



Synthèse du cycle de séminaires franco-québécois : villes ; zones vulnérables ; forêts, espaces naturels et biodiversité



Adaptation au changement climatique



ORGANISATION DU CYCLE DE SÉMINAIRES

Groupement d'intérêt scientifique Climat-Environnement-Société (GIS Climat)
Association Natures Sciences Sociétés-Dialogues (NSS-Dialogues)
Université du Québec à Montréal (UQAM)
Ministère de l'Écologie

PUBLICATION SOUS LA DIRECTION DE

Sylvie Joussaume
Laurent Lepage
Claude Millier
Chantal Pacteau
Guillaume Simonet

RÉDACTION

Guillaume Simonet

AIDE A L'ORGANISATION ET A LA RÉDACTION

Aurélie Bedin
Marie-Alix Carlander
Martine Duquette

CONCEPTION GRAPHIQUE

Clotilde Péan

COUVERTURE

Sylvaine Baeyens



SESSION 1

Villes et adaptation au changement climatique
27 et 28 avril 2010 – Paris et Montréal
(vidéoconférence)

SESSION 2

Adaptation en zones vulnérables
15 et 16 juin 2010 – Paris

SESSION 3

Forêts, espaces naturels et biodiversité
15 et 16 septembre 2010 - Paris

Les résultats présentés dans cette publication sont entièrement la responsabilité des éditeurs et n'engagent pas la responsabilité des auteurs.

Photos couverture

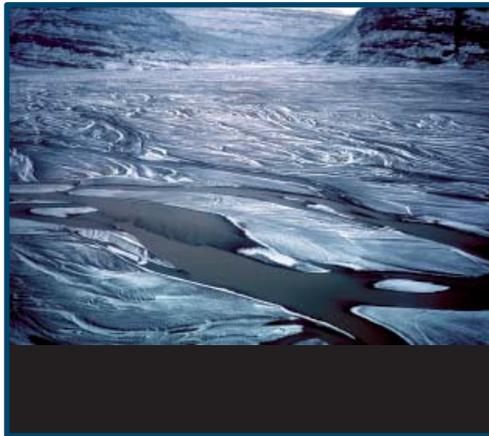
Toit vert, Chicago, © theregeneration
Jeunes plants d'acacias disposés en pépinières avant d'être plantés dans les parcelles de la Grande Muraille Verte à la saison des pluies, © CNRS Photothèque / OHM / Axel DUCOURNEAU

Photos ci contre

Toit vert, Chicago, © theregeneration
Plaine Ampère après une averse de neige, © CNRS Photothèque / Yves FRENOT
Forêt tropicale guyanaise, © CNRS Photothèque / Claude DELHAYE

Adaptation au changement climatique

Synthèse
du cycle de séminaires franco-québécois
sur l'adaptation au changement climatique



Préambule

Cette série de séminaires sur l'adaptation au changement climatique entre chercheurs français et québécois a été conçue en 2010 pour débattre d'idées, concepts et pratiques à partir de deux lieux se différenciant par leurs environnements « naturels » et socio-économiques mais liés par des liens culturels forts et ayant en partage la même langue. En proposant ainsi des conditions favorables aux échanges et à l'expression des idées, ancrées dans la diversité des situations, nous avons invité scientifiques et acteurs des politiques environnementales à croiser leurs réflexions. Il s'agissait de créer des opportunités d'élaboration d'un cadre transdisciplinaire pour l'adaptation, voire d'élaboration co-partenariale de mesures d'adaptation et de leur évaluation. La longévité et l'actualité de la matière des échanges et des problématiques débattues justifient la présente synthèse.

Cet ouvrage vient s'insérer dans un paysage bien rempli (en particulier, avec la multiplication des stratégies internationales et plans nationaux et régionaux d'adaptation au changement climatique). Le débat est largement engagé au niveau des différentes parties prenantes mais la recherche est attendue au niveau des concepts, des méthodes et du suivi d'expériences. Le chantier est délicat ; les pratiques des uns et les concepts et méthodes des autres doivent progresser de concert dans un contexte où les temps caractéristiques de chacun sont très différents. La compréhension de l'adaptation pouvant constituer un frein à l'action, il est nécessaire de bâtir un cadre transdisciplinaire. C'est cette ambition qui a motivé notre contribution, en tant que chercheurs, au triptyque « science-décision-société » qui a été le fil conducteur de cette synthèse.

La forme de contribution choisie par le GIS Climat-Environnement-Société, NSS-Dialogues, le ministère de l'Environnement et l'UQAM a été un cycle de trois séminaires, chacun construit autour d'une thématique spécifique (villes, zones vulnérables, forêts et biodiversité) en alternant interventions en séances plénières et ateliers de discussion. Ce document est une synthèse des analyses issues de ces séminaires. Il permet de partager la problématique de l'adaptation entre acteurs d'horizons variés et donne un exemple de ce que peut apporter la communauté scientifique à l'élaboration de stratégies politiques et opérationnelles pour faire face aux situations inédites liées au changement climatique qui vont aller croissant.

Tous les supports des présentations données au cours de ces séminaires sont disponibles sur le site Internet du GIS Climat-Environnement-Société à l'adresse suivante : <http://www.gisclimat.fr/seminaires-ACC>



Sommaire

Préambule	3
Comprendre l'adaptation au changement climatique : contexte, projections et notions de base	6
Le contexte climatique global et régional	6
Un contexte de changement global	6
Les résultats des modèles climatiques globaux	6
Le défi des modèles régionaux du climat	8
La modélisation des impacts climatiques sur la biodiversité	9
L'analyse des vulnérabilités : du <i>top-down</i> au <i>bottom-up</i>	10
Les incertitudes associées aux modèles climatiques	10
La complémentarité d'une approche basée sur l'analyse des vulnérabilités sociales	10
Faire face aux conséquences climatiques : les concepts mis en jeu	11
Les territoires vulnérables face aux impacts du changement climatique	12
Les villes : un socio-éco-système complexe	12
Les zones frontalières dites vulnérables	12
Les écosystèmes naturels et la biodiversité, exemple du Québec	14
Les forêts ou la problématique des puits de carbone	15
Les impacts sur les populations	16
Santé des populations	16
Les conflits d'usage	16
Les migrations	16
La vulnérabilité à l'épreuve du terrain : quels constats et quels résultats ?	17
L'apport d'une démarche intégrée pour guider les décisions	17
L'apport d'une démarche participative	19
La perception et les réponses des individus	20
S'adapter au changement climatique : exemples de situations à travers le monde	21
À la Nouvelle-Orléans : <i>we are rebuilding, you should too!</i>	21
Le delta du fleuve Niger (Mali), une situation sous pression	22
L'alfa et le chêne liège comme indicateurs climatiques de la Tunisie	22
Les Lapons (Sami), un peuple actif et innovant	23
Le mécanisme REDD+ : une adaptation réaliste ?	24
La parole aux gestionnaires : quelles réponses institutionnelles face aux enjeux ?	25
L'ONERC et la stratégie nationale d'adaptation	25
Le consortium de recherche Ouranos	26
Un atlas de la biodiversité comme outil d'aide à la décision	27
La parole aux scientifiques : quelles pistes de recherche ?	28
Intégrer les besoins des utilisateurs	28
La complexité de l'analyse des vulnérabilités	29
La prise en compte des échelles spatiales et temporelles	29
Le cas particulier des territoires urbains	30
L'instauration de partenariats science et société	30
Perspectives	32
L'analyse des politiques publiques locales	32
S'adapter à quoi ?	32
S'adapter dans quel but ?	33
Conclusion	34

Comprendre l'adaptation au changement climatique : contexte, projections et notions de base

En amont des effets constatés, de l'estimation des impacts futurs et des réponses à adopter pour réduire les vulnérabilités des systèmes, il y a lieu de partager les connaissances sur l'état actuel de la problématique climatique globale. Cette première partie vise à établir une base de travail sur laquelle la question de l'adaptation peut s'appuyer, puis prendre corps tout au long de ce document interprétatif, synthèse des éléments discutés lors des séminaires 2010. Pour ce faire, les certitudes et les incertitudes du système climatique actuel et de ses projections numériques modélisées aussi bien à l'échelle globale que régionale, sont tout d'abord exposées. Puis, la deuxième partie résume les différentes notions théoriques développées au cours de ces dernières années autour de la notion d'adaptation au changement climatique. Enfin, la dernière partie porte sur la description des impacts observés ou potentiels sur les territoires urbains, dans les zones dites vulnérables ainsi que sur la biodiversité et les populations afin d'avoir une meilleure compréhension des enjeux qui en découlent.

Le contexte climatique global et régional

Un contexte de changement global

L'humanité expérimente actuellement une période marquée par une succession de changements interconnectés qui sont rapides et de grande ampleur. Ainsi, l'explosion démographique mondiale débutée au sortir de la seconde guerre mondiale est suivie de profonds changements sociaux, culturels et économiques. Les modes de vie, portés par des modes de production et de consommation agricoles, énergétiques et de biens matériels, ont subi de grandes mutations dans les pays occidentaux au milieu du XXe siècle, puis dans le reste du monde. Au niveau institutionnel, la gouvernance régionale et les conventions sociales évoluent également rapidement, tout comme la tendance à la globalisation des flux (marchandises, personnes) et du travail sur le plan économique. Pris dans cette évolution, l'environnement en subit à son tour des conséquences, les ressources et les milieux naturels atteignant leurs limites. Le changement climatique d'origine anthropique est une manifestation emblématique de ce changement global dont la tendance pour les prochaines décennies devrait se poursuivre. Face à cette situation, les réflexions, les initiatives et les stratégies se multiplient pour s'adapter à ces changements et concilier de manière responsable et durable les dimensions sociale, économique et environnementale.

Les résultats des modèles climatiques globaux

Le IVe et dernier rapport (2007) du Groupe intergouvernemental d'experts sur l'évolution du climat (GIEC) conclut que le réchauffement climatique est sans équivoque à l'échelle globale (figure 1). Dans les faits, la température moyenne globale observée depuis 1850 jusqu'en 2006 s'est accrue de 0,7°C et les années les plus chaudes jamais enregistrées sont regroupées au cours de la dernière décennie. Cette tendance au réchauffement, davantage marquée sur les continents et dans les hautes latitudes, est confirmée par des observations de terrain telles que l'élévation du niveau des océans de 3 mm par an depuis 1993 ou l'amointrissement annuel de la couverture neigeuse dans l'hémisphère nord. Parallèlement à cette tendance, la concentration atmosphérique des gaz à effet de serre (GES) issus de la combustion des énergies fossiles et de la déforestation (pour le gaz carbonique, respectivement 80 % et 20 %) augmente depuis le début de l'industrialisation.

Les modèles climatiques globaux (MCG) permettent d'expliquer le lien entre ces tendances. Ces modèles représentent le fonctionnement des processus physiques planétaires du système Terre-atmosphère. Ils sont capables de reproduire les grandes caractéristiques du climat actuel et de ses modes de variation. L'échelle spatiale actuelle résolue dans les MCG est de l'ordre de 150-250 km, s'affinant toujours un peu plus grâce à l'amélioration des puissances de calcul numérique. Les MCG permettent également d'effectuer des projections de l'évolution du climat futur en réponse aux scénarios économiques et démographiques d'émissions de GES à venir. Les MCG développés par la communauté scientifique mondiale

« Le changement climatique d'origine anthropique est une des nombreuses conséquences environnementales de ce changement global. »

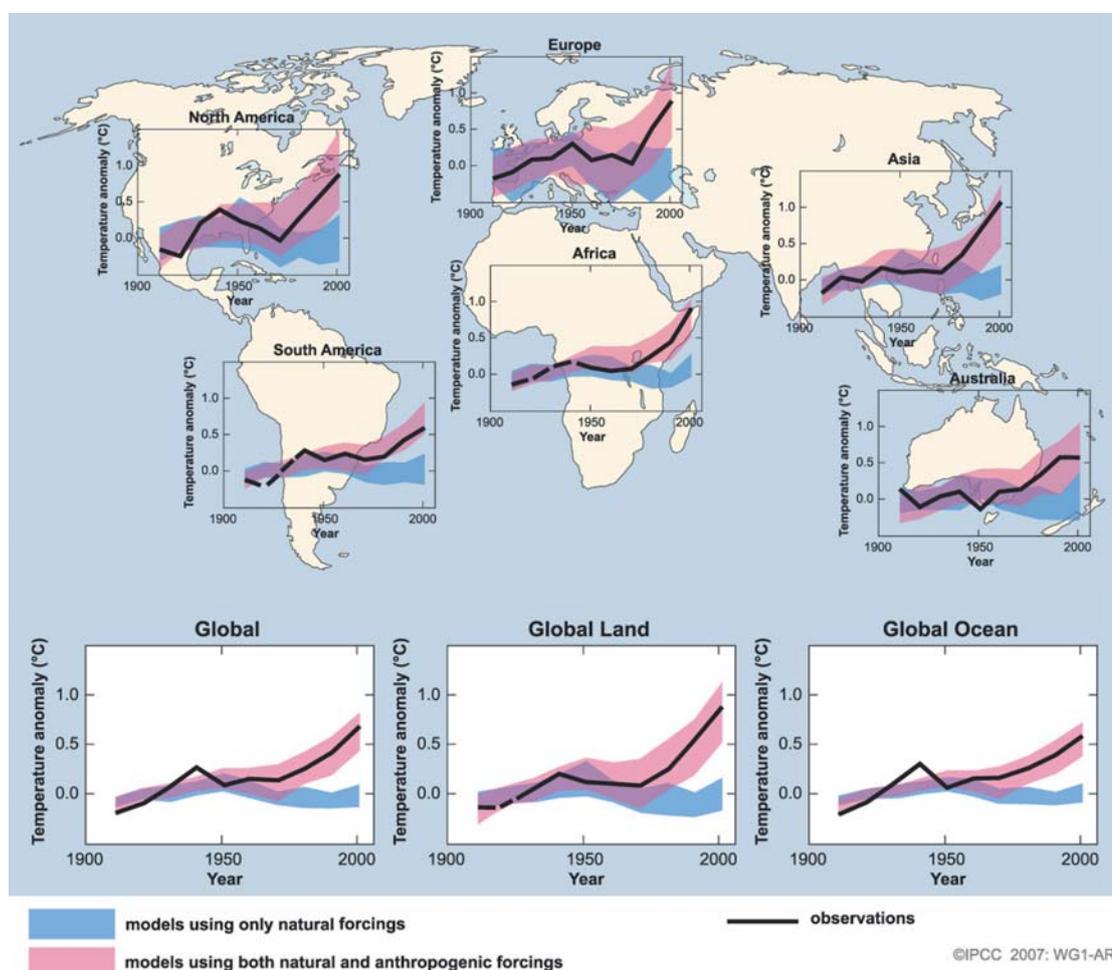
présentent néanmoins d'importantes incertitudes, notamment concernant la représentation des nuages et des rétroactions associées au cycle du carbone.

Les différents scénarios socio-économiques prévoient tous la poursuite de l'augmentation des GES avec cependant un rythme très différent suivant la politique mondiale de consommation énergétique et la croissance démographique. En conséquence, les modèles prévoient un réchauffement global supplémentaire de +2 à +4°C en 2100 par rapport au niveau de 2000 dans leurs estimations les plus probables (la fourchette complète allant de 1,1 à 6,4°C suivant le scénario socio-économique), mettant en évidence qu'il risque d'être difficile de limiter le réchauffement global à 2°C par rapport à son niveau industriel (soit encore +1,3°C) comme

préconisé dans les négociations internationales. Outre la température, la majeure partie des MCG s'accordent sur une augmentation des précipitations annuelles dans les hautes latitudes des deux hémisphères et une diminution dans la zone subtropicale africaine et méditerranéenne. Ces changements s'accompagnent d'une intensification de phénomènes extrêmes, vagues de chaleur et pluies intenses. De fait, les changements observés depuis la fin des années 1960 ont des caractéristiques proches de celles prévues au cours du XXIe siècle avec cependant une amplitude plus limitée. Malgré leurs incertitudes, les MCG demeurent un moyen d'information clé permettant d'appuyer les réflexions sur les processus d'adaptation aux impacts du changement climatique en s'appuyant à la fois sur les observations et les tendances projetées.

Figure 1 :

Les observations (en noir), et les résultats de modèles climatiques utilisant (en bleu) uniquement des forçages naturels (variabilité naturelle, activité solaire et volcans) et (en rose) ceux cumulant le forçage des activités anthropiques (gaz à effet de serre et aérosols) aux forçages naturels, entre 1850 et 2000. Présenté par Sylvie Joussaume, d'après IPCC, 2007.



« La majeure partie du réchauffement des 50 dernières années est très probablement due à l'augmentation de l'effet de serre par les activités humaines. »
d'après IPCC, 2007

Présentation(s) de référence :

Session 2 – Zones Vulnérables : Sylvie Joussaume, CNRS, GIS Climat, Environnement, Société.
Comprendre les bouleversements climatiques à l'échelle globale.

Le défi des modèles régionaux du climat

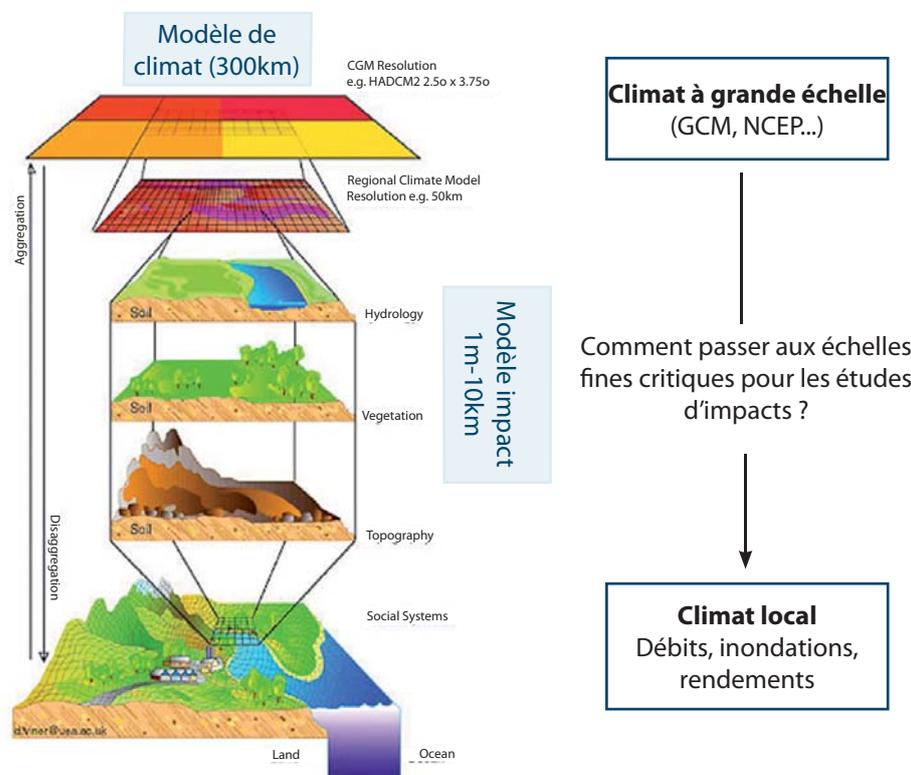
Un enjeu important des MCG est de pouvoir donner une information fiable à une échelle spatiale pertinente pour définir les facteurs de vulnérabilité des systèmes et des ressources et ainsi guider les acteurs locaux pour les solutions à mettre en place. En d'autres mots, le défi des simulations climatiques est d'arriver à une échelle régionale, voire locale. L'augmentation envisagée de la température moyenne globale au delà de +2°C cache en réalité une importante hétérogénéité régionale, laquelle se concrétise notamment lors des événements climatiques extrêmes. À titre d'exemple, les cyclones ou les épisodes de pluie intense se produisent à une échelle inférieure à ce que peuvent produire les MCG, et dans ce cas, ces modèles demeurent inefficaces à l'échelle d'une parcelle agricole, des débits d'eau ou des précipitations réelles, nécessaires pour anticiper des mesures appropriées. Ainsi, les MCG ne peuvent actuellement pas reproduire la cascade d'échelles nécessaire pour évaluer avec pertinence les impacts à venir.

La désagrégation statistique et dynamique sont deux moyens de faire le lien entre l'échelle des MCG et les échelles fines critiques pour l'évaluation d'impacts locaux (figure 2). La désagrégation statistique utilise des relations statistiques entre les variables à grande échelle et les variables locales observées. La méthode

présente l'avantage d'être rapide, facile à mettre en place et ajustée aux situations complexes tout en corrigeant certains biais des MCG. Néanmoins, elle fait appel à un important besoin de données locales, demeure sensible au choix des variables et se base sur des hypothèses fortes comme la constance des caractéristiques régionales (ou stationnarité) dans le temps. Pour palier ces inconvénients, cette méthode fait appel à trois types de méthodes statistiques : des « générateurs de climat », qui sont des modèles stochastiques générant des séries avec les mêmes propriétés que les séries observées, des méthodes de « type régression », linéaires ou non linéaires (analyses canoniques, régression multiple, réseau de neurones) ainsi que des méthodes par « types de temps » (méthode des analogues, classification automatique). La désagrégation dynamique, quant à elle, est basée sur l'utilisation d'un modèle de climat régional simulant les variables atmosphériques d'une région déterminée à haute résolution (10-50 km), forcé aux bords du domaine par les résultats à grande échelle des MCG tout en intégrant les caractéristiques locales (relief, végétation). Cette méthode a l'avantage de reproduire toute la complexité locale et s'avère particulièrement pertinente pour la problématique climatique par la possibilité d'y extrapoler certains phénomènes (vagues de chaleur, cyclones). Cependant, elle s'avère difficile et longue à utiliser compte tenu de la quantité de calcul en jeu, tout en reproduisant les biais des MCG, et donc, les mêmes types d'incertitudes. Dès lors, les choix de paramétrisations et des modèles s'avère déterminant et les résultats nécessitent une interprétation mesurée.

« La désagrégation statistique et dynamique sont deux moyens de faire le lien entre l'échelle des MCG et les échelles fines critiques pour l'évaluation d'impacts locaux. »

Figure 2 :
Le défi du passage de l'échelle globale à l'échelle locale par l'approche dynamique s'appuyant sur un modèle de climat régional.
Présenté par Benjamin Sultan, 2010.



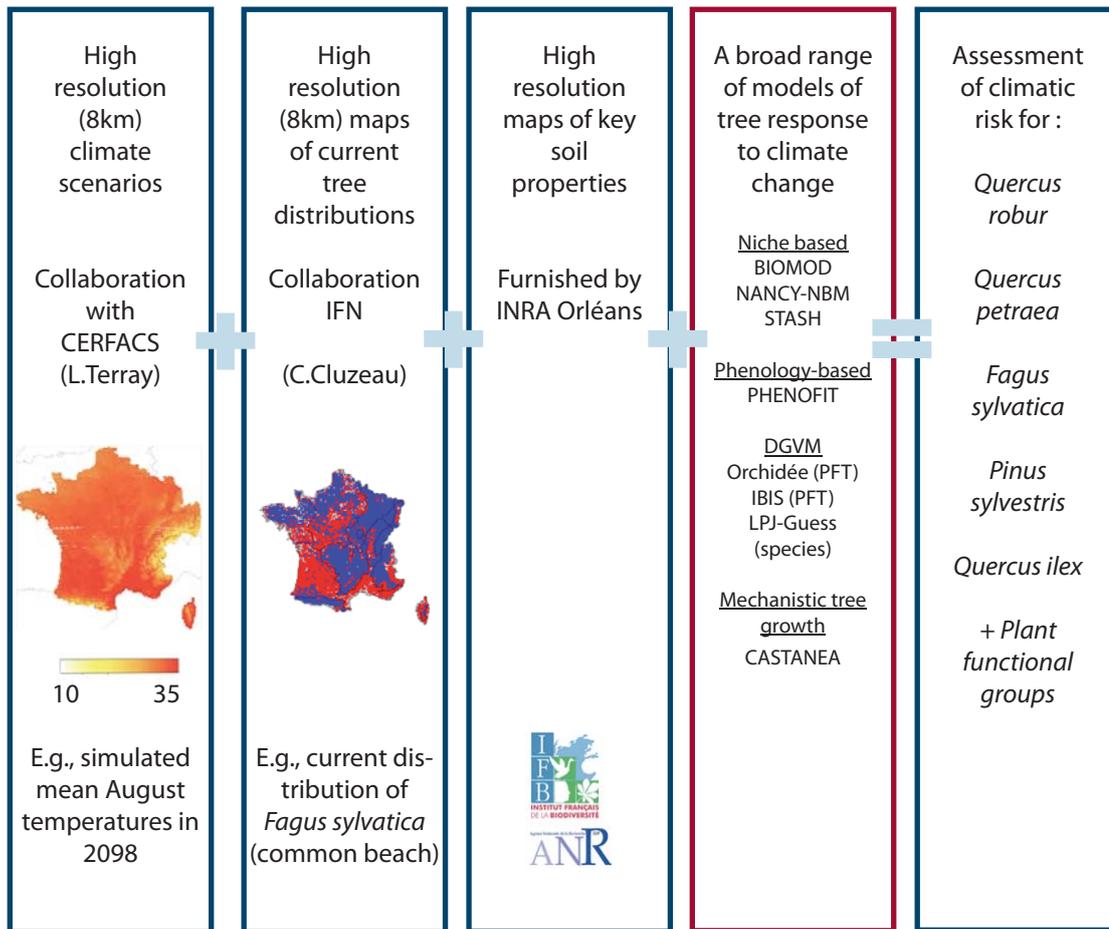
Source : CRU

Présentation(s) de référence :

Session 2 – Zones Vulnérables : Benjamin Sultan, IRD, Laboratoire d'Océanographie et du Climat.
Comprendre les bouleversements climatiques à l'échelle régionale.

Figure 3 :

Estimer l'incertitude à travers la comparaison de plusieurs modèles de biodiversité évaluant la distribution future de certaines espèces d'arbres. Présenté par Paul Leadley, 2010.



« Les incertitudes ont souvent été minimisées dans les travaux antérieurs de modélisation. »

La modélisation des impacts climatiques sur la biodiversité

Les incertitudes ont souvent été minimisées dans les travaux antérieurs de modélisation des impacts du changement climatique sur la biodiversité. Aujourd'hui, il demeure essentiel de partager ces incertitudes avec les décideurs et les gestionnaires afin d'optimiser les outils d'application et les intégrer dans les propositions d'intervention. Les sources d'incertitudes concernant la modélisation dans le domaine de la biodiversité sont multiples. Comme pour les modèles du climat, une des plus importantes provient du développement socio-économique futur des sociétés. Actuellement les modèles de biodiversité se basent sur les scénarios du GIEC, c'est-à-dire des scénarios économiques cohérents avec le passé, possibles et plausibles quant à leur permanence dans le futur.

À partir de ces scénarios, les déterminants de la biodiversité (climat, usage des sols, gestion des ressources génétiques) sont définis afin d'estimer l'état de la biodiversité à différentes échelles : gènes, espèces, communautés ou

paysages. Ils servent ensuite à étudier les impacts sur les services écosystémiques afin d'envisager des réponses (atténuation et adaptation) pour réduire la vulnérabilité des systèmes naturels garants de la biodiversité. C'est au cours de chacune de ces étapes que se manifestent et s'accumulent les facteurs d'incertitudes.

Afin d'estimer les impacts projetés du changement climatique sur les forêts françaises à travers leurs futures distributions sur le territoire, une recherche menée dans le cadre du projet ANR QDiv, regroupant dix laboratoires de recherche français, utilise une approche basée sur la comparaison de différents modèles d'impacts sur la biodiversité. Cette étude permet de mieux comprendre et de quantifier l'incertitude entre les résultats issus des modèles, s'inspirant ainsi de l'approche du GIEC pour la partie climat. Pour ce faire, des scénarios climatiques, des cartes de distributions végétales de haute résolution (8 km) et des cartes de haute résolution de sols servent à calculer des distributions de végétation à partir de modèle. À cela s'ajoute une comparaison entre plusieurs modèles, aussi bien empiriques - utilisant une approche corrélatrice - (de type niche ou bioclimatique) que mécaniste - simulant le fonctionnement et la dynamique de la végétation - afin d'évaluer la gestion des risques climatiques pour différentes espèces d'arbres (figure 3).

La première étape du projet a consisté à restituer le plus fidèlement possible la distribution actuelle de l'espèce d'arbre choisie à partir de paramètres donnés via les modèles de biodiversité. Cet exercice de recherche montre que certains modèles (empiriques ou mécanistes) sont efficaces pour reproduire la distribution actuelle de certaines espèces d'arbres, parfois avec un nombre faible de paramètres. La seconde étape a concerné la projection de la distribution de l'espèce à l'horizon temporel choisi, en prenant en compte la variation des paramètres sous différents scénarios (climatiques, sols). Les différents modèles de biodiversité utilisés montrent des écarts importants de distribution, allant de l'augmentation à la disparition complète de l'espèce selon les régions. L'étude de tels écarts entre modèles permet de mieux comprendre l'origine des incertitudes. Selon les espèces d'arbres choisies, les modèles de biodiversité présentent une plus ou moins grande sensibilité à la température, à la réduction des précipitations et à l'augmentation de la teneur atmosphérique en gaz à effet de serre. Le projet montre également que certains modèles sont plus modérés dans leurs projections que d'autres et que

certaines peuvent dévoiler une différence notable dans la productivité végétale future. La teneur atmosphérique en gaz à effet de serre est également une donnée importante dans la modélisation de la réponse développée par les essences d'arbre. Enfin, bien que les observations et les expérimentations récentes confirment les résultats de certains modèles, la possibilité d'effets cachés ou d'effets prolongés sur le long terme (compétition interspécifique, maladie, régénération) pourraient moduler ces résultats. Ainsi, il est difficile à l'heure actuelle d'estimer laquelle des approches (empirique ou mécaniste) est la meilleure tant les résultats varient selon les essences d'arbres étudiées. Bien que le projet ne soit pas terminé, les premières conclusions de ces résultats montrent le besoin de développer et d'améliorer les scénarios de biodiversité afin de pouvoir en communiquer les résultats aux gestionnaires et aux décideurs dans des conditions optimales. Quoiqu'il en soit, les incertitudes inhérentes à la problématique climatique et aux outils de modélisation demeurent de réels défis, dans le cas de la biodiversité, afin d'optimiser les choix d'espèces d'arbres qui constitueront les forêts du territoire à l'avenir.

Présentation(s) de référence :

Session 3 : Forêts et Biodiversité : Paul Leadley, Université Paris XI, Laboratoire Écologie Systématique et Évolution.
Projection des impacts du changement climatique sur les forêts : quelles stratégies d'adaptation face à des incertitudes considérables ?

L'analyse des vulnérabilités : du top-down au bottom-up

Les incertitudes associées aux modèles climatiques

Quelque soit la méthode utilisée, l'élaboration de simulations climatiques à l'échelle régionale représente un outil important pour l'identification des tendances à venir. Néanmoins, les processus d'élaboration sont assortis d'incertitudes importantes. En tout premier lieu, la détermination des scénarios économiques et des tendances des émissions de GES futurs influencent l'intensité du forçage sur le climat simulé par les modèles de climat globaux, puis dans les modèles de climat régionaux. Interviennent également les limites des modèles eux-mêmes dans leur capacité à représenter les phénomènes ainsi que la variabilité interne intrinsèque au système climatique. Enfin, le choix de la méthode utilisée pour la désagrégation, tout comme le choix des modèles d'impacts, influencent également les estimations. Ces choix successifs entraînent une cascade d'incertitudes qu'il est nécessaire d'intégrer. L'utilisation d'approches multi-modèles et multi-scénarios permet de mieux quantifier les incertitudes, lesquelles doivent être prises en compte au moment des analyses des vulnérabilités et de l'élaboration de stratégies d'adaptation.

La complémentarité d'une approche basée sur l'analyse des vulnérabilités sociales

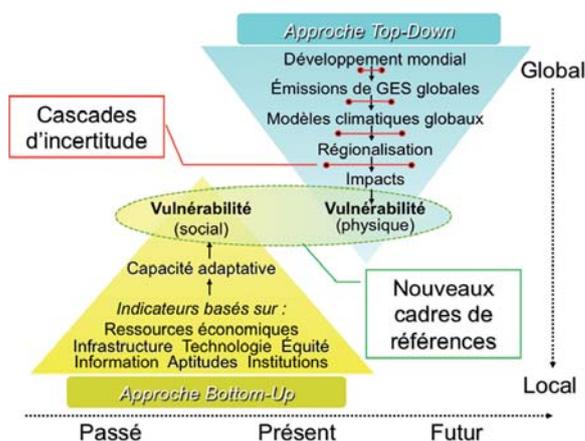
La climatologie a été, jusqu'à présent, la principale discipline scientifique interpellée pour mieux saisir la complexité de la problématique sociétale du changement climatique. La meilleure compréhension du fonctionnement du système climatique et des influences anthropiques sur son évolution, à travers des modèles climatiques de plus en plus affinés, a permis aux climatologues de montrer que la mise en place de mesures drastiques de réduction d'émissions de GES ne suffira pas. Désormais, la variabilité climatique globale est en train de se modifier avec une tendance au réchauffement et à une intensification dans l'ampleur et la fréquence d'événements climatiques extrêmes. S'adapter à cette nouvelle réalité climatique globale est inéluctable et il s'avère essentiel de mieux cerner les vulnérabilités des systèmes humains et naturels face aux impacts du changement climatique.

Pour ce faire, il existe deux approches : la première, dite *top-down*, vise à régionaliser le plus finement possible les tendances climatiques à venir via les modèles climatiques afin d'anticiper les impacts potentiels et ainsi déceler les vulnérabilités physiques des systèmes. Comme évoqué précédemment, cette approche doit faire face à une cascade d'incertitudes rendant délicate la transposition des résultats en stratégies locales sur les infrastructures, dispositifs ou populations des territoires concernés. En les intégrant à cette approche des connaissances sur les dynamiques locales (sociales, économiques ou comportementales) et dans l'objectif de passer outre les barrières d'ordre organisationnel, cognitif ou budgétaire auquel se heurte le passage à l'élaboration d'actions, l'approche dite *bottom-up* permet de compléter

« L'utilisation de méthodes multi-modèles et multi-scénarios permet de réduire les incertitudes. »

l'élaboration de nouveaux cadres de références en se basant sur les dynamiques passées et actuelles de la réalité locale. De ce fait, elle prend en compte toutes les dimensions humaines, socio-économiques et comportementales existantes et éventuellement mobilisables une fois confrontée à des impacts, qu'ils soient environnementaux ou socio-économiques (figure 4). Au sein de cette approche basée sur l'étude des vulnérabilités locales, les sciences humaines et sociales s'avèrent pertinentes en interpellant de nouveaux savoirs et modes de raisonnements, bien que cette approche est également limitée par le fait que, suite au changement climatique, la société risque d'être confrontée à des situations inédites de celles vécues dans le passé. Ainsi, l'enjeu principal est d'arriver à concilier de manière équilibrée et pertinente les deux approches afin d'inclure les informations climatiques les plus fiables dans un processus de décision qui s'appuie sur l'étude des vulnérabilités locales des territoires, des populations et des activités socio-économiques face aux impacts actuels et appréhendés.

Figure 4
Approches top-down et bottom-up pour l'élaboration de nouveaux cadres de références
Présenté par Guillaume Simonet, 2010 ; inspiré de Dessai et Hulme, 2004.



Faire face aux conséquences climatiques : les concepts mis en jeu

Le GIEC a défini deux types d'action face au changement climatique : la réduction des émissions de GES (ou atténuation), qui vise les causes de la problématique climatique et l'adaptation, qui en vise les conséquences. Longtemps mise de côté au profit de l'atténuation sur laquelle reposaient tous les espoirs de la communauté internationale pour régler rapidement la question climatique, l'adaptation a émergé à la faveur de constats clairs à son égard. D'une part, les impacts se font déjà sentir et d'autre part, la mise en place d'engagements et de mesures efficaces tarde, en plus de l'inertie de celles déjà en œuvre quant aux résultats. Dès lors, l'adaptation occupe désormais les agendas scientifiques et politiques de tous bords et se manifeste à toutes les échelles. La notion d'adaptation au changement climatique a été approfondie par de nombreuses réflexions et travaux, débouchant sur une panoplie de concepts théoriques dont le concept de vulnérabilité fait partie. Ces concepts clés étant abordés tout au long de ce document, l'encadré 1 donne leur définition de référence succincte généralement utilisée dans la littérature scientifique, en attendant de plus amples discussions abordées dans le chapitre 4 concernant leurs limites, leurs applicabilités et leurs interrelations.

Les concepts clés de l'adaptation

« **L'adaptation** dans le contexte des dimensions humaines du changement climatique se réfère généralement à un processus, une action ou un résultat dans un système (foyer, communauté, groupe, secteur, région, pays) dans le but pour le système de faire face avec, de gérer ou de s'ajuster à des conditions changeantes, stress, dangers, risques ou opportunités. »
(Smit et Wandel, 2006)

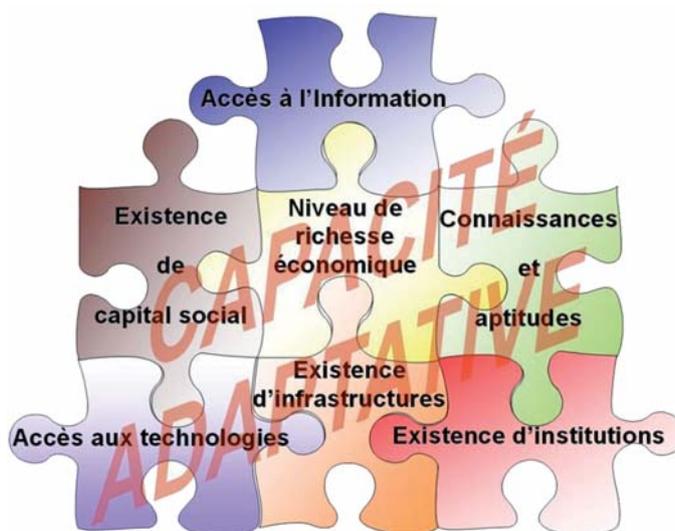
« **La résilience** est la capacité pour un système d'absorber des perturbations, de subir une ou plusieurs modifications pour ensuite se réorganiser afin de retrouver ses caractéristiques initiales en termes structurel et fonctionnels. »
(The Resilience Alliance)

« **La vulnérabilité** est le degré par lequel un système risque de subir ou d'être affecté négativement par les effets néfastes du changement climatique, y compris la variabilité climatique et les phénomènes extrêmes. La vulnérabilité dépend du caractère, de l'ampleur et du rythme du changement climatique auquel un système est exposé, ainsi que de sa sensibilité et de sa capacité d'adaptation. »
(IPCC, 2007).

La vulnérabilité climatique est le résultat de l'interaction de 3 paramètres :

- l'exposition aux aléas, c'est à dire les événements climatiques : le type, l'ampleur et le rythme des variations du climat et des événements climatiques auxquels les communautés et les écosystèmes sont exposés ;
- la sensibilité : la proportion dans laquelle un élément exposé, une collectivité ou une organisation est susceptible d'être affecté (positivement ou négativement) par la manifestation d'un aléa (événement climatique) ;
- la capacité d'adaptation (figure 5) : « La capacité d'adaptation est le degré d'ajustement d'un système à un changement climatique (y compris la variabilité climatique et les extrêmes) afin d'atténuer les dommages potentiels, de tirer parti des opportunités ou de faire face aux conséquences. »
(IPCC, 2007).

Figure 5
La capacité d'adaptation et quelques uns de ces éléments constitutifs
Présenté par Guillaume Simonet, 2010.



Les territoires vulnérables face aux impacts du changement climatique

Les villes : un socio-éco-système complexe

Les systèmes urbains apparaissent dans le paysage mondial comme des territoires particulièrement vulnérables face à l'évolution climatique en raison de leur concentration en population, en infrastructures et en activités socio-économiques et culturelles. Leur complexité rend délicate l'estimation de leurs vulnérabilités face aux épisodes de chaleur ou de pluie intense, aux inondations ou à l'invasion de nouveaux pathogènes.

À l'échelle locale, la ville se présente d'abord comme un *objet* caractérisé par une succession d'enveloppes physiques multiformes, le bâti, en interaction avec le système naturel (ressources, végétation, animaux). Sa croissance démographique et physique engendre des répercussions environnementales d'envergure (déchets, pollutions, érosion côtière) et pose des questions en matière de gestion, d'accès et d'impacts sur les ressources (hydriques, agricoles, biodiversité) ainsi qu'en matière de possibilités d'extension territoriale.

La ville se présente également comme un *sujet* qui va au delà des limites spatiales si l'on prend en compte la localisation de ses actifs, son influence administrative régionale ou son empreinte écologique. Sa gestion administrative s'effectue grâce à un système politique et socio-économique qui représente la manière dont sont décidés, contrôlés et gérés les flux, les stocks et les extensions territoriales à différentes échelles (appartement, bâtiment, quartier). Ainsi, la ville se dévoile comme un socio-éco-système dynamique complexe évoluant aussi bien au gré de ses capacités techniques que de son auto-organisation, laquelle peut se révéler lors de défaillances (des autorités municipales ou du fait d'événements extérieurs) dépassant certains seuils (identifiés ou non) de fonctionnement, de tolérance ou d'états. L'auto-organisation peut se manifester par une mobilisation active de sa population par quartier, associations ou mouvement social, bien souvent alimentée par les flux d'informations de plus en plus intenses, rapides et multiformes dont la ville est traversée en continu. De plus en plus intense et multiforme, la mobilité caractérise également un système urbain puisqu'elle est à l'origine de son fonctionnement et de son organisation spatiale et temporelle. Depuis 2008, la ville est devenue le lieu de vie de la majorité de l'humanité. On prévoit que plus de 70 % de la population mondiale sera urbaine en 2050, la majeure partie de cette croissance s'effectuant dans les pays en développement.

Les différents systèmes urbains possèdent chacun leur propre identité, leur histoire et leur dynamique. Ils sont très hétérogènes en ce qui concerne les aspects culturels, comportementaux ou démographiques de leur population, mais également leur exposition bioclimatique, leur emplacement géographique ou leurs caractéristiques socio-économiques. Ces traits rendent

les villes inégales entre elles, inégalité que l'on retrouve aussi à l'intérieur même d'une ville : inégalités sociales, spatiales, ou environnementales (bruit, pollution, exposition au risque). Toutefois, la ville est également un creuset d'innovation, de culture et de connaissance, et la richesse de chacun de leur patrimoine historique est unique et inestimable.

Présentation(s) de référence :

Session 1 – Villes : Christiane Weber, Laboratoire Image, Ville, Environnement, ERL, CNRS, Université de Strasbourg.

La ville comme système complexe.



Les zones frontières dites vulnérables

Les systèmes urbains ne sont pas les seuls à faire valoir une vulnérabilité importante au regard du changement climatique. De nombreuses populations sont installées ou dépendent de territoires ou de ressources situés dans des zones géographiques sensibles, où les risques liés aux modifications de variables climatiques régionales sont élevés. Les caractéristiques environnementales, sociales et économiques des populations qui y sont établies constituent également des facteurs de risque pouvant limiter leur capacité d'adaptation. La France et le Québec présentent de nombreuses régions vulnérables caractérisées par leur éloignement des centres urbains et leur proximité d'éléments naturels potentiellement dangereux. Ainsi, les zones côtières, montagnardes ou nordiques ainsi que les milieux insulaires, forestiers ou désertiques, sont autant de territoires dont les dynamiques sont à mieux comprendre afin d'anticiper les nouveaux cadres de référence à mettre place afin de lutter contre le changement climatique.

« Les systèmes urbains apparaissent dans le paysage mondial comme des territoires particulièrement vulnérables face à l'évolution climatique. »

Les milieux insulaires (l'île de Ré, l'île de la Réunion en France ; les îles de la Madeleine au Québec) et les zones littorales sont des exemples de territoires qui font face au risque d'aggravation de l'érosion côtière ou de submersion. Ces problèmes ont plusieurs origines parmi lesquelles la hausse du niveau marin, les surcotes causées par des tempêtes plus intenses, elles-mêmes se combinant parfois à de fortes vagues. Dans le Golfe du Saint-Laurent, l'intensification des cycles gel/dégel, les pluies diluviennes provenant de résidus d'ouragans tropicaux ou encore les empilements soudains de glace constituent également des particularités locales. Ces manifestations sont particulièrement dommageables pour les infrastructures, les routes et le bâti côtier. À travers elles, les zones littorales reflètent un environnement où les processus climatiques contrôlent des variables hydrodynamiques qui agissent sur les dynamiques côtières. Les liens qui régissent la chaîne complète de cause à effet jusqu'à l'érosion des berges ou la submersion ne sont pas tous connus en l'absence de modèles quantitatifs fonctionnels capables de refléter la combinaison de plusieurs de ces processus. Le premier défi, scientifique, est de trouver des méthodes de mesure de l'impact des modifications climatiques sur les processus côtiers afin, par exemple, d'estimer les taux d'érosion. Le second défi, comme nous le verrons plus loin, réside dans la mise en adéquation de tels résultats avec les dynamiques socio-économiques locales.

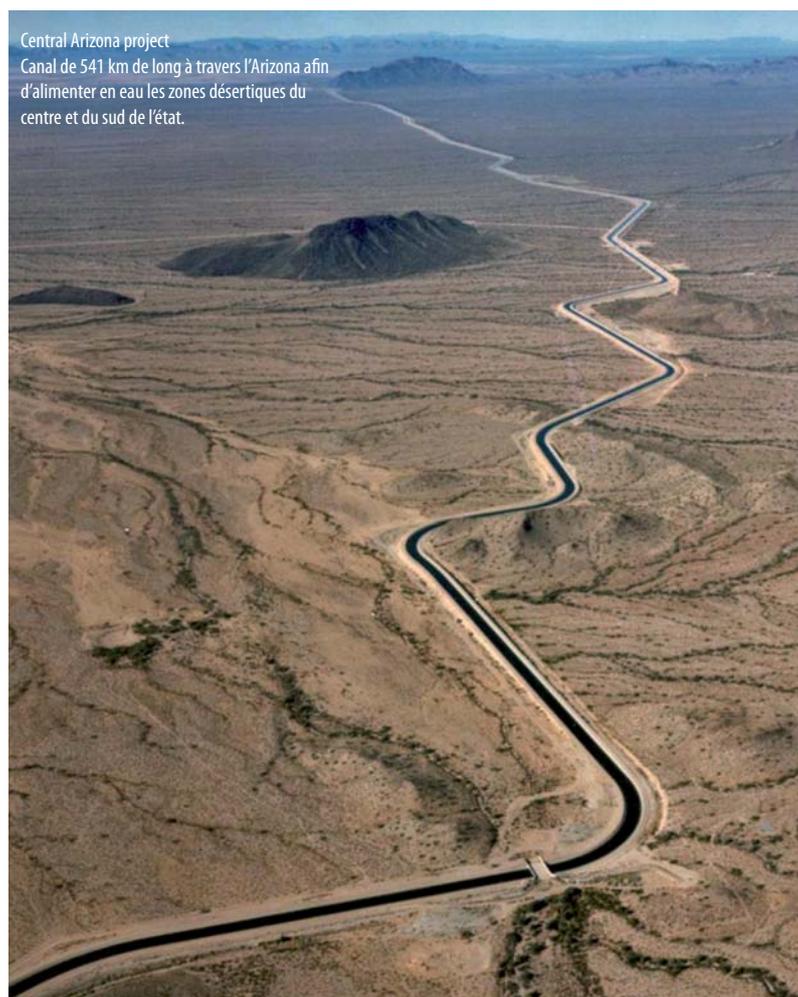
Les zones de moyenne montagne sont confrontées à la question de la variabilité de la ressource en neige, qui peut entraîner des risques socio-économiques pour des territoires construits autour d'une mono-activité. Ces zones doivent également faire face au possible renforcement des risques naturels : avalanches, glissements de terrain, crues, qui peuvent avoir également un impact sur leur attrait en matière de paysage ou de ressources. En France, l'exemple de Villard-de-Lans, station de ski de moyenne montagne, montre les difficultés économiques dues à la perte progressive de la ressource en neige et les choix à effectuer en matière d'aménagement et de reconversion. L'interprétation de l'enjeu climatique pour tenter de se représenter l'avenir du territoire est devenue un exercice délicat au cours duquel les scénarios imaginés peuvent diverger. En effet, que ce soit en étendant le domaine skiable à l'aide d'une intensification de la production de neige artificielle ou en diversifiant les activités touristiques estivales à travers une valorisation accrue du patrimoine, il faut s'attendre à ce que ce choix d'aménagement territorial ait valeur d'exemple dans plusieurs autres cas.

Au Québec, les zones nordiques situées en Arctique subissent une augmentation des températures deux fois plus élevée que la moyenne globale. La diminution de l'étendue et de l'épaisseur de la glace marine, la fonte progressive du pergélisol ainsi que l'augmentation de la fréquence et de l'intensité d'événements météorologiques extrêmes sont observables depuis plusieurs dizaines d'années. La transformation des chutes de neige en tempêtes de pluie crée sur le sol gelé des conditions néfastes pour la faune locale, comme c'est le cas pour les caribous, déjà affectés par la modification de leur régime alimentaire du fait de la raréfaction du lichen. Les modifications du territoire arctique ont d'importantes répercussions sur la biodiversité et les modes de vie des populations autochtones locales (les Inuits), déjà en proie à de profonds changements socioculturels au cours des cinquante dernières années.

La ressource hydrique est également un enjeu de taille dans des territoires déjà pauvres en eau et qui risquent d'être exposés à davantage d'épisodes de sécheresse. La

zone méditerranéenne française en est un exemple, mais les situations ne manquent pas également à l'international, par exemple en Afrique Sub-saharienne ou ailleurs. Ainsi, la ville de Tucson en Arizona subit une absence graduelle de précipitations dans un territoire où la raréfaction naturelle de la ressource hydrique se conjugue avec des pratiques d'usage non adaptées à la réalité. En effet, malgré la situation bioclimatique, les habitudes de consommation amènent la population locale à se focaliser sur le manque d'eau plutôt qu'à remettre en question son usage dans les activités quotidiennes. Ainsi, malgré l'introduction de plusieurs technologies dans les pratiques de vie, l'insuffisance d'eau face à la demande amène les autorités à prévoir des projets majeurs d'irrigation. Dans ce cas, le changement climatique débouche sur une cascade de bouleversements territoriaux dont les conséquences sont encore mal évaluées.

Ces quelques exemples ont pour but de présenter la variété des territoires rendus vulnérables, non seulement par leur situation bioclimatique et géographique (accès aux ressources ou exposition climatique), mais également par les conditions socio-économiques, politiques ou démographiques en rapide évolution. Le changement climatique étant un stress latent de plus, il est donc nécessaire de prendre en compte toutes ces dimensions pour analyser les vulnérabilités face aux impacts climatiques à venir.



Central Arizona project
Canal de 541 km de long à travers l'Arizona afin
d'alimenter en eau les zones désertiques du
centre et du sud de l'état.

Les écosystèmes naturels et la biodiversité, exemple du Québec

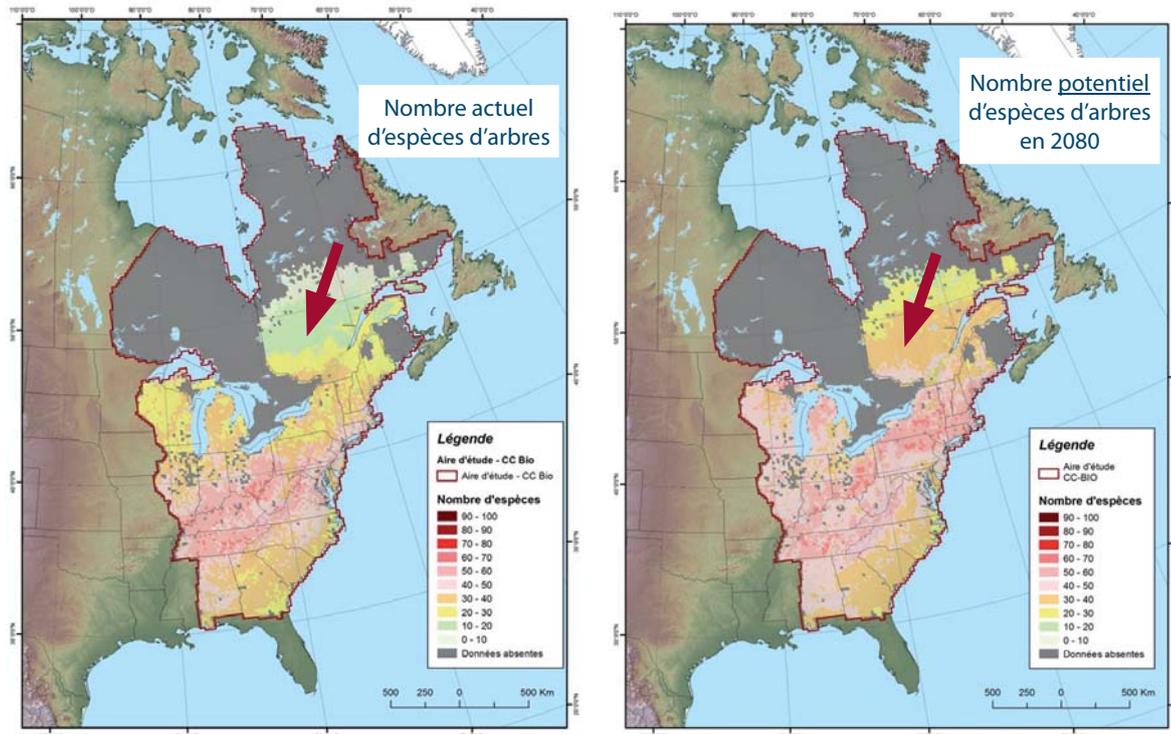
Depuis 40 ans, le Québec s'est réchauffé dans sa partie méridionale de 1,5 à 2 degrés. Parmi les impacts sur la biodiversité locale, l'analyse de 41 espèces d'oiseaux migrateurs du Québec depuis 30 ans montre une date moyenne de l'arrivée des oiseaux avancée de 10 jours et une date de départ retardée d'un mois. La répartition géographique du Cardinal rouge sur le territoire québécois est également en pleine expansion depuis les premières observations des années 1960. Concernant la migration d'espèces végétales, le Québec devrait voir son nombre s'accroître sur son territoire d'ici 2080. Le Québec abrite de nombreuses espèces fauniques et floristiques nordiques qui sont à la limite sud de leur répartition biogéographique et de ce fait, les instances gouvernementales ont une responsabilité internationale pour leur protection. En effet, leur capacité à résister au froid, avantage compétitif face à d'autres espèces, devrait devenir une sérieuse limite à leur survie, tout comme leur capacité à se déplacer vers le nord. Ces exemples permettent quelques réflexions : en premier lieu, le contexte québécois s'inscrit dans un contexte de crise de la biodiversité plus globale ; ensuite, le Québec est situé au nord d'un gradient de biodiversité nord-sud, et présente une biodiversité moins riche qu'au sud. Ainsi, le changement climatique est potentiellement

à l'origine d'une augmentation de la biodiversité au Québec, ce que l'on peut nommer le « paradoxe de la biodiversité nordique » comparé à la diminution mondiale de la biodiversité observée actuellement. Dans un tel cas, le Québec peut être vu comme un territoire refuge de la biodiversité pour un certain nombre d'espèces (figure 6). Néanmoins, bon nombre d'espèces envahissantes devraient également migrer sur le territoire québécois, posant des problèmes de compétition accrue aux espèces nordiques actuelles. Enfin, des perturbations dans les dynamiques internes aux écosystèmes sont à prévoir, et bien qu'actuellement imprévisibles, elles peuvent provoquer des surprises dans la répartition dynamique future de la biodiversité québécoise. Pour palier ces impacts, une réflexion sur les stratégies d'adaptation pertinentes à mettre en place est en train d'être effectuée en collaboration avec tous les partenaires du projet. Celle-ci s'appuie sur une revue bibliographique recensant un maximum d'options : protection et gestion du territoire à travers l'établissement de corridors, gestion directe des espèces à travers une migration assistée, surveillance écologique et planification prenant en compte les impacts du changement climatique, ou encore mise à jour des lois et règlements sur la notion « fixe » des aires de répartition. Enfin, la réflexion porte également sur la nécessité d'un changement de culture dans l'organisation de certaines instances de gestion environnementale en quantifiant et en intégrant les incertitudes.

« Concernant la migration d'espèces végétales, le Québec devrait voir son nombre s'accroître sur son territoire d'ici 2080. »

Figure 6

Exemple de résultat de modélisation montrant les migrations potentielles de plusieurs espèces d'arbres de l'est de l'Amérique du Nord. Présenté par Dominique Berteaux, 2010.



D'après C.Périé et al.

Présentation(s) de référence :

Session 3 – Forêts et Biodiversité : Dominique Berteaux, Université du Québec à Rimouski, Groupe de recherche sur les environnements nordiques BOREAS.

Organisation et résultats préliminaires du projet CC-Bio au Québec.

Les forêts ou la problématique des puits de carbone

En théorie écologique, le bilan carbone des forêts est nul du fait de l'équilibre entre les émissions de CO₂ (décomposition, respiration) et son absorption (photosynthèse). En réalité, 64 % des forêts mondiales sont gérées par l'homme, lequel induit un impact sur le bilan carbone (demande en bois, variation de l'utilisation des terres). Ajouté à cela, les perturbations naturelles (incendies, tempêtes, épidémies) évoluent en fréquence et en intensité, faisant varier les flux de carbone. Au cours de ces dernières années, les médias et les articles scientifiques ont montré que le changement climatique accentue l'intensité, la durée et la fréquence de telles perturbations, présentant alors les forêts comme des sources de carbone plutôt que des puits. Pourtant, la majorité des méthodes d'estimation du bilan global de carbone des forêts met en évidence une absorption nette de plus d'un milliard de tonnes de carbone par an (1 PgC an⁻¹). Un inventaire exhaustif de l'impact de ces perturbations permettrait de mesurer leur importance sur le bilan mondial de carbone mais en son absence, les seuls indicateurs disponibles mettent en évidence un impact modéré. Ainsi, dans le monde, les incendies et les tempêtes touchent 0,5 % des forêts chaque année, représentant 5 % du flux annuel net de carbone. En Europe, 0,15 % du stock forestier est détruit annuellement par des catastrophes, dont la moitié par les tempêtes et 15 % par les incendies. Les causes de l'évolution du bilan

carbone des forêts soumises à des modifications de l'utilisation des terres sont claires : la déforestation et le reboisement constituent respectivement une source et un puits de carbone et résultent de la demande relative aux terres (culture, bétail, logements ou produits du bois). Les causes des puits forestiers « naturels » sont, elles, moins claires. Quatre causes possibles ont été identifiées : le changement climatique, l'augmentation de la concentration en CO₂, l'augmentation des dépôts azotés (provenant d'installations industrielles, de la combustion de carburants fossiles et de pratiques agricoles) et l'évolution de la gestion et de la structure de l'âge des forêts. En raison de la connaissance imparfaite du puits forestier global, il est ardu de prévoir son évolution dans un climat changeant. Plusieurs modèles globaux de la dynamique de la végétation ont néanmoins l'ambition de simuler les quatre principaux déterminants du puits forestier, ceci afin de réduire l'incertitude sur la quantification et la localisation des puits et ainsi disposer d'une classification des principaux déterminants du puits pour chaque biome forestier. Cependant, il est nécessaire de garder à l'esprit que les forêts et le climat ne se réduisent pas au cycle du carbone. Plusieurs études, empiriques et de modélisation, rappellent que les aspects biophysiques de ces interactions doivent être pris en compte : par leur albédo moins élevé, les forêts, surtout dans la zone boréale, peuvent causer un réchauffement de la surface terrestre, alors que par leur transpiration, notamment lors des vagues de chaleur, les forêts ont un effet de refroidissement à l'échelle locale. Il est donc important d'inclure également les interactions biophysiques entre forêts et climat.

« Il est nécessaire de garder à l'esprit que les forêts et le climat ne se réduisent pas au cycle du carbone. »

Présentation(s) de référence :

Session 3 – Forêts et Biodiversité : Valentin Bellassen, Chef de projet à CDC Climat Recherche.
Comprendre le passé pour s'adapter au futur : le puits de carbone biosphérique au XXI^e siècle.



Forêt tropicale, Guyane
© CNRS Photothèque / Claude DELHAYE

Les impacts sur les populations

Quel que soit le territoire, les populations sont amenées à subir de nouvelles réalités climatiques, soit directement à travers les événements climatiques extrêmes ou les nouvelles réalités biologiques (pathogènes, maladies), soit indirectement en pâtissant du manque des ressources affectées par le changement climatique. Il résulte de cette situation des effets sur la santé, sur les conflits d'usage et sur les migrations, en plus des conséquences socio-économiques et culturelles, le tout exacerbé par le contexte de changement global qui s'est accéléré depuis le XXe siècle.

Santé des populations

Les travaux épidémiologiques effectués sur les populations urbaines ont montré qu'au delà d'un seuil spécifique à chaque ville, la mortalité journalière augmente avec l'augmentation de la température et l'exposition à la chaleur. Les résultats suggèrent qu'habiter là où se forment des micro-ilots de chaleur est un facteur de risque accru de mortalité lors des vagues de chaleur. L'état du bâti, l'étage de la résidence et la présence ou non d'air climatisé sont également des facteurs cruciaux. Ces données permettent de mettre en œuvre les approches d'intervention, comme, par exemple, le verdissement des villes pour rafraîchir les rues et les immeubles.

La « sécurité » alimentaire est un aspect important de la santé des populations. Elle est définie par l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture selon trois conditions : l'accessibilité physique à la nourriture, sa disponibilité et sa qualité minimale. Une quatrième condition est parfois ajoutée : que la nourriture soit culturellement appropriée, ce qui, dans le cas des populations inuites de la zone arctique est un facteur important. Au Canada, 15 % des foyers sont en situation d'insécurité alimentaire, tandis qu'au Nunavut, la province regroupant les populations inuites, le taux grimpe à 56 % pour atteindre 80 % dans certaines petites communautés isolées. Le changement climatique a un impact important sur la sécurité alimentaire. Ainsi, dans le cas des zones arctiques, l'évolution climatique régionale rend l'accès des aires de chasse plus difficiles par l'amincissement des glaces, amoindrit la disponibilité de la nourriture par l'altération des migrations d'espèces ou encore modifie la perception de la qualité de la nourriture (le changement climatique a été associé par les autochtones à certaines maladies d'animaux marins, d'oiseaux, de poissons et de crustacés). En outre, l'augmentation de la fréquence d'événements météorologiques extrêmes retarde les approvisionnements aériens entraînant une détérioration de la disponibilité et de la qualité des produits. Dès lors, les foyers en situation d'insécurité alimentaire tendent à réagir souvent de la même façon :

le régime alimentaire change, avec une nourriture de moins bonne qualité et une consommation moindre, les moyens d'approvisionnement s'ajustent (acheter à crédit, utiliser des banques alimentaires), en étant parfois socialement mal acceptés, ou encore, la structure même du foyer évolue lorsqu'il faut envoyer certains membres de la famille manger ailleurs.

Les conflits d'usage

Les conflits sociaux susceptibles de découler des impacts climatiques sur les ressources territoriales peuvent prendre la forme de conflits d'usage plus ou moins importants. Ainsi, certaines régions africaines subsahariennes connaissent une multiplication des conflits d'usage liés à l'accès aux ressources (hydriques, ligneuses, agricoles) à cause de la réduction du couvert végétal ou du caractère erratique des crues d'année en année. Comme il a été évoqué précédemment, le contexte actuel de changement global, dont l'explosion démographique, rajoute un important stress à ces situations. De tels conflits d'usage ne sont pas toujours gérés par les institutions, qui, d'ailleurs, peuvent être en décalage avec les situations de crise. Ils peuvent entraîner des tensions dont les conséquences sont parfois dramatiques.

Les migrations

Les migrations sont une autre forme de réponse des populations face au changement climatique. L'étude des migrations de population dues aux facteurs environnementaux remonte à plus d'une vingtaine d'années, mais la question spécifique des migrations d'ordre climatique est plus récente. Les statistiques de l'Organisation Internationale sur les Migrations et du Haut Commissariat des Nations unies pour les réfugiés évoquent des déplacements touchant essentiellement les territoires vulnérables situés dans les pays en développement. Des travaux sur les liens entre climat et déplacement concernant l'Europe et les États-Unis commencent également à paraître. Toutefois, dans les deux cas, les estimations de migrations futures restent parcellaires et dépendent de l'ampleur des événements à venir. En attendant, l'effort de la communauté scientifique, du monde associatif et des acteurs politiques est davantage focalisé sur l'élaboration de conventions et de définitions précises afin de mieux canaliser les flux migratoires envisagés et de garantir des protections à ces migrants. Cependant, la migration climatique reste ambiguë au regard de l'adaptation au changement climatique. En effet, la migration peut être perçue comme la reconnaissance de l'échec des politiques visant la réduction des vulnérabilités face aux impacts climatiques tout comme elle peut être perçue comme une stratégie d'adaptation d'ordre comportemental. À cet égard, le débat reste ouvert et la question des migrations climatiques n'est pas encore inscrite sur l'agenda international malgré la probabilité qu'elle se réalise graduellement à l'échelle globale.

Présentation(s) de référence :

Session 2 – Zones Vulnérables : Marie-Pierre Lardeau, McGill University.

Vulnérabilité au changement climatique et insécurité alimentaire chez les groupes marginalisés d'Iqaluit, Nunavut.

Session 2 – Zones Vulnérables : Chloé Vlassopoulou, Université de Picardie, Centre universitaire de recherches administratives et politiques de Picardie (CURAPP). *Des migrations environnementales aux migrations climatiques.*

« Au Canada, 15 % des foyers sont en situation d'insécurité alimentaire, tandis qu'au Nunavut, la province regroupant les populations inuites, le taux grimpe à 56 % pour atteindre 80 % dans certaines petites communautés isolées. »

La vulnérabilité à l'épreuve du terrain : quels constats et quels résultats?

Face aux impacts du changement climatique, les projets de recherche permettent de mieux cerner les dynamiques climatiques locales et les comportements des populations afin d'envisager des réponses adéquates. Sur le terrain, les observations conduisent à des constats qui offrent la possibilité de mieux estimer les vulnérabilités auxquelles font face les populations et les réponses mobilisées pour les réduire. Les perceptions des populations au sujet de la problématique climatique permettent en outre de comprendre le sens de leurs pratiques. Les nouvelles connaissances dégagées de ces projets apportent une aide précieuse à la prise de décision locale parfois délicate à mettre en œuvre du fait de la complexité de la problématique et des barrières qui en empêchent l'application.

L'apport d'une démarche intégrée pour guider les décisions

Le recours à la modélisation mêlant des caractéristiques territoriales (urbaines ou écologiques) à des données climatiques observées ou modélisées à l'échelle régionale permet une meilleure compréhension des dynamiques (climatiques, liées à la santé publique, fauniques, floristiques) locales. La modélisation devient alors un outil d'aide à la décision pertinent en matière d'aménagement du territoire, comme c'est le cas notamment à Toulouse, à Montréal, ou encore sur l'ensemble du Québec.

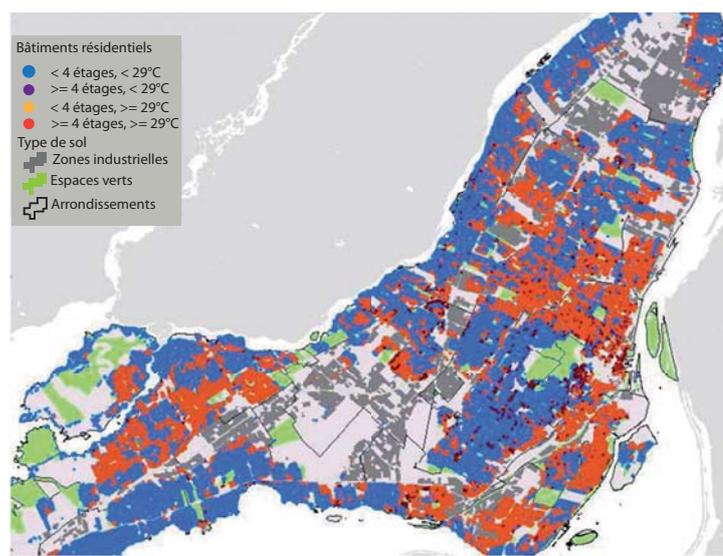
Le projet de recherche mené par la Chaire sur la pollution de l'air, le changement climatique et la santé de l'université de Montréal développe, en partenariat avec les structures québécoises de santé publique, un modèle ayant comme objectif de raffiner l'estimation de l'exposition de la population à la chaleur en prenant en considération la variation thermique intra-urbaine. Ce modèle contribue à anticiper les températures des logements de la population montréalaise à partir des données thermiques locales disponibles et des caractéristiques physiques du milieu (types des bâtiments, caractéristiques des logements). L'approche développée ajoute une dimension temporelle par rapport aux modèles classiques en utilisant les températures enregistrées à un moment donné. Le modèle développé permet de spatialiser les risques en localisant les bâtiments problématiques où les températures seraient les plus élevées dans le cas d'une vague de chaleur. Les résultats offrent la possibilité de circonscrire les secteurs prioritaires dans lesquels intervenir, d'orienter les approches d'intervention en santé publique en période de canicule et d'envisager les aménagements

urbains et les politiques relatives à l'habitation. Enfin, le modèle montre l'importance de prendre en compte non seulement les températures de surface, mais également la variation géographique des températures du milieu étudié et les caractéristiques liées aux bâtiments pour estimer l'exposition des individus aux vagues de chaleur urbaines (figure 7).

Figure 7

Un exemple de cartographie croisée entre la hauteur du bâti et les types de sol afin d'estimer les îlots de chaleur potentiels de Montréal.

Présenté par Audrey Smargiassi, 2010.



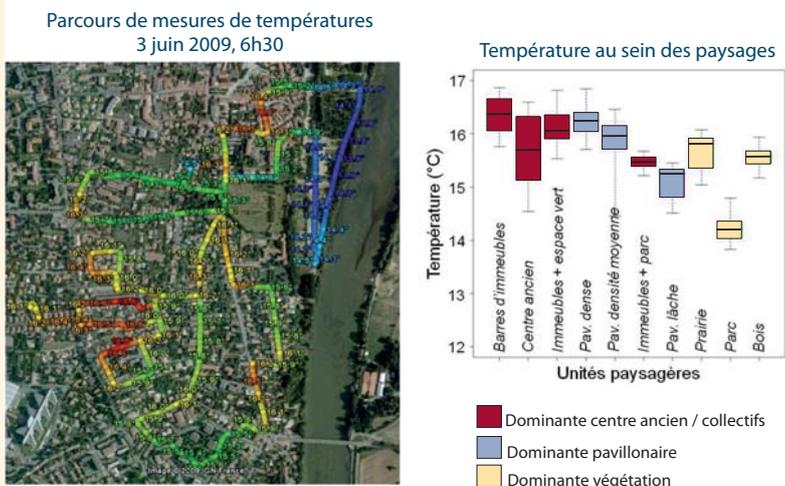
À Toulouse, le projet interdisciplinaire de recherche « Climat et modes d'habiter dans le périurbain toulousain » s'est intéressé à l'analyse climatique locale à plusieurs échelles spatiales (agglomération, quartier et rue) en se focalisant sur la structure de l'îlot de chaleur urbain toulousain. Pour ce faire, le protocole d'observation inclut

un croisement entre les résultats issus de l'hétérogénéité climatique locale, de la variabilité paysagère et des pratiques climatiques des populations locales des zones d'étude. Parmi les premiers résultats obtenus, l'étude montre que les amplitudes thermiques de trois à cinq degrés à l'échelle de la rue sont du même ordre de grandeur que celles de l'îlot de chaleur observé à l'échelle de l'agglomération. De même, les températures les plus fraîches se situent en bordure des zones végétalisées et les plus élevées sont concentrées près du bâti, avec quelques signatures spécifiques selon des aménagements mixtes entre ces deux composantes (figure 8).

Figure 8

L'hétérogénéité thermique d'un quartier de Blagnac lors d'un parcours effectué en vélo muni de capteurs thermiques à trois moments (matin, midi, soir) d'une journée ensoleillée du mois de juin (2009).

Présenté par Sinda Haouès-Jouve et Aude Lemonsu, 2010.



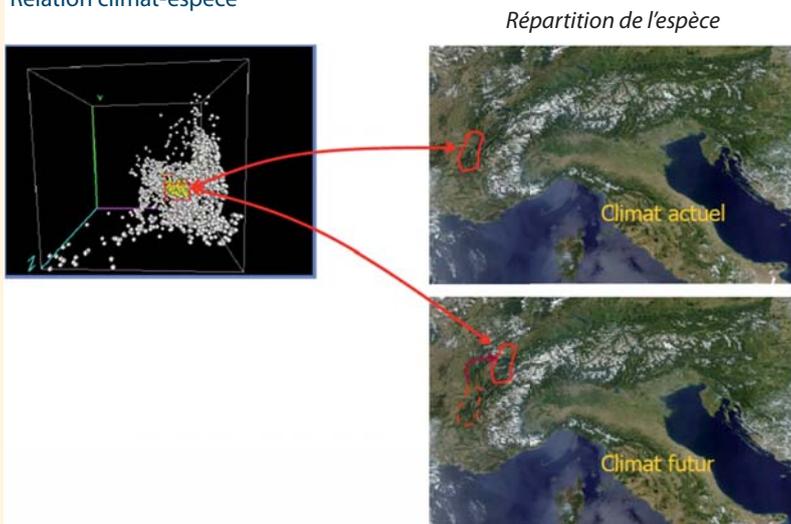
Le projet CC-Bio (Effets du changement climatique sur la biodiversité du Québec) a débuté en 2007 avec l'objectif de rassembler autour de la même table des chercheurs, des gestionnaires gouvernementaux et des organismes non gouvernementaux travaillant dans le domaine de la biodiversité. Ouranos, le consortium québécois sur la climatologie et l'adaptation au changement climatique, a été le catalyseur dans la naissance et l'évolution du projet en offrant un espace de rencontres propice aux réflexions et aux partages d'information. À travers ce réseau, tous les acteurs demeurent des composantes essentielles du projet. Le projet CC-Bio a trois grands objectifs : étudier les effets passés et présents du climat, étudier les effets futurs de l'évolution climatique et réfléchir aux avancées concernant le développement des stratégies de conservation pertinentes permettant à la biodiversité de s'adapter au changement climatique. La première étape a consisté à rassembler les données sur la biodiversité (oiseaux, amphibiens, reptiles, castors, arbres, plantes vasculaires), sur le climat (passé et futur) et sur les sols (changement dans l'utilisation) à partir de toutes les sources possibles (universités, organismes de conservation, banques de données ministérielles, données d'ornithologues amateurs). La deuxième partie du projet porte sur l'utilisation de modèles de niches écologiques, qui sont des modèles basés sur la corrélation entre climat et écosystèmes, inspirés des travaux de Wilfried Thuiller de l'université de Grenoble (figure 9). Le modèle incorpore un maximum de sources d'incertitudes afin d'obtenir des prédictions de la répartition potentielle des niches des espèces étudiées. Outre les incertitudes (voir partie « la modélisation des impacts climatiques sur la biodiversité »), ces modèles ont des limites : les données sur la biodiversité sont partielles, les outils de modélisation évoluent très vite et la projection dans l'avenir d'une niche écologique n'implique pas que l'espèce va être capable d'y migrer car cela dépend de sa capacité de dispersion et de migration. Également, il y a lieu de tenir compte de l'inertie des systèmes écologiques : ainsi, même si la niche d'une espèce disparaît, cela n'implique pas la disparition soudaine de l'espèce, notamment concernant les végétaux, du fait des compétitions interspécifiques qui se mettent en place au cours de la migration. Enfin, les liens entre la répartition des espèces et le climat ne sont pas toujours de cause à effet et demeurent parfois essentiellement des corrélations. Ainsi, un modèle de niche ne peut entièrement expliquer les causes d'une répartition actuelle du fait des nombreuses variables en jeu que le modèle ne peut entièrement appréhender.

Figure 9

Le modèle de niches écologiques permet d'estimer des scénarios potentiels de migration d'espèces.

Présenté par Dominique Berteaux, 2010.

Relation climat-espèce



d'après W.Thuillier, laboratoire d'écologie alpine, CNRS, Grenoble

Présentation(s) de référence :

Session 1 – Villes : Audrey Smargiassi, Chaire sur la pollution de l'air, le changement climatique et la santé de l'Université de Montréal.

Science, impact et adaptation. Risques sanitaires associés à la température en milieu urbain : apport d'approches de modélisation spatio-temporelle de l'exposition des populations.

Session 1 – Villes : Sinda Haouès-Jouve, Laboratoire Interdisciplinaire Solidarités, Sociétés, Territoires, UMR CNRS – EHESS – Université de Toulouse II et Aude Lemonsu, CNRS, Météo France.

Formes urbaines, modes d'habiter et climat urbain.

Session 3 – Forêts et Biodiversité : Dominique Berteaux, Université du Québec à Rimouski, Groupe de recherche sur les environnements nordiques BORÉAS.

Organisation et résultats préliminaires du projet CC-Bio au Québec.

L'apport d'une démarche participative

Concernant le changement climatique, de nombreux projets de recherche portent sur les liens entre le climat et d'autres composantes biophysiques dans l'optique d'améliorer ou de concevoir des modèles régionaux d'impacts. D'autres projets, moins nombreux, portent sur l'estimation des coûts économiques ou sociaux issus de ces impacts. Mais peu de projets de recherche intègrent la caractérisation de stratégies d'adaptation et moins encore se penchent sur les difficultés de leur mise en place ou sur le transfert des connaissances issues des résultats de recherche vers les pouvoirs décisionnels locaux.

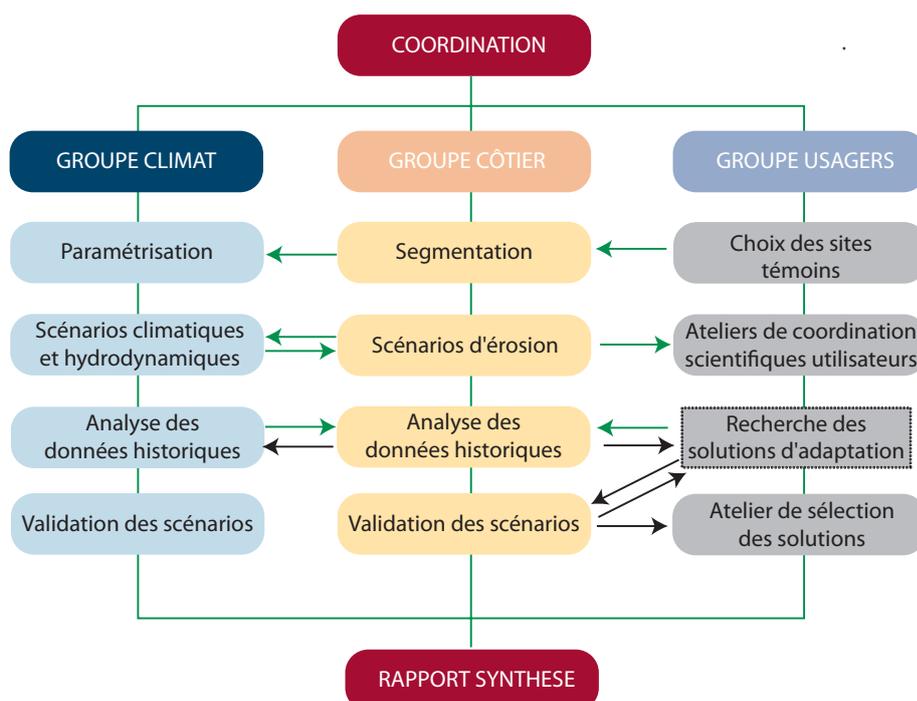
Quelques projets de recherche semblent novateurs en ce sens, parmi lesquels celui du consortium Ouranos sur l'érosion côtière dans le Golfe du Saint-Laurent. Ce projet a utilisé une approche originale dans son processus de recherche sur les impacts et les stratégies d'adaptation en intégrant les usagers finaux (décideurs et citoyens) tout au long de l'étude scientifique (figure 10). Pour y arriver, trois groupes composaient l'équipe de recherche. Le premier s'occupait des aspects biophysiques et climatiques, le deuxième se penchait sur les aspects hydrodynamiques et côtiers, et le dernier avait pour mission de proposer des solutions d'adaptation selon les résultats des deux premiers. Ce dernier groupe était essentiellement composé d'un panel de décideurs et d'usagers préalablement identifiés avec les organismes locaux. Leur objectif était de défendre les intérêts collectifs locaux et ils devaient être impliqués, par la suite, dans la mise en œuvre des solutions

proposées. L'approche générale du projet proposait un fonctionnement en parallèle de ces trois groupes pendant près de 3 ans en portant particulièrement attention à la qualité de la communication entre eux.

Les résultats obtenus prennent la forme de stratégies d'adaptation validées par l'ensemble des acteurs locaux et prises en fonction des résultats des modèles géomorphologiques et hydroclimatiques simulant les risques probables futurs. Les solutions intègrent également les spécificités locales, aussi bien d'ordre socio-économique, environnemental que culturel. Ainsi, certaines municipalités côtières ont choisi de laisser certaines zones sans défense physique contre l'élément marin pour ne pas défigurer le paysage, principal attrait touristique. À d'autres endroits, des déplacements immobiliers concertés ont été prévus, notamment en ce qui concerne les infrastructures sensibles et stratégiques (hôpital, centrales électriques, centres de traitement des eaux). Des plans de zonage guidant le développement résidentiel ont été établis en intégrant les risques futurs simulés par les modèles. Certaines plages ont été sacrifiées pour devenir des zones d'enrochement et protéger durablement les infrastructures routières proches. Il y a également eu de nouveaux protocoles d'entente signés entre les pouvoirs locaux et ministériels ainsi que des modifications de pratiques dans la mise en place d'ouvrages de protection (enrochement en sable et non en pierres) par les autorités gouvernementales. L'approche participative innovante utilisée a également montré des limites, par exemple à travers des réactions négatives de la part de certains décideurs locaux voyant dans le processus une ingérence et une cession de leur pouvoir de contrôle sur l'information et sur le territoire. Mais, en fin de compte, les résultats du projet de recherche ont montré un bilan positif, au point de devenir un cadre de référence en termes de protocole de recherche dans la programmation scientifique du volet Impacts et Adaptation d'Ouranos.

« Des plans de zonage guidant le développement résidentiel ont été établis en intégrant les risques futurs simulés par les modèles. »

Figure 10
Représentation de la méthode participative utilisée dans le projet « Érosion Côtière » d'Ouranos.
Présenté par Jean-Pierre Savard, 2010.



Présentation(s) de référence :

Session 2 – Zones Vulnérables : Jean-Pierre Savard, Ouranos.

Changement climatique et gestion intégrée des zones côtières du Golfe du Saint-Laurent.

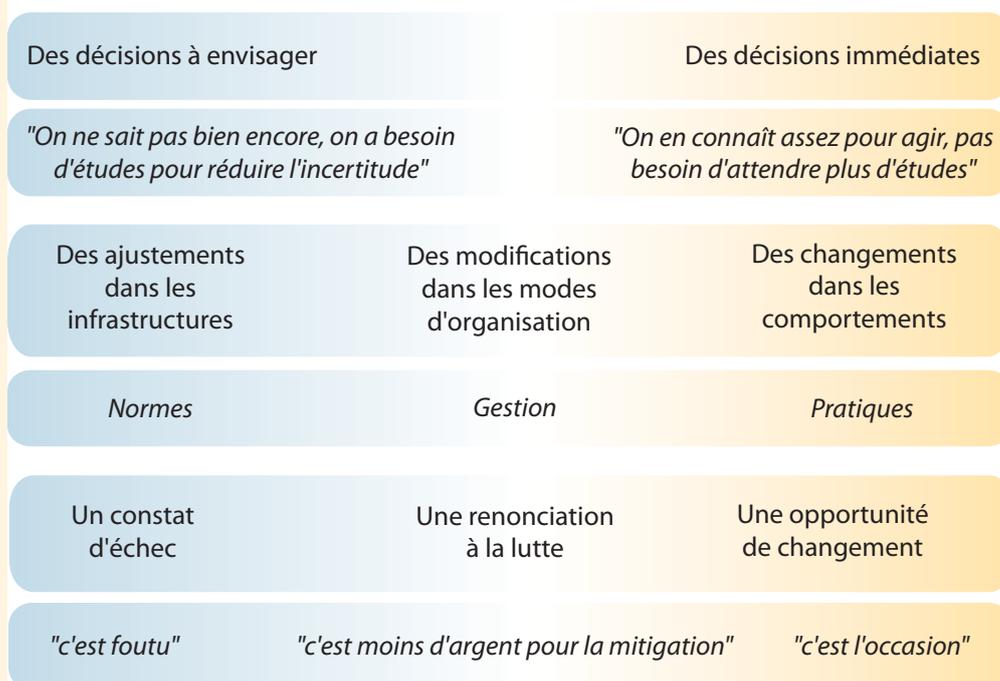
La perception et les réponses des individus

La complexité de la problématique climatique rend laborieuse la compréhension de ce que représente l'adaptation au changement climatique en termes concrets. De plus, les dimensions cognitives (représentation, culturelle, éducative) propres à chaque individu en démultiplient l'interprétation. Une thèse de doctorat portant sur la comparaison entre Montréal et Paris montre une pluralité de représentations sociales associées à l'adaptation chez 83 répondants professionnels travaillant dans le domaine du changement climatique. Plusieurs facteurs rentrent en ligne de compte : la nouveauté de la problématique climatique, le chevauchement conceptuel entre adaptation et atténuation ainsi que la difficulté sémantique du terme « adaptation » lui-même. Il ressort également de l'étude que l'adaptation est vue comme un changement des modes de vie, des modes d'organisation ainsi que des comportements. En outre, pour certains, l'adaptation représente aussi bien des décisions à envisager que des décisions immédiates, des ajustements touchant tant les infrastructures que les modes d'organisation ou les comportements. Enfin, elle peut être perçue comme un constat d'échec ou, au contraire, comme une opportunité de mise en œuvre de dynamiques de « développement durable » (figure 11). Cette variabilité des réponses valide l'idée que les facteurs cognitifs individuels peuvent avoir une influence sur la forme des réponses collectives à mettre en place.

Face aux impacts du changement climatique, les réponses collectives incluent celles que la population met activement en œuvre quand surviennent des épisodes météorologiques. Le projet de recherche « Climat et modes d'habiter dans le périurbain toulousain », déjà cité, s'est penché sur la perception individuelle face au changement climatique et les réponses mobilisées en termes de pratiques lors d'épisodes de chaleur. Les résultats montrent que la perception du temps qu'il fait est indissociable de celle plus large de l'environnement général, laissant apparaître une sensibilité aux ambiances et une expérience n'isolant pas les variables météorologiques perçues. En matière de régulation météorologique, l'enquête montre une action des individus d'abord tournée vers leur corps (rafraîchissements, durée et intensité des activités) puis vers leur logement. Les savoir-faire, construits au fil des expériences, portent sur le rythme des journées, la nature des activités ou l'usage des différentes parties du logement. La réactivité aux phénomènes climatiques exceptionnels est importante. Ainsi, suite à la canicule de 2003, le taux d'équipement en climatisation est élevé chez les personnes âgées, même si une grande partie regrette cet investissement qui ne s'avère pas si utile dans le quotidien. Il semble également qu'habiter en zone pavillonnaire périurbaine soit une contrainte du fait des coûts des équipements à mettre en place (isolation, dispositifs techniques) et du fait de la dépendance automobile. Un manque de connaissances sur les options alternatives est également remarqué. Par ailleurs, l'étude montre que la problématique relève du registre de la croyance : l'individu « croit » ou « ne croit pas » au changement climatique. Les discours « experts » des scientifiques sont reçus avec confiance, ceux des politiques et des institutionnels avec défiance et la vérification par l'expérience et les observations personnelles reste la méthode de validation favorite.

Enfin, à propos des formes d'engagement en faveur de la lutte contre le changement climatique, les réponses s'orientent vers des actions pour la protection de l'environnement compris dans un sens général.

Figure 11
Exemples de réponses exprimées, montrant la variabilité de la représentation de la teneur de l'adaptation chez les acteurs parisiens et montréalais du territoire en lien avec le dossier du changement climatique.
Présenté par Guillaume Simonet, 2010.



Présentation(s) de référence :
Session 1 – Villes : Guillaume Simonet, Institut des sciences de l'environnement, UQAM.
Le passage à l'action : les représentations cognitives de l'adaptation : exemple de Paris.

Tiré de Simonet (2011)

S'adapter au changement climatique : exemples de situations à travers le monde

Dans cette partie, plusieurs situations sont présentées dans l'objectif de rendre compte de la diversité des réponses qui se construisent sur le terrain face au changement climatique. La reconstruction de la Nouvelle-Orléans après la catastrophe provoquée par l'ouragan Katrina, les dynamiques en cours dans le delta du fleuve Niger au Mali, la préservation du chêne liège en Tunisie ou encore l'élevage du renne par le peuple sami illustrent les actions menées suite à des événements extrêmes ou des modifications des écosystèmes. Le mécanisme REDD+, proposé pour limiter la déforestation dans les pays dits fragiles, est aussi évoqué.

À la Nouvelle-Orléans :

« *We are rebuilding, you should too !* »

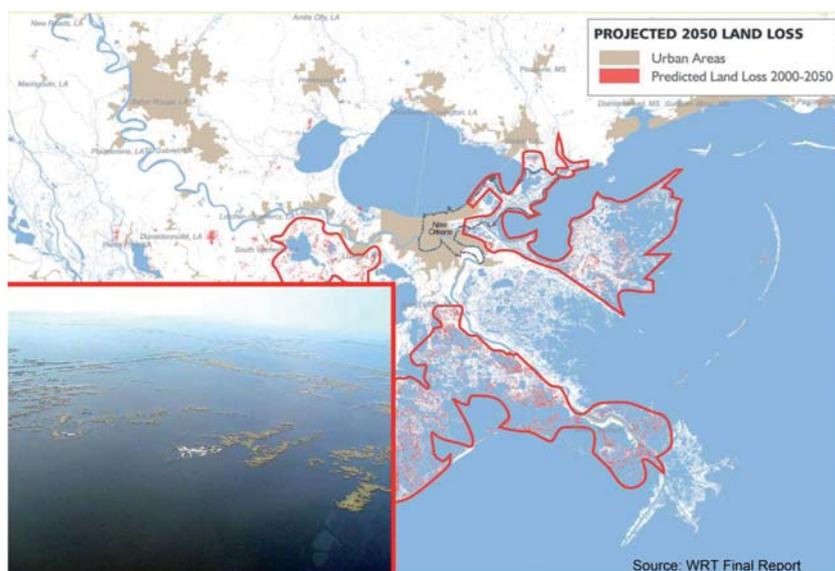
Depuis 2005 et le passage de l'ouragan Katrina, la Nouvelle-Orléans fait face au défi de sa reconstruction avec l'objectif de réduire sa vulnérabilité via des mesures de prévention, d'aménagement du territoire et des techniques de construction particulières (figure 12). La première phase a permis l'implémentation de mesures à court terme pour réorganiser les réseaux (eau potable, assainissement, communication, déchets) afin de retrouver une vie urbaine fonctionnelle. La deuxième phase a porté un regard sur les choix d'urbanisation et de sécurité passés afin de guider le développement urbain futur vers une meilleure résilience pour faire face aux risques de montée du niveau de la mer et de cyclones plus intenses. Pour ce faire, il a été créé des mesures incitatives fédérales, des guides de construction des bâtiments et des schémas de sécurité civile. La coordination des stratégies inclut également dans la reconstruction des digues, la restauration des écosystèmes côtiers et des marais afin de retrouver leur rôle naturel d'interface avec l'urbain. Les nouvelles lignes de défense intègrent les îles barrières et les levées naturelles ainsi que des canaux fermés et



Figure 12

Les impacts de l'ouragan Katrina à La Nouvelle-Orléans lors de son passage en 2005 (photo) et les projections envisagées de perte territoriale à l'horizon 2050.

Présenté par Isabelle Thomas-Maret, 2010.



des stations de pompage. Les nouveaux bâtiments sont surélevés et renforcés. La troisième phase, axée sur le long terme, s'est attaquée à la redynamisation économique de la ville, en incorporant la planification du repeuplement, l'application des normes en vigueur et la mise en place de centres de ressources pour aider les efforts des résidents. Dans ce cadre, il est prévu que l'étalement urbain soit contenu et que le développement socioculturel soit pris en compte afin d'augmenter le niveau de vie des habitants, de réduire la disparité entre les couches sociales et de réformer les systèmes scolaires et de santé. L'objectif est de rebâtir les réseaux sociaux informels et de favoriser la préservation culturelle municipale. Enfin, l'intégration des énergies renouvelables et de normes environnementales vigoureuses, ainsi qu'une meilleure prise en compte des savoirs de la population locale sont à l'ordre du jour.

À travers cet effort de reconstruction, la Nouvelle-Orléans tente de rebâtir une résilience optimale, défi délicat au regard de sa population. En effet, l'effort de coordination n'a jusque là pas été uniforme et la reconstruction demeure encore parcellaire et dépendante des dynamiques, des budgets et des dommages subis au niveau des quartiers. Cinq plans majeurs ont vu le jour depuis 2005, tous ayant leur lot d'innovations techniques. Néanmoins, les résidents ont souvent été oubliés dans les processus de reconstruction et la plupart des plans ont été rejetés par manque de cet aspect participatif ou bien à cause de leurs coûts démesurés et de la lenteur de leur mise en place. En réaction, plusieurs quartiers ont vu des initiatives naître, portées par les résidents eux-mêmes dans le but de s'entraider et de partager des choix pertinents de reconstruction. En termes de recherche scientifique sur l'adaptation au changement climatique, la Nouvelle-Orléans demeure une étude de cas unique concernant l'observation des dynamiques sociales et des techniques de reconstruction après un événement extrême. Trois centres de recherche sont en construction et devraient inclure une grande part d'interdisciplinarité à travers un mélange de chercheurs de tous horizons.

Présentation(s) de référence :

Session 1 – Villes : Isabelle Thomas Maret, Institut d'Urbanisme, Université de Montréal.

Vulnérabilités et adaptations au changement climatique : les enjeux de la construction de communautés résilientes.

Le delta du fleuve Niger (Mali), une situation sous pression

Au Sahel, les variations climatiques des dernières décennies se sont souvent illustrées par des événements climatiques extrêmes (sécheresses, surtout, mais également pluies diluviennes et inondations), mettant en relief l'ampleur de l'impact du climat sur la ressource en eau. En effet, on observe un changement dans la répartition des précipitations, accompagné d'une baisse des moyennes annuelles, faisant craindre une tendance future similaire malgré le haut degré d'incertitude des simulations climatiques sur l'évolution de cette variable simulée à l'échelle du continent africain. Le projet de recherche « Vulnérabilité des populations et adaptation aux variabilités du climat : acteurs, institutions et dynamiques locales » mené par l'équipe de Laurent Lepage de la Chaire d'études sur les écosystèmes urbains de l'UQAM et encadré par l'Agence canadienne de développement international visait à mettre en lumière les dimensions sociales et organisationnelles dans trois pays (Burkina, Mali et Niger) afin de participer, avec les intervenants locaux, régionaux et nationaux, aux réflexions entourant des réponses à mettre en place face à la pression climatique. Cinq projets pilotes ont analysé la capacité d'adaptation, la représentation du risque et les enjeux climatiques à l'échelle de l'acteur, dont un portait sur le delta intérieur du fleuve Niger, région du Mali riche pour la biodiversité et les activités de pêche locales. Du fait de la dépendance directe à la ressource hydrique (pluies et dynamiques fluviales, crues, débits), cette région est particulièrement vulnérable aux modifications de précipitations, aux événements climatiques extrêmes et aux fluctuations des niveaux d'eau (figure 13). En parallèle aux transformations du climat, l'augmentation démographique régionale de 38 % entre 1989 et 2009 entraîne une transformation de son environnement et des conséquences sur la dégradation de la qualité hydrique, le traitement des eaux usées, la surexploitation agricole et la réduction du couvert végétal. Face à cette situation, les migrations vers les villes et les conflits d'usages du territoire et des ressources entraînent à leur tour des difficultés socio-économiques (manque de jeunes bras, désorganisation sociale, fragilité institutionnelle).

Parmi les résultats obtenus à travers les nombreux entretiens menés, l'étude montre la difficulté de traduire les résultats des simulations climatiques en interventions du fait de la différence d'interprétation en termes d'échelle spatiotemporelle avec les interlocuteurs locaux. En effet, pour les outils de simulations climatiques, les précipitations demeurent une « moyenne mensuelle » et une variable quantitative à l'échelle régionale. Sur le terrain, les précipitations sont appréciées qualitativement puisque le volume de pluie nécessaire doit s'accompagner nécessairement de séquences spatiotemporelles précises et régulières par rapport aux semences pour envisager des récoltes satisfaisantes. Face aux modifications climatiques observées localement, les solutions ont donc davantage émergé à la faveur des réalités journalières locales en prenant la forme de nouvelles techniques d'aménagement, de stockage et de redistribution des récoltes et une diversification des activités. La religion favorise également les règlements de conflits d'usage, relativement peu pris en charge par les institutions locales. L'étude amène la réflexion sur l'intégration de la vulnérabilité climatique dans les politiques locales (ou *mainstreaming*), qu'elles soient axées sur l'aménagement, la gestion, le développement ou l'éducation. La réalisation de cette approche nécessite de nouveaux modes de raisonnement élaborés à l'échelle d'un éco-socio-système. Cette base pourrait favoriser les dialogues entre les dynamiques déjà en place, les coopérations interinstitutionnelles, les collaborations multidisciplinaires et les approches participatives. Enfin, cette approche permettrait de renforcer les politiques de réduction de la pauvreté et de la dépendance aux ressources naturelles.

Présentation(s) de référence :

Session 2 – Zones Vulnérables : Laurent Lepage, UQAM, Institut des sciences de l'environnement.

Les populations vulnérables dans les territoires sensibles aux variabilités du climat : mobiliser les savoirs, les institutions et les dynamiques locales.

L'alfa et le chêne liège comme indicateurs climatiques de la Tunisie

En Tunisie, les projets de recherche concernant la problématique climatique ont longtemps été davantage développés par les associations et les sociétés savantes que par les ministères. La Société des sciences naturelles de Tunisie, de la Faculté des sciences de Tunis, édite deux revues scientifiques et gère une dizaine de projets de recherche, parmi lesquels un projet d'étude sur l'importante propagation vers le nord de l'alfa (graminée sud méditerranéenne dont la pâte sert de matière première pour la fabrication de papier) ces dernières décennies. L'implantation progressive de l'alfa est un signe de dégradation de la végétation due à l'action anthropique, accélérée par des épisodes de sécheresses accrues et une désertification croissante. D'une façon générale, les décideurs tunisiens ne se sont pas attardés sur la problématique climatique avant l'apparition d'une série de sécheresses, d'épisodes de vents violents et d'inondations au début du siècle (dès 2001).

Suite à cette prise de conscience, un groupe d'experts universitaires a été constitué afin d'élaborer une Stratégie nationale de la diversité biologique et du développement

Figure 13

Pêcheurs sur les bords du fleuve Niger.
Présenté par Laurent Lepage, 2010.



durable. Dans le même temps, les projections climatiques ont été construites aux horizons temporels 2020 et 2050 ; elles montrent pour la Tunisie une accentuation de la pression climatique sur les ressources en eau, les écosystèmes et la biodiversité locale. Un rapport de synthèse issu de ces projections conclut que, compte tenu de l'aridité naturelle d'une grande partie du territoire tunisien, les projections climatiques montrent la nécessité de protéger les ressources naturelles et les écosystèmes locaux en apportant des solutions d'adaptation institutionnelles, seules garantes d'une gestion durable de la biodiversité. Ainsi, tous les aspects concernant la raréfaction de l'eau potable, la montée du niveau de la mer ou encore la salinisation de l'eau sont des dimensions spécifiques à la rive sud de la Méditerranée qui doivent être attentivement étudiées et gérées. La Tunisie, verte durant l'époque carthaginoise romaine, a vu ses forêts décimées par les conflits tout au long de l'histoire, entraînant une désertification croissante et désormais bien installée. Aujourd'hui, la forêt est principalement cantonnée dans le nord-ouest du pays, abreuvent par des précipitations importantes, et se compose notamment de chênes lièges dont les populations locales sont socio-économiquement dépendantes. Mais la sénescence, le surpâturage et l'arrachage, notamment du fait d'une densité humaine relativement élevée (100 habitants au km²), contribuent à la dégradation progressive de la forêt. En réponse, un programme forestier s'est mis en place pour développer la conservation des espèces floristiques et fauniques, en essayant de faire face aux défis posés par la régénération difficile et le rajeunissement des peuplements, afin d'en assurer la pérennité et la valorisation par les populations locales. Des approches participatives intégrant les populations locales ont été développées afin d'accélérer la prise de conscience de la dépendance socio-économique envers ces ressources. Des mesures incitatives ont également été instaurées afin de responsabiliser ces mêmes populations, devenues garantes de la ressource forestière locale. Cet exemple précis illustre une prise de conscience émergente de la problématique climatique et environnementale à tous les niveaux (de l'agriculteur au décideur) depuis une dizaine d'années, entraînant des actions de préservation du patrimoine naturel et de sensibilisation au développement durable (doublement des aires protégées et des parcs de conservation, approche participative, intégration des populations dans la gestion).



Alfa

Présentation(s) de référence :

Session 3 : Forêts et Biodiversité : Sadok Bouzid, président de la Société des sciences naturelles de Tunisie, Faculté des sciences de Tunis.

Les Lapons (Sami), un peuple actif et innovant

Les peuples autochtones sont particulièrement vulnérables aux impacts du changement climatique du fait de la dépendance de leur mode de vie aux ressources naturelles, tout en étant pourvus d'une solide capacité d'adaptation que la connaissance de leur environnement et leurs savoir-faire leurs confèrent. Sápmi est le nom lapon que les 70 000 membres du peuple sami donnent au territoire qu'ils occupent depuis le retrait glaciaire et qui s'étend sur les parties nord de la Norvège, de la Suède, de la Finlande et de la Russie. Malgré les nombreuses transformations socioculturelles et économiques subies durant le siècle dernier, les Sami maintiennent encore un mode de vie, une langue et une culture propres. Dans ce contexte, les ressources naturelles constituent une importance vitale pour la chasse, la pêche et autres activités telles que le tourisme, auxquelles s'ajoute l'élevage du renne (*Rangifer tarandus*). Cette activité fait partie intégrante du mode de vie de nombreux Sami, rythmé par les migrations et les besoins des troupeaux, et exploitant différentes parties du territoire saison après saison, et ce, depuis des millénaires.



Rennes autour d'un village Sami
©Fredrik Broman/imagebank.sweden.se

Aujourd'hui, les impacts du changement climatique se font de plus en plus sentir sur cette activité, notamment lors de l'hiver. Entre autres changements, la variabilité climatique hivernale accrue se révèle par la formation de croûtes de glace au sol, dont l'épaisseur est telle que les rennes sont incapables de la briser pour accéder à leurs pâtures de lichen, lequel constitue leur principale nourriture hivernale. Bien que ce phénomène soit depuis longtemps attesté par les Sami (qu'ils nomment *čuokke*), son apparition est de plus en plus fréquente et intense au point d'avoir des conséquences sur l'état de santé des troupeaux, mettant en péril un des piliers de la culture lapone. Face à ce problème, plusieurs stratégies d'adaptation ont été mises en place parmi lesquelles l'exploitation de nouveaux pâturages hivernaux ou l'installation d'une alimentation artificielle basée sur du lichen collecté dans des forêts proches des zones urbaines situées plus au sud. Cette dernière option représente bien l'ampleur de la capacité d'adaptation des Sami. En effet, afin d'accéder à ces zones, véhicules et routes ont remplacé les traditionnels moyens de déplacements, s'inscrivant dans une recherche dynamique et innovante de réponses qui mêle aussi bien connaissances environnementales qu'aptitudes politiques et juridiques.

Néanmoins, l'adaptation au changement climatique doit également faire face à d'autres défis tout aussi préoccupants posés par le développement urbain, touristique ou industriel. Ainsi, la prospection minière, favorisée par des hivers plus doux et l'envolée des prix des métaux, l'installation d'ouvrages hydroélectriques ou encore l'accélération de coupes à blanc de forêts nordiques sont autant d'activités qui concurrencent le pastoralisme des rennes sur un territoire limité. La désignation de larges territoires occupés par les Sami en Parcs nationaux suite à leur inscription, en 1996, sur la World Heritage List de l'UNESCO est un autre exemple qui montre combien la nécessité de se soustraire à des contraintes additionnelles est délicate. Dès lors, les impacts de ces changements d'usages territoriaux, quels que soient leur finalité de développement ou de protection, réduisent les options d'adaptation au changement climatique des gardiens Sami de troupeaux de rennes. Pourtant, face à un destin qu'ils ne maîtrisent pas totalement, les Sami n'en restent pas moins actifs, alliant tradition et innovation dans de nombreuses sphères (politiques, juridiques, communicationnelles), avec la volonté de s'ajuster à toutes les situations possibles pour garder en vie leur propre culture.

Présentation(s) de référence :

Session 3 – Forêts et Biodiversité : Marie Roué, MNHN, Laboratoire Eco-anthropologie et Ethnobiologie.
Ressources forestières et adaptation au changement climatique : le cas de la société lapone.

Le mécanisme REDD+ : une adaptation réaliste ?

Avec une contribution estimée entre 12 à 15 % des émissions annuelles anthropiques de gaz à effet de serre (GES), la déforestation est un thème phare de l'agenda des négociations internationales portant sur la lutte contre le changement climatique. Son intégration à la Convention-cadre des Nations unies sur le changement climatique et l'instauration d'un mécanisme de Réduction des émissions dues à la déforestation et à la dégradation des forêts

(REDD+) confirme l'existence actuelle d'un processus de structuration d'un régime international sur les forêts. REDD+, suggéré et proposé selon différentes variantes par plusieurs chercheurs et pays du Sud, repose sur une incitation économique (crédits carbone) ou financière versée par les pays du Nord - émetteurs historiques de CO₂ - aux pays tropicaux afin que ces derniers infléchissent leurs politiques agroforestières et minières en faveur d'une meilleure conservation des forêts. Cette idée soulève plusieurs questions, la première concernant sa faisabilité technique : le processus de négociation doit-il se faire par le biais d'un marché ou via un fonds ? Comment s'assurer de la durabilité du mécanisme REDD+ ? Enfin, comment déterminer les scénarios de référence et le seuil par rapport auquel la déforestation sera mesurée ? À titre d'exemples, l'Indonésie et la Malaisie ont eu des niveaux élevés de déforestation dans les années 1980 et 1990 au point que les forêts restantes se concentrent sur les montagnes. Dès lors, la baisse du déboisement attendue, davantage « mécanique » qu'issue d'une réelle volonté politique, soulève la question de la légitimité en terme d'équité de « récompenser » les pays au lourd passé de déforestation.

Aux questions techniques s'ajoutent celles portant sur la faisabilité politique, à savoir la volonté et la capacité d'agir. En effet, la plupart des pays concernés sont considérés comme des États fragiles, c'est à dire des États dont « les instances étatiques n'ont pas la capacité et/ou la volonté politiques d'assumer les fonctions essentielles requises pour faire reculer la pauvreté et promouvoir le développement, ni d'assurer la sécurité de la population et le respect des Droits de l'homme » (Organisation de coopération et de développement économiques). Ainsi, de tels pays sont-ils en mesure, simplement à l'aide d'une incitation, d'agir sur une dynamique dont les causes semblent échapper à leur contrôle ? REDD+, basé sur l'hypothèse que l'incitation économique suffit pour obtenir d'un État la réduction de sa déforestation, est-il réaliste dans des pays où l'imbrication est tenue entre intérêts économiques et politiques, entre circuit informel et formel et où règne un faible degré d'application des lois ? De plus, alors que certains États sont déjà dépendants de « rentes », en ajouter une nouvelle va-t-il favoriser des changements de trajectoire de développement ou conforter le maintien de pratiques contestables (figure 14) ?

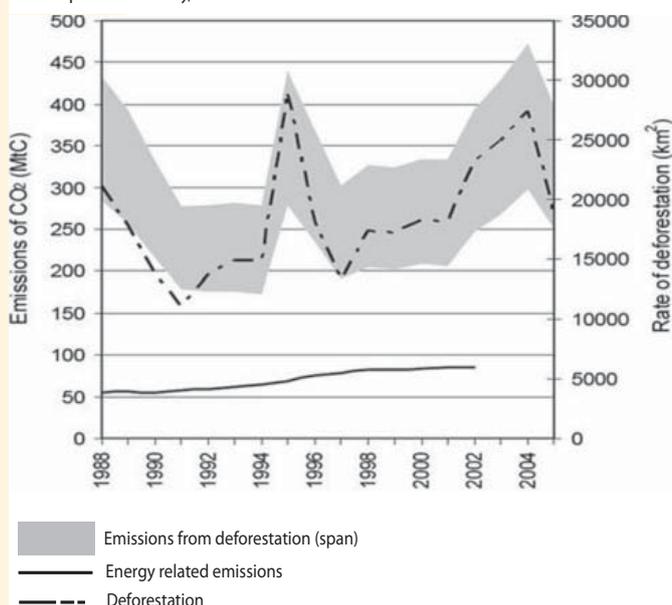
Pour conserver les forêts menacées par les pressions économiques, un État de droit capable d'agir constitue une condition nécessaire. Or, les causes majeures de la déforestation se situent essentiellement en dehors du secteur forestier. S'y attaquer requiert de conduire des réformes institutionnelles, des transformations profondes dans les pratiques agricoles et des évolutions importantes des régimes fonciers. L'« incitation » des gouvernements ne semble pas constituer un levier suffisant pour modifier les pratiques forestières dans les États dits fragiles. De même, cette incitation ne peut se substituer à des efforts coordonnés d'investissements publics internationaux multisectoriels, nécessaires pour s'attaquer aux causes structurelles de la déforestation tropicale.

Présentation(s) de référence :

Session 3 – Forêts et Biodiversité : Alain Karsenty, CIRAD, Unité de recherche « Ressources forestières et politiques publiques. »
Ressources forestières et politiques publiques. « Déforestation évitée » : incitations et adaptation dans les États fragiles ou défailants. »

Figure 14

Une des difficultés du mécanisme REDD+, la détermination des niveaux de déforestation.
 Présenté par Alain Karsenty, 2010.



La parole aux gestionnaires : quelles réponses institutionnelles face aux enjeux ?

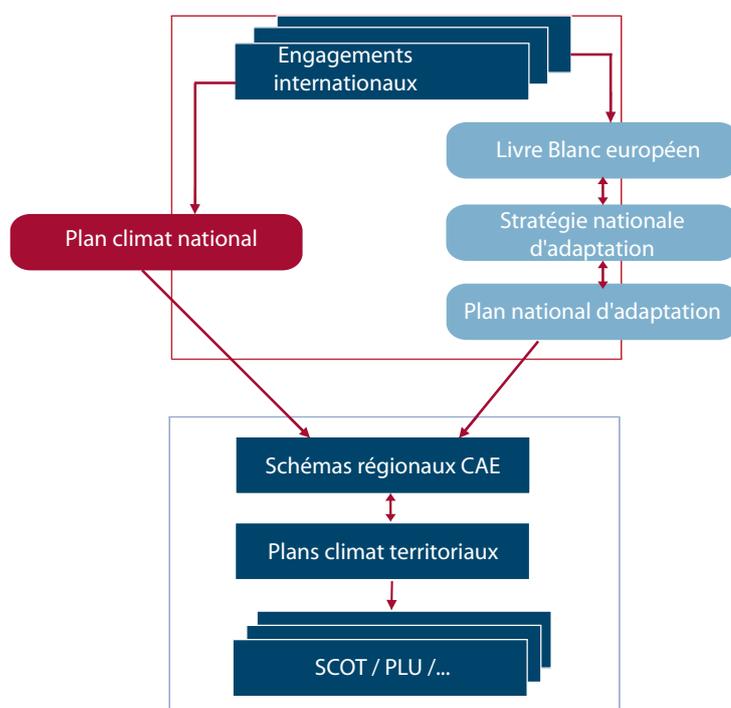
L'émergence de l'adaptation au changement climatique au niveau des institutions est en partie due à son apparition au niveau des négociations internationales. Poussée par les pays en développement s'estimant davantage vulnérables face aux impacts et moins responsables de la problématique climatique, l'adaptation s'est peu à peu imposée dans les discussions avant de s'immiscer jusque dans les politiques des collectivités. Aujourd'hui, elle se retrouve aussi bien sous la forme d'actions intégrées à des politiques de Développement Durable qu'à constituer directement le noyau de stratégies élaborées à l'échelle nationale, d'instituts de recherche spécialisés sur la question ou des outils d'aide à la décision.

L'ONERC et la stratégie nationale d'adaptation

L'Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique (ONERC) a été créé en France en 2001 avec les missions principales de collecter les informations sur la problématique climatique et de formuler des recommandations sur les mesures d'adaptation. De par ces rôles, l'ONERC demeure le point focal du GIEC pour la France. En 2006, la France valide sa Stratégie nationale d'adaptation suivant quatre grandes finalités : protéger les personnes et les biens en agissant pour la sécurité des personnes et pour la santé publique; tenir compte des aspects sociaux et éviter les inégalités devant le risque; limiter les coûts et tirer parti des opportunités; préserver le patrimoine naturel. Les approches retenues sont sectorielles (agriculture, énergie, transports, bâtiment, banques et assurances), transversales (eau, risques naturels, santé, biodiversité) et par milieu et territoire (ville, littoral, montagne, forêt). Les mesures regroupent celles « sans-regret » (dites gagnants-gagnants), réversibles (réglementaires) et celles qui augmentent les marges de sécurité. L'aspect dynamique de la Stratégie nationale d'adaptation est pris en compte à travers des révisions par les différents acteurs. Concernant son application, les lois Grenelle I et II déterminent sa mise en œuvre que le Plan national d'adaptation, sorti en 2011, précise. Ce dernier rend obligatoire deux dispositifs au niveau des territoires : l'élaboration d'un Schéma Régional Climat Air Énergie, qui doit comprendre une analyse de la vulnérabilité et un volet adaptation, et un Plan Climat Énergie Territorial, dispositif déjà existant, mais qui devra désormais s'acquitter d'un volet sur l'adaptation. La Stratégie nationale d'adaptation se trouve dans la

lignée des politiques européennes, puisque le Livre blanc de la Commission, publié en avril 2009, comprend une première phase (renforcer la connaissance, échanger les expériences, évaluer les coûts et les bénéfices des options d'adaptation) visant à intégrer la problématique de l'adaptation dans les politiques sectorielles, qui sera suivie, à partir de 2013, d'une deuxième phase visant à définir une stratégie d'adaptation à l'échelle de l'Union européenne (figure 15).

Figure 15
Les différents cadres politiques de l'adaptation en France.
Présenté par Michel Gaillot, 2010.



Présentation(s) de référence :

Session 1 – Villes : Michel Gaillot, Observatoire National sur les Effets du Réchauffement Climatique.
La mise en œuvre de l'adaptation au changement climatique en France.

Le consortium de recherche Ouranos

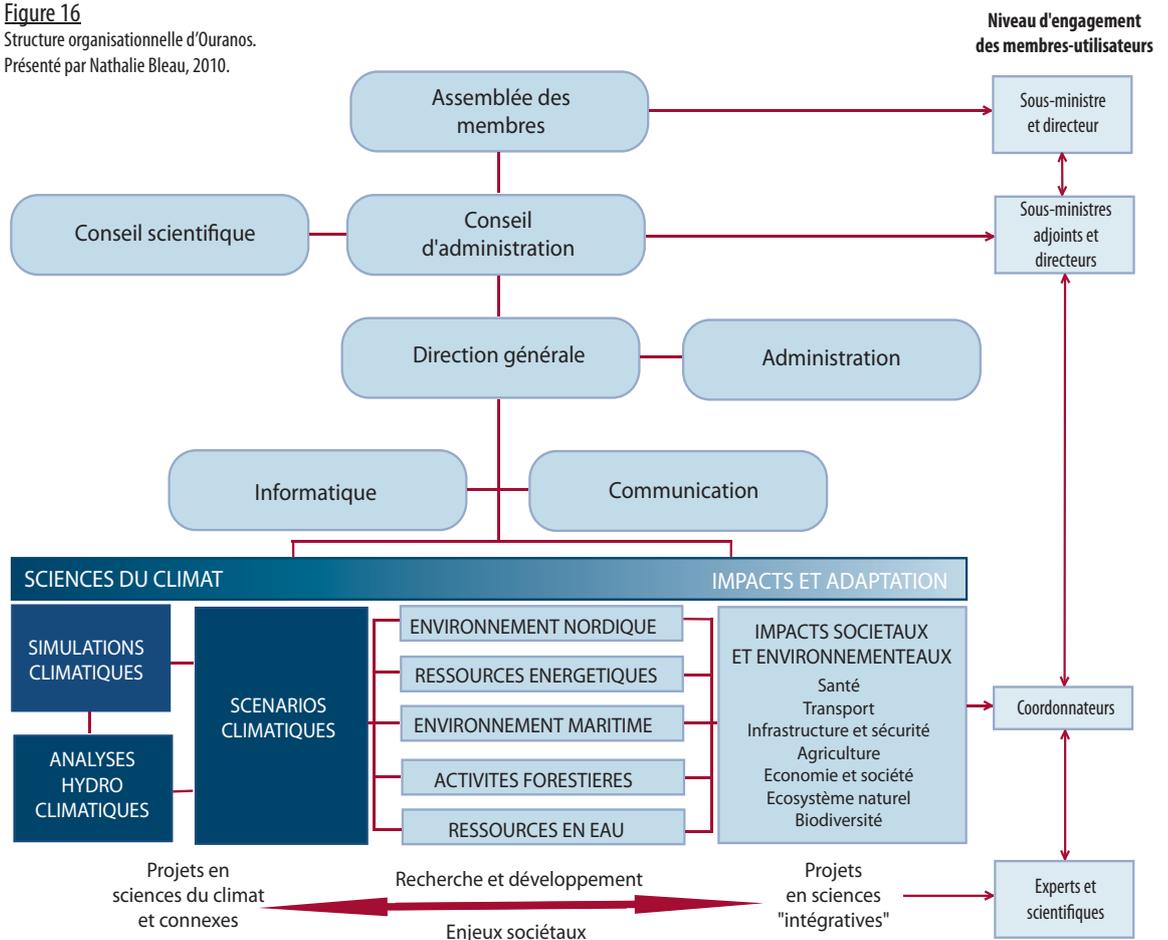
« L'objectif d'Ouranos est de produire puis diffuser des données et des informations pertinentes facilitant l'aide à la décision ainsi que d'offrir un service-conseil aux membres de l'organisation. »

Créé en 2001, Ouranos est un organisme de recherche et développement québécois sur la climatologie et l'adaptation au changement climatique situé à Montréal. Ouranos regroupe, à travers ses volets « Science du climat » et « Impacts et adaptation », des spécialistes en climatologie, en évaluation d'impacts et en développement d'outils d'aide à la décision en matière d'adaptation et fournit un support à la recherche par des activités d'accueil, d'encadrement et des possibilités de cofinancement (figure 16). Organisme à but non lucratif, Ouranos est fondé sur un financement public issu de ses trois membres principaux (le Gouvernement du Québec à travers huit de ses ministères, Environnement Canada et Hydro-Québec) auquel se greffent d'autres financements variant selon les opportunités. Indépendant dans sa gestion et dans sa prise de décisions, l'organisme est constitué d'un total de 19 membres réguliers et affiliés, dont font partie les principales universités québécoises. Son réseau central rassemble une vingtaine de spécialistes et une trentaine d'employés, venant de différents ministères

ou organismes membres, pour s'étendre ensuite à plus de 250 chercheurs professionnels présents partout au Québec.

L'objectif d'Ouranos est de produire puis diffuser des données et des informations pertinentes facilitant l'aide à la décision ainsi que d'offrir un service-conseil aux membres de l'organisation. La structure agit en partenariat avec les usagers sous la forme d'approche participative en matière d'adaptation au changement climatique. La programmation scientifique inclut trois programmes de recherche en sciences du climat et une dizaine en évaluation d'impacts et de stratégies d'adaptation. Le volet relatif aux sciences du climat est responsable de l'élaboration de simulations climatiques à partir de modèles climatiques régionaux et du traitement et de la validation d'informations produites par des analyses hydroclimatiques pertinentes et adéquates. En étroite collaboration avec les spécialistes en hydroclimatologie, l'équipe « Impacts et adaptation » réalise des analyses d'impacts et de vulnérabilité sur les milieux naturels québécois et les secteurs économiques d'importance. En étroite collaboration avec les usagers et les spécialistes de l'adaptation, cette équipe réalise également des évaluations sur les systèmes humains. Grâce à cette structure de recherche, Ouranos permet d'impliquer concrètement les différents acteurs socio-économiques à tous les paliers de décision, tant au niveau local que régional et provincial.

Figure 16
Structure organisationnelle d'Ouranos.
Présenté par Nathalie Bleau, 2010.



Présentation(s) de référence :

Session 1 – Villes : Nathalie Bleau, Ouranos.

Ouranos et la ville : un outil institutionnel pour assurer le passage de la recherche à l'action.

Un atlas de la biodiversité comme outil d'aide à la décision

éléments de la biodiversité. La méthodologie de recueil des données est axée sur les communautés végétales et non sur des espèces.

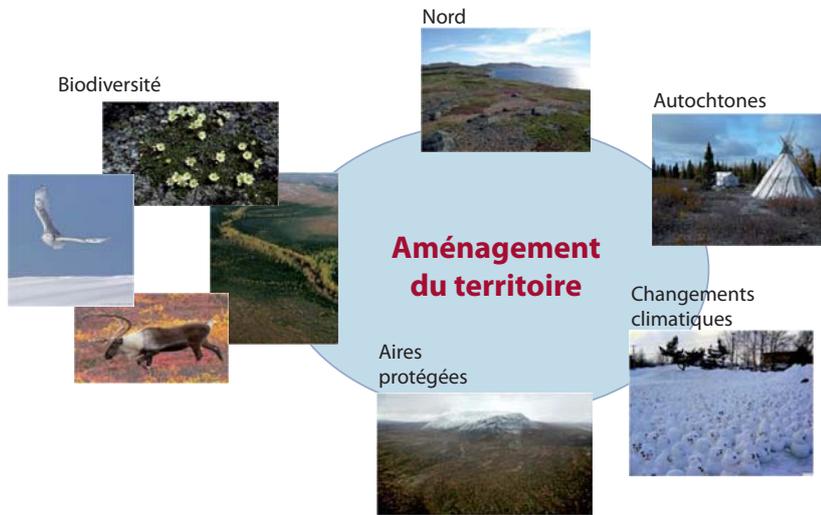
Dans ce projet, le rôle d'Ouranos est de caractériser le climat actuel pour comprendre la présence des espèces, définir leurs zones climatiques, et, en modélisant l'évolution future du climat, d'estimer le danger potentiel pour les écosystèmes nordiques de sortir de leurs zones bioclimatiques. Alors que par le passé le climat a souvent été considéré comme une donnée constante, il

devient maintenant une donnée variable pour toutes les problématiques reliées à l'aménagement du territoire, et est progressivement intégré dans les études sur la biodiversité (figure 17). Ainsi, une fois les données écologiques et celles du climat associées dans un cadre de référence, les données sur les espèces provenant de différentes sources d'inventaire sont ajoutées et intégrées dans un système d'information géographique. Bien que l'atlas n'ait pas pour vocation de prédire la migration

« Le projet de l'Atlas de la biodiversité nordique du Québec vise à établir un recueil de la diversité biologique située dans le territoire nordique du Québec. »

Figure 17

Les différentes dimensions que recoupe l'aménagement du territoire dans le cadre du projet sur l'Atlas de biodiversité du Québec nordique. Présenté par Frédéric Poisson, 2010.



Le projet de l'Atlas de la biodiversité nordique du Québec vise à établir un recueil de la diversité biologique située dans le territoire nordique du Québec. Financé par la fondation Albert II de Monaco, par le gouvernement du Québec et par Ouranos, le projet a débuté en 2009 pour une durée de trois ans. Le défi est de taille puisque la partie territoriale nordique représente 71 % des 1 667 441 km² de la province canadienne. L'occupation humaine y est très faible et seule une dizaine de villages autochtones (Inuits et Amérindiens) et de communautés vivent en permanence dans ces paysages du bouclier canadien modulés par les cycles de glaciation.

Le socle rocheux, parmi les plus anciens de la planète, a une influence particulière sur l'écologie locale. En l'état actuel, les connaissances biologiques, fauniques et floristiques du Nord du Québec sont parcellaires et s'appuient principalement sur une connaissance des écosystèmes utilisée pour l'exploitation commerciale des ressources naturelles (forestières, hydroélectriques, minières). Pour réaliser l'atlas de la biodiversité, le projet s'appuie sur une approche holistique et hiérarchisée en échelles spatiales tenant compte des connaissances disponibles du milieu physique, c'est à dire de l'organisation spatiale des reliefs et des dépôts, intégrateurs de la diversité biologique. En s'appuyant sur ce cadre de référence, l'objectif de l'atlas est de cartographier le système nordique et d'établir des relations entre découpage écologique, milieu physique et

nordique des écosystèmes ou des espèces, de telles analyses demeurent complémentaires au projet.

Avec l'atlas, le ministère du Développement durable, de l'Environnement et des parcs du Québec peut disposer d'un outil essentiel d'aide à la décision pour éclairer sa politique de planification d'aires protégées, d'instauration de corridors et d'adaptation du territoire au changement climatique. Un tel projet permet d'étudier le rôle des aires protégées face à la problématique climatique locale ainsi que d'aborder la question des socio-écosystèmes nordiques. En effet, un dérèglement dans les cours migratoires des caribous et dans les dynamiques sous-jacentes aux écosystèmes forestiers peut entraîner des modifications dans l'usage des ressources naturelles et alimentaires dont certaines communautés sont socio-économiquement tributaires, voire dépendantes. Par ailleurs, l'avancée des connaissances sur la biodiversité locale permet également d'éclairer l'aménagement du territoire au sens général du terme, notamment à travers l'étude de la capacité de support des écosystèmes (et de leurs limites) au développement économique (forestiers et miniers dans le cas des territoires nordiques).

Présentation(s) de référence :

Session 3 – Forêts et Biodiversité : Frédéric Poisson, ministère du Développement Durable, de l'Environnement et des Parcs.

Le projet d'Atlas de la biodiversité du Québec nordique

La parole aux scientifiques : quelles pistes de recherche?

Les scientifiques, en qualité de chercheurs mais aussi en tant que citoyens, ont la responsabilité de participer aux réflexions portant sur les processus envisageables afin d'anticiper, d'organiser et de mettre en place des réponses adéquates face au changement climatique. Les pistes à explorer concernant l'adaptation au changement climatique en tant que domaine de recherche en pleine expansion sont multiples et variées. Cependant, compte tenu de l'urgence, de la complexité et des interconnexions avec d'autres problématiques socio-économiques et environnementales de la situation climatique globale actuelle, la recherche scientifique nécessite l'adoption de postures théoriques innovantes, de collaborations plus actives et de modes de raisonnement renouvelés. Ainsi, les liens avec les réflexions déjà engagées sur le développement durable, l'articulation avec la sphère décisionnelle ainsi que le rapprochement des communautés scientifiques semblent des voies prioritaires à approfondir. Ce chapitre final donne des exemples de thématiques de recherche à emprunter afin de stimuler la créativité et l'esprit multidisciplinaire désormais obligatoires pour affronter les défis que soulève le changement climatique.

Intégrer les besoins des utilisateurs

Comme il l'a été dit dans le premier chapitre, l'utilisation de projections climatiques futures favorise l'analyse des vulnérabilités d'un système naturel ou humain en amont de la mise en place d'interventions. Toutefois, cette utilisation est inévitablement entachée d'incertitudes comme décrit précédemment. L'utilisation de données d'observations ou de simulations pour l'évaluation des vulnérabilités pose la question du choix et de la pertinence des types de données à utiliser. Plusieurs projets mettent en collaboration des climatologues et des responsables d'opérationnalisation de stratégies d'adaptation afin de sélectionner ensemble les données et les indicateurs les plus pertinents à utiliser. Néanmoins, cette manière de procéder comporte quelques risques. En effet, tandis que certaines données choisies peuvent ne pas s'avérer assez pertinentes pour élaborer des réponses, d'autres peuvent être surreprésentées. Il existe également le cas où les stratégies mises en place peuvent devenir récurrentes au point d'être généralisées à tout système étudié, entraînant le risque de maladaptations.

Pour palier ces risques, la méthode consistant à coproduire des données dans un objectif d'adaptation semble intéressante à explorer. La coproduction de données permet de répondre à des besoins variés, comme un meilleur ajustement aux demandes des usagers, la couverture d'un champ d'impacts plus large intégrant leurs interrelations ainsi qu'une meilleure compréhension de l'évolution de la vulnérabilité du système étudié face aux changements autres que climatiques (démographiques, socio-économiques, environnementaux). Le projet INVULNERABLE piloté par l'IDDRI illustre cette manière de procéder via une coopération entre climatologues et industriels afin de mieux cerner cinq types de

vulnérabilités : celles liées aux ressources, à la conception des infrastructures et aux fragilités des installations existantes, à la demande du marché, à la gestion et aux processus industriels ainsi qu'aux incidents climatiques soudains. Pour les industriels, la coproduction d'indicateurs a l'avantage de mieux prendre en compte le climat dans leurs activités et leurs investissements malgré l'absence d'indicateurs climatiques spécifiques. Cela permet également de mieux saisir l'apport et les limites de l'utilisation des données climatiques, notamment en matière d'incertitude. Bien que celle-ci soit une limite de la technique de coproduction de données, sa prise en compte dans les résultats est nécessaire. L'autre limite de la méthode est l'ampleur du travail scientifique requis pour les collectes et les analyses des données climatiques. Malgré tout, la coproduction de données incarne un outil de sensibilisation à l'adaptation au changement climatique ; l'évolution de son application dans le milieu industriel ouvre une porte prometteuse à un croisement de données provenant de différents champs scientifiques nécessitant des coopérations interdisciplinaires entre le secteur privé et la recherche.

Présentation(s) de référence :

Session 1 – Villes : Benjamin Garnaud, Institut du Développement Durable et des Relations Internationales.

Vers une coproduction de données pour une stratégie d'adaptation urbaine.

« L'utilisation de données d'observations ou de simulations pour l'évaluation des vulnérabilités pose la question du choix et de la pertinence des types de données à utiliser. »

La complexité de l'analyse des vulnérabilités

La première étape d'une analyse de vulnérabilité des territoires et de ses populations consiste à comprendre s'il y a prise de conscience des situations où les usagers (décideurs, population, acteurs économiques et associatifs, techniciens) sont dépendants du climat. Puis, il est nécessaire d'estimer la capacité des institutions à prendre en charge les défis à relever à travers leurs compétences, leurs ressources et leurs interprétations de la problématique. L'évaluation du capital social, représenté par les connexions, les interdépendances et la capacité de coopérer entre les différents acteurs est également primordiale pour estimer les capacités de mobilisation et d'action collectives. La situation économique, les ressources disponibles et le niveau de développement sont aussi à prendre en compte afin d'évaluer les dispositions pour accompagner la mise en place des interventions. Enfin, l'état du territoire (vieillesse des infrastructures, réseaux) et de ses populations (santé, sécurité, cohésion sociale) rentrent en ligne de compte dans une analyse de vulnérabilité complète, étant donné la dépendance de la plupart des communautés et de la capacité de réponse institutionnelle au bon fonctionnement d'infrastructures stratégiques. Chacune de ces étapes comporte des défis particuliers qui représentent autant de pistes de recherche pour mieux les cerner. L'identification des freins et des barrières dressés devant les processus de mise en place d'intervention en est un exemple.

Les modifications de la variabilité climatique globale se répercutent à l'échelle locale par des événements météorologiques extrêmes ou une transformation progressive (ou soudaine) à la fois physique (du milieu) et sociale (du cadre de vie) d'un système humain. Entre cette transformation et la réponse d'une communauté pour y faire face se situe la capacité (individuelle et collective) du système d'anticiper (ou de mobiliser) les ressources nécessaires permettant d'y répondre (ou de se rétablir). Du point de vue des sciences humaines et sociales, cette capacité fait partie intégrante de la vulnérabilité du système. Toutefois, entre l'analyse des vulnérabilités et la mise en place de stratégies adéquates s'érige le filtre gris des leviers, des obstacles et des freins garants de l'échec et de la réussite des interventions, mais aussi des façons de procéder pour l'élaboration d'actions à partir de différents outils (nouvelles institutions, nouvelles technologies) et méthodes pour ce faire (approche participative, consensuelle, experte). Ce filtre fait appel à la créativité afin de trouver les zones d'ombres à mieux cerner ; les sciences humaines et sociales disposent d'une richesse potentielle en la matière, liée à l'histoire et l'évolution des réflexions, aux postures théoriques ou encore aux observations de terrain. Les exemples qui suivent montrent toute l'ampleur des questions de recherche potentielles relatives à l'adaptation.

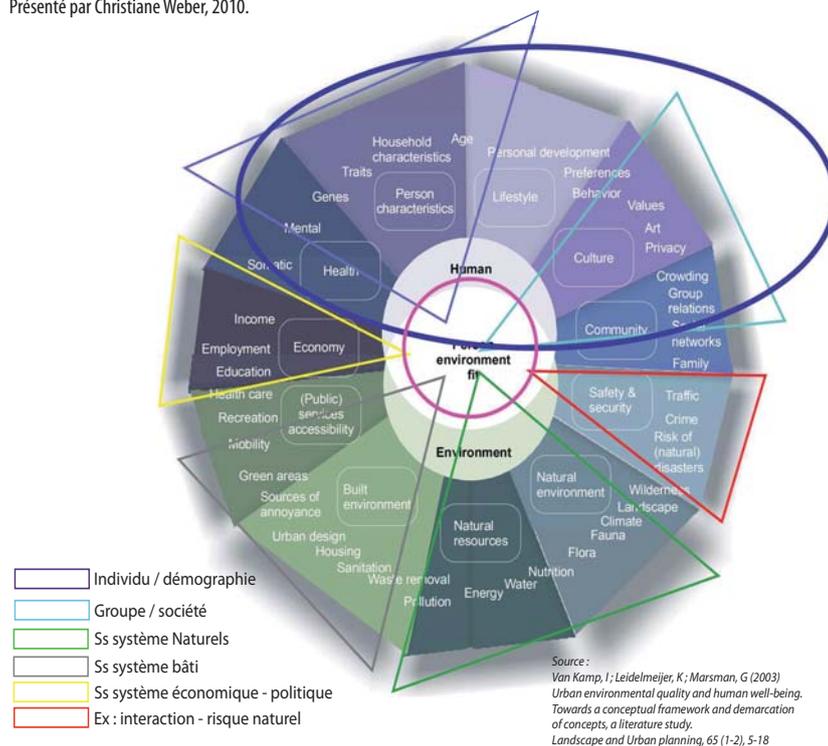
La prise en compte des échelles spatiales et temporelles

Dans un territoire donné, le passage d'échelles (spatiales ou temporelles) est important puisque chaque élément d'un système a sa réalité, sa dynamique propre et sa complexité, et interagit avec d'autres éléments (figure 18). La problématique climatique soulève des questions sur les modifications des habitudes existantes dans le contexte d'un futur incertain, de postures à prendre, de raisonnements à tenir ainsi que de politiques à élaborer afin de réduire les vulnérabilités physiques et sociales des territoires. Or, malgré leur dynamisme, certains territoires doivent faire avec l'inertie de certains secteurs, comme celui du bâti, ce qui rend le changement difficile et coûteux. Leur capacité de résilience est alors directement interpellée en fonction de leurs caractéristiques et de leur capacité d'adaptation.

Les questions d'échelle (intégration, interterritorialité...) sont également à poser au moment de l'application d'une politique territoriale. Ainsi la répartition spatio-temporelle des impacts, les opportunités et l'organisation des réponses sont difficiles à estimer. Dès lors, l'application des politiques locales portant sur les enjeux climatiques pose le défi de l'intégration du temps dans l'organisation, la mise en valeur et la planification des territoires, de leurs interconnexions et de l'intégration des externalités. La manière de gérer l'adéquation temporelle entre la durée des mandats, celle des aménagements urbains et la durée de vie des constructions (et de l'héritage des problèmes liés à leur remplacement) est à inventer. Pour ne citer que cet exemple, le littoral Nord-Pas-de-Calais peut, à court et moyen terme, recevoir un afflux de touristes mais, à plus long terme, voir ses plages disparaître. Les inégalités en termes d'impacts ou d'opportunités viennent aussi questionner l'aménagement et l'action face aux déséquilibres spatiaux territoriaux.

Figure 18

Une complexité croissante des dynamiques territoriales par la multiplication des composants et des interactions. Présenté par Christiane Weber, 2010.



Présentation(s) de référence :

Session 1 – Villes : Guillaume Simonet, Institut des sciences de l'environnement, UQAM.

Le passage à l'action : les représentations cognitives de l'adaptation : exemple de Paris.

Le cas particulier des territoires urbains

De l'édification des remparts protégeant les récoltes à l'aménagement de places centrales favorisant les échanges, la ville est le berceau historique des principales civilisations en concentrant les richesses commerciales, culturelles et cognitives. Aujourd'hui, les enjeux rejoignent le projet de viabilité urbaine à travers le discours dominant du développement durable qui doit désormais incorporer la question de l'adaptation au changement climatique via la réduction des vulnérabilités de ses territoires et de ses populations. Mais les écosystèmes urbains sont des entités dynamiques, à la fois transformateurs de leur propre aspect (physique, social, environnemental) et des paysages alentours, lesquels évoluent au fil du temps et des événements. En ce sens, estimer la vulnérabilité urbaine face aux nouvelles réalités climatiques soulève de nombreux défis, parmi lesquels l'équilibre à atteindre entre les gains et les rétroactions possibles. Ainsi, en favorisant une construction urbaine compacte pour une meilleure gestion énergétique et une moindre occupation des sols, ne risque-t'il pas d'accroître l'îlot de chaleur ? Pour ce faire, le choix des formes et des matériaux doit être optimal et sans effets secondaires. Le recours au couplage végétation-bâtiment doit être approfondi en tenant compte des échelles en jeu et des phénomènes climatiques locaux afin de ne pas accentuer d'éventuels effets de rétroaction. La construction de bâtiments au cycle de vie mieux ajusté à des dégradations accélérées qui pourraient potentiellement résulter d'extrêmes climatiques d'ampleur, de durée et de fréquence accrues, doit faire appel à la créativité et à l'innovation, deux processus inhérents à l'adaptation au changement climatique. De ce fait, les types de modèles urbains ajustés aux contextes locaux devraient être étudiés à travers les questions de taille (mégalopoles ou chapelets), de densité (et des limites), de capacité à satisfaire les besoins en termes de ressources et d'emplois ou de toute autre aspect relatif au fonctionnement optimal d'une entité urbaine dans une perspective de développement durable et d'adaptation au changement climatique.

Présentation(s) de référence :

Session 1 – Villes : Christiane Weber, Laboratoire Image, Ville, Environnement, ERL, CNRS, Université de Strasbourg.

La ville comme système complexe.

Toit vert extensif aménagé sur le One Oak, Toronto



L'instauration de partenariats science et société

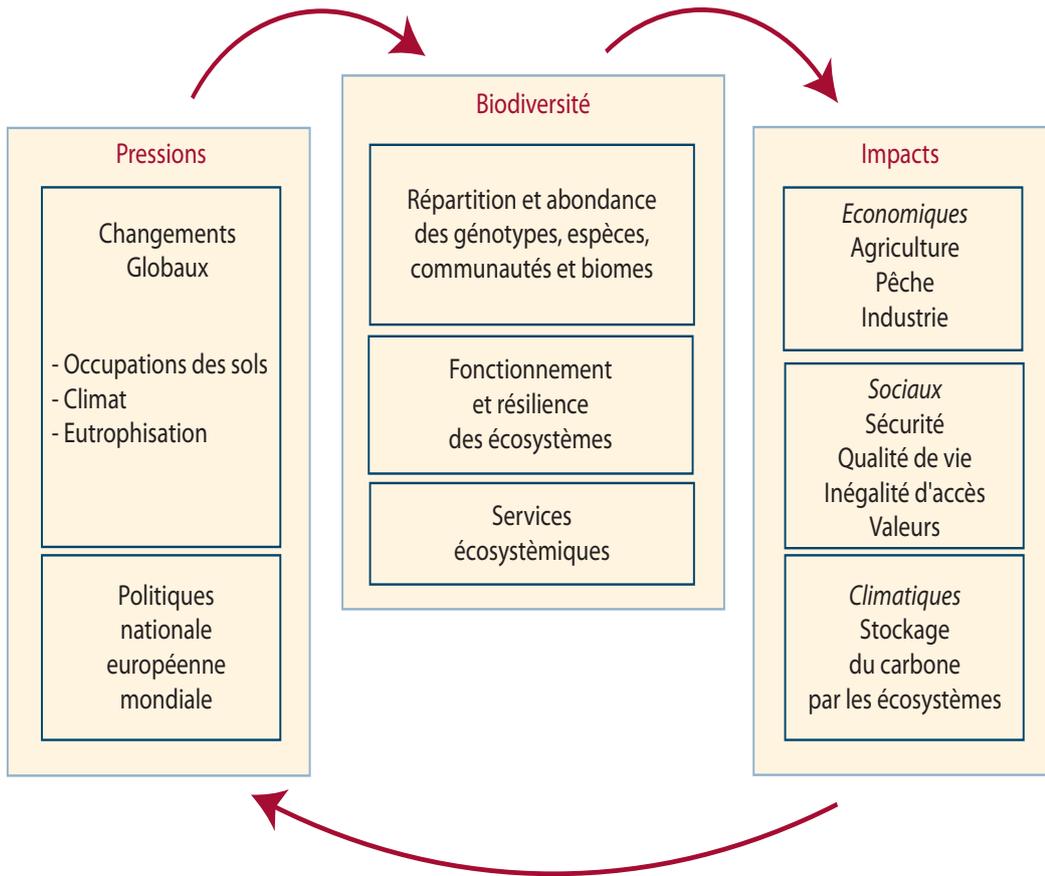
La définition des rôles et des responsabilités des collectivités territoriales en matière d'adaptation n'est pas chose facile. Les rôles se cumulent entre celui d'adaptateur, de propriétaire et de fournisseur de services à la communauté, de catalyseur de créativité et d'échanges d'innovations, d'animateur dans la collecte, l'analyse et la communication des données et des informations ainsi que d'intervenant responsable dans l'application des réglementations, normes et manières de faire spécifiques au contexte socioculturel, économique et environnemental local. La limite souvent rencontrée au niveau des collectivités face aux enjeux du changement climatique relève du manque d'expertise et d'une absence de lien suffisamment tissé avec la communauté scientifique pour traduire les résultats de recherche et les avancées dans la connaissance en actions de terrain. Il y a également lieu de construire et de favoriser le dialogue entre les citoyens et la communauté scientifique, et au sein des sciences, entre les divers champs disciplinaires de la connaissance.

Ainsi, un des défis actuels de la recherche est de regrouper les communautés scientifiques évoluant sur le thème commun de l'adaptation, d'en définir les intérêts de recherche convergents et d'instaurer un langage rassembleur. La base scientifique ainsi constituée pourrait alors servir de fondement à des coopérations fructueuses avec le monde des acteurs décisionnels et des usagers ; les connaissances théoriques pourraient ainsi être mises au service d'interventions appropriées pour les territoires, acceptées par les populations et écologiquement responsables. Ceci peut s'effectuer à travers une vision novatrice basée sur l'interdisciplinarité, dont l'immense défi est de mettre en relation - pour un objectif commun - des savoirs construits sur des bases théoriques différentes et sur des logiques monodisciplinaires. Dès lors, les évolutions de posture, la remise en question des certitudes acquises et les changements de mentalité sont nécessaires pour se tourner vers des modes de raisonnements innovants basés sur une vision plus large, intégrée et interconnectée avec les principes du développement durable.

Afin de rapprocher les acteurs, l'instauration de réseaux de recherche apparaît être un outil pertinent, comme le montre l'exemple de la Fondation pour la recherche sur la biodiversité (FRB). Officiellement lancée en 2008 dans le cadre du Grenelle de l'environnement, la FRB est une initiative visant à mettre en relation les acteurs scientifiques et ceux de la société dans le domaine de la biodiversité. Pour ce faire, la FRB s'est dotée d'un conseil d'administration, d'un conseil scientifique ainsi que d'un conseil d'orientation stratégique qui regroupe les acteurs sociaux intéressés par le sujet. Parmi ses programmes phares, la FRB coordonne et assure la gestion opérationnelle de BiodivERsA, un réseau européen d'agences nationales de financement de la recherche sur la biodiversité, tout en étant le point focal de l'IPBES (Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services) pour la France. En juillet 2010, la FRB a lancé le programme quinquennal « Modélisation et scénarios de la biodiversité » en réponse aux priorités ciblées par

Figure 19

Structure schématique de la modélisation et de la scénarisation des facteurs de changement sur la biodiversité.
Présenté par Paul Leadley pour Bernard Delay, 2010.



la « Prospective scientifique sur la recherche française en biodiversité ». Les axes stratégiques de ce programme visent à comprendre l'impact des changements globaux sur la biodiversité d'ici la fin du XXI^e siècle et à mieux cerner comment la biodiversité est en train d'évoluer face aux impacts issus des activités anthropiques. Les recherches se proposent également de mettre davantage l'accent sur une meilleure quantification des apports potentiels de la biodiversité pour l'humanité. L'idée est de combiner des modèles prédictifs de l'évolution de la biodiversité afin d'éclairer la décision. Dans ce cadre, le changement climatique est inclus dans la problématique générale, en tant qu'un des moteurs des changements socio-économiques et environnementaux à l'origine des pressions sur la biodiversité (figure 19).

Pour réaliser ce programme de recherche, l'approche utilisée est de rassembler de manière interdisciplinaire les chercheurs travaillant sur les pressions (climat, occupation des sols, eutrophisation) et ceux travaillant sur les liens de ces pressions directes avec les facteurs socio-économiques et climatiques qui en sont à l'origine, autrement dit, les pressions indirectes. Les impacts sur la biodiversité, sur les services écosystémiques associés et sur les aspects socio-économiques sont également étudiés.

La FRB souhaite avoir une vision large des scénarios et de la modélisation développée et, à ce titre, souhaite exploiter une diversité de modèles (mécanistes et statistiques) en appuyant et poursuivant le développement des différents modèles existants en France. Enfin, la FRB envisage la création d'un institut de la modélisation de la biodiversité qui fonctionnerait comme un réseau de recherche .

Présentation(s) de référence :

Session 3 – Forêts et Biodiversité : Paul Leadley (pour Bernard Delay), Université Paris XI, Laboratoire Écologie Systématique et Évolution;
François Letourneux, Comité d'orientation stratégique de la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité.
Séance introductive



© Trees for the future

Perspectives

L'adaptation au changement climatique est une notion devenue incontournable au regard de l'évolution des émissions de gaz à effet de serre, de la démographie et de la situation socio-économique mondiale. Adapter les territoires, les populations et les activités aux conséquences du changement climatique actuel et à venir est un des défis du XXI^e siècle qui ne peut être affronté que par l'articulation entre les sphères de la décision, en particulier l'action publique, et celles de la connaissance.

« Mais la question de l'incertitude ne se limite pas à celle de l'évolution des conditions climatiques moyennes futures et aux modifications d'ampleur, d'intensité et de fréquence des événements climatiques extrêmes. »

L'analyse des politiques publiques locales

L'étude de l'adaptation au changement climatique en tant qu'objet de recherche sur les politiques publiques locales permet d'en apprendre davantage sur son institutionnalisation, son entrée en politique et les enjeux liés à sa traduction sur le terrain. Ainsi, est-il pertinent de repérer les événements climatiques déclencheurs et les acteurs qui l'ont introduit sur la scène politique locale, puis d'analyser de quelle manière le thème est compris, interprété puis intégré. L'observation des types d'instruments mobilisés pour agir et des articulations avec les différentes politiques locales apporte également des précisions supplémentaires sur les processus de mise en place territoriale de l'adaptation, et plus généralement, des politiques relevant du développement durable. Dès lors, la problématique climatique permet à la fois d'observer les barrières et les leviers de la mise en place des politiques territoriales climatiques à l'échelle locale et de ses interconnexions avec les autres problématiques socio-économiques et environnementales. Tous ces aspects constituent des thèmes de recherche en développement qui permettent de mieux cerner l'évolution des dynamiques organisationnelles gravitant autour du thème de l'adaptation et d'être en mesure d'estimer l'efficacité, les limites et les barrières et leviers d'opérationnalisation des interventions qui en découlent.

Présentation(s) de référence :

Session 2 – Zones Vulnérables : François Bertrand, Université de Tours, Centre interdisciplinaire Cités, TERritoires, Environnement et Sociétés (CITERES).
Adaptation et territoires : les défis d'une approche intégrée.

S'adapter à quoi ?

La problématique de l'adaptation au changement climatique soulève de multiples autres questions fondamentales. Mais une des questions qui revient régulièrement est : « à quoi » faut-il réellement adapter les systèmes naturels et humains ? En effet, en dehors des évolutions des conditions climatiques moyennes, de la variabilité et des épisodes d'événements extrêmes, il y a lieu de garder en tête que le processus d'adaptation se situe avant tout dans les situations socio-économiques et environnementales actuelles locales, lesquelles sont déjà en crise face au contexte de changement global. L'évolution climatique est un processus qui est tout à la fois une des conséquences de ce contexte de changement global et l'une des causes l'exacerbant selon une boucle rétroactive positive. Tout d'abord, en raison des incertitudes inhérentes aux caractéristiques stochastiques du système climatique et, de ce fait, à celles découlant des modèles climatiques, les impacts auxquels les systèmes doivent se préparer ne peuvent être totalement prédits. En outre, l'appréciation de la situation peut être différente selon que l'on soit usager, acteur économique ou associatif, et selon sa position décisionnelle. Dès lors, une des difficultés est d'isoler les effets du changement climatique à chaque échelle et de considérer s'ils prennent la forme d'impacts négatifs ou d'opportunités. Pour cela, l'étude du contexte local (social, culturel, économique), de ses enjeux et de ses intérêts sont inévitablement à analyser et à partager avec l'ensemble des acteurs impliqués.

Mais la question de l'incertitude ne se limite pas à celle de l'évolution des conditions climatiques moyennes futures et aux modifications d'ampleur, d'intensité et de fréquence des événements climatiques extrêmes. En effet, l'incertitude fait également référence à la variation des probabilités de ruptures éventuelles de systèmes (cycles, flux), qui se situent aussi bien dans la sphère des dimensions physiques (cycle du carbone, courants océan-atmosphériques) qu'humaines. Ainsi, la problématique climatique étant intimement liée à la situation énergétique mondiale, l'adaptation se réfère également indirectement aux évolutions futures du prix du pétrole, à la raréfaction des énergies fossiles et à une demande globale croissante du fait de la démographie et de l'adoption du modèle de consommation occidentale. Dès lors, les capacités d'adaptation au changement climatique dépendent indirectement des modifications dans les pratiques, les attitudes et les comportements, aussi bien individuels que collectifs, elles-mêmes dépendant d'un ensemble de facteurs physiques et socio-économiques.

S'adapter dans quel but ?

Une des difficultés principales de penser « l'adaptation » en termes d'action est directement liée à la difficulté de comprendre le sens même du terme. En effet, selon sa définition sémantique, l'adaptation fait à la fois référence à un processus, c'est à dire à un mouvement continu et permanent dans le temps, et à un état, c'est à dire à un arrêt fixe défini à un moment donné, comme pourrait le faire une photographie. Les nombreuses acceptions disciplinaires de l'adaptation en font un concept riche connecté avec la notion de « changement ». Dans le cadre spécifique du changement climatique, l'urgence de la réalité nécessite une traduction de cette dualité en interventions, qui est loin d'être évidente. L'adaptation, état et processus en même temps, soulève la question de l'objectif même de sa mise en place, en dehors de celle, évidente, relative à la survie. À titre d'exemple, l'adaptation soulève des questions relatives aux formes des stratégies de protection et de lutte contre les impacts ainsi que celles relatives aux formes d'accompagnement et de guidage des opportunités.

La question peut être illustrée par la problématique littorale, où le choix se situe entre endiguer ou reculer selon que l'on considère que l'aménagement a pour objectif de lutter contre l'érosion littorale ou de faire avec. L'intégration de « processus » dans les stratégies d'adaptation à mettre en place nécessite une souplesse que les systèmes (comme le bâti) ne possèdent pas forcément. Quelle posture « dynamique » tenir face à l'environnement climatique, entre la mise en œuvre de toute une panoplie de normes, de techniques voire de comportements et les réajustements au cas par cas, selon les échelles impliquées, selon la conjoncture ou encore selon l'évolution des attitudes actuelles de « maîtrise des éléments naturels ». Par exemple, le changement climatique étant le reflet des conséquences des impacts des activités anthropiques et de la démographie humaine sur l'environnement, l'adaptation peut être perçue comme une remise à plat des questionnements qui touchent directement la relation Homme-Nature tissée jusque là dans les sociétés occidentales, en majeure partie responsables de la problématique. Cet exercice, qui semble nécessaire à un moment donné, risque de ressembler fortement à une boîte de Pandore.

La situation climatique actuelle est en constante évolution, et le temps presse pour gérer les impacts auxquels les systèmes humains et naturels font actuellement face et auxquels ils seront confrontés dans les prochaines décennies, quelque soit l'effort de réduction des émissions de GES. Pour ce faire, et du fait des considérations théoriques abordées plus haut, l'adaptation au changement climatique pourrait se penser à travers le prisme du concept de « vulnérabilité » qui renvoie directement à l'étude des réalités à l'échelle locale. En effet, comme la littérature scientifique mondiale spécialisée le propose depuis plusieurs années, cet angle pourrait rendre l'objectif d'adaptation plus concret, tangible et pertinent : réduire les vulnérabilités sociales et physiques des systèmes face à l'inévitable évolution des impacts climatiques.

Adaptation et conservation de la biodiversité

L'adaptation au changement climatique dans le domaine de la biodiversité soulève plusieurs constats et réflexions. Tout d'abord, au sein même du thème de la biodiversité, il existe une distance à combler entre le milieu scientifique, le milieu associatif et le monde de la prise de décision (gestionnaires, décideurs). Des différences de compréhension des enjeux se retrouvent particulièrement dans des espaces de discussion, tels que le conseil scientifique de la Fondation pour la recherche sur la biodiversité (FRB). Parmi ces réflexions, la notion d'espèces « envahissantes » intéresse plus particulièrement l'adaptation au changement climatique. En effet, cette notion renvoie à une idée fixiste de la conservation de la diversité biologique, qui a sous-tendu, à l'origine, la mise en place des politiques de protection des paysages et des milieux naturels avant que ne soient créés les territoires protégés d'activités humaines. Aujourd'hui, l'adaptation au changement climatique et les réflexions relatives au thème de la biodiversité permettent d'approfondir la notion d'espèces invasives. En effet, en se plaçant sous l'angle de l'évolution biologique, celles-ci peuvent être considérées comme un succès adaptatif. Dans la problématique climatique, il est envisagé que la grande majorité des espèces peuvent potentiellement devenir mobiles et donc, occuper de nouveaux territoires. L'un des mérites principaux de la modélisation est de fournir une aide pour évaluer ces déplacements et considérer la diversité biologique dans sa dimension dynamique. Dès lors, la question d'espèces invasives se pose quand elles sont en compétition avec des espèces très spécialisées, peu mobiles et fragiles par leur dépendance à leur niche écologique.

Ainsi, l'adaptation au changement climatique dans le domaine de la biodiversité permet d'interroger les politiques de conservation et leurs applications face à cette dimension dynamique du vivant (paysages, écosystèmes, espèces). Elle est également le vecteur d'une meilleure compréhension du rôle des écosystèmes, des interactions spécifiques ou des relations multilatérales entre les diverses composantes d'un territoire. En ce sens, les questionnements portant sur l'adaptation entretiennent l'évolution des réflexions sur la conservation depuis ses premiers fondements et applications (protection intégrale, protection esthétique et culturelle) et obligent à se projeter dans le futur, à comprendre l'évolution de la diversité biologique. La problématique climatique renforce l'idée que l'on ne conserve pas des entités temporellement fixées, mais un mouvement et la capacité pour la biodiversité de s'inscrire dans ce mouvement. Elle accentue également la prise de conscience selon laquelle les origines de l'érosion de la biodiversité se trouvent aussi dans l'intensification de l'agriculture (milieu dans lequel le thème de la biodiversité est encore peu abordé) et dans l'intensification de l'urbanisation des territoires (milieu où le thème émerge à travers les concepts de Trames vertes). Enfin, cette problématique soulève des questions sur la manière de créer des réseaux connectés de territoires protégés représentatifs du patrimoine naturel et sur le pourquoi d'une telle protection. En effet, au delà de l'objectif de maintenir une résilience élevée des écosystèmes pour faciliter leur adaptation, la protection de la biodiversité renvoie à l'indissociable relation homme-nature, composants de la même famille du vivant. Au niveau de l'application des politiques de conservation, l'exemple de pays tels les Pays-Bas ou la Grande-Bretagne peut inspirer ailleurs le développement de techniques de maintien de la résilience de la biodiversité. Les partenariats entre les acteurs de la recherche et ceux du territoire doivent se renforcer davantage.

Présentation(s) de référence :

Session 3 – Forêts et Biodiversité : François Letourneau, comité d'orientation stratégique de la Fondation pour la Recherche sur la Biodiversité.
Séance introductive.

Conclusion

Le changement climatique interagit avec les pressions que les activités humaines exercent sur les écosystèmes, ce qui nécessite que les territoires se préparent pour s'adapter à une constellation d'impacts, dont certains se manifestent d'ores et déjà. Mais comme le montre cette synthèse, l'adaptation est un concept non stabilisé, appréhendé de façon différente suivant les domaines de la connaissance et utilisé à des échelles qui vont de l'individuel au collectif. Il en ressort néanmoins l'idée selon laquelle l'adaptation ne se résume pas à l'élaboration des réponses face aux perturbations d'équilibres naturels provoquées par l'homme. Elle est aussi dynamique et anticipation, en tant que capacité essentielle des êtres vivants grâce à laquelle ceux-ci inventent leurs propres moyens de vivre. Dans la mesure où les prévisions montrent que le climat, et son cortège d'événements extrêmes encore mal connus, ne cessera de changer tout au long du XXI^{ème} siècle, peut-être serait-il préférable de parler d'adaptabilité, notion mettant l'accent sur la flexibilité, évoquant ainsi une facilité à s'inscrire dans des situations variées et inattendues.

Dès qu'on aborde l'adaptation, la notion d'échelle spatiale apparaît avec généralement la nécessité de se situer à une échelle pertinente pour la décision, soit en général l'échelle des territoires. L'adaptation diffère en cela de l'atténuation qui concerne principalement l'échelle mondiale. Mais ce sont des processus intimement liés. Les plans d'adaptation au changement climatique se réfèrent ainsi explicitement à des objectifs de décarbonisation, tandis que les politiques d'atténuation peuvent aider aux stratégies d'adaptation. Donner une information climatique fiable à l'échelle des territoires est un enjeu pour la modélisation du climat car les résultats des modèles présentent de plus grandes incertitudes à petite échelle spatiale. L'adaptation implique également des échelles de temps de la saison à la décennie (agriculture, eau), voire quelques décennies (forêts, villes) alors que l'atténuation nécessite une vision à plus long terme. Ainsi, l'adaptation constitue un véritable enjeu pour le développement des modèles de climat, qu'ils soient globaux ou régionaux.

L'adaptation est également souvent abordée sous l'angle des vulnérabilités et nécessite une analyse approfondie de celles-ci, focalisant ainsi le travail sur les événements connus et conduisant à des réponses ciblées sur l'aléa climatique. Un bémol doit cependant être mis à cette approche, car elle nécessite de prévoir à quoi s'adapter et quels facteurs sous-tendent les vulnérabilités. Viser la résilience dans les processus d'adaptation pourrait permettre d'accepter l'incertitude plutôt que de chercher à la réduire et de se préparer à des impacts imprévisibles.

Dans les différents exemples donnés dans ce document, on voit les difficultés auxquelles les politiques d'adaptation doivent faire face. Difficultés dans la représentation des phénomènes, car s'adapter nécessite non seulement de prendre conscience des vulnérabilités face au climat mais également d'anticiper des situations sans analogues dans le passé. Limitations liées au fait que le climat n'est qu'un des facteurs de changement auxquels sont confrontés les sociétés. Limitations liées aux incertitudes des prévisions, mais aussi celles intrinsèques au monde vivant. Penser l'adaptation nécessite également d'aller au-delà des processus territoriaux, quand il s'agit, par exemple, de mettre au débat et légiférer au niveau international sur les migrations dites climatiques.

Les chemins de l'adaptation peuvent être multiples voire réversibles. Ils vont des mesures sans regret aux grands travaux d'infrastructure, en passant par des mesures d'aménagement du territoire telles que la restauration des zones humides pour réduire la force des crues. Les mesures adoptées peuvent dans certains cas présenter des co-bénéfices, par exemple lorsque des trames vertes urbaines sont créées, qui peuvent à la fois aider à la conservation de la biodiversité et permettre un rafraîchissement des villes durant les périodes de chaleur accablante ; elles peuvent aussi offrir des opportunités, comme celle de penser autrement les enjeux de développement pour les zones vulnérables d'Afrique.

L'adaptation est un véritable enjeu de recherche s'articulant à celui de l'atténuation qui reste plus que jamais à l'ordre du jour de l'agenda climatique international. Il s'agit tout à la fois de limiter globalement les émissions de GES et de construire des solutions d'adaptation efficaces et robustes.

L'adaptation est également un formidable terrain pour les recherches interdisciplinaires qui nécessitent non seulement d'intégrer sciences sociales et sciences de la nature, mais aussi une hiérarchie d'outils : enquêtes, systèmes d'information géographique, modèles de climat et d'impacts... Disposer de « systématiciens » devrait aider à cette intégration. Par ailleurs, au-delà des risques complexes et incertains liés au climat et de ses interactions avec la société, l'adaptation bénéficierait d'approches participatives conciliant enjeux et priorités, dont les communautés d'acteurs concernés sont porteuses.

