

470 kilomètres pour desservir la capitale

Eau de Paris entretient un réseau de quatre aqueducs historiques qui totalisent 470 kilomètres de lignes : la Voulzie, la Vanne, le Loing et l'Avre. Ces ouvrages majeurs transportent quotidiennement plus de la moitié de l'eau potable fournie aux Parisiens, 483 000 mètres cubes par jour en moyenne. D'octobre à décembre, l'aqueduc du Loing a fait l'objet d'un arrêt d'eau exceptionnel, l'occasion pour EAU DE PARIS de présenter les contours de l'une de ses activités de gestion civile et d'ingénierie publique : la gestion et la rénovation des aqueducs parisiens. H2o novembre 2013.

AQUEDUCS PARISIENS

470 kilomètres pour desservir la capitale

Eau de Paris entretient un réseau de quatre aqueducs historiques qui totalisent 470 kilomètres de lignes : la Voulzie, la Vanne, le Loing et l'Avre. Ces ouvrages majeurs, qui sont paradoxalement peu visibles, transportent quotidiennement plus de la moitié de l'eau potable fournie aux Parisiens, 483 000 mètres cubes par jour en moyenne. D'octobre à décembre, l'aqueduc du Loing a fait l'objet d'un arrêt d'eau exceptionnel. Cet arrêt d'eau a été motivé par deux natures de travaux structurants : un piquage pour l'alimentation en eau souterraine des communes de Viry-Châtillon et à terme de Grigny et la création d'une unité de traitement par ultraviolet des eaux du Loing en aval de l'aqueduc. À cette occasion, Eau de Paris a présenté les contours de l'une de ses activités de gestion civile et d'ingénierie publique : la gestion et la rénovation des aqueducs parisiens.

EAU DE PARIS

illustrations Eau de Paris et Martine Le Bech2o - novembre 2013

L'aqueduc du Loing

Construit à la fin du XIXe siècle pour doubler la capacité de l'aqueduc de la Vanne par une nouvelle série de captages réalisés, pour l'essentiel, dans la vallée du Loing, aux environs de Nemours, l'aqueduc du Loing est parallèle à ce dernier à partir de la forêt de Fontainebleau. Long de 95 kilomètres, il reçoit les eaux des aqueducs secondaires de la Voulzie et du Lunain ainsi que les eaux captées dans la nappe alluviale de la Seine près de Montereau. Cet aqueduc ne présente que très peu de parcours sur arcades en raison des grilles réalisées dans la fabrication des tuyaux de grande section permettant d'augmenter les pressions, dans les siphons notamment. L'ouvrage a été mis en service le 11 juin 1900, sa capacité nominale est de 210 000 mètres cubes par jour.

Le raccordement des Lacs d'Essonne au schéma d'alimentation parisien - Afin de permettre l'alimentation en eau souterraine des communes de Viry-Châtillon et à terme de Grigny, la Communauté d'agglomération des Lacs d'Essonne (CALE), a décidé en juin 2013 par convention avec Eau de Paris que l'approvisionnement en eau serait assuré à partir de l'aqueduc du Loing grâce par la régulation. Pendant trente ans, Viry-Châtillon (dès 2014) et Grigny (à partir de 2018) pourront

bÃ©nÃ©ficier d'une eau souterraine, dont le captage fait l'objet d'une gestion Ã©cologique, au meilleur prix. La rÃ©ponse positive d'Eau de Paris Ã la demande de la CommunautÃ© d'agglomÃ©ration des Lacs de l'Essonne d'acheter de l'eau fournie depuis l'aqueduc du Loing illustre la volontÃ© de la rÃ©gie parisienne de s'inscrire toujours davantage dans les territoires sur lesquels elle est implantÃ©e et de satisfaire, autant qu'il est possible, leurs besoins. Cette coopÃ©ration est Ã©galement favorable Ã Eau de Paris puisqu'elle lui permet d'optimiser le fonctionnement de ses installations sans fragiliser la sÃ©curitÃ© d'alimentation en eau de la capitale.

La construction d'une unitÃ© de traitement aux ultraviolets pour l'eau du Loing - Les eaux du Loing qui reprÃ©sentent 25 % de l'eau consommÃ©e dans la capitale sont les seules eaux souterraines Ã ne pas bÃ©nÃ©ficier d'une double barriÃ©re sanitaire de dÃ©sinfestation. Traversant des zones de plus en plus urbanisÃ©es, avec tous les risques liÃ©s Ã l'activitÃ© humaine acheminant l'eau en plan d'eau libre, c'est-Ã -dire par gravitÃ© et sans pression, il a paru nÃ©cessaire de protÃ©ger les eaux acheminÃ©es par l'aqueduc du Loing contre des infiltrations qui peuvent, Ã©ventuellement, contenir des polluants. C'est la raison de la crÃ©ation de l'unitÃ© de traitement des eaux du Loing dans le 14Ã®me arrondissement qui renforcera encore davantage les conditions de sÃ©curitÃ© optimales pour les cinquante prochaines annÃ©es durant le transport de l'eau, depuis les captages en Seine-et-Marne. Ce projet correspond Ã une Ã©volution de l'environnement des territoires traversÃ©s par les aqueducs. L'installation comprendra une unitÃ© de traitement par rayonnement ultraviolet (UV) pour dÃ©sinfester l'eau du Loing. Les UV ne remplaceront pas la chloration. Ces deux mÃ©thodes de dÃ©sinfestation de l'eau cohabiteront de maniÃ©re complÃ©mentaire. Avec l'installation de l'Ã©tape de traitement aux UV, qui dÃ©truisent virus et micro-organismes, la phase de chloration se fera aprÃ¨s le passage dans le rÃ©acteur UV et non plus comme initialement en forÃ¢t de Fontainebleau.

Â

Paris est approvisionnÃ©e de longue date par des ressources en eaux souterraines et des eaux de surface traitÃ©es. Eau de Paris dispose de 102 points de captage d'eaux souterraines et de deux points de prÃ©levement des eaux de rivÃ©e : la Seine et la Marne. Les quatre aqueducs principaux acheminent l'eau des sources captÃ©e dans un rayon de 80 Ã 150 km autour de Paris jusqu'Ã des stations de dÃ©sinfestation et des rÃ©servoirs de stockage avant la mise en distribution dans le rÃ©seau d'eau potable.

Photo de droite, la "bÃ¢che", en forÃ¢t de Fontainebleau : la bÃ¢che de rÃ©ception est le point de convergence des aqueducs du Loing et du Lunain, dont les eaux se mÃ©langent ici Ã celles de la Sorques, de la Vanne et de la Voulzie.

Un schÃ©ma d'alimentation sÃ©curisÃ©

La grande force du schÃ©ma d'alimentation en eau dÃ©fini par Eau de Paris est la diversitÃ© de ses ressources. Celles-ci proviennent en effet Ã parts Ã©gales d'eaux souterraines et d'eaux de rivÃ©e. Cette mixitÃ© d'alimentation permet de faire face efficacement Ã tout incident (canicule, crue, sÃ©cheresse comparable aux situations historiques connues, pollution accidentelle ou rupture imprÃ©vue de canalisations). Selon les circonstances, Eau de Paris peut ainsi mobiliser alternativement les diffÃ©rentes ressources en eau.

Cette diversification a des origines historiques. Elle s'est amorcÃ©e au XIXe siÃ©cle pour rÃ©pondre aux besoins croissants en eau de la capitale et de ses communes limitrophes et remÃ©dier Ã la mauvaise qualitÃ© de l'eau de la Seine qui alimentait la ville. Le prÃ©fet Haussmann propose au Conseil de Paris d'aller capter des eaux de sources situÃ©es sur des

territoires à l'ouest de Paris. C'est sur cet héritage que l'approvisionnement en eau de la capitale se construit aujourd'hui.

Une autonomie des cinq vecteurs de distribution et de transport - La sécurité du schéma passe par l'autonomie des vecteurs de production, distribution et de transport mis en place. Eau de Paris dispose en effet de cinq dessertes indépendantes les unes des autres. Elles sont structurées autour de trois aqueducs principaux - la Vanne et le Loing en Seine-et-Marne (sud-est de Paris), l'Avre dans l'Eure et Loir (sud-ouest de la capitale) - et des usines d'Orly et de Joinville. En cas d'indisponibilité d'un des vecteurs, les autres peuvent compenser.

Avant leur mise en distribution, les eaux souterraines et de rivières sont stockées par Eau de Paris dans cinq réservoirs situés aux portes de la capitale (dont trois réservoirs pour le stockage des eaux souterraines), assurant aux Parisiens une disponibilité permanente de l'eau potable. La régulation doit aussi maintenir une pression suffisante - contrôlée par des capteurs - en tous points du réseau, afin de garantir l'alimentation au robinet. Les incidents - une canalisation qui se rompt, par exemple - sont ainsi compensés grâce à des vannes commandées à distance, qui permettent d'injecter davantage d'eau pour maintenir la pression jusqu'à réparation de la fuite.

Une gestion informatisée et automatisée - Le suivi du réseau d'aqueducs et de façons générales de l'ensemble du réseau d'Eau de Paris est géré en temps réel par un système automatisé qui fonctionne 7 jours sur 7 : le centre de contrôle et de commande d'Eau de Paris (CCC). Dans ce lieu triste s'curisé, de nombreux écrans de surveillance diffusent en continu les informations du réseau d'eau de la capitale. Elles concernent notamment le débit, la pression dans les canalisations qui permet l'arrivée de l'eau à tous les étages des immeubles d'habitation, ou encore le niveau de remplissage des réservoirs. Les agents du CCC assurent ainsi l'approvisionnement en eau de la capitale en continu 24 heures sur 24.

À

Conçu pour doubler la capacité de l'aqueduc de la Vanne, l'aqueduc du Loing a été construit en parallèle de ce dernier de 1987 à 1900. Il reçoit les eaux des aqueducs secondaires de la Voulzie et du Lunain. Sa course s'achève dans le réservoir de Montsouris qui alimente tout le centre de Paris. Ses galeries, d'un diamètre de 2,50 mètres, ont été réalisées en moellons de calcaire. Les eaux s'y coulent librement sur une pente moyenne de 10 centimètres par kilomètre.

À

L'arrêt du Loing ne met pas en péril l'alimentation en eau de Paris du fait de ce schéma d'alimentation interconnecté. Les travaux sont programmés à une période de consommation plus faible (une partie de l'arrêt correspond à la période de vacances scolaires), les autres usines prennent le relais. Les arrêts d'eau sur un aqueduc sont généralement programmés tous les 2 ou 4 ans selon l'ouvrage (4 ans pour l'aqueduc du Loing). Ils permettent de vérifier l'état des aqueducs et de réaliser les travaux de réhabilitation / rénovation identifiés lors

de la visite prÃ©cÃ©dente.

UN PATRIMOINE HISTORIQUE ET Ã‰COLOGIQUE

À

À Paris et dans sa rÃ©gion, depuis la lointaine Â©poque des Romains, plusieurs aqueducs ont Â©tÃ© construits au fil des siÃ“cles. Certains ne sont plus que des vestiges tÃ©moignant de leur Â©poque, d'autres sont encore en service. Cette technique d'acheminement de l'eau est mÃªme toujours d'une grande modernitÃ©.

À la fin du XVI^e siÃ“cle, Paris est en expansion, la ville grandit anarchiquement autour de son centre fortifiÃ©. Les 350 000 Parisiens ne bÃ©nÃ©ficient pas d'une eau de qualitÃ©. Des recherches sont menÃ©es sous le rÃ©gne d'Henri IV pour retrouver et restaurer l'aqueduc romain de LutÃ©ce. Sa rÃ©utilisation s'avÃ©re finalement impossible car il est trop dÃ©gradÃ©. AprÃ¨s l'assassinat du roi par Ravaillac en 1610, sa veuve Marie de MÃ©dicis, rÃ©gente au nom de leur fils, le futur Louis XIII, fait construire un nouvel aqueduc pour alimenter des fontaines publiques sur la rive gauche, et les jardins de son palais du Luxembourg. Cet aqueduc est aujourd'hui appelÃ© "Aqueduc MÃ©dicis", et a fÃªtÃ© en 2013 son quatre-centiÃ“me anniversaire.

Au XIX^e siÃ“cle, l'hygiène sanitaire devient une pratique quotidienne. C'est une Â©poque de grands travaux d'infrastructures : canaux, Â©gouts, voies ferrÃ©es, routes, bÃ©timents prestigieux et aqueducs. Les techniques s'industrialisent. Les outils sont de plus en plus performants. Les chantiers disposent d'une main d'œuvre abondante et bon marchÃ©. Des aqueducs modernes sont construits en utilisant le savoir-faire technique des ingÃ©nieurs et de nouveaux matÃ©riaux. C'est le cas de la fonte, qui permet de fabriquer des conduites beaucoup plus grandes et rÃ©sistantes.

Entre 1836 et 1866, Paris passe de un à deux millions d'habitants. La construction des nouveaux aqueducs parisiens est due à un ingÃ©nieur novateur, Eugène Belgrand (1810-1878). Dans le cadre des grands travaux engagÃ©s par le prÃ©fet Haussmann à Paris, il développe et modernise le réseau d'eau de la capitale. Pour offrir aux Parisiens une eau de grande qualitÃ©, il est dÃ©cidÃ© de capter des sources loin de Paris, jusqu'à 150 kilomÃètres au-delà de la capitale. Les eaux sont acheminées jusqu'aux portes de Paris par deux aqueducs : la Dhuis (1863-1865) et la Vanne (1866-1874).

Trois autres aqueducs sont construits après le dÃ©cès d'Eugène Belgrand : l'Avre (1890-1893) et le Loing (1897-1900). PrÃ©vu en 1884 mais retardÃ© jusqu'après la guerre de 1914-1918, le dernier aqueduc du réseau parisien, celui de la Voulzie, est terminé en 1925. Ces trois aqueducs acheminent encore aujourd'hui la moitiÃ© de la consommation d'eau potable des Parisiens (483 000 m³ par jour en moyenne, en 2012).

Un programme d'investissement placÃ© sous le signe du dÃ©veloppement soutenable

Entretenus et améliorés, ces ouvrages historiques de l'époque de Belgrand au XIXe siècle, acheminent encore aujourd'hui l'eau potable à Paris. En charge de l'ensemble de ce patrimoine du service public de l'eau, Eau de Paris offre les conditions d'une politique patrimoniale forte et ambitieuse.

Les aqueducs font ainsi l'objet chaque année de réhabilitations, à l'issue de diagnostics portant sur leur état intérieur et extérieur, réalisés par les équipes de l'entreprise. Ces interventions permettent d'éviter les fuites et les ruptures de canalisations et de sécuriser l'alimentation la capitale en eau potable.

L'ensemble des activités de la régie s'inscrit dans la démarche de développement soutenable portée par la Ville de Paris et sa régie. L'objectif global est de produire une eau la plus économique possible en énergie tant dans la gestion des process industriels que celle du patrimoine immobilier. La réunification de toutes les étapes de la filière eau potable au sein de l'opérateur unique facilite également les connaissances sur les flux en tout point pour les piloter de façon optimisée.

Offrir une seconde jeunesse aux aqueducs - Afin de garantir un niveau de qualité dans la production et la distribution, Eau de Paris doit maintenir un haut niveau d'entretien et de valorisation du patrimoine industriel de l'eau. Le schéma d'investissement dont s'est dotée la régie pour la période 2012-2016 prévoit environ 70 millions d'euros de travaux par an sur l'ensemble du patrimoine du service public de l'eau, notamment les ouvrages historiques, parfois plus que centenaires. Les aqueducs constituent l'un des axes forts des programmes de travaux.

Le chantier des arcades du Grand-Magenta (2012-2013) est à ce titre particulièrement innovant. Ses 192 arcades, qui supportent, sur plus de 2 000 mètres, l'aqueduc de la Vanne s'alignent ainsi dans la forêt de Fontainebleau. Constituées de bâton Coignet, datant de plus d'une centaine d'années, ces installations ont subi les outrages du temps et des variations saisonnières : disjoints de maçonnerie et écroulements de mortier d'enduits risquaient de provoquer des incidents. Pour protéger les promeneurs d'éventuelles chutes de débris, les arcades se situant à l'aplomb de la voie de circulation sont en cours de rénovation. Menés depuis 2012, les travaux ont pour objectif de purger l'ouvrage de tout matériau pouvant se décrocher, de réparer la structure, de réaliser un enduit parfaitement adhérant au support et peindre sur 10 000 m², et de restituer une esthétique conforme à l'état d'origine de l'ensemble de l'ouvrage : une reproduction à l'identique des motifs décoratifs incrustés dans l'enduit a ainsi été réalisée.

L'auscultation des conduites - Eau de Paris développe en interne des compétences en matière de diagnostic pour optimiser la gestion

patrimoniale des aqueducs. Aussi, les visites intérieures et extérieures des ouvrages constituent la base de travail incontournable. Selon la programmation des arrêts d'eau et les tronçons d'ouvrages à réhabiliter, un programme d'études et d'auscultation est défini à l'avance, de manière à apprécier les problématiques suffisamment en amont pour pouvoir intervenir avec la meilleure efficacité. Il en est de même pour toutes les opérations de réhabilitation d'ouvrages en écloviation (arcades), ou des opérations de surveillance et de diagnostics sont toujours réalisées suffisamment en amont.

Pour entretenir les conduites difficiles d'accès, Eau de Paris a inventé des outils spécifiques d'auscultation et de connaissance de l'état du réseau, qui mêlent la mécanique et l'électronique. Cette auscultation permet de tester la résistance des conduites tous les cinq mois environ, de repérer d'éventuels problèmes et d'organiser les travaux.

À

Les 192 arcades du Grand-Marnier agrémentent plus de deux kilomètres de promenade en forêt de Fontainebleau. Cette partie de l'aqueduc de la Vanne a fait l'objet d'un vaste chantier de restauration en 2012-2013.

Une gestion écologique des aqueducs

Les aqueducs participent au développement soutenable, en favorisant les conditions de mise en œuvre de l'engagement d'Eau de Paris en faveur de la protection du milieu naturel. Cet engagement qui s'est formalisé autour de partenariats locaux et d'une adhésion à des objectifs nationaux en matière de biodiversité, se structure autour du renforcement des mesures de protection de la ressource, du soutien sans faille aux agriculteurs bio, de l'équilibre des sources d'approvisionnement, de l'amélioration de la connaissance du réseau et de ses performances, de l'efficacité énergétique des installations...

Les aqueducs : zero consommation énergétique - Dans les aqueducs utilisés quotidiennement par Eau de Paris, l'eau circule par gravité. Aucune énergie n'est nécessaire pour la transporter. Cette qualité écologique, très appréciée aujourd'hui, encourage la régie à entretenir, utiliser et améliorer constamment ce patrimoine hydraulique. Soixante-douze heures sont nécessaires aux eaux issues de la source la plus éloignée, Armentières, en Champagne-Ardenne, pour atteindre Paris. Depuis leur déplacement dans la rivière, les eaux de surface mettent une dizaine d'heures pour rejoindre les réservoirs.

Entretenir les installations d'eau potable comme des prairies naturelles -
 Eau de Paris s'est engagée dans une démarche volontaire visant à lever les discontinuités écologiques, cause de l'érosion de la biodiversité.
 Cette démarche s'appuie sur un patrimoine qui constitue un lien majeur entre les espaces naturels et urbains, ainsi que sur des pratiques que l'entreprise a mises en place en protégeant les ressources en eau à chaque étape du cycle. 80 % des 470 kilomètres d'aqueducs qui alimentent Paris en eau sont composés d'une large bande enherbée permettant à de nombreuses espèces animales et végétales de vivre et de se déplacer. Au-delà d'un entretien sans aucun pesticide inhérent à ses missions de protection de l'eau, Eau de Paris y adapte depuis une dizaine d'années l'entretien rationalisé pour favoriser la biodiversité et entretient les aqueducs comme des prairies naturelles. Une seule fauche est rationalisée chaque année à deux dates différentes : la première vers mi-juin pour la bande centrale, la seconde en septembre pour les côteaux (ou inversement). Ces espaces constituent depuis toujours des refuges pour la faune et la flore, notamment en zones urbaines ou agricoles ou la nature est moins présente. Pour leur permettre de jouer pleinement leur rôle de réservoirs de biodiversité et de continuités écologiques à l'échelle communale et transrégionale, et pour créer des lieux de repos et de reproduction pour les espèces en milieu urbain dense, la régie municipale est allée au-delà d'une approche empirique. En 2012, elle a formalisé une démarche volontaire en faveur de la diversité biologique qui s'appuie sur des caractéristiques multiples et une réelle sensibilité écologique de ses agents.

Développer des pratiques d'entretien adaptées - En s'appuyant sur des inventaires et des plans de gestion, Eau de Paris a développé des pratiques d'entretien adaptées à cette richesse écologique, qu'elle connaît progressivement à l'ensemble de son patrimoine. Des partenariats ont été renforcés en 2012 avec des associations et conservatoires naturalistes pour suivre l'évolution des espèces et orienter précisément les pratiques d'entretien pour les sites présentant la plus forte biodiversité. Par exemple, des nichoirs à chouette chevêche et à chouette effraie ont été fabriqués et posés sur le champ captant des Vals-de-Seine, selon les préconisations de l'association naturaliste de la vallée du Loing et du massif de Fontainebleau (ANVL), partenaire d'Eau de Paris depuis 2006.

En septembre, un partenariat de trois ans a également été conclu avec le Conservatoire des espaces naturels de la région Centre. Il permet à ce dernier d'apporter son expertise et ses conseils de gestion du patrimoine naturel à Eau de Paris pour le champ captant de Montreuil, en Eure-et-Loir, et son site remarquable du coteau calcaire, classe en zone Natura 2000.

Créer des continuités écologiques - Après avoir adhéré à la Stratégie nationale pour la biodiversité 2011-2020, Eau de Paris a inscrit la protection de la biodiversité à son schéma directeur des investissements 2012-2026. Sa proposition, intitulée "Au fil de l'eau, vers une Trame verte et bleue pour Eau de Paris" a été retenue par le ministère de l'écologie portant sur la "Trame verte et bleue" en milieu urbain. Deux facteurs ont permis de proposer le territoire d'Eau

de Paris comme espace pertinent pour la constitution d'un maillage
 Â©cologique : la linÃ©aritÃ© de son patrimoine et son rayonnement dans
 toute l'Île-de-France, ainsi que le lien qu'il constitue entre les
 milieux urbain, périurbain et rural.

Les espèces végétales et animales mangent, dorment, se reposent et se reproduisent en divers lieux. Elles empruntent donc des voies qui leur sont propres pour assurer leur survie. Or ces voies sont détruites par la construction des villes, des routes et autoroutes ou par la progression des terres agricoles. Les aqueducs, qui constituent des espaces naturels continus sur plusieurs dizaines de kilomètres, peuvent devenir de nouvelles voies de circulation pour ces espèces et même des zones de refuge où elles se développent.Â .

Â

Â ResSources

Le Pavillon de l'eau accueille jusqu'au 22 février 2014 l'exposition d'Eau de Paris "Aqueducs, des chemins pour l'eau". Cette exposition originale, conçue pour toute la famille, révèle tous les secrets et l'ingéniosité des aqueducs.

Ponctuée d'objets et de manipes, l'exposition, plus particulièrement destinée aux 10-14 ans, sensibilise à l'acheminement de l'eau en valorisant ses dimensions techniques, fonctionnelles, historiques et patrimoniales. Des ateliers pédagogiques pour enfants, des projections cinématographiques tout public et des visites guidées sont proposés chaque samedi.

Entrée et activités entièrement gratuites.

Pavillon de l'eau