

PROGRAMMATION

2014-2019

Écosystèmes et Biodiversité

Vulnérabilités, impacts et adaptation

«Développer les connaissances et les outils nécessaires pour appuyer la mise en œuvre de l'adaptation basée sur les écosystèmes et la biodiversité au Québec »

Rédigé par Robert Siron, Coordonnateur du programme Écosystèmes et Biodiversité
avec la collaboration du Comité de Programme

Octobre 2014

Programme approuvé par le Conseil scientifique d'Ouranos, tel que mandaté par le Conseil d'administration et autorisé à être déployé en décembre 2014.



PRÉAMBULE

Ce document de programme a été préparé dans le contexte du renouvellement de la programmation d'Ouranos pour la période 2014-2020.

Le dernier cycle de programmation (2009-2014) a vu une centaine de projets se réaliser, permettant des progrès notables, particulièrement concernant l'analyse du système climatique et la production de scénarios de CC adaptés aux outils et besoins existants, ainsi qu'à l'étude des impacts et des vulnérabilités face aux changements climatiques. Bien que les efforts dans ces domaines doivent se poursuivre, il convient d'accorder une attention accrue à l'étude des solutions concrètes d'adaptation à court, moyen et long termes comme le réclament les usagers. Le transfert des connaissances devient également une priorité dans le déploiement des programmes.

Ouranos procède maintenant à l'élaboration de son plan stratégique 2014-2020 et de son plan d'affaires couvrant la même période pour orienter le renouvellement des programmes thématiques. Les lignes directrices énoncées dans ces documents suggèrent un développement des programmes davantage axé vers l'adaptation aux CC (quelles connaissances et méthodes peuvent appuyer la mise en œuvre de l'adaptation aux changements climatiques) et qui aborde les enjeux de manière beaucoup plus intégrée. Enfin, les règles de gouvernance de l'organisation prévoient les mécanismes et les processus qui permettent d'opérationnaliser la programmation dans une perspective de transversalité entre les thématiques et au niveau organisationnel.

S'inscrivant dans ce contexte, le présent document décrit les activités de recherche et développement planifiées au cours des prochaines années pour le programme ÉcoBioCC.

Bonne lecture!

TABLE DES MATIÈRES

Sigles et Acronymes	1
Introduction	2
i. Historique du programme (2008 – 2013)	
ii. Identification des grands enjeux de changements climatiques	
Objectifs du programme	5
i. Vision	
ii. But et Objectif général	
iii. Objectifs spécifiques	
Structure du programme	7
i. Axes de recherche	
ii. Priorités du programme	
iii. Identification des enjeux transversaux et arrimages avec d'autres programmes	
Approches et stratégies de réalisation	10
Partenaires, collaborateurs et usagers du programme	13
i. Comité de programme	
ii. Collaborations techniques et scientifiques	
iii. Acteurs déjà impliqués / à impliquer	
Conclusion	17
Références	18

SIGLES ET ACRONYMES

Acronyme	Nom officiel
AAC	Agriculture et Agro-alimentaire Canada
ASPC	Agence de la santé publique du Canada
BCC	Bureau des changements climatiques (MDDELCC)
CDPNQ	Centre de données sur le patrimoine naturel du Québec
CEHQ	Centre d'expertise hydrique du Québec (MDDEFP)
CEN	Centre d'études nordiques
CIC	Canards Illimités Canada
COGESAF	Conseil de gouvernance de l'eau des bassins versants de la rivière St-François
CNC	Conservation de la nature Canada
CRÉ	Conférence régionale des élus
CRSH	Conseil de recherches en sciences humaines du Canada (SSHRC)
CRSNG	Conseil de recherches en sciences naturelles et en génie du Canada (NSERC)
CSBQ	Centre de la science de la biodiversité du Québec
DSP	Directions régionales de santé publique
EC	Environnement Canada
FRQ-NT	Fonds de recherche du Québec – Nature et technologies
FRQ-SC	Fonds de recherche du Québec – Société et culture
GRIL	Groupe de recherche en limnologie et environnement aquatique
IHQ-EDS	Institut Hydro-Québec, Environnement, Développement et Société
INRS-ETE	Institut national de la recherche scientifique, Centre Eau/Terre/Environnement
INSPQ	Institut national de santé publique du Québec
IRBV	Institut de recherche en biologie végétale (Univ. de Montréal)
IRDA	Institut de recherche et de développement en agroenvironnement
MAPAQ	Ministère de l'agriculture, des pêcheries et de l'alimentation du Québec.
MDDELCC	Ministère du développement durable, de l'environnement et de la lutte aux changements climatiques
MRN	Ministère des ressources naturelles
MSSS	Ministère de la santé et des services sociaux
MTQ	Ministère des transports du Québec
OBV	Organisme de bassin versant
ONG/E	Organisation non-gouvernementale œuvrant pour la protection de l'environnement
RNCREQ	Regroupement national des conseils régionaux de l'environnement du Québec
ROBVQ	Regroupement des organismes de bassin versant du Québec
RQO	Regroupement QuébecOiseaux
SCF	Service canadien de la faune (Environnement Canada)
SÉPAQ	Société des établissements de plein air du Québec
SHNVSL	Société d'histoire naturelle de la Vallée du Saint-Laurent
UdeS	Université de Sherbrooke
UdeM	Université de Montréal
UQAM	Université du Québec à Montréal
UQAR	Université du Québec à Rimouski

INTRODUCTION

i. Historique du programme

Le programme Éco-Bio a été structuré formellement à partir de l'été 2009 et approuvé par le CA d'Ouranos lors de la présentation du premier document de programme, en juin 2010. Bien qu'étant un des derniers programmes thématiques d'Ouranos à être mis sur pied, ce programme a réalisé dans cette période un rattrapage historique en bénéficiant d'une conjoncture très particulière : un fort engouement des deux ministères concernés (à l'époque le MDDEP et le MRNF) pour combler les lacunes sur les impacts des CC sur la biodiversité ; un financement complémentaire provenant du PACC26¹ ; et un bassin de chercheurs universitaires en sciences de la biodiversité commençant à s'intéresser aux enjeux des CC et de l'adaptation. Rajoutons à ces principaux facteurs, le fait que 2010 a été proclamée l'Année internationale de la biodiversité par les Nations Unies, créant ainsi un momentum pour susciter l'intérêt de nos partenaires, des usagers et aussi, dans une certaine mesure, du grand public et des médias.

Par ailleurs, à cette époque, la communauté scientifique commençait à se structurer avec, notamment, la création du Centre de la science de la biodiversité du Québec (CSBQ), un réseau de chercheurs qui regroupe l'ensemble des expertises dans ce domaine au Québec. Il en est résulté un fort intérêt pour des projets en impacts et en adaptation sur la biodiversité et les écosystèmes. C'est ainsi que 14 nouveaux projets ont été démarrés en l'espace d'un an et demi (2010-11), tous financés par le PACC26, se rajoutant aux deux premiers projets débutés en 2008 et 2009 (Annexe A). Il faut noter que le projet « pionnier » sur l'effet des changements climatiques sur la biodiversité du Québec (Projet CC-Bio) a permis un brassage d'idées, des développements méthodologiques et la formation d'une expertise pointue qui ont été des éléments essentiels dans la concrétisation de plusieurs projets de recherche réalisés par la suite. Depuis 2008, le programme a permis de développer une programmation complète à travers 16 projets de recherche abordant une grande variété de sujets et d'enjeux (l'annexe B fournit un bilan du programme 2008 – 2013 et de ses retombées).

ii. Identification des grands enjeux de changements climatiques

La diversité biologique (ou biodiversité) a été définie par la Convention sur la diversité biologique (CDB, 1992 ; art. 2) comme « la variabilité des organismes vivants de toute origine y compris, entre autres, les écosystèmes terrestres, marins et autres écosystèmes aquatiques et les complexes écologiques dont ils font partie ; cela comprend la diversité au sein des espèces et entre espèces ainsi que celle des écosystèmes ». Tout en ayant le mérite d'être simple, cette définition est de portée très large. C'est celle que nous retenons dans toutes les démarches et activités réalisées dans ce programme, en particulier pour en fixer les objectifs, identifier les priorités et élaborer des projets.

Les principaux enjeux de changements climatiques à l'échelle globale et pour le Québec sont résumés ci-dessous :

- Les changements climatiques sont reconnus comme une des principales causes de **l'érosion de la biodiversité** à l'échelle globale (CBD-PNUE, 2010).
- **Les biens et services écologiques** que nous procurent la biodiversité et les écosystèmes sont essentiels à notre survie et à notre bien-être (MEA, 2005). Les impacts des CC sur la structure et le fonctionnement des écosystèmes ont donc des conséquences directes sur les services écologiques et par suite sur l'ensemble de la société humaine (Cardinale et al., 2012). Ces conséquences sont autant **environnementales, qu'économiques et sociales**. Par exemple les services écologiques dont nous tirons des bénéfices – incluant les services moins tangibles et non marchands comme p. ex. la purification de l'air par les végétaux – représentent une valeur économique énorme (Costanza et al., 2014). Leur déclin, par suite de la dégradation des écosystèmes, représenterait un lourd fardeau pour la société.
- Le gouvernement du Québec, tout comme le Canada, a adhéré à la Convention sur la diversité biologique des Nations-Unies (CDB, 1992). Il a donc le mandat de **protéger la biodiversité** sous toutes ses formes sur son territoire. Il est donc important que nous poursuivions les études sur les **espèces menacées** et les plus **vulnérables** aux CC afin d'adapter les plans de conservation et préserver les habitats essentiels à leur survie (Gouvernement du Québec, 2013).

¹ Le Québec et les changements climatiques : Un défi pour l'avenir. Plan d'action 2006-2012. Gouvernement du Québec, Juin 2008, 48 p.

- Les résultats d'études au Canada et au Québec publiés récemment apportent les premières preuves scientifiques que les CC ont déjà des impacts sur la biodiversité ; p. ex. : **impacts sur la phénologie** de nombreuses espèces d'arbres (Chambers et al., 2013), de papillons (Kharouba et al., 2014) et d'oiseaux (Ancil et al., 2014; Berteaux et al., 2014); sur le comportement d'**espèces exploitées** comme les salmonidés (Breau et al., 2011) et le caribou migrateur (Le Corre et al., 2013), ainsi que sur l'**expansion d'espèces envahissantes** (deBlois et al., 2013; Groeneveld et al., 2014) **et nuisibles**, p. ex. vectrices de maladie (Roy-Dufresne et al., 2013).
- Ces études observent sur le terrain ce que prédit la modélisation des niches bioclimatiques en fonction des CC (Berteaux, et al., 2014) et ne sont que la pointe de l'iceberg, illustrant ce que Berteaux et al., (2010) appellent le «paradoxe de la biodiversité nordique». Les **déplacements potentiels des niches bioclimatiques** vers le nord et la position du Québec comme «refuge thermique» pour le continent Nord-Américain vont exercer des pressions de plus en plus grandes sur la biodiversité et les écosystèmes du Québec, incluant les régions nordiques, déjà très vulnérables aux CC.
- Ces premiers résultats reflètent le début d'un bouleversement profond dans **la structure et le fonctionnement des écosystèmes** du Québec qu'il est encore trop tôt pour évaluer avec justesse, mais qu'il convient d'étudier et de suivre attentivement pour être en mesure de prendre les **bonnes décisions d'adaptation**. Par conséquent, nous devons poursuivre les recherches pour mieux évaluer l'ampleur de toutes les conséquences environnementales mais aussi économiques (TRNEE, 2011) des changements climatiques et de l'adaptation (ou de la non-adaptation) sur le capital naturel du Québec.
- **L'exploitation des ressources vivantes** représente un secteur économique important au Québec et doit se faire de façon durable pour ne pas hypothéquer ce capital naturel (Gouvernement du Québec, 2013). Une meilleure connaissance des impacts et des vulnérabilités aux CC est essentielle pour s'assurer que la gestion des espèces commerciales, récréatives et de subsistance soit adaptée au nouveau contexte climatique anticipé.
- Les CC et leurs impacts forcent dorénavant les experts et les décideurs à revoir les cadres de référence utilisés dans la conservation de la biodiversité (Hannah, 2009 ; Hodgson et al, 2009) car ils remettent en question des paradigmes bien établis, p. ex. sur l'intégrité écologique et l'état de référence d'un écosystème. Or, ces notions sont au cœur des **stratégies de conservation** et la réflexion à leur sujet, entamée récemment au Québec (Bélanger et Brassard, 2013; Berteaux et al., 2014), doit être poursuivie.
- Au Québec **l'évaluation économique des services écologiques** en est à ses débuts, mais des travaux récents nous permettent déjà d'en mesurer l'ampleur, que ce soit à l'échelle régionale, locale ou au niveau sectoriel (Dupras et al., 2013). Or, certains services écologiques sont très importants dans le contexte des CC, soit parce qu'ils sont fournis par des espèces ou des écosystèmes vulnérables aux CC (p. ex. écosystèmes nordiques, lacs et cours d'eau, milieux humides, forêts) ou qu'ils contribuent à réduire nos vulnérabilités face aux CC; il s'agit en particulier des services d'auto-entretien (p. ex. habitats pour la biodiversité) et de régulation (p. ex. régulation du climat, des débits hydriques). Des équipes de recherches au Québec commencent à s'intéresser aux services écologiques dans un contexte de CC (Siron, 2014). Ces études doivent être poursuivies et approfondies, notamment au niveau des analyses économiques, pour que les stratégies et décisions d'adaptation intègrent les services écologiques dans tous les secteurs d'activité.
- **Les stratégies d'adaptation** aux CC pour la gestion de la biodiversité sont bien connues (Heller et Zavaleta, 2009; Mawdsley et al., 2009). Il s'agit de mettre en place les mesures de conservation déjà recommandées par les experts en tenant compte des CC anticipés. Ainsi, les efforts ne doivent pas tant porter sur la recherche de nouvelles stratégies d'adaptation, mais sur l'évaluation de leur pertinence et de leur faisabilité dans le contexte environnemental, climatique et socio-économique du Québec (Berteaux et al., 2010). Dans ce contexte, il est important de bien véhiculer le message, autant vers nos partenaires que vers les usagers et les décideurs, que la **conservation de la biodiversité** est en soi une mesure d'adaptation très efficace, et qui doit donc être au cœur de la stratégie globale d'adaptation de la société.
- Toutes ces stratégies doivent s'inscrire dans une approche plus large et concertée, **l'adaptation basée sur les écosystèmes**. Celle-ci consiste à conserver les écosystèmes en santé pour renforcer leur résilience et celle des

populations humaines qui en dépendent (IUCN, 2009 ; The World Bank, 2009). La biodiversité est affectée par les changements climatiques, mais dans le contexte de l'adaptation, elle fait aussi partie de la solution ! À cet égard, **l'aménagement du territoire** est considéré comme un cadre d'intervention clé dans l'adaptation aux CC (Gouv. du Québec, 2012).

- Finalement, des défis particuliers se posent dans certaines régions du Québec : Ainsi **le Sud de la province** est un territoire qui a été très **fragmenté et dégradé** par les activités humaines (urbanisation, agriculture, foresterie). Or, c'est dans cette région que l'on retrouve la plus grande diversité biologique au Québec. La richesse biologique, la connectivité des paysages et les services écologiques qui en découlent devront être maintenus malgré les multiples sources de perturbations humaines, auxquelles se superposent maintenant les CC.
- **Les grandes villes** réalisent depuis quelques années tout le potentiel de leurs «espaces verts» et de leurs effets bénéfiques reconnus sur la santé humaine (Vida, 2011). Dans un contexte de CC, les écosystèmes urbains sont amenés à jouer un rôle crucial dans l'atténuation des effets négatifs des aléas climatiques extrêmes (canicules, pluies intenses) et dans l'adaptation des grandes villes du Québec. Des études sont nécessaires pour mieux comprendre et évaluer le rôle clé de **la biodiversité urbaine** dans l'adaptation aux CC.
- Finalement, pour le **Québec nordique**, il y a encore un **manque de données**, tant écologiques que climatiques. Les stations météorologiques y sont éparpillées et ne permettent pas une bonne validation des modèles climatiques. Des efforts ont été faits dans les dernières années par le MDDEFP et Ouranos pour obtenir une meilleure précision des variables et des scénarios climatiques pour le nord (Rapaic et al., 2012). Ces travaux exploratoires doivent se poursuivre car les **écosystèmes nordiques**, et les populations qui en dépendent étroitement, sont déjà très vulnérables aux CC (Allard et Lemay, 2013). Ce vaste territoire fait face maintenant au développement industriel et aux **impacts cumulatifs** des CC. La protection de grands espaces naturels apparaît comme la principale mesure pour en conserver l'intégrité écologique (Gouvernement du Québec, 2011; Bélanger et al., 2013).

OBJECTIFS DU PROGRAMME

i. Vision

La vision du programme pour 2020 est d'être une initiative majeure qui aura contribué à préserver la biodiversité du Québec dans un contexte de changements climatiques, à maintenir la résilience des écosystèmes et à mettre les services écologiques au centre des stratégies d'adaptation dans tous les secteurs d'activités de la société québécoise.

Cela requiert que le programme aborde les multiples facettes de la problématique. Pour cela, il devra faire appel à toutes les expertises nécessaires, tant en sciences naturelles, que sociales et humaines, afin de stimuler les regards croisés, essentiels pour progresser dans la conservation du patrimoine naturel et l'adaptation aux changements climatiques.

Cette vision est alignée avec la «Vision du Québec en matière de conservation des écosystèmes en changements climatiques»².

ii. But et Objectif général

Dans le but de maintenir la capacité d'adaptation du monde vivant aux changements climatiques actuels et anticipés au Québec, l'objectif général du programme est de :

Développer les connaissances et les outils nécessaires pour appuyer la mise en œuvre de l'adaptation aux changements climatiques basée sur les écosystèmes et la biodiversité³.

En mentionnant la capacité d'adaptation du monde vivant –incluant donc les humains– comme une finalité, cet énoncé met l'adaptation de l'environnement naturel et de la société au centre du programme. Celui-ci se propose d'aborder les enjeux de l'adaptation aux CC sous leurs diverses dimensions : non seulement contribuer à l'adaptation des écosystèmes et de la biodiversité, mais également considérer la biodiversité – et les services écologiques qu'elle nous procure – comme une solution d'adaptation en elle-même (Siron, 2014). Cet objectif général est donc clairement orienté vers l'adaptation basée sur les écosystèmes (ou «adaptation écosystémique»), une approche qui participe au développement durable de la société en tentant de concilier les aspects environnementaux, économiques et sociaux (IUCN, 2009, The World Bank, 2009; The Nature Conservancy, 2009).

iii. Objectifs spécifiques

1. Développer des approches méthodologiques innovatrices et des outils d'aide à la décision pour faciliter l'adaptation aux changements climatiques et favoriser son intégration dans la conservation de la biodiversité, la gestion de l'environnement et l'aménagement du territoire, autant en milieu rural que périurbain et urbain.
2. Améliorer les connaissances sur les impacts des changements climatiques sur la diversité biologique et évaluer les vulnérabilités des espèces et des communautés, de leurs habitats et des écosystèmes.
3. Mieux comprendre et évaluer le rôle des services écologiques dans l'adaptation de la société québécoise aux changements climatiques et notamment comment ils peuvent contribuer à maintenir notre niveau de vie et notre bien-être dans un contexte de changements climatiques.
4. Partager les nouvelles connaissances sur les impacts des changements climatiques et sur le rôle des services écologiques avec tous les acteurs de la société pour qu'ils les intègrent dans les mesures d'adaptation propres à leurs secteurs d'activités.

Ces objectifs spécifiques ne sont pas classés par ordre d'importance ou hiérarchique. Ce sont plutôt des objectifs complémentaires permettant d'atteindre ensemble l'objectif général et le but du programme. L'objectif 1 permet de réaliser la R&D nécessaire à l'atteinte de l'objectif général et en appui aux objectifs qui portent plus spécifiquement sur l'acquisition des connaissances sur la biodiversité (Objectifs 2 et 3). Quant à l'objectif 4, il fait de la diffusion des connaissances une préoccupation centrale du programme, pour que les connaissances acquises dans le programme puissent être utilisées par le plus grand nombre d'utilisateurs en appui à leurs mesures d'adaptation sectorielles.

2 Telle que formulée dans le PACC 2013-2020 / phase 1, p. 39

3 Dans l'énoncé de cet objectif, le terme connaissances inclut tous les types de connaissances (scientifiques et traditionnelles) et tous les domaines scientifiques (sciences naturelles, humaines et sociales).

STRUCTURE DU PROGRAMME

i. Axes de recherche

En 2010, un cadre de référence en I&A a été développé afin de guider le développement d'une programmation structurée sur les écosystèmes et la biodiversité (Figure 1A). Cette représentation de l'état du programme permet d'évaluer rapidement où ont été mis les efforts jusqu'à présent et où ils devraient être mis, ou poursuivis, pour compléter la programmation afin de progresser vers l'adaptation.

Axes thématiques → Axes d'intervention I&A ↓	Diversité génétique	Espèces et Communautés	Écosystèmes (habitats)	Services écologiques
Collecte des informations et évaluation des impacts des CC (impacts biophysiques)				
Analyse des risques et des vulnérabilités aux CC (écologiques, socio-économiques)				
Développement d'outils d'aide à la décision pour faciliter l'adaptation aux CC				
Analyse des options d'adaptation, application et suivi des mesures				

Projets
= 0
1-2
3-4
> 5

Figure 1A. Cadre de référence structurant la programmation de recherche I&A pour la période 2007–2013. Le code de couleur indique les efforts de recherche mis dans la programmation, évalués en nombre de projets réalisés pour chacun des thèmes et activités. Il s'agit donc de l'état du programme en 2013. À noter que le nombre de projet n'est qu'un indicateur approximatif des efforts de recherche. Ces efforts auraient pu aussi être exprimés par les montants investis dans les projets.

Durant la phase de renouvellement de la programmation (de juin 2013 à juin 2014), il y a eu 4 réunions du Comité de programme afin de revoir, discuter et valider les objectifs et les priorités du programme pour la phase 2014-2019. Sur la base de ces nouvelles priorités, un cadre de référence révisé est proposé sur le même modèle que celui développé en 2010. Ce cadre s'articule autour de 3 axes thématiques auxquels s'ajoute un axe transversal (pour du développement méthodologique) qui permettra de faire de la R&D en soutien à l'avancement des connaissances dans les axes thématiques (figure 1B). Pour chacun des axes thématiques nous avons identifié 3 axes de recherche en vulnérabilités, impacts et adaptation (VI&A), permettant de progresser logiquement des impacts biophysiques vers l'identification des vulnérabilités, jusqu'aux activités en appui à l'adaptation. Ces dernières ont été déclinées en 5 grands types d'activités que nous voulons favoriser pour appuyer la mise en œuvre de l'adaptation dans ce programme (figure 1B).

Axes thématiques →		Espèces et communautés	Écosystèmes et habitats	Services écologiques	
		Axe méthodologique (transversal) ↓			
Développement d'approches, de méthodes et d'outils (Stratégies de conservation, méthodologies spécifiques, outils de gestion et d'aide à la décision)					
Axes de recherche en VI&A ↓	Collecte et analyse des données (observations, modélisations écologiques et climatiques) et évaluation des impacts biophysiques des CC				
	Identification des risques et analyse des vulnérabilités aux CC (environnementales, sociales et économiques)				
	Appui à l'adaptation à travers des...	Synthèses des connaissances (transfert et sensibilisation)			
		Études de cas intégrées (p. ex. régionales)			
		Analyses de solutions existantes (incl. revues de littérature)			
Évaluations des options (incl. analyse coûts/bénéfices)					
	Cadres méthod. et projets-pilotes (application et suivi des mesures)				

Limités Moyens Importants

Figure 1B. Cadre de référence proposé pour guider le développement de la nouvelle programmation de recherche 2014-2019. Le code de couleur correspond aux efforts relatifs que nous souhaitons investir à terme dans les diverses activités de recherche⁴.

ii. Priorités du programme

Le tableau 1 résume pour chacun des 3 axes thématiques et pour l'axe transversal, les sujets d'études prioritaires qu'il serait souhaitable de considérer pour atteindre pleinement les objectifs du programme et répondre aux besoins de nos membres et partenaires. Cette liste de sujets prioritaires est le résultat d'un exercice d'identification des lacunes, des besoins et des priorités qui a été mené par les membres du comité de programme dans leurs organisations respectives pour consolider les priorités du programme.

⁴ Ce cadre-synthèse a été développé et systématiquement utilisé par tous les programmes thématiques d'Ouranos afin d'illustrer les thèmes prioritaires et les efforts requis selon les axes de recherche inhérents au processus menant vers l'adaptation aux changements climatiques.

Tableau 1. Liens entre les axes thématiques, les objectifs du programme, et les sujets d'études prioritaires dans chaque thème⁵.

<i>Espèces et communautés (Objectifs 2 et 4)</i>	<i>Écosystèmes et habitats (Objectifs 2 et 4)</i>	<i>Services écologiques (Objectifs 3 et 4)</i>
<ul style="list-style-type: none"> • Diversité génétique (A, F) • Espèces avec statut légal : vulnérables ou menacées (F) • Espèces vulnérables aux CC • Espèces nuisibles (A, H, S) • Espèces exotiques envahissantes (A, F, H) • Espèces exploitées et de subsistance (N, H) • Autres espèces d'intérêt 	<ul style="list-style-type: none"> • Écosystèmes et habitats rares, vulnérables et/ou importants (N, M) • Écosystème du Saint-Laurent (H, M) • Habitats perturbés (A, F, B) • Habitats essentiels (A, H, T) • Résilience des écosystèmes (F, H, N, M) • Connectivité des paysages (A,F,T) • Écosystèmes urbains (B) • Espèces et processus écologiques importants 	<ul style="list-style-type: none"> • Services écologiques de soutien aux fonctions de l'écosystème • Services écologiques d'approvisionnement, de régulation et culturels (A, H, F, B, S) • Services écologiques procurés par la biodiversité urbaine (B, A, F, S) • Dimensions économique et sociale des services écologiques dans un contexte d'adaptation
<p><i>Approches, méthodes et outils (Objectif 1; en lien avec les objectifs 2, 3 ou 4)</i></p>		
<ul style="list-style-type: none"> • Réponse et adaptation des espèces aux CC • Stratégies de conservation et planification du territoire • Méthodologies spécifiques à la science de la biodiversité • Outils de gestion et d'aide à la décision • Intégration des dimensions sociales et humaines 		

iii. Identification des enjeux transversaux et arrimages (potentiels) avec d'autres programmes

Les sujets prioritaires qui nous apparaissent d'intérêt potentiel pour d'autres programmes d'Ouranos sont identifiés dans le tableau 1. La plupart des programmes ont un intérêt pour les enjeux de biodiversité et les services écologiques en lien avec leurs propres secteurs d'activités (p. ex. agro-écosystèmes, écosystèmes forestiers, milieux aquatiques, biodiversité urbaine, écosystèmes nordiques). Des discussions sont en cours avec plusieurs programmes pour identifier les enjeux d'intérêt commun et préciser les sujets d'étude potentiels qui pourraient aboutir à des projets transversaux; c'est le cas notamment avec les programmes Agriculture, pêches et aquaculture commerciales, Ressources forestières, Environnement bâti, Ressources hydriques, Environnement maritime, Environnement nordique et Santé. Certains sujets sont susceptibles aussi d'intéresser le programme Tourisme, notamment les aires protégées et la conservation des paysages.

Ces programmes demanderont des informations, de l'expertise et/ou de la R&D sur les écosystèmes et la biodiversité pour compléter leurs propres démarches d'adaptation. Par conséquent, ils sont considérés comme des usagers du programme Éco-Bio (voir section 5.iii), notamment en regard du partage des connaissances (objectif spécifique #4).

⁵ Les nouveaux sujets d'étude prioritaires – ceux qui n'étaient pas mentionnés comme des priorités dans la phase précédente – sont indiqués en gras. Les lettres entre parenthèses indiquent des sujets d'intérêt commun et potentiellement des projets transversaux avec les programmes: Agriculture, pêches et aquaculture commerciales (A); Santé (S); Ressources hydriques (H) ; Ressources forestières (F), Environnement bâti (B), Environnement nordique (N), Environnement maritime (M) et Tourisme (T).

APPROCHES ET STRATÉGIES DE RÉALISATION

Le développement du programme devra être guidé par les orientations stratégiques suivantes.

Construire sur les acquis de la programmation précédente

L'année de transition 2013-2014 a été mise à profit pour dresser un bilan de l'ensemble des connaissances acquises par le programme. Ce bilan servira pour orienter le comité de programme dans les choix des futurs projets et activités et pour identifier les pistes de recherche les plus prometteuses. Plusieurs initiatives ont été réalisées dans le but de dresser un bilan de la programmation qui s'est achevée en 2013 : Un recueil des résumés de tous les projets a été fourni au Comité de programme au début de l'exercice de renouvellement de la programmation au printemps 2013. Par la suite, un atelier de travail a été organisé conjointement avec le CSBQ en décembre 2013 pour présenter à tous les partenaires et usagers un premier bilan scientifique et discuter des défis et des perspectives futures du programme. L'évènement était ouvert à tous et une centaine de participants d'horizons très variés y ont assisté (voir le compte-rendu à l'annexe E).

Acquérir des informations sur les problématiques émergentes

Compte-tenu des nouvelles priorités du programme et de la complexité de certains enjeux abordés, il a été convenu durant la première année de démarrer 3 «chantiers de réflexion» dont le but sera d'acquérir et d'échanger des informations sur des enjeux émergents pour informer le comité de programme sur l'état des connaissances avant de lancer des projets de recherche. Les deux premiers chantiers concernent des enjeux thématiques ciblés, tandis que le troisième porte sur le processus plus large d'adaptation :

- Chantier 1. Biodiversité urbaine et changements climatiques
- Chantier 2. Diversité génétique et changements climatiques
- Chantier 3. Dimensions humaines et sociales dans l'adaptation aux changements climatiques pour les écosystèmes et la biodiversité

Chaque chantier sera piloté par un sous-comité du comité de programme qui aura la charge d'organiser les activités pour rassembler l'information et stimuler les échanges et qui devra en rendre compte au comité de programme. Ces activités pourront prendre la forme d'ateliers, de groupes de discussions, de documents, etc. Ces activités pourraient déboucher sur l'élaboration d'un ou plusieurs projets si les besoins sont clairement identifiés en ce sens à la fin des chantiers.

Sélectionner et prioriser les projets les plus pertinents

Pour évaluer l'éligibilité, la pertinence et l'excellence opérationnelle d'une proposition de projet sollicitant un financement d'Ouranos, le coordonnateur et le comité de programme se référeront aux lignes directrices et aux critères de sélection élaborés par Ouranos (disponibles sur le site web). Le comité de programme a convenu de se doter de critères additionnels et complémentaires afin de pallier à certaines faiblesses constatées lors de la programmation précédente. Ces critères reflètent les nouvelles orientations de la programmation 2014-2019.

Pour être soutenus dans le programme Éco-Bio, les projets de recherche devront :

- **Aborder une problématique ou un enjeu prioritaire pour le programme**

Les projets devront aborder un (des) axes de la programmation (figure 1B) à travers l'étude d'un (ou de plusieurs) sujet(s) prioritaire(s) établis par le CP (tableau 1). La priorité sera donnée aux projets qui :

- Répondent aux besoins les plus urgents du plus grand nombre de partenaires;
- Sont d'intérêt pour plusieurs programmes d'Ouranos (p. ex. projets transversaux et interdisciplinaires);
- Couvrent tout le Québec ou une de ces grandes régions biogéographiques, ou dont les résultats sont généralisables ou transférables à d'autres régions.

- **Être orientés vers l'adaptation**

Les projets doivent avoir un objectif concret d'adaptation; p. ex. une partie du projet est consacrée à identifier les leviers d'adaptation et les barrières, à proposer des solutions, à faire des recommandations, à tester des options d'adaptation (voir la figure 1B : axes de recherche en appui à l'adaptation). La priorité sera donnée aux projets qui :

- Ont le potentiel d'aboutir rapidement à la mise en place de mesures d'adaptation ;
- Produisent de l'information ou des outils nécessaires pour faire des progrès significatifs vers l'adaptation ;
- Poursuivent sur les acquis en appliquant ou en approfondissant des méthodes, des approches ou des outils développés dans la programmation précédente.

- **Inclure une étude socio-économique**

Dans la mesure du possible, le plan de travail des projets doit incorporer une étude socioéconomique; p. ex. une partie du projet (et du budget) est consacrée à la réalisation d'une analyse coûts-avantages des mesures d'adaptation préconisées. L'équipe de recherche doit comprendre minimalement un expert issu des sciences sociales ou humaines et/ou un économiste capable de mener ce type d'étude ou de superviser une équipe qui peut réaliser ces études.

- **Impliquer tous les acteurs dans la chaîne des données climatiques**

Les producteurs et intégrateurs des données climatiques (p. ex. le groupe Services et scénarios climatiques d'Ouranos) doivent être impliqués dès les premières étapes du développement des propositions de projet pour que les besoins soient bien identifiés et réalistes. Les usagers (régionaux et/ou provinciaux au besoin) devraient aussi être impliqués dans l'élaboration de la proposition de projet –et dans le suivi du projet– pour que les objectifs soient clairs et pour s'assurer de retombées concrètes pour l'adaptation.

- **Viser le cofinancement avec un fort effet levier**

Dans le contexte de ressources limitées, il est important que les projets utilisent toutes les possibilités de financement en sollicitant les autres organismes et programmes subventionnaires (voir section 6.ii). Historiquement, le programme Éco-Bio a bénéficié d'un taux global de cofinancement d'environ 1:1, mais cela était dû à quelques projets seulement (Annexe A). Dans la présente programmation, nous visons un taux de cofinancement au moins équivalent et si possible plus avantageux, et tous les projets devront y contribuer et rechercher un cofinancement. La priorité sera donnée aux projets qui permettent d'obtenir un fort effet de levier financier en faveur d'Ouranos. Toutefois, celui-ci sera évalué à l'échelle du programme, et non du projet, reconnaissant que certains sujets intéressent moins que d'autres les grands organismes financeurs de la recherche.

- **Éviter la mal-adaptation (balise additionnelle)**

Ouranos est encouragé à considérer de plus en plus le lien étroit entre les mesures d'atténuation et d'adaptation. Ce lien est central dans les thématiques abordées par ce programme puisque certains écosystèmes agissent comme des puits de carbone (forêts, tourbières, pergélisol, océans) et que leur dégradation pourrait au contraire conduire à l'émission de grandes quantités de GES. Les projets devraient donc, autant que possible, appuyer l'adaptation tout en contribuant à la réduction des GES. Il serait important de s'assurer au moins que les mesures d'adaptation étudiées ou recommandées dans les projets ne contribuent pas à augmenter les émissions de GES, ni qu'elles sont contre-productives vis-à-vis d'autres stratégies d'adaptation. Reconnaissant la difficulté de faire cette évaluation sur la seule base d'une proposition de projet, il ne s'agit pas ici d'un critère de sélection des projets, mais plutôt d'un moyen pour sensibiliser les chercheurs sur cet enjeu important lors de l'élaboration de leur projet.

Assurer le développement d'une programmation équilibrée et complémentaire

Dans le choix des projets, le comité de programme devra :

- Respecter un certain équilibre entre des projets abordant de nouveaux enjeux et la poursuite de recherches entamées dans la programmation précédente, celles qui apparaissent les plus prometteuses en termes de retombées et de rapport coûts/bénéfices pour l'adaptation. Les critères définis plus haut permettent aussi d'atteindre cet équilibre.

- Privilégier des projets qui font appel à des disciplines, des méthodologies et des approches diversifiées, afin de réaliser une science réellement intégrée, essentielle pour embrasser la complexité des enjeux abordés dans ce programme, en appui à la prise de décision (Figure 2). À cet égard, il conviendra de favoriser de nouvelles approches, pas ou encore très peu abordées dans le programme; p. ex. s'appuyer sur des études expérimentales pour évaluer la réponse de certaines espèces à des extrêmes climatiques; utiliser la génomique pour retracer la présence de nouvelles espèces; étudier les barrières et les opportunités de l'adaptation, pour n'en citer que quelques unes.
- Poursuivre l'étude des diverses stratégies d'adaptation recommandées pour la gestion et la conservation de la biodiversité (Mawdsley et al., 2009; Heller et Zavaleta, 2009) en privilégiant celles qui sont les plus pertinentes et réalisables dans le contexte québécois (Berteaux et al., 2010).
- S'assurer qu'à la fin de la présente programmation, chacun des axes thématiques ait été abordé par au moins un projet couvrant au moins une activité d'appui à l'adaptation (axes de recherche VIA), modulé selon le niveau d'efforts envisagé.

Réaliser des projets transversaux et intégrateurs

Les écosystèmes et la biodiversité sont des enjeux transversaux et intéressent de nombreux secteurs d'activités ainsi que des partenaires très diversifiés. Pour rejoindre cette grande diversité d'usagers, nous envisageons de: 1) soutenir des projets transversaux en collaboration avec d'autres programmes (voir tableau 1); et 2) développer des projets intégrés, faisant appel à des expertises interdisciplinaires favorisant les regards croisés entre les sciences naturelles, sociales et humaines, pour répondre aux besoins des divers usagers de l'adaptation. Ces préoccupations seront au cœur du développement de la programmation 2014-2019 qui se veut résolument orientée vers le transfert des connaissances et leurs applications concrètes dans des mesures d'adaptation ou des activités en appui à l'adaptation.

Favoriser le transfert des connaissances

Cette dimension transversale est aussi au cœur de l'objectif #4 (partage des connaissances) et nous tiendrons, à des moments charnières de la programmation, des activités de diffusion et de valorisation. Ces activités pourraient prendre diverses formes: documents-synthèses, brochures d sensibilisation, articles scientifiques, feuillets thématiques, site web, ateliers de transfert des connaissances, colloques scientifiques, chantiers de réflexion, etc. Dans la mesure du possible, nous essaierons d'arrimer ces activités avec des initiatives d'Ouranos ou de ses partenaires visant le transfert des connaissances vers les acteurs et usagers concernés. Le coordonnateur et le comité de programme assureront une veille continue pour rester à l'affût de ces opportunités.

Harmoniser le programme avec les grandes orientations gouvernementales

Le programme a un rôle à jouer dans l'arrimage entre la recherche, les nouvelles connaissances acquises et la mise en œuvre des stratégies et politiques publiques gouvernementales. Les retombées de la programmation devraient se refléter à travers la prise en compte des CC dans les orientations gouvernementales en matière de conservation de la biodiversité, de gestion écosystémique et d'adaptation aux changements climatiques au Québec. Inversement, les priorités de ce programme doivent tenir compte des grandes orientations gouvernementales dans ce domaine.

PARTENAIRES / COLLABORATEURS

i. Comité de programme

Depuis 2009, deux comités participaient au développement du programme et des projets de recherche : le Comité de programme et le Comité de pilotage mis en place pour développer la thématique Écosystèmes et biodiversité du PACC26-Ouranos (comité actif jusqu'en 2013). Lors de la première réunion de renouvellement du programme (5 juin 2013), à laquelle participaient les membres des deux comités, il a été décidé de fusionner ces deux comités afin de supprimer les dédoublements et simplifier le fonctionnement du programme. La composition du nouveau Comité de programme Éco-Bio (CP) a été complétée à l'automne 2013 avec l'ajout de membres d'horizons variés venant renforcer la représentativité et l'expertise collective du comité (tableau 2).

Rappelons que le comité de programme est un comité consultatif qui a pour mandat d'appuyer le coordonnateur du programme dans ses fonctions. Ce comité est représentatif des membres et principaux partenaires d'Ouranos ainsi que des acteurs clés de la conservation et du développement durable au Québec. À travers ses membres, le CP exerce une veille stratégique pour tenir Ouranos au fait des développements scientifiques les plus récents dans ces domaines. Les membres du CP agissent aussi comme personnes ressources et servent de relais pour rejoindre les autres collaborateurs et usagers potentiels, en mettant à profit leurs propres réseaux d'affaires, notamment les réseaux de chercheurs, regroupements stratégiques, associations d'usagers, organismes non gouvernementaux, etc.

Aux membres du CP s'ajoutent quelques personnes du Bureau des changements climatiques du MDDELCC et d'Ouranos qui peuvent assister aux réunions du comité à titre d'observateurs (tableau 3). D'autres personnes pourront également être invitées à se joindre au CP ou à participer à certaines réunions, à titre d'experts et selon les besoins.

Tableau 2 : Membres du comité de programme

Membre	Organisation	Expertise
Coordination et soutien au programme		
Robert Siron	Groupe VIA, Ouranos	Océanographe, Coordonnateur du programme
Valérie Bourduas Crouhen	Groupe VIA, Ouranos	Appui technique au programme
Représentants des membres et partenaires		
À confirmer (en remplacement de Marie-Hélène Bérard)	Institut Hydro-Québec Environnement, Développement et Société (U. Laval)	
Dominique Berteaux	UQAR	Prof. titulaire, Chaire de recherche du Canada senior en biodiversité nordique
Pierre Blanchette	MFFP, Dir. de la faune terrestre et de l'avifaune	Biologiste de la faune terrestre
Philippe Bourke	RNCREQ	Directeur général
Steeve Coté	U. Laval, Dép. de biologie et Centre d'études nordiques	Prof. titulaire, Chaire de recherche industrielle CRSNG en aménagement intégré des ressources de l'île d'Anticosti, Directeur, programme Caribou-Ungava
Sabrina Courant (remplacée par Martin Joly à partir de février 2015)	MDDELCC, Dir. de l'écologie et de la conservation	Biologiste, Chargée de projets en biodiversité
Marcel Darveau	Canards Illimités Canada	Chef, conservation boréale et recherche pour le Québec, Prof. associé, U. Laval
François Durand	Siège à titre personnel	Biologiste, retraité d'Hydro-Québec
Andrew Gonzalez ou : Philippe Auzel	Centre de la science de la biodiversité du Québec (CSBQ) McGill	Prof. Dép. Biologie, Directeur du CSBQ (Coordonnateur du CSBQ)
Christiane Hudon	Environnement Canada, Centre Saint-Laurent	Chercheuse scientifique, spécialiste de l'écologie des plantes aquatiques
Travis Logan	Sciences du climat, Ouranos	Spécialiste en scénarios climatiques
Marc Mingelbier	MFFP, Dir. de la faune aquatique	Biologiste, spécialiste de la faune aquatique
Lyne Pelletier	MDDELCC, Dir. du suivi de l'état de l'environnement	Biologiste de la faune aquatique
Catherine Périé	MFFP, Dir. de la recherche forestière	Spécialiste en impacts des changements climatiques sur les forêts
Jean-Pierre Revéret	UQAM, École des sciences de la gestion	Professeur, spécialiste de l'économie de la biodiversité et développement durable
Antoine St-Louis (en remplacement de Anouk Simard)	MFFP, Dir. de la biodiversité et des maladies de la faune	Biologiste, Coordonnateur des projets en CC
Benoît Vanier	Hydro-Québec, Direction Environnement et affaires corporatives	Biologiste, coordonnateur espèces en péril et biodiversité
Personnes siégeant à titre d'observatrices		
Caroline Larrivée	Ouranos	Chef, groupe VIA
Nathalie Martel	Ouranos	Répondante gouvernementale pour la stratégie d'adaptation aux CC
Josée Michaud	MDDELCC / Bureau des changements climatiques	Conseillère

iii. Acteurs déjà impliqués / à impliquer

Bien qu'ils ne soient pas formellement représentés au sein du CP, certains organismes ont des ressources et des expertises dans divers secteurs d'activités qui pourraient être pertinentes pour le développement de la programmation dans les prochaines années. Ces organisations (tableau 3) pourraient être sollicitées au besoin.

Tableau 3. Organismes avec qui des contacts sont déjà établis et qui pourraient être consultés selon les enjeux et les sujets abordés dans la programmation (liste non exhaustive).

Organismes et institutions	Enjeux spécifiques
MAPAQ et Ressources aquatiques Québec (RAQ)	Qualité de l'eau et des habitats aquatiques en lien avec la productivité des pêches et de l'aquaculture
Conférence régionale des élus de Montréal (CRÉ-Montréal)	Enjeux municipaux, biodiversité urbaine
Ville de Montréal (services de l'environnement, des grands parcs, adaptation aux CC)	Enjeux municipaux, biodiversité urbaine
Conseil régional de l'environnement de Montréal (CRE-Montréal)	Conservation et mise en valeur de l'environnement, sensibilisation
Stratégies Saint-Laurent (SSL)	Conservation de la biodiversité fluviale et marine, espèces exotiques envahissantes; Plan d'action Saint-Laurent (liens avec les comités ZIP)
Nature-Québec	Conservation des milieux naturels, aires protégées, agriculture urbaine
Conservation de la Nature Canada	Conservation de la biodiversité (habitats essentiels, espèces menacées ou vulnérables)
Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique des Nations Unies (CBD), Montréal	Enjeux globaux autour de la biodiversité
Secrétariat de la Commission de coopération environnementale (CCE-CEC), Montréal	Enjeux environnementaux à l'échelle de l'Amérique du Nord et dans le cadre de l'ALÉNA
Réseau ÉcoBIM / Centre Interinstitutionnel de recherche en écotoxicologie du Québec (CIRÉQ)	Contaminants et écotoxicité en milieux aquatiques

CONCLUSION

Le programme Éco-Bio d'Ouranos s'inscrit dans le mouvement planétaire de prise de conscience de l'importance de la biodiversité qui a culminé en 2010 avec l'Année internationale de la biodiversité et qui se poursuit avec la Décennie des Nations-Unies pour la biodiversité 2011-2020, le Plan stratégique pour la diversité biologique 2011-2020 et les Objectifs d'Aichi qui s'y rattachent. Au Québec, la mobilisation d'expertises autour des enjeux sur la biodiversité et les changements climatiques, initiée avec le Plan d'action sur les changements climatiques 2006-2012 du Gouvernement du Québec, va se prolonger avec le Plan d'action sur les changements climatiques 2013-2020. Le programme s'harmonise également avec les Orientations gouvernementales en matière de diversité biologique déposées en 2013 et la Stratégie gouvernementale d'adaptation aux changements climatiques 2013-2020 qui dictent les plus récentes orientations gouvernementales dans le domaine.

Alors que «l'environnement naturel» était mentionné comme la dernière priorité dans le Plan stratégique 2004-2009 d'Ouranos, l'essor rapide du programme sur la biodiversité et les écosystèmes dans les cinq dernières années démontre clairement qu'il s'agit dorénavant d'un enjeu majeur pour l'adaptation aux changements climatiques, qui dépasse même le strict domaine de la conservation des espèces puisque la biodiversité contribue de manière beaucoup plus large à l'adaptation de l'ensemble de la société québécoise, et ce autant au niveau de la santé de la population que de l'aménagement du territoire et de la plupart des secteurs économiques (Ouranos, 2014).

Au niveau du programme, malgré des ressources financières plus limitées que prévues, nous allons tenter de conserver ce momentum en nous appuyant sur le dynamique réseau de chercheurs et d'experts qui a été mobilisé dans la programmation précédente, pour poursuivre l'acquisition des connaissances et consolider la pertinence du programme afin de répondre aux besoins croissants de nos partenaires et des acteurs de la conservation et de la gestion de la biodiversité, pour des connaissances sur les vulnérabilités, les impacts et l'adaptation aux changements climatiques.

Grâce à cette nouvelle programmation, nous devrions être en mesure de consolider les fondements scientifiques et les outils nécessaires pour la mise en œuvre de l'**adaptation basée sur les écosystèmes et la biodiversité** et pour placer les **services écologiques** au centre d'une stratégie d'adaptation **bénéficiant à tous les secteurs d'activités de la société québécoise**.

RÉFÉRENCES

- Allard, M. and Lemay, M. (2013). Le Nunavik et le Nunatsiavut: de la Science aux Politiques Publiques. Une étude intégrée d'impact régional des changements climatiques et de la modernisation (p. 318). Québec: ArcticNet Inc.
- Anctil, A., F. Alastair and J. Bêty (2014). Heavy rainfall increases nestling mortality of an arctic top predator: Experimental evidence and long-term trend in peregrine falcons. *Oecologia*, 174:1033-1043.
- Bélangier, L., Berteaux, D., Bouthillier, L., Brassard, F., Casajus, N., Cumming, S., David, V., Denoncourt, A., Deshaies, M-E., Desmarais, M-E., Domaine, É., Jutras, S., Lamarre, J-F., Marchal, J., McIntire, E., Ricard, M., St-Laurent, M-H. et J-P. Tremblay (2013). Adaptation aux changements climatiques de la conservation de la nature et du système d'aires protégées du Québec. Rapport scientifique final pour Ouranos, 101 p. http://www.ouranos.ca/media/publication/198_RapportBelangeretBrassard2013.pdf (consulté le 4 fév. 2014)
- Berteaux, D. et nombreux co-auteurs (2010). The CC-Bio Project : Studying the Effects of Climate Change on Quebec Biodiversity. *Diversity*, 2(11), 1181-1204.
- Berteaux, D., N. Casajus et S. de Blois (2014). Changements climatiques et biodiversité du Québec : Vers un nouveau patrimoine naturel. Presses de l'Université du Québec (PUQ), Québec, 214 pages.
- Breau, C., Cunjak, R. A. and Peake, S. J. (2011), Behaviour during elevated water temperatures: can physiology explain movement of juvenile Atlantic salmon to cool water? *Journal of Animal Ecology*, 80: 844–853
- Cardinale, B. J. et nombreux co-auteurs (2012). Biodiversity loss and its impact on humanity. *Nature*, 486: 59-67.
- CBD (1992). Convention sur la diversité biologique, Nations-Unies, New-York, 32 p.
- CDB-PNUE (2010). 3ème édition des Perspectives mondiales de la diversité biologique. Secrétariat de la Convention sur la diversité biologique, Montréal, 94 p.
- Chambers D., Périé C., Casajus N., et S. de Blois (2013) Challenges in modelling the abundance of 105 tree species in eastern North America using climate, edaphic, and topographic variables. *Forest Ecology and Management*, 291:20-29.
- Costanza, R., R. de Groot, P. Sutton, S. van der Ploeg, S. J. Anderson, I. Kubiszewski, S. Farber and R. K. Turner (2014). Changes in the global value of ecosystem services. *Global Environmental Change*, 26: 152-158.
- Dawson, T. P., S. T. Jackson, J. I. House, I. C. Prentice and G. M. Mace (2011). Beyond predictions : Biodiversity conservation in a changing climate. *Science*, 332 : 53-58
- de Blois S., L. Boisvert-Marsh, R. Schmucki, C-A. Lovat, C. Byun, P. Gomez-Garcia, R. Otfinowski, É. Groeneveld et C. Lavoie (2013). Outils pour évaluer les risques d'invasion biologique dans un contexte de changements climatiques. Rapport scientifique final pour Ouranos. 79 p. http://www.ouranos.ca/media/publication/239_RapportdeBlois2013.pdf (consulté le 4 fév. 2014).
- Dupras, J., J-P. Révéret et J. He (2013). L'évaluation économique des biens et services écosystémiques dans un contexte de changements climatiques. Un guide méthodologique pour une augmentation de la capacité à prendre des décisions d'adaptation. Rapport scientifique final pour Ouranos, 218 p. http://www.ouranos.ca/media/publication/273_RapportReveret2013.pdf (consulté le 4 fév. 2014)
- Gouvernement du Québec (2011). Le Québec voit grand. Orientations stratégiques du Québec en matière d'aires protégées. Période 2011-2015.
- Gouvernement du Québec (2012). Le Québec en action – Vert 2020. Stratégie gouvernementale d'adaptation aux changements climatiques 2013 – 2020. Juin 2012.

Groeneveld, É, F. Belzile and C. Lavoie (2014). Sexual reproduction of Japanese knotweed (*Fallopia japonica* S.L.) at its Northern distribution limit : New evidence of the effect of climate warming on an invasive species. *American Journal of Botany*, 101(3): 1–8.

Hannah, L. (2009). A global conservation system for climate change adaptation. *Conservation Biology*, 24: 70-77.

Heller, N. E. and E. S. Zavaleta (2009). Biodiversity management in the face of climate change: A review of 22 years of recommendations. *Biological Conservation*, 142: 14-31.

Hodgson, J.A., C. D. Thomas, B.A. Wintle and A. Moilanen (2009). Climate change, connectivity and conservation decision-making: back to basics. *J. Applied Ecology*, 46: 964-969.

Houdet, J. et P. Auzel (2013). La biodiversité et les services écologiques. Les enjeux de la prise en compte par les entreprises. *Vecteur Environnement*, Mars 2013, p. 46-48.

IUCN (2009). Ecosystem-based adaptation: A natural response to climate change. IUCN, Gland, Switzerland, 16 p.

Kharouba, H. M., S. R. Paquette, J. T. Kerr and M. Vellend (2014). Predicting the sensitivity of butterfly phenology to temperature over the past century. *Global Change Biology*, 20:504-514.

Le Corre, M., Hins, C., Dussault, C. et S. D. Côté (2013). Influence des changements climatiques sur l'utilisation de l'espace du caribou migrateur du Québec-Labrador. Rapport scientifique final pour Ouranos, 27 p. http://www.ouranos.ca/media/publication/161_RapportDussault2013.pdf (consulté le 4 fév. 2014)

Mawdsley, J. R., R. O'Malley and D. S. Ojima (2009). A review of climate-change adaptation strategies for wildlife management and biodiversity conservation. *Conservation Biology*, 23: 1080-1089.

MEA (2005). Millenium Ecosystem Assessment. Synthesis Report <http://www.maweb.org/en/Reports.aspx> (consulté le 22 janvier 2014)

Ouranos (2014). Vers l'adaptation : Synthèse des connaissances sur les changements climatiques au Québec – Édition 2014, Ouranos, Montréal (QC), pagination multiple, <http://www.ouranos.ca/fr/synthese2014/default.php> (consulté le 15 décembre 2014)

Rapaic, M., R. de Elía, D. Chaumont, A. Frigon, J. Samson et R. Siron (2012). Atlas de la biodiversité du Québec nordique – Analyses et scénarios climatiques. Rapport final d'Ouranos remis au MDDEFP, 229 p. http://www.ouranos.ca/media/publication/271_RapportRapaic2013red.pdf (consulté le 4 fév. 2014)

Roy-Dufresne, É, T. Logan, J. A. Simon, G. L., Chmura et V. Millien (2013). Poleward expansion of the White-footed mouse (*Peromyscus leucopus*) under climate change : Implications for the spread of Lyme disease. *Plos One*, 8(11):1-8.

Siron, R. (2014). Biodiversité, services écologiques et changements climatiques – Réduire nos vulnérabilités. *Vecteur Environnement*, novembre. 2014, vol. 47, no. 5, pp. 30-32.

The World Bank (2009). Convenient solutions to an inconvenient truth : Ecosystem-based approaches to climate change. Environment Department, The World Bank, Washington (USA), June 2009, 91 p.

TRNEE (2011). Le prix à payer : répercussions économiques du changement climatique pour le Canada, Rapport de la série Prospérité climatique de la Table ronde nationale sur l'environnement et l'économie (TRNEE), Gouvernement du Canada, Ottawa, 172 p.

Vida, S. (2011). Les espaces verts urbains et la santé. Institut national de santé publique du Québec, Gouvernement du Québec, 16 p.