

Observatoire national sur les effets du réchauffement climatique

# **Villes et adaptation au changement climatique**

Rapport au Premier ministre et au Parlement

Les travaux réalisés à l'échelle internationale s'accordent sur le fait que les actions en matière de lutte contre le changement climatique nécessitent une approche selon deux axes visant d'une part à réduire les émissions de gaz à effet de serre (atténuation du changement climatique), et d'autre part, à réduire la vulnérabilité des systèmes naturels et humains aux impacts induits par ce changement (anticipation et adaptation).

Les villes présentent une vulnérabilité particulière compte tenu d'une forte concentration de population et du regroupement d'infrastructures et de biens matériels sur leur territoire et elles sont très sensibles à toute évolution brusque de leur environnement naturel ou socio-économique. L'adaptation des villes à l'accroissement de l'intensité ou de la fréquence de certains aléas climatiques constitue donc un enjeu important pour l'avenir de nos sociétés.

Dans le cadre de sa mission de réflexion et de proposition de recommandations sur les mesures de prévention et d'adaptation à envisager pour limiter les risques liés au changement climatique, l'ONERC a demandé à deux organismes de recherche, le Centre international de recherche sur l'environnement et le développement et l'Institut du développement durable et des relations internationales de réaliser une synthèse des vulnérabilités des villes et un tour d'horizon de l'état des politiques des villes françaises et internationales en matière d'adaptation. Cette synthèse a été complétée, pour ce rapport, d'un panorama de la recherche française traitant de la ville face à l'enjeu climatique.

## **1- Les villes aujourd'hui, quelle vulnérabilité au changement climatique ?**

La population urbaine française a plus que doublé entre les recensements de 1936 et de 2006, passant de 22 millions à près de 47 millions de citoyens. Tandis qu'une personne sur deux résidait en ville en 1936, plus de trois sur quatre y vivent actuellement. La répartition des habitants au sein des villes a également évolué : pour diverses raisons, il s'est produit une accélération du développement des banlieues et des couronnes périurbaines.

Ces évolutions sont d'une importance cruciale pour l'évolution de la vulnérabilité de la France au changement climatique, et pour la conception des stratégies d'atténuation et d'adaptation. Il devient en effet de plus en plus évident que l'échelle locale est incontournable dans la mise en œuvre de la plupart des politiques climatiques.

C'est le cas des politiques de réduction des émissions de gaz à effet de serre, auxquelles les autorités locales peuvent contribuer de manière très efficace en agissant sur la forme urbaine, les infrastructures de transport, et les bâtiments. C'est également le cas des politiques d'adaptation au changement climatique : les impacts de celui-ci sont en effet surtout ressentis au niveau local, et dépendent pour beaucoup des caractéristiques particulières du territoire. Les politiques d'adaptation les plus adéquates diffèrent ainsi beaucoup d'un lieu à l'autre et doivent être conçues de manière spécifique.

L'échelle des villes – entendues ici comme les agglomérations – convient bien pour agir sur l'adaptation pour deux raisons :

- d'une part, parce que cette échelle n'est pas trop petite : les villes et intercommunalités sont des acteurs puissants qui ont les moyens d'action pour mettre en œuvre des politiques ambitieuses ;
- d'autre part, parce que cette échelle n'est pas trop grande : les villes sont des systèmes très intégrés, dans lesquels les différents réseaux (d'eau, d'électricité, de transport), le tissu économique et les séparations sociales, sont imbriqués et fonctionnent ensemble.

### ***Impacts du changement climatique sur les villes***

Le changement climatique est susceptible de provoquer et de modifier les aléas naturels, c'est-à-dire des événements pouvant affecter négativement la société. Confrontée à chacun de ces aléas, une ville donnée peut être plus ou moins touchée. Cette vulnérabilité dépend de multiples facteurs, dont l'urbanisme, les activités économiques locales, l'existence d'infrastructure de protection, et le niveau de vie des ménages.

Ainsi, dans les zones urbaines, l'impact des vagues de chaleur dépend fortement des infrastructures en place, de l'urbanisme, du type d'habitat et des modes de vie. Les températures et humidités à Paris pendant la canicule de 2003 étaient très proches de celles observées à Séville lors d'un été moyen, où ces conditions climatiques n'ont pas de conséquences sanitaires aussi graves. Ceci est notamment dû à un cadre bâti plus adapté aux fortes températures à Séville, et aux habitudes de la population. L'« îlot de chaleur urbain » influence

également la vulnérabilité. Il s'agit du microclimat observé dans les villes : un excès des températures de l'air dans les zones urbaines en comparaison avec les zones rurales qui les entourent. Les maxima d'intensité de cet îlot de chaleur peuvent aller de 2°C pour une ville de 1000 habitants jusqu'à 12°C pour une ville de plusieurs millions d'habitants, et jouent donc un rôle important dans la vulnérabilité aux fortes chaleurs.

Le changement climatique pourra également avoir des impacts positifs sur la santé, comme une baisse de la mortalité due au froid. Cependant, au total, il est possible qu'on assiste à une augmentation des risques sanitaires dus aux vagues de chaleur et aux maladies transmises par l'alimentation et par les vecteurs (moustiques, tiques, etc.). En ville, une aggravation des pollutions locales est également probable, même si les transformations technologiques dans les transports sont de nature à largement réduire ce problème.

La lente submersion de certaines côtes du fait de la montée du niveau moyen de la mer peut être la source de pertes matérielles non négligeables. Cette hausse conduit aussi à des menaces accrues sur des vies humaines du fait d'une augmentation de l'aire géographique susceptible d'être submergée par « les marées de tempête », ces augmentations temporaires du niveau de la mer créées par le vent et la baisse de la pression atmosphérique au passage d'une tempête. Cet effet est particulièrement important dans les zones urbanisées qui concentrent la population et le patrimoine, et qui sont très dépendantes des réseaux (de transport, d'énergie, de communication).

Le changement climatique aura également un impact marqué sur le débit des cours d'eau. Suivant la localisation géographique, le risque d'inondation peut ainsi être accentué (ou réduit). Le principal facteur de risque d'inondation provient toutefois de l'extension de l'urbanisation dans des zones à risque. A ceci s'ajoute dans les zones urbaines la question du dimensionnement des systèmes d'assainissement et de drainage, qui doivent pouvoir faire face aux précipitations les plus intenses.

Certains sols argileux peuvent gonfler et se tasser du fait de variations de teneur en eau : un tassement non-uniforme peut occasionner d'importants dégâts aux bâtiments et infrastructures : c'est le phénomène de retrait-gonflement des argiles. Il est projeté que le changement climatique va provoquer une augmentation de ce phénomène.

En raison des modifications de température engendrées par le changement climatique, les demandes en chauffage hivernal sont susceptibles de baisser et les demandes en air conditionné d'augmenter. Ceci risque de se produire l'été, dans un contexte d'accès difficile à l'électricité, et modifier le confort thermique en ville.

Le sud de la France est aujourd'hui globalement plus attractif que le nord, et on observe une lente migration de la population du nord du pays vers le sud du pays : cette tendance peut être modifiée, notamment en ce qui concerne les personnes âgées, du fait de l'inconfort thermique des fortes chaleurs du sud que le changement climatique est susceptible d'amplifier. L'attractivité d'une destination touristique est également le résultat de nombreux facteurs, et nombre d'entre eux sont liés au climat. La modification des migrations due au changement climatique (temporaires pour les touristes, permanentes pour les habitants) a des implications sur les besoins d'investissement dans les infrastructures et le bâtiment.

## ***Les spécificités urbaines***

La spécificité la plus marquante des impacts du changement climatique en zone urbaine est leur interdépendance. Parce que les villes sont des systèmes très intégrés, les impacts dans différents secteurs interagissent et doivent être considérés d'une manière holistique, l'approche secteur par secteur étant particulièrement inadaptée aux grandes agglomérations : tout impact touchant une partie de la ville touchera potentiellement tout le reste de manière indirecte.

Ainsi, les impacts sectoriels ne doivent pas être pris en compte séparément les uns des autres : le changement climatique apportera une combinaison de l'ensemble de ces impacts. Cette combinaison pourra créer des amplifications, par exemple si une réduction de la fréquentation touristique se produit alors que la demande d'investissement dans des protections côtières augmente. L'impact total sur une économie régionale peut ainsi être nettement plus élevé que la somme des impacts sectoriels.

Aussi, même si chaque impact sectoriel discuté dans ce rapport peut être géré et contrôlé s'il apparaît séparément, la gestion d'une combinaison d'impacts simultanés dans de multiples secteurs, en parallèle d'autres défis urbains comme la diminution de la population, pourrait s'avérer nettement plus difficile à mettre en œuvre, et buter sur les limites des capacités des collectivités (en termes de capacité d'investissement financier, de technique, et de compétence, ou d'attractivité).

## ***Stratégies d'adaptation***

Le changement climatique agit en grande partie en amplifiant des problèmes déjà existants. Sur le court et moyen terme, mis à part les événements extrêmes les plus marquants, il est rarement le principal facteur de pression environnementale.

De nombreuses mesures visant à réduire la vulnérabilité au changement climatique cherchent en fait d'abord à réduire la vulnérabilité au climat actuel et à sa variabilité (notamment aux événements extrêmes actuels) : le changement climatique agit en grande partie en amplifiant des problèmes déjà existants, et être adapté au changement climatique, c'est d'abord être adapté à la situation présente. Ceci suggère de commencer par la mise en place de mesures d'adaptation sans regret, qui permettent d'améliorer la situation existante des villes et de générer des co-bénéfices intéressants, tout en réduisant la vulnérabilité future au changement climatique.

D'autres mesures peuvent toutefois devenir nécessaires quand le changement de climat devient important ou quand la prise en compte du long terme devient nécessaire. Dans ce cas, la revue des vulnérabilités existantes devient insuffisante pour construire une stratégie d'adaptation et des mesures spécifiques doivent être mises en place pour faire face à des impacts potentiellement inédits. C'est par exemple le cas pour les grandes opérations d'aménagement qui créent des irréversibilités sur le long terme.

Sur le court terme, il est utile de s'interroger en premier lieu sur l'origine et l'évolution de la vulnérabilité. L'augmentation du risque que l'on observe actuellement et qui explique l'augmentation des pertes liées aux catastrophes naturelles a des causes précises, liées aux évolutions socio-économiques et démographiques actuelles (migration vers les zones à risques, pénurie de foncier, coût économique et politique des mesures de réduction des risques, surconsommation en eau, etc.). Plutôt que de seulement rechercher à réduire les risques, il faut considérer les facteurs explicatifs de l'augmentation des risques, et s'attaquer à leurs causes originelles.

Les politiques urbaines d'adaptation peuvent s'organiser en quatre grandes catégories : les modifications de l'occupation des sols et la planification urbaine (par exemple pour éviter les développements nouveaux dans les zones inondables) ; les investissements directs et notamment dans les ouvrages de protection et les infrastructures de gestion de l'eau ; l'adaptation du cadre bâti, par action directe (investissement) ou indirecte (incitation fiscale et réglementaire) ; l'augmentation de la résilience de la zone (par la diversification économique ou des outils d'aide aux ménages et aux entreprises en cas d'impacts). De manière générale, les mesures réglementaires, légales et financières ne doivent pas être négligées, l'adaptation ne se faisant pas uniquement par des investissements directs.

Les coûts d'adaptation sont relativement moins élevés lorsque les politiques sont anticipées. Par exemple, il est moins cher de bâtir un ouvrage de protection surdimensionné, que d'avoir à le redimensionner ultérieurement, il est moins cher de rendre une zone non urbanisable, que d'avoir à re-localiser une zone déjà habitée. Un arbitrage doit ainsi être fait entre des politiques tardives, donc chères, mais effectuées avec un sentiment de nécessité, et une politique effectuée très tôt, meilleure marché, mais effectuée alors qu'aucun sentiment d'urgence n'est là et nécessitant donc un investissement politique important. Pour les politiques anticipées, la prise en compte de l'incertitude sur les changements climatiques futurs est indispensable, et une coordination entre acteurs est nécessaire.

Le changement climatique n'étant pas le seul changement auquel les villes doivent se préparer, il faut également tenir compte d'autres facteurs. Ainsi, l'adaptation aux impacts du changement climatique devra se faire en parallèle de la réduction des émissions de gaz à effet de serre, ce qui créera des synergies, mais aussi des conflits. Dans le choix d'une politique de réduction de la vulnérabilité, il est donc nécessaire de travailler dans un cadre extrêmement large, tenant compte de multiples éléments et objectifs. Un élément décisif provient souvent des effets secondaires positifs ou négatifs des mesures. Au-delà des aspects environnementaux, il est possible que la population des villes décroisse significativement dans la seconde moitié du XXI<sup>ème</sup> siècle du fait du vieillissement de la population, ce qui représenterait un choc important sur les dynamiques urbaines. Il faudra donc peut-être gérer les problématiques spécifiques du changement climatique dans un contexte très différent du contexte actuel.

Il reste aujourd'hui impossible d'évaluer le coût du changement climatique pour les villes, ou d'estimer les montants qu'il faudra investir dans l'adaptation. Il apparaît toutefois clairement dans la littérature scientifique que des politiques d'adaptation adéquates mises en place d'une manière suffisamment anticipée seraient à même de limiter de manière extrêmement importante l'impact total du changement climatique.

## **2- Les villes aujourd'hui, laboratoires d'adaptation au changement climatique**

L'adaptation des villes au changement climatique et sa mise en pratique – en particulier l'élaboration de stratégies d'adaptation – sont encore relativement récentes. Dans le cadre de ce rapport, il a été fait un état des lieux de la mise en œuvre de l'adaptation dans les villes et un certain nombre de tendances, de points positifs ou de manques sont mis en avant pour répondre, au moins en partie, à la question : « comment mettre en œuvre une politique d'adaptation dans les villes ? ». L'étude des villes françaises a été faite dans un souci de dresser le panorama le plus précis possible des démarches entreprises, alors que l'approche des villes internationales a été plutôt guidée par un souci de reproductibilité en sélectionnant des villes dont l'expérience peut être utilisable par les villes françaises.

## ***Les prémices de l'adaptation***

Contrairement à ce qu'une certaine résonance internationale peut faire penser, la mise en œuvre de l'adaptation dans les villes en est encore à un stade exploratoire. Les villes françaises ne font pas exception et on peut même considérer qu'une poignée d'initiatives mises à part, l'adaptation urbaine y demeure embryonnaire. Elles sont principalement au stade du diagnostic : identifier les aléas climatiques qui auront des conséquences sur leurs différents secteurs. Le développement des connaissances sur les risques et la manière de s'y préparer et d'y faire face débute à peine. Certes, certaines actions sont identifiées comme pouvant concourir à l'adaptation – tel que le verdissement et l'utilisation de matériaux perméables pour faciliter l'infiltration plutôt que le ruissellement des eaux pluviales – et peuvent être mises en œuvre. Mais il ne s'agit pas encore de stratégies globales et transversales d'adaptation, le facteur changement climatique lui-même n'étant pas toujours pris en compte. Les actions proposées sont par ailleurs très ciblées et plutôt intégrées dans des plans qui leur sont propres ; rien n'est encore développé à grande échelle. On sent cependant une volonté de progresser, et les différentes initiatives qui naissent dans les villes françaises sont à considérer comme le début d'un travail de long terme.

La pratique de l'adaptation dans les villes internationales est globalement au même stade. Quelques villes pionnières ont malgré tout initié des démarches d'adaptation il y a quelques années, et huit ont été analysées : Chicago (États-Unis), Durban (Afrique du Sud), Keene (États-Unis), Londres (Royaume Uni), New York (États-Unis), Port Philip (Australie), Rotterdam (Pays-Bas), Toronto (Canada). Ces villes ont pour la plupart terminé l'élaboration de leur stratégie d'adaptation, et commencent à mettre en œuvre des plans d'adaptation relativement ambitieux. Révélateurs de cette ambition, le nombre d'impacts du changement climatique considérés est beaucoup plus important que dans le cas des villes françaises, qui ont tendance à se limiter au stress thermique et aux inondations. Le nombre de mesures proposées et de domaines et de secteurs impliqués dans ces mesures est également nettement plus grand. Les processus que les villes internationales étudiées ont mis en place pour élaborer leur plan d'adaptation peuvent ainsi être une source d'inspiration pour les villes françaises, et certaines caractéristiques sont détaillées ici : étapes, acteurs impliqués, échelles de temps et d'espace, outils utilisés et moyens mis en œuvre.

## ***Barrières et leviers***

L'étude de l'adaptation dans les villes françaises et internationales fait par ailleurs ressortir l'existence d'un certain nombre de leviers et de barrières à sa mise en œuvre qu'il est important de connaître, utiliser ou contourner pour mettre en place une stratégie d'adaptation efficace. Le dépassement des barrières et l'optimisation des leviers à l'adaptation apparaissent comme l'enjeu principal des débuts de la mise en œuvre dans les villes françaises, et toutes les échelles doivent y être impliquées. On constate ainsi que les initiatives d'adaptation sont toutes liées à la présence de l'une au moins des quatre situations suivantes : appartenance à un réseau, vulnérabilité démontrée par des événements climatiques passés, proximité avec un autre territoire qui s'adapte, présence d'un élu engagé dans le développement durable. Au contraire, de nombreuses barrières informationnelles (poids des incertitudes, manque d'exemple), financières, techniques (manque de compétences sur le sujet), cognitives (perception des risques par exemple), normatives et institutionnelles (partage des compétences sur un même territoire, propension au statu quo) peuvent expliquer le faible nombre d'initiatives en matière d'adaptation. L'identification, la compréhension et la prise en compte de ces barrières est une première étape pour optimiser la mise en œuvre de l'adaptation dans les collectivités territoriales. Le fait que ces barrières soient communes à l'ensemble des villes et que leur contournement soit relativement lourd et coûteux pousse à une action au niveau national.

## ***Politiques de la ville***

Les plans d'adaptation développés par les villes ne sont que « la partie émergée de l'iceberg » des politiques et mesures qui ont un effet sur leur adaptation au changement climatique. Il existe en effet une multitude de plans,

de projets et de politiques qui concourent déjà ou peuvent concourir à adapter la ville au changement climatique, et l'enjeu est aussi de les identifier pour optimiser leur rôle. Il s'agit par exemple des politiques de prévention des risques naturels, des mesures d'information et de sensibilisation des populations sur les risques et les consignes à suivre en situation de crise. Les documents d'urbanisme peuvent fournir un cadre à l'adaptation, de même que l'ensemble des mesures de protection des espaces naturels à condition d'y inclure des dimensions climatiques. Certaines villes, comme Toronto ou Paris par exemple, ont identifié une partie de ces mesures et en ont fait la base de leur stratégie initiale d'adaptation. Certaines mesures d'atténuation peuvent favoriser l'adaptation comme l'isolation renforcée des bâtiments.

## ***Le besoin d'un soutien national***

Au final, il ressort de l'analyse des projets, des plans et des stratégies d'adaptation et de l'avis même de ceux qui en ont la charge que la mise en œuvre de l'adaptation est, en France, à un stade préliminaire et que les villes internationales ne sont pas plus avancées si l'on fait exception de quelques pionnières. Si des initiatives ont été lancées dès le milieu de la décennie, leur portée et leur avancement ne permettent donc pas encore de dire que les villes françaises s'adaptent véritablement au changement climatique. Ces initiatives doivent plutôt être vues comme le début d'un processus qui prendra du temps, dans une démarche d'amélioration continue et de partage d'expérience d'une ville à l'autre. Elles coïncident aussi avec l'implication de l'échelon national sur ce sujet, et cette synchronisation est source de contributions réciproques intéressantes : les services de l'Etat français devront faciliter l'adaptation dans les collectivités territoriales, et les villes seront un laboratoire d'adaptation duquel remonteront des expériences et des leçons déterminantes pour l'adaptation de la France au changement climatique.

La mise en œuvre de l'adaptation dans les villes demande en effet une implication de l'échelon national, en particulier par la fourniture d'outils, d'incitations et de cadres méthodologiques communs, révisables et ajustables en fonction des retours d'expériences des acteurs impliqués. Certains de ces outils sont détaillés dans le rapport : guides méthodologiques, diagnostics de vulnérabilité, évaluation des coûts, services climatiques, partage d'expérience et formation. L'élaboration de ces outils doit cependant permettre une grande liberté dans le choix des solutions que les villes expérimentent. Aucune stratégie d'adaptation n'a encore fait ses preuves, que ce soit dans sa forme ou dans les actions qu'elle propose, et il est risqué de limiter les possibles par des cadres trop contraignants. Un équilibre doit donc être trouvé entre le souci d'aider les villes, en leur fournissant des outils, et le besoin de favoriser l'expérimentation, en faisant en sorte que ces outils ne conditionnent pas de façon excessive les choix des villes en matière d'adaptation.

## **Perspectives - La recherche urbaine liée aux enjeux climatiques**

En réponse à ces besoins d'outils et d'expérimentations, la recherche urbaine, à travers le concept de ville durable - respectant des équilibres dans les trois domaines économiques, sociaux et environnementaux - a exploré depuis ces dernières années de nombreux champs dans des disciplines variées, qu'il s'agisse de recherches sur les technologies, de recherches en sciences humaines ou du vivant, ou de recherches sur la gestion des systèmes complexes.

Toutefois, la prise en compte des effets du changement climatique dans les villes et la nécessité, pour la mise en œuvre de politiques adaptées, de lancer des études et recherches pluridisciplinaires dans ce domaine, ne relèvent que d'une prise de conscience récente, mais qui, sous l'effet d'une forte demande des acteurs publics et privés, est amenée à croître dans l'avenir.

La plupart des travaux des équipes de recherche actuellement engagés dans ce domaine sont financés dans le cadre de grands programmes de recherche, dont la finalité est de donner aux villes les outils d'analyse de leur vulnérabilité face au changement climatique et les moyens d'une urbanisation adaptée.

Ces programmes de recherche se répartissent entre :

- trois programmes de recherche transversaux : les programmes « changements environnementaux planétaires », « vulnérabilité, milieu, climat et société », « villes durables » de l'Agence Nationale pour la Recherche (ANR) et le Programme Interdisciplinaire Ville et Environnement (PIRVE) porté par le CNRS et le MEEDDM.
- cinq programmes sectoriels, avec des composantes spécifiques villes et climat : le programme de recherche « gestion et impacts du changement climatique » (GICC) porté par le MEEDDM, le programme de recherche et d'expérimentation sur l'énergie et le bâtiment (PREBAT) porté

par le Plan Urbanisme, Construction et Architecture (PUCA), le Programme de recherche et d'Innovation dans les transports terrestres (PREDIT) comprenant le programme PRIMEQUAL pour une meilleure qualité de l'air à l'échelle locale et le programme Plante et Cité.

- des appels à projets ciblés, de prospective, de modélisation et d'analyse du climat.
- le programme URBAN-NET dans le cadre du 7ème Programme cadre pour la recherche et le développement technologique (PCRDT).

Le dynamisme récent de la recherche française dans le domaine de la ville durable sous l'angle de l'adaptation aux effets du changement climatique se trouve aujourd'hui confronté à une grande attente des acteurs publics et privés. En effet, ceux-ci doivent dès maintenant engager des actions concrètes et sollicitent de la recherche une couverture du champ des besoins ainsi que des résultats concrets, à la fois en termes de données, de méthodologies et d'outils opérationnels.

## **En conclusion**

Ce rapport avait pour objet de présenter des éléments d'analyse et de synthèse des risques et des enjeux auxquels seront confrontées les villes en raison du changement climatique : îlot de chaleur, risque d'inondations, phénomène de retrait-gonflement d'argile et ses conséquences sur les logements et les infrastructures, etc. Il souligne la nécessité d'agir pour minimiser les impacts. L'état des lieux des stratégies d'adaptation des villes françaises, éclairé par des exemples dans des villes étrangères, montre que même si certaines villes s'engagent dans une stratégie d'adaptation, cette dernière demeure incomplète et doit être mieux structurée. A cette fin, il convient que soient levées un certain nombre de barrières tant techniques, scientifiques que financières. Les programmes de recherche engagés doivent pouvoir apporter les éclairages et les outils nécessaires à la définition de ces politiques publiques.

Les lois issues du Grenelle environnement, qui prévoient un plan national d'adaptation pour 2011 et les Schémas régionaux du Climat, de l'Air et de l'Energie et les Plans Climat-Energie Territoriaux pour les collectivités de plus de 50 000 habitants, offrent un cadre permettant d'accélérer la mise en place de l'adaptation au niveau des villes et des agglomérations.