

Vulnérabilités urbaines : le changement climatique

Chercheuse au CNRS, Chantal Pacteau est docteur en Sciences cognitives et ingénieur agronome. Elle a travaillé pendant près de vingt ans dans différents laboratoires, en France et à l'étranger, sur la construction des représentations, en particulier spatiales. Ses recherches l'ont très tôt amenée à être attentive aux questions de développement durable. Actuellement, à la direction du GIS (Groupe d'intérêt scientifique) « Climat, environnement, société », elle est responsable des relations extérieures et de l'interdisciplinarité avec les Sciences du Vivant et les Sciences de l'Homme et de la Société. Une de ses missions est la mise en place d'une dynamique intégrée des recherches sur les milieux urbains. La coopération avec des équipes à l'étranger et le cycle de séminaires franco-québécois sur l'adaptation au changement climatique font partie des actions qu'elle a contribuées à lancer. Chantal Pacteau nous alerte ici sur les dérèglements climatiques en cours et évoque les engagements initiés pour mieux les comprendre et y faire face.

« Nous sommes désormais entrés dans le "siècle de la ville". La taille, la forme, la structure et les fonctions des milieux urbains et les trajectoires de leur croissance future sont des éléments critiques de leur transition vers la durabilité. L'urbanisation est une composante majeure du changement global, dans le même temps qu'elle est menacée par lui » (1). Le changement climatique est une de ces menaces, qui ne prend son sens que replacé dans le faisceau plus large des pressions anthropiques qui s'exercent sur les milieux urbains - artificialisation des berges, imperméabilisation des sols, dégradation des écosystèmes, îlots de chaleur, etc. - et de leurs complexités croissantes.

Les jeux sont faits pour les trois ou quatre décennies à venir : la terre se réchauffe et l'inertie du système climatique interdit toute inversion de tendance. Ce réchauffement moyen ne se manifeste pas uniformément sur l'ensemble du globe et, par ailleurs, tous les phénomènes météorologiques ne sont pas imputables au changement climatique. Comme ne cessent de le rappeler les climatologues, les tendances liées au changement climatique s'évaluent sur des décennies et non à l'échelle de quelques mois. Le climat n'est pas le temps qu'il fait. Et si, selon des mesures de l'Agence américaine de l'océan et de l'atmosphère (NOAA), la température moyenne du globe durant la première moitié de cette année 2010 est la plus élevée jamais enregistrée, nul scientifique n'affirmera que ce record est uniquement lié au réchauffement en cours.

Il n'en demeure pas moins que cette année 2010 a valeur d'exemple. D'une part, elle montre qu'une augmentation de la température moyenne du globe - océans et terres - peut résulter d'extrêmes thermiques très différents selon la région et la fenêtre temporelle observées : alors que la France a subi des coups de froid ce

printemps (bien que les températures moyennes aient été conformes aux normales), des pics de chaleur inhabituels ont été constatés en Europe centrale, au nord des continents nord et sud-américains ou encore en Afrique de l'Ouest... D'autre part, cette année témoigne des vulnérabilités de nos sociétés face au cortège de désastres qui accompagne la venue d'extrêmes climatiques: inondations à répétitions ici, sécheresses et incendies et leurs nuages de fumée et de pollution là...

Et l'on voit que les pays riches ne sont pas moins vulnérables que les pays en développement et que leurs villes ne sont pas moins épargnées. Les tempêtes de décembre 1999, l'ouragan Katrina d'août 2005, la récente tempête Xynthia, avec ses ruptures de digues, par exemple, répondent à la dévastation de Ouagadougou par des pluies diluviennes après une sécheresse prolongée en septembre 2009, et les glissements de terrain à Rio de Janeiro en avril 2010.

Si l'origine de ces catastrophes est « un assemblage inextricable de faits sociaux et d'états de nature » (2), (voir encadré *La Nouvelle-Orléans et l'eau : quand toutes les vulnérabilités se conjuguent*), et si, comme le rappelle l'historien Emmanuel Garnier (3), « ces chapelets tempétueux ne sont pas, loin s'en faut, totalement inédits au cours des siècles passés », on observe qu'à l'échelle mondiale, les événements extrêmes sont de plus en plus fréquents et dévastateurs. Un rapport récent (4) montre ainsi que les 25 catastrophes les plus coûteuses entre 1970 et 2009 sont survenues après 1987, et que, parmi elles, 23 sont liées aux conditions climatiques.

Outre ces événements extrêmes, nos villes sont exposées à des risques exacerbés par le réchauffement global : dégradation de la qualité de l'air (augmentation des particules en suspension et des pollens) et de la qualité des

eaux (modification de l'activité microbienne, débordement prolongé de réseaux des eaux usées en cas d'épisodes de chutes d'eau extrêmes), fragilisation de l'habitat (mouvements de rétraction des sols affectant les fondations du bâti) et de son confort (effet cocotte-minute selon l'orientation et l'emplacement des habitats)... La canicule de 2003 a montré les effets désastreux sur des organismes fragilisés de vagues de chaleur de longue durée accompagnées d'une pollution atmosphérique élevée et d'un déficit hydrique important et précoce. Ces caractéristiques pourraient devenir la norme estivale d'ici la fin du siècle.

« L'adaptation des systèmes humains à de nouvelles conditions climatiques demeure désormais inéluctable compte tenu de l'inertie des émissions de gaz à effet de serre passées et de l'augmentation attendue des émissions futures. Mais, restreinte à certains secteurs de l'économie ou associée aux pays en développement, l'adaptation aux changements climatiques en milieu urbain est encore mal servie par la recherche et les politiques publiques. Pourtant, la mise en place de mesures de réduction de la vulnérabilité face aux aléas climatiques soulève de multiples questionnements quant à leur degré de pertinence et d'efficacité puisque nos villes sont déjà conçues pour faire face à des variations climatiques à l'intérieur de certains seuils. La variabilité des précipitations, des épisodes de chaleur ou de verglas, de l'intensité des tempêtes ainsi que des transformations des écosystèmes urbains sont, dans une certaine mesure, déjà prises en compte. En revanche, les situations extrêmes – au-delà des seuils déterminés – peuvent engendrer des pertes humaines ou des coûts sociaux et économiques qui se résumerait en des bilans accablants » (5).

Certes, les connaissances sur les rétro-actions entre les facteurs climatiques et les socio-éco-systèmes complexes que sont les villes sont insuffisantes et fragmentées, et les politiques publiques tendent à s'en tenir au niveau des discours, mais un élan vers une planification proactive s'observe au niveau des villes qui sont de plus en plus nombreuses à se lancer pour trouver des réponses aux changements climatiques à l'échelle de leurs territoires. Dans le monde entier, des villes ont élaboré des plans Énergie-Climat (6), comme en France, en Grande-Bretagne, aux États-Unis, au Canada, au Mexique, en Colombie ou encore en Afrique du Sud. Ces initiatives ont été lancées sous l'impulsion de maires forts, en collaboration étroite avec les communautés scientifiques et locales et au moyen d'une coordination stratégique centralisée (comme aux États-Unis). Mais aussi par le biais d'agences internationales de financement (c'est le cas en Colombie) et même sous la pression des chercheurs (en Afrique du Sud).

Dépasser l'approche de l'« îlot de chaleur urbain »

Désignant des hausses de température anormales dans certaines zones urbaines, l'effet « îlot de chaleur urbain » est provoqué par les activités humaines, mais aussi par les surfaces sombres comme celles des toits ou des chaussées qui, telles des serres, absorbent les rayons du soleil et en restituent la chaleur, contribuant à réchauffer l'air. Ce phénomène n'est pas dû au réchauffement climatique, mais il est exacerbé par lui. Représentant la différence entre la température d'un site urbain particulier et celle d'un site non urbain, c'est la nuit qu'il est le plus important, quand la chaleur accumulée dans les surfaces urbaines durant la journée est relâchée dans l'atmosphère.

C'est le cas des effets dramatiques de la canicule, les recherches et propositions de réponses globales pour diminuer le phénomène se multiplient, en particulier en matière de verdissement de la ville : implantation d'arbres voire de forêts, trames vertes, végétalisation des toits, etc. Mais peu d'études interrogent les hétérogénéités climatiques aux échelles infra-urbaines (quartier, rue, segment de rue, etc.), et leur interaction avec la matérialité de l'environnement urbain et les modes d'habiter.

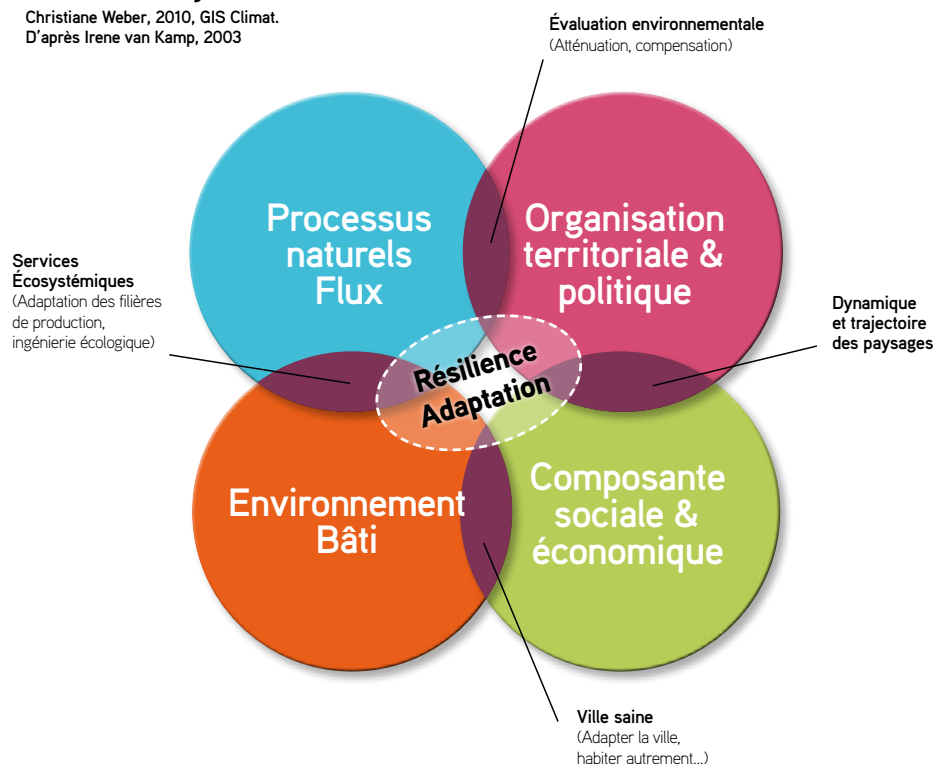
L'une d'entre elles a été menée dans le péri-urbain toulousain (1). Grâce à l'analyse de données provenant de stations météorologiques, d'images satellites et de photos aériennes ainsi qu'aux mesures obtenues lors d'une campagne réalisée au moyen de vélos appareillés, des

comportements climatiques distincts ont été mis en évidence à trois échelles d'observation dans un espace considéré a priori homogène du point de vue climatique : grands ensembles paysagers (échelle kilométrique), unités paysagères (échelle de la centaine de mètres) et éléments paysagers (échelle de la dizaine de mètres). Les températures sont les plus élevées là où la densité de bâti est la plus forte, la variabilité climatique intra-ensembles paysagers est importante surtout en périphérie, les contrastes climatiques sont significatifs se déclinant selon les unités paysagères différenciées en prenant en compte la part du végétal, les formes de l'habitat, l'importance de la voirie, la présence de l'eau, entre autres. Cette hétérogénéité se constate à nouveau à l'échelle micro, mettant en évidence le rôle de certains éléments paysagers (formations boisées, revêtement du sol, orientation des rues, etc.) et les dynamiques propres aux turbulences locales. Ces travaux invitent à engager la réflexion sur l'amélioration du confort climatique urbain à l'échelle du quartier. Il ne s'agit pas tant de faire baisser la température moyenne de la ville – ce qui n'en éliminera pas les hétérogénéités climatiques – que d'élaborer des actions de rafraîchissement différenciées et pertinentes dans les zones urbaines les plus vulnérables.

1. Sinda Haoues-Jouve et al. (2010). Formes urbaines, modes d'habiter et climat urbain dans le périurbain toulousain (www.gisclimat.fr/seminaires-ACC-villes-bilan). www.gisclimat.fr/sites/default/files/HAOUES.pdf et www.gisclimat.fr/sites/default/files/ACC_VILLES_LEMONSU.mp3

Éco-sociosystème urbain

Christiane Weber, 2010, GIS Climat.
D'après Irene van Kamp, 2003



Dispositif *Decision Theater*, Phoenix (Arizona, USA)

La meilleure science ne réduira pas les incertitudes face au changement climatique et aux cycles climatiques responsables des sécheresses, inondations, canicules, tempêtes et autres événements extrêmes. La mission du *Decision Center for a Desert City* (DCDC) de Phoenix (1) est l'étude de la prise de décision en contexte d'incertitude. Dans ce but, le DCDC doit construire de nouvelles relations entre science et politique en faisant collaborer chercheurs, gestionnaires et décideurs sur des questions cruciales, telles que celle de l'eau, où se croisent les problématiques de l'étalement urbain, de la croissance de la population, de la nature du bâti, du recyclage de l'eau, des pratiques de paysage ou encore des loisirs.

Decision Theater permet, par la visualisation et la manipulation simultanées de divers scénarios, d'examiner l'étendue des conséquences de différents types de décision en fonction des investissements consentis et des incertitudes.

1. Patricia Gober et al. (www.informaworld.com/smpp/content-db=all-content=a920022878-frm=titelink?words=patricia,gober).

Site DCDC dcdc.asu.edu/dcdcmain/index.php



Groupe engagé dans un visionnage interactif des besoins en eau, WaterSim, au Decision Center for a Desert City, Phoenix, Arizona
© Decision Center for a Desert City, photo Dustin Hampton

Dans les pays du Nord de l'Europe, les préoccupations de développement urbain et d'atténuation des gaz à effet de serre se conjuguent à la nécessité de se protéger des eaux (7). Au Québec (notamment dans les villes de Québec, Montréal et Laval), des « Plans chaleur accablante », conçus par les agences de santé, demandent aux municipalités de planter des arbres et autres végétaux, de verdir les toits, de diminuer les aires de stationnement et les surfaces asphaltées, ou encore d'utiliser des matériaux à réflexion solaire pour la construction d'immeubles et le recouvrement de chaussées afin de contrer l'effet des îlots de chaleur.

Des approches « sans regrets » (8) se mettent en place. On parle de plus en plus d'adaptation en contexte d'incertitude (voir encadré *Decision Theater*) et de renforcement de la résistance des systèmes impactés. Ce faisant, les territoires sont redéfinis. Le professeur Richard Forman (9) propose ainsi le concept de « région urbaine » qui comprend la ville dense et ses environs, là où les interactions sont intenses. Il s'agit de « planifier au-delà de la cité », en articulant les différentes fonctions des espaces dans une sphère commune. Quand la ville de Barcelone leur demande d'appliquer ses théories à son développement, R. Forman et son équipe pluridisciplinaire proposent trois plans, qui reconnectent différenciellement la région, avec l'objectif de favoriser la flexibilité et l'adaptabilité pour accroître son endurance,

en conservant le plus possible d'options ouvertes pour le futur.

Vulnérables, les villes sont capables d'adaptation car « creuset des activités, centres d'information, d'innovation et de connaissances, pôles de richesses, nœud d'interactions aux échelles diverses » (10). Ces dernières années, elles sont même mises au cœur de la lutte contre le changement climatique. Les symposiums et conférences internationales se multiplient sur le sujet où politiques, scientifiques et professionnels de la ville se côtoient, tels le 5^{ème} *symposium mondial de la recherche urbaine* sous l'égide de la Banque mondiale, du ministère français chargé de l'Environnement et de l'AFD (Agence française de Développement) à Marseille en juin 2009 (11), ou le 1st *World Congress on Cities and Adaptation to Climate Change* (12), organisé par l'ICLEI (13), la ville de Bonn et le *World Mayors Council on Climate Change* à Bonn fin mai, qui s'est conclu par une déclaration des maires qui revendiquent au niveau international une position renforcée des villes dans la lutte contre le changement climatique.

En écho aux propos que tenait, lors du 2nd *World Large Cities Climate Summit* (New York, 2007), l'ancien maire de Londres, Ken Livingstone (14), pour qui la lutte contre le changement climatique sera gagnée ou perdue dans les villes !

CHANTAL PACTEAU

1. International Conference on Urbanization and Global Environmental Change « *Opportunities and Challenges for Sustainability in an Urbanizing World* » 15-17 octobre 2010.
www.ugec2010.org/concept.php
2. William Cronon, *Uncommon ground : Rethinking the Human Place in Nature*. New York : W.W. Norton and Company (1996).
3. Emmanuel Garnier, historien du climat, *Étude des caractéristiques et de la fréquence des événements extrêmes en France depuis 1500*, projet RENASEC.
www.gisclimat.fr/projet/renasec
4. *Événements climatiques extrêmes : réduire les vulnérabilités des systèmes écologiques et sociaux*, sous la direction d'Henri Décamps, Éditions EDP Sciences - juin 2010.
5. Guillaume Simonet, chargé d'études sur les systèmes éco-urbains (Université Paris Ouest-Nanterre et Institut des Sciences de l'Environnement de l'UQAM, Montréal). Extrait du séminaire « Les villes et l'adaptation au changement climatique », co-organisé par le GIS Climat-Environnement-Société, l'UQAM et NSS, les 27 et 28 avril 2010.
www.gisclimat.fr/seminaires-ACC-villes
6. Voir par exemple :
 - Plans Climats-Énergies Territoriaux aujourd'hui identifiés en France (www.pcet-ademe.fr) ;
 - Londres (www.cityoflondon.gov.uk/Corporation/LGNL_Services/Environment_and_planning/Sustainability/Climate_change) ;
 - Plans Énergies-Climat de Pittsburgh, Denver et Seattle (www.bulletins-electroniques.com/actualites/62592.htm); New York (www.nyc.gov/html/planyc2030/html/home/home.shtml); Chicago (www.chicagoclimatereaction.org);
 - Toronto (www.toronto.ca/teo/pdf/ahead_of_the_storm_highlights.pdf) ;
 - Mexico (www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/archivos/paccm_summary.pdf) ;
 - Colombie (www.nicap.net/fileadmin/NCAP/Countries/Colombia/ColombiaTechnicalProgressReport2_01Jan06.pdf)
 - Cape Town (www.erc.uct.ac.za/Research/publications/06Mukheibir-Ziervogel%20-%20Adaptation%20to%20CC%20in%20Cape%20Town.pdf);
 - Durban (www.durban.gov.za/durban/services/environment).
7. Sonja Döpp et al., Pays-Bas. « Se protéger des eaux » dans « *Villes : changer de trajectoire* », coll. Regards sur la Terre 2010. Annuels, Presses de Sciences Po, 2010.
8. Sont dites « sans regrets » des approches qui comportent des avantages que les problèmes appréhendés surviennent ou non. Par exemple, lorsqu'une municipalité qui souhaite régler à plus long terme les problèmes d'approvisionnement en eau l'a été met en place dès aujourd'hui un programme d'économie d'eau : elle réalise des économies immédiates en matière de traitement des eaux, en plus de mieux gérer la ressource pour le cas où elle aurait à gérer des pénuries liées à des hausses de température et à de plus longues périodes sans précipitations.
9. Richard T.T. Forman. *Urban Regions: Ecology and Planning Beyond the City*. Cambridge University Press, Cambridge/New York, 2008, 408 p.
10. Christiane Weber, Études de nouveaux biomes, Prospective de l'Institut Écologie et Environnement du CNRS, 2009, www.cnrs.fr/inee/presentation/docs/RappProspective.pdf
11. www.developpement-durable.gouv.fr/23-06-06-5eme-SYMPOSIUM-MONDIAL-DE.html
12. www.iclei.org, *Local Governments for Sustainability*. Association internationale qui regroupe et partage des démarches liées au développement durable.
13. resilient-cities.iclei.org/bonn2010/mayors-adaptation-forum/
14. www.peopleandplanet.net/doc.php%3Fid=3018.html

La Nouvelle-Orléans et l'eau : quand toutes les vulnérabilités se conjuguent

« Ce n'est pas le cyclone Katrina qui a dévasté la Nouvelle-Orléans, ce sont les inondations qui ont suivi l'effondrement des levées. Ce ne sont pas les inondations qui ont suivi l'effondrement des levées qui ont dévasté la Nouvelle-Orléans, c'est la non-prise en compte d'une information régulatrice qui existait depuis des années, ce sont des défaillances en chaîne du système d'alerte et des secours au moment de la catastrophe. Ce sont sur une plus grande échelle de temps, des pratiques d'aménagement aberrantes, dont la toute première fut de laisser prospérer une agglomération presque entièrement située en dessous du niveau de la mer » (1). Dans le contexte physique et des partis pris d'aménagement de la Nouvelle-Orléans, qui font qu'aujourd'hui la majeure partie de la ville est située au-dessous du niveau de la mer, les conséquences de Katrina n'étaient pas seulement prévisibles, elles étaient prévues. La destruction des zones d'absorption de l'énergie des ondes de tempête constituées par les marais, l'érosion côtière, l'enfoncement de la ville avec la réduction des dépôts sédimentaires (80% depuis 1850), elle-même provoquée par les barrages en amont du Mississipi, la perturbation de l'écoulement des eaux par un réseau foisonnant et hétéroclite de canaux, tuyaux et autres levées, les véritables *hurricane highways* (autoroutes pour les cyclones) constitués mécaniquement par les canaux principaux, l'explosion de l'aire urbaine dans les zones à risques. Autant de vulnérabilités d'origine naturelle et anthropique que de nombreux rapports et simulations avaient documentées bien avant la catastrophe. Le risque cyclonique pesant sur la Nouvelle-Orléans occupait même la tête du classement des plus grandes menaces pesant sur les États-Unis, devant le *Big One* californien !

En 1965, le projet *Hurricane Protection System* avait été lancé pour édifier un réseau de structures anti-inondations autour de la ville. « Quarante ans après le début de sa mise en œuvre, l'ouragan Katrina a révélé de façon spectaculaire les limites de ce dispositif que l'on croyait global. Le "Hurricane Protection System" de la Nouvelle-Orléans et de la Louisiane du Sud-Est n'avait de dispositif global que le nom » (2). Facteur aggravant, sinon décisif dans l'étendue du désastre, les querelles de compétence et

les règlements de compte institutionnels, conjugués à de lourds enjeux économiques ont miné la mise en œuvre de politiques d'aménagement pertinentes et efficaces. Un système conçu pour une protection limitée, des négligences techniques fatales, une culture anti-planification, des instances gouvernementales fragmentées et sous-estimant les risques, des financements parcimonieux, des programmes fédéraux peu appliqués, des inégalités sociales qui faisaient des populations pauvres les victimes principales des futurs aléas climatiques (3) : la catastrophe urbaine majeure causée par Katrina est fondamentalement la conjonction entre événements extrêmes, incapacités politiques, inconsciences collectives. Et opportunités économiques ? Certaines sphères d'influence se posent la question de savoir si la rentabilité des investissements réalisés pour prévenir ou réduire les conséquences des risques naturels est justifiée (cf. note 1). C'est que la reconstruction peut être une opportunité économique de travaux d'autant mieux acceptés que la catastrophe a rendu acceptables des mesures globales (financements, équipements, relogements, normes) autrement rejetées par des populations n'ayant pas une claire conscience des risques qui les menacent (travaux menés en grande partie au sein du National Hazards Center de l'université du Colorado). La catastrophe peut donc créer une « fenêtre d'opportunité » pour les investisseurs. Condoleezza Rice ne parlait-elle pas du tsunami qui a ravagé les côtes asiatiques en 2004 comme « *a wonderful opportunity that has paid great dividends for us* » (« d'une formidable opportunité qui nous a rapporté beaucoup ») ?

1. François Mancebo, *Les politiques d'aménagement de la Nouvelle-Orléans à l'épreuve de Katrina*, sur site 1^{er} octobre 2010. (developpementdurable.revues.org/index3273.html)

2. Isabelle Maret et Romain Goeury, 2008. *La Nouvelle-Orléans et l'eau : un urbanisme à haut risque*. Environnement Urbain/Urban Environment, vol. 2, 2008, pp. 107-122.
www.erudit.org/revue/eue/2008/v2/n/019224ar.pdf

3. Les simulations prenaient par exemple en considération le fait que des dizaines de milliers d'habitants seraient incapables matériellement de fuir la ville, car, à la Nouvelle-Orléans, près de 30% de la population est pauvre et sans véhicule.

Urban vulnerabilities: climate change

A researcher for the CNRS [French National Centre of Scientific Research], Chantal Pacteau holds a doctorate in cognitive sciences and is an agronomist and engineer. She has worked for nearly 20 years in different laboratories in France and abroad on the construction of representations, particularly spatial representation. Her research led her very early on to focus her attention on sustainable development questions. She is currently one of the directors of the GIS [scientific interest group] "Climate, Environment, Society" and is in charge of external relations and interdisciplinary activities with the Sciences du vivant et les Sciences de l'Homme et de la Société [Life Sciences and the Sciences of Man and Society]. One of her responsibilities is to launch an integrated research dynamic on urban milieus. Among the actions she has helped to initiate are cooperation with teams abroad and a Franco-Quebec seminar cycle on adaptation to climate change. Chantal Pacteau warns us here about the climatic disturbances under way and discusses the commitments initiated to better understand and deal with them.

"We now live in the 'Century of the City'. The size, form, structure and function of urban areas and their future growth trajectories are critical elements in the transition to global sustainability. Urbanization is a major component of global environmental change, while at the same time this change threatens urban areas."⁽¹⁾ Climate change is one of these threats, and can only be understood when it is situated within the broader cluster of human actions on the urban environment – including artificial embankments, waterproof soils, damage to the ecosystems, heat islands – and their increasing complexity.

The die is cast for the next three or four decades: the earth is getting warmer and the inertia of the climatic system precludes any possible inversion of this tendency. Global warming is not uniformly distributed across the globe. Moreover, not all climatic phenomena can be attributed to climate change. As the climatologists continue to remind us, the tendencies connected to climate change are evaluated over decades and not on the scale of just a few months. Climate is not just the weather. And if according to the American agency NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration), the average temperature of the planet during the first half of 2010 was the highest ever recorded, no scientist will assert that this record is exclusively linked to the global warming underway.

It can nonetheless not be denied that 2010 serves as an example. On one hand, it shows that an increase in the average temperature of the planet – oceans and land masses –

can result in very different thermal extremes depending on the region and the time window observed. Whereas France had cold spells this spring (even though the average temperatures were normal for the season), unusual heat peaks were observed in Central Europe, the north part of the North and South American continents as well as in West Africa. On the other hand, this year has borne witness to the vulnerability of our societies faced with the series of disasters that have accompanied the arrival of climatic extremes: repeated floods here, droughts and forest fires with their clouds of smoke and pollution there...

Richer countries are no less vulnerable than developing countries, and their cities are no less spared. The December 1999 storms, the August 2005 hurricane Katrina, the recent Xynthia storm that broke flood barriers, for example, have matched the havoc in Ouagadougou wreaked by the torrential rains that followed a prolonged drought in September 2009, and the mud slides in Rio de Janeiro in April 2010.

If these catastrophes originate in "an inextricable combination of social factors and natural states" ⁽²⁾ (see inset on "New Orleans and Water: When All Vulnerabilities Are Combined"), and if, as the historian Emmanuel Garnier reminds us ⁽³⁾, "these impetuous streams of events were by no means unheard of in previous centuries", one can only observe that on a global scale such extreme events are increasingly frequent and devastating. A recent report ⁽⁴⁾ demonstrates for example that 25 of the most costly catastrophes between 1970 and 2009

occurred after 1987, and 23 of them were related to climate conditions.

In addition to these extreme events, our cities are exposed to risks that are exacerbated by global warming, such as the degradation of air quality (increase in suspended particles and pollen) and of water quality (alteration of microbial activity and prolonged overflow of wastewater networks in the event of extreme rainfall) as well as more fragile housing (soil retraction affecting building foundations) and less comfortable homes (pressure-cooker effect arising from housing orientation and placement). The 2003 heat wave demonstrated the disastrous effects of organisms that had been weakened by long-term heat waves accompanied by atmospheric pollution and a large and premature water deficit. These features could become standard for summers to come by the end of the century.

“That human systems will have to adapt to new climatic conditions is now inevitable, in view of the inertia of past greenhouse gas emissions, as well as the expected increase in future emissions. Yet this adaptation to climate change has so far only been restricted to specific economic sectors or associated with developing countries, and still requires better research and public policies. Implementing measures that would reduce vulnerability to climate change, however, raises many questions concerning their relevance and efficiency since our cities have already been planned to deal with climatic variations within specific thresholds. Variations in rainfall, episodic heat or ice, or storm intensity, as well as the transformation of urban ecosystems, have all already been taken into account to a certain degree. In contrast, extreme situations – beyond established thresholds – can trigger human loss or social and economic costs of damning proportions.”(5)

Our knowledge of the feedback between climatic factors and cities as complex socio-eco-systems certainly remains insufficient and fragmented and public policies tend to remain at the level of speeches, but a strong movement towards proactive planning can be observed at the level of cities that are increasingly getting involved in finding answers to climatic change on the scale of their territories. Around the world, cities have developed climate-energy plans (6), as in France, Great Britain, the United States, Canada, Mexico, Colombia and South Africa. Such initiatives were started by powerful mayors, in close collaboration with local and scientific communities, or through centralized strategic coordination (as in the United States), as well as through international financial agencies (as in Colombia) or even under pressure from researchers (in South Africa for example). In northern European countries, concerns with urban development and greenhouse

How to go beyond the “urban heat island” approach

The “urban heat island” effect describes abnormal temperature increases in certain urban areas, triggered by human activities as well as dark surfaces, such as roofs and roads, which absorb sun’s rays and release their heat like greenhouses, thus further warming the air. This phenomenon is not caused, but is rather exacerbated, by global warming. As a difference in temperature between specific urban and non-urban sites, it is most significant at night, when the heat accumulated in urban surfaces during the day is released into the atmosphere.

In the context of the dramatic effects of heat waves, there has been an increase in research projects and suggested global responses to this phenomenon, in particular in making greener cities: planting trees, and even forests, as well as greenways, green roofs, etc. Few studies however have focussed on climatic heterogeneity on the infra-urban scale (neighbourhood, street, street segment, etc.), and its interactions with the material urban environment and ways of inhabiting space.

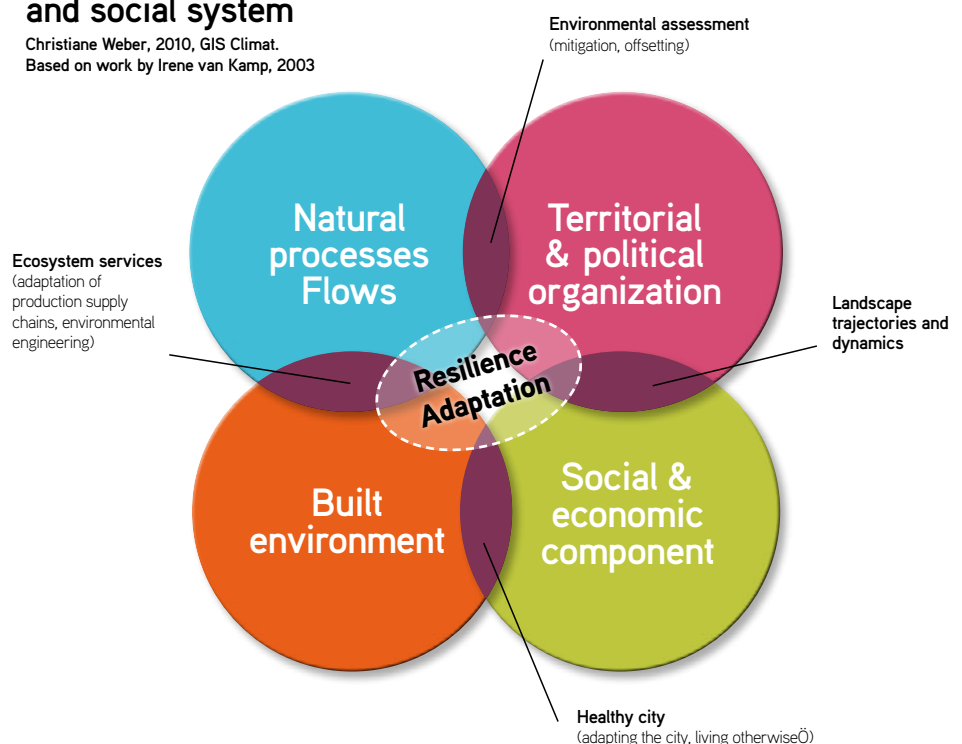
One of these studies has taken place in the suburbs of Toulouse (1). By analyzing data from meteorological stations, satellite images and aerial photographs, as well as measurements obtained through equipped bicycles, the study revealed different climatic

behaviours at three levels of observation within a space that had previously been considered climatically homogeneous: landscape areas (kilometric scale), landscape units (scale: around 100 meters) and landscape elements (scale: around 10 meters). Temperatures are highest where the building density is highest; climatic variability among landscape areas occurs more often on their periphery; significant climatic contrasts vary among different landscape units according to the proportion of vegetation, the housing typologies, road size and the presence of water, among other things. This heterogeneity can also be observed on a micro-scale thus revealing the importance of landscape elements (such as wooded areas, road surfaces, street orientation, etc.) and dynamics inherent in local turbulences. This research invites us to reflect on improvements in urban climatic comfort at the level of neighbourhoods. One should be less concerned with lowering the average temperature of a city – since this will not eliminate climatic heterogeneities – than with finding differentiated and relevant cooling methods for the most vulnerable urban areas.

1. Sinda Haoues-Jouve et al. *Formes urbaines, modes d’habiter et climat urbain dans le péri-urbain toulousain*, 2010. (<http://www.gisclimat.fr/seminaires-ACC-villes-bilan>). www.gisclimat.fr/sites/default/files/HAOUES.pdf et www.gisclimat.fr/sites/default/files/ACC_VILLES_LEMONSU.mp3

Urban environmental and social system

Christiane Weber, 2010, GIS Climat.
Based on work by Irene van Kamp, 2003



Decision Theater, Phoenix, Arizona, USA

Even the best scientific research will not be able to reduce the uncertainties of climate change and climatic cycles responsible for droughts, floods, heat waves, storms and other extreme events. The mission of the Decision Center for a Desert City (DCDC) in Phoenix (Arizona) is to study decision-making processes in the context of uncertainty. For this purpose, the DCDC must set up new relations between science and politics by asking researchers, managers and decision-makers to collaborate on crucial questions such as water, in which issues of urban sprawl, population growth, the nature of the built environment, water recycling and choices relating to landscape or even leisure intersect. The Decision Theater provides a way to visualize and simultaneously manipulate different scenarios in order to study the range of consequences ensuing from different types of decisions in relation to agreed commitments and uncertainties.

(http://www.siwi.org/documents/Resources/Water_Front_Articles/2009/Desert_City_Visions.pdf)

© DUSTIN HAMPTON / DECISION CENTER FOR A DESERT CITY



Group working on the WaterSim interactive simulation of water demand at the Decision Center for a Desert City, Phoenix, Arizona. © Decision Center for a Desert City, photo Dustin Hampton.

gas reduction are combined with the need for protection against floods.⁽⁷⁾ In Quebec (in the cities of Quebec, Montreal and Laval in particular), “oppressive heat plans” conceived by health agencies have required town councils to plant trees and other vegetation, to create green roofs and to reduce parking areas and asphalt surfaces, or to use sun-reflective materials for apartment buildings and road surfaces in order to counter the effects of heat islands.

“No regret” approaches ⁽⁸⁾ have been put into action. There is more and more talk of adaptation to uncertain contexts (see Inset/Image Decision Theater) and of strengthening the resilience of impacted systems. Doing this allows territories to be re-defined. Prof. Richard Forman ⁽⁹⁾ thus puts forward the concept of an “urban region” that would include a densely populated city and its surroundings, where interactions are intense. “Planning beyond the city” is required, by connecting the different functions of each space within a common sphere. When asked by the city of Barcelona to apply their theories to its development, R. Forman and his interdisciplinary team proposed three plans that reconnect the region in a differential way, thus allowing better flexibility and adaptability in order to increase the region’s resilience, while

keeping as many options as possible open for the future.

While vulnerable, cities are nevertheless adaptable because they are “melting pots for different activities, information, innovation and knowledge centres, interaction hubs on different scales” ⁽¹⁰⁾. In recent years, cities have even been at the heart of the fight against climate change. More and more international symposia and conferences have taken place on the subject, involving politicians, scientists and city professionals, such as the Fifth Global Symposium on Urban Research organized in Marseilles in June 2009 under the aegis of the World Bank, the French Ministry for the Environment and the AFD (Agence française de Développement or French Development Agency) ⁽¹¹⁾ or the 1st World Congress on Cities and Adaptation to Climate Change ⁽¹²⁾ organized at the end of May in Bonn by the ICLEI ⁽¹³⁾, the city of Bonn and the World Mayors Council on Climate Change, which concluded with a declaration by the mayors who demanded at an international level a stronger role for cities in the fight against climate change. Similarly, for the former mayor of London, Ken Livingstone, speaking during the 2nd World Large Cities Climate Summit (New York, 2007), “the fight to tackle climate change will be won or lost in cities!” ⁽¹⁴⁾

CHANTAL PACTEAU

- (1) International Conference on Urbanization and Global Environmental Change "Opportunities and Challenges for Sustainability in an Urbanizing World" 15-17 October 2010. www.ugcc2010.org/concept.php
- (2) William Cronon, *Uncommon Ground: Rethinking the Human Place in Nature*. New York: W.W. Norton and Company (1996).
- (3) Emmanuel Garnier, climate historian. *Étude des caractéristiques et de la fréquence des événements extrêmes en France depuis 1500* (characterization of extreme events in France since 1500, and assessment of their frequency and magnitude over time), RENASEC project. www.gisclimat.fr/projet/renasec
- (4) *Événements climatiques extrêmes : réduire les vulnérabilités des systèmes écologiques et sociaux*, under the direction of Henri Décamps, Éditions EDP Sciences - June 2010.
- (5) Guillaume Simonet, junior lecturer on urban ecosystems (Paris Ouest-Nanterre University and the Institut des Sciences de l'Environnement, UQAM, Montreal). Extract from the conference "Les villes et l'adaptation au changement climatique" (cities and adaptation to climate change), jointly organized by GIS Climat-Environnement-Société, UQAM and NSS, 27 and 28 April 2010. www.gisclimat.fr/seminaires-ACC-villes
- (6) See for example:
- Climate-Energy Regional Plans identified today in France (www.pcet-ademe.fr)
 - London (www.cityoflondon.gov.uk/Corporation/LGNL_Services/Environment_and_planning/Sustainability/Climate_change);
 - Climate-Energy Plans of Pittsburgh, Denver and Seattle (www.bulletins-electroniques.com/actualites/62592.htm); New York (www.nyc.gov/html/planyc2030/html/home/home.shtml);
 - Chicago (www.chicagoclimatereaction.org);
 - Toronto (www.toronto.ca/teo/pdf/ahead_of_the_storm_highlights.pdf);
 - Mexico City (www.sma.df.gob.mx/sma/links/download/archivos/paccm_summary.pdf)
 - Colombia (www.nlcap.net/fileadmin/NCAP/Countries/Colombia/ColombiaTechnicalProgressReport2_01Jan06.pdf);
 - Cape Town (www.erc.uct.ac.za/Research/publications/06Mukheibir-Zienvoge%20-%20Adaptation%20to%20CC%20in%20Cape%20Town.pdf); Durban (www.durban.gov.za/durban/services/environment).
- (7) Sonja Döpp et al., Netherlands. "Se protéger des eaux" in *Villes : changer de trajectoire*, "Regards sur la Terre 2010". Annuels, Presses de Sciences Po, 2010.
- (8) "No regret" approaches are those that offer benefits whether the expected problems occur or not. For example, when a town council tries to address long-term problems of water supply during the summer by implementing a water-saving program, financial savings occur immediately in terms of water treatment, in addition to managing resources in case of shortages caused by temperature increases and long periods without rain.
- (9) Richard T.T. Forman. *Urban Regions: Ecology and Planning Beyond the City*. Cambridge University Press, Cambridge/New York, 2008, 408 p.
- (10) Christiane Weber, "Études de nouveaux biomes", Prospective of the Institut Ecologie et Environnement of the CNRS, 2009. www.cnrs.fr/inee/presentation/docs/RappProspective.pdf
- (11) www.developpement-durable.gouv.fr/23-06-06-5eme-SYMPOSIUM-MONDIAL-DE.html
- (12) www.iclei.org. Local Governments for Sustainability, an international association that brings together and shares common approaches to sustainable development.
- (13) resilient-cities.iclei.org/bonn2010/mayors-adaptation-forum/
- (14) www.peopleandplanet.net/doc.php%3Fid=3018.html

Water and New Orleans: When all vulnerabilities are combined

"New Orleans was not destroyed by the Katrina hurricane but by the floods that followed the destruction of the levees. New Orleans was not destroyed by the floods that followed the destruction of the levees, but by the disregard for the regulatory information that existed for years, by the failure of the warning and rescue system at the moment of the catastrophe. In a broader time frame, what destroyed New Orleans were aberrant planning decisions, including the very first one: to allow a city to flourish almost entirely below sea level." (1). In the context of the physical location and the planning of New Orleans, where the largest part of the city is indeed situated below sea level, the consequences of Katrina could be – and had been – foreseen. The destruction of the marshes that could have absorbed the energy of the storm waves, coastal erosion, the sinking of the city as sedimentary deposits dropped (by 80% since 1850) because of the dams on the Mississippi, the disturbance of water drainage by an abundant network of canals, pipes and other levees, and the 'hurricane highways' set up mechanically by the main canals, the explosion of urban areas in high-risk zones: all these natural and human vulnerabilities were documented through reports and simulations long before the catastrophe. The risk of a hurricane in New Orleans was even ranked at the top of the list of greatest threats to the United States, ahead of the "Big One" in California!

In 1965, *the Hurricane Protection System* was set up to build a network of anti-flooding structures around the city. "Forty years later, hurricane Katrina revealed in a spectacular fashion the limits of a plan that had been believed to be comprehensive. The New Orleans and south-east Louisiana Hurricane Protection System was comprehensive in name only (2). While not decisive, another aggravating factor in the spread of the disaster can be found in ongoing arguments over remits and settling of scores among institutions, combined with hefty economic

challenges, which all undermined efficient and relevant planning decisions. From a system conceived for limited protection only to fatal technical negligence, from an anti-planning culture to divided government authorities that systematically underestimated risks, from parsimonious funding and the poor implementation of federal programs to social inequalities that set up the poorest inhabitants as the foremost victims of future climatic hazards (3) : the major urban catastrophe caused by Katrina was fundamentally a combination of extreme events, political incompetence and collective carelessness.

But what about economic opportunities? Influential voices have asked whether the investments required to prevent or limit the consequences of natural risks are indeed profitable (see footnote 1). Reconstruction, argues for example the National Hazards Center at the University of Colorado, can be an economic opportunity for works that would be better accepted after the catastrophe by people who had not been clearly aware that they were at risk, and had previously rejected comprehensive measures (funding, equipment, relocation, regulations). The catastrophe can thus create a window of opportunity for investors, just as Condoleezza Rice could consider the tsunamis that destroyed the Asian coasts in 2004 as a "wonderful opportunity that has paid great dividends for us".

1. François Mancebo, Les politiques d'aménagement de la Nouvelle-Orléans à l'épreuve de Katrina (Post-Katrina urban redevelopment policies in New Orleans), on line on 1 October 2010. (developpementdurable.revues.org/index3273.html)
2. Isabelle Maret and Romain Goeury, 2008. La Nouvelle-Orléans et l'eau : un urbanisme à haut risque (New Orleans and water: high-risk urban development). *Environnement Urbain/Urban Environment*, vol. 2, 2008, pp. 107-122. www.erudit.org/revue/eue/2008/v2/n/019224ar.pdf
3. The simulations take into account for example that tens of thousands of inhabitants would be physically trapped in the city, as in New Orleans, 30% of the population is poor and without vehicles.