



WATER, MEGACITIES
AND GLOBAL CHANGE

LONDRES

L'eau à Londres & Réponse au changement climatique

*Jo Parker*¹

1. MBE, BSc, MBA, C Eng, FICE, FIWA, FIWater, FCIWEM

CHAPITRE 1

Description de la géographie et du développement de Londres

Introduction

Londres est la plus grande zone urbaine et la capitale du Royaume-Uni située au Sud-est de la Grande-Bretagne. La région de Londres couvre une superficie de 1.600 km² (610 sq mi). Sa population a récemment atteint un niveau jamais enregistré avec 8,6 millions d'habitants et devrait en compter 11 millions d'ici 2050ⁱ. Londres est entourée d'une zone à forte densité de population parfois appelée "le Grand Londres" avec une population proche des 13 millions d'habitants.

Londres est l'une des plus importantes places financières du monde et son économie s'appuie principalement sur les industries de service qui ont remplacé l'industrie manufacturière dans la plupart des villes après la Seconde Guerre mondiale. Selon Wikipédia, sa réussite dans le secteur des services peut s'expliquer par de nombreuses raisons :

- L'anglais est la langue du pays et la langue dominante des affaires à l'international ;
- Sa position en tant que capitale de l'ex-Empire britannique ; [11][12]
- Sa présence au sein de l'Union européenne; l'UE ayant une population et un PIB plus élevés que les Etats-Unis ;[13]
- Les relations particulières entre le Royaume-Uni et les Etats-Unis [14] et les liens privilégiés entretenus avec de nombreux pays d'Asie, d'Afrique et du Moyen-Orient ainsi qu'avec les nations du Commonwealth ; [15][16]
- Sa situation géographique dans un fuseau horaire central qui lui permet de servir de pont entre les Etats-Unis et les marchés asiatiques ;[17]
- Le droit contractuel anglais qui est le plus important et le plus répandu dans le monde des affaires ;[18]
- Des taxes relativement faibles pour les entreprises et les personnes physiques étrangères non-domiciliées sur le territoire ;[19][20]
- Un environnement favorable aux entreprises (par exemple, dans la Cité de Londres, le gouvernement local n'est pas élu par la population résidente mais par les entreprises résidentes. La Cité de Londres est une démocratie d'affaires. ;[21]
- De bonnes infrastructures de transports notamment dans le secteur aérien ;
- Une qualité de vie élevée pour un résident moyen

Londres est également une destination touristique majeure et Mastercard l'a classée comme la ville la plus visitée au monde en tant que destination touristique.ⁱⁱ

Les cours d'eau de Londres

Londres est un port sur la Tamise, un fleuve navigable qui coule d'ouest en est et prend sa source dans les collines de craie (Chalk Hills). Le fleuve a eu une influence majeure sur le développement de la ville fondée à l'endroit le plus étroit de la rivière où un pont a pu être construit. Le London Bridge est resté pendant un certain temps le seul pont de la ville en complément du premier pont construit par les Romains. Londres s'est d'abord développée sur la rive nord de la Tamise, longtemps restée le cœur de la ville. Quand d'autres ponts ont été construits au 18^{ème} siècle, la ville s'est étendue dans toutes les directions profitant d'un paysage majoritairement plat ou légèrement vallonné et ne présentant aucun obstacle à ce développement.

Le fleuve est soumis à l'influence de la marée partout dans Londres et jusqu'au barrage de Teddington construit en 1810. Au sein de la ville, il est alimenté par de nombreux affluents, le Ravensbourne, le Darent et son affluent, le Cray, le Mole et le Wandle au sud ainsi que le Colne, le Crane, le Brent, le Lea, le Roding et l'Ingrebourne au nord. Un canal majeur, le Grand Union Canal, connu à l'origine sous le nom de Grand Junction Canal relie également la ville aux Midlands. Il a été construit en 1805ⁱⁱⁱ.

Topographie

Londres se trouve dans une cuvette et la plupart des zones construites reposent sur des sédiments du Tertiaire ou plus récents et une petite partie du sud de Londres (Sutton, Banstead et Croydon) repose sur le versant crayeux en contrebas des North Downs. Le centre du bassin est dominé par la vallée actuelle de la Tamise qui forme un couloir allant d'ouest en est. Le lit majeur actuel mesure environ 800 mètres de large à l'ouest du Grand Londres et s'étend sur plus de 3km à l'est. Il est bordé par des terrasses légèrement plus hautes et plus anciennes qui s'étendent souvent à plusieurs miles du lit comme les quartiers de Hounslow et Southwark.

Il existe quelques collines importantes dans le Grand Londres mais aucune ne dépasse quelques centaines de pieds de hauteur et elles n'ont pas empêché le développement de la ville de toute part. Elles sont plus ou moins circulaires. Les collines de la City, de l'ouest à l'est, Ludgate Hill, Corn Hill et Tower Hill semblent avoir influencé l'emplacement de la ville à ses débuts mais elles sont peu élevées et la majorité du centre-ville est presque plat. Ces collines se sont développées dans les gisements de terrasses de gravier provenant de la Tamise.

Au nord de la City, une crête recouverte des sables provenant de la formation de Bagshot forme un terrain élevé (de 130 m à certains endroits) comprenant Hampstead

Heath et Highgate Hill. Cette crête est une zone où subsistent des roches du Tertiaire plus récentes que l'argile de Londres et entourée par d'anciennes voies de la Tamise où des sédiments beaucoup plus récents recouvrent l'argile. Des buttes-témoin plus petites de terrain élevé du Tertiaire plus récent existent à l'ouest de la crête principale comme à Harrow Hill.

Au nord de cette crête, entre les vallées récentes des rivières Lea et Brent, on trouve une deuxième crête (inférieure à 100 m) formée de sédiments du Pléistocène plus récents et couverte à plusieurs endroits de till glaciaire indiquant la limite méridionale de la glaciation. Plus au nord, les crêtes composées de couches de claygate et recouvertes par le gravier pré-glaciaire de Stanmore forment des collines et des crêtes telles que Mill Hill, Totteridge, Arkley et Monken Hadley, Elstree, Stanmore et Harrow Weald Commons.

Plus à l'est et au nord-est de Londres, reposant sur la plaine d'inondation récente de la Tamise ou sur des terrasses plus anciennes, on remarque une rupture dans le paysage créée par les restes de Beckton Alps, un terrain élevé artificiel qui s'est formé à partir des terrils d'une usine à gaz exploitée de la fin du 19^{ème} siècle au début du 20^{ème}.

Les plissements et les failles ramènent la craie près de la surface tout au sud de la Tamise à Lewisham et Greenwich. Au sud-ouest de Londres, les terrasses inférieures de la Tamise s'arrêtent soudainement au bord d'une falaise taillée dans l'argile de Londres et continuent en direction du sud à partir de Richmond Hill^{iv}.

Climat

Le climat de Londres est généralement identique au reste du Royaume-Uni avec des étés frais, des hivers doux, sans saison sèche ou humide et des vents modérés à forts. Il est considéré comme un climat maritime tempéré selon le système de classification des climats de Köppen. En termes de profil de climat local, la température tend à augmenter au centre de la zone urbaine, essentiellement en raison de l'effet d'îlot de chaleur urbain mais aussi en raison de la topographie de Londres dans la zone centrale qui représente la partie la plus basse de la région abritée de surcroît par les collines environnantes décrites plus haut.

Les graphiques ci-dessous illustrent la différence de climat entre la région située autour du bassin avec Hampstead sur les collines septentrionales et Kew sur la Tamise à l'ouest de la ville.

Généralement, les précipitations à Londres sont moins importantes qu'à l'ouest des îles britanniques puisque les vents dominants du sud-ouest qui transportent les pluies les ont déjà déposées sur les hauteurs à l'ouest de Londres comme à Cotswolds et encore plus à l'ouest, notamment sur les collines de Mendip et sur Dartmoor.

A première vue, le taux de précipitations annuelles, compris entre 600 et 750 mm, peut sembler élevé mais si on prend en compte qu'il faut approvisionner une population de 8 millions d'habitants, on s'aperçoit que les ressources en eau de Londres doivent être utilisées avec précaution avant même de tenir compte du changement climatique.

Le développement de Londres

Comme cela a été mentionné plus haut, Londres a été fondée par les Romains et a joué un rôle important à l'international tout au long de son histoire en complément du rôle dévolu à son statut de capitale. A ses débuts, la ville baptisée "the Square Mile" se trouvait au cœur des fortifications et s'est étendue au-delà en partie au 17ème siècle. Cette expansion fut interrompue par le grand incendie de Londres de 1666 qui détruisit environ 60% de la ville. Bien que des projets pour reconstruire une ville totalement nouvelle aient été développés, ils n'ont pas vu le jour et le tracé des voies de la "Cité de Londres", encore aujourd'hui sous l'autorité d'une administration locale indépendante, ressemble au tracé original datant de l'époque médiévale.

Données Climatiques pour Hampstead 137m asl 1981-2010, extrêmes 1960-

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Aug	Sep	Oct	Nov	Déc	Annuel
Températures maximales °C (°F)	15.7 (60.3)	18.3 (64.9)	23.1 (73.6)	26.6 (79.9)	29.8 (85.6)	33.7 (92.7)	34.4 (93.9)	37.4 (99.3)	29.4 (84.9)	28.3 (82.9)	17.9 (64.2)	15.3 (59.5)	37.4 (99.3)
Températures moyennes hautes °C (°F)	7.1 (44.8)	7.4 (45.3)	10.5 (50.9)	13.3 (55.9)	16.8 (62.2)	19.9 (67.8)	22.4 (72.3)	22.0 (71.6)	18.8 (65.8)	14.6 (58.3)	10.3 (50.5)	7.4 (45.3)	14.3 (57.7)
Températures moyennes basses °C (°F)	2.0 (35.6)	1.7 (35.1)	3.5 (38.3)	5.0 (41)	8.0 (46.4)	10.9 (51.6)	13.2 (55.8)	13.1 (55.6)	11.0 (51.8)	8.1 (46.6)	4.8 (40.6)	2.5 (36.5)	7.0 (44.6)
Températures minimales °C (°F)	-10.8 (12.6)	-12.2 (10)	-6.9 (19.6)	-3.2 (26.2)	-0.6 (30.9)	1.8 (35.2)	5.6 (42.1)	4.7 (40.5)	2.4 (36.3)	-2.4 (27.7)	-5.8 (21.6)	-8.4 (16.9)	-12.2 (10)
Moyennes des précipitations mm (inches/pouces)	64.7 (2.547)	46.6 (1.835)	48.9 (1.925)	51.5 (2.028)	58.0 (2.283)	54.2 (2.134)	50.4 (1.984)	64.4 (2.535)	56.9 (2.24)	77.7 (3.059)	68.3 (2.689)	62.9 (2.476)	704.5 (27.735)
Nombre d'heures d'ensoleillement mensuel	57.5	76.4	107.1	151.6	192.2	191.0	199.9	193.0	140.8	109.9	69.4	51.6	1,540.4

Source : [Royal Netherlands Meteorological Institute](#)^[26]

Données climatiques pour Kew, 5m asl, 1981-2010, extrêmes 1901-

Mois	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Juin	Juil	Août	Sep	Oct	Nov	Déc	An
Températures maximales °C (°F)	16.1 (61)	18.5 (65.3)	22.0 (71.6)	26.7 (80.1)	30.6 (87.1)	34.2 (93.6)	35.0 (95)	38.1 (100.6)	33.3 (91.9)	27.8 (82)	18.9 (66)	15.7 (60.3)	38.1 (100.6)
Moyenne des températures hautes °C (°F)	8.2 (46.8)	8.7 (47.7)	11.6 (52.9)	14.4 (57.9)	18.0 (64.4)	21.0 (69.8)	23.5 (74.3)	23.2 (73.8)	20.0 (68)	15.8 (60.4)	11.3 (52.3)	8.5 (47.3)	15.4 (59.7)
Moyennes des Températures basses °C (°F)	1.8 (35.2)	1.7 (35.1)	3.4 (38.1)	4.7 (40.5)	7.9 (46.2)	10.8 (51.4)	13.0 (55.4)	12.7 (54.9)	10.3 (50.5)	7.4 (45.3)	4.1 (39.4)	2.1 (35.8)	6.7 (44.1)
Températures minimales °C (°F)	-12.8 (9)	-11.7 (10.9)	-8.3 (17.1)	-2.1 (28.2)	-3.1 (26.4)	-0.6 (30.9)	3.9 (39)	2.1 (35.8)	1.4 (34.5)	-3.9 (25)	-7.1 (19.2)	-11.7 (10.9)	-12.8 (9)
Moyennes des précipitations mm (inches/pouces)	57.2 (2.252)	41.9 (1.65)	42.8 (1.685)	45.3 (1.783)	48.8 (1.921)	49.3 (1.941)	46.8 (1.843)	51.2 (2.016)	52.2 (2.055)	69.7 (2.744)	60.6 (2.386)	56.6 (2.228)	622.5 (24.508)
Nombre d'heures d'ensoleillement mensuel	59.8	79.9	118.2	173.3	205.3	203.6	218.4	211.1	146.4	117.2	70.6	49.6	1,653.4

Source : [Met Office^{\[25\]}](#)

Londres a poursuivi son expansion entre le 18ème et 19ème siècle pour devenir la plus grande ville du monde au 19ème siècle. Cela entraîna par voie de conséquence des problèmes de santé publique. Deux ingénieurs ont joué un rôle majeur sur l'assainissement et l'approvisionnement en eau de cette époque à nos jours. Jusqu'au 17ème siècle, Londres était approvisionnée en eau grâce à de nombreuses sources, puits et conduits ainsi que par la Tamise et ses affluents par l'intermédiaire de porteurs d'eau qui vendaient l'eau à ceux qui se trouvent loin de ces sources.

Le développement de l'approvisionnement en eau

Au fur et à mesure que la population de Londres augmentait, la quantité d'eau disponible s'avérait insuffisante et Sir Hugh Myddleton fut nommé responsable du développement de la "Nouvelle Rivière", un canal qui amenait l'eau de Hertfordshire au nord-est de Londres à Clerkenwell. L'approvisionnement était géré par la "New River Company". Par la suite, de nombreuses compagnies d'eau privées ont été créées. Elles ont alors développé leurs propres ressources d'eau et leurs systèmes de distribution. En 1852, Le Metropolis Water Act exigea des compagnies d'eau qu'elles fournissent une eau saine et que l'eau soit filtrée. Ces compagnies d'eau ont ensuite été à l'origine de la création du Metropolitan Water Board fondé au début du 20ème siècle^v.

Le traitement et les sources d'eau ont continué à se développer au 19ème siècle et au début du 20ème. L'eau était extraite en amont de l'écluse de Teddington et traitée dans différentes usines de traitement situées à l'ouest de Londres grâce à la technique de la filtration lente sur sable. Cette méthode de traitement était également utilisée pour une nouvelle ressource en eau développée dans le nord-est de Londres à Walthamstow dans

le quartier de Coppermills. Des réseaux de canalisations en fer étaient utilisés pour fournir l'eau potable aux propriétés, aux pompes manuelles communales et aux citernes de stockage. Des dispositifs de stockage des eaux brutes utilisant le pompage de l'eau vers des réservoirs surélevés et fortifiés ont été développés au 20ème siècle le long de la Lea Valley et à l'ouest de Londres. Le réservoir le plus récent est le Queen Mother Reservoir ouvert en 1976.

Les infrastructures et les ressources en eau de Londres au 21ème siècle

La majorité de l'eau approvisionnant Londres provient toujours de la Tamise et de ses affluents (70% proviennent des rivières, le reste provenant de puits présents dans la craie sous-jacente). Le système actuel ressemble au système installé au 19ème siècle. Bien que l'installation mécanique et le système électrique aient été modernisés, la plupart des ouvrages de génie civil sont ceux construits au 18ème et au 19ème siècles. Par ailleurs, un certain nombre de développements plus récents sont traités au Chapitre 4, lequel explique comment la capitale sera approvisionnée dans le futur.

Le développement de la collecte et de l'évacuation des eaux usées

L'évacuation des eaux usées a été plus longue à se développer. Les eaux usées étaient alors généralement collectées par l'entremise de canaux situés au centre des rues et parcourant la ville jusqu'au cours d'eau local, qui se jetait à son tour dans la Tamise. Jusqu'au 18ème siècle, la Tamise était relativement propre et contribuait au développement florissant de l'industrie de la pêche. Certains cours d'eau se sont développés et sont devenus ensuite des égouts permanents. Avec l'accroissement de la population, la Tamise est devenue de plus en plus polluée, si bien qu'au début du 19ème elle n'était pas moins qu'un égout à ciel ouvert. En 1858, la situation devint si critique que l'on doit pendre des draps désinfectés aux fenêtres des Chambres du Parlement et les premières caricatures font leur apparition dans les journaux nationaux. Le parlement a rapidement réalisé l'urgence de la situation et décidé de créer un système d'égouts moderne.

Joseph Bazalgette, ingénieur civil et ingénieur en chef du Metropolitan Board of Works fut alors nommé à la tête du projet. Il conçoit un vaste réseau d'égouts souterrain qui détourne les eaux usées vers l'Estuaire de la Tamise, en aval d'une zone où la majeure partie de la population était concentrée. Six égouts intercepteurs principaux d'une longueur totale d'environ 100 miles (160 km) furent construits. Certains comprenant des tronçons de cours d'eau construits et mentionnés plus haut. Trois de ces égouts se

trouvaient au nord du fleuve, au point le plus au sud, l'égout situé au niveau le plus bas étant intégré à la digue de la Tamise.

Les égouts intercepteurs construits entre 1859 et 1865 étaient alimentés par 450 miles (720 km) d'égouts principaux qui, eux-mêmes, transportaient le contenu de 13.000 miles (21.000 km) d'égouts locaux plus petits. La gravitation permettait aux eaux usées de s'écouler vers l'est mais à certains endroits comme à Chelsea, Deptford et Abbey Mills, des stations de pompages furent construites pour faire remonter l'eau et obtenir un débit suffisant. Les égouts au nord de la Tamise alimentaient l'égout de Northern Outfall qui se déversait ensuite dans une grande usine de traitement à Beckton. Au sud, le Southern Outfall Sewer transportait les eaux usées vers une installation similaire à Crossness.

Au cours du 20ème siècle, des améliorations majeures ont été réalisées sur le réseau d'égouts et les dispositifs de traitement des eaux usées afin de réduire la pollution de l'Estuaire de la Tamise et de la Mer du Nord. Le système de traitement des eaux usées qui a été conservé, combine un système de collecte des eaux usées et des eaux pluviales, ce qui n'est pas sans générer certains problèmes. Tout ce qui a été construit du 19ème au début du 20ème siècle est encore utilisé actuellement, ce qui fait de Londres, la ville dotée des plus anciennes infrastructures au monde pour l'approvisionnement en eau et le traitement des eaux usées. Plus de la moitié des canalisations d'eau de Thames Water ont plus de 100 ans. Près du tiers a plus de 150 ans^{vi}.

Bien que le plan du réseau de canalisations d'origine soit conservé dans les archives, les zones touchées par les nombreux bombardements de la Seconde Guerre mondiale, qui ont fait l'objet de réparations rapides, souvent par du personnel peu qualifié, n'ont pas toujours été correctement prises en compte si bien que le tracé exact de nombreuses canalisations ne peut être confirmé.

Le futur

Le site Nesta web^{vii} a identifié certaines tendances dans le futur des Londoniens listées ci-dessous :

- 1) Les Londoniens seront davantage tournés vers la communauté locale ou vers l'international que vers Londres en tant que ville.
- 2) Ils adopteront une consommation collaborative plus importante comme avec les 'Boris Bikes' et le co-voiturage.
- 3) La population active sera plus âgée même si elle restera en moyenne toujours plus jeune que dans le reste du Royaume-Uni.
- 4) Le travail sera flexible.
- 5) L'environnement et les ressources énergétiques fragiles nécessiteront le développement de solutions innovantes.
- 6) Il existera davantage d'inégalités notamment concernant l'accès à l'information et aux communications.

7) La collecte et l'utilisation des données personnelles seront en augmentation.

Ces éléments sont repris dans un rapport de la Young Foundation^{viii} qui estime également que la diversité des religions, des cultures et des origines ethniques vont augmenter et que le nombre de mariages continuera à diminuer. De même, les femmes donneront naissance à leur premier enfant à un âge plus avancé. Ce rapport explique également que bien que le nombre d'heures travaillées actuellement à Londres figure parmi les plus importants d'Europe, cela pourrait changer dans le futur en raison d'une augmentation du temps libre qui va se généraliser. S'il est probable que l'économie globale soit davantage influencée par des pays non-européens dans le futur, le Maire de Londres dispose d'une stratégie pour permettre à Londres de rester la capitale mondiale des affaires, la ville la plus compétitive et la plus touristique du monde^{ix}. Cela signifie que la demande relative aux services de distribution d'eau et d'assainissement va continuer d'augmenter tout comme la pression sur la Tamise et d'autres plans d'eau pour développer des activités de loisirs ainsi que le réseau de transports.

Table 2: Attractiveness of London to business

	2006	2007	2008	2009	2009 Leader
Availability of qualified staff	1	1	1	1	London
Easy access to markets	1	1	1	1	London
Quality of telecommunications	1	1	1	1	London
External transport links	1	1	1	1	London
Cost of staff	16	25	29	28	Bucharest
Climate for doing business	5	2	5	4	Leeds/Birmingham
Language spoken	1	1	1	1	London
Office space - value for money	29	18	24	23	Berlin
Internal transport	1	1	1	1	London
Availability of office space	1	2	5	2	Berlin
Quality of life	7	11	14	11	Barcelona
Freedom from pollution	26	29	27	29	Geneva

Figures indicate London's ranking amongst European cities each year, as rated by business. Factors are ranked by importance to businesses. Source: European Cities Monitor, Cushman and Wakefield 2009

Le transport représente un enjeu majeur pour Londres et la construction de certains axes ferroviaires comme le Crossrail actuellement et l'axe HS2 dans le futur, pourrait avoir un impact sur Londres. Par ailleurs, bien que Londres figure déjà parmi les villes où le trafic aérien est fortement encombré, il est envisagé de continuer son développement et le débat pour déterminer l'emplacement de nouvelles installations est toujours d'actualité. Le Maire de Londres milite en faveur d'une "ville plus verte" ce qui aura un impact sur de nombreux secteurs comme celui des transports. Il souhaite promouvoir l'utilisation du vélo et des transports publics. En raison du grand nombre d'infrastructures pour l'eau et les eaux usées construites sous les routes, l'utilisation future des routes et les volumes de trafic sont d'une importance capitale dans la gestion des réseaux de services souterrains.

Londres est également victime du vieillissement de ses infrastructures. Outre un système de distribution et d'assainissement de l'eau vieillissant, la ville possède le plus ancien métro et une grande partie de son parc de logements ou de bureaux a plus de 100 ans. On se doit de gérer ces propriétés d'une façon bienveillante car même si elles sont à l'extérieur des principaux lieux touristiques, elles peuvent avoir un certain cachet.

CHAPITRE 2

La gouvernance et la structure du secteur de l'eau à Londres

Quand on examine la gestion du cycle de l'eau à Londres, il est nécessaire d'observer la structure dans son ensemble au sein du Royaume-Uni pour comprendre la place de la capitale dans ce système. On entend notamment et souvent à tort que le secteur de l'eau en Grande-Bretagne est exploité par des entreprises privées. L'Écosse, l'Irlande du Nord et les îles voisines comme l'île de Man ou les îles Anglo-Normandes possèdent leurs propres systèmes et bénéficient tous d'installations publiques bien que le niveau de gouvernance varie d'un pays à l'autre. La gouvernance de l'eau à Londres relève de la structure mise en place en Angleterre et au Pays de Galles décrite ci-dessous. Une grande partie de la structure du secteur de l'eau en Angleterre se base sur la structure prévue par le plan de restructuration mis en œuvre en 1974. La gestion des cours d'eau, la distribution de l'eau ainsi que la collecte et l'élimination des eaux usées étaient auparavant assurées par différents organismes de gestion communs, les services municipaux, les compagnies d'eau privées et les 29 autorités fluviales. En vertu du 1973 Water Act les fonctions de ces organismes (hormis pour les compagnies d'eau privées) ont été transférées à 10 "agences de l'eau" polyvalentes, situées sur les bassins versants et hydrographiques. Par conséquent, la Thames Water Authority, l'agence des eaux de la Tamise a pris en charge la gestion de la Tamise et de ses affluents ainsi que la distribution de l'eau, la collecte et le traitement des eaux usées de l'ensemble du bassin versant de la Tamise. Exception faite pour les endroits gérés par certaines compagnies d'eau comme la Lee Valley Water Company et la Sutton Water Company qui continuent d'assurer la distribution de l'eau.

Les nouvelles agences pour l'eau ont constaté qu'il fallait investir massivement pour ramener les installations au standard. Leurs prévisions de dépenses ont été revues à la hausse en raison des nouvelles directives européennes exigeant la mise en œuvre de nouvelles normes relatives aux eaux de baignade et à l'eau potable. Il a donc été décidé de privatiser ces agences pour l'eau sous le statut de sociétés anonymes (Public Limited Companies/PLC). La gestion des activités des cours d'eau a été confiée à un nouvel organisme national, la National Rivers Authority (NRA).

Afin de garantir la mise en œuvre de contrôles financiers rigoureux, le poste de "Directeur Général des Services d'Eau" a été créé. Ce dernier était sous la responsabilité du gouvernement par l'intermédiaire du Ministère de l'Environnement. Son rôle consistait également à surveiller le niveau de service fourni à la fois par les compagnies d'eau existantes et celles fraîchement privatisées. Le rôle de Ofwat est resté en grande partie le même, bien que le 1er avril 2006, le Directeur Général ait été remplacé par la Water Services Regulation Authority, l'Autorité de Régulation des Services d'Eau. Le nom "Office of Water Services" n'est plus utilisé puisqu'il n'avait aucune base légale mais on emploie toujours communément le terme "Ofwat" pour désigner cet organisme. Cet organisme est dirigé par un président et un directeur général, respectivement Johnson Cox et Catherine Ross en poste actuellement.

Les compagnies d'eau de l'époque fonctionnant sous leur propre législation ont dû se soumettre au même cadre réglementaire et financier. Elles ont néanmoins pu choisir de prendre ou refuser le statut de 'PLC'. En cas de fusion, les compagnies exclusivement en charge des services d'eau et celles qui géraient à la fois les services d'eau et la gestion des eaux usées devaient informer la 'Monopoly and Mergers Commission' ou l'organisme suppléant, la 'Competition Commission'. Depuis 1989, il y a eu de nombreuses fusions et l'eau est désormais entre les mains de 4 compagnies : Thames Water, Affinity Water, Sutton and East Surrey Water et Essex and Suffolk Water (appartenant à Northumbrian Water). La collecte et le traitement des eaux usées sont entièrement assurés par Thames Water.

Le Water Act de 1989 a défini la nouvelle structure, simplifiée par la suite par les 4 Acts suivants et adoptés en 1991. Le Water Industry Act a défini le cadre des nouvelles PLC et défini le rôle du Directeur Général de Water Services. Le Statutory Water Companies Act concernait les compagnies en charge exclusivement de la distribution de l'eau. Le Water Resources Act présentait les fonctions du nouvel organisme en charge des cours d'eau, la National Rivers Authority. Le Land Drainage Act a permis de transférer les missions des différents organismes en charge du drainage à la NRA.

Par ailleurs, des dispositions supplémentaires apportent des réponses à d'autres problématiques réglementaires. Le Secrétaire d'Etat du Ministère de l'Environnement désormais appelé Ministère pour l'Environnement, la Pêche et les Affaires Rurales (Department for Environment, Fisheries and Rural Affairs ou DEFRA) peut publier des mesures réglementaires qui déterminent les normes de qualité pour l'eau potable. Ces dispositions existent et sont mises à jour de temps en temps. Il y a également des dispositions pour contrôler les normes relatives aux installations d'eau au sein des propriétés privées dont les compagnies d'eau ont aussi la responsabilité. Toutes les mesures réglementaires sont contrôlées par le Drinking Water Inspectorate (DWI) qui a été mis en place par le Secrétaire d'Etat pour contrôler et rendre compte de la qualité de l'eau fournie par les compagnies de services d'eau.

En vertu de la législation, le DWI a le droit d'engager des poursuites pour défaillance d'une compagnie de services d'eau à fournir une eau potable de bonne qualité. De même, le NRA a le droit d'engager des poursuites contre toute compagnie en charge des services d'égout pour le déversement d'effluents ne répondant pas aux normes requises. Ils contrôlent également la quantité d'eau prélevée de l'environnement que ce soit dans les rivières ou dans les sources souterraines et peut engager des poursuites en cas de surexploitation.

Le rôle de la NRA s'est étendu avec la formation de l'Agence pour l'Environnement (EA) en 1995 ce qui a permis d'adopter une approche plus coordonnée. Cette nouvelle organisation, qui existe encore aujourd'hui, est en charge de^x:

- Prévenir les inondations et les risques de pollution ;
- Réduire les impacts des industries sur l'environnement ;
- S'assurer que les déchets produits sont correctement éliminés ;
- Donner des recommandations relatives à la planification de l'occupation des sols notamment pour la planification régionale, les plans de développement et les demandes de permis d'urbanisme ;
- D'assainir les rivières, les eaux côtières et gérer les ressources d'eau ;
- D'améliorer les terres contaminées ;
- D'améliorer les réserves naturelles ;
- D'améliorer et mettre en valeur les voies de navigation intérieures et de garantir une activité de pêche durable en rivières, lacs...

Comme mentionné ci-dessus, la tarification de l'eau est contrôlée par le Directeur Général de Water Services qui établit les taux sur une période de 5 ans en se basant sur le taux d'inflation et en les ajustant avec ou sans un facteur constant. Les tarifications sont définies en fonction des demandes de chaque compagnie d'eau qui fournissent un plan de développement détaillé couvrant les 5 ans à venir accompagné d'un plan de gestion des ressources. Les tarifications doivent prendre en compte le plan détaillé des ressources en eau qui est également soumis à l'approbation de l'Agence pour l'Environnement (EA) et qui devra prendre en compte différents facteurs afin d'assurer un équilibre de l'offre et de la demande (en faisant à la fois l'effort de réduire la demande tout en multipliant les initiatives pour augmenter l'offre disponible).

Les tarifications d'eau étaient initialement calculées en fonction de la "valeur imposable", c'est-à-dire la valeur de la propriété. Cependant, l'installation de compteurs d'eau s'est progressivement étendue et toutes les propriétés commerciales sont facturées en fonction de leur consommation définie par un compteur d'eau. Pourtant, moins d'un quart des consommateurs londoniens est actuellement équipé de compteurs d'eau et facturé en fonction de la consommation réelle^{xi}. L'installation de compteurs est compliquée à Londres en raison de l'âge du parc immobilier avec des immeubles qui ont souvent plus de 100 ans. Dans le passé, l'attitude des clients locaux posait aussi un problème car ils estimaient que puisque le Royaume-Uni était un pays "humide", l'accès

à l'eau potable était un droit qui ne devait pas se restreindre uniquement à la solvabilité. Heureusement les mentalités ont évolué malgré les articles dans les journaux qui prévoyaient une augmentation des charges imputées aux familles et les membres du parlement qui affirmaient que les familles les plus modestes devraient envoyer les enfants à l'école sans les laver^{xii}. Une étude récente de l'Ofwat^{xiii} a montré que les participants pensaient que les compteurs étaient la meilleure façon d'évaluer la consommation mais n'étaient pas intéressés par les "tarifs verts".

Plus de deux tiers des Londoniens paient un tarif forfaitaire pour leur consommation d'eau basé sur la valeur d'imposition de leur habitation et environ un tiers est équipé d'un compteur. La facture moyenne de Thames Water s'élève à £354 ce qui la classe au deuxième rang des factures les plus basses en Angleterre et au Pays de Galles.

En complément de l'organisme de contrôle, le Consumer Council for Water (CCWater) a été créé pour jouer un rôle de surveillance de l'industrie de l'eau et représenter les consommateurs. Ses fonctions premières sont de conseiller et représenter les consommateurs sur des questions relatives à l'eau et à la gestion des eaux usées, ainsi que d'enquêter et traiter les plaintes formulées contre les prestataires d'eau agréés ou les compagnies en Angleterre et au Pays de Galles. Il s'agit d'un organisme public non-départemental responsable devant le parlement et l'Assemblée Nationale du Pays de Galles^{xiv}. Un certain nombre de Mémoires d'Entente (MOU) ont été conclus entre CCWater et d'autres organisations afin de définir comment CCWater doit interagir.

Auparavant, la performance du service client des compagnies d'eau se mesurait généralement grâce à des indicateurs de performance comme la rapidité de gestion d'une réclamation ou le niveau de service opérationnel qui prenait en compte, par exemple, le nombre de coupures d'alimentation excédant plus de 3 heures. Ces mesures étaient compilées dans un Operational Performance Assessment (OPA), un rapport sur la performance opérationnelle qui était utilisé pour établir un classement sur la performance des compagnies d'eau et avait un impact quant aux retours sur les investissements de capitaux qu'une compagnie d'eau était autorisée à faire pour la prochaine révision quinquennale des prix. L'écart de performance des compagnies pouvait atteindre 1,5% entre la meilleure et la moins performante. Pour cette raison, les compagnies d'eau travaillaient sans relâche pour essayer d'atteindre des performances élevées.

Au fur et à mesure, les compagnies d'eau amélioraient leurs services et il devint plus difficile de les différencier et d'établir un classement. C'est dans ce contexte que l'Ofwat présenta le Service Incentive Mechanism (SIM), conçu pour continuer à améliorer le niveau de service fourni par les compagnies d'eau. Il se base sur deux types de mesure pour évaluer la satisfaction du consommateur.

- Une **mesure quantitative** basée sur le nombre de réclamations et d'appels indésirables reçus par une compagnie.

- Une **mesure qualitative** (basée sur la qualité de l'expérience) résultant d'une enquête effectuée auprès des clients.

Ces deux types de mesures visent à évaluer l'expérience client ainsi que le nombre de fois où une compagnie ne répond pas aux attentes de ses consommateurs ce qui permet aux compagnies de comprendre et prendre leurs responsabilités afin de délivrer le service attendu par leurs clients. Grâce au SIM, la performance impacte les rendements qui peuvent être générés par une compagnie d'eau.

Outre la mise en place d'un processus visant à améliorer le service client des compagnies d'eau et le souhait de mettre le consommateur au cœur des préoccupations de l'entreprise, des Customer Challenge Groups ont été créés au lancement de la Price Review 2014 (PR14) pour chaque compagnie afin qu'elle examine attentivement et pose des questions sur le retour du client, l'engagement de la compagnie, et ceci en faisant partie du processus de planification des activités. Les compagnies effectuent désormais des études approfondies par l'intermédiaire de sondages et de groupes de discussion pour comprendre les besoins, les priorités et les avis de leurs clients.

En prenant en compte les préférences des clients, on a évolué vers une concurrence de type distribution, introduit en vertu du Water Act de 2014. La planification de ces changements sont détaillés dans le "Open Water Programme" de l'Ofwat.

Tout au long des discussions, aucune mention n'a été faite quant au rôle des autorités locales dans les prestations des services d'eau. Dans une grande partie des autres régions d'Angleterre, ce rôle se limite à la gestion du ruissellement des eaux de surface ne relevant pas de la juridiction de l'Agence de l'Environnement (AE) comme les cours d'eau mineurs et les eaux de ruissellement des routes. Cependant, le Greater London Authority Act de 2007 a complété et actualisé le GLA Act de 1999 en vue d'accorder des pouvoirs supplémentaires au Maire de Londres et à l'Assemblée de Londres. Il donne notamment au Maire de Londres, la responsabilité de promouvoir le développement économique, la création de richesse, le développement social et d'améliorer l'environnement au sein de la capitale.

Le Maire bénéficie de toute une série de pouvoirs et de devoirs spécifiques ainsi que du pouvoir général de faire tout ce qu'il peut pour promouvoir le développement social, économique et environnemental à Londres. Avant d'utiliser la plupart de ses pouvoirs, le Maire doit consulter les Londoniens et dans tous les cas, il doit promouvoir l'égalité des chances^{xv}.

Le Maire définit des plans et des stratégies pour la ville qui couvrent les transports, l'urbanisme et l'aménagement du territoire, l'immobilier, le développement et le redressement économique, la culture, les inégalités en matière de santé et une série de mesures en faveur de l'environnement notamment concernant le changement

climatique, la biodiversité, le bruit ambiant, l'élimination des déchets et la qualité de l'air. Ces différents plans permettent de mettre en œuvre les politiques du Maire. Ils doivent aussi contribuer au développement durable et à la santé des londoniens. Ces documents stratégiques comprennent une série de documents couvrant la politique en matière d'approvisionnement en eau et d'élimination des eaux usées ainsi que la gestion des eaux d'inondations. Les documents définissent le rôle des compagnies d'eau en tant que prestataires de services d'eau ainsi que le rôle de l'AE et sa gestion de l'environnement aquatique. Cependant, ils prennent en compte les autres parties prenantes et délivre un cadre général à l'environnement aquatique qui n'existe pas dans d'autres régions du pays.

CHAPITRE 3

Enjeux prioritaires liés au changement climatique

Introduction

Un rapport du London Climate Change Partnership^{xvi}, le centre d'expertise sur le changement climatique de Londres, a identifié qu'il existait un impact lié au changement climatique sur : la consommation énergétique, les crues, les ressources d'eau, la santé, la biodiversité, l'environnement bâti, les transports, les affaires et la finance, le tourisme et le mode de vie. Il ne fait aucun doute que l'impact sur Londres sera conséquent et l'impact sur tous les éléments du milieu aquatique sera considérable.

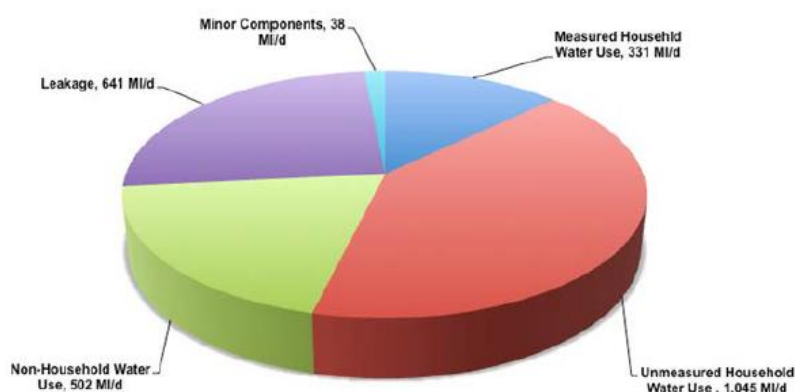
Accroissement de la demande en eau

Au cours de ces 30 dernières années, Londres a enregistré des températures extrêmement élevées qui ont affecté la santé et le confort des Londoniens ainsi que la vitalité économique de la ville. On citera notamment les vagues de chaleur de 1976, 2003 et 2006 ou les conditions météorologiques exceptionnelles d'avril, septembre et octobre 2011. En raison des facteurs aggravants générés par l'îlot de chaleur urbain existant à Londres et les projections en matière de changement climatique qui envisagent une augmentation des températures moyennes et des épisodes de grandes chaleurs plus nombreux dans le Sud-Est de l'Angleterre, les conséquences d'une hausse des températures en été sera plus important dans le centre de Londres.

Cela signifie par conséquent que les besoins en eau sont plus conséquents pendant les mois d'été chauds avec une demande par tête qui atteint des niveaux jamais observés jusqu'alors. Les niveaux actuels de la consommation d'eau sont indiqués plus bas.

Comme le montre le diagramme ci-dessous, la plus grande quantité d'eau consommée concerne les propriétés qui ne sont toujours pas équipées de compteurs. Bien qu'à Londres, l'arrosage des jardins semble poser moins de problème que dans d'autres villes du Royaume-Uni en raison de la valeur du terrain et, par conséquent, de la taille plus modeste des propriétés, il n'en demeure pas moins un problème. Compte tenu de l'absence de toute incitation financière pour réduire l'arrosage des jardins et de la passion des britanniques pour le jardinage, l'arrosage constitue encore de nos jours une problématique majeure.

Figure 0-2: Demand as reported in 2011/12



Source : Planification finale des ressources en eau pour Water France en 2014 - 2015

La consommation d'eau des Londoniens (167 litres par personne et par jour en 2009-2010) est supérieure à la moyenne nationale (146 litres par personne et par jour), principalement parce qu'ils vivent dans des habitations de petite superficie et qui sont moins efficaces en terme de la gestion de l'eau. Hormis les changements climatiques, la population vieillissante croissante et l'augmentation du nombre d'habitations de petite superficie mentionnées précédemment vont accentuer cette tendance à la hausse de la demande parallèlement à une augmentation globale de la population à Londres si on s'en tient aux prévisions dont nous nous sommes faits l'écho plus haut.

Dans le passé, les pertes d'eau dues aux fuites sur le réseau de distribution posaient également un problème, notamment à la compagnie Thames Water sous les feux des projecteurs et en proie aux critiques au début du 21^{ème} siècle. Dans le cadre de l'enquête publique préalable au permis de construire d'une usine de dessalement en 2006, l'examen approfondi de la performance de Thames Water en matière de gestion des installations du réseau et des niveaux de fuites n'a fait qu'aggraver la situation. Les autres compagnies d'eau alimentant la ville de Londres ont toujours été parmi les leaders du secteur grâce à des niveaux de fuites faibles, parmi les plus bas du monde.

Si la performance de Thames Water s'est considérablement améliorée au cours de ces dix dernières années et depuis cette enquête avec une réduction du niveau de fuites passé de 915 MI/j en 2004/05 à 644 MI/j en 2013/14 ^{xvii}, le changement climatique n'a pas facilité sa tâche. Les conditions météorologiques plus extrêmes associées au sol argileux de la région sont à l'origine de mouvements de terrain toujours plus nombreux, ce qui va, par conséquent, réduire la durée de vie des canalisations. Cette problématique concerne aussi les autres compagnies d'eau dont la grande partie du réseau de distribution se trouve dans la zone de la capitale riche en argile de Londres.

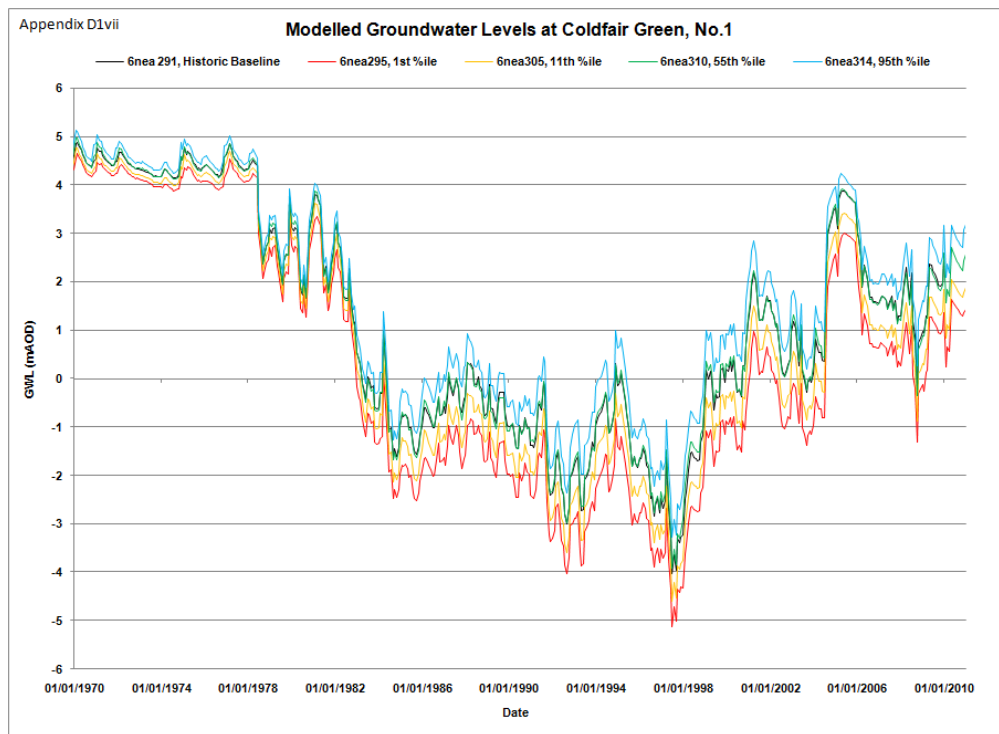
Diminution de la couverture des ressources d'eau

Un certain nombre de facteurs découlant du réchauffement global et des changements climatiques affectent la disponibilité des ressources d'eau à Londres. Le plan des Ressources en Eau de Thames Water pour 2014 montre que la production d'eau possible diminuera d'environ 72 Ml/j en raison du changement climatique^{xviii}. Ces prévisions s'appuient sur les informations actualisées du site web Climate Projections et utilisées lors du dernier plan de gestion des ressources en eau de 2009. Il prend en compte à la fois le débit des cours d'eau et l'impact sur les ressources d'eaux souterraines.

On estime que la quantité d'eau disponible (Water Available for use-WAFU) pour Thames Water devrait se réduire et passer de 2079 Ml/j en 2014/15 à 2029 Ml/j en 2024/25 et à 2002 Ml/j en 2034/35.

Les autres compagnies d'eau alimentant Londres font part également d'une réduction des réserves d'eau. Affinity Water, par exemple, relève une diminution de 19 des réserves d'eaux souterraines du centre de Londres, qui alimentent une grande partie du Nord de Londres, mais ne comptabilise pas la réduction de leurs ressources en eaux de surfaces (rivières) pour les usines de traitement dans l'Ouest de Londres étant donné que Thames Water est en charge de maintenir les débits des cours d'eau à un niveau minimum. Cependant leur production globale disponible pour le centre de Londres devrait baisser de 20 Ml/j d'ici 2035. Même si une partie de cette baisse permet de garantir que la législation comme la directive "Habitats" est bien appliquée et permet de générer notamment une réduction des prélèvements dans les sources souterraines proches des cours d'eau sensibles et dépendant du débit de l'eau souterraine, il ne fait aucun doute que les changements climatiques entraîneront une réduction de la quantité d'eau disponible dans le bassin londonien.

Dans tous les cas, il est nécessaire d'étudier différents scénarios et de choisir le plus adapté aux fins de la planification des ressources en eau. L'Essex et le Suffolk ont aussi fait des prévisions. Les chiffres ci-dessous démontrent l'impact des différents scénarios sur les niveaux d'eaux souterraines de l'une de leurs sources.



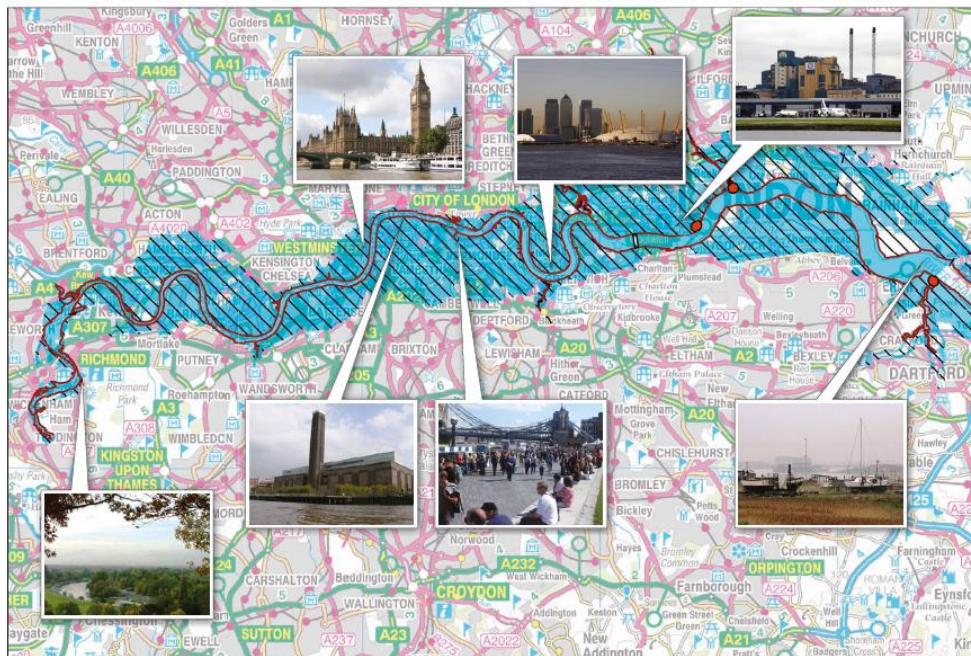
Source : Planification finale de la gestion des ressources en eau dans l'Essex et le Suffolk pour 2014

Inondations

La seconde version du London Strategic Flood Framework^{xix} du GLA, un plan stratégique pour la gestion des risques d'inondations, estime que les inondations représentent l'un des plus grands risques pour la capitale. Deux des quatre "plus hauts" risques enregistrés pour la ville de Londres sont "les graves inondations affectant plus de deux régions" et "les inondations par les eaux urbaines locales de surface ou fluviales". Cinq autres catégories d'inondations sont classées à "haut risque" comme les inondations liées aux marées. Le document dit qu'environ 15% des propriétés de Londres (soit un peu plus d'un demi-million) encourent le risque d'être inondées par les eaux fluviales et soumises aux marées. Londres comprend une forte proportion d'appartements en sous-sol et de maisons qui sont particulièrement vulnérables aux inondations et peuvent être inondés très rapidement.

Outre les habitations et les bureaux, il y a de nombreux bâtiments publics, des plateformes et des réseaux de transports ainsi que des infrastructures critiques présentant un risque d'inondation. La liste des "sites à risque" établie par l'Agence pour l'Environnement (EA) comprend les Chambres du Parlement, Whitehall, l'hôtel de ville de Londres, le quartier de Canary Wharf, l'Abbaye de Westminster, la Tour de Londres, les jardins de Kew, l'O2 Arena, 51 gares ferroviaires, 35 stations de métro, 8 centrales électriques, plus de 1.000 sous-stations électriques, 400 écoles et 16 hôpitaux sont également "à risque"^{xx}. De grandes zones situées dans les quartiers de Southwark, Lambeth, Tower Hamlets, Hammersmith, Fulham, Wandsworth, Barking, Dagenham,

Woolwich et Newham pourraient se retrouver sous les eaux tout comme certains établissements construits le long de l'estuaire dans l'Essex et le Kent.



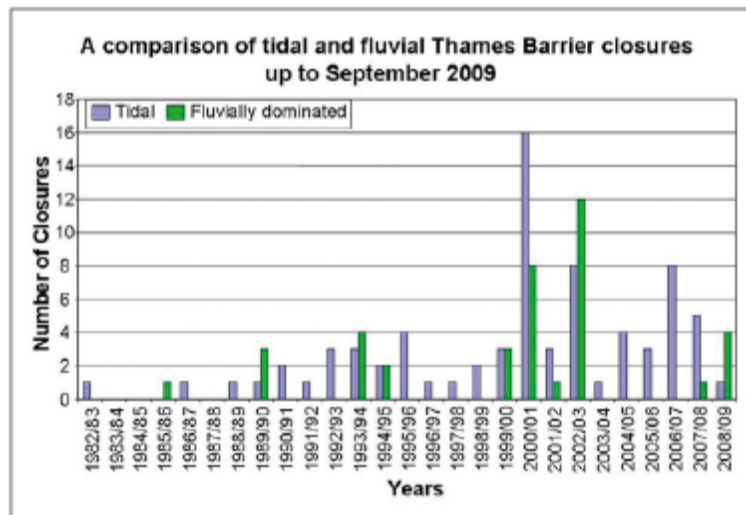
Source : TE 2100 Environment Agency 2012

La prévention du risque inondation est passée par le renforcement des berges, la construction de la Barrière de la Tamise et un certain nombre de digues de protection sur ses affluents dont la Barrière Lea, comme on peut voir sur le document ci-dessous.



Source : TE 2100 Environment Agency 2012

La Barrière de la Tamise a incontestablement atteint son objectif. Cependant, de début décembre 2013 à la fin février 2014, ses portes d'acier ont été fermées 50 fois pour éviter des débordements. Du jamais vu ! Précédemment, la Barrière avait été fermée seulement 124 fois depuis sa mise en service en 1982. L'AE a considéré que cette augmentation significative de la demande faisait figure d'exception et hormis les tests de routine, la Barrière n'a pas été fermée depuis. On constate néanmoins que le nombre de fermetures est généralement en hausse depuis sa création. Elle a été fermée 4 fois dans les années '80, 35 fois dans les années '90 et 75 fois dans les années 2000. Il y a eu 65 fermetures depuis 2010, ce qui indique que la hausse se poursuit. Voir le graphique ci-dessous à ce sujet.



Source : TE 2100 Environment Agency 2012

Afin de rédiger le rapport évoqué ci-dessus et de s'assurer que ses plans de prévention des inondations pour 21^{ème} siècle étaient suffisants, l'AE a pris en compte les conséquences du changement climatique et consulté le UK Met Office, le centre météorologique britannique, et plusieurs experts en matière de changement climatique. Les calculs ont à leur tour été utiles pour alimenter l'UKCP09 et informer le Groupe d'experts intergouvernemental sur l'évolution du climat (GIEC).

On estime que le changement climatique génèrera une augmentation du niveau de la mer, des débits de pointe des cours d'eau et une hauteur accrue des ondes de tempête. Cette étude prévoit que le niveau de la mer augmentera vraisemblablement de 20 à 90 cm sur la Tamise au cours du siècle en raison du réchauffement des océans, de la fonte des glaciers et des glaces polaires.

Le changement climatique engendrera une augmentation de la hauteur et de la fréquence des ondes de tempête en Mer du Nord mais elle sera moins importante que prévue initialement et les augmentations des niveaux d'eau ont été revues à la baisse pour passer de 4,2 m à 2,7 m. Cependant, ils vont tout de même augmenter de façon significative. Les futurs débits de pointe des eaux douces dans la Tamise, à hauteur de Kingston, pourraient augmenter de 40% d'ici 2080.

Débits du réseau d'égouts

Comme indiqué plus haut, la plus grande partie du réseau d'égouts de Londres a été installée au 19^{ème} siècle. Avant que Bazalgette ne commence les travaux, la plupart des rivières et des cours d'eau de Londres transportaient aussi bien les eaux de pluies que les eaux usées. Même lors de la construction, il a été difficile de séparer les deux flux et c'est pour cette raison que Balzagette a conçu de nouveaux égouts qui remplissent cette double fonction : gérer les eaux souillées et l'écoulement des eaux de surface.

Après les fortes pluies, les débits d'eau étaient plus importants que ce que les égouts ne pouvaient supporter, il a alors conçu un système de trop-plein qui déverse le surplus d'eau dans la Tamise si nécessaire, afin d'empêcher les eaux usées de déborder et d'inonder les rues et les bâtiments. Le système d'égouts de Balzagette est construit avec 57 points de trop-plein assurés par des égouts unitaires sur la partie de la Tamise soumise à l'influence des marées. Naturellement, à cette époque, le fleuve était 'mort' et son système a apporté de grandes améliorations même s'il débordait de temps en temps.

Quand les égouts sont remplis après les fortes pluies, tout excédent d'eaux usées est déversé dans le fleuve par l'intermédiaire de canalisations de trop-pleins pour protéger les bâtiments et les rues des inondations. Environ 39 millions de m³ d'eaux usées non traitées sont évacuées annuellement et 2 mm de pluies suffisent à déclencher un déversement d'eaux usées.

Quand le réseau de Bazalgette a été construit, la population de la capitale était d'environ 2,5 millions. Il avait envisagé que la population atteigne les 4 millions d'habitants et non 8 millions comme c'est le cas actuellement. Il n'avait pas imaginé non plus que de nombreux espaces verts seraient bétonnés ce qui exclut tout drainage naturel. De nos jours, le système peine à répondre aux exigences du Londres du 21^{ème} siècle et les déversements sont désormais de plus en plus fréquents (environ une fois par semaine en moyenne). Il n'est maintenant plus acceptable de déverser les eaux directement dans le fleuve. Cette problématique va s'aggraver sous les effets du changement climatique avec des précipitations toujours plus intenses.

De plus, les usines de traitements des eaux usées, à l'origine de l'amélioration de la qualité de l'eau de la Tamise et construites par la suite afin d'assurer que les eaux usées n'allaient pas s'écouler dans les rivières, ne peuvent traiter qu'un certain débit. Quand les tempêtes augmentent ce flux, l'excédent est détourné vers les bassins d'orage où il est retenu jusqu'à la fin de la tempête. Les bassins d'orage n'ont pas une capacité suffisante pour faire face à l'intensité croissante des précipitations ce qui constitue un risque de débordements dans les usines de traitement des eaux usées. Cela remettrait en cause les améliorations durement acquises concernant la qualité de l'eau des rivières.

Energie et empreinte carbone

L'augmentation des besoins en matière de pompage et de traitement générée par la demande croissante et l'intensité plus importante des précipitations vont augmenter la demande en énergie dans toutes les compagnies d'eau alimentant Londres.

Le Royaume-Uni est sur le point de dépasser les deux premiers budgets carbone qui reflètent largement les impacts de la récession. Toutefois, malgré les mesures visant à réduire les émissions de carbone, le taux de réduction des émissions était inférieur à 1% en 2011. Afin de répondre aux futurs budgets carbone, il faudra réduire les émissions d'au moins 3% par an. A l'avenir^{xxi}, il sera nécessaire d'accélérer les avancées dans toutes les activités de l'économie.

Les émissions de gaz à effet de serre (GES) dans l'ensemble des secteurs économiques ont baissé de 7% en 2011 pour atteindre 547 million de tonnes d'équivalent CO₂. Cependant, les mesures mises en place pour réduire ces émissions n'en représentent qu'environ 0,8 %. 3 % sont attribués aux températures clémentes de l'hiver 2011. Le reste est dû à l'augmentation du prix de l'énergie, à la baisse des revenus réels et aux changements transitoires du mix énergétique. Il est clairement nécessaire que toutes les organisations du Royaume-Uni œuvrent à réduire les émissions de carbone.

Par ailleurs, tout comme d'autres organisations du Royaume-Uni, les compagnies d'eau, l'AE et les autorités locales admettent qu'il est indispensable de réduire leur consommation d'énergie et leur empreinte carbone. Dans certains cas, il est même essentiel de les réduire de manière importante. En 2013-14, les émissions de carbone de Thames Water ont atteint 739 kilo tonnes CO₂-eq. La consommation électrique en 2013-14 a augmenté par rapport à l'année précédente en raison de l'intensification des pompages et du traitement des eaux usées générée par des précipitations importantes et des inondations au cours de cette période. Cela démontre l'impact des précipitations et des inondations qui ne manquera pas de s'aggraver avec les changements climatiques.

CHAPITRE 4

Réponses innovantes face au défi du changement climatique

Introduction

La gestion de l'eau à Londres sert de vitrine au reste du monde et ce n'est pas une nouveauté. Le travail de Sir Hugh Myddleton et la création de compagnies d'eau

statutaires, suivis de projets de grande envergure initiés par une technologie influencée par Balzagette à l'époque.

Ce ne sont pas seulement les défis techniques qui étaient innovants. Dans les années '70, la réorganisation de l'industrie de l'eau constituée d'entreprises situées sur un bassin versant et gérant le cycle de l'eau de bout en bout était une première mondiale. La privatisation qui s'en est suivie, introduisit un modèle différent de celui utilisé dans les autres pays, avec une régulation tripartite assurée par l'Ofwat, le DWI et l'AE et copiée par d'autres nations.

Compte tenu des défis à relever dans une métropole de cette taille, il n'est pas surprenant que de nouvelles évolutions aient été nécessaires dans la région de Londres. Dans certains cas, la technologie était utilisée depuis longtemps. La Barrière de la tamise utilise un certain nombre de solutions innovantes pour fonctionner et continuera de jouer un rôle important dans la protection de Londres face aux inondations.

La plupart des technologies utilisées pour surveiller et rénover les réseaux d'eau et d'égouts vieillissants sont opérationnelles depuis un certain temps, comme c'est le cas pour la vidéosurveillance, les technologies sans tranchée telles que le relining et l'éclatement de conduites ainsi que les technologies de localisation des fuites telles que les prélocalisateurs et les corrélateurs acoustiques. A sa création, il y a plus de 20 ans, Le Thames Water Ring Main était une nouvelle approche pour distribuer l'eau mais il demeure encore aujourd'hui un système novateur. Il permettait aux conduites d'eau en fonte vieillissantes de fonctionner à des pressions plus basses ce qui augmenterait leur durée de vie de façon considérable.

Pour gérer les ressources limitées, il a fallu utiliser des techniques de gestion comme notamment l'utilisation combinée (équilibre entre les prélèvements des eaux fluviales et les prélèvements d'eaux de surface pour préserver les ressources), la modélisation du réseau interurbain et la recharge des aquifères avant que ces techniques deviennent plus répandues. Le North London Artificial Recharge Scheme (NLARS) utilise un aquifère crayeux présent sous Enfield, Haringey et la Lee Valley qui est réalimenté avec de l'eau traitée quand les précipitations sont abondantes afin d'utiliser une ressource d'appoint pour booster l'approvisionnement pendant les périodes de sécheresse. Enfin, en ce qui concerne les énergies renouvelables, les systèmes d'assainissement ont servis à générer de la chaleur et de l'électricité utilisés pour réduire les apports exigés pendant le processus de traitement.

L'impact du changement climatique nécessitera néanmoins un ensemble d'innovations qui exigeront de nouvelles façons de penser et de travailler. Certaines de ces approches sont décrites ci-dessous.

Evolutions de la communication et de l'engagement consommateur

Les évolutions, en partie conduites par le régulateur et favorisées par la concurrence sur le marché du détail, sont également motivées par le besoin d'expliquer les problématiques complexes du secteur aux consommateurs et obtenir leur soutien. Pour cette raison, il est devenu plus que jamais important d'être à l'écoute des différents types de consommateurs. Des études sur les attitudes des consommateurs ont été effectuées par les compagnies d'eau et l'organisation qui met en place une recherche collaborative pour le compte de l'industrie de l'eau : UK Water Industry Research (UKWIR). Un rapport de l'UKWIR intitulé "Post PR 14 Customer Engagement Communication and Education^{xxii}" a notamment été publié récemment. L'étude a été commandée afin de permettre au secteur de faire le point collectivement et d'évaluer les programmes des compagnies en matière d'engagement consommateurs en analysant différents points : la recherche pure, une démarche de consultation plus importante et une meilleure communication avec le consommateur grâce aux programmes et aux campagnes d'éducation. Ce rapport comprend 6 principes de bonnes pratiques et d'orientations provenant de compagnies pour développer et mettre en œuvre l'engagement consommateur dans le futur. Il permet aussi CGCs de dresser le bilan de ces activités.

Il a fallu apprendre à mieux expliquer aux consommateurs la nécessité d'utiliser des compteurs, eux qui pendant longtemps avaient eu un accès illimité à l'eau traitée et estimaient que c'était un droit absolu. Il a fallu aborder certaines questions comme celle de savoir ce qui pouvait être jeté ou pas dans les toilettes ou purgé car en diminuant la quantité de débris inappropriés déversés dans les égouts, on réduit les cas d'engorgements et cela permet d'allonger la durée de vie des égouts. La comparaison entre les systèmes de réparations non-intrusifs et les systèmes intrusifs ont démontré que les nouvelles approches n'apportent pas uniquement que des avantages à court terme^{xxiii}.

L'un des projets d'Affinity Water a remporté 8 Prix "Green Apple" (en lien avec le développement durable) entre 2000 et 2012. Il s'agit de l'Education Centre de Clay Lane. Une parcelle de terrain qui devait à l'origine servir de nouveau réservoir pour les eaux traitées mais dont on ne se servait pas, a été transformée en réserve naturelle dans le but d'en faire un centre d'enseignement. L'équipe pédagogique :

- accueille chaque année 6.000 visiteurs.
- se rend dans les écoles et intervient auprès de plus de 7.000 élèves par an.
- bénéficie du label qualité "Apprendre à l'Extérieur de l'Ecole".
- a remporté le Prix "BCE Engagement Premiership" en 2012.

Toutes ses activités ont fait l'objet d'une évaluation des risques. On vérifie que les membres du personnel pédagogique n'ont pas de casier judiciaire et qu'ils peuvent travailler auprès des enfants puis ils sont formés aux gestes de premiers secours. Le

personnel pédagogique anime les sessions ce qui permet aux enseignants de profiter de la journée et d'observer les enfants.

Avancées en terme de modélisation de gestion de patrimoine et de la ressource eau

Toutes les compagnies d'eau ont dû élaborer des modèles détaillés de gestion de la ressource eau afin de développer leur plan de gestion des ressources en eau. Ces plans ont nécessité des analyses détaillées pour connaître la disponibilité et la performance des ressources dans le futur ce qui a permis d'acquérir les connaissances nécessaires pour savoir modéliser la recharge et le stockage des aquifères par exemple ou savoir comment gérer les incertitudes dans les modèles. Dans certains cas où les ressources en eau étaient hautement intégrées, on a développé des modèles détaillés qui étudient les différentes façons de distribuer l'eau et déterminent celles qui permettent d'optimiser le coût et l'impact environnemental.

Les plans de gestion d'actifs élaborés par les compagnies d'eau optimiseront très certainement les investissements de capitaux. Les plans de gestion de la ressource eau doivent alimenter ces modèles et les différentes options en matière de dépenses doivent être étudiées au moyen d'algorithmes avancés fournissant et comparant les différentes options.

En raison de la part importante du parc d'actifs vieillissants dans la capitale, le besoin de modéliser de nouveaux comportements du patrimoine est une priorité. Les modèles de dégradation des égouts et des canalisations existent depuis un certain temps mais il est prouvé qu'ils deviennent de plus en plus sophistiqués et permettent la mise en place d'évaluations plus précises malgré la quantité importante d'actifs.

La nécessité d'envisager les dépenses en matière d'actifs en fonction de données réelles plutôt qu'en fonction de l'avis d'un expert, comme c'était le cas auparavant, a exigé le développement de nouvelles approches qui peuvent s'appliquer aux grandes structures dont la probabilité de défaillance est faible mais aurait un impact considérable le cas échéant^{xxiv}.

Recyclage Localisé et Amélioration des Constructions

A Londres, un certain nombre d'installations utilise de l'eau recyclée. Le Dôme du Millénaire est la construction fer de lance de cette approche. Thames Water a contacté la New Millennium Experience Company (NMEC) et lui a proposé de travailler en collaboration pour développer une approche innovante en matière de gestion de l'eau

sur le site du Dôme du Millénaire à Greenwich. Les objectifs principaux du projet incluait l'expérimentation et la recherche de nouvelles technologies de recyclage de l'eau, des dispositifs d'évaluation permettant d'économiser les ressources en eau et l'étude des réactions des utilisateurs face aux initiatives en faveur du recyclage de l'eau. Le système est resté actif toute la durée de l'exposition "Connaître le Millénaire" et a permis aux chercheurs de Thames Water d'évaluer l'approche afin d'en tirer des leçons pour l'avenir.

La superficie du Dôme est de 90 000 m². Les eaux de pluies ruisselant du toit sont récupérées dans une gouttière et acheminées par une trémie spécialement conçue pour alimenter le système de drainage des eaux de surface. Il est possible de collecter jusqu'à 100m² d'eau par jour grâce à ce système.



Vue de l'entrée du système de stockage des eaux de pluies

Les eaux grises des lavabos et des douches du personnel étaient récupérées au sein des six bâtiments centraux du Dôme. Il était prévu que le nombre de visiteurs attendu consommerait en moyenne 120 m² par jour d'eau des lavabos. Depuis 1970, Londres rencontrait un problème relatif à l'augmentation des eaux de surface suite à la diminution des débits de pompage engendrée par les évolutions commerciales et industrielles. Un forage de 110 m a été creusé sur le site et l'eau était pompée directement dans les aquifères.

Plusieurs options de traitement étaient à disposition. Le Dôme offrait l'opportunité de mettre en place une technologie de réutilisation à grande échelle et de montrer la diversité des options innovantes en matière de traitement. Les eaux de pluies étant collectées directement, elles n'étaient donc pas contaminées et l'option des bassins de lagunage constituait la solution appropriée. Un dispositif des organismes éducatifs et une passerelle traversant le site permettait au grand public de comprendre le fonctionnement de ce procédé "naturel" pour traiter l'eau.

Lorsque l'on traite les eaux grises, la première préoccupation est de satisfaire les critères de qualité relatifs à l'élimination des agents pathogènes. Il faut également s'assurer du risque minimum de revivification biologique dans l'eau recyclée. Thames Water Research a réalisé une série d'essais pilote, utilisant des filtres biologiques aérés (BAF/FAB) et diverses membranes, spécifiquement focalisé sur l'élimination de la demande biochimique en oxygène (DBO) soluble en utilisant les eaux grises. Il a aussi fallu gérer la présence éventuelle de nouveaux types de détergents dans les eaux grises. Les essais ont montré que les membranes d'ultra-filtration étanches étaient la technologie la plus appropriée pour les eaux grises des lavabos et des douches.

L'eau extraite du forage a été testée afin de déterminer la qualité des eaux souterraines. Cela a permis de détecter la présence d'hydrogène sulfuré et une teneur en sel et en fer bien plus importante que prévu. Un système a été mis au point pour évaluer la teneur en peroxyde d'hydrogène des eaux souterraines afin d'oxyder les résidus métalliques et ensuite passer l'eau à travers du charbon actif granulé pour éliminer les résidus organiques. L'ultrafiltration membranaire, qui suivait l'échange de carbone, éliminait les matières organiques résiduelles et la membrane d'osmose inverse réduisait la concentration de sel dans les eaux souterraines. La filtration par osmose inverse étant nécessaire pour enlever le sel de l'eau de forage, elle a donc été associée à des filtres biologiques aérés qui traitaient les eaux grises et les eaux de pluie des lits de roseaux à travers la même configuration membranaire. L'eau traitée était ensuite à nouveau durcie et désinfectée avant d'être réinjectée dans le Dôme pour être utilisée dans les chasses d'eau des toilettes et des urinoirs.

Le "BedZed" (Beddington Zero Energy Development) est une expérience locale qui a été élaborée en intégrant une grande variété d'approches durables et se situe dans le quartier londonien de Sutton. Il utilise diverses solutions durables et concerne 100 habitations, des équipements collectifs et un espace de travail pour 100 personnes. Les résidents habitent BedZED depuis mars 2002.



Vue de Bedzed

Les leçons tirées de ces projets a permis au Développement Olympique réalisé dans l'est de Londres d'organiser les Jeux Olympiques les plus durables jamais tenus. La London

Legacy Development Corporation appréhende les futures utilisations du site et continue à promouvoir la durabilité. Cela comprend tous les aspects de la durabilité ce qui fait du site, un exemple pour le futur de la ville. Les initiatives visant à gérer le cycle de l'eau ont couvert un large éventail d'innovations.

Un gain de productivité en eau de 24% a été réalisé sur le site olympique uniquement grâce aux équipements et aux installations. Il pourrait atteindre 57% grâce aux mesures planifiées et existantes en matière de substitution de l'eau potable^{xxv}. Le parc lui-même utilise 40% d'eau en moins par rapport aux normes de conception pour des sites similaires. Le Centre Aquatique de Londres utilise 32% d'eau potable en moins comparé aux autres piscines. Cela est rendu possible grâce à l'utilisation d'équipements à faible débit, la récupération des eaux de pluie et l'eau recyclée. Alors que les douches, les robinets et les chasses d'eau des toilettes à basse pression contribuent à réaliser une grande partie des économies (29%), les eaux de trop-plein provenant des bassins sont utilisées pour les chasses d'eau des toilettes et des urinoirs et permettent de réduire de 3% supplémentaires la consommation d'eau potable

Les nouveaux logements de Chobham Manor sont équipés d'installations à faible consommation d'eau et les espèces de plantes choisies demandent moins d'eau qu'en moyenne. Ainsi ces habitations consomment 90 litres par personne et par jour (lppj) alors que la consommation des logements construits actuellement s'élève à 125 lppj bien en-dessous de la moyenne nationale actuelle qui est de 142 lppj.

L'usine de recyclage de l'eau de Old Ford utilise des procédés avancés en matière de traitement de l'eau pour recycler les eaux usées pour l'irrigation et les chasses d'eau des toilettes. Actuellement, il fournit uniquement l'eau à l'intérieur du parc mais étudie la possibilité d'alimenter les propriétés à l'extérieur de celui-ci notamment une fois que l'irrigation initiale requise pour ensemercer des plantes dans les espaces verts ouverts va se réduire. L'entreprise s'occupe également des rivières et des voies navigables à travers le parc qui fournit un programme d'utilisation pour les loisirs, les transports, l'éducation et le tourisme.

L'entreprise travaille avec les exploitants du site pour encourager le public à apporter davantage de gourdes et a installé des fontaines d'eau afin de réduire la quantité de bouteilles d'eau utilisées.

Les Nouveaux Egouts Intercepteurs

Le problème de débordement des égouts décrit ci-dessus n'est pas simple à résoudre. Comme pour le Thames Water Ring Main, la compagnie a opté pour la solution qui utilise l'espace souterrain et une géologie adaptée pour percer des tunnels.

Le Tunnel Lee, dont le coût de construction s'élève à 635 millions de livres, va transférer les rejets issus du débordement du plus grand d'égout unitaire de Londres de la station

de pompage d'Abbey Mills à Stratford vers le réseau d'assainissement de Beckton dont la capacité est sur le point d'augmenter de plus 60%.

La construction du Tunnel Lee est bien engagée et permettra d'éviter le déversement de plus de 16 millions de tonnes d'eaux usées dans la rivière Lee chaque année. Les travaux de construction du Tunnel Lee se sont achevés en janvier 2014 et le projet devrait être complètement terminé d'ici fin 2015.

Le Tunnel Lee a reçu deux prix de la part de l'Institution of Civil Engineers à la cérémonie annuelle des London Civil Engineering Excellence Awards. Le projet s'est vu décerné le Prix de la Meilleure Contribution pour Londres en mars parmi une liste sélective comprenant 13 autres infrastructures et projets de construction. Ce prix récompense les avantages considérables que le tunnel va apporter à la capitale quand il sera achevé en 2015 puisqu'il permettra notamment de supprimer 40% de la totalité des rejets d'eaux usées annuels dans la Tamise.

Le Thames Tideway Tunnel sera construit pour prendre en charge des rejets d'eaux usées dans la Tamise. Il mesurera 15 miles de longueur et sera l'un des plus longs et des plus profonds tunnels sous Londres.

Les processus de planification se sont achevés en 2014. La construction du projet devrait commencer en 2016 et s'étaler sur environ sept ans.

Le Contrôle des Inondations dues aux Eaux Pluviales

Drain London, créé par l'Autorité du Grand Londres (GLA) est un partenariat comprenant les 33 districts de Londres, l'Agence pour l'Environnement, Thames Water et Transport for London. Il travaille également avec d'autres organismes qui sont en charge du système de drainage à Londres par l'intermédiaire du Drain London Forum. Le programme Drain London permet de prédire et de gérer les risques d'inondations des eaux de surface à Londres. Drain London participe à l'amélioration de nos connaissances concernant le système de drainage des eaux de surface et permet d'identifier les zones à risques. Il essaie également de trouver des solutions pour réduire les risques d'inondations. Il a été créé suite à l'évaluation réalisée à la demande du Maire sur les risques d'inondations dans la région. Cette dernière a identifié qu'en cas d'inondations à Londres, les eaux de surface seraient la cause la plus probable de ces inondations.

La modélisation des risques d'inondations conçue grâce à Drain London a aidé les quartiers londoniens à mieux appréhender les risques dans leur quartier et à élaborer un Plan de Gestion des Eaux de Surface pour gérer et réduire ces risques. Drain London travaille également sur de nombreux projets visant à gérer les eaux de surface de façon plus durable. Cela comprend la conversion des surfaces imperméables en surfaces perméables vertes, le détournement des conduits d'eaux de pluie dans les espaces paysagers et la restauration des corridors fluviaux pour absorber davantage d'eau.

Contrôle des inondations fluviales dues aux marées

La politique de l'Agence pour l'Environnement en matière de gestion des inondations dans la Vallée de la Tamise traversant Londres est consignée dans un document intitulé TE 2100(xxi). A première vue, le document ne semble pas apporter de solutions novatrices. Cependant, il recommande d'observer attentivement une série d'indicateurs tout en adoptant une approche collaborative et en réalisant une évaluation qui prend en compte à la fois le bassin dans son ensemble et dans ses différents secteurs. Cela requiert par conséquent l'utilisation d'un système d'information sophistiqué qui a été développé par l'AE. Ce système fonctionne parallèlement à un système de surveillance des rivières par télémétrie hautement perfectionné qui s'appuie également sur une modélisation de pointe de l'ensemble de la rivière qui permet à la fois d'évaluer et de revoir les risques à court et long terme.

Cette approche a l'avantage de réduire les travaux de construction, en s'appuyant sur une approche plus cohésive au lieu de mettre en place un système de contrôle encore plus onéreux et des structures qui produisent une importante empreinte carbone. Elle autorise également les variations inévitables quant à l'impact réel lié au changement climatique grâce à des contrôles réguliers au fil du temps.

La Gestion de la Ressource Eau

L'équilibre entre l'offre et la demande ne peut pas s'appuyer uniquement sur les mesures axées sur la demande comme celles décrites ci-dessus. Londres aura inévitablement besoin de nouvelles ressources, bien qu'aucun changement majeur ne soit nécessaire jusqu'aux années 2020. Cela représente un avantage non négligeable compte tenu du fait que Londres est une des capitales les plus sèches du monde.

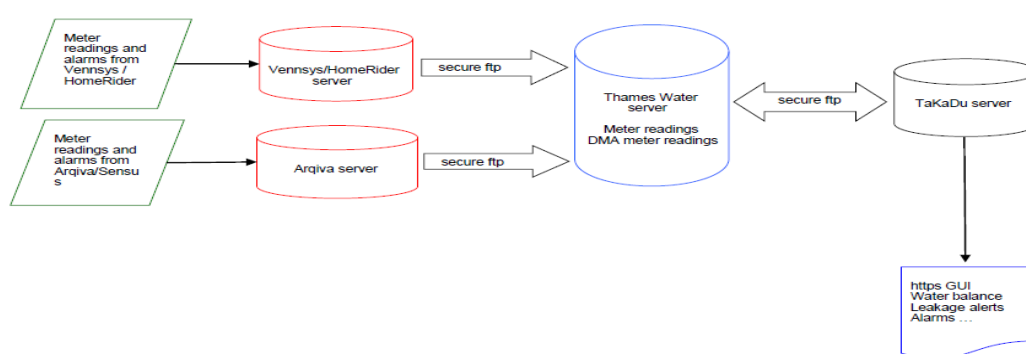
L'usine de dessalement de Beckton est la nouvelle et dernière ressource qui a été développée. Elle optimise le traitement requis pour utiliser l'eau lors de la marée descendante quand la salinité est plus faible et que les eaux usées rejetées ont un moindre impact.

Dans le futur, Thames Water étudie diverses options de transfert et de réutilisation parallèlement à un système de recharge des eaux souterraines comme celui déjà utilisé avec les NLARS.

Cette approche s'appuyant sur une planification et une modélisation détaillées ainsi que des actions locales mineures qui ne font pas forcément l'objet d'attention de la presse, peut apporter plus de flexibilité et un impact carbone plus faible qu'un projet unique plus important. Cependant, il sera nécessaire de construire une nouvelle usine de grande taille pour stocker les eaux brutes à long terme.

Réduction des Fuites

Afin de gérer l'équilibre entre l'offre et la demande, il est essentiel de s'assurer que les fuites dans les conduits d'eau sont minimisées. Comme nous l'avons expliqué plus haut, le système de distribution de Londres est l'un des plus anciens au monde. Thames Water a déjà testé une 'zone de comptabilisation intelligente (smart DMA)' complète avec une instrumentation étendue. Elle est actuellement développée afin d'intégrer un système de compteur intelligent pour les clients qui mesure la consommation d'eau en temps réel. Le réseau est le premier de ce genre dans le monde^{xxvi}.



Le 'réseau intelligent' de Thames Water (Source Swan UK Conference 2011)

Une rénovation massive du principal réseau d'eau est également en cours. Elle a recours à différentes techniques sans tranchée partout où cela est possible afin de réduire les interruptions et favorise le développement du travail collaboratif entre Thames Water, les Boroughs Londoniens et Transport for London.

Conclusions

Les défis pour gérer le cycle de l'eau et offrir des services d'eau à Londres ont donné du fil à retordre aux plus grands ingénieurs du Royaume-Uni depuis des siècles. Les approches innovantes n'ont rien de nouveau pour la ville. Elles ont permis aux londoniens de jouir d'un approvisionnement en eau permanent et d'éviter les problèmes d'inondations à travers le 20ème et jusqu'à ce jour.

Les organisations de la capitale en charge des différents aspects du cycle de l'eau continuent à travailler ensemble pour réévaluer les problèmes et apporter des solutions innovantes tout en respectant l'histoire et la culture uniques de Londres.

-
- ⁱ <https://www.london.gov.uk/media/mayor-press-releases/2015/02/london-population-confirmed-at-record-high>
- ⁱⁱ "[London Tops MasterCard Global Destination Cities Index as Most Visited City](#)". Mastercard. 9 July 2014. Retrieved 7 October 2014.
- ⁱⁱⁱ <https://canalrivertrust.org.uk/canals-and-rivers/grand-union-canal>
- ^{iv} Sumbler M.G. (1996), *London and the Thames Valley*, British Regional Geology series, British Geological Survey, ISBN 0-11-884522-5
- ^v Flaxman E W and Jackson T (2004) 'Sweet and Wholesome Water' E W Flaxman Cottisford, Oxfordshire, 2004 ISBN 0-9548986-0-5
- ^{vi} Thames Water, Water, Protecting everyone's liquid assets
- ^{vii} <http://www.nesta.org.uk/news/future-londoners/future-londoners-key-trends>
- ^{viii} <http://youngfoundation.org/wp-content/uploads/2013/02/The-Collaborative-City-Future-Trends-March-2008.pdf>
- ^{ix} The Mayor's Economic Strategy for London. May 2010 GLA London
- ^x The Environment Agency 7th report for 2005-6 to the Environment, Food and Rural Affairs Committee of Parliament Vol 1 The Stationery Office London 2006
- ^{xi} Securing London's Water, The Mayor's Water strategy GLA London Oct ISBN 978-1-84781-468-5
- ^{xii} <http://www.standard.co.uk/news/london/londoners-told-use-less-water-or-face-a-rise-in-your-bills-8920778.html>
- ^{xiii} 'Attitudes to water service in a changing climate – Volume 1: Report of research findings', Creative research, Ofwat London June 2011
- ^{xiv} <http://www.ccwater.org.uk/aboutus/#sthash.wiMrdF3L.dpuf>
- ^{xv} <http://legacy.london.gov.uk/mayor/role.jsp>
- ^{xvi} London's Warming GLA London 2002
- ^{xvii} <http://www.thameswater.co.uk/cr/Preciousresource/Reducingleakage/index.html>
- ^{xviii} Thames Water Final Water resources Plan 2015 - 2014
- ^{xix} London's Strategic Flood Framework v 2 GLA London 2012
- ^{xx} Thames estuary 2100 Plan Environment Agency November 2012
- ^{xxi} <https://www.theccc.org.uk/tackling-climate-change/reducing-carbon-emissions/how-the-uk-is-progressing/>
- ^{xxii} Post PR 14 Customer Engagement, Communication and education UKWIR London 2015
- ^{xxiii} Benefits and disadvantages of using 'no-disruption' repair techniques 14/WM/12/33 ISBN: 1 84057 734 7
- ^{xxiii} Deterioration Rates Long Life low probability of Failure Assets 11/WM/13/2
- ^{xxiii} LLDC ENVIRONMENTAL SUSTAINABILITY REPORT 2014
- ^{xxiv} Dr R Wissmann Alves Advanced metering infrastructure – design and implementation Swan UK Conference 2011