF (2007) cité dans Villanueva (2011))</i></p>

### 4.3 Conclusion

Voici qui complète l'illustration de notre approche dans deux secteurs de l'ICAR-Québec. Bien entendu, une analyse plus poussée de chacun des projets permettrait de raffiner le libellé de chaque indicateur spécifique. Par exemple, pour le secteur de la foresterie, l'indicateur « adaptation des plants » pourrait se décliner en plusieurs indicateurs selon les espèces qui ont été l'objet du projet. De même, l'indicateur « Changements survenus au cadre de référence des acteurs de la forêt » pourrait également être décliné différemment en fonction des acteurs en question (gestionnaires, travailleurs, autorités locales, etc.). Autre exemple, cette fois pour le secteur de l'environnement bâti, l'indicateur « Décision prise quant aux actions visant l'intégration des CC dans les processus de transformations urbaines existantes proposées » pourrait se décliner en plusieurs indicateurs selon les actions envisagées dans le cadre du projet.



---

## CONCLUSION

---

### ◆ Les contributions de cette étude à la compréhension de l'ACC

Dans le cadre du présent projet de recherche, nous avons proposé un référentiel d'évaluation en ACC, et illustré son utilisation dans les secteurs de la foresterie et de l'environnement bâti dans le Sud du Québec. De manière à développer le référentiel proposé, nous avons d'abord réalisé une analyse de la problématique de l'ACC. Cette analyse a débouché sur un modèle de problématique qui illustre les principales variables influençant les processus de planification conduisant à la définition des mesures d'adaptation.

Sans nier l'importance de la contribution d'autres modèles de comportement de ressources existants dans des secteurs confrontés aux CC, notre modèle est venu rendre compte de la problématique associée au développement d'une intervention publique en matière d'adaptation (que ce soit à un niveau générique ou encore dans des secteurs particuliers comme la foresterie et l'environnement bâti). Notre modèle considère également des déterminants de la prise de décision d'acteurs confrontés à l'adoption d'une mesure d'adaptation. Par souci de parcimonie, notre objectif était de produire un modèle qui se voulait simple. Même si notre modèle apparaît comme une simplification d'une réalité fort complexe, nous sommes conscients que la prise de décision dans le domaine de l'ACC présente de nombreuses contraintes.

Suite à l'étude de la problématique de l'ACC, nous avons localisé les interventions réalisées en ACC en développant d'abord un modèle logique de l'ICAR-Québec, puis des modèles logiques particuliers pour les secteurs de la foresterie et celui de l'environnement bâti dans le Sud du Québec. Ensemble, les modèles de problématique et logique ont permis d'identifier les éléments essentiels à considérer dans un référentiel d'évaluation en matière d'ACC.

Le projet de recherche nous a également amenés à recenser les principaux cadres de mesure et évaluation (M&E) en ACC, puis à analyser et classer leurs indicateurs selon les composantes de notre référentiel d'évaluation. Ce classement a non seulement permis de donner un sens à la masse d'indicateurs existants, mais a également inspiré certaines propositions d'indicateurs de notre part, que ce soit aux niveaux générique comme sectoriel (foresterie et environnement bâti dans le Sud du Québec). Mentionnons toutefois que ce classement n'est pas exhaustif, une recension systématique de l'ensemble des cadres de M&E en ACC existants n'ayant pas été réalisée. Cette limite se trouve toutefois minimisée par le nombre et la pertinence des sources consultées.

Les contributions et retombées du projet sont nombreuses. D'abord, les modèles de problématique et logique permettent de reconstituer une théorie complète de l'intervention en matière d'ACC et de dégager l'ensemble de la zone d'effets autour desquels organiser un référentiel d'évaluation.

Devant la multiplicité des cadres de M&E existants en matière d'ACC et des approches utilisées dans leur développement, un tel travail offre des assises théoriques et conceptuelles solides susceptibles de contribuer au champ de l'évaluation de la planification de l'adaptation. Le travail de modélisation de la problématique s'appuie d'ailleurs sur une recension d'écrits provenant non seulement du domaine de l'ACC mais également de la science économique, de l'analyse de politique et du transfert et de l'utilisation des connaissances. Cette pluralité de disciplines et de rationalités dans l'analyse de la question de la planification de l'ACC confère une certaine originalité à notre travail.

Nous croyons également que la liste d'indicateurs rassemblés et classés sera une contribution utile aux praticiens de l'évaluation en matière d'ACC. Cette liste regroupe un nombre important d'indicateurs pouvant être mobilisés et adaptés en fonction des contextes et besoins particuliers d'évaluation.

### ◆ Les suites de cette étude

Les travaux amorcés dans le cadre de ce projet et leur éventuelle poursuite, notamment par une validation empirique des indicateurs génériques proposés, pourront mener au développement d'indicateurs opérationnels que les acteurs concernés par l'ACC pourront utiliser dans l'exercice de leur mandat. Cette validation empirique, orientée vers un secteur d'activité ciblé passerait i) par la réalisation d'une étude préparatoire à l'évaluation, qui adapterait le référentiel produit dans le présent rapport au secteur retenu pour ensuite ii) proposer des scénarios d'évaluation reposant sur une connaissance plus fine de ce secteur et iii) serait complétée en réalisant les scénarios d'évaluation retenus.

Ainsi, il s'agirait, dans l'étude préparatoire, de préciser les caractéristiques spécifiques du secteur retenu en ce qui concerne les composantes essentielles autour desquelles des indicateurs d'effets de la planification en matière d'ACC ont été développés dans le présent rapport, à savoir :

- L'évaluation de la vulnérabilité du système écologique et social;
- L'évaluation, notamment en termes de coûts et de rendement, des options et solutions d'adaptation;
- La décision d'adopter une mesure d'ACC en fonction de critères et déterminants retenus (considérations politiques, considérations d'efficience et d'équité);
- Le transfert et l'utilisation des connaissances;
- Les effets de la mesure d'ACC sur la vulnérabilité du système;
- Les effets en termes de bien-être collectif.

Ces caractéristiques spécifiques pourraient porter, par exemple, sur :

- Les éléments définissant la vulnérabilité du SES en question (nature de la ressource, types de risques, etc.);
- Les acteurs en cause, leurs intérêts et la nature de leurs relations (décideurs, institutions, public, groupes d'intérêt);

- 
- Les stratégies ou technologies disponibles en matière d'ACC pour le secteur;
  - L'état d'avancement des connaissances en CC se rapportant au secteur et leur niveau d'absorption par les acteurs.

À partir de cette caractérisation, on serait en mesure de transformer les indicateurs génériques en indicateurs plus spécifiques adaptés à leur contexte et proposer une méthodologie pour leur mesure sur le terrain. Ainsi, les indicateurs «opérationnels» pour des secteurs d'activité aussi variés que la foresterie, l'agriculture ou le tourisme ne seront pas les mêmes étant donné la spécificité des secteurs notamment au niveau de la nature de la ressource (ou du SES), des acteurs concernés, et les enjeux économiques, environnementaux ou sociaux en cause.



---

**BIBLIOGRAPHIE**

---

- ACKERMAN, F. et E. A. STANTON (2011). *Climate Economics: The State of the Art*, Stockholm Environment Institute.
- AGRAWALA, S., F. BOSELLO, C. CARRARO, et al. (2010). *Plan or react? Analysis of adaptation costs and benefits using integrated assessment models*, OECD Environment Working Papers No. 23, OECD Publishing.
- AGRAWALA, S. et S. FANKHAUSER (2008). *Economic Aspects of Adaptation to Climate Change: Costs, Benefits and Policy Instruments*, OECD, Environment Directorate.
- ANDERSON, S. (2011). *Assessing the effectiveness of climate adaptation*, International Institute for Environment and Development.
- BERNIER, P. et D. SCHOENE (2009). « Adapting forests and their management to climate change: an overview. A synthesis of observations from the international conference on Adaptation of Forests and Forests Management to Changing Climate with Emphasis on Forest Health », *Unasylva*, vol. 60, no 231/232, p. 5-11.
- BOURQUE, A. (1<sup>er</sup> mars 2011). Complément d'info, [courrier électronique à Michel Crowley], [en ligne], [michel.crowley@enap.ca](mailto:michel.crowley@enap.ca)
- BOURQUE, A. et G. SIMONET. (2008). « Chapitre Québec », dans Ressources naturelles Canada (dir.), *Vivre avec les changements climatiques au Canada*, p. 56.
- BROOKS, N., S. ANDERSON, J. AYERS, et al. (2011). *Tracking Adaptation and Measuring Development*, London/Edinburgh, IIED.
- BURTON, I. (2004). « Climate change and the adaptation deficit », dans Meteorological Service of Canada (dir.), *Adaptation and Impacts Research Group*.
- BURTON, I. (2005). « Adapt and thrive: policy options for reducing the climate change adaptation deficit », *Policy Options*, December 2005–January 2006, p. 33-38.
- BURTON, I. et E. MAY (2004). « The adaptation deficit in water resource management », *IDS Bull*, vol. 35, p. 31-37.
- COHEN, W. M. et D. A. LEVINTHAL (1990). « Absorptive capacity: a new perspective on learning and innovation », *Administrative Science Quarterly*, vol. 35, no 1, p. 128-152.
- EBERT, U. et H. WELSCH (2011). « Adaptation and mitigation in global pollution problems: Economic impacts of productivity, sensitivity, and adaptive capacity », *Environ Ressource Econ*, vol. 25, p. 1-16.

- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (2011). *State of the World's Forests 2011*, Rome, FAO.
- FORTIN, M.-F., J. CÔTÉ et F. FILION (2006). *Fondements et étapes du processus de recherche*, Sillery, Presses de l'Université du Québec.
- FRANKEL-REED, J. (2008). « Considerations for Developing Monitoring and Evaluation Approaches for Climate Change Adaptation », *AdaptNet Special Report*, 26 August 2008.
- FÜSSEL, H.-M. (2007). « Adaptation planning for climate change: concepts, assessment approaches, and key lessons », *Sustain Sci*, vol. 2, p. 265-275.
- GALLOPIN, G. C. (2006). « Linkages between vulnerability, resilience, and adaptive capacity », *Global Environmental Change*, vol. 16, p. 293-303.
- GIEC. (2007). *Bilan 2007 des changements climatiques: Conséquences, adaptation et vulnérabilité- Résumé à l'intention des décideurs et Résumé technique*, Suisse, GIEC.
- HARLEY, M., L. HORROCKS, N. HODGSON, et al. (2008). *Climate change vulnerability and adaptation indicators: ETC/ACC Technical Paper 2008/9 December 2008*, European Topic Centre on Air and Climate Change.
- ICLEI et FÉDÉRATION CANADIENNE DES MUNICIPALITÉS (2009). *Partenaires dans la protection du climat : Ressources municipales servant à s'adapter au changement climatique*, Ottawa, Fédération Canadienne des Municipalités.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY (2011) (Page consultée le 8 février 2012). « Complacent attitude to climate change must be stamped out », [en ligne], [http://www.iea.org/index\\_info.asp?id=1872](http://www.iea.org/index_info.asp?id=1872)
- KNOTT, J. et A. WILDAVSKY (1980). « If dissemination is the solution, what is the problem? », *Knowledge: Creation, Diffusion, Utilization*, vol. 1, no 4, p. 537-578.
- LAMHAUGE, N., E. LANZI et S. AGRAWALA (2011). *Monitoring and evaluation for adaptation : lessons from development cooperation agencies* OECD Publishing.
- LANDRY, R., N. AMARA et M. LAMARI (2001). « Utilization of social science research knowledge in Canada », *Research Policy*, vol. 30, p. 333-349.
- LANDRY, R., M. LAMARI et N. AMARA (2003). « The Extent and Determinants of the Utilization of University Research in Government Agencies », *Public Administration Review*, vol. 63, no. 2.
- LEMPRIÈRE, T. C., P. Y. BERNIER, A. L. CARROLL, et al. (2008). *L'importance d'adapter le secteur forestier aux changements climatiques. Rapport d'information NOR-X-416F*, Edmonton (Alberta), Ressources naturelles Canada: Service canadien des forêts, Centre de foresterie du Nord.

- MAGNAN, A. (2009). « Proposition d'une trame de recherche pour appréhender la capacité d'adaptation au changement climatique », *VertigO - la revue électronique en sciences de l'environnement*, vol. 9, no 3.
- MAILHOT A., DUCHESNE S., LARRIVÉE C., et al. (2008). *Conception et planification des interventions de renouvellement des infrastructures de drainage urbain dans un contexte d'adaptation aux changements climatiques*, Ouranos.
- MALONE, E. L. et N. L. ENGLE (2011). « Evaluating regional vulnerability to climate change: purposes and methods », *Wires Climate Change*, vol. 2, May/June, p. 462-474.
- MARCEAU, R., D. OTIS et P. SIMARD. (1992). « La planification d'une évaluation de programme », dans R. Parenteau (dir.), *Management public : comprendre et gérer les institutions de l'État*, Sillery, Presses de l'Université du Québec, p. 445-480.
- MINISTÈRE DU DÉVELOPPEMENT DURABLE DE L'ENVIRONNEMENT ET DES PARCS (2008). *Plan d'action 2006-2012 : Le Québec et les changements climatiques : Un défi pour l'avenir*, Québec, Gouvernement du Québec.
- NARAIN, U., S. MARGULIS et T. ESSAM (2011). « Estimating costs of adaptation to climate change », *Climate Policy*, vol. 11, p. 1001-1019.
- NATH, P. K. et B. BEHERA (2011). « A critical review of impact of and adaptation to climate change in developed and developing economies », *Environ Dev Sustain*, vol. 13, p. 141-162.
- NATURAL ENGLAND (2010). *Climate change adaptation indicators for the natural environment. Natural England commissioned report NECR038*, Sheffield (United Kingdom), Natural England.
- OUMET, M., R. LANDRY, S. ZIMAM, et al. (2009). « The absorption of research knowledge by public civil servants », *Evidence & Policy*, vol. 5, no 4, p. 331-350.
- OURANOS (2009). *Proposition pour la création de ICAR-Québec dans le cadre du programme Initiatives de collaboration pour l'adaptation régionale de Ressources naturelles Canada*, Montréal, Ouranos, Document non publié.
- PEW CENTER ON GLOBAL CLIMATE CHANGE (2011). « Climate change 101: local action ». *Climate Change 101: understanding and responding to global climate change*. Arlington (Virginia): Pew Center on Global Climate Change. [en ligne] [http://www.counties.org/images/public/Advocacy/ag\\_natres/Climate-101-LocalBlueline.pdf](http://www.counties.org/images/public/Advocacy/ag_natres/Climate-101-LocalBlueline.pdf) (page consultée le 10 mai 2011).
- PRESTON, B. L., R. M. WESTAWAY et E. J. YUEN (2011). « Climate adaptation planning in practice: an evaluation of adaptation plans from three developed nations », *Mitig Adapt Glob Change*, vol. 16, p. 407-438.
- REPETTO, R. (2008). *The climate crisis and the adaptation myth*, New Haven, Yale School of Forestry and Environmental Studies.

- RESSOURCES NATURELLES CANADA (2007). *Vivre avec les changements climatiques au Canada : édition 2007*, Ottawa (Ontario), Gouvernement du Canada.
- RICHARDSON, G. R. A. (2010). *S'adapter aux changements climatiques: une introduction à l'intention des municipalités canadiennes*, Ottawa, Ressources naturelles Canada.
- ROBLEDO, C. et C. FORNER (2005). *Adaptation of forest ecosystems and the forest sector to climate change*, Rome, FAO, Swiss Agency for Development and Cooperation et Swiss Foundation for Development and International Cooperation.
- SANAHUJA, H. E. (2011). *Tracking Progress for Effective Action: A Framework for Monitoring and Evaluating Adaptation to Climate Change*, Global Environment Facility.
- SPEARMAN, M. et H. MCGRAY (2011). *Making Adaptation Count: Concepts and Options for Monitoring and Evaluation of Climate Change Adaptation*, World Resources Institute.
- SWART, R., R. BIESBROEK, S. BINNERUP, et al. (2009). *Europe Adapts to Climate Change: Comparing National Adaptation Strategies*, Helsinki, PEER Report No 1. : Partnership for European Environmental Research.
- TODOROVA, G. et B. DURISIN (2007). « Absorptive capacity: valuing a reconceptualization », *Academy of Management Review*, vol. 32, no 3, p. 774-786.
- TOMPKINS, E. L. et W. N. ADGER (2005). « Defining response capacity to enhance climate change policy », *Environmental Science & Policy*, vol. 8, p. 562-571.
- UK ADAPTATION SUB-COMMITTEE (2011). *Adapting to climate change in the UK: Measuring progress*, London, Committee on Climate Change.
- UKCIP (2008). *National Indicator 188: Planning to adapt to climate change*, UKCIP.
- UN HABITAT (à paraître). *Planning for Climate Change*, Rome, UN Habitat.
- UN/ISDR (2008). *Indicators of Progress: Guidance on Measuring the Reduction of Disaster Risks and the Implementation of the Hyogo Framework for Action*, Geneva, Switzerland, United Nations secretariat of the International Strategy for Disaster Reduction.
- UNDP (2007). *Monitoring and evaluation framework for adaptation to climate change. Draft for comments*, New York, UNDP.
- UNFCCC SECRETARIAT (2010). *Synthesis report on efforts undertaken to monitor and evaluate the implementation of adaptation projects, policies and programmes and the costs and effectiveness of completed projects, policies and programmes, and views on lessons learned, good practices, gaps and needs*, Bonn (Germany), UNFCCC.

- 
- UNITED NATIONS (2008). *Bali Action Plan*, United Nations Framework Convention on Climate Change.
- VILLANUEVA, P. S. (2011). « Learning to ADAPT: monitoring and evaluation approaches in climate change adaptation and disaster risk reduction – challenges, gaps and ways forward », dans, *Strengthening Climate Resilience (SCR): Discussion Paper 9*.
- WESTERHOFF, L., E. C. H. KESKITALO et S. JUHOLA (2011). « Capacities across scales: local to national adaptation policy in four European countries », *Climate Policy*, vol. 11, p. 1071-1085.
- WILLIAMSON, T. B., S. J. COLOMBO, P. N. DUINKER, et al. (2009). *Les changements climatiques et les forêts du Canada: des impacts à l'adaptation*, Edmonton (Alberta), Réseau de gestion durable des forêts et Service canadien des forêts, Centre de foresterie du Nord.
- WORLD RESOURCES INSTITUTE (2009). *The National Adaptive Capacity Framework Key Institutional Functions for a Changing Climate*, Washington D.C, W.R.I.
- ZAHRA, S. A. et G. GEORGE (2002). « Absorptive capacity: a review, reconceptualization, and extension », *Academy of Management Review*, vol. 27, no 2, p. 185–204.



# **ANNEXE**



---

## LISTE DES TABLEAUX DE L'ANNEXE

---

<b>TABLEAU 11 :</b>	Indicateurs identifiés dans la littérature associés à la composante « Évaluation de la vulnérabilité du système écologique et social » du modèle CREXE.....	75
<b>TABLEAU 12 :</b>	Indicateurs identifiés dans la littérature associés à la composante « Évaluation des options et solutions d'adaptation » du modèle CREXE.....	78
<b>TABLEAU 13 :</b>	Indicateurs identifiés dans la littérature associés à la composante « Décision d'adopter une mesure d'ACC » du modèle CREXE.....	84
<b>TABLEAU 14 :</b>	Indicateurs identifiés dans la littérature associés à la composante « Déterminants du processus d'adaptation » du modèle CREXE.....	88
<b>TABLEAU 15 :</b>	Indicateurs identifiés dans la littérature associés à la composante « Effets de la mesure d'ACC sur la vulnérabilité du système » du modèle CREXE.....	93
<b>TABLEAU 16 :</b>	Indicateurs identifiés dans la littérature associés à la composante « Effets en termes de bien-être collectif » du modèle CREXE.....	107



**TABEAU 11 : INDICATEURS IDENTIFIÉS DANS LA LITTÉRATURE ASSOCIÉS À LA COMPOSANTE « ÉVALUATION DE LA VULNÉRABILITÉ DU SYSTÈME ÉCOLOGIQUE ET SOCIAL » DU MODÈLE CREXE**

Modèle CREXE		Cadres existants		
Composantes du modèle	Variables	Auteurs	Variables	Indicateurs
Évaluation de la vulnérabilité du système écologique et social	Effets potentiels des CC	Brooks et autres (2011)	Climate risk management indicators  (the extent to which climate risk management is integrated into development processes, actions and institutions)	Mechanisms for targeting the climate vulnerable (e.g. for carrying out climate risk assessment and vulnerability assessment and using the results of such assessments to inform development policy and practice).
		Pilot Program for Climate Resilience (PPCR) (2010) cité dans Brooks et autres (2011)	Increased knowledge of climate change, variability, impacts in govt., private sector, civil society, education sector	Coverage of climate risk analysis and vulnerability assessments based on current scientific evidence
			Enhanced integration of learning/knowledge into climate resilient development	Relevance & quality of knowledge assets (publications, studies, platforms, etc) created
		The Adaptation Fund Results Framework (2010) cité dans Brooks et autres (2011)	Relevant threat and hazard information generated and disseminated to stakeholders on a timely basis	No. and type of projects that conduct and update risk and vulnerability assessments
		EEA Workshop (cité dans Swart et al. 2009)	Process indicators	Are climate change scenarios available?
				Is there a vulnerability assessment available?
		Harley et autres (2008)	Level of adaptive capacity	Availability of climate change scenarios
Availability of vulnerability assessments				
National Indicator 188 (UKCIP, 2008)	The indicator measures progress on assessing and managing climate risks and opportunities, and incorporating appropriate action into local authority and partners' strategic planning.	<b>Level 0: Baseline:</b> The Authority has begun the process of assessing the potential threats and opportunities across its estate and services (for example, flood and coastal resilience plans, emergency planning, community risk registers/strategies etc.) and has identified and agreed the next steps to build on that assessment in a systematic and coordinated way.		

Modèle CREXE		Cadres existants		
Composantes du modèle	Variables	Auteurs	Variables	Indicateurs
				<p><b>Examples of evidence:</b> The Authority has identified a lead official to identify and provide advice to service/ department heads on potential impacts of future climate change on its functions; The Authority has undertaken an audit of existing relevant risk registers and action plans in place (eg community risk register); The Authority has established a process for actions it needs to take to meet higher levels.</p> <p><b>Level 1: Public commitment and prioritized risk-based assessment:</b> The Authority has made a public commitment to identify and manage climate related risk. It has undertaken a local risk-based assessment of significant vulnerabilities and opportunities to weather and climate, both now and in the future. It can demonstrate a sound understanding of those not yet addressed in existing strategies and actions (e.g. in land use planning documents, service delivery plans, flood and coastal resilience plans, emergency planning, community risk registers/strategies etc ). It has communicated these potential vulnerabilities and opportunities to department/service heads and other local partners and has set out the next steps in addressing them.</p> <p><b>Examples of evidence:</b> The authority and partners have made a public commitment to manage climate risks e.g. signed up to the Nottingham Declaration or an equivalent; A Local Climate Impacts Profile or equivalent process is ongoing; Initial assessment produced using the UKCIP scenarios; Department/service heads facing significant vulnerabilities and opportunities have an understanding of the issues, with evidence of actions already in place to address these; Evidence of working in partnership and pooling of resources and expertise across sectors, areas and council tiers where applicable.</p>
		EPA Network of Environmental Protection Agencies cité dans Harley et autres (2008)	S/O	Key climatic vulnerabilities. This might be based, for example, on risk assessments by region and sector.
		UN/ISDR (2008)	Identify, assess and monitor disaster risks and enhance early warning	<p>National and local risk assessments based on hazard data and vulnerability information are available and include risk assessments for key sectors.</p> <p>National and local risk assessments take account of regional/ trans-boundary risks, with a view to regional cooperation on risk reduction.</p>

Modèle CREXE		Cadres existants		
Composantes du modèle	Variables	Auteurs	Variables	Indicateurs
		Lamhauge, Lanzi et Agrawala (2011)	Research	Vulnerability profile developed
				Production of climate predictions under different scenarios (indicators, projections, maps, desertification indices)
				Increased capacity to assess vulnerabilities and risks of climate change
		Sanahuja (2011)	Indicators of Action of Increasing Social Resilience	<b>Gender issues:</b> Acting on the Role of gender in DRR. Motivational Influences in gender analysis
				<b>Demographic issues :</b> Mapping Adaptation to Climate Change in Populations which are aging
				<b>Traditional knowledge:</b> Development of eco-specific adaptive knowledge (including indigenous knowledge) on adaptation to climate variability to enhance adaptive capacity for future climate change
		UNFCCC Secretariat (2010)	S/O	Research ongoing and adequate on the impacts of, or adaptation, to climate change
				Impacts of climate change known indicatively (qualitative information)
				Impacts well known, within the limits of uncertainty
				Potential threats and opportunities across estate and services starting to be assessed
				Local risk-based assessment of significant vulnerabilities and opportunities made
				Comprehensive risk assessment
		Twiggs (2007) cité dans Villanueva (2011)	Component of resilience 1: Hazards/risk data and assessment	Community hazard/risk assessments carried out which provide comprehensive picture of all major hazards and risks facing community (and potential risks).
				Ongoing monitoring of hazards and risks and updating of assessments.

**TABLEAU 12 : INDICATEURS IDENTIFIÉS DANS LA LITTÉRATURE ASSOCIÉS À LA COMPOSANTE « ÉVALUATION DES OPTIONS ET SOLUTIONS D'ADAPTATION » DU MODÈLE CREXE**

Modèle CREXE		Cadres existants		
Composantes du modèle	Variables	Auteurs	Variables	Indicateurs
Évaluation des options et solutions d'adaptation	Conception et évaluation des mesures d'ACC	EEA Workshop (cité dans Swart et al. 2009)	Process indicators	Have cross cutting issues been identified
				Is there stakeholder engagement?
				Is there local guidance on adaptation?
		Harley et autres (2008)	Level of adaptive capacity	Identification of crosscutting issues (e.g. links to other sectors)
				Level of stakeholder engagement
				Availability of local adaptation guidance
National Indicator 188 (UKCIP, 2008)	The indicator measures progress on assessing and managing climate risks and opportunities, and incorporating appropriate action into local authority and partners' strategic planning.	<p><b>Level 2: Comprehensive risk-based assessment and prioritised action in some areas:</b>                      The Authority has undertaken a comprehensive risk based assessment of vulnerabilities to weather and climate, both now and in the future, and has identified priority risks for its services. It has identified the most effective adaptive responses and has started incorporating these in council strategies, plans, partnerships and operations (such as planning, flood management, economic development, social care, services for children, transport etc). It has begun implementing appropriate adaptive responses in some priority areas. In its role as a community leader the council has started working with its LSP encouraging identification of major weather and climate vulnerabilities and opportunities that affect the delivery of the LSP's objectives.</p> <p><b>Examples of evidence:</b> Comprehensive risk assessment produced (for example using the UKCIP method); Nottingham Declaration accreditation; Council Members and department and service heads have a detailed understanding of weather and climate risk in all vulnerable areas identified in risk assessment and actions taken in priority areas; Documents like Local Development Frameworks include climate change adaptation; Local adaptation partnership established; LSP partners are aware of actions being taken by the</p>		

Modèle CREXE		Cadres existants		
Composantes du modèle	Variables	Auteurs	Variables	Indicateurs
				<p>council, feel engaged in the process and confirm they have started to identify weather and climate risk that affect the delivery of their own objectives.</p> <p><b>Level 3: Comprehensive action plan and prioritised action in all priority areas:</b></p> <p>The Authority has embedded climate impacts and risks across council decision making. It has developed a comprehensive adaptation action plan to deliver the necessary steps to achieve the existing objectives set out in council strategies, plans, investment decisions and partnership arrangements in light of projected climate change and is implementing appropriate adaptive responses in all priority areas. This includes leadership and support for LSPs in taking a risk based approach to managing major weather and climate vulnerabilities/ opportunities across the wider local authority area.</p> <p><b>Examples of evidence:</b> Action plan developed and published; Nottingham Declaration accreditation at a higher level; Detailed understanding of risk and action taken to embed relevant adaptation response in council strategies, plans, partnerships and operations by all department/service heads where weather and climate risks have been identified; Initial cost analysis undertaken and potential sources of funding identified for major vulnerabilities; LSPs feel fully engaged and action plan includes commitment from authority and LSP; Pooling of skills, knowledge and resource across LSP; Consulted with authorities responsible for climate change management and others who can provide advice on good practice e.g. Environment Agency, Natural England, Defra.</p>
		EPA Network of Environmental Protection Agencies cité dans Harley et autres (2008)	Policies and measures that are undertaken as adaptation activities (both implemented and proposed; see e.g. IVM/EPA project on adaptation frameworks and the PEER project). The information on policies and measures should include, where possible and relevant:	Objectives of the measure. For example, is the main objective of the measure to proactively reduce the risks of, and sensitivity to, any climatic change, or to mitigate damages following an extreme climatic event, or to capitalize or benefit from a changing climate? Or is the main objective to raise national public awareness on climate change and climate change adaptation?

Modèle CREXE		Cadres existants				
Composantes du modèle	Variables	Auteurs	Variables	Indicateurs		
				Type of (policy) instrument/method of implementation. How will a measure (e.g. a tax regulation) be implemented?		
				Key stakeholders involved.		
				Aims and targeted sectors of the measure. Which sector or issue domain is the policy measure addressing?		
				Elements of adaptation strategies and plans that are covered by the policies and measures.		
				Possible links to existing (European and national) regulations/policies.		
				Duration and target dates and deadlines. Implementation date of the measure and its duration.		
				Implementation scale of the instrument: Is the measure implemented nationally, regionally or locally?		
				Budgetary and financial implications of the measure		
				Joint activities with other Member States and developing countries, including joint implementation of measures, research activities or agreements.		
		UN/ISDR (2008)	Ensure that disaster risk reduction is a national and a local priority with a strong institutional basis for implementation	Community participation and decentralization is ensured through the delegation of authority and resources to local levels.		
		Lamhauge, Lanzi et Agrawala (2011)	Co-ordination			Linkages developed between institutions
						Level of stakeholder participation in dialogue, planning and decision making
						Extent of participation in networks
						Strengthened community of practice on climate change
						A comprehensive strategy on climate change awareness, outreach, communication, and public learning accompanied by supporting mechanisms
Establishment of peoples/ producer collectives/ working groups						
Establishment of institutions/committees addressing adaptation related issues (e.g. watershed management)						

Modèle CREXE		Cadres existants		
Composantes du modèle	Variables	Auteurs	Variables	Indicateurs
				No. of actors that have initiated follow-up programmes on climate risk reduction
		Sanahuja (2011)	Indicators of Action of Increasing Social Resilience	<b>Multi-sector holistic efforts:</b> - Focus on the social development and compensatory measures to reduce vulnerability, identifying concrete tasks for the Ministry of Education, Ministry of Housing and Territorial Zoning, National Environmental Authority and the Ministry of Health, to further DRR through education, land use planning and vulnerability reduction of critical infrastructure, such as schools and health care facilities
		UNDP (2007)	Coverage: the extent to which projects reach vulnerable stakeholders (individuals, households, businesses, government agencies, policymakers, etc.)	Number of households, businesses (or other appropriate units) engaged in vulnerability reduction or adaptive capacity development activities, as a proportion of households or other units in the community or region targeted by the project.
			Sustainability: the ability of stakeholders to continue the adaptation processes beyond project lifetimes, thereby sustaining development benefits	Number of project beneficiaries involved in capacity development for implementation of specific adaptation measures or decision-support tools
		UNFCCC Secretariat (2010)	Process-based indicators used by Finland	Support for project activities among participating communities
				Some adaptation measures identified but not yet necessarily implemented
				Need for adaptation measures recognized to some extent in the sector
				Adaptation measures identified and plans made for their implementation
				Need for adaptation measures quite well recognize in the sector
				Need for adaptation measures widely recognized and accepted in the sector
		Process-based indicators used by the UK	Implementation of adaptation measures widely launched and their benefits assessed	
			Next steps to build on that assessment identified and agreed upon	
			Most effective adaptive responses identified and incorporated in council strategies, plans	
		Comprehensive action plan		

Modèle CREXE		Cadres existants		
Composantes du modèle	Variables	Auteurs	Variables	Indicateurs
				Comprehensive adaptation action plan developed
				Implementation, monitoring and continuous review
				Robust process for regular and continual monitoring and review exists to ensure progress
		Spearman et McGray (2011)	Process indicators	Degree and quality of participant involvement in adaptation decisions
				Thoroughness of accounting for climate risks and vulnerability in decision making
				Whether and how the adaptation process is sustained
				Evaluation
		Asian Development Bank (2006) cité dans Spearman et McGray (2011)	Project management and capacity building: operational and strengthened project management and monitoring systems.	Availability of methodologies, guidelines to assist local planners
				Mandated institution has a set of indicators and indicators by which to coordinate other players
			Flood management sector planning: selected sector assessments and planning to support development of integrated flood management plans (grant financed through the advisory technical assistance).	Timely and informative reporting of local project management offices reflects accurate and on-time project implementation in line with agreed assurances.
				Domestic systems-based project management and monitoring system, including Project Performance Management System, is operationalized.
		UNDP and GEF (2007) cité dans Villanueva (2011)	Policies and plans revised on the basis of the scenario planning to accommodating increasing coastal risk associated with the sea-level rise, accelerated erosion, and more destructive storms	Basin-wide flood-warning system development needs are assessed; flood insurance is appraised with support from advisory technical assistance; next actions for inclusion in a future flood management plan are agreed upon by key provincial authorities by 2008
				Number of policies and plans relating to coastal development under review, in order to ensure climate change issues are addressed.
				Construction of storm shelters and improvements in the resilience of settlements, to reduce vulnerability to tropical storms and associated storm surges.
Twiggs (2007) cité dans Villanueva (2011)	Component of resilience 1: Hazards/risk data and assessment	Numbers of stakeholders involved in piloting of vulnerability reduction measures at local level.		
		Hazard/risk assessment is participatory process including representatives of all sections of community and sources of expertise.		

Modèle CREXE		Cadres existants		
Composantes du modèle	Variables	Auteurs	Variables	Indicateurs
	Évaluation des avantages et des coûts	Brooks et autres (2011)	Climate relevant development/vulnerability indicators  (assessment of reductions in the vulnerability of human populations to climate change related hazards and risks as a result of adaptation interventions)	Benefit/ cost ratios of adaptation options identified/ implemented (based on ratio of value of assets and productivity made less vulnerable to adaptation expenditure).
		Lamhauge, Lanzi et Agrawala (2011)	Research	Studies identify risk and benefits of managing environmental resource(s)

**TABEAU 13 : INDICATEURS IDENTIFIÉS DANS LA LITTÉRATURE ASSOCIÉS À LA COMPOSANTE « DÉCISION D'ADOPTER UNE MESURE D'ACC » DU MODÈLE CREXE**

Modèle CREXE		Cadres existants		
Composantes du modèle	Variables	Auteurs	Variables	Indicateurs
Décision d'adopter une mesure d'ACC	Adoption des mesures d'ACC	Brooks et autres (2011)	Climate risk management indicators  (the extent to which climate risk management is integrated into development processes, actions and institutions)	Proportion of development initiatives that are modified compared to a “business-as usual” case in order to make them more climate-resilient
			Climate relevant development/vulnerability indicators  (assessment of reductions in the vulnerability of human populations to climate change related hazards and risks as a result of adaptation interventions)	Coverage of CC interventions (proportion of portfolio that includes measures to address climate change).
		Pilot Program for Climate Resilience (PPCR) (2010) cité dans Brooks et autres (2011)	Improved institutional capacity to respond to climate variability and change	No. and quality of policies introduced/adjusted to address climate change, quality of participatory planning processes, adaptation monitoring
			Scaled-up investments in climate resilience and their replication	Climate resilient investments (no. and value)
			Replication of PPCR in non-PPCR countries	No. of countries and sectors applying climate proofing and climate resilience principles and sharing through PPCR, countries replicating PPCR approaches
		The Adaptation Fund Results Framework (2010) cité dans Brooks et autres (2011)	Relevant threat and hazard information generated and disseminated to stakeholders on a timely basis	Development of early warning systems
			Percentage of targeted population aware of predicted adverse impacts of climate change, and of appropriate responses	No. and type of risk reduction actions or strategies introduced at local level
			Development sectors' services responsive to evolving needs from changing and variable climate	No. and type of health or social infrastructure developed or modified to respond to new conditions resulting from climate variability and change (by type)

Modèle CREXE		Cadres existants		
Composantes du modèle	Variables	Auteurs	Variables	Indicateurs
				No. of physical assets strengthened or constructed to withstand conditions resulting from climate variability and change (by asset types)
			Climate change priorities are integrated into national development strategy	No., type, and sector of policies introduced or adjusted to address climate change risks
				No. of targeted development strategies with incorporated climate change priorities enforced
		National Indicator 188 (UKCIP, 2008)	The indicator measures progress on assessing and managing climate risks and opportunities, and incorporating appropriate action into local authority and partners' strategic planning.	<p><b>Level 4: Implementation, monitoring and continuous review:</b> The Authority and LSP are implementing the comprehensive adaptation action plan across the local authority area, and there is a robust process for regular and continual monitoring and review to ensure progress with each measure and updating of objectives. The Authority and LSP are taking appropriate adaptive responses.</p> <p><b>Examples of evidence:</b> Clear and robust continuous monitoring and review system in place; Outputs from the review and monitoring process are ploughed back into the action plan and other relevant council and LSP strategies</p>
		UN/ISDR (2008)	Reduce the underlying risk factors	Social development policies and plans are being implemented to reduce the vulnerability of populations most at risk.
				Economic and productive sectoral policies and plans have been implemented to reduce the vulnerability of economic activities
		Lamhauge, Lanzi et Agrawala (2011)	Risk reduction	No. and type of DRR instruments e.g. insurance instruments promoted
			Environmental Education and Training	No. of trained committees that developed and adopted risk reduction plans
		Sanahuja (2011)	Indicators of Action of Increasing Social Resilience	<b>Increasing awareness:</b> School Campaigns as part of Annual DRR Day
				<b>Information management:</b> Promotion of research on drought, flood and saline tolerant varieties of crops to facilitate adaptation in future
				<b>Education:</b> Inclusion of climate change adaptation and other issues in curriculum at secondary and tertiary educational institution

Modèle CREXE		Cadres existants		
Composantes du modèle	Variables	Auteurs	Variables	Indicateurs
		UNDP (2007)	Coverage: the extent to which projects reach vulnerable stakeholders (individuals, households, businesses, government agencies, policymakers, etc.)	Number of risk-reducing practices/measures implemented to support adaptation of livelihoods and/or resource management.
		UNFCCC Secretariat (2010)	Process-based indicators used by Finland	Adaptation measures identified and their implementation launched
				Cross-sectoral cooperation on adaptation measures started
				Cross-sectoral cooperation on adaptation measures an established practice
			Process-based indicators used by the UK	Adaptive responses implemented in some priority areas
				Adaptive responses implemented in all priority areas
				Comprehensive adaptation action plan across the local authority area implemented
		Global Environment Facility (2008) cité dans Spearman et McGray (2011)	To develop and pilot a range of coping mechanisms for reducing the vulnerability of farmers and pastoralists to climate change, including variability.	At least five distinct coping mechanisms for climate change and variability adopted by small-scale farmers.
			Climate change adaptation measures of rural communities in agricultural production are piloted and tested.	Adoption of improved crop varieties and livestock breeds in the project site increased by at least 25%.
			Risk reduction strategies in pilot area contribute to improved adaptive capacity and resilience to drought.	Number of households in the project site planting improved crop varieties increased by at least 25%.
				Number of households in the project site having traditional Sanga breeds increased by at least 25%.
				At least two improved crop varieties and livestock breeds introduced in the project site.
		Number of households in the project site using improved technologies, such as rainwater harvesting, increased by at least 25%.		
		Livestock rearing improved through the introduction of various adaptation measures aimed at improving integrated pasture management and strengthening animal biocapacity.	At least two adaptation measures identified and tested.	

Modèle CREXE		Cadres existants		
Composantes du modèle	Variables	Auteurs	Variables	Indicateurs
		UNDP and GEF (2007) cité dans Villanueva (2011)	Policies and plans revised on the basis of the scenario planning to accommodating increasing coastal risk associated with the sea-level rise, accelerated erosion, and more destructive storms	Number of new policies introduced or existing policies and plans are updated as a result of scenario planning exercises
	Resilience of coastal geomorphological and ecological system enhanced		Number of different resilience-enhancing measures employed by project, combined with number of ecological and geomorphological system addressed	
			Number of sites/locations where resilience building measures are piloted.	

**TABLEAU 14 : INDICATEURS IDENTIFIÉS DANS LA LITTÉRATURE ASSOCIÉS À LA COMPOSANTE « DÉTERMINANTS DU PROCESSUS D'ADAPTATION » DU MODÈLE CREXE**

Modèle CREXE		Cadres existants		
Composantes du modèle	Variables	Auteurs	Variables	Indicateurs
Déterminants du processus d'adaptation	Programmes et politiques publiques	Pilot Program for Climate Resilience (PPCR) (2010) cité dans Brooks et autres (2011)	New and additional resources for climate resilient development	Leverage factor of PPCR funding, financing from other sources
		Harley et autres (2008)	Process-base top-down indicator of adaptive capacity	Is a national adaptation framework in place and what spatial scale does it cover?
		EPA Network of Environmental Protection Agencies cité dans Harley et autres (2008)	S/O	Existing national adaptation plans and/or strategies, or those in preparation. This should include providing information on when such plans were developed or are expected to be developed, as well as their objectives.
		UN/ISDR (2008)	Ensure that disaster risk reduction is a national and a local priority with a strong institutional basis for implementation	Dedicated and adequate resources are available to implement disaster risk reduction plans at all administrative levels.
			Use knowledge, innovation and education to build a culture of safety and resilience at all levels	Country wide public awareness strategy exists to stimulate a culture of disaster resilience, with outreach to urban and rural communities.
			Reduce the underlying risk factors	Disaster risk reduction is an integral objective of environment-related policies and plans, including for land use, natural resource management and climate change adaptation.
	Iwanciw et Zalles (2010) cité dans Spearman et McGray (2011)	Risk reduction	Percentage of “risk mitigation” funds provided by the central government to local, regional, and national investment projects	
Cadre réglementaire, cadre législatif	Brooks et autres (2011)	Climate risk management indicators  (the extent to which climate risk management is integrated into development processes, actions and institutions)	Institutional framework of regulatory and legal support, plus macroeconomic management for climate resilience (e.g. requirements for certain types of development initiative to be subject to screening for climate change-related risks).	

Modèle CREXE		Cadres existants		
Composantes du modèle	Variables	Auteurs	Variables	Indicateurs
		EPA Network of Environmental Protection Agencies cité dans Harley et autres (2008)	S/O	Institutional and legal framework for adaptation activities. This should include providing information on which national ministries and agencies have been given the mandate to undertake climate change adaptation activities. It should also include providing information on any national laws and/or regulatory measures that facilitate climate change adaptation activities.
		UN/ISDR (2008)	Ensure that disaster risk reduction is a national and a local priority with a strong institutional basis for implementation	National institutional and legal frameworks for disaster risk reduction exist with decentralized responsibilities and capacities at all levels <sup>9</sup> .
		Spearman et McGray (2011)	Process indicators	Number and quality of laws or policies addressing climate change
	Contexte politique de l'action	The Adaptation Fund Results Framework (2010) cité dans Brooks et autres (2011)	Percentage of targeted population aware of predicted adverse impacts of climate change, and of appropriate responses	No. of news outlets in the local press and media that have covered the topic
		Lamhauge, Lanzi et Agrawala (2011)	Co-ordination	No. of proposals by civil society and communities incorporated by the government
		Sanahuja (2011)	Indicators of Action of Increasing Social Resilience	<b>Social mobilization:</b> Adaptation to climate change civil organizations active and functioning
		UNFCCC Secretariat (2010)	Process-based indicators used by the UK	Public commitment and impacts assessment Public commitment made to identify, communicate and manage climate-related risk

<sup>9</sup> Chaque indicateur s'apprécie à partir d'une échelle quant à l'avancement du processus de réduction du risque : Illustration of advancements for each level of disaster risk reduction processes: **Level 1:** No progress has been made and/or progress has stopped or moved backwards; **Level 2:** Minor progress achieved in disaster risk reduction actions, with no systematic commitment; **Level 3:** Institutional commitment to reduction disaster risk, but no substantial progress; **Level 4:** Systematic commitment at policy level, but insufficient resource allocation; **Level 5:** Full achievement with sustained commitment. Cette échelle se trouve adaptée pour chaque indicateur (voir le document du HFA).

Modèle CREXE		Cadres existants		
Composantes du modèle	Variables	Auteurs	Variables	Indicateurs
		UNDP and GEF (2007) cité dans Villanueva (2011)	Capacity to plan for and respond to changes in climate-related coastal risks improved through awareness building and enhance access to information on potential climate changes impacts, coupled with guidance on and improved access to available adaptation measures.	Understanding of climate changes related coastal risks among general and public and key stakeholder groups (QBS).
	Sensibilité à la question des CC	Harley et autres (2008)	Adaptive capacity	The public's perceived attribution of the source of stress and the significance of exposure to its local manifestations
	Ressources et expertise de l'organisation	Lamhauge, Lanzi et Agrawala (2011)	Environmental Education and Training	Adaptation in government staff training curricula
		Twigg (2007) cité dans Villanueva (2011)	Component of resilience 1: Hazards/risk data and assessment	No. of training sessions/workshops conducted/no. of people trained
	Connaissances sur les CC	EPA Network of Environmental Protection Agencies cité dans Harley et autres (2008)	S/O	Skills and capacity to carry out community hazard and risk assessments maintained through support and training.
		Harley et autres (2008)	Adaptive capacity	National (and European) research programmes and databases.
		UN/ISDR (2008)	Adaptive capacity	The range of available technological options for adaptation
			Use knowledge, innovation and education to build a culture of safety and resilience at all levels	Relevant information on disasters is available and accessible at all levels, to all stakeholders (through networks, development of information sharing system).
			Research methods and tools for multi risk assessments and cost benefit analysis are developed and strengthened.	
			No. and quality of publications, articles, TV programmes	
			Development of knowledge platforms/ website	
			No. of training modules/materials published and disseminated	
	Lamhauge, Lanzi et Agrawala (2011)	Environmental Education and Training	No. of hits on web-based platform	
		No. of stakeholders participating in knowledge sharing/training		
No. of policy reviews				
Advocacy campaign developed				

Modèle CREXE		Cadres existants			
Composantes du modèle	Variables	Auteurs	Variables	Indicateurs	
			Indicators of action for increasing environmental resilience	No. of knowledge communication centres/dialogue platforms	
			Research	Development of models and tools produced	
				Availability of relevant data	
		Sanahuja (2011)	Indicators of Action of Increasing Social Resilience	<b>Disaster risk reduction:</b> - Climate change and adaptation information dissemination to vulnerable community for emergency preparedness measures and awareness raising on enhanced climatic disasters - Identifying of key actions to be taken at the national and sub-national levels	
		Spearman et McGray (2011)	Process indicators	Relevance and quality of informational inputs to adaptation decisions	
		Twiggs (2007) cité dans Villanueva (2011)	Component of resilience 1: Hazards/risk data and assessment	Assessment findings shared, discussed, understood and agreed among all stakeholders, and feed into community disaster planning. Findings made available to all interested parties (within and outside community, locally and at higher levels) and feed into their disaster planning.	
	Capacité d'absorption des connaissances		Brooks et autres (2011)	Climate risk management indicators  (the extent to which climate risk management is integrated into development processes, actions and institutions)	The use of climate information (and M&E information) in policy & programme design (e.g. policies and programmes informed by evidence of emerging climate trends and scenarios of future climate change). Mechanisms for targeting the climate vulnerable (e.g. for carrying out climate risk assessment and vulnerability assessment and using the results of such assessments to inform development policy and practice).
			Pilot Program for Climate Resilience (PPCR) (2010) cité dans Brooks et autres (2011)	Catalytic replication outcomes: Improved institutional capacity to respond to climate variability and change	Decision-making incorporates climate information
				Catalytic replication outcomes: Scaled-up investments in climate resilience and their replication	Evidence of lessons learned

Modèle CREXE		Cadres existants		
Composantes du modèle	Variables	Auteurs	Variables	Indicateurs
			PPCR outcomes and outputs: Improved integration of resilience into country development strategies, policies, plans, etc.	Degree to which planning integrates climate proofing and vulnerability assessment, integration and dissemination of CRM
			Enhanced integration of learning/knowledge into climate resilient development	Evidence of use of knowledge and learning
		Harley et autres (2008)	Adaptive capacity	The ability of decision-makers to manage information, the processes by which they determine which information is credible and the credibility of the decision-makers themselves
			Process-based bottom-up indicator of adaptive capacity	Are local level experiences informing actions within and across sectors?
		Lamhauge, Lanzi et Agrawala (2011)	Environmental Education and Training	Extent of use and outreach of education material/training facilities
			Research	No. of stakeholders requesting and accessing knowledge products
				Extent of research dissemination
				No. of organisations engaging with knowledge network
		Co-ordination	Level of incorporation of research in climate change strategies	
		UNDP (2007)	Impact: the extent to which projects reduce vulnerability and/or enhance adaptive capacity (through bringing about changes in adaptation processes: policy-making/planning, capacity building/awareness raising, information management, etc.	Communicate climate change risks, disseminate information, or make decisions based on high quality information), as relevant,
			Replicability: the extent to which projects generate and disseminate results and lessons of value in other, comparable contexts	Number of 'lessons learned' codified. Number of relevant networks or communities with which lessons learned are disseminated.
		UNFCCC Secretariat (2010)	Process-based indicators used by Finland	Need for adaptation recognized among a group of pioneers in the sector

**TABLEAU 15 : INDICATEURS IDENTIFIÉS DANS LA LITTÉRATURE ASSOCIÉS À LA COMPOSANTE « EFFETS DE LA MESURE D'ACC SUR LA VULNÉRABILITÉ DU SYSTÈME » DU MODÈLE CREXE**

Modèle CREXE		Cadres existants		
Composantes du modèle	Variables	Auteurs	Variables	Indicateurs
Effets de la mesure d'ACC sur la vulnérabilité du système	Amélioration de la capacité d'adaptation du système	Brooks et autres (2011)	Climate risk management indicators  (the extent to which climate risk management is integrated into development processes, actions and institutions)	How well the components of the national system conduct National Adaptive Capacity functions (with reference to, for example, the World Resources Institute National Adaptive Capacity framework).
		Pilot Program for Climate Resilience (PPCR) (2010) cité dans Brooks et autres (2011)	Scaled-up investments in climate resilience and their replication	Increased capacity to manage climate resilient investments
			Improved integration of resilience into country development strategies, policies, plans, etc.	Budget allocations take account of climate change
			Increased capacity to integrate climate resilience into country strategies	Evidence of cross-sectoral mechanism to address climate variability and change, evidence of ministries/agencies taking lead in updating strategies
		The Adaptation Fund Results Framework (2010) cité dans Brooks et autres (2011)	No. and type of targeted institutions with increased capacity to minimize exposure to climate variability risks	No. of staff trained to respond to, and mitigate impacts of, climate-related events
				Capacity of staff to respond to, and mitigate impacts of, climate-related events from targeted institutions increased
		Finnish National Adaptation Strategy cité dans Swart et autres (2009)	Indicateurs de développement durable	Availability of real-time hydrological information
		Government Strategy Report 2008 cité dans Swart et autres (2009)	Adaptation	Progress made in observation and warning systems
Progress made in research and development				
EEA Workshop (cité dans Swart et al. 2009)	Process indicators	Adaptation plans made in various sectors and progress of the first measures taken		
		Is disaster planning in place?		

Modèle CREXE		Cadres existants					
Composantes du modèle	Variables	Auteurs	Variables	Indicateurs			
		Harley et autres (2008)	Adaptive capacity	The availability of resources and their distribution across the population			
				The structure of critical institutions, the derivative allocation of decision-making authority, and the decision criteria that would be employed.			
				The stock of human capital, including education and personal security			
				The stock of social capital, including the definition of property rights.			
				The system's access to risk-spreading processes (e.g. insurance)			
		Level of adaptive capacity	Availability of disaster plans				
		UN/ISDR (2008)	Reduce the underlying risk factors	Ensure that disaster risk reduction is a national and a local priority with a strong institutional basis for implementation	A national multi-sectoral platform for disaster risk reduction is functioning.		
				Identify, assess and monitor disaster risks and enhance early warning	Early warning systems are in place for all major hazards, with outreach to communities.		
				Use knowledge, innovation and education to build a culture of safety and resilience at all levels	School curricula, education material and relevant trainings include risk reduction and recovery concepts and practices.		
				Strengthen disaster preparedness for effective response at all levels	Planning and management of human settlements incorporate disaster risk reduction elements, including enforcement of building codes.		
					Disaster risk reduction measures are integrated into post-disaster recovery and rehabilitation processes.		
					Procedures are in place to assess disaster risk impacts of all major development projects, especially infrastructure		
							Strong policy, technical and institutional capacities and mechanisms for disaster management, with a disaster risk reduction perspective are in place.
							Disaster preparedness plans and contingency plans are in place at all administrative levels, and regular training drills and rehearsals are held to test and develop disaster response programmes.

Modèle CREXE		Cadres existants		
Composantes du modèle	Variabes	Auteurs	Variabes	Indicateurs
				Financial reserves and contingency mechanisms are in place to enable effective response and recovery when required.
				Procedures are in place to exchange relevant information during disasters and to undertake post-event reviews
		Lamhauge, Lanzi et Agrawala (2011)	Risk reduction	No. of households/communities participating in afforestation/improved agricultural practices/watershed management
				Early warning system in place
				No. of households that seek out, test, adapt and adopt ideas and practices that strengthen their livelihoods
			Policy and administrative management	Incorporation of adaptation in regulatory measures and advisories
				No. of (villages, communities, countries, regions) with adaptation/ resource management/ environmentally sustainable strategies/plans
				Inclusion of climate change in policy frameworks (e.g. PRSP, agricultural policies, development policy frameworks)
				Evidence of climate change mainstreaming in development plans
				No. of policy submissions per year (to e.g. Hyogo Framework for Action, COP)
				Reference to climate change as an important factor in understanding risk reduction (in x no. of policy documents)
				A percentage of DRR plans reflect potential climate change impacts
				Resources/no. of projected allocated to climate change adaptation
				Environmental Education and Training

Modèle CREXE		Cadres existants		
Composantes du modèle	Variables	Auteurs	Variables	Indicateurs
		Sanahuja (2011)	Indicators of Action of Increasing Social Resilience	<p><b>Land use:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Promoting adaptation to coastal crop agriculture to combat increased salinity</li> <li>- Adaptation to agriculture systems in areas prone to enhanced flash flooding.</li> <li>- Focuses on governance and territorial management, stressing the relevance of local DRM and urban dimensions of risk, along with the pivotal role of local authorities.</li> <li>- Design and implement zoning regulations and building codes</li> </ul> <p><b>Changes in resource use practices:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Adaptation to fisheries in areas prone to enhanced flooding through adaptive and diversified fish culture practices</li> <li>- Promoting adaptation to coastal fisheries through culture of salt tolerant fish special in coastal areas</li> </ul> <p><b>Public health:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mapping of the Eco-zones and the changes in Vector-Borne diseases</li> </ul> <p><b>Policy and planning:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mainstreaming adaptation to climate change into policies and programmes in different sectors (focusing on disaster management, water, agriculture, health and industry).</li> <li>- State policies and programmes in the food production &amp; security sector integrate climate change adaptation priorities</li> </ul> <p><b>Economics:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Government taking responsibility for developing financial mechanisms to reduce the vulnerability of the portfolio of public investments by introducing DRR considerations into the investment planning processes, as well as developing mechanisms for financial protection.</li> <li>- Compensation for flood damages</li> <li>- Facilitate access to credit</li> </ul>

Modèle CREXE		Cadres existants			
Composantes du modèle	Variabes	Auteurs	Variabes	Indicateurs	
				<p><b>Insurance:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Adequately addressing loss and damage from the impacts of climate change</li> <li>- Exploring options for insurance and other emergency preparedness measures to cope with enhanced climatic disasters</li> </ul>	
				<p><b>Financial sector:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Recognizing the reality of climate change and mainstream it into all business processes. It is a decision factor for business planning and strategies, portfolio management, and at individual transaction level.</li> <li>- Developing and supplying products and services for the new markets which will come with integrated adaptation e.g. at micro-level in developing countries, and for ecological services.</li> <li>- Working with policymakers to realize the transition to integrated adaptation.</li> <li>- Ensuring that contingency plans consider “worst case” disasters.</li> </ul>	
		UNDP (2007)	<p>Coverage: the extent to which projects reach vulnerable stakeholders (individuals, households, businesses, government agencies, policymakers, etc.)</p>	<p>Impact: the extent to which projects reduce vulnerability and/or enhance adaptive capacity (through bringing about changes in adaptation processes: policy-making/planning, capacity building/awareness raising, information management, etc.</p>	Number of policies introduced or adjusted to incorporate climate change risks.
					Number of investment decisions revised or made to incorporate climate change risks.
					Percent change in stakeholders’ behaviours utilizing adjusted practices or resources for managing climate change risk
					Percent improvement in stakeholders’ capacities to manage climate change
Percent improvement in perceived adaptive capacity; Percent improvement in stakeholder perceptions of the range or robustness of options available to cope with recurrence of primary climate change-related threat(s); Supplementary indicators specific to the TA(s) addressed by the project should also be considered, where possible.					

Modèle CREXE		Cadres existants		
Composantes du modèle	Variables	Auteurs	Variables	Indicateurs
			Sustainability: the ability of stakeholders to continue the adaptation processes beyond project lifetimes, thereby sustaining development benefits	Number of beneficiaries of project receiving training in implementation of specific adaptation measures or decision-support tools.
				Local (or spatially appropriate) availability of skills and resources necessary to continual adaptation after conclusion of project
				Number of outside programmes, policies or projects incorporating project results into their processes
				Stakeholder perceptions of adaptation sustainability, accessed via qualitative survey
		UNFCCC Secretariat (2010)	Process-based indicators used by Finland	Adaptation incorporated into regular decision making processes
				Adaptation measures under the adaptation strategy or recognized otherwise
		Spearman et McGray (2011)	Substantive outcome	Process-based indicators used by the UK
				Climate impacts and risks embedded across council decision-making
				Utility and quality of early warning systems
		Asian Development Bank (2006) cité dans Spearman et McGray (2011)	Nonstructural flood management systems: operational flood warning and management systems for up to 35 municipalities and counties linked to the provincial flood-warning and management system.	Change in stakeholder response to climate risk, or utilization of adaptation options
				Evidence of community, sectoral, or institutional understanding and capability to deal with or avoid climate-induced losses
		Global Environment Facility (2008) cité dans Spearman et McGray (2011)	Capacities of service organizations in pilot regions strengthened to address climate change adaptation and drought.	Warning time against potential floods in the project area is increased (current warning time is a few hours to one day).
Forecasting and warning data are more frequently accurate				
			At least four service organizations in pilot regions capacitated to adapt to climate and prepare for drought periods	

Modèle CREXE		Cadres existants		
Composantes du modèle	Variables	Auteurs	Variables	Indicateurs
		UNDP and GEF (2007) cité dans Villanueva (2011)	Policies and plans revised on the basis of the scenario planning to accommodating increasing coastal risk associated with the sea-level rise, accelerated erosion, and more destructive storms	Number of policy makers and planners trained in scenario planning (alternatively number of government departments represented among those trained).
			Investment decision made on basis of risk assessment based on climate change scenario planning	Number of private sector bodies (organisation and individual business) engaged by project and provided with training in climate risk management and scenario planning.
			Capacity to plan for and respond to changes in climate-related coastal risks improved through awareness building and enhance access to information on potential climate changes impacts, coupled with guidance on and improved access to available adaptation measures.	Perceived change in likely ability to respond effectively to future change in coastal risks
	Atténuation de la sensibilité du système aux CC	Brooks et autres (2011)	Climate relevant development/vulnerability indicators (assessment of reductions in the vulnerability of human populations to climate change related hazards and risks as a result of adaptation interventions)	Population covered by awareness building programmes to increase understanding of risks associated with climate change among general and public and key stakeholder groups.
				Numbers of beneficiaries of climate change interventions (i.e. numbers of people benefiting from projects or project components that address climate change issues, e.g. through integration of measures to promote resilience or reduce climate change-related risks).
				Numbers of people experiencing reductions in vulnerability, represented by movement from more vulnerable to less vulnerable category/score in key indicators (based on variety of context specific indicators converted into scores that can be aggregated across contexts).
			Value of assets and economic activities protected or made less vulnerable as a result of adaptation interventions (e.g. based on capital assets with reduced physical exposure compared with business-as-usual scenario, turnover of businesses incorporating adaptation measures resulting from projects, etc).	

Modèle CREXE		Cadres existants		
Composantes du modèle	Variables	Auteurs	Variables	Indicateurs
		Pilot Program for Climate Resilience (PPCR) (2010) cité dans Brooks et autres (2011)	Transformative impacts: Improved quality of life of people living in areas most affected by climate change Increased climate resilience in economic, social and eco-systems	EWSs, changes in land degradation, social protection, insurance, credit access, livelihood diversification, etc.
			PPCR outcomes and outputs: Increased capacity to withstand/ recover from climate change and variability	Project-level indicators including e.g. reduced impacts & losses, continuity of climate-sensitive services (e.g. water, infrastructure)
		The Adaptation Fund Results Framework (2010) cité dans Brooks et autres (2011)	Number of people with reduced risk to extreme weather events	Percentage of population covered by adequate risk reduction systems
				No. of people affected by climate variability
			Ecosystem services and natural assets maintained or improved under climate change and variability-induced stress	No. and type of natural resource assets created, maintained or improved to withstand conditions resulting from climate variability and change (by type of assets)
				No. and type of adaptation assets (physical as well as knowledge) created in support of individual or community livelihood strategies
		Finnish National Adaptation Strategy cité dans Swart et autres (2009)	Indicateurs de développement durable	Type of income sources for households generated under climate change scenario
				Food self-sufficiency
				Use of pesticides
				Increment of growing stock and total drainage in forests
		Government Strategy Report 2008 cité dans Swart et autres (2009)	Adaptation	Tree species composition
				Length of the ice breaking assistance season
		Lamhauge, Lanzi et Agrawala (2011)	Risk reduction	Realized flood damage in communities
				Area of afforestation (m2/ha)
		Construction of climate-proof infrastructure		

Modèle CREXE		Cadres existants		
Composantes du modèle	Variabes	Auteurs	Variabes	Indicateurs
				Percentage of population with improved and sustainable access to water sources
				No. of people benefitting from water, livestock and natural risk management projects
				Indicators of action for increasing environmental resilience
		Sanahuja (2011)	Indicators of Action of Increasing Social Resilience	<p><b>Physical infrastructure and basic services:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Construction of flood shelter, and information and assistance centre to cope with enhanced recurrent floods in major floodplains.</li> <li>- Enhancing resilience of urban infrastructure and industries to impacts of climate change</li> <li>- Providing sustainable drinking water to coastal communities to combat enhanced salinity due to sea level rise.</li> <li>- Protect – Safeguard existing coastal land uses by implementing measures such as sea walls, dikes, beach nourishment and wetland restoration.</li> <li>- Engage in actions that compensate for climate-related changes (e.g. constructing raised homes on pilings to accommodate rising sea levels).</li> </ul> <p><b>Food security:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Resilience of the food production &amp; security sector to climate change enhanced</li> </ul> <p><b>Water resources and quality:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Targets environmental dimensions of disaster risk management, in particular adaptation to climate change and water resources management.</li> <li>- Reallocation of reservoir yield</li> <li>- Water conservation and demand management (including metering and price structure)</li> <li>- Expand well fields</li> <li>- Rainwater harvesting</li> </ul>

Modèle CREXE		Cadres existants		
Composantes du modèle	Variables	Auteurs	Variables	Indicateurs
				<p><b>Relocation:</b> - Relocate human settlement (homes, roads, etc.) away from areas of potential flooding, allowing the rising sea to advance inland</p>
		UNDP (2007)	Coverage: the extent to which projects reach vulnerable stakeholders (individuals, households, businesses, government agencies, policymakers, etc.)	Number of stakeholders (individuals, households, communities, etc.) served by new or expanded climate information management systems (e.g. early warning systems, forecasting).
			Impact: the extent to which projects reduce vulnerability and/or enhance adaptive capacity (through bringing about changes in adaptation processes: policy-making/planning, capacity building/ awareness raising, information management, etc.	Percent reduction in perceived vulnerability:  Percent improvement in stakeholder perceptions of vulnerability to a recurrence of primary climate change related threat(s) combined with: Perceived success of project interventions in delivering mechanisms to reduce vulnerability
		UK Adaptation Sub-Committee (2011)	Preparedness in land use planning: impact (land use planning)	Insurance claims for weather related causes (flooding, storms, subsidence)
				Number of properties flooded
			Components of vulnerability (land use planning)	<p><b>Development in flood risk areas:</b> Number of buildings constructed in areas prone to river, coastal and surface water flood risk, not accounting for flood defenses (2001 – 2011) Number of buildings at low, moderate and significant likelihood of river and coastal flooding, accounting for flood defenses (2001 – 2011) Proportion of new dwellings built in areas of high flood risk (1989 – 2009)</p>
				<p><b>Development in areas at risk from coastal erosion:</b> Change in land covered by buildings in areas at risk from coastal erosion (protected and non-protected) (2001 – 2011)</p> <p><b>Factors affecting risk of surface water flooding and heat stress:</b> Change from 'natural' to 'man-made' surfaces (2001 – 2011)</p>

Modèle CREXE		Cadres existants		
Composantes du modèle	Variables	Auteurs	Variables	Indicateurs
				Change in area of urban greenspace Waste heat
			Actions (land use planning)	<b>Catchment/neighborhood level measures:</b> Resolution of Environment Agency flood risk planning objections Number of properties with ‘increased protection’ from flood risk Uptake of sustainable drainage and permeable paving measures
				<b>Property-level measures:</b> Uptake of measures to increase resilience and resistance to flood risk in new development Uptake of measures to manage surface water run-off rates in new development Uptake of measures to reduce heat gain in new development
			Impact (water resources)	Supply demand balance – Drought orders
				Supply demand balance – Security of supply by water company
				Total demand – Freshwater abstraction (‘non-tidal’) by sector
				Public water demand – Total water put into public water supply
				Drivers of household demand – Population
				Drivers of household demand – Average per capita consumption
				Water supply – Catchments where additional water is available for licensing
			Waterbodies at risk of environmental damage from abstraction	
			Actions (water resources)	Proportion of properties metered
				Uptake of water efficiency measures (measured through water saved through demand management)

Modèle CREXE		Cadres existants		
Composantes du modèle	Variabes	Auteurs	Variabes	Indicateurs
				Total industry leakage
				Winter storage reservoirs for irrigation
		Spearman et McGray (2011)	Substantive outcome	Change in degree of exposure to climate risks and threat
				Evidence of changed quality of climate-sensitive natural resource base
		Moser (2007) cité dans Spearman et McGray (2011)	Capital Assets (physical)	Area of productive rangeland
			Capital Assets (financial)	Number of people with access to credit
			Capital Assets (human)	Percentage of school-aged children in school
			Capital Assets (social)	Legitimacy of natural resource management committees
			Capital Assets (natural)	Quality of housing structure
		Asian Development Bank (2006) cité dans Spearman et McGray (2011)	Flood protection for strategic and priority flood-prone areas in the upper reaches of the four main river basins in Hunan Province is improved.	Annualized flood damage and disaster relief costs are reduced in participating cities as a result of increased standards for flood protection works and improved flood emergency preparedness.
				Flood-control level of county-level cities is improved to 1 in 20-year-return flood from below 1 in 5-year-return flood recurrence by the end of project.
				Flood-control level of municipal cities is improved to 1 in 50 or 100-year-return flood by the end of the project.
				Satisfaction level of the 20,133 relocated persons is restored to pre-resettlement levels in terms of income and livelihood.
		Global Environment Facility (2008) cité dans Spearman et McGray (2011)	To develop and pilot a range of coping mechanisms for reducing the vulnerability of farmers and pastoralists to climate change, including variability.	Percentage of environment management plan monitoring targets is achieved.
				Livestock and crop yield losses reduced by at least 25% among small-scale farmers in the project site.
Number of households in the project site with improved farm outputs increased by at least 25%.				
		Risk reduction strategies in pilot area contribute to improved adaptive capacity and resilience to drought.	Farm output in yields per/hectare increase by at least 25%.	

Modèle CREXE		Cadres existants		
Composantes du modèle	Variabes	Auteurs	Variabes	Indicateurs
				Soil erosion rates in the project site reduced by at least 10%
			Markets developed for diversified products from community agricultural production and support mechanisms for tapping those in the pilot area.	Livelihood strategies at household level in the project site increased to more than two.
				Income generated from farm product sales (in the project site) increased by at least 10%.
		UNDP and GEF (2007) cité dans Villanueva (2011)	Investment decision made on basis of risk assessment based on climate change scenario planning	Value of planned new development in high-risk areas compared with projected baseline value.
				Number of private planning application of development in high-risk areas.
			Resilience of coastal geomorphological and ecological system enhanced	Length of coastline covered by project interventions, coupled with population of adjacent coastal areas.
				Area and length of coast where project leads to changes associated with enhanced resilience (e.g. rehabilitation of dune systems , (re-establishment of mangroves, corals, resumption of sediment transport to eroding beaches etc.
				Percentage of population with access to key resources for adaptation compared with project baseline, measures (EWS storms shelters, postdisaster financial assistance).
			Capacity to plan for and respond to changes in climate-related coastal risks improved through awareness building and enhance access to information on potential climate changes impacts, coupled with guidance on and improved access to available adaptation measures.	Percentage of population benefiting from access to shelters and other improvements in physical infrastructure such as installations of storm shutters etc.
				Perceived changes in individual vulnerability by members of coastal communities (QBS).
		Natural England (2010)	Resilience	Extent of semi natural habitat
				Land cover dominance and plant diversity
				Bird population indices
				Landscape distinctiveness
Coastal habitat creation				
Good ecological status of WFD water bodies				
	Abstractions			

Modèle CREXE		Cadres existants		
Composantes du modèle	Variables	Auteurs	Variables	Indicateurs
				Air quality
				Nitrogen deposition
				Ecosystem fragmentation
				Area of land under conservation agreements
				Progress in assessing /planning for climate change
				Soil organic matter and soil organic carbon content
				Area of functioning floodplain
				Area of green infrastructure within urban areas

TABLEAU 16 : INDICATEURS IDENTIFIÉS DANS LA LITTÉRATURE ASSOCIÉS À LA COMPOSANTE « EFFETS EN TERMES DE BIEN-ÊTRE COLLECTIF » DU MODÈLE CREXE

Modèle CREXE		Cadres existants		
Composantes du modèle	Variabes	Auteurs	Variabes	Indicateurs
Effets en termes de bien-être collectif	Bien-être collectif	Pilot Program for Climate Resilience (PPCR) (2010) cité dans Brooks et autres (2011)	Transformative impacts: Improved quality of life of people living in areas most affected by climate change	HDI score (country), MDG indicators, % of people classified as poor and food insecure in most affected regions, mortality and economic losses from climate extremes
		Lamhauge, Lanzi et Agrawala (2011)	Risk reduction	Impact of flood (no. of people affected, inundation depth, duration, value of flood damage)
		Sanahuja (2011)	Indicators of Action of Increasing Social Resilience	<b>Human security:</b> - Displaced populations - Climate change refugees - Changes in migrants and migrant working - Increased Rural – Urban Migration - Increased social unrest over resources
		Asian Development Bank (2006) cité dans Spearman et McGray (2011)	Sustainable and inclusive socioeconomic growth in flood-prone areas of Hunan Province.	Number of newly established industrial and commercial enterprises in the project areas increases compared with base year 2006.
				Land values for commercial and industrial purposes in project areas increases by at least 20% over 2005 levels by 2012.
Flood protection for strategic and priority flood-prone areas in the upper reaches of the four main river basins in Hunan Province is improved.	Urban poverty incidence in the project areas is reduced compared with 2003 incidence of 6.7%			
			Direct economic losses from floods and waterlogging are reduced compared with current average losses.	