



**HAL**  
open science

## Eau, Mégapoles et Changement global

Cléo Lossouarn, Vasudha Pangare, Sun Fenghua, Emilio J. Lentini, Tim Loftus, Mary Ann Dickinson, Tien Dung Tran Ngoc, Morgane Perset, Emilie Strady, Thi San Ha Phan, et al.

► **To cite this version:**

Cléo Lossouarn, Vasudha Pangare, Sun Fenghua, Emilio J. Lentini, Tim Loftus, et al.. Eau, Mégapoles et Changement global: Portraits de 15 villes emblématiques du monde. Alice Aureli, UNESCO-PHI; Jean-Claude Deutsch, ARCEAU-IdF; Alexandros Makarigakis, UNESCO-PHI; Bruno Nguyen, UNESCO-PHI; François Prévot, ARCEAU-IdF; Irina Severin, ARCEAU-IdF; Jean-Pierre Tabuchi, SIAAP; Bruno Tassin, ARCEAU-IdF; Géraldine Izambart, ARCEAU-IdF; Blanca Jiménez-Cisneros, UNESCO-PHI; Cléo Lossouarn, SIAAP; Ismael Madrigal, UNESCO-PHI. UNESCO & ARCEAU-IdF, 2016, 978-92-3-200102-3. hal-01375736

**HAL Id: hal-01375736**

**<https://enpc.hal.science/hal-01375736>**

Submitted on 3 Oct 2016

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Distributed under a Creative Commons Attribution - ShareAlike 4.0 International License

# EAU, MÉGAPOLLES ET CHANGEMENT GLOBAL



Portraits de 15 villes emblématiques du monde



Organisation  
des Nations Unies  
pour l'éducation,  
la science et la culture



ARCEAU  
Île-de-France



# EAU, MÉGAPOLLES ET CHANGEMENT GLOBAL

Portraits de 15 villes emblématiques du monde



Publié en 2016 par l'Organisation des Nations Unies pour l'Éducation, la Science et la Culture  
7, place de Fontenoy, 75352 Paris 07 SP, France  
et ARCEAU IdF, 16 rue Claude Bernard 75005 Paris, France

© UNESCO / ARCEAU IdF 2016

ISBN 978-92-3-200102-3



Œuvre publiée en libre accès sous la licence Attribution-ShareAlike 3.0 IGO (CC-BY-SA 3.0 IGO) (<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/igo/>). Les utilisateurs du contenu de la présente publication acceptent les termes d'utilisation de l'Archive ouverte de libre accès UNESCO ([www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-fr](http://www.unesco.org/open-access/terms-use-ccbysa-fr)).

Titre original : Water, Megacities and Global Change. Portraits of 15 Emblematic Cities of the World  
Publié en 2016 par l'Organisation des Nations Unies pour l'Éducation,  
la Science et la Culture et ARCEAU IdF

Les désignations employées dans cette publication et la présentation des données qui y figurent n'impliquent de la part de l'UNESCO et d'ARCEAU IdF aucune prise de position quant au statut juridique des pays, territoires, villes ou zones, ou de leurs autorités, ni quant au tracé de leurs frontières ou limites.

Les idées et les opinions exprimées dans cette publication sont celles des auteurs ; elles ne reflètent pas nécessairement les points de vue de l'UNESCO et d'ARCEAU IdF et n'engagent en aucune façon les deux Organisations.

Design graphique : id bleue (idbleue.com) - Illustration de couverture : © Dragana Gerasimoski  
Imprimé en France

# Remerciements

L'édition de cet ouvrage a constitué une expérience inouïe, rendue possible grâce à la contribution bénévole de 33 auteurs venus du monde entier mais aussi grâce au soutien intellectuel et financier de trois institutions majeures : CONAGUA (Comisión Nacional del Agua), SUEZ Environnement et le SIAAP (Syndicat interdépartemental pour l'assainissement de l'agglomération parisienne). Nous exprimons ici notre gratitude envers eux : leur savoir et leur soutien permanent ont été essentiels et nous ont guidés dans le processus de coordination de cet ouvrage.

Des remerciements spécifiques sont aussi à adresser aux institutions suivantes : the Urban Infrastructure Institute of the New York University, the Japan Water Works Association et the International Water Association.

**Les coordonnateurs**

# Auteurs

## **Eau, mégapoles et changement global : défis et solutions**

*Cléo Lossouarn*, Chef de projets, Syndicat interdépartemental pour l'assainissement de l'agglomération parisienne (SIAAP)

## **Égalité des genres, eau et adaptation au changement climatique dans les mégapoles**

*Vasudha Pangare*, Consultante indépendante

## **Beijing**

*Sun Fenghua*, Directeur de la Division de l'assainissement, Beijing Water Authority

## **Buenos Aires**

*Emilio J. Lentini*, Professeur associé, Université de Buenos Aires

## **Chicago**

*Tim Loftus*, Professeur de travaux pratiques en Géographie dans la chaire sur les ressources en eau, Université de l'État du Texas

*Mary Ann Dickinson*, Présidente exécutive, Alliance for Water Efficiency

## **Ho Chi Minh Ville**

*Tien Dung Tran Ngoc*, Chercheur, Centre Asiatique de Recherche sur l'Eau, Faculté de l'Environnement et des Ressources Naturelles, Ho Chi Minh Ville, Université de Technologie

*Morgane Perset*, Chercheuse, Centre de prospective et d'études urbaines, PADDI, Région Auvergne Rhône-Alpes/Ho Chi Minh Ville, People Committee

*Emilie Strady*, Chercheuse, Centre Asiatique de Recherche sur l'Eau, Ho Chi Minh Ville, Université de Technologie/Laboratoire d'Étude des Transferts en Hydrologie et Environnement, Université Grenoble Alpes/CNRS/IRD

*Thi San Ha Phan*, Chercheur, Centre Asiatique de Recherche sur l'Eau, Ho Chi Minh Ville, Université de Technologie

*Georges Vachaud*, Chercheur, Laboratoire d'Étude des Transferts en Hydrologie et Environnement, Université Grenoble Alpes/CNRS/IRD

*Fanny Quertamp*, Chercheuse, Centre de prospective et d'études urbaines, PADDI, Région Auvergne Rhône-Alpes/Ho Chi Minh Ville, People Committee

*Nicolas Gratiot*, Chercheur, Centre Asiatique de Recherche sur l'Eau, Ho Chi Minh Ville, Université de Technologie/Laboratoire d'Étude des Transferts en Hydrologie et Environnement, Université Grenoble Alpes/CNRS/IRD

## **Istanbul**

*Izzet Ozturk*, Professeur, Université Technique d'Istanbul

*Dursun Atilla Altay*, Directeur Général, Istanbul Water and Sewerage Administration (ISKI)

## **Lagos**

*Akomeno Oteri*, Directeur, Akute Geo-Resource Ltd.

*Rasheed A. Ayeni*, Directeur, Hanorado Global Solutions Nig Ltd.

## **Londres**

*Jo Parker*, Directeur Technique, Watershed Associates Ltd.

## **Los Angeles**

*Adel Hagekhalil*, Directeur adjoint, Bureau of Sanitation of the City of Los Angeles

*Inge Wiersema*, Vice Présidente, Planificatrice Régionale, Carollo Engineers

## **Manille**

*Arjun Thapan*, Président, WaterLinks

## **Mexico**

*Rubén Chávez*, Chargé de mission, Commission Nationale de l'Eau (CONAGUA)

## **Mumbai**

*Ashok Hukku*, Major Général (Retraité), TechVision Security Consultants Pvt Ltd.

*Jairaj Phatak*, Conseiller Municipal, Municipal Corporation of Greater Mumbai

## **New York**

*Angela Licata*, Conseillère adjointe, New York  
City Department of Environmental Protection

## **Paris**

*Jean-Pierre Tabuchi*, Chargé de mission,  
Syndicat interdépartemental pour  
l'assainissement de l'agglomération parisienne  
(SIAAP)

*Bruno Tassin*, Directeur de Recherches, École  
des Ponts ParisTech (LEESU)

*Cécile Blatrix*, Professeure de Sciences  
Politiques, AgroParisTech, Institut des sciences  
et Industries du Vivant et de l'Environnement

## **Séoul**

*Yonghyo Park*, Ingénieur, K-water

*Kwansik Cho*, Directeur Exécutif de la Région  
Métropolitaine de Séoul, K-water

## **Tokyo**

*Ei Yoshida*, Ex-Directeur Général, Tokyo  
Metropolitan Waterworks Bureau

*Kiyotsugu Ishihara*, Directeur Général, Tokyo  
Metropolitan Sewerage Bureau

*Yugi Daigo*, Directeur Général, Tokyo  
Metropolitan Waterworks Bureau

## **COORDONNATEURS**

*Alice Aureli*, UNESCO-PHI

*Jean-Claude Deutsch*, ARCEAU-IdF

*Géraldine Izambart*, ARCEAU-IdF

*Blanca Jiménez-Cisneros*, UNESCO-PHI

*Cléo Lossouarn*, SIAAP

*Ismael Madrigal*, UNESCO-PHI

*Alexandros Makarigakis*, UNESCO-PHI

*Bruno Nguyen*, UNESCO-PHI

*François Prévot*, ARCEAU-IdF

*Irina Severin*, ARCEAU-IdF

*Jean-Pierre Tabuchi*, SIAAP

*Bruno Tassin*, ARCEAU-IdF





# Table des matières

- 11** Avant-Propos
- 12** Préface
- 14** Eau, mégapoles et changement global : défis et solutions
- 32** Égalité des genres, eau et adaptation au changement climatique dans les mégapoles



BEIJING



BUENOS AIRES



CHICAGO



HO CHI MINH VILLE



ISTANBUL



LAGOS



LONDRES



LOS ANGELES



MANILLE



MEXICO



MUMBAI



NEW YORK



PARIS



SÉOUL



TOKYO

- 96** Liste des illustrations



# Avant-Propos

La conférence « Eau, mégapoles et changement global », organisée à l'UNESCO à Paris en décembre 2015 à l'occasion de la COP21, a mis en lumière le rôle central des villes dans la réalisation des objectifs de développement durable, et tout spécialement l'objectif 6 de l'Agenda 2030 pour garantir l'accès universel à l'eau et aux services d'assainissement.

Ce livre-portrait de 15 villes emblématiques, coédité par l'UNESCO et ARCEAU-IdF, est à la fois le résultat de ces présentations scientifiques concrètes, et un appel à la mobilisation générale pour concevoir les politiques urbaines durables dont le monde a besoin. Tous ces centres urbains partagent de nombreux points communs : une taille gigantesque, des déséquilibres entre quartiers riches et quartiers pauvres, une pression environnementale et industrielle qui pèse sur les ressources naturelles de toute une région, sans compter le poids économique qu'elles représentent pour tout un pays, et les ressources culturelles, scientifiques, éducatives qu'elles proposent.

Les Nations Unies comptaient trois mégapoles en 1970, 10 en 1990, et 28 mégapoles en 2014. Selon les projections, il y en aura 41 en 2030, toutes situées dans des pays les moins développés. Ces villes n'ont souvent pas eu le temps ni les moyens de développer leurs services urbains, y compris les services d'accès à l'eau, d'assainissement, ou d'évacuation des eaux de temps de pluie. Cette situation crée des vulnérabilités profondes, et des défis complexes. Il est essentiel que les mégapoles partagent leurs expériences afin de développer des services capables de répondre aux attentes de leurs habitants. La gestion inclusive de l'eau est aussi la réponse à de nombreux défis sociaux, et en premier lieu les inégalités de genres, car les femmes sont les plus durement touchées par les difficultés d'accès à l'eau, et en première ligne d'une meilleure gestion des ressources.

Ce livre marque une étape importante dans le processus de création d'une Alliance des mégapoles pour l'eau face au changement climatique, dans lequel l'UNESCO est fortement investie, à travers son Programme Hydrologique International (PHI). La coopération pour et autour de l'eau doit se faire à tous les niveaux : entre les gouvernements, entre les sociétés et en leur sein, au cœur des villes. Les mégapoles incarnent le principe de la « contrainte créatrice », où des situations infiniment complexes suscitent la mobilisation d'un nombre incroyable de talents, d'experts, d'initiatives pour y faire face. Dans cette nouvelle ère de limites où nous sommes entrés - limites de nos ressources, limites de notre planète - l'inventivité humaine, et le respect de la dignité de chacun, représentent nos ressources renouvelables par excellence. Nous devons en libérer le potentiel. C'est finalement aussi cela, la force d'une ville : une capacité à rassembler les talents, à faire vivre et travailler ensemble des hommes et des femmes dans la diversité, pour construire un avenir durable.

**Irina Bokova, Directrice-Générale de l'UNESCO**

# Préface

Au-delà des conditions spécifiques locales concernant leur situation géographique, climatique, hydrogéologique, démographique et économique, les mégapoles ont toutes des problèmes de gouvernance de l'eau, avec des acteurs multiples ayant leurs propres intérêts et objectifs ; mais elles peuvent aussi partager leurs solutions pour s'adapter au changement climatique. Les solutions aux problèmes de l'eau dans les grandes villes englobent des aspects tellement divers qu'elles ne peuvent pas être portées uniquement par quelques personnes aussi représentatives soient-elles. Une vision globale peut seulement être trouvée grâce à la collaboration de nombreux points de vue.

La genèse de ce livre est clairement géographiquement centrée dans la région parisienne, qui est en même temps, le siège de l'UNESCO et celui de l'association des acteurs régionaux de l'eau ARCEAU IdF, et qui a également accueilli la COP21 en décembre 2015.

À notre avis, le cas de Paris montre que la réunion des acteurs locaux et régionaux autour des enjeux de l'eau est possible à grande échelle. Cet ouvrage, publié dans le cadre de la Conférence internationale « Eau, mégapoles et changement global » au cours de la COP21 à Paris, soulève au moins deux grandes questions :

Pourquoi cette initiative est venue de la métropole de Paris en France ?

Quelles sont les connaissances qui sont apportées aux différents acteurs concernés ?

La loi de 2015 portant sur l'organisation du territoire a créé la Métropole du Grand Paris. Celle-ci n'a pas des caractéristiques véritablement différentes d'autres mégapoles du monde occidental. Ses réseaux d'eau et d'assainissement ont été conçus et développés au XIX<sup>e</sup> siècle ; le pic d'expansion urbaine est derrière elle. La seule originalité est peut-être la Seine avec son débit relativement faible au regard de la pression anthropique qu'elle doit supporter alors que c'est une ressource importante pour l'alimentation en eau potable.

Du côté de l'organisation institutionnelle là encore, il n'y a pas de grandes particularités : comme dans d'autres mégapoles du monde, autour d'une ville centre : ici Paris, de multiples acteurs, allant du simple citoyen aux services de l'État, en passant par un grand nombre de collectivités territoriales organisent et font la vie de cette mégapole. Paris, en tant que ville centre, a une importance particulière par rapport aux autres cités de l'agglomération qui constituent la banlieue. Citons cependant la division en trois échelles : communal, départemental et interdépartemental, de la gestion de l'assainissement, et le partage de l'alimentation en eau entre trois principaux syndicats, deux étant en gestion déléguée, et le troisième en gestion directe.

L'examen des principaux acteurs et de leur action est plus intéressant. Commençons par les techniciens. Depuis longtemps déjà, ils ont été habitués à échanger avec leurs collègues étrangers et à essayer de produire les innovations qui leur permettront de gérer encore mieux leurs réseaux que ce soit celui d'assainissement ou celui d'alimentation en eau potable. Cette tradition leur a valu de se trouver en bonne place dans les congrès internationaux et a assuré leur réputation. Les générations d'aujourd'hui n'ont pas non plus démerité et elles portent, entre autres, la restauration de la qualité de la Seine, la réhabilitation de la grande station d'épuration Seine aval à Achères ou encore la gestion automatisée des réseaux.

La recherche est un autre atout de la mégapole. L'un des rares laboratoires qui travaillent en France sur les thématiques de l'eau urbaine se trouve en région parisienne. Ses chercheurs ont, avec d'autres, été à l'origine du développement des techniques de contrôle à la source pour les eaux pluviales. Ils ont été aussi à la pointe en ce qui concerne la connaissance de la pollution des rejets d'eaux usées

de temps de pluie en développant des systèmes de mesure et des outils de modélisation. D'autres laboratoires aussi bien publics que privés – les trois grands industriels de l'eau ont leur centre de recherche en région parisienne –, ont fait faire des bonds considérables aux techniques d'épuration des eaux usées, ainsi qu'aux systèmes de traitement pour la potabilisation des eaux. Un important programme de recherche, le PIREN Seine, est conduit par le CNRS sur le bassin de la Seine. Ses apports pour les gestionnaires sont capitaux. Les sciences sociales et humaines sont aussi très présentes. On peut juste regretter que ces avancées n'aient été que peu diffusées à l'international.

Enfin, dans les années 2000, il existe des élus locaux qui s'intéressent à la gestion de l'eau dans la grande lignée de leurs prédécesseurs de l'entre-deux-guerres. Ces derniers ont créé, quelles que soient leurs orientations politiques, un système d'épuration pour l'ensemble de l'agglomération parisienne, et ont cherché à mettre en place une gestion partagée de l'alimentation en eau.

Une conjonction heureuse s'est produite en 2013, tous ces acteurs de qualité se sont réunis autour d'un projet de valorisation des recherches et des expériences locales : l'association ARCEAU IdF (Association Recherche-Collectivités dans le domaine de l'Eau en Île-de-France). Cette association cherche à créer un lien entre chercheurs, politiques et opérateurs. Cette configuration est, je pense, assez unique aujourd'hui dans le monde. Elle a voulu montrer tout l'intérêt des échanges entre ces communautés avec la conférence internationale : « Eau, mégapoles et changement global » en 2015 à Paris.

La deuxième question était : quelles sont les connaissances apportées aux différents acteurs concernés ? Le présent ouvrage, par la juxtaposition des monographies de ces quinze mégapoles, permet de faire apparaître un certain nombre de conclusions, dont les principales sont explicitées dans la synthèse. Celle-ci permet de mettre l'accent sur les problèmes communs rencontrés dans ces agglomérations ou au contraire sur leurs aspects spécifiques. Le champ abordé est déjà très large puisqu'il concerne la gestion des réseaux, les risques naturels, les relations de l'eau avec l'aménagement urbain, les aspects économiques et les modes de gouvernance. Elle ne cache pas aussi les limites de l'exercice, car il n'est pas possible de donner une définition unique de ce qu'on appelle « mégapole » dans les différentes monographies. Du fait de cette « non-définition » de la notion de « mégapole », les chercheurs risquent de se trouver frustrés par la lecture de cet ouvrage. Mais celui-ci est plus un appel à approfondir un certain nombre d'analyses à commencer par, comme le suggèrent certains, se poser la question de ce qui fait que les problèmes de gestion de l'eau dans ces très grandes agglomérations posent des questions particulières.

Ces questions concernent non seulement les actions qui peuvent être entreprises pour améliorer la gestion de l'eau : une station d'épuration pour plusieurs millions de personnes ne fonctionne pas de manière identique à une station pour quelques milliers d'habitants, un taux de croissance urbaine élevé va induire une réflexion particulière sur la qualité et la quantité d'eau à distribuer, la notion de risques à ces échelles prend une autre dimension. Elles concernent aussi les solutions grâce aux potentiels de recherche et d'innovations se trouvant dans ces mégapoles, tant à l'intérieur du monde académique que dans les associations de citoyens. Le prolongement de cette approche conduit inévitablement au mode de gouvernance, qui est bien évidemment la source de toutes les solutions pertinentes.

**Jean-Claude Deutsch, Président d'ARCEAU IdF**





# Eau, mégapoles et changement global : défis et solutions

**Cléo Lossouarn,**  
Chef de projets,  
SIAAP

## INTRODUCTION

**Parler de la croissance urbaine et de l'émergence du phénomène mégapolitain par la multiplication de plus en plus rapide du nombre de villes supérieures à 10 millions d'habitants n'est plus une nouveauté. De même, les processus de changement climatique sont aussi largement étudiés selon diverses perspectives dans le cadre de recherches ou d'approches plus opérationnelles. L'objectif est ici de mettre en évidence les impacts de ces changements globaux - croissance urbaine et climat - sur les mégapoles et leurs ressources, et sur leurs services d'eau et d'assainissement. Il en ressort une singulière vulnérabilité. La concentration dans les mégapoles de populations, de services, de biens amplifie les conséquences des risques liés à l'eau tels que des inondations à grande échelle, ou l'insuffisance des ressources, la pollution environnementale et d'autres enjeux.**

**La présente contribution est une synthèse des monographies de 13 mégapoles élaborées dans le cadre de la conférence « Eau, mégapoles et changement global ». Les données à l'origine de cet article proviennent uniquement de ces portraits en majorité co-rédigés par des opérateurs souvent en binôme avec des chercheurs.**

## Démographie et territoires

Identifier les limites territoriales d'une mégapole pose la question de la définition d'une mégapole. Retenir le facteur population présente d'une part le risque de ne pas considérer l'aire d'influence économique de la mégapole qui souvent dépasse largement le territoire national. D'autre part, la croissance démographique est à l'origine d'une croissance urbaine qui modifie considérablement le territoire et dépasse largement les limites administratives. Le développement urbain affecte en profondeur les relations de la mégapole avec sa zone d'influence économique et son hinterland. Dès lors, analyser un enjeu comme celui de l'eau à l'échelle mégapolitaine est un exercice complexe qui suppose un choix préalable entre limite administrative, aire urbaine ou aire couverte par un opérateur de service. En ce sens, les choix effectués par les auteurs de monographies sont évidemment le reflet de leur appartenance institutionnelle : les chercheurs et les administrations tendent à avoir une vision plus globale du territoire et les opérateurs présentent une analyse plus technique restreinte au périmètre desservi.

Si toutes les mégapoles doivent faire face à des enjeux démographiques et environnementaux, pour certaines, la croissance urbaine et démographique est la première cause de vulnérabilité des ressources en eau et pour d'autres ce sont les enjeux environnementaux qui constituent des défis majeurs.

ESTIMATION DES POPULATIONS DES MÉGAPOLES SELON DIFFÉRENTES SOURCES ET TERRITOIRES DE RÉFÉRENCE

	Nombre d'habitants en millions <sup>1</sup>	Rang	Nombre d'habitants en millions <sup>2</sup>	Rang	Nombre d'habitants en millions <sup>3</sup>	Rang
Tokyo	37,8	1	42,7	1	13	5
Manille	12,7	18	24,2	6	12	10
New York	1,5	9	23,7	7	8,4	12
Lagos	12,6	19	22,8	8	23,3	1
Mumbai	20,7	6	21,9	9	12,4	9
Beijing	19,5	8	21,5	11	21,1	3
Mexico	20,8	4	20,8	12	22	2
Los Angeles	12,3	20	18,6	17	13	5
Istanbul	13,9	15	14,3	21	14,5	4
Buenos Aires	15	13	14,2	22	12,8	8
Londres	10,2	27	13,6	24	13	5
Paris	10,7	25	12,4	29	11,9	11
Chicago	8,7	72	9,9	40	8,3	13

Sources : 1 : World Urbanization Prospects (UN, 2015) ; 2 : population data.net ; 3 : Monographies.



# 1. VULNÉRABILITÉ À LA CROISSANCE DÉMOGRAPHIQUE ET URBAINE

## CROISSANCE URBAINE ET ACCESSIBILITÉ AUX SERVICES

Fruit de leur histoire et de leur croissance démographique, deux grandes typologies de ville ressortent concernant le patrimoine de distribution d'eau potable et d'assainissement.

**Les plus vieilles villes comme Paris, Londres, New York, Istanbul qui étaient souvent les premières mégapoles** ont une histoire longue et plutôt lente d'immigration et de peuplement. Elles héritent d'un système dont le patrimoine est âgé de plus de 100 ans - âge de 50 % des conduites d'eau de la Thames Water à Londres - qu'elles **ont réussi à mettre progressivement à l'échelle**. Des investissements réguliers ont permis de renouveler leur infrastructure notamment les stations de pompage et les systèmes d'alimentation électrique mais surtout elles ont réussi à réaliser une extension progressive des réseaux d'eau et d'assainissement. À Istanbul, l'adduction du Grand Melen (35 m<sup>3</sup>/s de capacité) qui apporte de l'eau potable à Istanbul sur 190 km est la version contemporaine de l'adduction de 240 km raccordant Vize à Istanbul à l'époque Romaine. Les infrastructures les plus anciennes ont bénéficié de réhabilitations considérables et de mises à niveau par des systèmes complémentaires d'affinage par ozonation et charbon actif. Pour ces mégapoles, les enjeux actuels sont d'améliorer

constamment et de garantir la qualité de l'eau distribuée.

Les nouvelles mégapoles **ont subi une extension récente et très rapide**. Les infrastructures des centres historiques sont différentes des espaces récemment urbanisés. La croissance rapide de la population a généralement mis sous tension les systèmes les plus anciens du centre-ville et mis à l'épreuve la fiabilité des services municipaux y compris le système de distribution d'eau. C'est le cas à Buenos Aires qui était au début du XX<sup>e</sup> siècle une des villes les mieux équipées notamment en matière d'eau et d'assainissement avant qu'une rupture s'opère autour de 1940 et que le taux de couverture baisse. Beijing a une longue histoire de plus de 3000 ans en lien étroit avec l'eau. Il y a plus de 21 millions d'habitants et 500 000 nouveaux habitants chaque année depuis 1990. Le système d'approvisionnement en eau de Beijing est constitué d'un distributeur public complété jusqu'à récemment par plus de 50 000 puits autonomes et des réseaux collectifs ruraux.

**Répondre à la demande en eau potable** est encore un défi pour plusieurs des mégapoles présentées. À Mumbai, le système de distribution dans les bidonvilles où 56 % des citoyens de la ville habitent est quasi inexistant. De même, lorsque le réseau existe, la continuité du service à tous les usagers n'est pas assurée. À Lagos, l'opérateur public Lagos Water Company ne produit que 349 000 m<sup>3</sup> sur la demande quotidienne de 2,9 millions de m<sup>3</sup>. Les villes de la mégapole de Lagos et ses 200 différents bidonvilles (2/3 de la population) ont construit leurs propres systèmes d'alimentation en eau ou s'approvisionnent auprès d'acteurs privés qui exploitent des forages et des puits créant ainsi un système complètement désorganisé sans pour autant répondre à la demande.

## CHIFFRES CLÉ SUR LE SERVICE D'EAU POTABLE

	Volume total disponible par jour (m <sup>3</sup> ) d'eau potable et d'eau recyclée	Usine de potabilisation	Longueur du réseau de distribution (km)	Branchements	Taux de couverture (%)
Tokyo	6 859 500	11	26 613	7 164 953	100
Mexico	6 912 000	66			97
Beijing	10 090 000	68	12 000	3 710 000	
Lagos	2 541 600		2 395	178 900	8
Mumbai	4 128 000				50
New York	3 800 000				
Istanbul	5 904 000	12	18 000		
Londres					100
Buenos Aires	5 000 000	2	19 000	3 300 000	86
Paris	3 495 000	17	13 000	730 000	100
Manille	4 200 000				99
Chicago	3 770 000	2			100
Los Angeles		1	11 688		100

Source : Monographies.

## GESTION DES SERVICES D'EAU POTABLE

### Efficiency et Eau non facturée

Il existe de grandes différences en ce qui concerne la situation actuelle et les politiques en cours de mise en œuvre pour réduire l'eau non facturée dans les mégapoles. À Chicago et Buenos Aires, l'abondance de la ressource permet de tolérer d'importantes pertes causées par les vieilles conduites sans qu'aucune mesure ne soit prise ou prise très récemment. Au contraire, des programmes d'amélioration des performances sont actuellement en cours afin de réduire l'eau non facturée à Mumbai et à Istanbul où la part de celle-ci a baissé de 65 % en 1994 à 24 % en 2014, et l'opérateur s'est fixé un objectif de 15 à 17 % d'ici 2023. Des efforts ont été fournis par les compagnies londoniennes et le Tokyo Waterworks Bureau pour atteindre de hautes performances les positionnant parmi les leaders mondiaux en matière de taux de fuite. À Paris, les rendements des réseaux de distribution ont été nettement améliorés et sont passés de 55 % à plus de 90 % entre 1960 et 2016.

### Compteurs individuels

Compte tenu de l'âge du parc de logements, dont une grande partie est vieille de plus de 100 ans, moins d'un quart des clients domestiques de Londres sont actuellement facturés sur la base d'un compteur d'eau. La grande majorité est donc toujours facturée sur la base de la « valeur locative », à savoir la valeur de la propriété comme à Buenos Aires où la politique en vigueur est un héritage historique. La valeur facturée est calculée en fonction de la surface de bâti couvert et des mesures du terrain, de l'âge et de la qualité du bâtiment et de la zone où se trouve la propriété. Le système de compteur est appliqué à seulement 12 % des usagers. Néanmoins, **le compteur individuel est progressivement adopté dans de nombreuses mégapoles**. À Mumbai, près de 75 % des branchements domestiques bénéficient d'un compteur et certains bidonvilles s'approvisionnent à des bornes fontaines partagées, progressivement équipées d'un compteur. Dans les années 1950 à New York, les compteurs permettant une facturation de la consommation ont été installés en réponse à plusieurs années consécutives de sécheresse afin de mieux réguler la demande.

## Le prix de l'eau

Les services d'eau et d'assainissement de Paris, New York, Chicago et Londres sont financés en totalité ou presque par les recettes qu'ils perçoivent avec le prix de l'eau et de l'assainissement et non ou très peu à travers le budget de la Ville ou de subventions de l'État. Le prix de l'eau doit permettre de financer la totalité des coûts de fonctionnement et des besoins d'immobilisations du système d'eau et d'assainissement. Cela comprend les coûts en capital associés aux grands projets de construction et aux importantes modernisations. Pour cela, le prix de l'eau a augmenté de 186 % depuis 2007 à Chicago passant de 5,03 US\$/m<sup>3</sup> à 14,42 US\$/m<sup>3</sup>. Au contraire, à Buenos Aires, les revenus de la facturation de l'opérateur d'eau et d'assainissement AYSA couvrent à peine 41 % des coûts de fonctionnement. AYSA reçoit d'importantes subventions du gouvernement Fédéral. Un système de péréquation entre les différents usagers y est appliqué comme à Mumbai. Globalement, le principe repose sur un système dans lequel les utilisateurs industriels et commerciaux subventionnent les habitants de bidonvilles et les personnes en situation précaire. Dans la capitale nigérienne, le prix de l'eau est considérablement inégalitaire puisqu'un ratio de 1 à 33 existe entre les prix de la Lagos Water Corporation et les fournisseurs privés informels. À Beijing et à Istanbul, l'application d'un tarif progressif est devenue un outil majeur pour développer une politique de répartition optimale des rares ressources en eau et améliorer une utilisation efficace de l'eau par les consommateurs notamment industriels.

## LES DÉFIS DE L'ASSAINISSEMENT DANS LES MÉGAPOLIS

### Accès à l'assainissement : conditions de santé publique et de développement

L'accès à l'assainissement est pratiquement toujours considéré bien plus tard que l'accès à l'eau potable et comme une nécessité en réponse à l'émergence d'un problème de santé publique majeur une fois qu'il est apparu. Les infrastructures de gestion des eaux usées ne sont généralement

pas autant développées que les systèmes d'eau potable. Et quand elles le sont, c'est très récent et de grands défis doivent alors être relevés. Pourtant, l'assainissement a souvent joué un rôle important dans la croissance et le développement des mégapoles. En 1889, la construction du canal de Chicago avait une vocation sanitaire mais a aussi eu un effet majeur sur le futur développement économique de la ville en la connectant au reste du territoire américain.

On constate une différence du niveau d'accès au service entre les centres historiques souvent raccordés à un système collectif et le reste des agglomérations peu ou pas couvert par les réseaux et parfois même sans systèmes d'assainissement autonomes améliorés. À Manille, si 99 % de la population a un accès à l'eau potable, moins de 15 % de la population de la ville est connectée à un système d'égout. Quatre-vingt-cinq pour cent des ménages y utilisent toujours des systèmes individuels et une partie de la population est contrainte de pratiquer la défécation à l'air libre. Le constat d'un problème de santé publique a contraint les autorités à engager une stratégie de raccordement total au système d'égout d'ici à 2037. À Mumbai, seul 65 % de la population est raccordée au réseau d'égout, et à Lagos le raccordement au système collectif ne concerne que 6 % des ménages.

### La nécessité de traiter et de toujours mieux traiter : systèmes épuratoires et performances

À New York et Paris, même si la politique d'investissement a été progressive depuis la fin du XIX<sup>e</sup> ou le début du XX<sup>e</sup> siècle, il a fallu attendre 1987 ou 2000 pour que tous les flux par temps sec soient en capacité d'être traités dans des stations d'épuration. Aujourd'hui, dans les mégapoles des pays les plus riches c'est l'amélioration des performances épuratoires qui est recherchée comme à Tokyo. À Lagos, une nouvelle législation exige la construction de systèmes de traitements des eaux usées dans les nouvelles zones résidentielles de la mégapole. Cependant, l'assainissement individuel va demeurer encore pendant longtemps le principal système. C'est

## CHIFFRES CLÉ SUR LE SERVICE D'ASSAINISSEMENT

	Stations de traitement des eaux usées	Capacité totale de traitement en million de m <sup>3</sup>	Part des eaux usées traitées		Longueur du réseau d'assainissement (km)	Taux de couverture (%)
			Pré-traitement et/ou émissaire marin (%)	Traitement performant (%)		
Tokyo	20	5,6		100	16 000	100
Mexico	118	0,6	94	6		92
Beijing	50	3,8		86		
Lagos						6
Mumbai	8	1,5				65
New York	14	3,8		100	12 070	100
Istanbul	18	5,4	60	40	14 000	98
London	6				21 720	
Buenos Aires	6		86	14	11 000	70
Paris	33	3,0		100	15 000	100
Manila						15
Chicago				100	8 000	100
Los Angeles	4	2,2		100	10 780	100

Source : Monographies.

pourquoi une politique active de sensibilisation est développée. Des conseils sur les systèmes autonomes de traitement des eaux usées et sur les fosses septiques les mieux adaptées aux différents terrains sont régulièrement diffusés sur les canaux de radio et de télévision. À Manille, moins de 50 % des eaux usées collectées sont traitées. À Buenos Aires, 86 % des eaux usées étaient déversées dans le Rio de la Plata sans aucun traitement. Aujourd'hui un prétraitement est effectué et une extension de l'émissaire de rejet de 7,5 km est prévue. Le reste des eaux usées devrait prochainement recevoir un traitement primaire et secondaire dans 6 stations. À Beijing, la plupart des rivières urbaines sont alimentées majoritairement par des eaux traitées en sortie des stations d'épuration aux capacités de traitement limitées et par des eaux usées venant directement des réseaux d'égout sans aucun traitement. La capitale chinoise a lancé en 2008 une initiative de modernisation des stations d'épuration du centre-ville. Au cours des 20 dernières années, la réduction de la pollution d'Istanbul dans la mer de Marmara a été améliorée

grâce au plan d'investissement d'ISKI - Istanbul Water and Sewerage Administration dans des grandes stations d'épuration appliquant un traitement biologique performant sur l'azote et le phosphore. Lorsque toutes les stations d'épuration prévues seront mises en service, la part des eaux usées d'Istanbul seulement pré-traitée passera de 60 % à moins de 10 %.

## ASSURER LA PROTECTION DE LA RESSOURCE EN EAU

### Protection à la source

Il a fallu attendre longtemps pour que les ressources en eau de nombre de mégapoles soient reconnues comme fragiles et que des mesures de protection soient prises sur les bassins de captage pour assurer une gestion durable des ressources. À Beijing, l'un des défis majeurs pour les prochaines années est la conservation de l'eau. Un espace de

CHIFFRES CLÉ SUR LES RESSOURCES EN EAU

	Ressource locale (%)		Ressource externe (%)		Eaux usées traitées (%)
	Surface	Souterraine	Surface	Souterraine	
Tokyo	99,8	0.2			
Mexico	7	60	21		12
Beijing	Oui	Oui	27		23
Lagos	10	90			
Mumbai	3	2	95		
New York			100		
Istanbul		2	95,5		2.5
Londres	70	30			
Buenos Aires	95	5			
Paris	86			8	6
Manille	98	2			
Chicago	98	2			
Los Angeles		11	82		3

Source : Monographies.

3 200 km<sup>2</sup> est devenu une réserve d'eau potable où une protection stricte, une restauration écologique et des mesures de gestion ont été mises en place pour réduire la pollution. Cela passe par l'ajustement de la structure agricole et le meilleur contrôle des engrais chimiques et des pesticides. À plus de 100 km de Paris, afin de limiter la dégradation de la qualité des eaux souterraines qui alimentent le centre-ville, un site pilote en agriculture biologique a été mis en place. Par ailleurs, un programme de sensibilisation à destination des collectivités visant à limiter l'usage des phytosanitaires a également été adopté. Dans la région d'Istanbul, la politique engagée dans les années 1990 a permis la reforestation de toutes les zones de captage à près de 65 %. Tokyo met actuellement en œuvre une politique volontariste de reforestation similaire. De son côté, New York est impliquée dans une stratégie de protection à long terme à travers l'acquisition en servitude de grandes superficies et par l'adoption de partenariats multi-acteurs visant à accompagner les résidents du bassin pour protéger et investir dans la qualité des ressources en eau.

**Limiter les pressions sur les ressources** en eau disponibles en raison de la croissance démographique et de la demande associée doit faire l'objet de mesures préventives. En effet, même si les ressources sont renouvelables, les mégapoles peuvent être à l'origine d'une surexploitation des ressources. Mexico est un cas tristement célèbre responsable d'un affaissement majeur des terres. À Beijing, la sécurité de l'approvisionnement en eau de la ville a été affectée par la surexploitation des eaux souterraines pendant une longue période, ce qui a provoqué la baisse de la disponibilité de l'eau et la détérioration de sa qualité notamment en raison de la hausse de sa dureté. La pauvreté de la ressource y constitue une entrave au développement économique. À Lagos, si les ressources en eau disponibles ne sont pas mieux partagées et protégées, le risque de pollution des eaux souterraines en provenance des réservoirs de carburant et la baisse de disponibilité d'une ressource de qualité sont inéluctables. Considérant une population de plus de 8 millions d'habitants, les ressources en eau à Londres doivent être utilisées avec précaution, même en l'absence d'impacts issus du changement climatique.

## AMÉLIORER LA GESTION DES EAUX DE RUISSELLEMENT

**La croissance urbaine, synonyme d'imperméabilisation croissante des sols a fait naître ces dernières décennies le défi de la gestion des eaux pluviales.**

Les systèmes d'égout majoritairement unitaires - combinaison d'eaux usées domestiques et d'eau de pluie - prévoient des déversoirs d'orages afin de rejeter dans un milieu récepteur ce qui ne peut être absorbé par le réseau et éviter des inondations dans les rues et les bâtiments des mégapoles. Or, depuis quelques décennies, ces déversements sont devenus un problème pour leur atteinte à l'environnement et des investissements majeurs sont nécessaires. En 1987, New York a arrêté la construction de nouveaux systèmes d'égouts unitaires, de sorte qu'aujourd'hui, près de 40 % de la ville est desservie par un système séparatif d'eaux usées domestiques et d'eaux pluviales. À Chicago, où 100 % du réseau est unitaire, de fréquents déversements vers le lac Michigan polluent la source d'approvisionnement en eau potable de 5 millions de personnes. C'est pourquoi Chicago a adopté le TARP (3,8 milliards de dollars américains) qui permettra de capter et stocker l'eau polluée jusqu'à ce qu'elle puisse être pompée vers les stations de traitement au moment où les capacités redeviennent disponibles. De même, les déversements du système d'égout londonien atteignent une fréquence moyenne hebdomadaire. En effet, lorsque le réseau des eaux usées a été construit, il était prévu pour absorber une croissance de population jusqu'à 4 millions d'habitants et non les 8 millions desservis actuellement et encore moins les eaux de ruissellement provenant de l'imperméabilisation et de la disparition d'espaces verts. Aujourd'hui, une pluie de 2 mm suffit à déclencher un déversement dans le milieu naturel. Cette situation sera exacerbée dans un contexte de changement climatique et de pluies de plus en plus intenses. Le Lee Tunnel dont le coût est estimé à près de 905 millions de dollars américains évitera le rejet de plus de 16 millions de m<sup>3</sup> d'eaux usées dans la rivière Lee chaque année. Le SIAAP, opérateur d'assainissement du grand Paris dispose d'une capacité de stockage de près de 1 million de m<sup>3</sup> et s'est doté d'un système très élaboré de gestion en temps réel des eaux résiduaires urbaines (usées et pluviales) pour valoriser

les possibilités offertes par son réseau maillé.

Dans les villes soumises à des épisodes pluvieux beaucoup plus violents et donc principalement situées dans des zones tropicales, l'enjeu prend une toute autre ampleur. Les **systèmes de drainage d'eau pluviale** permettent de gérer des volumes considérables et visent - sans toujours y parvenir - à réduire les risques d'inondations. Mumbai a une pluviométrie annuelle d'environ 2 500 mm répartie sur seulement quatre mois de mousson. Même avec une pluviométrie de 100 mm en un jour, il arrive fréquemment que certains quartiers de la ville - les plus pauvres - situés en basse altitude soient gorgés d'eau pendant quelques heures jusqu'à ce que le système de drainage puisse se décharger. À Lagos, cette situation est aggravée par les empiètements réguliers sur ces ouvrages et les surtensions provoquées par l'Océan et la lagune à marée haute. L'efficacité des systèmes de drainage est un enjeu très politique au Nigéria. Dans plusieurs mégapoles comme Buenos Aires, c'est surtout le manque d'entretien des canaux de drainage qui provoque régulièrement en saison des pluies des inondations. À Beijing, les inondations urbaines deviennent une préoccupation majeure en raison d'une croissance urbaine rapide et des capacités de drainage insuffisantes. Elles sont à l'origine de débordements de rivières, de nombreuses coupures d'eau et d'électricité, d'encombrement du réseau routier. Un système de gestion décentralisé par zone - 7 centres de sous commandement - a récemment été mis en place pour améliorer la gestion maillée et la prévention des inondations par bassin versant. Ceci a considérablement amélioré le processus de prise de décision, de prévision et d'alerte précoce, comme celui de la mobilisation citoyenne.

## INTERACTIONS EAU ET VILLE

### Réduire l'imperméabilisation des villes

Le grand défi est de savoir comment réduire en amont les eaux de ruissellement afin de réduire à la fois les risques d'inondations et les potentiels déversements des réseaux d'égout unitaire. Si l'eau pluviale intègre le système d'égout unitaire, elle est perdue en tant que ressource et utilise une quantité



considérable d'énergie et de produits chimiques pour son traitement. De plus l'accroissement continu des volumes d'eau de ruissellement pose la question de la durabilité des infrastructures de gestion de ces eaux. Voilà pourquoi l'eau de pluie doit être considérée comme une ressource plutôt qu'une nuisance. Lorsque 254 mm d'eau de pluie tombe sur la ville de Chicago, il s'agit d'un potentiel valorisable de 17,6 millions de m<sup>3</sup> d'eaux. À New York, le Département de la protection de l'environnement (DEP) a commencé à préserver les corridors de drainage naturels, appelés « Bluebelts », y compris les ruisseaux, les étangs et autres zones humides, pour y transférer des eaux pluviales. Ce programme a permis d'économiser des dizaines de millions de dollars d'investissement par rapport à des égouts pluviaux classiques.

L'eau devrait être mieux prise en considération dans la planification urbaine. Certains règlements d'urbanisme de mégapoles exigent que tout bâtiment ou tout stationnement d'une certaine superficie fasse de la rétention d'eau pluviale sur place. À Mumbai au moment de la conception des premiers ouvrages de drainage, le coefficient de ruissellement était estimé à 0,5 alors que celui appliqué aujourd'hui est de 1,0. Ceci démontre la nécessité d'anticiper le développement urbain associé à la croissance de la population. Ces 10 dernières années, la croissance observée dans la fréquence des inondations pourrait être principalement attribuée à l'augmentation de l'imperméabilité de cette mégapole indienne. L'État d'Ogun situé au nord et à l'est de Lagos subit un développement urbain extrêmement rapide où lotissements, usines, villes nouvelles et routes transforment progressivement les forêts. Or, toutes les rivières qui s'écoulent dans la mégapole de Lagos viennent de l'État d'Ogun, ce qui se traduira par une augmentation importante du risque d'inondations.

Un constat est généralement partagé sur l'absence de la gestion de l'eau dans les schémas d'urbanisme. À Buenos Aires, les problèmes d'environnement observés au cours des dernières décennies sont la conséquence de l'urbanisation incontrôlée : à la fois formelle avec l'investissement privé qui ne respecte pas les contraintes de préservation de l'eau et informelle par l'occupation de territoires

soumis à des inondations fréquentes. Un tout autre enjeu est celui de la disponibilité foncière pour l'installation d'infrastructures de traitement des eaux usées. Lagos rencontre actuellement cette difficulté.

### **Offrir des îlots de fraîcheur urbains**

Buenos Aires et Manille souffrent déjà beaucoup des effets d'îlots de chaleur urbains en raison avant tout de leur densité. À Chicago, afin de réduire ce phénomène, un programme a permis la plantation de 70 000 nouveaux arbres dans le centre-ville. À Londres, la température a tendance à augmenter dans le centre de la zone urbaine, principalement en raison de l'effet d'îlot de chaleur urbain, mais aussi compte tenu de la localisation de la capitale anglaise située dans la partie la plus basse d'une région entourée de collines. Les épisodes extrêmes de chaleur qui ont eu lieu au cours des 10 dernières années dans toutes les mégapoles ont tous eu un impact majeur sur la demande en eau par les habitants pendant les mois chauds d'été. Cette demande a souvent atteint des niveaux jusque-là jamais vus.

### **Des solutions dans les systèmes urbains innovants verts**

Les infrastructures vertes « green infrastructures (GI) » répondent aux enjeux précédemment soulevés, à savoir gérer l'eau de pluie où elle tombe afin de réduire significativement les volumes entrant dans les réseaux d'assainissement et réduire les îlots de chaleur urbains. Les solutions sont nombreuses et très variées. Cela consiste en l'aménagement de toits verts notamment à Londres et Tokyo : noues biologiques et jardins de pluie faits de végétation indigène, installation de citernes et de barils dans les résidences afin de capturer et stocker l'eau de pluie pour sa réutilisation. Enfin, la chaussée perméable est une option qui permet l'infiltration plutôt que le ruissellement. Ces solutions font l'objet de financements publics et sont retenues dans les réaménagements d'anciens quartiers à Los Angeles comme dans les nouveaux développements urbains, les projets d'infrastructures de transport (Londres) et les cours d'école. Chicago est une ville

leader en la matière compte tenu de la multiplicité des mesures adoptées. À New York, le plan de gestion des eaux pluviales durable publié en 2008 a conclu que « l'infrastructure verte » était réalisable dans de nombreux quartiers de la ville et pourrait être plus rentable que certains grands projets d'infrastructure tels que les tunnels de stockage. À Tokyo, une politique d'économie d'énergie a été réalisée grâce à « l'écologisation » des toits des installations et des bâtiments. Les expériences de ce type ne se retrouvent que dans les mégapoles des pays riches et restent encore des expériences pilotes, à la marge. Ces solutions sont aussi largement développées en région parisienne depuis les années 1990. À Manille, ce n'est pas encore mis sur l'agenda des politiques publiques. Des efforts pour engager ou généraliser ces pratiques à des échelles plus grandes devront être fournis dans les prochaines décennies afin de pouvoir répondre aux besoins environnementaux.

Les expériences en GI sont perçues comme de bonnes actions pour améliorer le cadre de vie en réponse à de nouveaux besoins sociétaux. Elles contribuent aussi à améliorer la qualité de l'air et favorisent l'environnement piétonnier. La remise en état des rivières urbaines est un exemple de bonne pratique. Ces nouveaux projets d'aménagement urbain répondent à la fois à des besoins techniques, environnementaux et citoyens par la réintroduction de la biodiversité et le retour de la nature dans l'espace urbain. Chicago, New York, Londres prévoient des « green and blue belt networks ». La baignade dans les rivières parisiennes est envisagée à moyen terme tout comme le développement de « trames vertes et bleues ». Los Angeles s'est fixé un objectif d'aménagement d'ici 2025 de plus de 50 km de rivières. Séoul est désormais célèbre pour la réouverture d'une rivière dans son cœur de ville.

## 2. VULNÉRABILITÉ AU CHANGEMENT CLIMATIQUE

L'impact du changement climatique dans les mégapoles requiert des mesures d'adaptation cruciales et de profondes transformations pour éviter de potentielles crises. Les réponses et les solutions envisagées dépendent des moyens financiers disponibles. C'est pourquoi ces plans varient entre des politiques d'investissement gigantesque (Istanbul) et le lancement de programmes de sensibilisation à travers les médias et les réseaux sociaux pour informer sur les risques encourus, pouvoir s'appuyer sur les habitants devenus agents du changement (Lagos) et améliorer les capacités de résilience (Mumbai). Aujourd'hui, New York continue d'investir des milliards de dollars dans la modernisation et la maintenance de son système afin d'améliorer sa fiabilité, notamment suite à l'ouragan Sandy. Cependant, il est reconnu que les nouveaux défis en lien avec le changement climatique exigent aussi des réponses « agiles et dynamiques ».

### ATTÉNUATION

#### Réduction de l'empreinte carbone

Les opérateurs des services d'eau et surtout d'assainissement engagent de nombreuses actions afin de réduire leurs empreintes carbone. Les plus simples ayant un impact direct sur l'efficacité énergétique sont la remise à niveau des équipements avec des systèmes plus performants



comme les pompes. Le Tokyo Waterworks Bureau mène une politique ambitieuse d'efficacité énergétique. La politique de réduction des fuites a notamment permis la réduction de la consommation énergétique de 6 % soit 45 GWh entre 2000 et 2013. Le Plan OneNYC s'est fixé comme objectif global à l'échelle de la mégapole une réduction d'émission de GES de 80 % entre 2006 et 2050 parmi lesquels 20 % seront réduites dans le système d'eau et d'assainissement. En effet, l'opérateur new-yorkais prévoit notamment d'atteindre une « net-zero energy » dans les stations de traitement des eaux usées dans le centre-ville. Sur la côte Ouest, l'opérateur d'eau et d'assainissement contribuera beaucoup plus faiblement à l'objectif de réduction de l'empreinte carbone de la mégapole compte tenu de ses besoins pour la production d'eau potable. Au contraire à Buenos Aires et Londres, il existe des potentiels importants et peu valorisés de réduction d'émission de GES et d'amélioration de l'efficacité énergétique. Cet enjeu n'est même pas abordé dans certaines mégapoles où cela ne constitue pas encore un enjeu prioritaire (Lagos, Mumbai, Manille).

Les réservoirs d'eau contribuent aussi à la production d'énergie puisqu'ils sont souvent équipés de barrages hydroélectriques comme à Mexico, New York et Manille où la capacité de production est de 246 MW.

### **Valorisation des ressources : énergie, gaz, azote, phosphore**

Le potentiel des eaux usées urbaines est une ressource sous-exploitée qui fait actuellement l'objet d'une attention particulière. La température des eaux usées est un premier potentiel peu utilisé. Les productions d'électricité et de bio méthane issues de la cogénération offrent de nouvelles opportunités permettant la réduction d'émission de GES. Du remplacement du méthane d'origine fossile à la production de biocarburant moins polluant, les possibilités de valorisation énergétique sont multiples. Dans la station de traitement des eaux usées la plus grande de la région parisienne, l'énergie issue du biogaz constitue une ressource potentielle de 410 GWh/an. Londres a aussi su tirer profit du potentiel d'énergie renouvelable, chaleur

et énergie, issu de l'assainissement afin de réduire sa consommation. À Istanbul, des activités de R&D menées à des échelles pilotes sont mises en œuvre avec les déchets organiques des restaurants et les déchets issus de la collecte sélective pour alimenter les digesteurs de boue installés dans les grandes stations de traitement des eaux usées. À moyen terme, au moins une application grandeur nature est prévue.

À Paris, des recherches pour valoriser les ressources en phosphore et en azote ont été engagées. Le phosphore existe en quantités limitées alors qu'il est en quantité non négligeable dans les eaux usées. La production d'engrais azotés est totalement dépendante du méthane fossile alors que les urines contiennent plus de 95 % de l'azote ingéré par une personne.

## **ADAPTATION AU RISQUE INONDATION**

Au regard des précédents paragraphes, le risque d'inondation ne peut être uniquement attribué au changement climatique. Néanmoins, il est de notoriété publique que l'un des effets les plus évidents du changement climatique est l'augmentation significative sur certaines zones géographiques du nombre et de la fréquence des inondations dévastatrices dans les villes en raison de très fortes pluies (C. Brown et M. N. Ward, *Managing Climate Risk in Water Supply Systems*, IWA Publishing, 2013).

Cette évolution croissante du risque suppose de la part des autorités des mégapoles en situation de vulnérabilité **la prise de mesures d'adaptation au changement climatique**. Compte tenu de sa topographie et son « extrême vulnérabilité » au risque d'inondation, Mumbai a adopté une politique volontariste en la matière. Outre les investissements en infrastructures, stations de pompage et en équipement de mesures de prévention, la ville a formé des équipes techniques, des ONG et organisations communautaires sur la gestion des catastrophes. Chaque année un exercice de préparation à la mousson est systématiquement réalisé. L'inondation de 2005 qui avait causé

33 millions d'euros de dommages et plus de 180 morts est restée en mémoire. Néanmoins, la capacité de résilience et de retour à la normale est beaucoup plus rapide qu'ailleurs compte tenu d'une certaine habitude de la population indienne. Au moins 20 % de la superficie des terres de Manille est considérée sujette aux inondations alors que la capitale des Philippines se situe sur la trajectoire de la plupart des typhons originaires du Pacifique. Des études ont démontré que le risque est amené à s'accroître fortement d'ici 2040. En Angleterre, environ 15 % des biens immobiliers de Londres soit un peu plus d'un demi-million de résidences ainsi que de nombreux lieux stratégiques sont soumis au risque d'inondation considéré comme le plus important. Un barrage sur la Tamise a permis historiquement de gérer le risque et son utilisation de plus en plus fréquente - fermé quatre fois dans les années 1980, 35 fois dans les années 1990 et 75 fois dans les années 2000 - atteste d'une augmentation de la vulnérabilité. En complément d'un système de gestion innovant et performant, une structure de coordination, Drain London, regroupant les 33 arrondissements et d'autres institutions a été mise en place pour mieux comprendre et anticiper les risques. De son côté, Chicago voit aussi une accélération dans la fréquence de précipitations extrêmes à l'origine de dommages estimés annuellement à plus de 41 millions de dollars. C'est notamment pour répondre à ce risque que la ville est devenue leader en matière d'infrastructures vertes et a réduit de près de 1 million de m<sup>3</sup> le volume d'eau de ruissellement.

L'aire métropolitaine de Mexico a mis en fonction un Centre Régional pour les situations d'urgence afin de venir en aide aux populations affectées par les inondations de plus en plus régulières. Cette mesure complète un plan d'investissement en infrastructures - digues, barrages, canaux - et en outils technologiques de gestion des flux.

### Mesures préventives

Les crues de 1910 et 1924 à Paris ont conduit à la construction de barrages réservoirs en amont de la métropole d'une capacité de stockage de 850 millions de m<sup>3</sup> afin notamment de réduire les risques d'inondation. Aujourd'hui, il n'est

pas encore avéré que le changement climatique aggravera particulièrement ce risque. Néanmoins, cela demeure un enjeu majeur dans la gestion des eaux de la mégapole française. En 2012, New York a pris conscience avec Sandy de sa vulnérabilité à des épisodes pluvieux extrêmes. Les nombreux dommages générés ont encouragé à la réalisation d'études permettant d'évaluer les risques et les actions prioritaires. À Istanbul, ISKI prépare des cartes pour identifier toutes les zones en situation de risque avéré ou potentiel. Des mesures préventives volontaristes ont été adoptées conduisant notamment à l'expropriation des bâtiments dans ces quartiers. À Beijing, des campagnes publicitaires et des programmes de sensibilisation sur la prévention des inondations et la réduction des risques ont été réalisés par les médias afin de fournir les informations nécessaires à la prévention des catastrophes et des risques dans les écoles, les lieux de travail, les communautés et les familles.

## ADAPTATION AU RISQUE DE SÉCHERESSE

### Une ressource pas toujours renouvelable

À Beijing, la pénurie d'eau est devenue le premier frein au développement socio-économique de la capitale politique. Souffrant de sécheresses continues depuis 1999, la quantité d'eau disponible par habitant est d'environ 100 m<sup>3</sup>/an/habitant soit une des régions les plus pauvres en eau du monde. Un moyen de répondre à la pénurie d'eau est de limiter l'accroissement de la population à 23 millions d'ici à 2020 par un plan de développement régional structuré autour de la province voisine du Hebei. L'État de Californie prévoit une accélération de la fréquence des périodes de sécheresse qui pourraient arriver tous les 6 à 8 ans. Compte tenu de la gravité de la pénurie d'eau débutée en 2012, Los Angeles s'est notamment fixé comme objectif de réduire sa dépendance aux ressources extérieures et de développer l'utilisation de ses ressources locales par l'adoption d'une stratégie de gestion intégrée des ressources afin de sécuriser son accessibilité. Dans la capitale nippone, l'apparition

d'épisodes de sécheresse obligeant à certaines restrictions une fois tous les trois ans a conforté Tokyo Waterworks Bureau dans son objectif stratégique « d'assurer la pérennité des ressources en eau ». New York a connu de nombreux épisodes de sécheresse dans le courant du XX<sup>e</sup> siècle et prévoit que le changement climatique puisse accentuer ce phénomène. Un dispositif performant de contrôle a été mis en place pour s'assurer de la disponibilité de la ressource et répondre à la demande élevée en été. En France, les scénarios d'évolutions provoquées par le changement climatique varient mais retiennent une probabilité accrue du risque de sécheresse d'ici 2050. C'est pourquoi des études et recherches sont nécessaires dans ce domaine afin que les différents secteurs concernés sachent comment s'y adapter. Plus généralement, il ne fait aucun doute que les aléas climatiques bouleverseront les équilibres acquis et réduiront la quantité d'eau disponible. C'est pourquoi Lagos, Londres, Manille, Chicago mentionnent l'apparition progressive du risque et le besoin de rester attentif par une meilleure gestion de la ressource.

### **Des infrastructures coûteuses**

En Chine, le grand projet SNWT (South North Water Transfer Project) mis en service en 2014 - transfert d'eau depuis la rivière du Yangtze vers le nord - qui s'étale sur une longueur de 1 267 km permettra d'acheminer de 1 à 1,5 milliard de m<sup>3</sup> d'eau douce chaque année. Néanmoins, cette nouvelle ressource se substituera à la production des puits autonomes et la rareté des ressources en eau restera une situation grave. La mégapole de Mexico prévoit de compléter ses ressources en eau en allant s'approvisionner dans un bassin adjacent situé à 145 km nécessitant de pomper sur près de 1 850 m de dénivelé. Ces projets particulièrement complexes permettront à long terme d'acheminer 30 m<sup>3</sup>/s de ressources supplémentaires si la résistance des populations et des autorités locales à partager les ressources de leur bassin ne les bloque pas. Par ailleurs, Mexico explore les potentiels d'exploitation des aquifères les plus profonds de la vallée. Un puits de 2 000 m de profondeur - du jamais vu - a récemment été foré. À Istanbul, suite à la grave sécheresse en 1994, l'accent a été mis sur le développement des ressources en eau. La

capacité de production totale a été augmentée de 590 à 2 100 millions de m<sup>3</sup>/an entre 1994 et 2014. Les travaux menés par ISKI pour augmenter la capacité d'adaptation au changement climatique prévoient des transferts d'eau entre bassins d'eau grâce à la construction du Barrage du Grand Melen. Une fois inauguré, ce système de distribution d'eau sera capable de supporter trois années consécutives de sécheresse. De même, New York investit dans l'optimisation et l'efficacité de son système et plus particulièrement dans la réduction des fuites de son principal aqueduc en réponse aux variations climatiques. Une économie entre 56 000 et 130 000 m<sup>3</sup>/jour devrait être réalisée. Dans la mégapole californienne, l'implantation d'une usine de désalinisation est parfois envisagée comme une solution locale et inépuisable qui s'adapte facilement au changement climatique.

### **Gestion de la demande, tarifs progressifs et économie d'eau**

Pour augmenter la capacité d'adaptation au changement climatique, Istanbul et Beijing se sont assurés une utilisation efficace et efficiente de l'eau en appliquant des tarifs progressifs et en menant des campagnes de communication pour les économies d'eau. Les usagers d'ISKI ayant une consommation raisonnable (< 10 m<sup>3</sup>/maison/mois) paient moins. En Chine, le principe qui prévaut différencie d'une part les résidents (5 yuans/m<sup>3</sup>) et les non-résidents (8,15 yuans/m<sup>3</sup>) et d'autre part favorise la consommation d'eau recyclée. À Istanbul, les usagers ordinaires de ISKI sont régulièrement sensibilisés et encouragés à utiliser des équipements d'économie d'eau (robinets, pomme de douche, chaudières, système de chasse d'eau). Le ministère de la Science, de l'Industrie et des Technologies fournit également des incitations financières importantes pour la production de ces dispositifs domestiques.

Des campagnes de sensibilisation sur la réduction de la demande en eau sont fréquentes dans nombre de mégapoles. À Los Angeles, elles ont joué un rôle capital positionnant la demande par habitant parmi les plus basses des États-Unis. Plus récemment, une politique visant à réduire les surfaces de pelouse et favorisant la végétation locale peu

consommatrice d'eau a été très efficace. Depuis 1939, New York a expérimenté de nombreuses politiques de réduction de la demande faisant suite aux épisodes de sécheresse. Affichages et brochures sont aujourd'hui remplacés par un Plan de gestion de la demande se fixant un objectif de réduction de la demande globale de 5 % d'ici 2020. Les données de Paris montrent que les consommations d'eau sont à la baisse depuis le début des années 1990. Entre 1999 et 2013, la baisse en volume a été de 17 %, alors que la population s'est accrue de 7 %. Sur l'ensemble de la région parisienne, la baisse de consommation par habitant est de 14 %.

### Réutilisation des eaux usées

Cette pratique est largement développée et bénéficie d'investissements majeurs dans les mégapoles où la disponibilité de la ressource est un problème. À Beijing, afin de répondre au manque de ressource en eau, la qualité des traitements des eaux usées a été améliorée. Ainsi, la réutilisation des eaux traitées a pu progressivement s'élargir à l'irrigation des jardins et agricole, à la production industrielle, au lavage de voitures, aux chasses d'eau et à d'autres secteurs. En 2014, 860 millions de m<sup>3</sup> d'eaux usées traitées étaient distribués dans un réseau de 783 km de long et réutilisés. À Mexico, un volume de 11 m<sup>3</sup>/s d'eaux usées urbaines dont la plupart non traitées, est réutilisé dans les services, l'irrigation des terres agricoles et les parcs publics de la région métropolitaine. Le reste des effluents – eaux usées et eaux pluviales – du bassin est utilisé à grande échelle et sans aucun traitement pour l'irrigation agricole et la production d'électricité. Anciennement aride, ce bassin situé à 50 km de la ville a été complètement transformé par les 165 m<sup>3</sup>/s d'effluents qui y sont déversés. Depuis 1979, Los Angeles investit dans des systèmes de traitement de pointe permettant de produire une eau purifiée qu'il est possible d'infiltrer dans les nappes d'eaux souterraines afin d'aider à leur reconstitution et garantir la disponibilité de la ressource pour les prochaines décennies. La ville s'est engagée à augmenter de façon considérable la réutilisation des eaux usées traitées dans l'irrigation, l'usage industriel et l'arrosage des parcs. Néanmoins, la pertinence économique d'étendre les réseaux d'eaux non potable dans une ville dense mais

très étendue est régulièrement évaluée. Les extensions prévues pour approvisionner des usines permettraient d'augmenter de 350 % la demande actuelle d'eau non-potable d'ici 2040. Aujourd'hui, l'eau recyclée correspond à 2 % de la production d'eau globale.

Dans la mégapole turque, des études sont conduites pour la réutilisation des eaux traitées venant des stations performantes de ISKI où une filtration par sable et une désinfection par UV sont appliquées. Ces eaux pourraient être utilisées dans l'irrigation des espaces publics, les chasses d'eau des toilettes et les eaux de procédés industriels. ISKI prévoit un potentiel de valorisation d'un minimum de 200-250 000 m<sup>3</sup>/jour d'eau recyclée. À Manille, la réutilisation des eaux traitées est analysée comme une ressource potentielle à développer dans le contexte de demande croissante mais à ce jour inutilisée.

## ADAPTATION AUX AUTRES RISQUES

### Risque d'élévation du niveau de la mer, érosion et salinisation

Le positionnement stratégique en bord de mer des mégapoles explique en grande partie leur développement économique et donc démographique mais les soumet aujourd'hui à une vulnérabilité accrue compte tenu du risque d'élévation du niveau de la mer et des conséquences associées. Il est prévu que sur le littoral du Maharashtra en Inde il y ait une élévation de 240 à 660 mm qui générerait des dommages considérables à Mumbai compte tenu de sa situation principalement au niveau de la mer. Dans la capitale argentine, le risque d'inondation qui affecte principalement les quartiers les plus défavorisés est accru compte tenu de l'élévation du niveau du Rio de la Plata. Le phénomène de la Sudestada (vent fort) est amené à être plus régulier et à causer des dommages importants sur les rivages. La ville s'est dotée d'un système d'alerte performant pour prévoir les risques, d'un plan de contingence, d'un zonage des risques et de mesures juridiques comme des assurances. Dans la région de Lagos, il s'agit du risque le plus important ; les

prévisions prévoient une augmentation d'environ 400 mm d'ici l'an 2050 qui exposera le littoral à une érosion accrue, des dommages provoqués par les tempêtes, des inondations dans les bas-fonds, et l'intrusion d'eau salée dans les nappes phréatiques et les estuaires. Les mêmes risques sont encourus à Manille qui est aussi particulièrement exposée. À New York, de nombreuses infrastructures situées en bordure de mer seront de plus en plus endommagées. Une étude détaillée des 14 stations d'épuration a permis d'évaluer très précisément les potentiels dysfonctionnements ou fermeture des installations en cas de fortes tempêtes. Sur la côte Ouest des USA, l'alimentation en eau de Bay-Delta est menacée par l'augmentation de la salinité exigeant un mélange avec de l'eau provenant des réservoirs en amont pour maintenir la qualité de l'eau.

À Mumbai et à Lagos, les effets secondaires de la salinité de l'eau sont la disparition d'espèces locales évoluant dans les mangroves, les lagunes côtières et les terres marécageuses. Cette intrusion d'eau de mer déstabilisera aussi les économies en lien direct avec ces ressources comme la pêche, l'agriculture, seuls moyens de subsistance pour une partie importante de la population.

### **Changement dans les températures et précipitation : déséquilibres et détérioration de la qualité de l'eau**

À l'Ouest de la mer Noire, là où se trouvent les principales ressources en eau d'Istanbul, la forte augmentation des températures et donc de l'évaporation et l'évapotranspiration devrait réduire d'au moins 20 % les volumes d'eaux superficielles et souterraines. Cette baisse conduira à une augmentation significative de l'eutrophisation et à la présence d'algues toxiques dans les réservoirs d'eau potable rendant les installations de traitement de l'eau existantes insuffisantes pour garantir la qualité de l'eau. On retrouve la même situation d'eutrophisation et de turbidité dans les deux principaux réservoirs d'alimentation en eau potable de New York.

Dans la capitale française, les modifications du régime hydrogéologique consécutives au changement climatique pourraient profondément

modifier le fragile équilibre actuel en ce qui concerne la distribution d'eau potable comme l'assainissement et nécessitant la mise en place d'une gestion intégrée des eaux dans la mégapole. L'enjeu principal concerne les risques liés à la détérioration de la qualité de l'eau consécutive à la baisse des débits d'étiage des cours d'eau et donc la réduction de la capacité de dilution des rejets polluants.

### **Risques ponctuels**

Dans plusieurs de ces mégapoles comme Mumbai, il est prévu que le changement climatique ait des effets néfastes sur les conditions sanitaires en augmentant le nombre de jours propices à la transmission du paludisme et les risques de maladies d'origine hydrique. Cela nécessitera le renforcement des infrastructures de santé et le besoin de plus d'installations dans les zones non couvertes.

À Londres, le changement climatique rend la gestion du réseau plus difficile puisque les événements météorologiques extrêmes déstabilisent un sol argileux et conduisent à un nombre croissant de mouvements de terrain qui abîment les réseaux.

Enfin, il convient de mentionner un risque accru indépendant du changement climatique auquel Tokyo, Los Angeles et Manille sont soumis qui est le risque sismique. En effet, ces mégapoles ont dû développer des services en tenant compte de cette vulnérabilité particulière.

### 3. GOUVERNANCE DE L'EAU

Globalement, la gestion de l'eau est très décentralisée et la compétence est exécutée au niveau des gouvernements locaux. Cependant, il reste encore des pays où le niveau fédéral ou de l'État joue un rôle clé dans les opérations quotidiennes. De grandes juridictions telles que les mégapoles doivent faire face à des difficultés de gestion en raison de la complexité des structures de gouvernance multi-niveaux, des superpositions d'échelle et des processus participatifs complexes.

La situation la plus fréquente est celle d'une **multitude d'acteurs qui n'arrivent pas à se coordonner** et sont à l'origine d'une politique publique peu efficace et attentiste. À Buenos Aires, l'Etat fédérale argentin et les juridictions fédérées ont leurs propres compétences notamment en matière de gestion de l'eau et de protection de l'environnement. Avant toute autre chose, le plus grand défi est celui de la coordination des différentes autorités compétentes à savoir l'opérateur national (AYSA), les Provinces et les municipalités. Dans la mégapole du Golfe de Guinée, l'eau relève de législations concurrentes. Malgré la volonté ministérielle d'une meilleure coordination des institutions, la réalité est encore loin du cadre théorique. À Mumbai, l'approvisionnement en eau et l'accès à l'assainissement sont des compétences obligatoires des conseils municipaux. Néanmoins, de nombreux autres acteurs sont impliqués dans leur gestion notamment sur les budgets ou l'approbation des grands travaux.

Au contraire, dans les mégapoles où le secteur de l'eau est assez centralisé et où une même autorité a beaucoup de latitude pour prendre les décisions, mobiliser les moyens et mettre en œuvre sa politique, l'efficacité du secteur est accrue. C'est le cas avec la National River Authority qui assure le contrôle réglementaire du bassin versant de la Tamise et de ses affluents, tout comme celui de la distribution de l'eau, de la collecte et de l'épuration des eaux usées. L'OFWAT, l'organisme de régulation économique de l'eau potable et de l'assainissement au Royaume-Uni, assure le contrôle des quatre compagnies d'eau en charge du service et exige un niveau élevé de performance. Au bord de la mer Noire, ISKI a été fondée en 1981 pour être en charge d'une part de l'approvisionnement en eau, des eaux usées et du drainage des eaux pluviales, et d'autre part de la protection des ressources en eau de surface et des eaux souterraines. Depuis sa création, une politique d'investissement et de remise à niveau de grande ampleur a été menée avec succès. Dans la « Grosse Pomme », une stratégie de gestion novatrice a été un succès au cours du siècle dernier grâce à la coordination et des relations de travail entre les différentes entités de l'eau. Aujourd'hui, la Direction de l'Eau et de la Propreté a une approche holistique en jouant également un rôle de régulation de la qualité de l'air, des déchets dangereux, et les enjeux de la qualité de vie, y compris le bruit. Dans la mégapole philippine, le patrimoine des infrastructures de l'eau est public et appartient à la MWSS (Metropolitan Water and Sewerage System). Néanmoins, les services d'approvisionnement en eau et assainissement sont gérés par deux concessionnaires privés qui respectent les exigences du contrat et ont permis une amélioration rapide des taux d'accès au service d'eau potable.

À une échelle plus large, la protection des bassins versants de mégapoles n'est pas en mesure d'être mise en œuvre avec succès sans la coopération du gouvernement fédéral quand il existe, de l'État, des autorités locales et des organisations non-gouvernementales. Toutes les parties prenantes doivent se coordonner pour fournir un service efficace conformément aux préconisations de la gestion intégrée des ressources en eau (GIRE).



## Cadre réglementaire et légal

Le secteur de l'eau et de l'assainissement est toujours l'objet d'une réglementation complexe compte tenu de la diversité des enjeux qui lui sont liés : l'environnement, les ressources naturelles, la santé publique, les secteurs économiques et industriels sont quelques exemples des secteurs également impliqués. Nous avons aussi soulevé le besoin d'une interaction accrue avec les acteurs et les réglementations d'urbanisme dans le cadre des nouveaux défis à relever.

Si les réglementations sont de la responsabilité de l'État, la grande majorité des mégapoles étudiées font l'objet de contraintes spécifiques à leurs territoires et sont soumises à une réglementation qui leur est propre. C'est notamment le cas de New York City, de Buenos Aires, d'Istanbul, etc.

En Chine, le Comité permanent de l'Assemblée populaire nationale a promulgué quatre lois relatives à l'eau. Ce dispositif légal a été complété par le Conseil d'État et la municipalité de Beijing par des règlements administratifs portant sur la protection des ressources en eau, les licences de captage d'eau, les économies d'eau, la mobilisation de la société civile, etc.

## Opérateurs des services

Qu'ils soient seuls ou nombreux dans les territoires métropolitains, la continuité du service et le fonctionnement des systèmes d'eau et d'assainissement sont assurés par des opérateurs - services publics ou entreprises - qui mobilisent de nombreux employés 7 jours sur 7 et 24 heures sur 24 : 6 000 personnes à New York, 11 800 à Los Angeles, 1 700 pour l'assainissement parisien, les ressources humaines sont un élément clé dans l'exploitation des services. Une période de départ massif à la retraite de personnels compétents a dû être gérée par la Tokyo Waterworks Bureau qui avait besoin de cette expertise au moment crucial d'une politique de réhabilitation considérable. A Manille, la délégation du service de distribution d'eau potable à deux entreprises et les exigences de performances ont conduit à la mise en œuvre d'une politique de restructuration majeure visant à réduire de 9,8 à moins de 1,47 le ratio d'agents par raccordement.

Par ailleurs, du fait des politiques d'investissement considérable et des coûts d'exploitation tout aussi importants, les opérateurs de service sont des acteurs économiques majeurs. Le budget annuel de ISKI atteint près de 3,5 milliards de dollars américains et celui de Los Angeles près de 6 milliards de dollars. A New York, les dépenses totales pour exploiter et financer les systèmes d'eau et d'assainissement devraient atteindre 3,85 milliards de dollars en 2016. A Paris, les budgets cumulés des 3 principaux opérateurs a atteint en 2014 1,86 milliard d'euros (2,1 milliards de dollars américains).

## La société civile mobilisée

Les acteurs de la société civile sont très sensibles aux questions d'eau et impliqués dans la défense de nombreux enjeux. À Chicago, le programme RainReady organise d'une part des campagnes de sensibilisation, des séances de formation et des ateliers et offre d'autre part des financements pour encourager les propriétaires à faire de la rétention des eaux pluviales à la source et réduire les impacts des inondations locales. Les organisations de la société civile à Manille ont été très actives à deux niveaux : en gardant un œil sur la performance et le rendement sur les investissements des deux concessionnaires et en faisant la promotion des systèmes d'approvisionnement en eau mis en place par les communautés des bidonvilles permettant un accès à la population mal desservie.

À Mumbai, la société civile est un relais dans la gestion des catastrophes à travers de nombreuses ONG. Beijing a de multiples organisations sociales qui sont engagées dans le secteur de l'eau, elles sont mobilisées chaque année dans des campagnes de grande envergure pour sensibiliser le public sur la préservation de l'eau à l'occasion d'événements comme la Journée Mondiale de l'Eau ou la semaine de l'Eau en Chine.

Les imbrications entre vulnérabilité à la croissance urbaine et vulnérabilité au changement climatique sont nombreuses et parfois à l'origine de risques difficiles à distinguer. Par ailleurs, l'hétérogénéité importante entre les enjeux affectant les mégapoles complexifie la création d'une typologie permettant de regrouper plusieurs mégapoles avec

des caractéristiques communes. Néanmoins, ces grands centres urbains concentrent un potentiel technique et scientifique, des compétences opérationnelles, des capacités économiques, des ressources humaines à l'origine de solutions innovantes. Le partage d'expériences dans les domaines technologiques, organisationnels, économiques et culturels constitue une source d'opportunités.



# Égalité des genres, eau et adaptation au changement climatique dans les mégapoles

**Vasudha Pangare,**  
Consultante  
indépendante

Même s'il est largement admis que la qualité des services d'eau et d'assainissement est meilleure en ville que dans le milieu rural, l'accès à l'eau dépend de nombreux facteurs comme la localisation du foyer, la situation économique des membres de la famille, la ségrégation/intégration sociale au sein de la communauté, indépendamment du branchement du logement à une conduite d'eau, et de l'extension du réseau en ville. L'égalité géographique et sociale dans l'organisation des services en ville est liée à des facteurs complexes et ne peut pas être considérée a priori comme acquise. Par exemple, les principes d'égalité et les services destinés aux plus démunis n'existent habituellement pas dans les mégapoles. Les contraintes financières des services d'intérêt public sont souvent citées pour justifier un service inégalitaire ou inadéquat, même si, souvent c'est qui manque<sup>1</sup> c'est l'obligation des fournisseurs des services envers les usagers. Le renforcement des obligations implique un véritable engagement des usagers

dans la planification, la distribution et le suivi des services d'eau et d'assainissement. Cela permettrait une distribution des services d'eau fiable, durable et accessible à un plus grand nombre d'habitants en ville<sup>2</sup>. Une gouvernance efficace tout comme l'engagement à égalité des hommes et des femmes comme agents du changement constituent la clé du succès<sup>3</sup>.

Les stratégies concernant la participation du public dans les politiques de planification et le processus de décision au sein des services de distribution d'eau et d'assainissement, des politiques d'adaptation au changement climatique et d'élaboration des solutions pour les situations de crises liées à l'eau, sont élaborées pour toute la population située dans les zones vulnérables et utilisent des structures sociales déjà existantes, pour la communication et la prise de décisions. Ces structures préexistantes ne représentent pas nécessairement la communauté, et d'une manière générale, ne donnent pas la possibilité

1. Yael Velleman, *Social accountability: Tools and mechanisms for improved urban water services*, WaterAid, June 2010, p. 3.

2. Ibid.

3. <http://www.un.org/womenwatch/feature/urban/>. WomenWatch: Gender Equality and Sustainable Urbanisation - fact sheet, United Nations.



aux femmes d'y participer et de s'y exprimer. Les hommes et les femmes ne bénéficient pas du même accès à l'eau, avec une vulnérabilité spécifique liée au genre, déterminée par les contextes socio-économique, politique et géographique. La compréhension de ces vulnérabilités permettra une analyse des divers besoins et potentialités respectifs des hommes et des femmes ; ainsi que les types d'intervention nécessaires à l'amélioration de leur sécurité hydrique et de leur capacité d'adaptation au changement climatique. Cela fournira également les lignes directrices de leur participation à l'atténuation des effets liés au changement climatique. Les réponses seront ainsi plus concrètes, axées sur les différents besoins, contraintes et forces des différents groupes d'hommes et de femmes au sein de la communauté locale.

Les constructions sociales ont facilité l'accessibilité des hommes aux ressources comme la terre, l'eau, le crédit, le capital, la mobilité et l'information. Partout dans le monde, les femmes sont plus susceptibles

d'être les premières à assumer la responsabilité du foyer, ce qui inclue l'eau et la nourriture, la responsabilité des enfants et celle des membres de la famille âgés ou malades. Ces tâches deviennent difficiles et chronophages dans les contextes d'accès limité à l'eau, à la nourriture, à l'énergie et à la mobilité. Cela provoque une perte de revenus, en particulier pour les femmes qui sont contraintes de renoncer à leur travail, perpétuant ainsi un cycle de crise économique. Cette situation est typique pour les femmes au foyer. La pénurie d'eau affecte également la scolarisation des enfants, notamment des filles qui doivent collecter l'eau pendant les heures d'école. Investir dans les infrastructures nécessaires à la mise en place d'un service d'eau et d'assainissement adéquat réduirait sensiblement les frais de santé et par conséquent la perte de la main d'œuvre pour des raisons sanitaires. Cela permettrait aux femmes de s'investir dans les activités productives en réduisant la tâche de collecte de l'eau pour cuisiner, laver et pour les autres usages ménagers<sup>4</sup>.

4. *Ibid.*



L'agriculture urbaine est une importante source de revenus pour de nombreuses personnes, notamment pour les femmes, qui, à cause d'un manque d'éducation et/ou de l'impossibilité de trouver un emploi adéquat, n'arrivent pas à assurer la sécurité alimentaire de leur foyer. Les agriculteurs urbains et périurbains produisent de la nourriture pour leur propre consommation ; pour de nombreuses femmes, cela représente à la fois un travail à mi-temps et une source de revenus grâce à la vente des produits excédentaires. Les marchandises comme les fruits, les légumes, le porc et la volaille couvrent de 10 à 40 % les besoins alimentaires des familles urbaines dans les pays émergents, et ils représentent ainsi une contribution majeure à la sécurité alimentaire en ville<sup>5</sup>.

La capacité d'adaptation des individus et des foyers dépend de la sécurité de leur accès à l'eau, à la nourriture et aux autres moyens de subsistance. Un revenu fiable et un emploi solide, l'accès aux ressources financières, l'accès à l'eau, à la nourriture et à l'assainissement, la qualité des infrastructures, l'accès à l'énergie et le soutien social au sein des communautés sont des facteurs majeurs qui améliorent la capacité d'adaptation. Les plus défavorisés pendant les catastrophes naturelles

sont les hommes et les femmes qui travaillent dans le secteur informel des emplois journaliers sans protection sociale ni assurance financière. Dans ce contexte, la capacité d'adaptation la plus faible touche les femmes à très faibles revenus ainsi que les femmes au foyer. Les tâches des femmes augmentent en cas de pénurie d'eau et de nourriture générée par le changement climatique, tout comme leur rôle au sein du foyer familial quand le changement climatique affecte la santé et le bien-être psychologique de la famille<sup>6</sup>. *Il est important de reconnaître que le rôle des femmes, au sein de la famille ou bien dans leur travail, est souvent invisible lors de catastrophes naturelles, tandis que celui des hommes dans les opérations de sauvetage et d'urgence tend à être plus visible et reconnu au sein de la communauté*<sup>7</sup>.

Les événements climatiques et les catastrophes naturelles perturbent à la fois les infrastructures, mais aussi la structure de la société elle-même. Les vies des habitants changent tout comme le cours « normal » et naturel des choses. Tandis que les inégalités sociales et de genre sont amplifiées par les effets du changement climatique<sup>8</sup>, les catastrophes naturelles sont souvent l'occasion pour les femmes de bousculer leur statut dans la société<sup>9</sup>.

5. Ibid.

6. *Guidebook on Gender and Urban Climate Policy*, juin 2015.

7. Ibid.

8. Ibid.

9. *Gender and Natural Disasters. Fact Sheet of the Program on Women, Health and Development*, Washington DC, PAHO (Pan-American Health Organization), 2001.



Les femmes s'emparent non seulement des tâches non domestiques, destinées traditionnellement aux hommes, mais elles le font souvent contre la volonté des hommes au sein de la communauté, contestant ainsi la perception de leur rôle dans la société. *Les femmes sont plus efficaces dans la mobilisation de la communauté face aux catastrophes naturelles*<sup>10</sup>; et en conséquence de leurs actions les femmes développent de nouvelles aptitudes d'encadrement et de management. C'est uniquement dans des situations de crise extrême, comme les inondations et les catastrophes naturelles, que les hommes sont perçus comme des acteurs majeurs de l'accès à l'eau pour les besoins domestiques, alors qu'habituellement, c'est une responsabilité des femmes.

Les mesures d'adaptation au changement climatique requièrent le développement de la résilience, non seulement des infrastructures et des services, mais aussi des individus, des ménages et des communautés. Le premier pas dans cette direction serait d'évaluer pour chacun des sexes les besoins, les capacités et les vulnérabilités des hommes et des femmes dans différents milieux sociaux, culturels,

ethniques et géographiques au sein d'une mégapole. Cela permettrait une planification ciblée et plus efficace des actions en fonction de chaque groupe.

Alors qu'un environnement propice peut être créé par une politique de type « top-down » afin de faciliter l'intégration des genres dans l'adaptation au changement climatique; il sera également nécessaire pour couvrir l'ensemble des préoccupations de mener simultanément une politique de type « bottom-up » afin de sensibiliser les gouvernements locaux et de mobiliser les communautés locales. La prise en compte du genre dans la planification et la mise en place des politiques d'adaptation au changement climatique, doit commencer par une analyse des statistiques ventilées par sexe en lien avec les besoins, les capacités et les vulnérabilités des différents groupes sociaux et culturels d'hommes et de femmes qui résident dans les mégapoles. Des mécanismes de dialogue doivent être mis en place, et des efforts spécifiques doivent être faits afin d'impliquer plus les femmes et de faciliter leur participation dans les processus politiques de planification, et de décision.

10. *Ibid.*

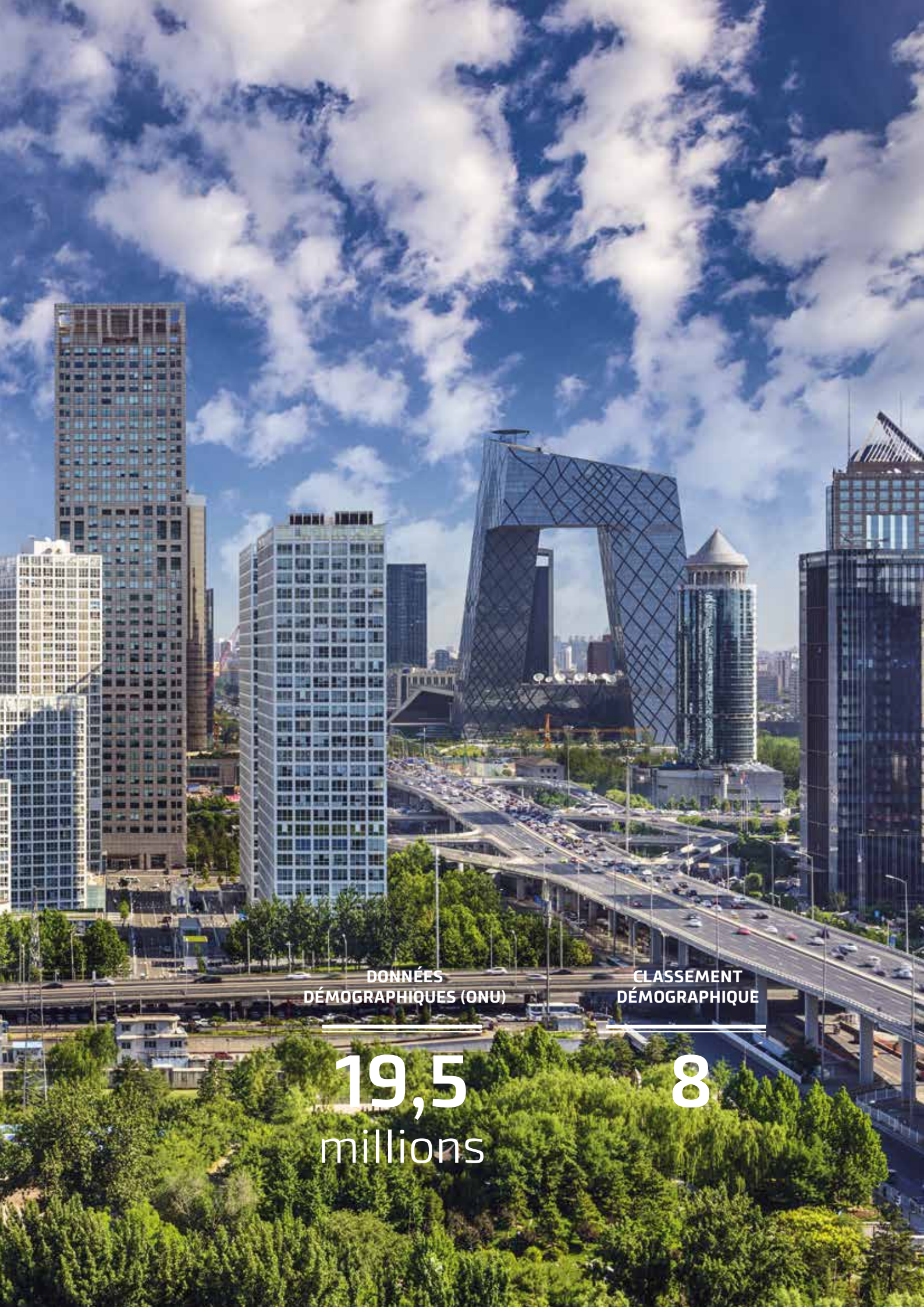


# Beijing

**Sun Fenghua,**  
Beijing Water Authority







DONNÉES  
DÉMOGRAPHIQUES (ONU)

19,5  
millions

CLASSEMENT  
DÉMOGRAPHIQUE

8



# Beijing

Situé à l'extrémité nord de la grande plaine de la Chine du Nord, **Beijing** est entouré par la montagne Yanshan et adjacent à Tianjiin et à la Province Hebei. Beijing a une longue histoire avec l'eau qui remonte à 3000 ans, en raison de sa localisation dans une zone très plate entourée par des montagnes à l'Ouest et Nord-Ouest. La municipalité de Beijing compte 21 millions d'habitants, avec une croissance démographique d'environ 580 000 habitants/an. La population urbaine est estimée à environ 18,6 millions. Sa superficie totale est de 16 410 km<sup>2</sup>, tandis que la zone urbaine s'étend sur 1 368 km<sup>2</sup>.

Beijing est confrontée à plusieurs enjeux liés à l'eau : les effets du changement climatique, la mauvaise qualité de l'eau des rivières, la pénurie d'eau, devenue un frein majeur dans le développement socio-économique, l'amélioration de la protection des ressources en eau, le contrôle et la prévention des inondations ainsi que la résilience de la ville.

Les précipitations, fréquentes surtout en été, sont d'environ 585 mm/an. La ressource en eau est estimée à moins de 200 m<sup>3</sup>/habitant, faisant de Beijing l'une des régions les plus sèches au monde.

Beijing dispose de trois types de ressources en eau :

- Les eaux de surface, avec un très grand réservoir : Miyun ;
- Les eaux souterraines, avec 50 000 captages qui fournissent environ 1,4 milliard de m<sup>3</sup>/an, conduisant à une surexploitation des eaux souterraines

qui dégrade la qualité des nappes phréatiques. La pollution des eaux souterraines constitue par voie de conséquence un enjeu important ;

- L'eau de la rivière Yang Tse est déviée grâce à une canalisation du « projet de transfert d'eau sud-nord », une gigantesque infrastructure qui a apporté 1,5 milliard de m<sup>3</sup> en 2014.

La distribution de l'eau à Beijing est principalement assurée par les services publics, les puits autonomes et les réseaux collectifs ruraux. Le service public gère 68 usines de traitement des eaux avec une capacité journalière de 5 millions de m<sup>3</sup>. Les eaux usées sont collectées et traitées dans 50 usines d'épuration de moyenne et grande taille avec une capacité totale de traitement d'environ 4,25 millions de m<sup>3</sup>/jour. En 2014, avec 1,39 milliard de m<sup>3</sup>, 86,1 % des eaux usées ont été traitées (97 % dans le centre de Beijing).



La municipalité de Beijing compte 5 rivières majeures de l'est à l'ouest : Juhe, Chaobaainei, Beiyun, Yongding et Juma. Ces rivières se déversent dans la rivière Haibe. Dans le centre ville, quatre canaux majeurs de drainage et 30 affluents importants traversent Beijing. La plupart de ces rivières sont approvisionnées principalement grâce à l'eau recyclée dans les stations d'épuration. La qualité de l'eau dans au moins 44 % de longueur des canaux est au rang II et 41 % est classée en dessous du rang V. À cela s'ajoutent également plus de 20 lacs.

Les inondations urbaines sont devenues une préoccupation majeure à cause de la croissance urbaine très rapide et de l'insuffisance des capacités d'évacuation des eaux pluviales en zone urbaine. Beijing a pris des mesures efficaces pour développer les techniques de contrôle à la source afin d'atténuer les conséquences des inondations urbaines. Les institutions et les outils de prévention des inondations ont été améliorés à travers le temps et

un plan d'urgence en cas d'inondation a été mis en place. Par ailleurs, les groupes d'intervention et de sauvetage ont été renforcés et des programmes de sensibilisation au sujet de la prévention des inondations et la réduction des risques ont été lancés.

Depuis le début des années 1980, Beijing a entrepris de nombreuses actions en faveur de la réduction de la consommation d'eau, avec des résultats prometteurs dans l'usage industriel, agricole et domestique. Pendant la dernière décennie, la consommation d'eau à Beijing par unité de PIB a baissé jusqu'à 8 % par an. Beijing a mené une réforme cohérente afin d'adapter les taxes pour l'assainissement et les ressources en eau tout comme les prix de l'eau potable. L'usage de l'eau recyclée a toujours été promu et encouragé. Depuis 2014, le prix de l'eau recyclée s'élève à 3,5 yuan/m<sup>3</sup> (0,53 US\$ m<sup>3</sup>), tandis que le prix de l'eau potable est de 8,15 yuan/m<sup>3</sup> (1,23 US\$/m<sup>3</sup>).



# Buenos Aires



**Emilio J. Lentini,**  
Université de Buenos Aires

DONNÉES  
DÉMOGRAPHIQUES (ONU)

---

---

15  
millions

CLASSEMENT  
DÉMOGRAPHIQUE

---

---

13





# Buenos Aires

La région métropolitaine de **Buenos Aires** (AMBA), qui compte 12,8 millions d'habitants (2010) sur une surface de 2 500 km<sup>2</sup>, se situe en bordure du Rio de la Plata, immense fleuve au débit de 23 000 m<sup>3</sup>/s. La ville est construite sur une plaine dotée d'une nappe phréatique abondante. L'AMBA se compose de la ville de Buenos Aires et de 24 municipalités avoisinantes dans la Province de Buenos Aires. Un défi de taille pour sa gestion de l'eau et des sols est l'absence d'une autorité métropolitaine.

Le taux de couverture pour l'approvisionnement en eau et l'assainissement de l'AMBA diffère principalement entre sa zone centrale et ses alentours ; les inégalités et les vulnérabilités économiques, sociales et urbaines sont très sensibles dans le domaine de l'eau et de l'assainissement. La zone centrale est couverte à 100 % par le système d'adduction d'eau, tandis qu'aux alentours il y a des carences importantes dans la couverture, notamment pour l'assainissement. Jusqu'en 2014, 86 % des eaux usées collectées étaient déversées dans le Rio de la Plata sans aucun traitement, ou avec un traitement minime.

Dans l'histoire, Buenos Aires a été longtemps une ville sans problème pour ce qui était de son eau. L'idée de l'eau comme une ressource inépuisable avec une « mission sociale » à accomplir a été transmise par le service d'État, OSN. Cependant, les réseaux d'adduction d'eau et d'assainissement de l'AMBA (construits à la fin des années 1900) ont atteint leurs limites pendant les années 1950

du fait d'une dynamique d'urbanisation croissante formelle et informelle. Après plusieurs réformes du secteur de l'eau - décentralisation, concession internationale, gestion par l'État fédéral - la gestion de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement de l'AMBA est actuellement une mosaïque de trois agences aux niveaux national, provincial et municipal respectivement. De ce fait, la gestion de l'eau et la protection de l'environnement sont partagées entre différentes entités administratives.

Pour l'adaptation au changement climatique, il est nécessaire de relever le défi et d'élaborer un nouveau modèle de gestion qui intègre les agences à tous les niveaux et les parties prenantes pour faire face à un cadre réglementaire et institutionnel fragmenté. Pour élaborer des initiatives relatives au changement climatique, un des plus grands défis pour l'AMBA est de coordonner les trois niveaux de gouvernement qui sont impliqués simultanément avec les organisations de la société civile.



Buenos Aires est très exposée aux risques climatiques provenant de pluies plus abondantes, de températures plus élevées et d'une intensification des vents. Le cahier des charges de la lutte contre le changement climatique pour Buenos Aires comprend des stratégies d'adaptation pour l'eau et les problèmes sanitaires tels que la vulnérabilité des foyers, les inondations, l'accès universel aux services publics, la collecte et l'élimination des déchets solides, la pollution industrielle, etc. De plus, le cahier des charges prend en compte des changements dans les utilisations possibles de l'eau potable ainsi que le besoin d'une meilleure coordination entre les parties prenantes.

Buenos Aires a certainement entamé une nouvelle phase dans la gestion de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement. Des acteurs locaux (surtout des municipalités) et des organismes de la société civile (ONG, coopératives, mouvements populaires, association d'utilisateurs et

de consommateurs, mouvements de résidents, associations), d'habitude exclus de la gestion de l'approvisionnement en eau et de l'assainissement, sont progressivement plus impliqués.



# Chicago

An aerial photograph of the Chicago skyline at dusk. The city is illuminated with warm lights, and the sky is a deep blue. The Lake Michigan is visible in the background. The foreground shows a large, modern building with a grid-like facade.

**Tim Loftus,**  
Université de l'État du Texas

**Mary Ann Dickinson,**  
Alliance for Water Efficiency





DONNÉES  
DÉMOGRAPHIQUES (ONU)

---

8,7  
millions

CLASSEMENT  
DÉMOGRAPHIQUE

---

72



# Chicago

La ville de **Chicago** est la troisième ville des États-Unis et se situe à une altitude de 179 m dans une région métropolitaine de 8,3 millions d'habitants. Le climat de Chicago est continental, avec des étés chauds, des hivers froids, et une moyenne de précipitation annuelle de 937 mm.

Grâce à son environnement naturel privilégié en bordure du lac Michigan et son potentiel économique par le commerce, Chicago a attiré de nombreux immigrants au cours de son histoire. La ville est renommée pour son architecture et ses bâtiments bordant la rivière Chicago, qui est également célèbre pour l'inversion de son cours par l'homme pour les besoins d'améliorations sanitaires et pour le transport fluvial de marchandises vers l'aval jusqu'au golfe du Mexique. Le système navigable de la région de Chicago (Chicago Area Waterway System - CAWS) est un réseau de canaux de 77 miles, l'aboutissement de plusieurs étapes d'expansion du projet d'origine.

Dans la région métropolitaine de Chicago, 85 % de l'approvisionnement en eau des collectivités est géré par les municipalités locales. Plus de 6,4 millions d'habitants dans 168 localités, soit la majorité de la population de la région de Chicago, s'approvisionnent en eau dans le lac Michigan, tandis que 111 autres collectivités de la région dépendent de la nappe phréatique. La Ville de Chicago met en œuvre le programme « MeterSave » pour l'installation de 15 000 compteurs à eau par an ; désormais plus de 80 % de l'eau vendue est mesurée par compteur.

Associée à la remise en état d'anciennes conduites d'eau potable, l'amélioration de l'efficacité énergétique vise à réduire les émissions de carbone et à économiser plus de 7,5 millions de dollars en coûts d'énergie et de fonctionnement.

Du fait du relief relativement plat des alentours, certains secteurs de la région métropolitaine de Chicago sont vulnérables aux inondations, avec notamment des inondations record en 1986 et 1987. Le coût annuel des dégâts dus aux inondations est estimé entre 41 et 150 millions de dollars, avec environ 20 000 logements et entreprises concernés. Presque 100 % des 8 000 km du réseau d'assainissement de la ville consiste en un réseau unitaire mélangeant les eaux de pluie et les eaux usées, et des investissements importants sont effectués pour limiter les débordements du réseau unitaire dans le lac Michigan pendant les grosses pluies.

De plus, Chicago a élaboré une stratégie pour une Infrastructure verte (« Green Infrastructure - GI »), en deux étapes constituées d'abord par la mise en place d'une planification puis par la construction d'équipements, pour limiter le ruissellement et ainsi minimiser les





conséquences d'une inondation, réduire les rejets d'eau polluée, améliorer la qualité de l'environnement, et renforcer la résilience de la ville face aux épisodes extrêmes de pluies et au changement climatique. L'Infrastructure verte (GI) traite les précipitations comme une ressource plutôt que comme une nuisance et génère des effets bénéfiques qui dépassent la réduction des menaces ou des dégâts causés par les inondations.

L'Infrastructure verte pour les eaux de pluie comprend les toitures végétalisées, les « allées vertes » qui remplacent des surfaces piétonnes imperméables par des surfaces perméables, les « rues vertes » pour l'augmentation de la canopée urbaine, la déconnexion des gouttières et les jardins de pluie pour encourager l'utilisation bénéfique des eaux de pluie. Un investissement de 50 millions de dollars a été effectué pour soutenir ces initiatives, aboutissant à une réduction du ruissellement estimée à 1 million de m<sup>3</sup>/an. Une coordination accrue entre les services de la ville qui gèrent et utilisent l'espace public, une conception innovante des infrastructures, une meilleure application de la réglementation locale, et des habitants plus conscients des avantages de « l'infrastructure verte » constituent

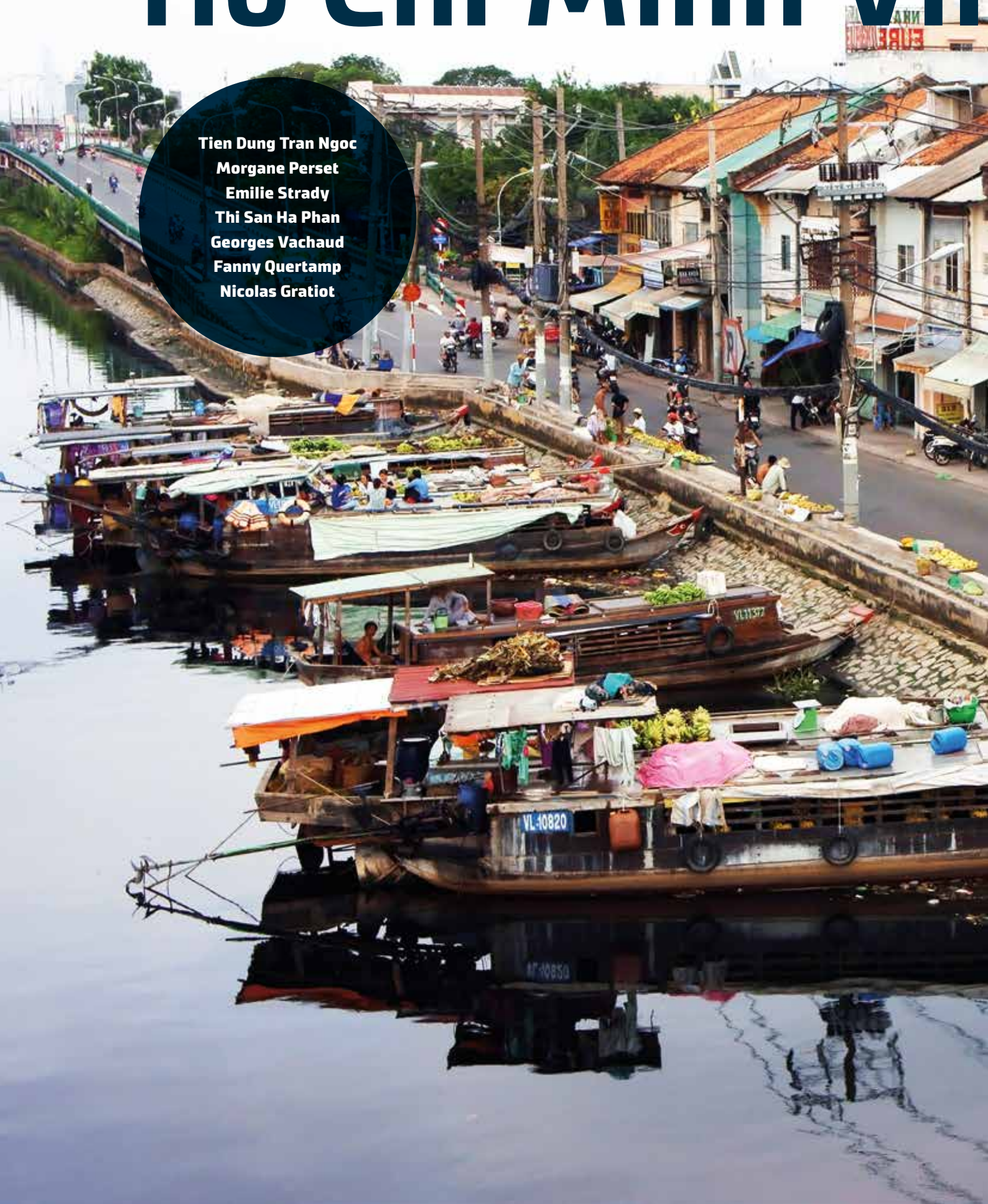
des politiques complémentaires permettant en outre une compréhension plus pointue des coûts et avantages d'une infrastructure verte pour gérer les eaux de pluie à grande échelle.

Le programme « RainReady » offre une sensibilisation, des conseils pour le financement, une formation et des ateliers pour aider à la fois les propriétaires et les collectivités à réduire les effets des inondations locales. Après une évaluation locale des conditions structurelles et environnementales du logement, une solution adaptée est élaborée par le propriétaire et les experts de « RainReady » dans le but de permettre aux quartiers d'acquiescer une plus grande résilience aux inondations. « RainReady » a pour rôle de collecter des subventions de sources locales, de l'Etat et fédérales dans le but de résoudre les problèmes d'inondations ou de qualité de l'eau associés à l'eau de pluie. Prises toutes ensemble, ces initiatives font de Chicago l'un des leaders aux États-Unis pour la gestion des eaux pluviales, pour l'amélioration de la vie dans les quartiers, l'adaptation au changement climatique, et pour atteindre les autres objectifs du développement durable.



# Ho Chi Minh Vil

Tien Dung Tran Ngoc  
Morgane Perset  
Emilie Strady  
Thi San Ha Phan  
Georges Vachaud  
Fanny Quertamp  
Nicolas Gratiot





le



DONNÉES  
DÉMOGRAPHIQUES (ONU)

7,1  
millions

CLASSEMENT  
DÉMOGRAPHIQUE

82



# Ho Chi Minh Ville

**Ho Chi Minh Ville** (HCMV) est une ville de près de 10 millions d'habitants (8,1 millions recensés en 2014) figurant parmi les principales mégapoles d'Asie du Sud-Est. Elle connaît une croissance urbaine soutenue de l'ordre de 3 % par an qui se traduit par des mutations socio-économiques et spatiales majeures. En moyenne 16 km<sup>2</sup> de ce territoire de 2 096 km<sup>2</sup> sont urbanisés chaque année depuis 2000. Le continuum urbain dépasse les limites administratives et place HCMV au cœur d'un ensemble régional de 19 millions d'habitants.

L'eau est omniprésente à HCMV, avec un réseau de cours d'eau et canaux d'environ 8 000 km. À l'instar d'autres mégapoles d'Asie du Sud-Est et d'Inde, la ville s'est développée depuis le XVII<sup>e</sup> siècle dans une plaine deltaïque, car celles-ci offrent de nombreux services environnementaux (approvisionnement en eau douce, régulation des inondations, etc.), ainsi que des conditions propices à la navigation et au commerce fluvial. Au cours du XX<sup>e</sup> siècle, le comblement progressif de canaux et l'artificialisation de zones humides ont altéré ces atouts. L'accélération de l'urbanisation au XXI<sup>e</sup> siècle et le dérèglement climatique font désormais d'HCMV l'une des vingt mégapoles les plus vulnérables au risque d'inondation dans le monde. Cette vulnérabilité résulte principalement de la montée du niveau des mers, d'une intensification des régimes de pluie et de la subsidence du sol. Cette dernière peut atteindre 0,02 m/an (pour certaines zones géologiques), alors que 65 % de la

ville se situe à moins de 1,5 m au-dessus du niveau de la mer. L'artificialisation des sols réduit également la capacité d'infiltration de l'eau et accroît le risque d'inondation. Pour lutter contre ce risque, HCMV s'est engagée dans la construction d'infrastructures (égouts, digues, vannes), et réfléchit à l'aménagement de zones humides et de lacs artificiels pour restaurer les services naturels perdus.

Concernant l'accès à l'eau potable, la mégapole possède 5 460 km de réseaux gérés par l'entreprise étatique Saigon Water Corporation. Le prix de l'eau est fixé par les autorités locales et volontairement maintenu bas afin d'assurer l'accès au plus grand nombre (~0,45 US\$/m<sup>3</sup>). On estime que 85 % de la population est reliée au réseau dont la capacité atteint 1,7 million m<sup>3</sup>/jour. Celui-ci a la spécificité d'utiliser principalement l'eau de surface des rivières Dong Nai et Sai Gon (94 % de la production journalière contre 6 % d'eau souterraine). L'approvisionnement en eau d'HCMV est ainsi particulièrement



vulnérable à l'intrusion saline et à la pollution des eaux des rivières. Cette situation est d'autant plus sensible que 90 % des eaux usées (et des eaux de ruissellement) sont rejetées sans traitement, en raison du sous-dimensionnement du réseau d'assainissement. Pour pallier au risque de dégradation de la qualité des eaux de surface, des travaux d'extension du réseau ont été réalisés entre 2001 et 2011 pour passer de 516 km à 3 095 km d'égouts.

Dans une perspective de durabilité urbaine, de préservation des services environnementaux et d'adaptation aux aléas climatiques, HCMV amorce aujourd'hui le passage d'une approche infrastructurelle et sectorielle à une approche intégrée et transversale. Du point de vue politique, cette dynamique s'illustre par la création d'entités dédiées au changement climatique et à la lutte contre les inondations. En matière de planification, les services techniques intègrent progressivement le principe de compensation hydraulique

aux réglementations pour juguler les effets croisés de l'urbanisation et des inondations.

Une attention particulière est portée aux zones environnementales d'intérêt (mangroves, zones humides) comme poumon vert de la mégapole et comme moyen efficace de régulation des inondations et des crues. D'un point de vue opérationnel, un réseau de parcs multifonctions combinant la création de bassins de rétention et d'espaces verts est en développement. Ces évolutions structurelles doivent être accompagnées d'actions pratiques et efficaces, telles que le renforcement des systèmes de prévision et d'alerte pour les risques hydro-météorologiques.



# Istanbul

**Izzet Ozturk,**  
Université Technique d'Istanbul

**Dursun Atilla Altay,**  
Istanbul Water and Sewerage  
Administration (ISKI)





An aerial view of Istanbul, Turkey, at sunset. The city is densely packed with buildings, and the Bosphorus Strait is visible in the foreground. The Golden Horn is on the left, and the city extends to the hills in the background. The sky is a mix of orange and blue.

DONNÉES  
DÉMOGRAPHIQUES (ONU)

CLASSEMENT  
DÉMOGRAPHIQUE

---

13,9  
millions

---

15



# Istanbul

**Istanbul**, seule ville située sur les deux continents d'Asie et d'Europe, a été pendant des siècles la capitale de trois empires. Elle est aujourd'hui le centre commercial et financier de la République turque, avec une population de 15 millions d'habitants. Après la fondation d'Istanbul (environ. 659 avant J.C.), les premiers équipements d'infrastructures en eau ont été construits pendant la période romaine. L'Empire byzantin a construit des citernes à travers toute la ville. Après la conquête d'Istanbul en 1453, l'Empire ottoman a généré une civilisation de l'eau unique, par la réhabilitation des structures historiques de l'eau, l'utilisation des aqueducs pour l'alimentation en eau et la construction de quatre barrages.

L'administration de l'eau et de l'assainissement (ISKI) a été fondée par la municipalité métropolitaine d'Istanbul en 1981 et est encore chargée de l'approvisionnement en eau et de la gestion des eaux usées dans la ville. Un des projets les plus importants d'ISKI est le projet de réhabilitation du quartier de la Corne d'Or.

La demande en eau d'Istanbul avec 175 ~ 250 l/personne/jour (pertes comprises) représente 950 millions de m<sup>3</sup>/an en 2015 et atteindra 1700 millions de m<sup>3</sup>/an en 2040. L'eau est fournie à 98 % par les eaux de surface principalement au-delà des frontières provinciales. La capacité totale en eau a été augmentée à 2 100 millions de m<sup>3</sup>/an en 2014 et les ressources en eau pourront en 2018 suffire, même dans le cas d'une sécheresse de trois ans. La capacité totale des usines de traitement

d'eau est d'environ 4,4 millions de m<sup>3</sup>/jour. Les infrastructures municipales de gestion des eaux usées ne sont pas aussi développées que son système d'approvisionnement en eau. Une partie du réseau d'égout existant est un système unitaire et déborde pendant les précipitations intenses. L'amélioration de la qualité des cours d'eau a été accélérée et la séparation des eaux usées des eaux pluviales est prévue, tandis que 60 % des eaux usées domestiques et industrielles sont connectées à des systèmes de prétraitement et sont rejetées en mer. Les 40 % restants sont traités dans des stations d'épuration biologiques de pointe.

Depuis 2014, 98 % des eaux usées municipales sont reliées à des stations d'épuration, qui sont toutes conçues avec un traitement par boues activées avec élimination des nutriments. Les



eaux usées industrielles des régions urbaines sont déversées dans le réseau d'égouts après prétraitement suivant le règlement de l'ISKI. Istanbul Master Plan (1999) qui exige un traitement préliminaire pour les stations de Kadikoy et Yenikapi Baltalimani avant rejet dans le fond du Bosphore et un traitement biologique secondaire pour Tuzla, Kucukcekmece, Atakoy, Ambarli et Buyukcekmece avant rejet dans le fond de la mer de Marmara. Ces stations, dont Pasakoy, passeront en traitement tertiaire biologique à long terme. Les activités envisagées dans le Plan d'urbanisme ont été prévues par ISKI en augmentation de plus de 80 %. Par conséquent, l'investissement total pour l'approvisionnement en eau, la gestion des eaux usées et des eaux pluviales, la réhabilitation des conduites se monte à 9,7 milliards de dollars américains (2000-2020).

Sur la base du cinquième rapport d'évaluation du GIEC, le Service de météorologie national a entrepris une modélisation climatique à partir des scénarios RCP 4,5 et 8,5, et d'une étude qui décrit l'évolution climatique de la région où se trouvent les principales sources d'eau d'Istanbul. À partir de ces deux sources, deux documents ont été produits, l'un de la Fondation turque pour l'eau qui affirme la nécessité du transfert

inter-bassins, l'autre intitulé « Impacts du changement climatique sur l'avenir des sources d'eau pour la Turquie » qui examine les changements potentiels dans les bassins fluviaux. Sur la base de ces deux documents, des travaux ont été menés par ISKI pour renforcer la capacité d'adaptation au changement climatique tel qu'inscrits dans le plan stratégique actuel (2011-2015, 2016-2020). Ils sont résumés ci-dessous :

- *Atténuer le risque de sécheresse et assurer l'approvisionnement en eau* : Les mesures comprennent le transfert entre bassins, la restauration de l'aquifère, la réduction de l'eau consommée illégalement et l'utilisation des eaux usées traitées.
- *Garantir une utilisation efficace et efficiente de l'eau* : ISKI applique un tarif progressif où les consommateurs qui utilisent l'eau le plus efficacement (< 10 m<sup>3</sup>/logement/mois) payent moins cher.
- *Augmenter la consommation d'énergie renouvelable* : d'abord le vent, l'énergie solaire et le biogaz .
- *Améliorer le contrôle des inondations* : la réhabilitation des ruisseaux les plus dangereux et l'expropriation des immeubles dans les zones à risque sont terminées en grande partie.



# Lagos



**Akomeno Oteri,**  
Akute Geo-Resource Ltd.

**R.A. Ayeni,**  
Hanorado Global Solutions  
Nig Ltd.



DONNÉES  
DÉMOGRAPHIQUES (ONU)

CLASSEMENT  
DÉMOGRAPHIQUE

12,6  
millions

19



# Lagos

L'État de **Lagos**, la plus grande ville du Nigeria, se situe dans le sud-ouest du pays. Il a 57 unités administratives de gouvernement local. L'État de Lagos occupe une surface de 3 577 km<sup>2</sup>. Lagos est sur une plaine côtière caractérisée par un terrain plat, et une altitude moyenne de 15 m au-dessus du niveau de la mer. Des étendues d'eau et des zones humides recouvrent plus de 40 % de la surface totale terrestre. La population de l'État de Lagos en 2006 était de 17,5 millions avec un taux de croissance de 3,2 %. Lagos est une des villes du monde qui s'étend le plus ; les projections pour son chiffre de population pour 2015 étaient de 23,3 millions d'habitants.

Lagos est une mégapole consistant en une agglomération de communautés urbaines, péri-urbaines et rurales. 32,5 % des communautés sont situées en zones urbaines. La mégapole de Lagos a une population nombreuse vivant dans des logements non-standard, deux sur trois personnes vivant dans des taudis.

Le Département de l'Eau de Lagos fonctionne suivant trois axes :

- Élaboration des politiques, révision des formulations, suivi et évaluation ;
- Fourniture des services, approvisionnement en eau et assainissement/gestion des eaux usées ;
- Régulation.

Ces trois activités sont indépendantes et sont sous la responsabilité de différents organes du gouvernement.

Les précipitations varient d'un bout à l'autre de la ville : en 2013, le chiffre annuel le plus élevé était de 1 927 mm et le chiffre annuel le plus bas était de 825 mm. Avec sa moyenne de précipitation annuelle élevée, la mégapole de Lagos

a d'abondantes ressources en eau de surface. Le principal fournisseur d'eau pour la ville, la Lagos Water Corporation, fournit de l'eau de bonne qualité et se conforme aux normes nigériennes au point de production. Malgré cela, la ville utilise deux nappes phréatiques. On estime la demande totale à 2,5 millions m<sup>3</sup>/jour et la demande en eau des usagers est de 49 m<sup>3</sup>/personne/an. La production d'eau par la Lagos Water Corporation est de près de 1 million m<sup>3</sup>/jour. Il y a un écart entre l'eau fournie et la demande en eau ; cet écart est comblé par des personnes privées au moyen de puits creusés et de forages. L'approvisionnement en eau pour l'industrie provient principalement de la nappe phréatique.

Bien que la production d'eau potable par la Lagos Water Corporation provienne surtout des sources d'eau de surface ; beaucoup de gens dépendent de la nappe phréatique. La Lagos Water Corporation n'a pas dans ses prérogatives d'opérer et d'entretenir des projets pour l'eau souterraine. Pour combler



l'écart dans la demande, la Lagos Water Corporation a élaboré un plan directeur d'approvisionnement en eau pour Lagos (Lagos Water Supply Master Plan). Le but premier de ce plan est d'approvisionner en eau tous les résidents de la mégapole d'ici décembre 2020. Le coût du Plan directeur pour l'approvisionnement en eau de Lagos visant à produire 3,38 millions l/jour a été estimé à 2 486 millions de dollars américains. Les ressources en eau de Lagos sont exposées à des difficultés de pollution par des intrusions d'eau salée et par le fioul provenant de l'industrie.

Lagos n'a pas de tout-à-l'égout. Les installations pour l'épuration des eaux usées et les installations centrales pour l'assainissement restent rudimentaires. L'évacuation des eaux usées de source domestique se fait surtout par l'usage de fosses septiques. Le Bureau de Gestion des Eaux usées de Lagos State ; depuis 2010, s'applique à la réhabilitation de stations d'épuration anciennes et à la construction de nouvelles. Le total des infrastructures fonctionnelles d'assainissement a augmenté de 0,04 % à 6 % des habitants.

La plus grande partie de la mégapole de Lagos est à basse altitude avec une nappe phréatique proche de la surface. Ceci crée un risque d'inondation. En 2011, Lagos a été inondée. Une gestion efficace des inondations comprendra entre autres :

- Une méthode d'alerte précoce sous forme de prédictions des pluies

régulières en liaison avec l'agence météorologique nigérienne (Nigerian Meteorological Agency - NIMET) ;

- Une préparation de plans directeurs d'assainissement ;
- La réalisation des ouvrages projetés pour le contrôle des inondations, ainsi que leur exploitation et leur entretien.

La Lagos Water Corporation fait payer ses clients un tarif très bas, beaucoup plus bas que ce que demande une agence de l'eau de l'État qui opère un partenariat public-privé, et beaucoup plus bas que des fournisseurs d'eau privés.

Il y a deux questions d'urgence pour l'avenir de l'approvisionnement en eau de Lagos :

- Le changement climatique avec élévation du niveau marin, et/ou des précipitations plus importantes, de même que des ondes de tempête plus hautes ;
- Le développement urbain dans l'État de Ogun qui borde la mégapole de Lagos au nord et à l'est.

Les éléments-clés de la stratégie actuelle de l'État pour combattre le changement climatique sont :

- Entamer un programme d'information et de sensibilisation du public ;
- Entamer un programme de mitigation et d'adaptation au changement climatique.



# Londres

An aerial photograph of the London skyline at dusk. The Shard, a tall, glass-clad skyscraper, stands prominently in the center. To its left is the London City Hall, a large, curved building with a glass facade. The River Thames flows through the foreground, and a large crowd of people is gathered on the promenade along the riverbank. The sky is a clear, pale blue, and the buildings are illuminated by the warm light of the setting sun.

**Jo Parker,**  
Watershed Associates Ltd.



DONNÉES  
DÉMOGRAPHIQUES (ONU)

---

10,2  
millions

CLASSEMENT  
DÉMOGRAPHIQUE

---

27



# Londres

**Londres** est la plus grande zone urbaine et la capitale du Royaume Uni. Avec une population de 8,6 millions d'habitants et une population estimée à 11 millions d'ici 2050, son économie est fondée sur le secteur tertiaire et c'est l'un des principaux centres financiers mondiaux. Londres bénéficie d'une bonne infrastructure de transports et l'espérance de vie moyenne de ses résidents est élevée. C'est également une destination touristique importante, souvent citée comme la ville la plus visitée du monde.

Développée par les Romains, Londres est un port sur la Tamise, et le fleuve a eu une immense influence sur son histoire et son évolution. Une grande partie de l'est et du nord-est de la ville est située dans le lit majeur de la Tamise. Dès le XIX<sup>e</sup> siècle, Londres était la plus grande ville du monde et faisait face à de graves problèmes de santé publique et de détérioration de l'environnement.

Dans les années 1850, l'approvisionnement en eau et la qualité de l'eau connurent une amélioration mais l'évacuation des eaux usées fut lente à progresser ; la Tamise ne fut bientôt qu'un égout à ciel ouvert. Aujourd'hui la majorité (70 %) de l'approvisionnement en eau provient de la Tamise et du réseau de ses affluents, le reste provenant de forages. Pendant le XIX<sup>e</sup> siècle, des améliorations importantes furent réalisées sur le réseau d'assainissement avec la conception et la construction d'un réseau étendu de plus de 100 km de collecteurs, et le traitement des eaux usées. Londres a l'une des plus anciennes infrastructures pour l'eau et

l'assainissement au monde. Plus de la moitié des conduites ont plus de 100 ans et un tiers ont plus de 150 ans.

Pour faire face au défi de l'entretien de ce patrimoine, les autorités de l'eau furent privatisées en 1989 et de stricts contrôles financiers et de régulation furent introduits, avec la création du poste de Directeur Général des Services de l'Eau (dont l'équipe était connue collectivement sous le nom d'OFWAT). D'autres dispositions de régulation furent prises par la Loi sur l'Industrie de l'Eau de 1991 (Water Industry Act, 1991), et lorsque le ministère de l'Environnement précisa les fonctions et les pouvoirs de l'Agence pour l'Environnement (Environmental Agency - EA) et de l'Inspectorat de l'Eau Potable (Drinking Water Inspectorate - DWI).

Le montant moyen d'une facture d'eau est de 354 £/an et plus des deux tiers des consommateurs paient un forfait pour l'eau qu'ils utilisent.

Le changement climatique aura sur Londres des effets de grande envergure et



substantiels. Pour citer les principaux :

- Une demande accrue dont les causes seront une augmentation des températures et la tendance à la réduction de la surface des habitations qui sont alors moins efficaces du point de vue de la consommation d'eau ;
- Une réduction de la quantité d'eau disponible pour le prélèvement dans le bassin de Londres de 2079 ml/jour en 2014 et 15 à 2002 ml/jour en 2034-2035 ;
- Une augmentation du risque d'inondation des infrastructures essentielles, déjà observable par la plus grande fréquence de fonctionnement de la Barrière sur la Tamise ;
- Une augmentation du nombre de débordements des déversoirs d'orage à mesure que les pluies s'intensifient ;
- Une augmentation des demandes en énergie à mesure que le pompage et le traitement de l'eau augmentent avec les volumes de pluie tombée et l'accroissement de la demande en eau.

L'innovation technique, mais aussi institutionnelle telle que la gestion par bassin versant ou la création du modèle de régulation tripartite ont établi une longue tradition d'innovation au Royaume-Uni. C'est sur cette base que Londres construit pour trouver des approches nouvelles au défi que représente le changement climatique. Une communication et des

contacts plus proactifs avec la clientèle et les collectivités sont pratiqués pour soutenir des initiatives d'économie d'eau ou la gestion des déchets rejetés dans les égouts, et pour comprendre les priorités de la clientèle.

Des outils et techniques de gestion du patrimoine sont utilisés pour optimiser l'investissement dans notre vaste patrimoine. Le recyclage de l'eau et des accessoires économiseurs d'eau ont été testés au niveau public (« Dôme du Millénaire ») et domestique ; les conclusions qui en ont été tirées ont été appliquées, entre autres, sur le site olympique (consommation d'eau inférieure de 40 % à d'autres sites comparables). Des partenariats tels que « Drain London » sont mis à profit pour une gestion durable des eaux de ruissellement. Pour ce qui est des inondations fluviales et liées aux marées, l'Agence pour l'Environnement a adopté une attitude de plus grande cohésion et de collaboration fondée sur les contrôles de suivi et la modélisation permettant une évaluation des impacts à court et à long terme.

Les Londoniens disposent actuellement d'un service continu d'approvisionnement en eau et d'assainissement. Pour faire face aux défis du changement climatique, Londres continue à innover, par la pratique de partenariats et les contacts actifs avec la clientèle et les collectivités.



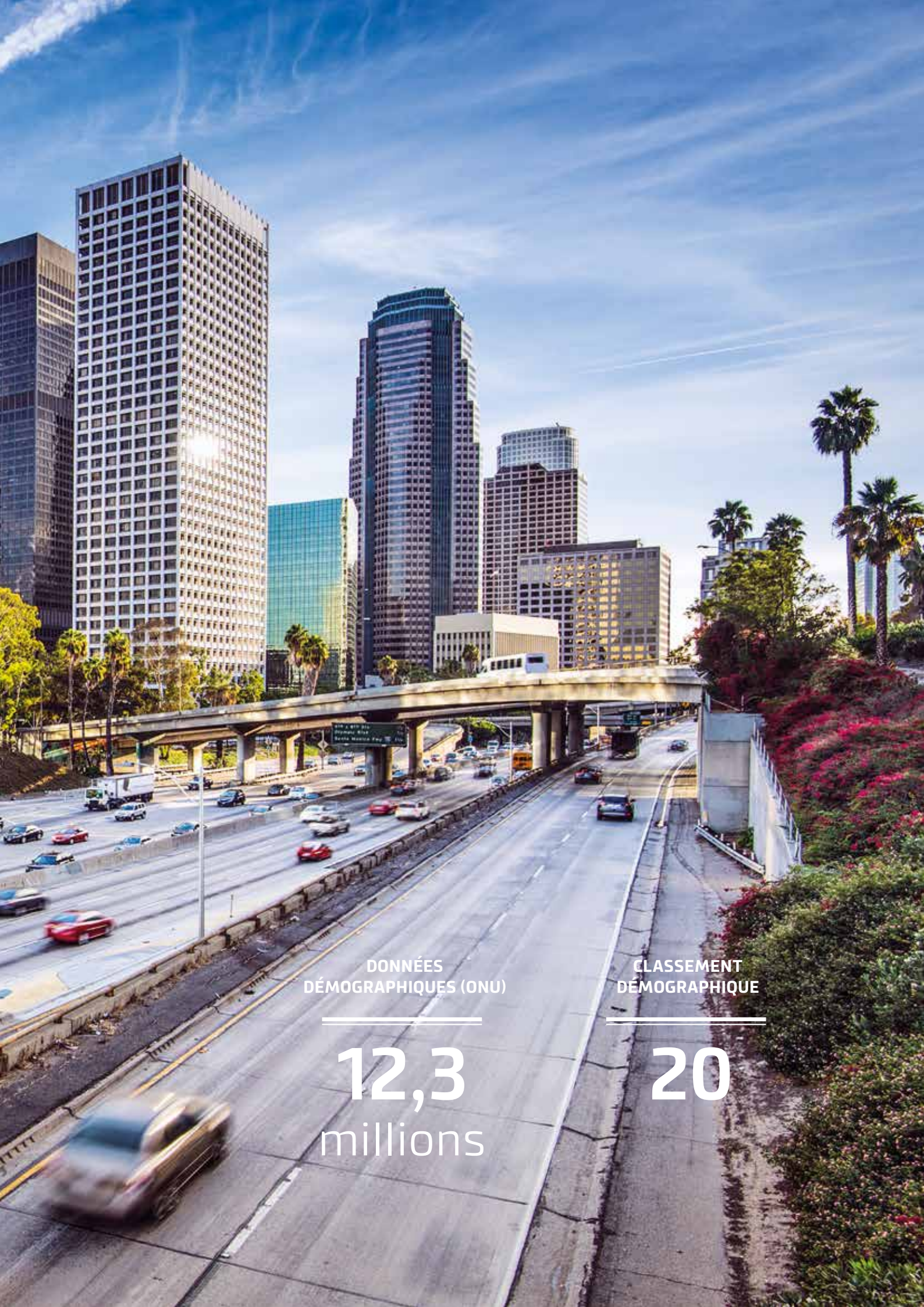
# Los Angeles



**Adel Hagekhalil,**  
Bureau of Sanitation of the  
City of Los Angeles

**Inge Wiersema,**  
Carollo Engineers





DONNÉES  
DÉMOGRAPHIQUES (ONU)

---

12,3  
millions

CLASSEMENT  
DÉMOGRAPHIQUE

---

20



# Los Angeles

La ville de **Los Angeles** (LA) a 4 millions d'habitants et constitue le cœur de la région du grand LA, qui compte elle 13 millions d'habitants. La ville est située en bordure de l'océan Pacifique en Californie méridionale ; elle est renommée pour son climat chaud, ses belles plages, et connue comme le centre de l'industrie américaine du spectacle.

Le climat méditerranéen de LA offre beaucoup de soleil, mais en moyenne seulement 380 mm de pluie par an. Les pluies provenant de grands bassins hydrographiques allaient à l'origine recharger la nappe phréatique. Suite à l'urbanisation rapide du début des années 1900, la ville se mit en quête de solutions nouvelles pour son approvisionnement en eau, aboutissant à la construction de trois grands complexes d'aqueducs qui apportent l'eau de régions éloignées. La ville utilise également une nappe phréatique locale et a adopté une politique de recyclage et de conservation de l'eau pour répondre à ses besoins en eau.

De plus en plus, les sources traditionnelles pour l'approvisionnement en eau de LA sont limitées du fait de la pollution de la nappe phréatique, de contraintes environnementales, et du changement climatique, par exemple un enneigement réduit et de longues périodes de sécheresse. Deux initiatives importantes ont été prises pour parvenir à un approvisionnement en eau plus durable : le décret municipal n° 5 et le Plan de durabilité de la ville adopté en 2015. Celui-ci fixe comme objectifs une économie globale de l'eau de 25 % avant 2035, une réduction de plus de 50 % de l'eau achetée

et importée avant 2025, ainsi que 50 % d'eau d'origine locale avant 2035. Pour réaliser ces objectifs, la ville est en train d'accélérer ses efforts pour d'une part augmenter l'approvisionnement local, et d'autre part donner au recyclage de l'eau et à la collecte des eaux pluviales une part plus importante dans l'approvisionnement de la ville, tout en poursuivant ses efforts d'économie globale des ressources en eau.

## Réduction de la consommation

La ville a de longue date mis en œuvre des programmes d'économie d'eau et a récemment mis en place de nouveaux objectifs ambitieux pour faire face à la grave sécheresse qui continue à toucher tout l'État. Grâce à ces efforts, la consommation en eau a été à peu près la même en 2015 qu'il y a 45 ans, malgré une augmentation de la population de plus d'un million d'habitants.

## Recyclage de l'eau

Le réseau d'assainissement de la ville transporte les eaux usées jusqu'à quatre stations d'épuration, dont trois disposent d'installations supplémentaires qui produisent de l'eau recyclée. La ville s'est engagée à augmenter considérablement





la consommation d'eau recyclée par son approche multiple de réutilisation d'eau non-potable (Non-Potable Reuse - NPR), réutilisation indirecte d'eau rendue potable (Indirect Potable Reuse - IPR), et éventuellement réutilisation directe d'eau rendue potable (Direct Potable Reuse - DPR).

La ville a les objectifs suivants pour les eaux recyclées :

- Une augmentation de la quantité d'eau réutilisée (NPR) de 12,3 millions de m<sup>3</sup>/an à 55,5 millions m<sup>3</sup>/an avant 2040 ;
- Un projet IPR qui donnera jusqu'à 37 millions de m<sup>3</sup>/an d'eau recyclée avant 2024, ainsi qu'un projet de dépollution des eaux souterraines pour le même bassin avant 2021.

De plus, la ville est en train d'évaluer les possibilités pour des projets IPR supplémentaires à grande échelle et explore les possibilités de DPR à l'avenir.

### **Collecte et réutilisation des eaux pluviales**

Les eaux pluviales sont une ressource locale sous-utilisée, car elles sont difficiles à collecter pour réalimenter les eaux souterraines, vu le paysage très urbanisé de la ville et ses caractéristiques hydrologiques. Cependant, l'utilisation des eaux pluviales est devenue une source locale prioritaire d'alimentation en eau et

sert également à améliorer la qualité de l'eau pour la vie sous-marine de LA et ses plages. Afin d'augmenter l'utilisation des eaux pluviales, la ville a fixé des objectifs ambitieux dans son Plan de durabilité cherchant à doubler l'utilisation des eaux pluviales dans le but de réalimenter les eaux souterraines visant à atteindre un potentiel de 185 millions de m<sup>3</sup>/an avant 2035.

### **Projets d'avenir**

Pour faire face aux problèmes concernant le domaine de l'eau, la ville met en place aujourd'hui le « One Water LA 2040 Plan » qui s'appuie sur une gestion intégrée de toutes les ressources en eau. Historiquement, cette approche n'a pas pu être faite dans les collectivités territoriales, car elles étaient organisées par secteurs, chacun de ces secteurs se spécialisant dans un ou quelques aspects de la gestion de l'eau tels que : l'alimentation en eau potable, l'assainissement, la réutilisation des eaux usées, les eaux pluviales, etc. Le « One Water LA 2040 Plan » a pour objectif de supprimer cette sectorisation et de planifier la gestion de l'eau de l'avenir en mettant l'accent sur le développement de sources locales d'approvisionnement, la mise en œuvre de politiques collaboratives, et des solutions de gestion intégrée, qui devraient faire de Los Angeles une ville durable et plus résiliente.

# Manille

**Arjun Thapan,**  
WaterLinks





DONNÉES  
DÉMOGRAPHIQUES (ONU)

---

---

12,7  
millions

CLASSEMENT  
DÉMOGRAPHIQUE

---

---

18





# Manille

**Manille** se situe dans la plaine du fleuve Pasig qui se jette dans la baie de Manille. La ville a un climat tropical avec des températures moyennes allant de 20 à 38°C. Metro Manila, qui se compose de 17 municipalités, occupe une surface d'environ 636 km<sup>2</sup>. La zone urbaine dans son ensemble a une population de 24 millions d'habitants. La densité de la population urbaine de Manille est estimée à 19 130 personnes/km<sup>2</sup>.

Les municipalités de Metro Manila ont un fonctionnement autonome sous la direction d'un maire élu. Une planification urbaine holistique, la conception et l'exécution de projets intégrés, et d'institutions unifiées pour la gestion urbaine n'existent pas. Avec des prévisions pour une augmentation de la température de 4°C d'ici 2100, une élévation du niveau de la mer atteignant jusqu'à 2 m, l'infiltration saline, des saisons des pluies et sèches plus longues, la ville fait face à des défis importants. Un minimum de 20 % du territoire est considéré comme sujet aux inondations. La ville a un régime de précipitations élevé avec des relevés annuels allant de 1 834 mm à 2 257 mm.

Le patrimoine de l'infrastructure de l'eau à Manille est propriété publique de MWSS (Metropolitan Water and Sewerage System - Réseau métropolitain d'approvisionnement en eau et d'assainissement, créé en 1971). L'approvisionnement en eau et les services d'assainissement sont gérés par deux concessionnaires privés depuis juillet 1997 : la Manila Water Company Inc. (MWCI - secteur est) et Maynilad Water

Services Inc. (MWSI - secteur ouest). Les contrats de concession ont au départ été mis en place pour une durée de 25 ans. MWSS a la responsabilité de deux fonctions séparées : d'une part réguler et d'autre part administrer et gérer les bénéfices non répartis, les emprunts courants, faciliter l'approvisionnement d'eau en gros, et développer de nouvelles ressources en eau.

Il existe 3 barrages : Angat, Ipo, et La Mesa. Un total de 4 millions de m<sup>3</sup> d'eau brute/jour est disponible pour les deux concessionnaires du secteur privé à Manille. MWSS prélève également 100 000 m<sup>3</sup>/jour de la lagune (Laguna de Bay). Bien que Manille ait une couverture de près de 99 % en termes d'accès à l'eau potable, moins de 15 % de la population de la ville est raccordée à un réseau d'égout, et moins de la moitié a accès au traitement des eaux usées. Il est prévu d'atteindre une couverture totale d'ici 2037. MWSS estime qu'il y a environ 2,17 millions de fosses septiques à Manille. Près de 75 % de la pollution est causée par les eaux usées domestiques.



L'absence d'épuration efficace et le remplissage de la plupart des cours d'eau par des déchets solides ont créé une situation sanitaire épouvantable à Manille. La rivière Marikina et le fleuve Pasig sont biologiquement morts. En 2008 les autorités concernées ont été obligées de prendre des initiatives spécifiques pour nettoyer la baie de Manille. MWCI et MWSI ont dû planifier des investissements pour l'assainissement et le tout-à-l'égout pour l'ensemble de la ville. En conséquence, les deux concessionnaires ont depuis progressé dans la fourniture du service d'assainissement.

Dix-huit ans après l'attribution des concessions, un service 24 heures sur 24, 7 jours sur 7 est maintenant la norme, il y a une bonne pression partout, avec une eau de bonne qualité. La consommation moyenne à Manille est estimée à 300 l/personne/jour. Il continue cependant à y avoir de grandes quantités de pertes d'eau potable. En mai 2015, le prix de l'eau était de 0,583 US\$/m<sup>3</sup> pour les clients de MWCI et de 0,704 US\$/m<sup>3</sup> pour ceux de MWSI. Des organisations de la société civile à Manille ont activement surveillé la

performance des deux concessionnaires et mis en avant des programmes d'approvisionnement en eau à l'initiative de la communauté pour la population des quartiers informels (bidonvilles).

La demande en eau prévue pour 2037 est de 74,3 m<sup>3</sup>/s, comparée à la demande actuelle de 35,9 m<sup>3</sup>/s. Mais il est peu probable que le réservoir d'Angat dispose d'une capacité supérieure à 46,3 m<sup>3</sup>/s. Manille a l'un des meilleurs services d'approvisionnement en eau d'Asie, et un service de gestion des eaux usées en rapide amélioration et expansion. Cependant, le talon d'Achille de Manille réside dans son infrastructure urbaine inadéquate, dans sa mauvaise organisation, et dans sa gestion défailante.



# Mexico

An aerial photograph of Mexico City, showing a dense urban landscape with numerous skyscrapers and buildings. A prominent dark circular overlay is positioned in the upper left quadrant, containing the name 'Rubén Chávez' and the acronym 'CONAGUA'. The city's skyline extends into the distance under a clear sky.

**Rubén Chávez,**  
CONAGUA



DONNÉES  
DÉMOGRAPHIQUES (ONU)

CLASSEMENT  
DÉMOGRAPHIQUE

20,8  
millions

4





# Mexico

La zone métropolitaine de la ville de **Mexico** (ZMVM) occupe une grande partie du bassin de la vallée de Mexico ; c'est la capitale du pays et le centre de sa vie politique, économique, religieuse et commerciale. Le bassin, fermé à l'état naturel, est entouré de chaînes montagneuses aux quatre points cardinaux, de sorte que les précipitations y ont donné naissance à des rivières, des cours d'eau et des sources, dont les eaux se déversent dans cinq grands lacs permanents et plusieurs plus petits, jusque dans les avancées les plus basses de la vallée.

Jusqu'à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, le bassin était occupé par une population de moins d'un million d'habitants ; c'est pourquoi on pouvait faire face à la demande en eau plus réduite en détournant des cours d'eau en surface, en captant des sources et en creusant de nombreux puits peu profonds. Cependant, malgré le développement limité et la basse densité de population à cette époque, les problèmes de santé publique étaient fréquents à cause des inondations et de l'absence d'infrastructure d'assainissement et d'équipements sanitaires élémentaires.

Avec le drainage artificiel du bassin qui a commencé au XVII<sup>e</sup> siècle, les grands lacs ont été progressivement desséchés, libérant de grandes surfaces pour une occupation agricole et urbaine. Dans le courant du XX<sup>e</sup> siècle, la ville et les villages éparpillés dans la vallée se sont étendus et ont commencé à se rejoindre, absorbant les zones agricoles, pour former l'actuelle Zone métropolitaine de la vallée de Mexico, dont la population s'est multipliée par plus

de 20 au cours des 80 dernières années. A l'heure actuelle, Mexico compte environ 22 millions d'habitants, soit un cinquième de la population nationale.

La nappe phréatique est, de loin, la source d'eau principale du bassin. L'exploitation à grande échelle des aquifères a commencé à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, lorsque les sources d'eau superficielles n'ont plus suffi à répondre aux besoins croissants en eau pour tous les usages. Ces aquifères fournissent aujourd'hui les deux tiers de la demande en eau de la Zone métropolitaine de la vallée de Mexico. En même temps, la surexploitation des aquifères du bassin est devenue un problème majeur en ce qui concerne l'eau : dans les 60 dernières années, le niveau de la nappe phréatique a baissé dans toute la vallée ; ce phénomène a entraîné la consolidation de couches argileuses, et par conséquent l'affaissement des sols qui ont causé de graves dégâts dans l'infrastructure urbaine, un sérieux problème de drainage et quelques manifestations étranges



et remarquables : des tubages de puits transformés en poteaux dépassant de plusieurs mètres la surface du sol.

L'explosion de la démographie dans le bassin a soumis les réserves d'eau de la nappe phréatique à une pression croissante, aussi l'importation d'eau en provenance de bassins externes a-t-elle commencé au milieu du XX<sup>e</sup> siècle. Entre autres, le grand « Système Cutzamala » est entré en fonction dans les années 1980 et l'eau qu'il achemine doit passer par un dénivelé d'environ 1 366 m de son origine à sa destination. Les inondations sont un autre problème de la mégapole : la capacité du réseau de drainage continue à être dépassée pendant les pluies torrentielles, ce qui provoque des inondations d'eaux usées et d'eaux pluviales qui causent des dégâts importants, surtout dans les secteurs les plus pauvres de la zone métropolitaine.

Pour ce qui est du changement climatique, des recherches faites pour estimer son impact potentiel sur les ressources en

eau de Mexico ont conclu qu'il ne faut pas s'attendre à un impact plus important dans le bassin de la vallée de Mexico. Toutefois, au niveau national on s'attend à une élévation des températures et à une diminution des précipitations, dont les effets combinés produiraient une diminution radicale du ruissellement, de l'infiltration et de la recharge de la nappe phréatique, et provoqueraient des épisodes de sécheresse plus graves, plus fréquents et prolongés.



# Mumbai

An aerial photograph of Mumbai, India, showing a dense urban landscape with numerous high-rise apartment buildings and older structures. The city is situated along a coastline, with a large body of water visible in the background. A prominent dark blue circle is overlaid on the center of the image, containing text.

**Ashok Hukku,**  
TechVision Security  
Consultants Pvt Ltd.

**Jairaj Phatak,**  
Municipal Corporation of  
Greater Mumbai





DONNÉES  
DÉMOGRAPHIQUES (ONU)

---

20,7  
millions

CLASSEMENT  
DÉMOGRAPHIQUE

---

6

# Mumbai

**Mumbai** est la plus grande ville de l'Inde. De grandes parties de la ville de Mumbai ont été gagnées sur la mer lorsque les sept îles d'origine ont été réunies. Cependant la plus grande partie de la ville est en dessous du niveau de la mer. Elle a une population de 12,4 millions d'habitants (2011), qui semble à présent se stabiliser. Cinquante-six pour cent des habitants vivent dans des bidonvilles.

Le Conseil municipal gère à la fois la ville proprement dite et les banlieues. La ville est divisée en 24 quartiers avec des bureaux municipaux de quartier. Ces bureaux s'occupent du fonctionnement de tous les jours et de l'entretien des ouvrages municipaux. L'administration de la ville emprunte le modèle de la gestion municipale mais le chef de l'administration est nommé par le gouvernement de l'État et gère l'ensemble de la ville y compris l'administration des 24 quartiers.

Le fleuve Mithi reçoit le trop-plein des lacs Vihar et Tulsi pendant les mois de mousson. Les eaux usées sont rejetées dans le fleuve tout au long de l'année. Les 6 derniers km du fleuve Mithi connaissent d'importants mouvements de marée, causes d'inondation. Les crues du Mithi ont provoqué des dégâts considérables (2,47 milliards de roupies ou 37 millions de dollars américains) à Mumbai pendant les inondations de 2005. Le Conseil municipal est responsable pour l'approvisionnement en eau et pour l'assainissement. Ces services ont leur propre budget annexe et sont sous le contrôle du chef de l'administration. La participation de la communauté pour l'approvisionnement en eau se fait surtout au niveau du bureau

municipal de quartier. Plus de 97 % des 3,9 millions de m<sup>3</sup>/jour nécessaires pour l'alimentation en eau provient de grands lacs créés par la construction de barrages sur les rivières à partir de 1955, et situés à une distance d'environ 100 km.

La municipalité fixe les tarifs pour les différentes catégories de consommateurs. Le prix de l'eau pour les consommateurs domestiques les plus pauvres de Mumbai est d'environ 0,08 US\$/m<sup>3</sup>. Les usagers industriels et commerciaux subventionnent le coût de l'eau des habitants des bidonvilles et d'autres personnes vivant dans la pauvreté.

Un programme d'amélioration de l'adduction d'eau a débuté. Il cherche à résoudre les problèmes suivants : modernisation du réseau d'adduction d'eau pour fournir un approvisionnement continu ; réduction des pertes d'eau physiques et économiques ; installation généralisée de compteurs (pour améliorer l'information et la facturation de l'eau) ; prix de l'eau progressif afin de pousser les usagers à faire des économies d'eau ; et un approvisionnement en eau 24 heures sur 24, 7 jours sur 7, afin d'assurer la résilience du réseau et sa capacité à





fournir de l'eau à tous les clients. Malgré des cas isolés de contamination de l'eau dans les bidonvilles, l'eau du robinet est relativement saine à boire.

La quantité d'eau distribuée est tout à fait adéquate pour la population. Cependant, le défi principal est de savoir comment améliorer l'adduction et fournir à tous un approvisionnement 24 heures sur 24, 7 jours sur 7. La consommation moyenne par personne à Mumbai est de 190 l/jour/personne, et 75 % des branchements sont équipés de compteurs.

De grandes améliorations ont été apportées à l'alimentation en eau potable mais les problèmes de pauvreté endémique et les structures d'habitat informel peuvent limiter les capacités d'accès à l'eau des utilisateurs finaux. Seulement environ 65 % des habitants du Grand Mumbai sont raccordés au réseau d'assainissement. Une taxe d'assainissement est perçue par l'intermédiaire des factures d'eau et représente 60 % du montant de ces factures.

Le Projet d'Évacuation des Eaux usées - I (Mumbai Sewage Disposal Project - MSDP-I) a été achevé en 2009. La modernisation de l'assainissement a conduit à une amélioration de la qualité des eaux côtières, à une amélioration des conditions sanitaires, à une amélioration esthétique, et à un meilleur rendement des activités de pêche. Cependant, certaines

attentes concernant l'assainissement d'une ville de la taille de Mumbai ne sont toujours pas satisfaites.

Mumbai est soumis à des événements extrêmes fréquents. C'est pourquoi la maintenance des collecteurs pluviaux est une priorité absolue pour la ville. Le nettoyage des égouts est une tâche importante qui doit être réalisée avant l'arrivée de la mousson pour diminuer l'impact des pluies et des crues intenses. On observe désormais que l'intensité des pluies peut parfois dépasser 100 mm/heure, à plusieurs reprises pendant un même orage et dans la même journée. L'épisode du 26 juillet 2005, pendant lequel on a enregistré 900 mm de pluie en 24 heures, a bien fait comprendre la nécessité de mettre en place une gestion efficace des catastrophes. Des radars Doppler ont été installés à la suite de cet incident.

Pour en venir à l'impact du changement climatique, on s'attend à une élévation de 3°C des températures moyennes au cours du siècle actuel. On s'attend également à une élévation de la moyenne annuelle des précipitations journalières de 0,34 mm.

Alors que par le passé le niveau de la mer à Mumbai augmentait au rythme de 1,3 mm/an, il s'élève désormais au rythme de 3,1 mm/an. Le climat de mousson que connaît Mumbai continue à présenter pour la ville un risque significatif d'inondation.



# New York

An aerial photograph of New York City, showing a dense cluster of skyscrapers in the foreground and middle ground. The Freedom Tower is prominent on the right side. The city extends to the water's edge, with a large body of water and distant landmasses visible in the background under a hazy sky.

**Angela Licata,**  
New York City Department of  
Environmental Protection





DONNÉES  
DÉMOGRAPHIQUES (ONU)

---

18,5  
millions

CLASSEMENT  
DÉMOGRAPHIQUE

---

9

# New York

La ville de **New York** (New York City – NYC) dispose de la plus importante réserve d'eau non filtrée des États-Unis. Plus de neuf millions de clients et de visiteurs dépendent de trois systèmes importants, composés de 19 réservoirs et de 3 lacs régulés, avec une capacité de près de 2,2 milliards de litres. Ce système a été méticuleusement conçu comme un réseau interconnecté qui assure depuis plus d'un siècle un approvisionnement flexible, fiable et résilient en eau potable. Les eaux pluviales et les eaux usées sont transportées par un réseau de 12 070 km de conduites d'assainissement et d'égouts unitaires, et traitées dans 14 grandes stations d'épuration gérées par la municipalité. La ville a entamé des programmes de planification à long terme et de gestion adaptative pour faire face aux défis des impacts combinés d'une population croissante, d'une infrastructure vieillissante et du changement climatique.

Avec près de 8,4 millions d'habitants, la population de la ville dépasse tous ses records et il est prévu qu'elle atteigne 9 millions en 2040. Cette augmentation de population mettra sous pression l'infrastructure plus ancienne de la ville et mettra à l'épreuve la fiabilité des services municipaux. Pour y faire face, la ville investit largement pour corriger les redondances et améliorer la résilience et les interconnexions de ses réseaux d'approvisionnement en eau. Par exemple, New York est sur le point de compléter son troisième tunnel aquifère et de concevoir un projet pour raccorder un nouvel approvisionnement en eau brute.

Ville côtière, New York est exposée à des risques croissants par le changement climatique global, dont une élévation du niveau marin, une augmentation de l'intensité et de la fréquence des ouragans et des inondations côtières susceptibles d'avoir un impact sur les installations

pour l'approvisionnement en eau et celles d'assainissement. Par exemple, en 2011 les tempêtes tropicales Irène et Lee ont entraîné des niveaux élevés de sédimentation et de présence bactérienne dans les réservoirs et occasionné des mesures de contrôle inédites. En 2012, l'ouragan Sandy a causé une onde de choc qui a eu un impact important sur les ouvrages d'assainissement de NYC, provoqué plus de 95 millions de dollars de dégâts à l'infrastructure d'assainissement et des pannes de courant et d'équipements critiques dans des établissements-clés sur les rives. En parallèle, la ville de New York doit aussi faire face aux risques causés par le changement climatique au réseau d'assainissement du fait d'épisodes pluvieux de forte intensité, ou « trombes d'eau ».

Pour faire face, la ville accélère ses efforts pour diminuer les conséquences des risques climatiques, avec une stratégie





holistique verte et grise comprenant des investissements significatifs pour une infrastructure verte permettant de gérer des intensités et des volumes croissants d'eaux en provenance d'événements pluvieux exceptionnels. NYC investit également dans un Plan de résilience pour l'assainissement (« Wastewater Resiliency Plan ») pour protéger les stations d'épuration situées sur la rive des effets des tempêtes côtières et de l'élévation du niveau marin, tout en continuant à viser des seuils ambitieux pour la réduction des gaz à effet de serre, y compris l'objectif d'une consommation énergétique nette nulle dans les stations d'épuration situées dans le périmètre urbain d'ici 2050.

Le Département par de la protection environnementale (DEP) intègre de nouvelles tactiques pour la gestion des épisodes climatiques extrêmes et chroniques, en optimisant les systèmes, en installant une infrastructure verte, en gérant la demande et en protégeant les installations essentielles contre l'inondation. Ces techniques peuvent être adaptées et étendues au fur et à mesure que le suivi démontre leur efficacité et que de nouvelles informations paraissent sur le changement climatique. Cependant, l'investissement pour la résilience et la qualité de l'eau est en concurrence avec les besoins parallèles de l'entretien, de la construction d'infrastructures nouvelles, et d'investissements pour l'amélioration énergétique, pour atteindre les objectifs ambitieux de la ville en vue de la réduction

des gaz à effet de serre, tout en assurant un coût accessible aux habitants les plus vulnérables de la ville.

Le changement climatique présente aussi des défis tels que la concurrence dans les besoins de financement et des cibles mouvantes pour satisfaire aux exigences réglementaires. Il est possible qu'il devienne plus difficile de satisfaire aux critères de qualité de l'eau avec l'intensification des chutes de pluie et les modifications des caractéristiques physiques et chimiques du milieu aquatique. De plus, avec l'augmentation des risques due aux fortes chutes de pluie, à l'élévation du niveau marin et à l'onde de tempête, le DEP va devoir faire avancer des méthodes et technologies nouvelles pour la gestion des eaux de ruissellement pour pouvoir satisfaire aux objectifs de qualité de l'eau, de drainage et de protection du littoral.

Pour aller de l'avant, le DEP continue à chercher des solutions à long terme qui optimisent les coûts en capitaux, d'entretien et de fonctionnement tout en minimisant les impacts sur l'environnement. Ces solutions exigeront d'exploiter des partenariats publics et privés, de ré-imaginer l'occupation des sols urbains, d'améliorer l'infrastructure existante, et permettront à la ville d'élaborer des outils pour optimiser et améliorer les systèmes actuels pour l'approvisionnement en eau et l'assainissement qui soient adaptés au changement climatique.

# Paris

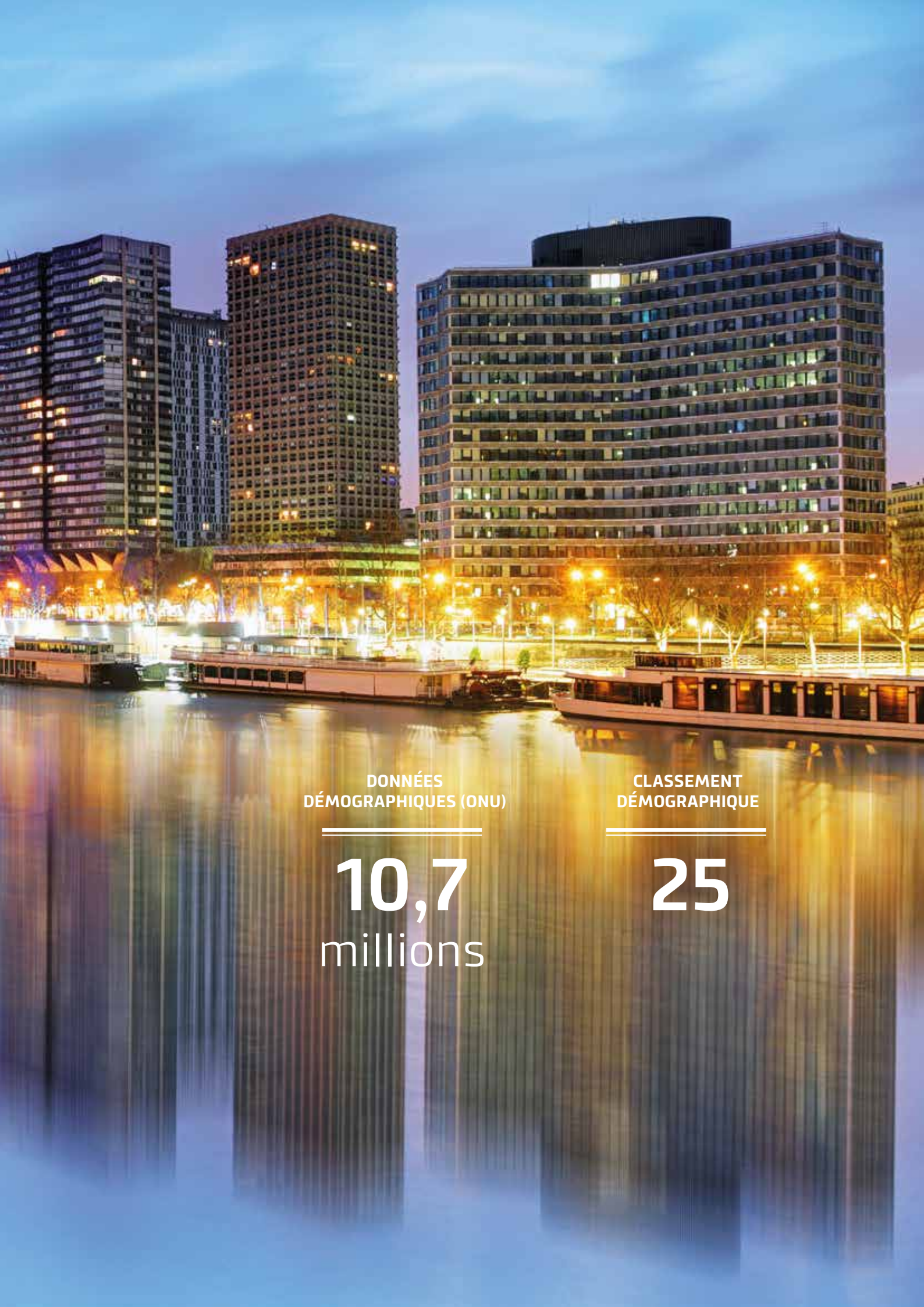
A nighttime photograph of the Paris skyline. The Eiffel Tower is on the left, illuminated with warm lights. To the right, several modern skyscrapers are lit up, with one prominent building showing a grid of lights. The scene is reflected in the calm water of the Seine river in the foreground. The sky is a deep blue with some light clouds.

**Jean-Pierre Tabuchi,**  
SIAAP

**Bruno Tassin,**  
École des Ponts ParisTech

**Cécile Blatrix,**  
AgroParisTech





DONNÉES  
DÉMOGRAPHIQUES (ONU)

---

**10,7**  
millions

CLASSEMENT  
DÉMOGRAPHIQUE

---

**25**

# Paris

**Paris** mégapole, envisagée comme zone construite continue autour de Paris ; compte 10,5 millions d'habitants. On peut la considérer comme une mégapole ancienne, dont le centre a été densifié au XIX<sup>e</sup> siècle et la périphérie après la Seconde Guerre mondiale. Elle se situe dans un climat tempéré, relativement sec (650 mm/an de précipitations, bien réparties sur toute l'année).

La gestion de l'eau dans la partie centrale de la zone urbaine (approvisionnement, assainissement) repose en grande partie sur l'infrastructure construite entre 1850 et 1890. Les eaux usées de la mégapole sont désormais collectées dans un réseau unitaire d'égouts, tandis que pour l'eau potable différents réseaux se sont développés progressivement, utilisant des ressources variées.

Pour la ville de Paris proprement dite, une nappe phréatique dont l'eau est transférée de lieux situés à 100 km du centre-ville apporte 50 % de l'eau potable, tandis que les 50 % restants sont prélevés dans la Seine et la Marne. Pour la banlieue, l'eau potable a son origine principale dans les cours d'eau, notamment la Seine et la Marne. Pour assurer un débit minimum en été dans la Seine et la Marne, ainsi que la capacité de dilution des eaux usées traitées et le refroidissement de centrales électriques d'une part et pour réduire le risque d'inondation d'autre part, quatre réservoirs ont été construits entre 1949 et 1990, avec une capacité totale de 810 millions de m<sup>3</sup>.

En ce qui concerne les eaux usées, la ville de Paris et les banlieues proches sont desservies par un réseau unitaire (2 100 km de canalisations) tandis que le reste de la banlieue est desservie par un réseau séparatif (650 km de canalisations pour les eaux de ruissellement et 450 km de canalisations pour les eaux usées). Six stations d'épuration exploitées par le SIAAP traitent les eaux usées de la mégapole parisienne pour une capacité totale de 10 millions d'Equivalent Habitant (temps sec) et 15 millions d'Equivalent Habitant (temps de pluie). Ce n'est que récemment que la capacité d'épuration du grand Paris a atteint la demande, avec en conséquence une amélioration de la qualité de l'eau de Seine, qui est meilleure actuellement qu'il y a 200 ans.

Une nouvelle structure administrative, la « Métropole du Grand Paris » a été mise en place en janvier 2016 et constitue une entreprise politique importante. Elle devrait amener des changements institutionnels et de gouvernance dans le domaine de l'eau, bien qu'il soit difficile de prédire aujourd'hui ce qu'ils seront.





Deux défis principaux se profilent pour la gestion de l'eau dans la mégapole parisienne :

- En premier lieu il faut présumer une croissance démographique estimée à 9 % pour 2012-2030, avec des modifications possibles dans la distribution de la densité de population à l'échelle de la mégapole. A cet horizon, les questions principales sont en grande partie liées à l'élaboration d'une gestion durable des précipitations fondée sur le principe de la restitution de l'équilibre de l'eau : réduction du ruissellement et augmentation de l'infiltration et de l'évapotranspiration dans toute la mégapole grâce à une croissance urbaine bien conçue. Ceci contribuera également à la réduction du risque d'inondation. À un degré moindre, cette croissance de population aura un impact sur la capacité d'épuration des eaux usées des stations d'épuration de la mégapole.
- En second lieu il faut élaborer une stratégie d'adaptation au changement climatique. S'il est vrai que les effets du

changement climatique ne devraient pas mener à des conséquences aussi graves qu'ailleurs, et surtout dans d'autres mégapoles du globe, elles ne seront pas négligeables. Au nombre des conséquences principales, le risque d'épisodes prolongés de sécheresse qui rendront difficile le maintien de la qualité des cours d'eau, tout particulièrement la Seine, et aussi l'approvisionnement en eau de la mégapole parisienne. Du fait qu'une diminution du débit d'été réduira la capacité de dilution du fleuve, il deviendra de plus en plus difficile de réaliser les objectifs de la directive cadre de l'UE portant sur le bon état des milieux et il faudra dans les années à venir tester d'autres stratégies de gestion des eaux usées, y compris la séparation de l'urine à la source.



# Séoul



**Yonghyo Park,**  
K-water

**Kwansik Cho,**  
K-water



DONNÉES  
DÉMOGRAPHIQUES (ONU)

CLASSEMENT  
DÉMOGRAPHIQUE

9,8  
millions

29





# Séoul

À mesure que la Corée avançait rapidement dans son développement et son industrialisation dans les années 1960 et 1970, il y a eu un mouvement de population vers la zone métropolitaine de **Séoul** (la ville de Séoul et les villes satellites) à la recherche de travail décent, et de meilleures perspectives d'avenir. Actuellement la population totale de cette zone est d'environ 20 millions d'habitants, ce qui représente presque la moitié du pays.

Les précipitations annuelles sont d'environ 1 300 mm, mais elles sont concentrées sur la période de la mousson (de juin à août); par conséquent la construction de grands barrages s'est avérée nécessaire pour maîtriser les épisodes de sécheresse et d'inondations successifs. Ce sont les collectivités locales qui portent la responsabilité ultime de l'approvisionnement en eau potable, sous la direction du ministère de l'Environnement, et aidées par ses subventions. En termes de capacité, 50 % du pays dépend de la fourniture d'eau en gros par K-water (la Korea Water Resources Corporation), une entreprise qui est propriété de l'État, affiliée au ministère du Territoire, de l'Infrastructure et des Transports. La quantité et la qualité de l'eau en gros, qu'elle soit brute ou traitée, sont décidées au stade de la planification selon les besoins exprimés par les administrations locales. Le tarif est le même dans tout le pays, mais varie selon la qualité de l'eau (traitée ou brute); les prix sont en partie subventionnés par le gouvernement central, et strictement contrôlés par les parties prenantes.

La Zone métropolitaine a nécessité d'énormes investissements d'infrastructure, y compris pour l'adduction d'eau, pour répondre aux besoins de l'industrialisation et de la concentration croissante de population. Le fleuve Han, qui traverse le centre-même de Séoul, a été une excellente source d'approvisionnement de qualité acceptable, mais pas pour les villes satellites. Le gouvernement a

donc pris la décision d'approvisionner en eau en gros les villes où l'eau n'était pas disponible en quantité suffisante ni à un prix raisonnable, y compris une petite partie de la ville de Séoul. La capacité totale est de 8 535 000 m<sup>3</sup>/jour, avec 5 prises d'eau, 9 usines de traitement d'eau, et 1 079 km de canalisations de gros diamètre, approvisionnant en eau 13 millions d'habitants.

## Le changement climatique

Le changement climatique a déjà eu un impact sur la tendance des précipitations en Corée : des pluies plus fortes durant la saison de la mousson, et une forte sécheresse pendant le reste du temps. En plus des grands barrages existants, le gouvernement a démarré un immense projet pour 4 fleuves importants, dont le Han. Il s'agit de draguer les fleuves et de construire des déversoirs supplémentaires entre les barrages, pour éviter les inondations dues aux fortes pluies, et pour sécuriser des réserves d'eau plus importantes pendant les grandes sécheresses.

Au cours des deux dernières années (2014 et 2015), les précipitations ont été de presque 60 % inférieures aux années précédentes ; cependant l'eau a continué d'être distribuée sans la moindre rupture d'approvisionnement, tandis que les exploitants des usines de traitement d'eau devaient affronter des problèmes d'algues consécutifs aux quantités d'eau réduites et à la température plus élevée.





### Traitement avancé de l'eau

Toutes les usines de production d'eau potable utilisaient un traitement conventionnel, c'est-à-dire sédimentation, filtration rapide, et désinfection. Cependant, des plaintes du public concernant le goût et l'odeur apparurent de façon répétée, et l'on découvrit que ces problèmes avaient pour origine la géosmine et le 2-MIB. Un premier projet pour traiter ces nuisances a débuté en 2006 ; et actuellement la plupart des usines qui produisent de l'eau potable sont équipées d'un système de traitement avancé, qui règle parfaitement la question du goût et de l'odeur causés par la géosmine et le 2-MIB.

K-water a terminé son centre d'exploitation intégré en 2007, et tous les systèmes sont surveillés et contrôlés depuis ce centre, avec le moins d'opérateurs possibles sur chaque usine. En tant qu'entreprise propriété de l'État, cette approche a été adoptée plus pour la satisfaction du public que pour réduire les coûts. Toutes les informations des installations sont accessibles sur SIG, avec récupération de données en temps réel, détection automatique de fuites, et système d'alerte. La détection d'anomalies et l'intervention immédiates sont donc actuellement possibles, quel que soit le problème concernant la distribution d'eau.

## PROJETS D'AVENIR

### Canalisations doubles

L'interconnexion des réseaux a été une bonne solution, mais qui reste imparfaite.

Il est donc inévitable dans certains cas d'avoir recours à un système de canalisations doublées, afin de minimiser les conséquences d'une éventuelle rupture.

### Une eau saine

K-water surveille la qualité de l'eau en fonction de 250 paramètres, alors que les normes nationales n'en exigent que 85. Malgré cela, le pourcentage de gens qui boivent directement de l'eau du robinet n'est que de 5 % environ, alors que les autres pays de l'OCDE comme les États-Unis, le Canada et le Japon sont à environ 50 %. En tant que fournisseur d'eau en gros, la coopération avec les autorités locales est essentielle afin d'améliorer ce chiffre. K-water s'efforce de fournir une eau de la meilleure qualité possible, contenant même des substances bénéfiques telles que des minéraux, et de maîtriser la concentration en chlore dans le réseau de distribution.

### Une distribution d'eau intelligente

Le centre d'exploitation intégré représente l'état de l'art pour les systèmes de distribution d'eau intelligents fondés sur les technologies de l'information et des communications. Toutefois, ce système reste limité aux tâches d'exploitation et de maintenance qui incombent à un distributeur d'eau. Au-delà de cet objectif, K-water s'efforce de rendre accessible au public l'information concernant la distribution de l'eau, au moyen d'affichage électronique dans les rues et/ou d'application mobile pour smartphone.



# Tokyo

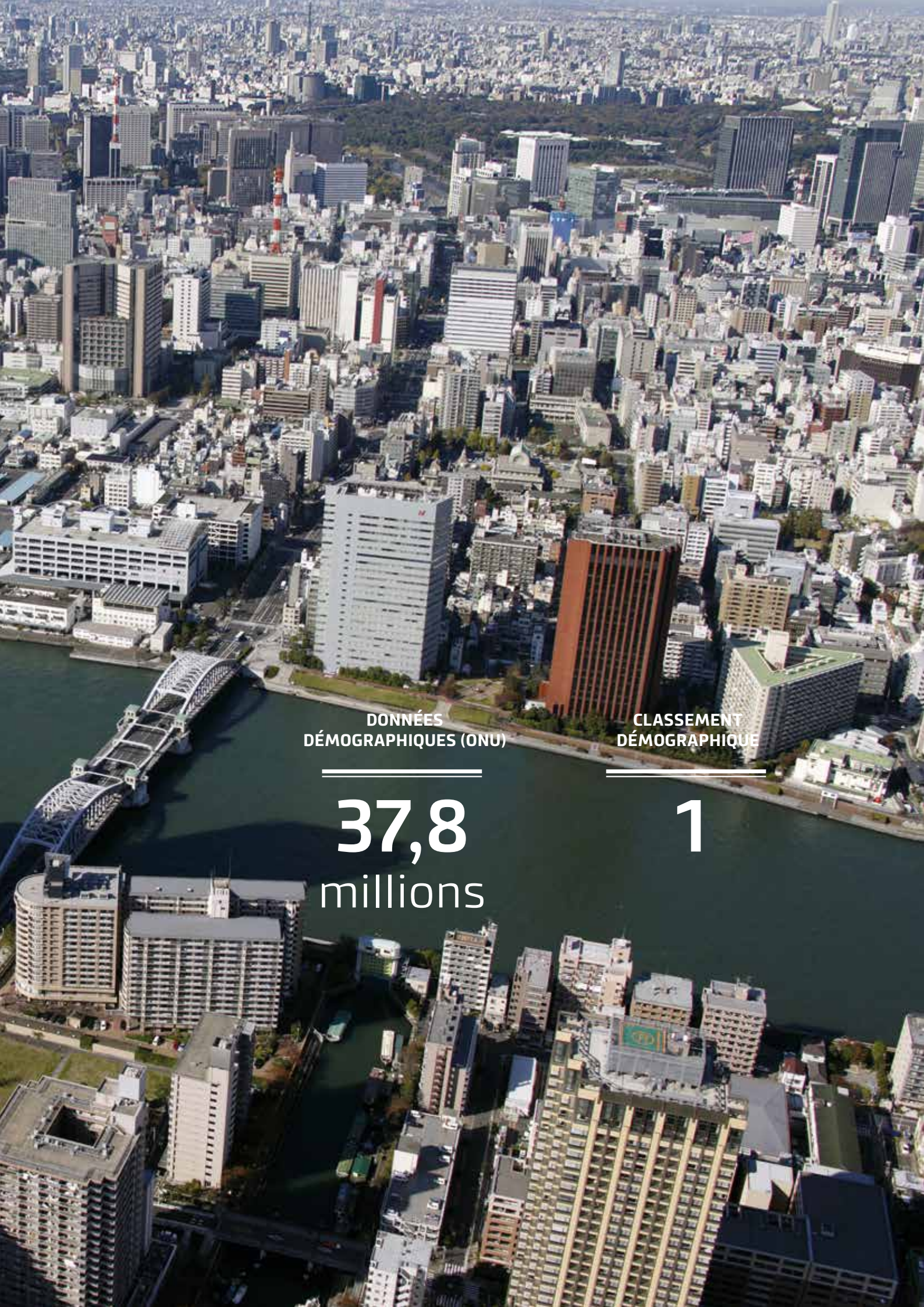
An aerial photograph of the Tokyo skyline, showing a dense cluster of skyscrapers and modern buildings. A large, dark circular overlay is positioned in the lower-left quadrant, containing white text. The background shows a mix of high-rise office buildings and lower residential structures, with a river or bay visible in the middle ground.

**Ei Yoshida,**  
Tokyo Metropolitan  
Waterworks Bureau

**Kiyotsugu Ishihara,**  
Tokyo Metropolitan  
Sewerage Bureau

**Yugi Daigo,**  
Tokyo Metropolitan  
Waterworks Bureau





DONNÉES  
DÉMOGRAPHIQUES (ONU)

CLASSEMENT  
DÉMOGRAPHIQUE

---

37,8  
millions

---

1



# Tokyo

Le service des eaux et de l'assainissement de **Tokyo** remonte aux années 1890. Les installations sont en expansion continue, en réponse à la demande pour un service amélioré. Les Régies des Eaux s'efforcent toujours de fournir le meilleur service, tout en faisant face aux défis nouveaux du changement climatique et des désastres naturels. À l'heure actuelle, la population desservie est d'environ 13 millions d'habitants et la superficie concernée est de 1 235 km<sup>2</sup>. La couverture du service est de 100 %, fournie par 11 usines de traitement des eaux et 20 stations d'épuration.

## Changement climatique

Vu les épisodes de sécheresse qui ont amené des restrictions dans l'usage de l'eau une fois en trois ans et les préoccupations concernant les impacts du changement climatique sur les ressources en eau, la Régie des Eaux de Tokyo vise à assurer des ressources en eau stables, suffisantes en cas de sécheresse. De plus, un système alternatif à l'ensemble des installations hydrauliques a été mis en place, avec le développement d'installations de remplacement, des conduites doubles et des réseaux propres, permettant un approvisionnement même au cas où les installations hydrauliques seraient amenées à stopper leur fonctionnement à cause d'une catastrophe ou d'un accident.

Par contre, le réseau d'assainissement est soumis à de violents et fréquents orages dépassant une intensité de 50 mm/heure. Jusqu'à maintenant, le réseau a pu fonctionner correctement grâce à un système avancé de contrôle des inondations.

## Traitement avancé des eaux

Dans le but d'enlever et réduire efficacement les substances qui entraînent des odeurs de moisi ou de chlore, la Régie des Eaux de Tokyo a introduit un système avancé de traitement dans toutes les usines de potabilisation le long de la rivière Tone, qui est la source principale d'eau pour Tokyo. En 2013 l'alimentation en eau est traitée à 100 % par ce système. Pour les autres usines,

LES SYSTÈMES D'EAU ET D'ASSAINISSEMENT À TOKYO (2014/2015)

	Population	Superficie (km <sup>2</sup> )	Usines (capacité) (m <sup>3</sup> /jour)	Conduites (km)	Couverture du service (%)
Eau*	13 millions	1 239	11 (6,86 millions)	26 774	100
Eaux usées			20 (5,56 millions)	16 000	

\* La plus grande partie (plus de 97 %) des ressources provient des eaux de surface.





le traitement au charbon actif en poudre (CAP) a été adopté pour les substances responsables des odeurs de moisi, et on envisage d'introduire des systèmes plus efficaces de traitement des eaux lors de la rénovation des installations.

Pour les eaux usées, il est prévu d'introduire un traitement avancé pour réduire la fréquence de la marée rouge dans la baie de Tokyo, qui se produit actuellement 80 jours/an environ. L'introduction de ce traitement améliorera la qualité des effluents de façon à créer un meilleur environnement aquatique dans la baie de Tokyo, et permettra aussi de faire des économies d'énergie.

### **Catastrophes naturelles (tremblements de terre) et efficacité énergétique**

Sur la base des leçons du Grand Tremblement de Terre du Japon oriental et les nouvelles présomptions du gouvernement métropolitain de Tokyo sur les dégâts des tremblements de terre, la Régie des Eaux de Tokyo va développer la résistance des installations aux tremblements de terre, tout particulièrement pour les conduites d'eau, avec le « Projet à l'échéance de 10 ans pour l'usage des joints de conduites résistants

aux tremblements de terre », dont l'objectif est de réduire efficacement les dégâts dus à une rupture de l'approvisionnement en eau. De nombreux dégâts sont attendus, tels que la fracture des joints entre les égouts et les regards. Dans les cas de tremblements de terre de grande ampleur, il faut empêcher le soulèvement des tampons par la liquéfaction des sols.

Tokyo va aussi encourager les installations d'acheminement de l'eau, l'utilisation de conduites doubles pour le transfert et la distribution de l'eau, et leur disposition en réseaux pour renforcer la sécurité et l'alimentation en eau. De plus, Tokyo va promouvoir sa propre autonomie énergétique par la construction et l'amélioration de générateurs autonomes.

### **Système de suivi et de contrôle**

La Régie des Eaux de Tokyo a optimisé l'efficacité dans les opérations d'adduction d'eau par l'utilisation d'installations sans personnel en temps normal et par l'intégration des services de contrôle des opérations, qui, dans le passé, étaient accomplis par le personnel municipal, dans quatre Salles de Contrôle Centralisées pour le suivi et le contrôle à distance.

# Liste des illustrations

**p. 14** (de gauche à droite et de haut en bas) :

- © Shutterstock/Pan Demin/Beijing
- © Shutterstock/DFLC Prints/Buenos Aires
- © Shutterstock/SergiyN/Chicago
- © Shutterstock/AGCGuesta/Mexico
- © Shutterstock/Thoai/Ho Chi Minh Ville
- © Shutterstock/Mehmet Cetin/Istanbul
- © Karen/CC BY (Flickr)/Los Angeles
- © Shutterstock/Iakov Kalinin/Londres
- © Depositphotos/Rolandas Misius/Paris
- © Shutterstock/Freedom Man/Séoul
- © Shutterstock/Sean Pavone/Tokyo
- © Shutterstock/ARTRAN/Manille
- © Shutterstock/Mandritoiu/New York
- © Shutterstock/Saiko3p/Mumbai
- © Shutterstock/Bill Kret/Lagos

**p. 33** : © CIFOR/Collecting Water/CC BY (Flickr)

**p. 34** (de gauche à droite) :

- © ILO Arab States/Women work on computers/CC BY (Flickr)
- © UN Women/Executive Director Michelle Bachelet visits Thailand/CC BY (Flickr)
- © World Bank Photo Collection/Laos, Increasing Opportunities for Women/CC BY (Flickr)

**p. 35** : © Ganesh Pangare/City farming or urban agriculture is an important livelihood and source of income for many, especially women (Yokohama, Japan)

**pp. 36-37** : © Shutterstock/Sean Pavone

**p. 39** (de gauche à droite) :

- © Depositphotos/Yongnian Gui
- © Depositphotos/Zhu Difeng
- © Depositphotos/Wing Fong Mary Ho

**pp. 40-41** : © Shutterstock/Elnavigante

**p. 43** (de gauche à droite) :

- © Depositphotos/Jesse Kraft
- © Depositphotos/Anibal Trejo
- © Depositphotos/Konstantin Kalishko

**pp. 44-45** : © Shutterstock/Andrey Bayda

**p. 47** (de gauche à droite) :

- © Depositphotos/Giovanni Gagliardi
- © Depositphotos/IOFOTO Images
- © Depositphotos/Mariusz Prusaczyk

**pp. 48-49** : © Shutterstock/Xuanhuongho

**p. 51** (de gauche à droite) :

- © Depositphotos/Михаил Стародубов
- © Depositphotos/Huynh Thu
- © Depositphotos/Elena Ermakova

**pp. 52-53** : © Shutterstock/Kukuruxa

**p. 55** (de gauche à droite) :

- © Depositphotos/Giovanni Gagliardi
- © Depositphotos/Berkant Aydin
- © Depositphotos/Luciano Mortula

**pp. 56-57** : © Shutterstock/Igor Grochev

**p. 59** (de gauche à droite) :

- © Depositphotos/Igor Groshev

**pp. 60-61** : © Shutterstock/S.Borisov

**p. 63** (de gauche à droite) :

- © Depositphotos/Inna Stone
- © Depositphotos/Krisztian Miklosy
- © Depositphotos/Andrey Omelyanchuk

**pp. 64-65** : © Depositphotos/Sean Pavone

**p. 67** (de gauche à droite) :

- © Karen/CC BY (Flickr)
- © Depositphotos/Ivan Goroun
- © Depositphotos/Sean Pavone

**pp. 68-69** : © Shutterstock/KieferPix

**p. 71** (de gauche à droite) :

- © Depositphotos/Roland Nagy
- © Depositphotos/Antonio Oquias
- © Depositphotos/Walter Bilous



**pp. 72-73** : © Shutterstock/Jess Kraft

**p. 75** (de gauche à droite) :

© Shutterstock/ACGGuesta

© Depositphotos/Antonio Gonzalez Cuesta

© Depositphotos/William Perry

**pp. 76-77** : © Shutterstock/KishoreJ

**p. 79** (de gauche à droite) :

© Depositphotos/Yu Liufu

© Depositphotos/Rudolf Tepfenhart

© Depositphotos/Andrey Khrobostov

**pp. 80-81** : © Shutterstock/Songquan Deng

**p. 83** (de gauche à droite) :

© Depositphotos/Noel Moore

© Depositphotos/Peter Gabriel

© Depositphotos/Andrey Bayda

**pp. 84-85** : © Depositphotos/TTstudio

**p. 87** (de gauche à droite) :

© Shutterstock/Schipkova Elena

© Depositphotos/Rolandas Misius

© Depositphotos/Peter Gabriel

**pp. 88-89** : © Shutterstock/Vincent St. Thomas

**p. 91** (de gauche à droite) :

© Depositphotos/Leung Cho Pan

© Depositphotos/Niphon Chanthana

© Depositphotos/Sean Pavone

**pp. 92-93** : © Shutterstock/TAGSTOCK1

**p. 95** (de gauche à droite) :

© Depositphotos/Sean Pavone







**La conférence « Eau, mégapoles et changement global », organisée à l'UNESCO à Paris en décembre 2015 à l'occasion de la COP21, a mis en lumière le rôle central des villes dans la réalisation des objectifs de développement durable, et tout spécialement l'objectif 6 de l'Agenda 2030 pour garantir l'accès universel à l'eau et aux services d'assainissement.**

Irina Bokova, Directrice-Générale de l'UNESCO

Ce livre, issu de la conférence internationale « Eau, mégapoles et changement global », est le résultat d'un travail collectif de 33 auteurs et co-auteurs et contient les résumés de monographies de 15 mégapoles emblématiques - Beijing, Buenos Aires, Chicago, Ho Chi Minh Ville, Istanbul, Lagos, London, Los Angeles, Manille, Mexico, Mumbai, New York, Paris, Séoul et Tokyo. Cet ouvrage offre des informations précieuses et uniques concernant la gestion de l'eau dans ces 15 mégapoles et il est accompagné d'une clé USB qui contient les versions numériques en 3 langues (anglais, français, espagnol) ainsi que les versions in extenso des monographies (anglais et français). Ces données sont également mises à disposition gratuitement sur les sites web des éditeurs ([www.unesco.org](http://www.unesco.org), [www.arceau-idf.fr](http://www.arceau-idf.fr) et/ou [www.eaumega.org](http://www.eaumega.org)).

