



Impact du changement climatique sur la ressource en eau de la ville de Paris

Antoine Pelletier

► To cite this version:

Antoine Pelletier. Impact du changement climatique sur la ressource en eau de la ville de Paris. 2018. <hal-01889878>

HAL Id: hal-01889878

<https://enpc.hal.science/hal-01889878v1>

Submitted on 8 Oct 2018

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.



HAL Authorization

Impact du changement climatique sur la ressource en eau de la ville de Paris

Incertitudes et adaptation du service public

Rapport de mission professionnelle du Mastère Spécialisé « Politiques et action publique pour le développement durable », année 2017-2018

Pour le compte du service de protection de la ressource et de la biodiversité d'Eau de Paris, établissement public à caractère industriel et commercial sous tutelle de la Ville de Paris

Antoine PELLETIER

Encadré par M. Jan POLCHER, directeur de recherche au CNRS, chercheur au Laboratoire de Météorologie Dynamique (LMD)

Le système d'approvisionnement en eau potable de Paris est singulier par le nombre et la diversité des ressources exploitées, certaines à plus de cent kilomètres de la capitale. Si ce système s'est montré pour l'instant robuste face aux événements climatiques, le changement climatique pourrait accroître sa vulnérabilité. Si de grandes incertitudes subsistent quant à l'avenir du climat du Bassin parisien, les débits estivaux des ressources devraient diminuer, ce qui obligerait Eau de Paris à faire évoluer son plan de production.

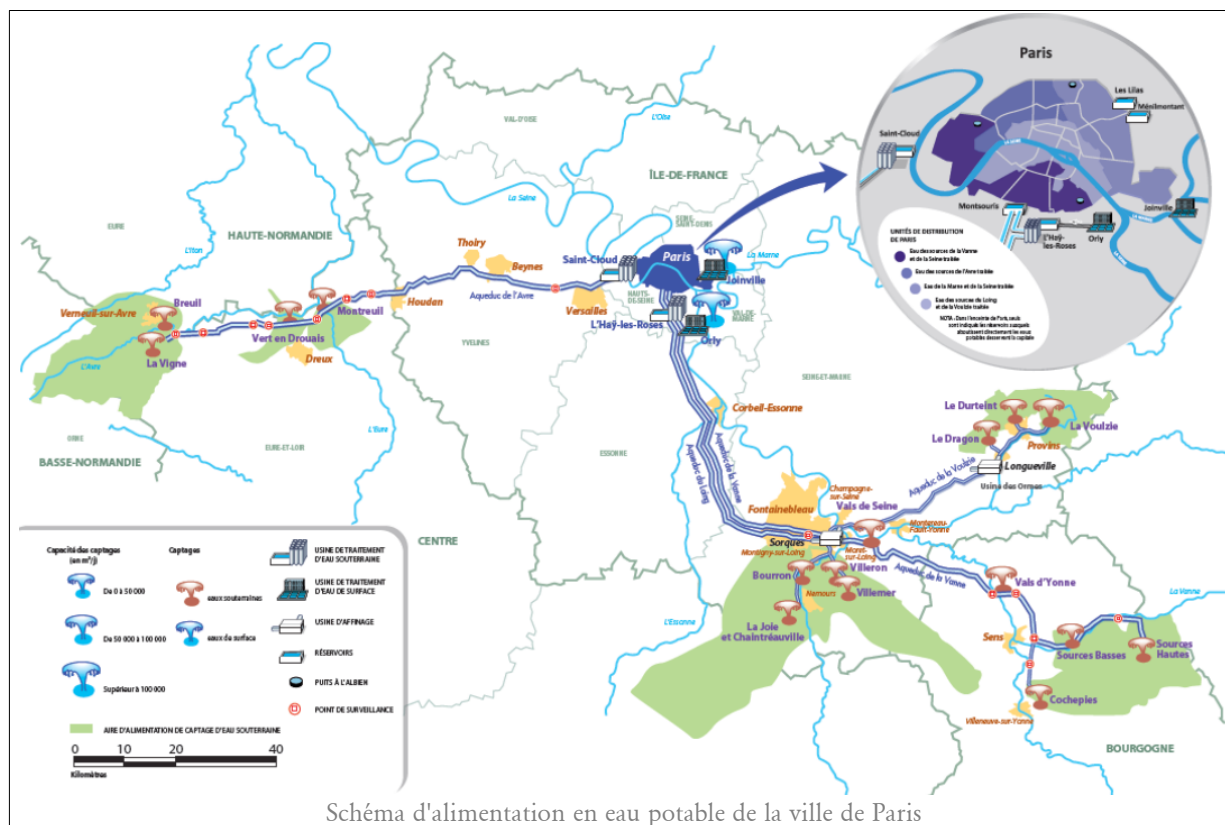
Début 2018, la ville du Cap, en Afrique du Sud, a fait face à l'une des plus graves crises d'approvisionnement en eau potable de son histoire. Une sécheresse très sévère a presque complètement vidé les lacs-réservoirs qui alimentent habituellement la ville. S'il est impossible de lier formellement une telle catastrophe au changement climatique, il est clair que ce type d'événement extrême devrait devenir plus fréquent et plus intense

à l'avenir. L'agglomération de Paris et ses 11 millions d'habitants sont aujourd'hui alimentés par un système complexe d'approvisionnement en eau potable, qui a pour l'instant fait preuve d'une grande résilience face aux aléas naturels. Y a-t-il un risque que ce qui s'est passé au Cap se reproduise à Paris ? Peut-on dégager une tendance univoque sur l'avenir des ressources exploitées par Eau de Paris ?

Une étude spécifique pour un système unique

En 1854, le baron Haussmann, préfet de Paris, et l'ingénieur des Ponts et Chaussées Eugène Belgrand ont conçu un programme d'approvisionnement en eau de Paris, dont le schéma directeur est encore en vigueur aujourd'hui : exploiter des sources à plus de cent kilomètres de la ville et transporter l'eau ainsi captée via des aqueducs aboutissant à de grands aqueducs aux portes de la capitale. En 2018, la ville de Paris exploite, pour l'alimentation en eau potable intra-muros – les communes de banlieue dépendent d'autres réseaux

– trois types de ressources : des eaux de surface, prélevées dans la Marne à Joinville-le-Pont et dans la Seine à Alfortville ; des champs captants, groupe de puits riverains d'un cours d'eau où on pompe notamment l'eau de la nappe de la Craie ; des sources captées, émergences naturelles ou forages artésiens. Géographiquement, les eaux souterraines proviennent du Gâtinais français, du Sénonais, du Provinois et du Drouais. Elles sont amenées à Paris par trois aqueducs (Vanne, Loing et Avre) qui alimentent des quartiers séparés de Paris.



Héritier du réseau d'eau publique – destiné notamment à alimenter les fontaines et les jardins – d'Eugène Belgrand, il existe également un réseau d'eau non potable, alimenté par prélèvement dans la Seine et dans l'Ourcq. Il est utilisé par exemple pour le nettoyage des rues, le curage des égouts et l'arrosage des espaces verts. En sursis dans les années 2000, son développement et sa pérennisation sont des enjeux actuels.

Chiffres-clés

3 millions d'utilisateurs ;
500 000 m³ d'eau potable distribuée chaque jour ;
50 % d'eaux souterraines et 50 % d'eaux de surface ;
99,8 % de conformité physico-chimique et bactériologique des contrôles de qualité.

Gestion et protection de la ressource

La production, le transport et la distribution de l'eau potable et non potable est assurée à Paris depuis 2010 par un opérateur unique : Eau de Paris, établissement public à caractère industriel et commercial sous tutelle de la Ville. Ce fonctionnement original en régie municipale diffère de la délégation de service public à une grande entreprise de l'eau, qui est en vigueur notamment dans la majeure partie de l'Île-de-France. Eau de Paris a également pour mission la protection de la ressource sur les aires d'alimentation de captages identifiées

pour chaque groupe de sources exploitées ; la régie tisse des partenariats avec des acteurs agricoles de ces secteurs et met en place des mesures agro-environnementales, dans le but de diminuer l'impact des activités agricoles sur la qualité de l'eau : concentrations en pesticides et en nitrates notamment. Sur les nitrates, la qualité des différentes ressources diffère et les eaux souterraines ne sont pas traitées pour diminuer les concentrations : le plan de production inclut donc une dilution des ressources trop concentrées.

Pourquoi une étude spécifique ?

De nombreuses études ont déjà été conduites sur l'impact du changement climatique sur les hydro-

systèmes français et particulièrement sur le bassin de la Seine. On peut citer le projet GICC-Rex-

HySS, le projet Hyccare en Bourgogne, les rapports-zooms d'Explore 2070, diverses études conduites par l'université de Toulouse III – Paul Sabatier, le centre de géosciences de l'École des Mines ou le CERFACS. Si ces études donnent des prescriptions méthodologiques et des tendances régionales globales, elles ne prennent pas en compte les spécificités des ressources d'Eau de Paris – qui

sont bien identifiées par la masse de connaissances que la régie a accumulée depuis plus d'un siècle – et les enjeux particuliers de la production d'eau potable pour l'alimentation de Paris. Dans le cadre de son Plan climat, déclinaison de celui de la Ville, Eau de Paris a voulu entreprendre sa propre étude, qui participe à la production globale de connaissances sur le changement climatique.

Un avenir climatique incertain

Les connaissances sur le changement climatique sont rassemblées et produites dans le cadre de plusieurs projets de recherche pilotés par le GIEC – le *Groupement Intergouvernemental d'experts sur l'Évolution du Climat* – dont le dernier rapport global – le cinquième – date de 2013. Celui-ci prévoit quatre scénarii d'émissions de gaz à effet de serre (RCP pour *Representative Concentration Pathway*) prompts à alimenter les modèles climatiques dont on peut tirer des prédictions sur le milieu (2031-2060) et la fin (2061-2090) du XXI^e siècle, comparés avec une période de référence

(1971-2000). Ces modèles, à basse résolution du fait de la complexité du système-Terre qu'ils représentent, sont régionalisés sur l'Europe pour permettre des études d'impact à échelle fine comme la présente. La diversité des modèles construits et des méthodes de régionalisation, rassemblées dans le projet CORDEX-Adjust, permet d'envisager différents avènements du climat, sans qu'un modèle puisse être privilégié par rapport à un autre. Quinze simulations ont ainsi été sélectionnées ici, pour deux trajectoires d'émissions : RCP4.5 (scénario optimiste) et RCP8.5 (scénario pessimiste).

Consensus et incertitude des modèles climatiques

Les quinze simulations climatiques retenues donnent des tendances différentes sur le climat à la fin du siècle des aires d'alimentation de captages d'Eau de Paris. Grâce à des indicateurs globaux, on peut les regrouper en cinq sous-scénarii présentant des caractéristiques semblables : très humide (augmentation généralisée des précipitations), humide (augmentation moins importante

et localisée en hiver), peu sec (scénario médian), sec sensible aux émissions de GES, sec peu sensible aux émissions de GES. Avec deux des RCP retenus, on obtient au total dix trajectoires d'évolution du climat, toutes envisageables : les tendances étant parfois contradictoires, il ne s'agit pas de calculer un impact moyen entre celles-ci mais de rechercher les points de consensus et de divergence.

Un avenir plus ou moins sec

Au niveau européen, deux grandes tendances climatiques sont identifiées : le bassin méditerranéen devrait devenir plus sec, avec moins de précipitations et plus de sécheresses, surtout en été ; le nord de l'Europe devrait quant à lui devenir plus humide, avec une hausse des pluies hivernales qui compensera largement la hausse de demande en eau de la végétation occasionnée par l'augmentation générale

des températures. Le bassin de la Seine se situe en position charnière entre ces deux zones, ce qui donne cette diversité de scénarii : on note cependant une tendance générale à la diminution de la pluviométrie estivale et des précipitations efficaces, avec augmentation des températures. La variabilité annuelle des précipitations, aujourd'hui bien répartie entre les saisons, devrait augmenter.

Repères : le climat du Bassin parisien, exemple du Provinois

Température moyenne : 10,4 °C ;

Pluviométrie annuelle : 713 mm ;

Mois le plus arrosé : décembre (65 mm) ;

Mois le plus sec : février (48 mm) ;

ETP en juillet : 120 mm/mois ;

ETP en décembre : 10 mm/mois.

Tendances sur les débits

Les différentes trajectoires climatiques envisagées ne donnent pas de consensus sur le débit moyen tant des sources que des cours d'eau exploités : les scénarii secs prévoient des diminutions de 10 à 30 %, alors que les scénarii humides donnent des débits moyens en augmentation de 10 % environ ; en revanche, la variabilité annuelle des précipitations implique une plus grande variabilité annuelle des débits. Le débit d'étiage quinquennal,

représentatif des basses eaux lors d'une sécheresse commune, diminue pour tous les scénarii, de moins de 10 % pour les scénarii humides à parfois plus de 50 % pour les scénarii secs. En particulier, les eaux de surface – Marne et Seine – semblent plus exposées à cette diminution, mais cette tendance est à mettre en regard des incertitudes de la chaîne de modélisation : le calage des modèles est meilleur sur les rivières que sur les sources.

Perspectives : vers l'adaptation du service public de l'eau

Cette première étude a de trop nombreuses incertitudes et insuffisances pour servir de base à une stratégie opérationnelle d'adaptation du service public de l'eau. Elle dessine cependant une stratégie d'étude plus complète pour Eau de Paris : progrès sur la régionalisation des modèles climatiques ; intégration des ressources dans un modèle global du bassin de la Seine, prenant notamment en compte les grands lacs-réservoirs ; construction

d'un modèle ad-hoc des champs captants ; lien des indicateurs hydrologiques avec le plan de production opérationnel ; progrès dans les mesures de débits et dans la fiabilisation des données historiques ; impact du changement climatique sur la qualité de l'eau. Les partenaires avec qui Eau de Paris pourrait collaborer pour ces études ont également été identifiés : instituts de recherche et organismes techniques publics.

L'avenir métropolitain

L'adaptation au changement climatique ne peut se résumer à la production de connaissance : on ne peut attendre de tout savoir pour s'adapter au regard de l'urgence climatique. Il reste que la présente étude va permettre à Eau de Paris d'envisager des éléments de projection pour examiner l'adaptation de son plan de production opérationnel face à des scénarii simples : que se passe-t-il si un groupe de source ou une usine de prélèvement est inutilisable ? Il reste que l'avenir du service du

l'eau passera par une plus grande collaboration des réseaux et services, pour accroître la résilience du système. L'approche métropolitaine du service public de l'eau en Île-de-France, actée par la loi MAPTAM, se fera dans cette perspective. Il reste à dépasser le clivage politique entre le modèle de régie municipale d'Eau de Paris et la délégation de service public chère au SEDIF – le Syndicat des Eaux d'Île-de-France – en banlieue.

Éléments bibliographiques

Milly PCD, Betancourt J, Falkenmark M, Hirsch RM, Kundzewicz ZW, Lettenmaier DP, et al. Stationarity Is Dead: Whither Water Management? *Science*. févr 2008;319(5863):573-574.

Collins M, Knutti R, Arblaster J, Dufresne J-L, Fichetef T et al. Long-term Climate Change: Projections, Commitments and Irreversibility. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press; 2013.

Jacob D, Petersen J, Eggert B, Alias A, Christensen OB, Bouwer LM, et al. EURO-CORDEX: new high-resolution climate change projections for European impact research. *Reg Environ Change*. avr 2014;14(2):563-578.

Boé J, Radojevic M, Bonnet R, Dayon G. Scénarios sécheresse sur le bassin Seine-Normandie. CERFACS-CNRS, AESN, DRIEE, UPMC; 2018.

Thirel G, D'Agostino D, Démerliac S, Dorchies D, Flörke M, Jay-Allemand M, et al. The Climaware project: Impacts of climate change on water resources management - regional strategies and European view. In: *EGU General Assembly Conference Abstracts*. 2014. p. 7167. (EGU General Assembly Conference Abstracts; vol. 16).

Husson. Historique de l'alimentation en eau potable de la ville de Paris. *Water Quality Journal*. 1996;(72):97-108.