

La gestion de l'eau dans les zones urbaines : le rôle de l'hydrologie isotopique et les enseignements tirés de la crise du Cap

Par Jodie Miller

La crise de l'eau qui a frappé Le Cap (Afrique du Sud) en 2017 et 2018 a été l'occasion de mesurer le rôle de l'hydrologie isotopique dans le maintien de l'intégrité des réseaux urbains d'approvisionnement en eau. L'intégrité des ressources en eau est fondamentale pour la viabilité à long terme de l'économie en Afrique australe ; pour la préserver, il est nécessaire de comprendre le lien entre climat et utilisation de ces ressources, et les incidences socioéconomiques de ce lien. Le bilan hydrique d'une région, à savoir le rapport entre arrivées et sorties d'eau, a d'importantes répercussions socioéconomiques, notamment sur la capacité d'approvisionnement des centres urbains, de réduction de la pauvreté et de protection des réserves alimentaires et énergétiques, ainsi que sur le développement des compétences scientifiques nécessaires pour étayer les stratégies locales de gestion de l'eau.

Ces dernières années, ces questions sont devenues brûlantes avec la grave sécheresse qui a sévi au Cap, ville de 3,8 millions d'habitants située à la pointe sud de l'Afrique. En raison de précipitations plus faibles que la moyenne entre 2014 et 2017, Le Cap s'est trouvé en stress hydrique extrême lors de l'été austral 2017-2018. La ville puise la majorité de ses ressources dans six réservoirs d'eaux de surface, d'une capacité totale de 828 991 millions de litres. En mars 2018, les réserves totales de ces installations sont passées en-dessous du seuil de 20 %, leur plus bas niveau jamais enregistré ; le plus grand réservoir, celui de Theewaterskloof, ne contenait plus que 13,5 % de sa capacité de 480 188 millions de litres. On a annoncé à plusieurs reprises l'imminence d'un « Day Zero », jour où la ville couperait l'approvisionnement en eau pour pouvoir maintenir ses infrastructures les plus critiques, comme les hôpitaux. Pour faire face à cette situation, les autorités ont demandé à tous les habitants de réduire leur consommation d'eau à seulement 50 litres par personne et par jour.

En fin de compte, la ville a réussi à éviter le « Day Zero », car les efforts collectifs déployés ont permis de faire durer les réserves jusqu'à l'arrivée des pluies hivernales. Cependant, la crainte d'une fermeture des réseaux municipaux d'approvisionnement a transformé les modes de consommation et la valeur accordée à l'eau par les habitants, et provoqué un vrai changement des habitudes. Dans le même temps, la question de savoir comment un grand centre urbain peut préserver sa sécurité hydrique et trouver des ressources complémentaires à court terme a soulevé d'importants problèmes scientifiques, notamment sur la façon de suivre et de mesurer les contributions relatives de nombreuses sources d'apport différentes aux réseaux d'approvisionnement. Le dessalement, le recyclage des eaux ménagères, la collecte



Jodie Miller est Professeure associée au Département des sciences de la Terre à l'Université de Stellenbosch, en Afrique du Sud. Ses travaux portent principalement sur des projets d'hydrologie isotopique au Mozambique, en Namibie et en Afrique du Sud. Vice-présidente de l'Association internationale de géochimie (IAGC) et figure de proue de

la Plateforme d'infrastructures de recherche en biogéochimie au Département sud-africain de la science et de la technologie, elle participe à un projet de recherche coordonné de l'AIEA sur l'hydrologie isotopique appliquée aux zones urbaines.

directe des eaux de pluie et le prélèvement d'eaux souterraines sont autant de manières de compléter les réserves d'eaux de surface de nombreux réseaux municipaux à diverses échelles. Cependant, elles peuvent compromettre la qualité de l'eau. À l'heure de la diversification croissante des flux entrants, la gestion de la quantité et de la qualité de l'eau demande de nouvelles approches et de nouveaux outils scientifiques pour mettre au point des stratégies fondées sur les meilleures pratiques.

L'hydrologie isotopique en zone urbaine

L'étude des isotopes stables de l'eau fait partie des outils scientifiques permettant de suivre les sources des différentes entrées du réseau municipal. L'hydrologie isotopique repose essentiellement sur l'étude et les applications des isotopes de l'hydrogène et de l'oxygène naturellement présents dans le cycle de l'eau.

Dans un contexte d'urbanisation à grande échelle et de croissance démographique, l'hydrologie isotopique s'est progressivement imposée ces dernières années comme un outil permettant de comprendre les processus à l'œuvre dans l'approvisionnement en eau des zones urbaines. Le principe fondamental de l'hydrologie isotopique appliquée aux zones urbaines consiste à relever les « empreintes », ou caractéristiques isotopiques de chaque arrivée dans le réseau hydrique urbain, afin de suivre chaque composante dans l'ensemble du système. Ces informations peuvent servir à la planification de politiques de gestion de l'eau à long et à court terme portant notamment sur la surveillance des contributions relatives, des temps de séjour au sein du réseau, ainsi que



Les précipitations moyennes depuis 2014 ont fait chuter de manière critique le niveau d'eau du barrage de Theewaterskloof, dans la province du Cap-occidental.

(Photo : A. Silva Garduno/AIEA)

des fuites et des pertes qui en résultent dans le système, et sur la gestion de la pollution ou de la contamination.

Dans la ville de Stellenbosch, qui abrite l'université du même nom et se trouve au cœur des principaux domaines viticoles du pays, on a analysé des échantillons d'eau du robinet provenant de logements privés pour déterminer les rapports isotopiques de l'oxygène 18 (^{18}O) et du deutérium (^2H). Les résultats montrent à quel point l'hydrologie isotopique urbaine parvient à mettre en évidence les fluctuations à l'œuvre dans le réseau hydrique urbain. Alors que l'eau que nous voyons sortir du robinet

a un aspect uniforme, les rapports isotopiques permettent de rendre compte des augmentations et des diminutions, ainsi que de comportements similaires ou divergents.

Essentiellement, les isotopes fournissent l'empreinte digitale de chaque segment du réseau local d'approvisionnement en eau : la source, l'usine de traitement et les informations sur sa durée de séjour dans le réseau de distribution. Aux quatre coins de la planète, les responsables de la gestion de l'eau cherchent des solutions pour approvisionner durablement des centres urbains en expansion, et l'hydrologie isotopique devient progressivement un outil essentiel de leur panoplie.

Jodie Miller prélève un échantillon d'eau dans le Cap-occidental.

(Photo : A. Silva Garduno/AIEA)

