

Procédure Adaptée Ouverte Étude des modalités de valorisation de l'eau brute sur le territoire de Plaine Commune



© Dominique Werquin



© Apur



© Apur



© Apur

La place de l'eau dans un territoire en mutation Phase 2

DÉCEMBRE 2013

Directrice de la publication : Dominique Alba
Étude réalisée par : Mélanie Guilbaud et Willem Joubert (Apur) / Christian Piel et Robin Dagobert (Urban Water)
Sous la direction de : Frédéric Bertrand
Cartographie : Marie-Thérèse Besse, Bernadette Eychenne, Mara Marincioni
Recherche documentaire : Maud Charasson, Muriel Rouzé et Serida Zaïd
Mise en page : Apur
www.apur.org

Sommaire

Introduction	5
I - Grandes familles des espaces publics.....	11
1. Un territoire d'eau, une culture de l'eau ?	12
2. Réflexion sur les grandes trames	13
3. Des espaces publics de plus en plus qualitatifs.....	20
4. Des espaces publics qui n'intègrent pas les dimensions liées à l'eau	22
II - Grandes familles morphologiques	25
1. Habitat collectif	27
A. Les grands ensembles	27
B. Nouveaux quartiers d'habitat collectif	28
C. De nouveaux espaces publics générant de nouveaux besoins en eau	28
2. Un tissu pavillonnaire varié, omniprésent en cours de densification.....	30
3. Un tissu de grandes emprises en mutation.....	33
A. De nouveaux besoins en eau liés aux nouvelles activités	33
B. Un secteur d'industrie et d'activité toujours présent et novateur	37
C. Un cas métropolitain d'une gestion optimisée de la ressource en eau : l'usine Renault à Choisy-le-Roi	38
III - Repérage d'entités cohérentes : des lieux plus privilégiés qui permettent une approche moins cloisonnée	41
1. Faible prise en compte de l'eau dans les opérations d'aménagement	42
A. Exemples d'opérations à proximité des eaux de surface	45
B. Exemples d'opérations ayant des caractéristiques propices à l'utilisation d'une eau brute ..	47
C. Exemples d'opérations à proximité du réseau d'ENP de la Ville de Paris.....	49
2. Identification de secteurs propices à l'expérimentation	50
A. La ZAE Jean Mermoz/Rateau à la Courneuve.....	50
B. La boucle Stade de France, GDF Suez à Saint-Denis	54
C. Sud de la Plaine Saint-Denis à Aubervilliers.....	56
D. Exemples possibles de raccordement de bornes de remplissage à l'eau brute.....	58
E. La réduction de la production énergétique des Data Centers via l'utilisation de l'eau brute ..	59
IV - Les cadres juridiques, financiers et leurs acteurs : quelles synergies ?	61
Une synergie des acteurs et prix de l'eau	62
V - Annexes	65
1. La ressource en eau brute en période de stress hydrique.....	66
2. Prix de l'eau des canaux	92
3. L'exemple de Madrid et de Barcelone	96

Introduction

Dans le cadre de l'« étude sur les modalités de valorisation de l'eau brute sur le territoire de Plaine Commune », un premier rapport de l'Apur a permis de dresser une estimation globale des besoins en eau brute des usagers existants et potentiels, ainsi qu'un état des lieux des ressources disponibles en termes de volumes, de qualité et de cadres réglementaires.

Cette seconde étape, dite d'« élaboration de scénarios par périmètres », a pour objectif de dégager un « champ des possible » en croisant les usages et les ressources en fonction des caractéristiques du territoire de Plaine Commune.

Dans un premier temps, l'étude vise à dégager de l'ensemble du territoire de Plaine Commune des grandes catégories de situations urbaines et environnementales représentatives de l'intensité des usages de la ville (son entretien et ses agréments), de la consolidation d'une trame verte et bleue, de la présence de la nature en ville, de la lutte contre les phénomènes d'îlots de chaleurs urbains... et ce en fonction des densités, des domanialités (public, privé) et des grandes catégories d'acteurs qui s'y rattachent, de la nature des sols (perméables, imperméables, végétalisés...), des sous-sols (géologie, nappes, réseaux), des infrastructures (routières, ferrées, fluviales), des secteurs d'aménagement... Pour cela, un état des lieux et une évaluation des potentiels existant ont été établis pour les espaces publics et pour les grandes familles morphologiques (habitat collectif, tissu pavillonnaire, tissu industriel et d'activité).

Dans un second temps, des entités cohérentes ont été repérées en concertation avec les équipes de Plaine Commune. Ces lieux plus privilégiés ne prétendent pas à l'exhaustivité. Ils précisent le potentiel des usages de l'eau brute dans des situations urbaines différentes, mobilisant des catégories d'acteurs (publics et privés) volontairement diversifiées. Surtout, ils confirment qu'une approche moins cloisonnée de la gestion, des usages et des techniques liées à l'eau est à mettre en œuvre en fonction des situations (types et localisation des territoires, ressources, acteurs, cadres réglementaires et contractuels...).

Enfin, la disponibilité de la ressource en eau étant variable dans l'espace et dans le temps, et sa gestion n'étant pas réductible à celle des risques d'inondation ou à l'identification des usagers, il est apparu essentiel de considérer la ressource, les usages et les territoires sous l'angle de la lutte contre les phénomènes caniculaires. Il s'agit ici de sensibiliser à des situations appelées à se renouveler plus régulièrement et donc de réfléchir aux moyens de répondre à une double contrainte : améliorer le confort urbain lors des fortes chaleurs et disposer pour cela de ressources en eau durant une période où elles font le plus souvent défaut. Cette partie a été réalisée par l'agence Urban Water.

Rappel des ressources et des usagers sur le territoire de Plaine Commune - État des ressources disponibles

(cf. détail des ressources phase 1)

Canal Saint-Denis

Cette ressource est présente en grande quantité et traverse les territoires d'Aubervilliers et de Saint-Denis. De plus, l'utilisation de l'eau du canal s'inscrit dans la poursuite des initiatives lancées par le service des canaux à travers son guide du partage de l'eau qui permet déjà aux communes riveraines de prélever entre 30 000 à 50 000 m³/j.

Capacité : 30 000 à 50 000 m³/j.



La Seine

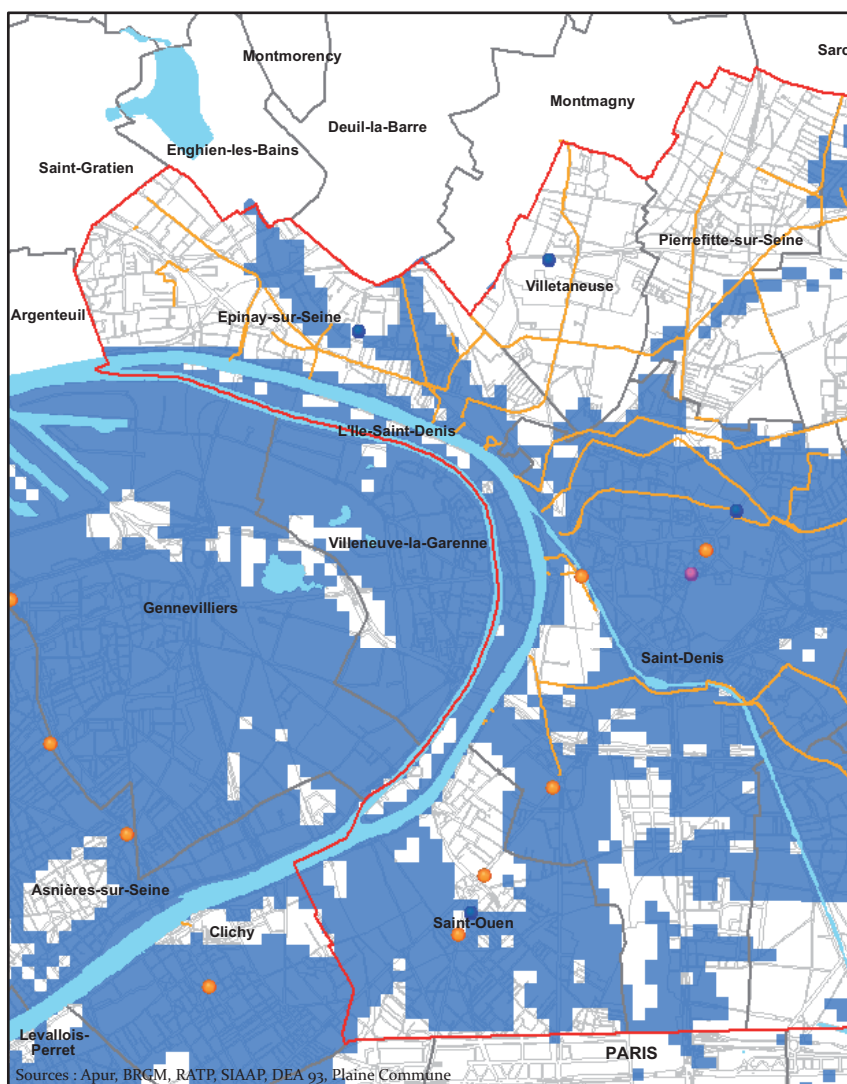
La Seine est une ressource en eau brute très importante, sa capacité en fait pratiquement une ressource illimitée. Capacité : D'après la limite de prise d'eau ne nécessitant pas de demande auprès de la police de l'eau 80m³/h sont exploitables, soit 5 184 000m³/j.



L'eau pluviale et l'eau de la nappe de Saint-Ouen

L'eau pluviale est aléatoire et disparate. Ses qualités diffèrent selon les échelles et les types de sols mais son exploitation peut satisfaire de nombreux usages. Les solutions techniques à mettre en œuvre sont aussi très diverses.

Capacité : 8 200 m³/j



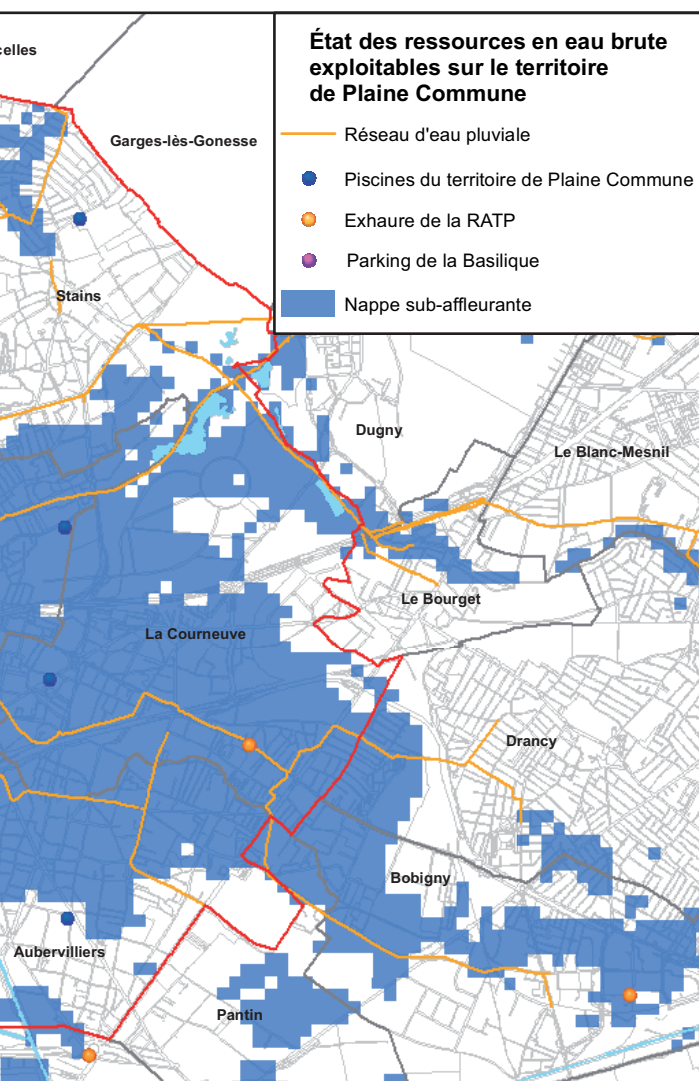
Extension du réseau ENP

Le réseau ENP est exclusivement parisien et possède comme principaux usages le nettoyage des voiries et l'arrosage des parcs et jardins. Sa production est assurée par 3 usines qui prélève de l'eau du canal de l'Ourcq et de la Seine et la refoule vers des réservoirs qui distribuent ensuite l'eau gravitairement vers des sous-réseaux.

Le réseau est situé à proximité d'Aubervilliers, de Saint-Denis et de Saint-Ouen et peut, moyennant des travaux, s'étendre sur le territoire de Plaine commune notamment grâce au réseau visitable. Capacité : 642 600 m³/j.

La nappe la plus en surface sur la majeure partie du territoire (nappe phréatique) est la nappe du Marno-Calcaire de Saint-Ouen, dont le niveau est parfois très proche de celui du sol (-2 m sur la Plaine-Saint-Denis), ce qui conduit à des résurgences, notamment au niveau des ouvrages enterrés.

Cette ressource est présente en grande quantité sur le territoire de Plaine Commune et en particulier dans la zone de la Courneuve.
Capacité : plus de 4 100 m³/j.



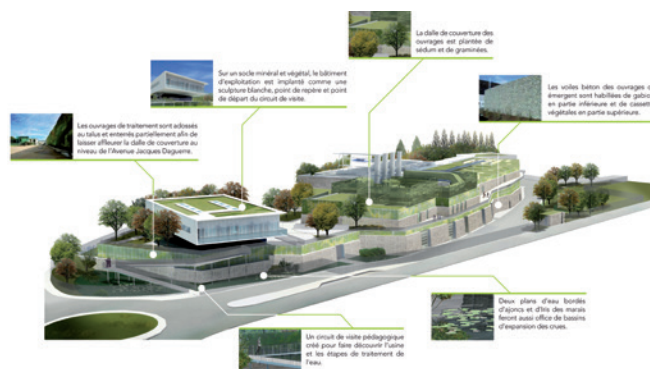
Exhaure

C'est une ressource facilement mobilisable puisqu'elle est aujourd'hui pompée et principalement rejetée dans le réseau d'assainissement.
Capacité : 730 m³/j.

SIAAP - Seine Morée

L'alimentation en eau brute à l'aide de cette ressource des zones définies serait gravitaire et posséderait l'avantage d'avoir déjà un réseau existant (réseau SIAAP) qui sert à acheminer les eaux usées, un dispositif tel que « le tuyau dans le tuyau » pourrait être envisageable.

Capacité : traite 76 500 m³/j d'eau usée et possède une capacité de retraitement d'eau usées traitées à des fins d'utilisation en eau brute de 9 600 m³/j.



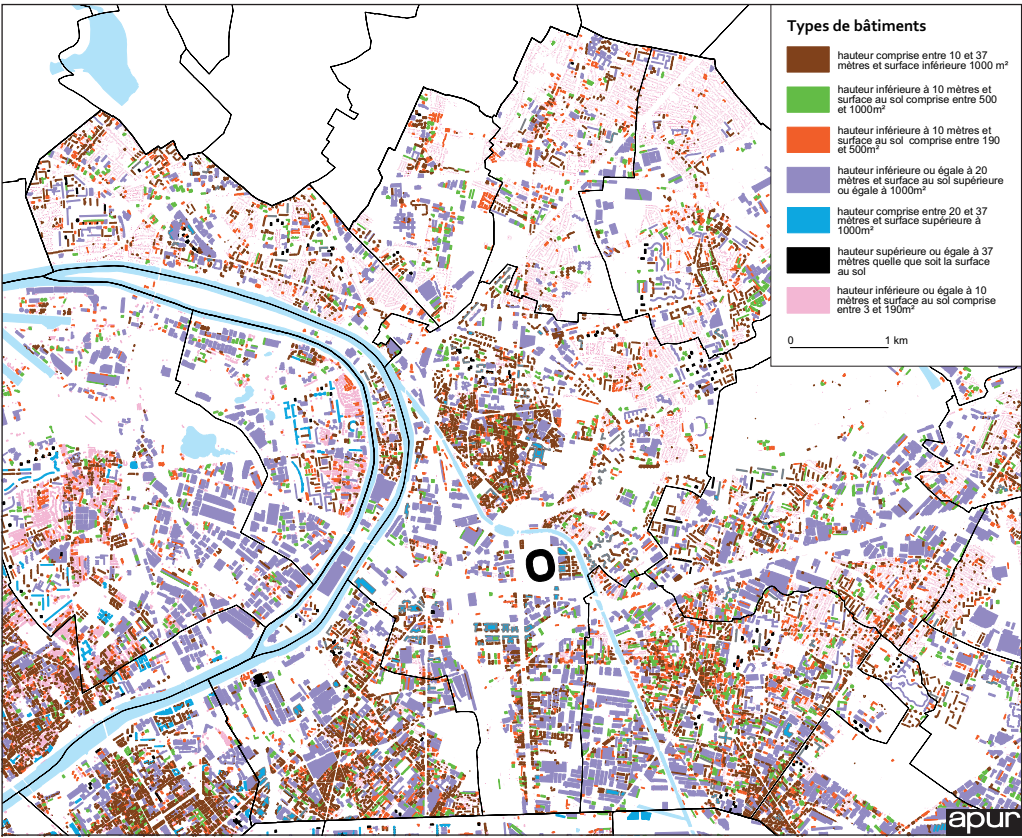
Piscines

Sur le secteur de Plaine Commune, ces eaux « propres » sont rejetées au réseau unitaire et sont acheminées en station d'épuration ce qui ne semble plus optimal au regard d'un système urbain de gestion de l'eau.

Capacité : 84 m³/j.

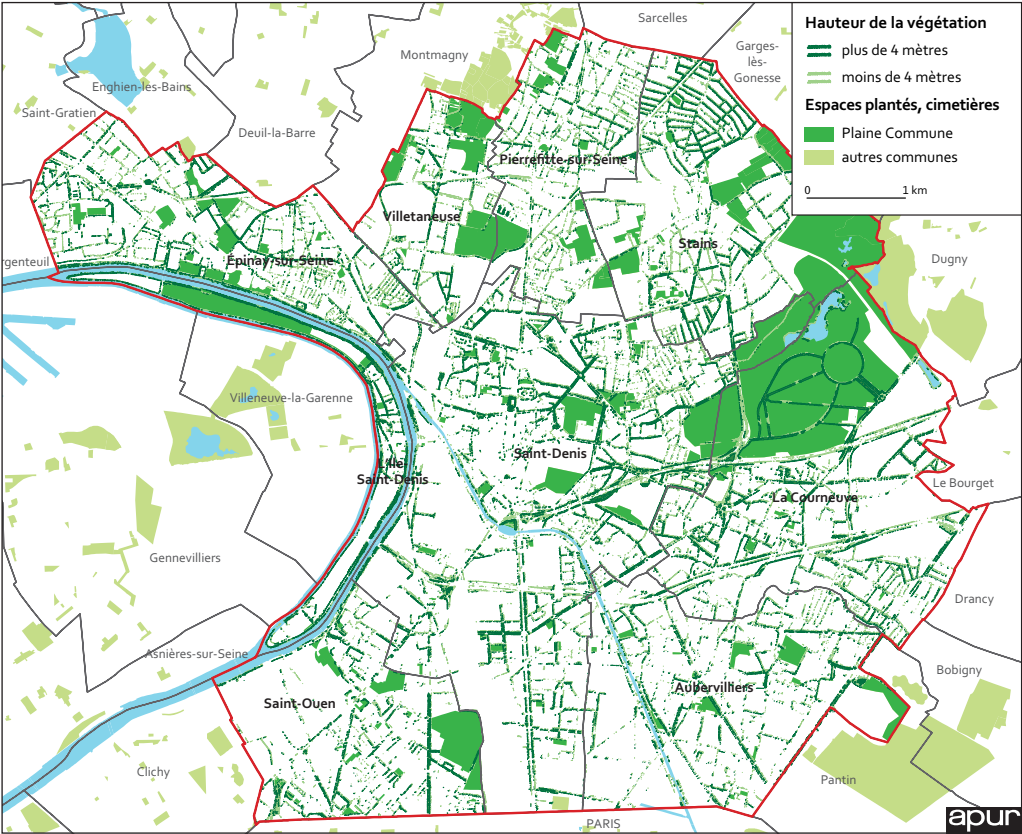
Les usagers sur le territoire : des espaces bâtis et non bâtis. Un besoin diffus en eau : arrosage et nettoyage

Morphologie des bâtiments



Sources : Apur, InterAtlas 2008, image proche infrarouge, MNT, MNE

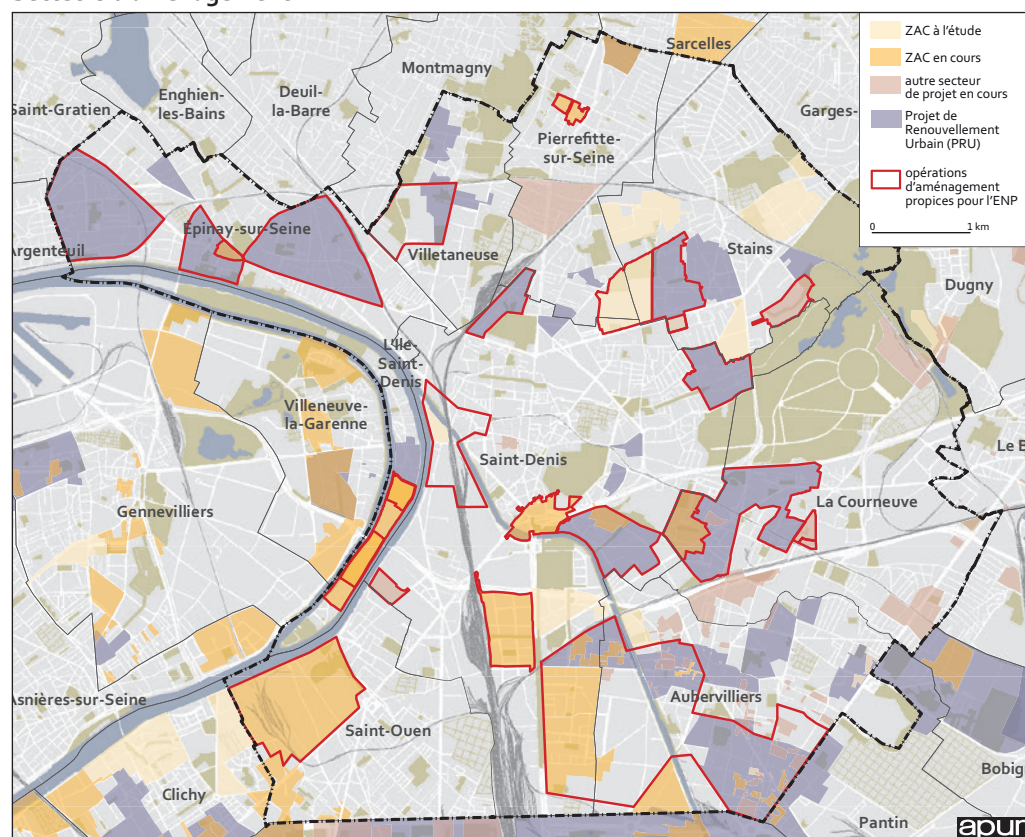
Végétation



Sources : Apur, InterAtlas 2012, image proche infrarouge, MNT, MNE, Plaine Commune

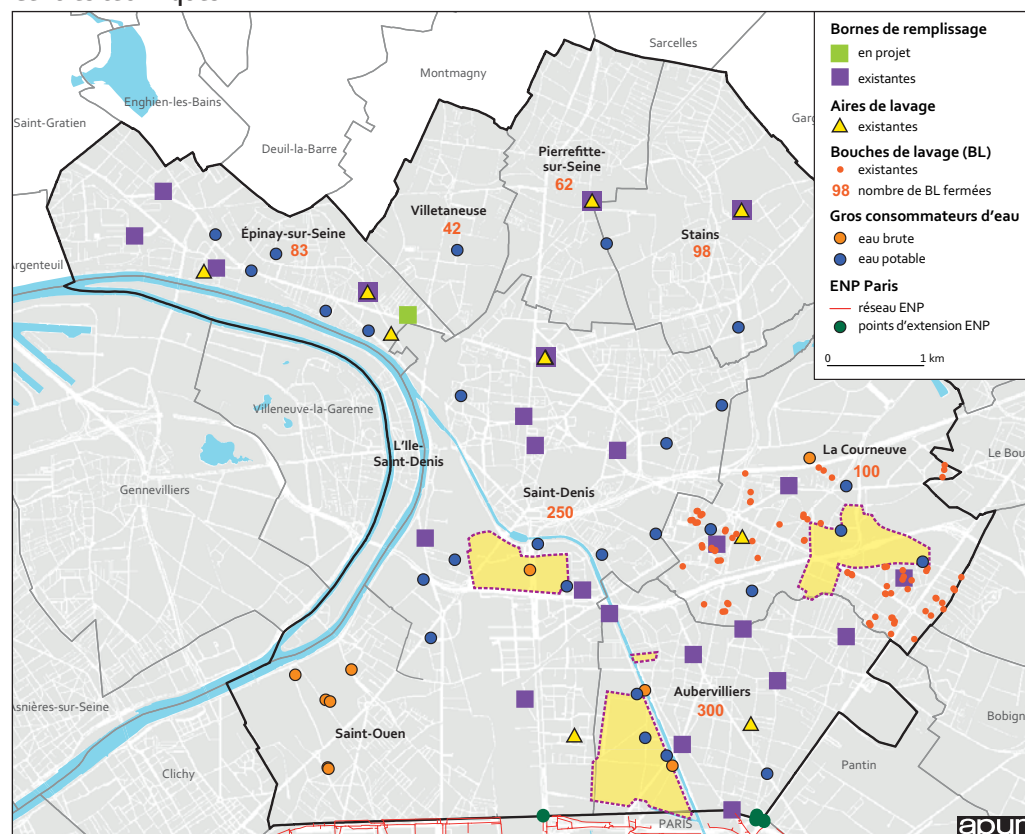
Identifier les usages et les usagers à partir de secteurs stratégiques : Opérations d'aménagement, secteurs tests, expérimentations locales (bornes)

Secteurs d'aménagement



Sources : Apur : mise à jour en été 2013, ESRI 2012, DeLorme, NAVTEQ

Centres techniques



Sources : Apur, Plaine Commune, Agence de l'Eau 2006, DEA, Véolia

I - Grandes familles des espaces publics

1. Un territoire d'eau, une culture de l'eau ?

Le territoire de Plaine Commune est marqué par la présence d'un canal, le Canal Saint-Denis, et d'un Fleuve, la Seine.

Par ailleurs, Saint-Denis, ville médiévale, s'est développée à la confluence du réseau hydrographique des petites rivières, le Rouillon, la Vieille Mer, et de la Seine. L'eau était alors une ressource pour la population pour l'alimentation, le transport, l'agriculture, les moulins, enfin, au XIX^e et première moitié du XX^e siècles, pour l'industrie.

Un exemple de l'évolution d'un cours d'eau sur Plaine Commune : La Vieille Mer



Il est aussi important de noter que ce territoire est à l'aval d'un vaste bassin-versant couvrant une surface comprenant aujourd'hui les 2/3 de la Seine-Saint-Denis et la moitié du Val d'Oise.

Plaine Commune est donc un territoire d'eau mais pas seulement grâce à ces cours d'eau. En effet, ces rus ont d'abord été marécages avant d'être cours d'eau notamment à Stains et Saint-Denis, Épinay-sur-Seine et Villetaneuse. Les rivières ont parfois été créées, comme c'est le cas pour la Vieille Mer qui a vu le jour au XIII^e siècle, pour drainer ces marais et faire place à une activité agricole. On comprend donc que la nappe, parfois affleurante, est un élément caractéristique de l'hydrographie de Plaine Commune, notamment à Saint-Denis, Stains, La Courneuve et Aubervilliers.

L'urbanisation de ce territoire s'est effectuée en tentant de faire disparaître cette eau et l'on s'aperçoit aujourd'hui que, malgré l'identité géographique, plus aucune culture de l'eau n'est visible dans la profondeur du territoire, à l'exception du canal Saint-Denis créé au début du XIX^e siècle. Cet aspect a même été renforcé par la disparition progressive, à Aubervilliers et Saint-Denis, des activités liées au canal et à la Seine. Les « Bar de la Marine » et autres « Café du Port » ont tous disparu.

Pourtant aujourd'hui, il semble important de redonner une place à l'eau dans la culture du citoyen en lien avec les préoccupations de ville durable, de ville écologique.

À Plaine Commune c'est possible, l'eau étant omniprésente, il est « juste » nécessaire de la montrer, de la mettre en évidence. Cela peut se faire en reconquérant et en valorisant les cours d'eau, comme ce pourrait être le cas pour le ru d'Arras à Villetaneuse ou la Vieille Mer

à Saint-Denis, mais aussi pour le canal et la Seine. Il est également possible, grâce aux différentes opérations d'aménagement, de retourner les villes vers ces cours d'eau en développant des usages et en intégrant cette eau de surface à la forme urbaine.

Enfin, l'eau pourrait être plus présente sur les espaces publics, par exemple, en mettant en place des dispositifs d'animation et d'agrément urbains comme des fontaines, des éléments ludiques, des jeux d'eau ou même simplement en dessinant des espaces publics par des cheminements d'eau, des rigoles, avec des écoulements intermittents ou non. En somme, il s'agit de raconter à travers l'eau l'histoire de ce territoire.

Les caractéristiques de la ressource en eau sur Plaine Commune rendent possibles ce type de démarche. Il est même possible d'imaginer des événements festifs et culturels à l'échelle de Plaine Commune avec comme thématique « l'eau, élément naturel sur le territoire », et de faire découvrir à la population les ressources aquatiques, l'eau étant partout présente mais sous différentes formes. La population n'aura pas à se déplacer pour participer à un tel événement, il sera chez eux, dans leurs quartiers.

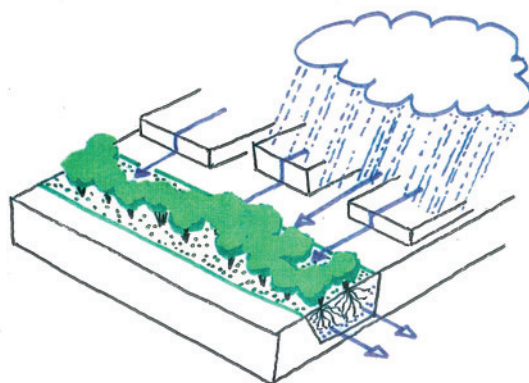
2. Réflexion sur les grandes trames

La première approche d'aménagement en termes de trame est **le projet Hippodamos** conçu pour la Plaine Saint-Denis dans les années 1992-95. L'idée était simple : la Plaine Saint-Denis, territoire de 700 ha, souffre d'un très fort déficit en espaces publics dont la réalisation sera difficile à financer. Par ailleurs, la mutation de ce territoire, entraînera une imperméabilisation des sols qui provoquera un besoin de stockage de l'ordre de 50 000 m³ lors d'événements pluvieux importants. En rapprochant ces deux contraintes, il apparaît possible d'obtenir une économie globale.

Carte des «horizons paysagers et urbains» : l'eau créatrice de visible

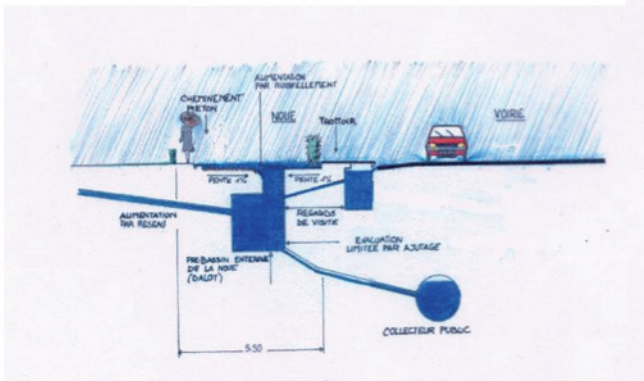
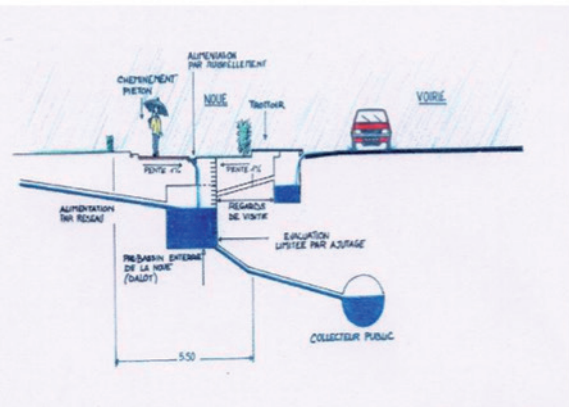
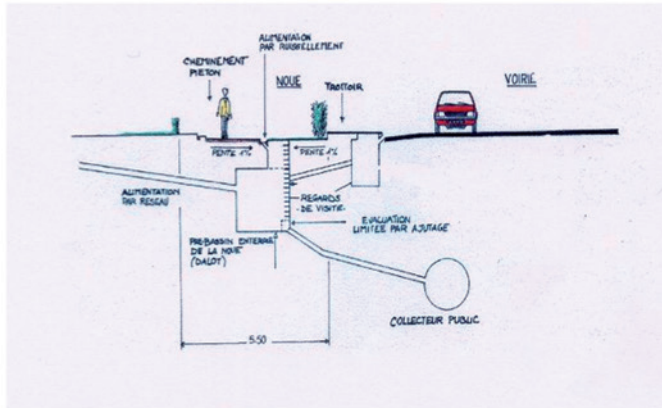


© Hippodamos 93, Plaine Développement, villes de Saint-Denis et d'Aubervilliers



C'est ainsi que le projet du groupement d'architecte-urbaniste-paysagiste se dessina. De grandes voies « Est-Ouest » et « Nord-Sud » de 28 mètres de large, devaient permettre d'offrir à la Plaine une structure d'espaces publics plantés, tout en stockant les eaux pluviales des emprises privées et publiques. L'équipe avait même imaginé d'associer les espaces verts des parcelles privées afin d'épaissir la future trame végétale.

Principe de fonctionnement hydraulique des noues urbaines dans le cadre du projet hypodamos Étude sur les noues urbaines - DEA CG 93 - 1993



© DEA CG 93

Ces schémas montrent comment il avait été décidé d'alimenter des noues urbaines faiblement décaissées lorsque les eaux des lots privés devaient être reprises dans le système alors qu'elles étaient enterrées. Le pré-bassin enterré a trois fonctions.

La première consiste à « reprendre » les eaux pluviales enterrées des lots privés, la seconde est de ne pas inonder les noues à chaque pluie (pré-bassin dimensionné pour les mois de période de retour de 6 mois) afin de ne pas pénaliser les usages urbains.

Cependant, les noues devaient être inondées assez fréquemment pour que leur fonction hydraulique soit intégrée par les usagers. La troisième est de pouvoir dépolluer légèrement les eaux pluviales par décantation avant l'alimentation des noues. Ces noues sont conçues avec des seuils d'inondabilité pour permettre une intégration urbaine plus facile.

Mais l'arrivée du Stade de France sur la Plaine Saint-Denis et le formidable essor de la requalification de la Plaine qui l'a suivi ont rendu désuète cette économie globale pourtant novatrice au regard de l'ingénierie classique et pertinente au début des années 90 alors que le potentiel de ce territoire restait à prouver. De nouveaux espaces publics ont vu le jour, très minéralisés, bien qu'arborés, mais sans présence d'eau à ciel ouvert. La trame verte et bleue préfigurée par le projet Hippodamos n'était pas encore un vecteur d'aménagement.

Toutefois, l'étude « Parc Canal » a permis par la suite de resituer l'ouvrage hydraulique sur la Plaine Saint-Denis, de le valoriser et surtout de dessiner une trame réunissant le parc Eli Lotar et celui de l'Écluse à l'aménagement des berges du canal.

En fait, tout le travail de dessins, de réflexions, de négociations entre les acteurs a moins servi sur la Plaine que sur le reste du territoire de Seine-Saint-Denis et notamment de façon dynamique sur celui de Plaine Commune où le principe de superposition d'usages, hydrauliques et urbains, a été approfondi et affiné puis rendu opérationnel. C'est pourtant l'opération de la Place Basse, à Pleyel, donc sur la Plaine, qui a marqué un tournant dans l'approche d'une gestion à ciel ouvert et intégrée des eaux pluviales en milieu urbain dense. Cette réalisation a montré à tous qu'il était possible en zone dense de mettre en place une gestion des eaux pluviales en surface et que cette démarche n'était pas adaptée qu'aux seuls espaces péri-urbains. Quelques années plus tard, le Parc Eli Lotar, avec les noues d'infiltration qui le ceinturent, a vu le jour dans la ZAC des Marcreux. Bien qu'il n'ait pas été prévu dans le projet Hippodamos, ce parc prend lui aussi place dans la plaine Saint-Denis. Il faudra attendre une quinzaine d'années pour qu'un autre projet de gestion alternative et intégrée de ces eaux apparaisse avec la Place du Front Populaire. Pourtant, aujourd'hui encore, très peu de « Est-Ouest » et de « Nord-Sud » sont le support d'une gestion à ciel ouvert des eaux pluviales et d'une trame à grande échelle telle que dessinée en 1992.

Parc Eli Lotar, Aubervilliers



Place Basse, Saint-Denis



Néanmoins, le projet d'extension de la ZAC de la Montjoie sur la Plaine prévoit de créer deux nouvelles voies dont les eaux pluviales seront intégralement gérées à ciel ouvert dans de larges noues. Il s'agit du prolongement de la rue Amilcar Cabral (Est-Ouest) et du prolongement de la rue Georges Sand (Nord-Sud).

Comme de nombreuses collectivités, du fait du Grenelle de l'environnement, Plaine Commune se lance désormais dans une réflexion sur la trame verte bleue.

Une future trame est prévue dans le contrat de développement territorial et des études vont très prochainement démarrer en ce sens, ce qui témoigne d'une volonté de mise en œuvre. Il ressort des documents d'ores et déjà établis dans le CDT, que les espaces plantés seront en forte augmentation et surtout que leur linéarité devra constituer des trames et des liens à vocations urbaine et écologique.

Cette trame végétale devrait être accompagnée d'une trame hydraulique susceptible de l'irriguer, de la nourrir. La recherche de nouvelles ressources en eau brute avec le souci qu'elles soient aussi intrinsèquement « vecteurs » et « réseaux » devrait être une orientation de travail pour la conception et la réalisation de cette trame plantée.

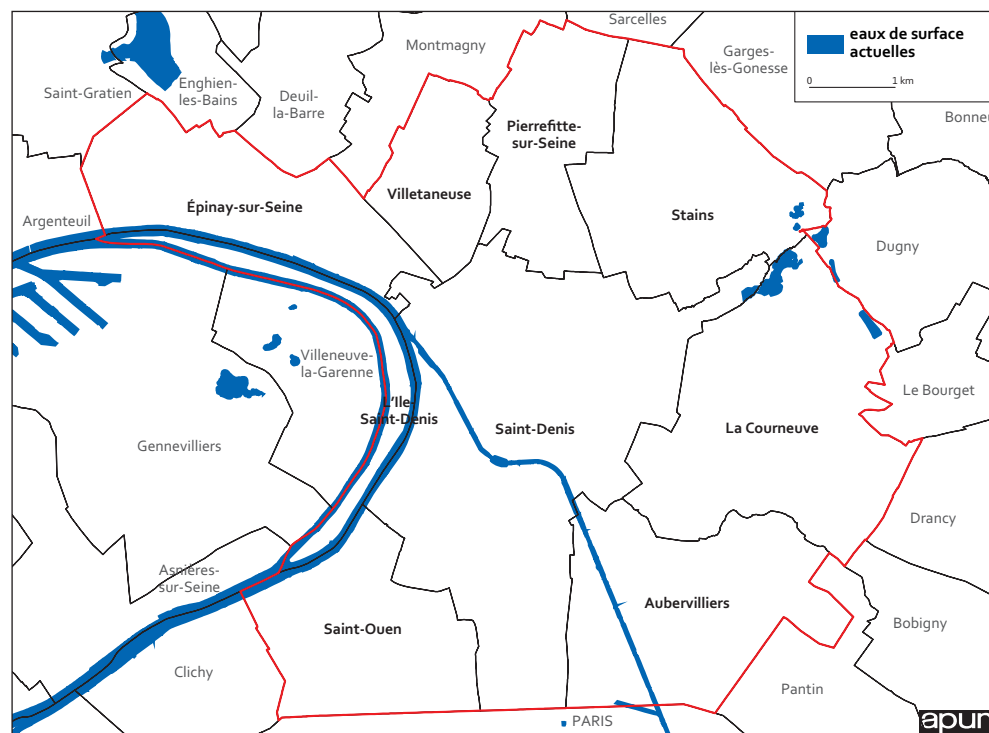
Cette carte montre surtout une trame verte, or, celle-ci devra aussi être une trame bleue et la recherche de ressources naturelles pour cette trame sera fondamentale. La reconquête des rivières et ruisseaux, aujourd'hui délaissés, peut y contribuer mais sans être suffisante. C'est l'utilisation de toutes les ressources disponibles qu'il faudrait envisager et révéler dans la « figure paysagère » : les eaux de surface, comme la Seine et le Canal, la nappe et les eaux pluviales.

Grande figure paysagère à terme



© Michel Desvigne, paysagiste

Eaux de surface actuelles



Sources : Apur, InterAtlas 2012, image proche infrarouge, MNT, MNE, Plaine Commune, Atlas du Patrimoine de Seine Saint-Denis

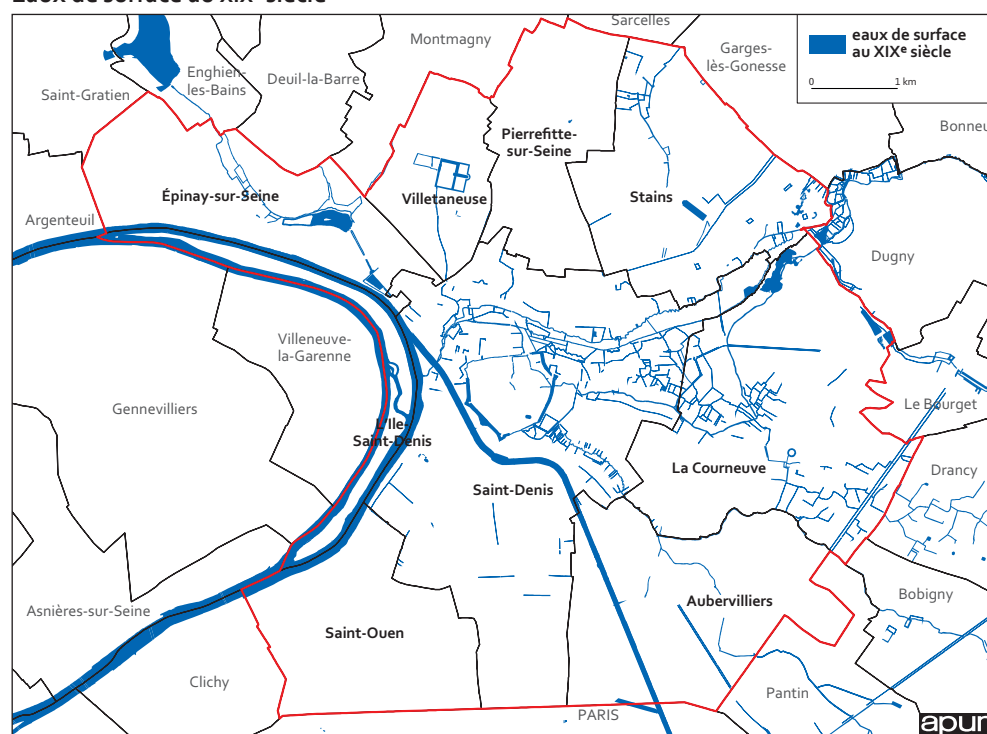
En fait, l'approche sur la trame végétale pourrait se développer et se renforcer à partir des traces de l'eau qui permettront d'aborder en profondeur la géographie du territoire et de consolider une structure qui ne soit pas seulement constituée d'axes plantés (arbres d'alignement le long des voiries) reliant entre eux des grands espaces libres, existants ou futurs. Une trame verte et bleue peut et doit raconter une histoire, comme l'avait initiée l'équipe Hippodamos.

Structures végétales : état des lieux de l'existant et des projets en cour



© Michel Desvigne, paysagiste

Eaux de surface au XIX^e siècle



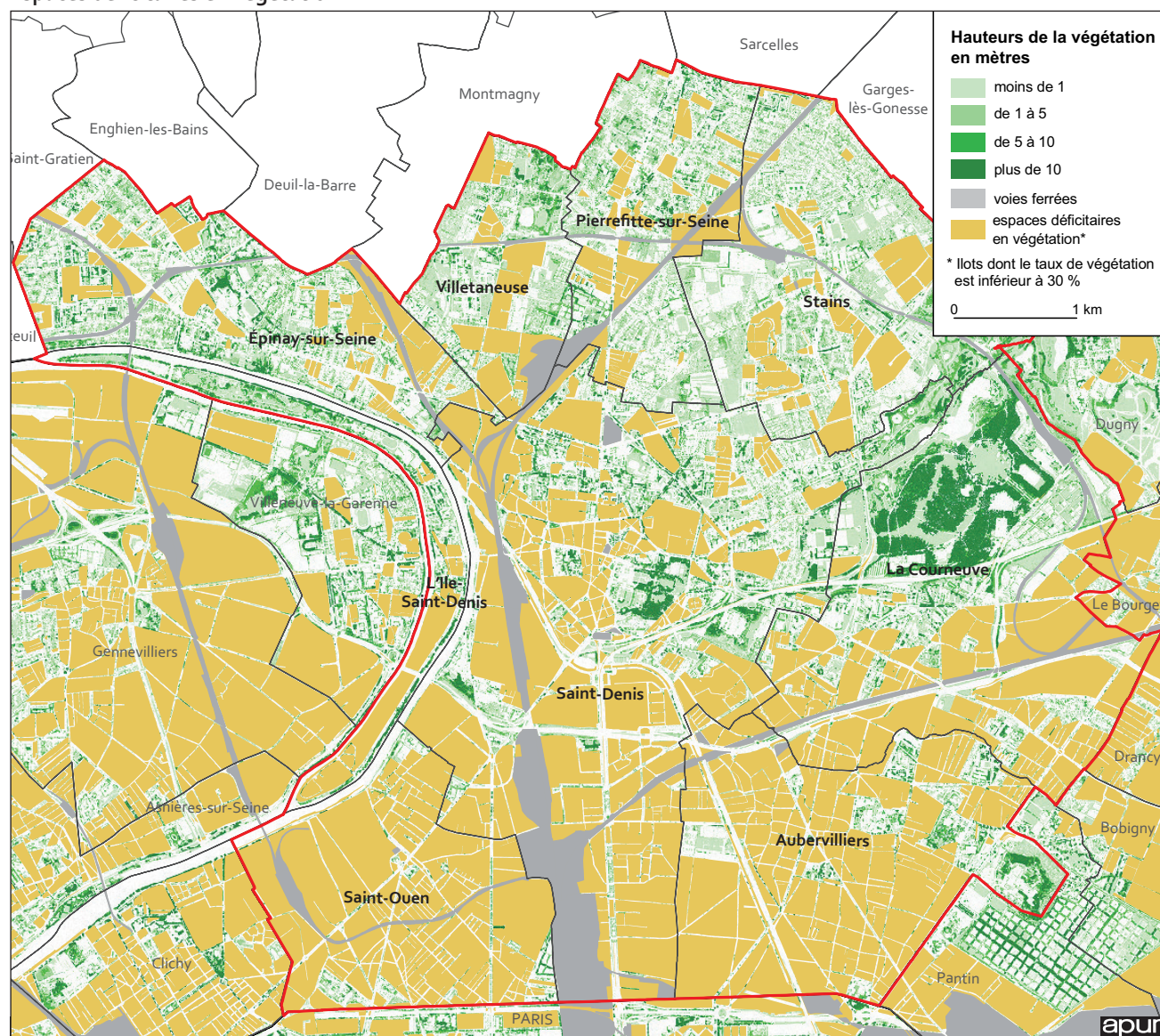
Sources : Apur, InterAtlas 2012, image proche infrarouge, MNT, MNE, Plaine Commune, Atlas du Patrimoine de Seine Saint-Denis

Grâce à ce récit et son économie, existaient la topographie, le cycle de l'eau, la seine, le canal. En outre, intégrer les thématiques de l'eau permettra de donner à ces trames, de la continuité, de la légitimité mais aussi d'obtenir des financements. La reconquête possible des rus et rivières, le Rouillon, la Vieille Mer, le ru d'Arras, se conçoit d'ailleurs aujourd'hui en termes de renaturation véritable donc avec un dessin de l'épaisseur, des berges, des ripisylves et des végétaux associés, support d'usages et de biodiversité.

Suite aux différentes études de faisabilité sur l'ensemble du tracé de la Vieille Mer, la DEA du CG 93, a réalisé une étude plus opérationnelle sur la découverte du cours d'eau dans le Parc G. Valbon (ex parc de La Courneuve) et est en cours d'étude opérationnelle sur la promenade de la Vieille Mer dans les cités Floréal et La Courtille à Saint-Denis. De plus, une étude sur l'opportunité de reconquérir d'autres rivières, comme le Rouillon à Stains et le ru d'Arras à Villetaneuse sera lancée très prochainement. Le contexte est donc aujourd'hui très favorable à la mise en place de trames véritablement intégratrices de l'eau et de la végétation.

Par ailleurs, cette future trame peut et doit s'appuyer sur les nombreux projets de gestion alternative des eaux pluviales réalisées dans les communes, faisant parfois apparaître l'eau, utilisant un vocabulaire qui lui est lié et la révèle.

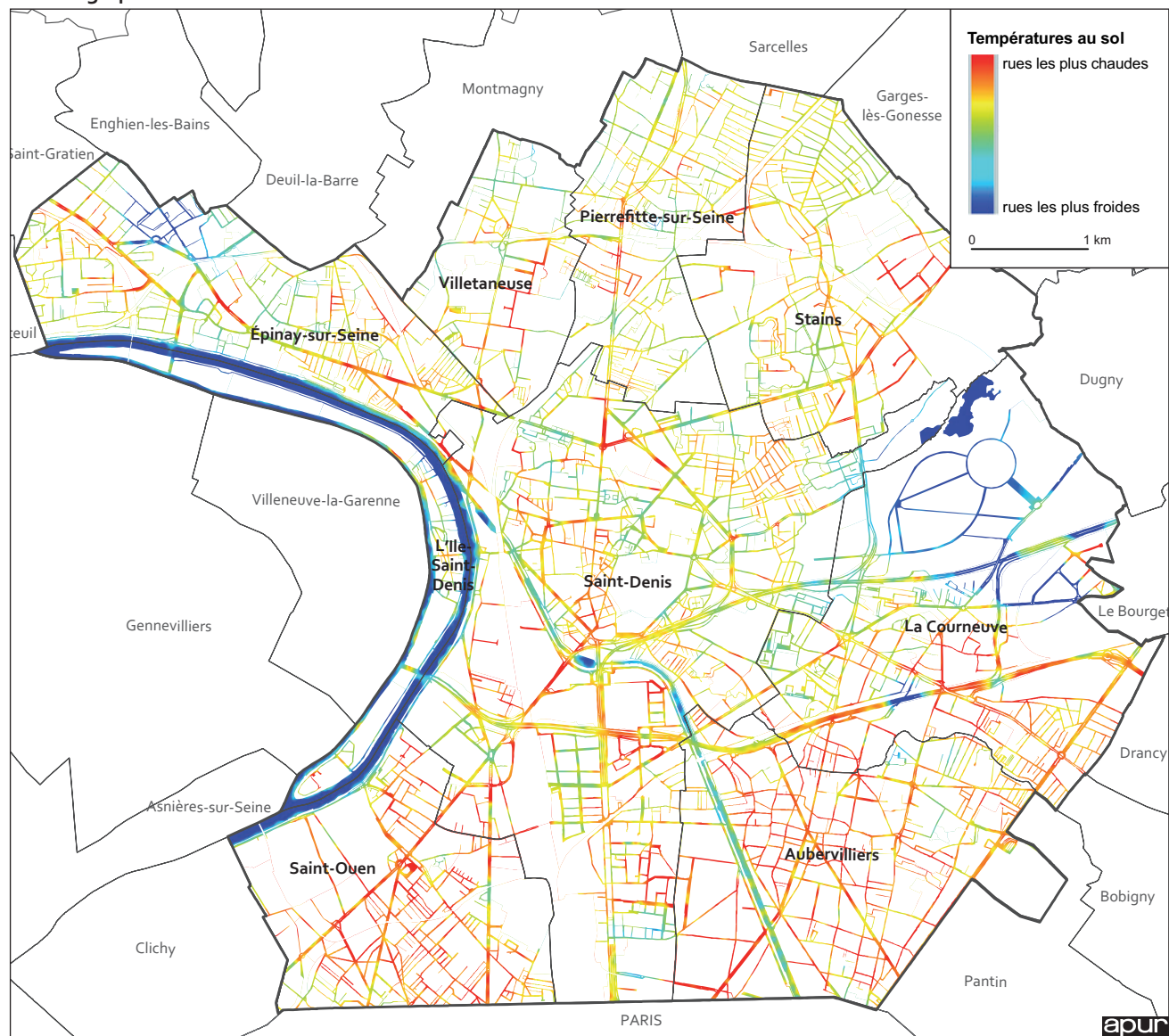
Espaces déficitaires en végétation



Sources : Apur, image proche infrarouge, MNT, MNE, InterAtlas 2008

Cette carte illustre le déficit en espaces plantés dans les îlots du sud du territoire. Une attention toute particulière devra donc être portée sur ces secteurs. La végétation et l'eau seront essentielles pour réduire le caractère minéral de ces espaces.

Thermographie d'été - 20 août 2010



Sources : Apur, image LANDSAT 2010

Les propositions du projet Hippodamos répondaient pleinement aux attentes du secteur (création de grandes voies Est-Ouest, Nord-Sud plantées, articulant domaines publics et privés et collectant les eaux pluviales). Malheureusement, jusqu'à aujourd'hui ces propositions n'ont pas été réalisées.

La carte de la thermographie d'été renforce ce constat, en effet, de nombreuses rues dans la partie sud du territoire apparaissent comme chaudes (températures avoisinant les 30 degrés à 10h30 du matin, le 20 août 2010).

3. Des espaces publics de plus en plus qualitatifs

De nouveaux espaces publics apparaissent dans la communauté d'agglomération, certains sont issus d'une réhabilitation d'espaces préexistants (tramways, requalification d'infrastructures routières...), d'autres sont des créations liées aux opérations de réhabilitation des grands ensembles, mais proviennent pour la plupart des opérations d'aménagement. L'accroissement du nombre d'espaces publics de qualité est remarquable sur Plaine Commune. Cela s'explique par le fait que ce territoire n'en possédait que très peu auparavant, à l'exception des centres anciens, mais aussi car de très nombreuses opérations ont vu le jour depuis 20 ans et que cette tendance semble se renforcer encore aujourd'hui.

Avenue des Fruitières, Saint-Denis



Parvis du collège Lucie Aubrac, Villetaneuse



Cheminement planté - quartier des Trois Rivières, Saint-Denis



Rue Waldeck Rochet, Aubervilliers



Parc Eli Lotar, Aubervilliers



Ces espaces publics, places, placettes, parvis, cheminements piétons, ont tous un point commun : quelles que soient leurs tailles, leurs localisations, ils intègrent des espaces plantés, tout en ayant une certaine minéralité. Un caractère urbain a été recherché tout en faisant une place au végétal, plus ou moins importante en fonction des sites. Certains ne possèdent que des arbres isolés ou d'alignement, mais les places et placettes intègrent des massifs d'arbustes comme par exemple pour le parvis de la station RER B La Plaine Stade de France ou celui du collège Lucie Aubrac à Villetaneuse, le cheminement piéton des Trois Rivières à Stains ou le secteur de la Gare à La Courneuve.

Par ailleurs, des parcs urbains ont été créés, comme le jardin des Acrobates sur la Plaine Saint-Denis, un square à la Courneuve dans l'opération Braque-Balzac, le parc Eli Lotar et le parc de l'Écluse à Aubervilliers. D'autres sont en projet dont le Parc du Temps des Cerises, ZAC Landy Nord à Saint-Denis, et le parc de la République à Pierrefitte-sur-Seine.

Ce territoire change et ses espaces publics de qualité contribuent à sa nouvelle image.

Secteur gare à La Courneuve



© ATM

4. Des espaces publics qui n'intègrent pas les dimensions liées à l'eau

La Seine-Saint-Denis est un département où de nombreux projets de gestions alternatives des eaux pluviales, à ciel ouvert, intégrées au parti d'architecture et de paysage et supports d'usages urbains, ont été réalisés. Plaine Commune est une des intercommunalités de ce territoire qui en possède le plus aujourd'hui dans ses espaces publics. Ces réalisations sont globalement réussies et pérennes et les retours d'expérience sont en général positifs quant à l'entretien, l'appropriation de la population et l'intégration de la fonction hydraulique. Pourtant, cette expérience de 20 ans sur les espaces publics (le premier projet « Place Basse » date de 1994) semble avoir été peu capitalisée, voire même appropriée, par les acteurs impliqués dans la création des espaces publics. En effet, aujourd'hui encore, un travail sur l'eau ne sera effectué lors de la conception de ces espaces que si une contrainte particulière est établie concernant la gestion des eaux pluviales ou que si les services d'assainissement de Plaine Commune ou du Département s'investissent pour qu'une démarche intégrée de gestion des eaux pluviales à ciel ouvert soit réalisée. À titre d'exemple, le guide des espaces publics de Plaine Commune n'aborde cette question qu'au chapitre « assainissement », chapitre réalisé par les services assainissement de la communauté d'agglomération et du Département. L'appropriation par les autres services semble faire défaut, pourtant, la gestion de l'eau ne pourra véritablement contribuer au cadre de vie et à l'écologie, à la réflexion sur les nouveaux enjeux urbains que si elle est portée par tous.

Les dimensions liées à l'eau dans l'espace public, à son caractère ludique, culturel, esthétique et structurant, ne viennent pas enrichir la culture des acteurs impliqués alors que sur ce territoire, l'expérience acquise pourrait naturellement déboucher sur de nouveaux modes de conception et même créer une demande de « plus d'eau », comme c'est le cas, par exemple, à Lille, dans la ZAC de la Haute Deûle, à Bordeaux ou sur l'île de Nantes dont une part de l'identité est liée à l'eau.

Ile de Nantes : miroir d'eau de pluie



© Apur

Place Fontaine, Stains



© Apur

Au-delà de la gestion des eaux pluviales et des multiples usages possibles de l'eau sur l'espace public (ludiques, rafraîchissements...), toutes ces mutations (requalification du tissu urbain existant, mutation des infrastructures routières, création de nouveaux quartiers...), vont accroître considérablement les besoins en eau pour le nettoyage et l'arrosage. Cette augmentation ne doit pas être vécue comme une contrainte. Cette qualité urbaine des espaces libres, symbole du développement métropolitain de ce territoire (image, attractivité et intégration sociale), est un atout pour l'adaptation de la ville au réchauffement climatique avec, notamment, la création d'îlots de fraîcheur nécessaires au confort des usagers présents et futurs. L'entretien des espaces plantés et leur arrosage permettront d'abaisser la température lors de périodes caniculaires grâce aux phénomènes d'évaporation et d'évapotranspiration.

Aussi, face à ces besoins, une recherche de nouvelles ressources en eau, moins coûteuses, est intéressante et justifiée. Elle doit être envisagée en fonction de la situation des lieux, de la proximité des eaux de surface et souterraines, des emprises de ruissellement pluvial, et surtout de la combinaison possible de ces ressources, au cas par cas.

Tramway - avenue Élysée Reclus, Pierrefitte-sur-Seine



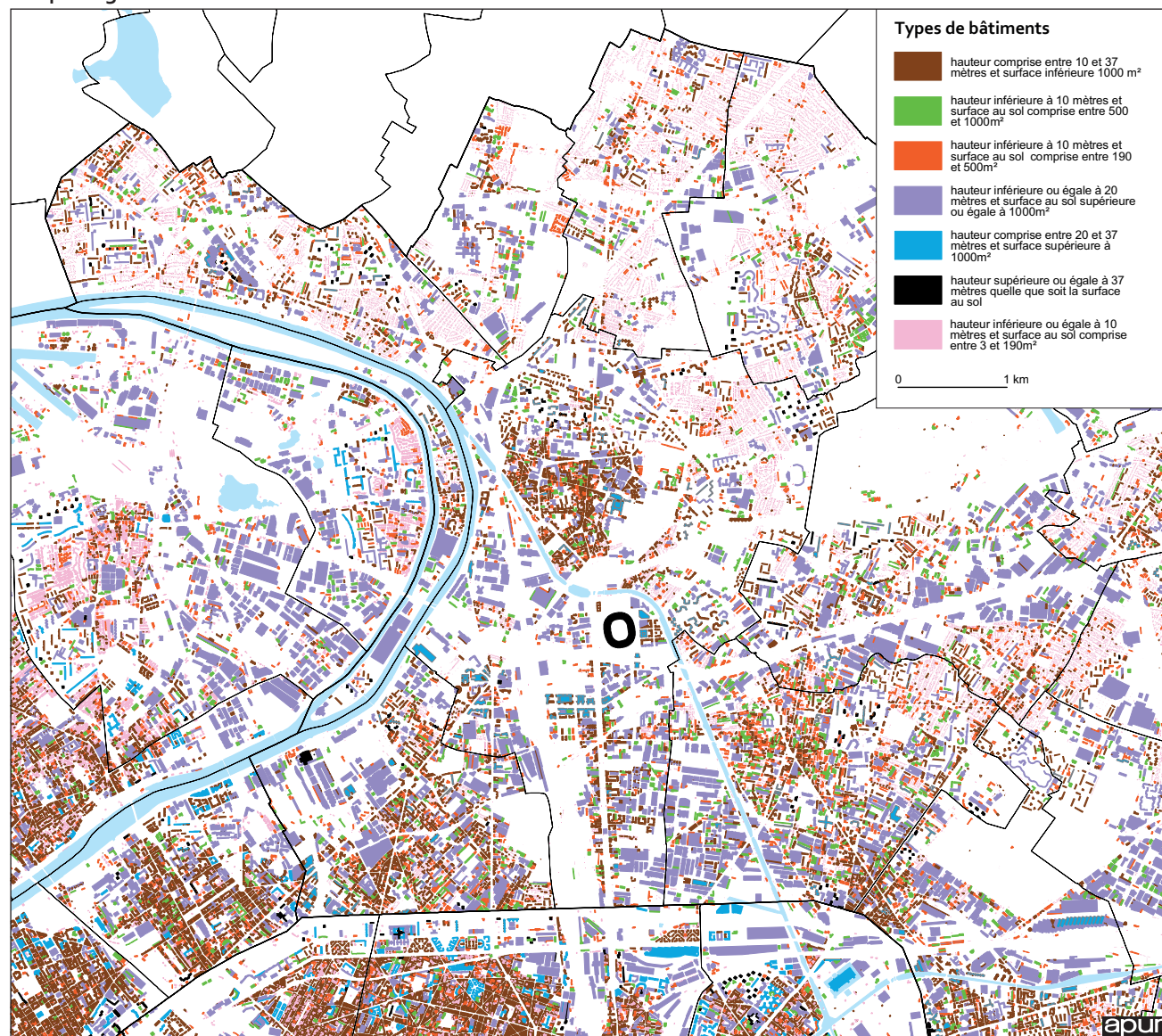
© Apur

Proposition opérationnelle

Travailler les projets de création ou de requalification d'espaces publics en intégrant la présence de l'eau et en proposant de nouvelles pratiques de gestion qui permettent la création d'îlots de fraîcheur en période caniculaire.

II - Grandes familles morphologiques

Morphologie des bâtiments



Sources : Apur, image proche infrarouge, MNT, MNE, InterAtlas 2008

Cité Paul Langevin (architecte : André Lurçat), Saint-Denis



La grande diversité morphologique du territoire de Plaine Commune peut être considérée, au même titre que ses espaces publics, comme une richesse qui mérite d'être explorée au prisme de la valorisation de l'eau brute. Cette partie examinera donc successivement les grandes entités que forment les tissus d'habitats collectifs, pavillonnaires, d'industries et d'activités.

1. Habitat collectif

A. Les grands ensembles

Les grands ensembles de ce territoire sont pour la plupart des lieux peu denses dont les espaces extérieurs, considérés comme peu qualitatifs, ne font guère l'objet d'attention. Il faut toutefois constater que, bien souvent, ils abritent une végétation de grande qualité dont la mise en valeur est susceptible d'améliorer le cadre de vie des habitants.

C'est le cas par exemple du quartier des 4000 Nord à La Courneuve, sur lequel nous reviendrons, où le patrimoine arboré est remarquable et sert aujourd'hui de support au projet de requalification des espaces publics du quartier.

Cité Floréal : création d'un espace public sur un ancien parking, Saint-Denis



Réaménagement des espaces extérieurs d'un habitat social à l'île Saint-Denis



Les opérations lourdes de réaménagement de ces grands ensembles sont des opérations urbaines qui intègrent la création de larges espaces publics permettant de redonner aux habitations un environnement de qualité. La réhabilitation des cités La Courtille, Floréal et La Saussaie en est un exemple remarquable. Les aires de stationnements, sans intérêt paysager, deviennent des parkings de qualité, plantés et articulés aux espaces publics. Une large place est aussi faite aux aires de jeux pour enfants, à la promenade. Dans le cas de ce projet à Saint-Denis l'intégration de la Vielle Mer est aussi anticipée.

Mais ce souci de requalification des espaces extérieurs ne touche pas seulement les opérations importantes, il en est de même pour des réalisations plus modestes comme celle du quartier d'habitat de l'île Saint-Denis centre. Bien que plus dense, il fait aussi l'objet d'une création d'espaces publics valorisants.

B. Nouveaux quartiers d'habitat collectif

De nombreux quartiers d'habitat ont été créés sur le territoire de Plaine Commune et plusieurs sont en cours d'étude ou de réalisation.

Souvent situés sur d'anciennes friches industrielles ou dans le tissu ancien, ces opérations sont en général assez denses et marquées par une recherche de qualité architecturale et une volonté de valoriser le projet par un travail sur les espaces extérieurs. De ce fait, nombreux sont les projets intégrant des jardins de qualité.

Parmi les réalisations les plus récentes, peuvent être signalées les opérations de logements du quartier Nozal dans la Plaine Saint-Denis, l'opération en cours Briaïs-Pasteur à Pierrefitte-sur-Seine, ainsi que le quartier des Trois Rivières à Stains qui illustrent bien cette nouvelle densité tout en offrant des espaces extérieurs très présents.

Habitat collectif sur le quartier Nozal, Plaine Saint-Denis



Habitat collectif dans le quartier de la gare RER D, Plaine Saint-Denis (ZAC Landy-Pleyel)



C. De nouveaux espaces publics générant de nouveaux besoins en eau

Les très nombreuses opérations de réhabilitation du parc de logements sociaux, faisant une très large place à la requalification d'espaces extérieurs de tailles importantes, amènent la collectivité à gérer des espaces plus qualitatifs alors qu'ils n'étaient pas obligatoirement publics auparavant.

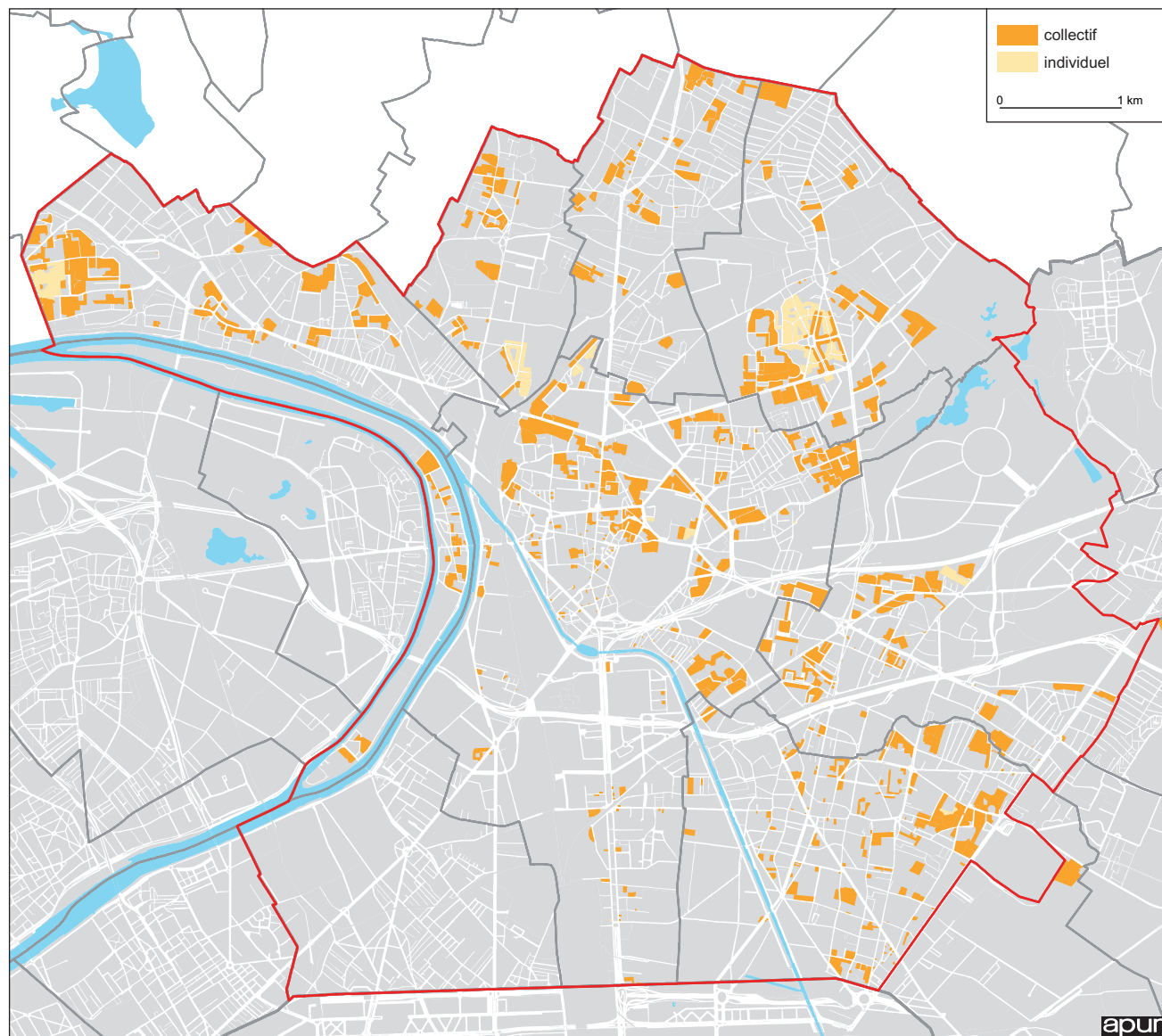
Création de nouveaux espaces publics dans la cité Floréal-La Courtille, Saint-Denis



Ces besoins en eau, qui sont surtout importants pour l'arrosage durant les premières années après la mise en place des projets, ne touchent d'ailleurs pas seulement la collectivité pour ces espaces publics, mais aussi le secteur privé ou semi-privé car les projets de création de logements neufs offrent aujourd'hui des espaces extérieurs privés plus qualitatifs et surtout plus plantés.

Comme nous venons de le voir pour les espaces publics, tous ces nouveaux aménagements vont générer des besoins en eau importants. L'entretien d'une ville est indispensable à son bon fonctionnement mais l'eau doit aussi et surtout être considérée comme indissociable du bien-être urbain, d'un écosystème qui ne dissocie pas faune, flore et êtres humains.

Quartiers d'habitat social



Proposition opérationnelle

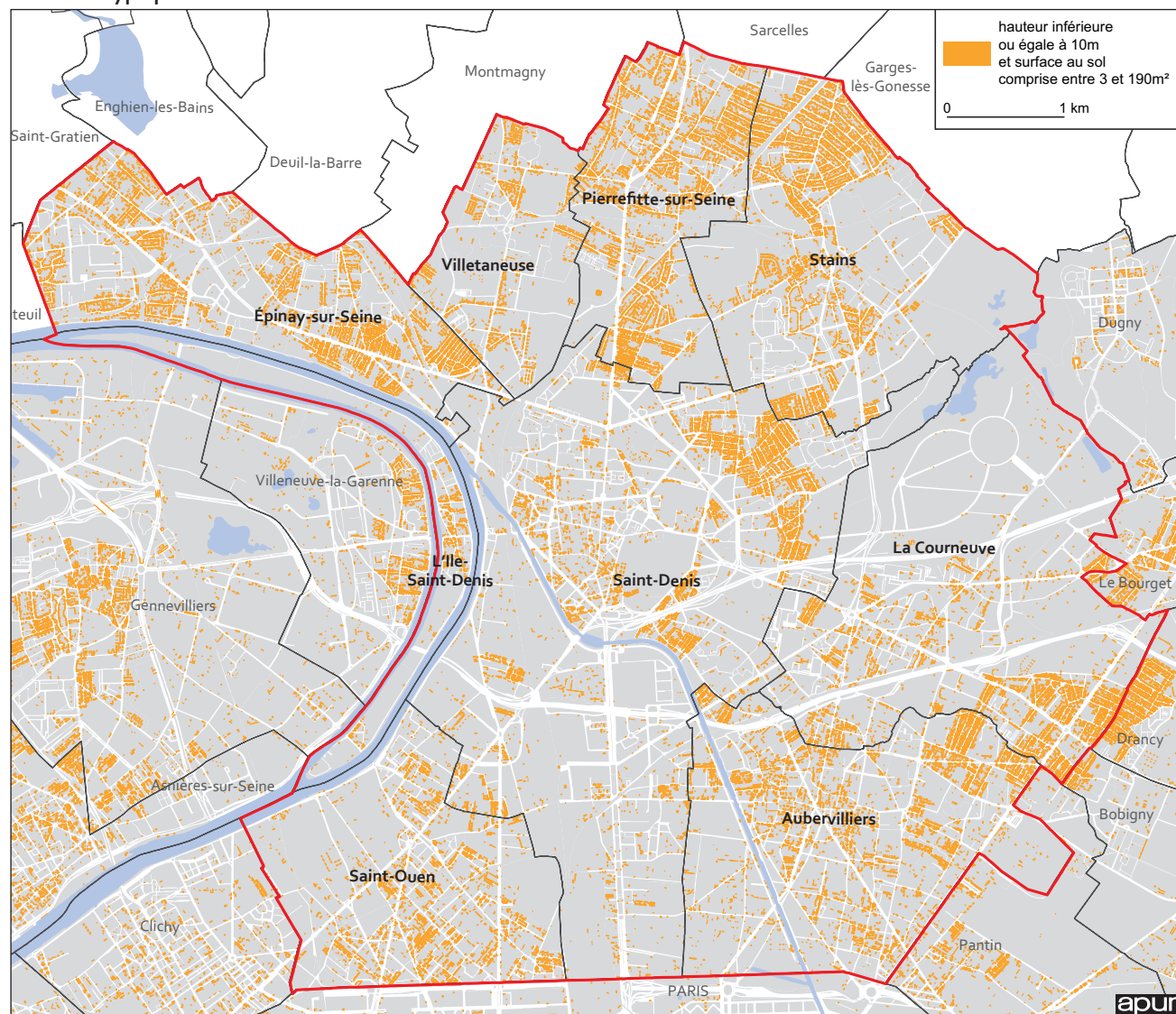
Réintégrer les pratiques de Plaine Commune en matière de gestion des espaces publics dans les quartiers d'habitat collectif.

2. Un tissu pavillonnaire varié, omniprésent en cours de densification

L'habitat pavillonnaire est composé de différents types de tissus qui vont du pavillon isolé sur sa parcelle à un tissu plus urbain formé d'un enchevêtrement de petites maisons qui se sont constituées au fil du temps pour former un tissu dense et minéral, autour de rues étroites. Entre ces deux extrêmes, toute une déclinaison de densités, de surfaces de parcelles et de largeurs de voies, est largement répandue sur le territoire.

L'habitat individuel est en quelque sorte omniprésent sur Plaine Commune même si ce sont les communes du Nord du territoire qui en possèdent le plus, Épinay-sur-Seine, Villetaneuse, Pierrefitte-sur-Seine et Stains. Cependant l'Est de Saint-Denis, Aubervilliers et La Courneuve présentent aussi ce type de tissu.

Tissus de type pavillonnaire



Sources : Apur, emprises du bâti : CG 92, 93 et 94, MNT, MNE, InterAtlas 2008

Dans certains cas, le tissu pavillonnaire le moins dense peut être imbriqué dans un tissu de maisons mitoyennes disposant de peu d'espaces libres, comme c'est le cas dans le quartier de la Mutualité à Saint-Denis. Plus souvent, les maisons sont intégrées dans le tissu urbain ancien d'habitat collectif plus proche des centres-villes, comme à Saint-Denis et La Courneuve, mais surtout à Aubervilliers. Ce type de tissu est en général très minéral, parfois dégradé, et sans végétation.

Le tissu pavillonnaire, dont une grande part a été réalisée pendant la première moitié du xx^e siècle, offre malgré tout en cumulé d'importants espaces plantés et, surtout, des espaces non bâtis qui contribuent à l'aération des quartiers. Bien que relativement stable ce tissu a tendance à se densifier progressivement.

Tissu d'habitat individuel dense sur le territoire,
Pierrefitte-sur-Seine



Tissu moins dense : Cité Jardin, Stains



Proposition opérationnelle

L'utilisation de l'eau brute sur ce type de tissu, concerne essentiellement les parcelles disposant de jardins privatifs nécessitant des besoins en arrosage.

L'accompagnement de la collectivité pour ce besoin peut se faire de deux manières :

- La première est d'initier une mutualisation de la ressource, via un réservoir et/ou un réseau local reliant les parcelles, si la taille du secteur est suffisante, en fonction de la situation du quartier au regard des ressources potentielles.
- Une autre incitation peut être envisagée à l'instar de ce qui a été mis en œuvre pour la commune de Chevilly-Larue où la collectivité a proposé d'équiper chaque maison d'un secteur pavillonnaire d'un réservoir individuel, dimensionné par la collectivité, pour reprendre les eaux pluviales des toitures. Cette opération, mise en place par le Département du Val-de-Marne, ne semble pas avoir été renouvelée sur d'autres secteurs du département.

Expérimentation sur la mise en place de bacs de récupération d'eau de pluie en zone pavillonnaire

Pour répondre à des problèmes d'inondation, le département du Val-de-Marne a mis en place, dès 2003, une politique de récupération des eaux pluviales destinée aux particuliers. Des parcelles privées de quartiers pavillonnaires, de Chevilly-Larue (300 pavillons) puis de Champigny-sur-Marne (400 pavillons) ont été équipées des bacs de récupération de l'eau de pluie (cuves de 200 à 800 ml, fournies et posées). Basées sur le volontariat, ces expérimentations ont eu un taux de retour positif d'environ 30 %.

Si ces installations ont permis d'abattre de faibles pluies, elles n'ont pas eu d'impacts réels sur les débordements de réseaux lors d'événements intenses. Le suivi de cette expérimentation a permis de conclure que les cuves étaient sous-dimensionnées et qu'elles ne permettaient pas de lutter seules contre les inondations¹.

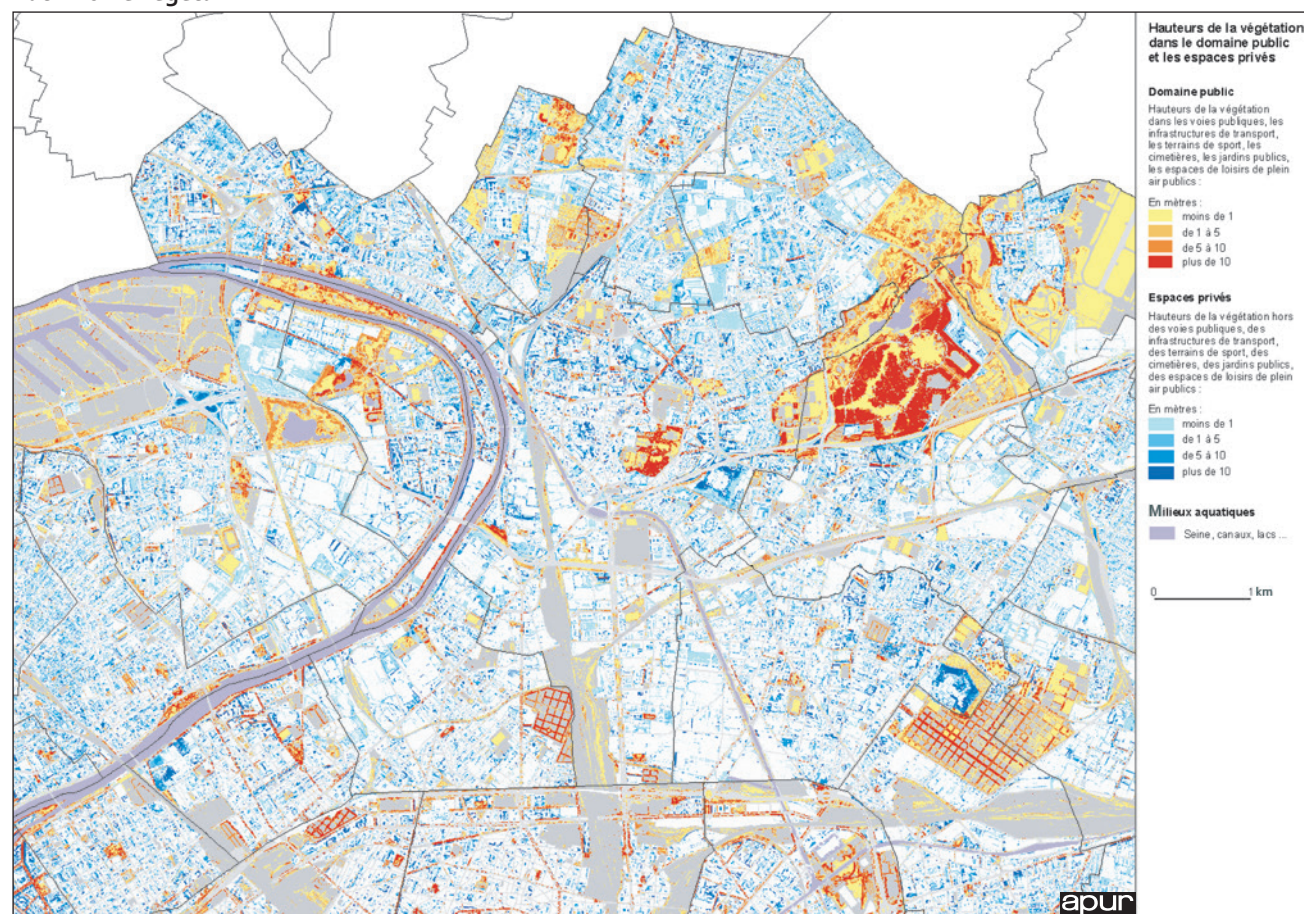
En revanche, replacé dans une perspective plus large, la pose de cuve de récupération prend tout son sens. D'abord caractérisé par un objectif exclusivement hydraulique, le projet a évolué vers un apprentissage collectif de la culture de l'eau et particulièrement : de son cycle de l'eau et de ses variations, des économies d'eau potable réalisées, de la préservation de la ressource, des effets perturbateurs de l'imperméabilisation, la cuve permettant de mesurer les volumes collectés des toitures...

Le tissu pavillonnaire peut donc être considéré comme un terrain d'expériences intéressant, même si celles-ci ne peuvent prétendre réellement contribuer à la lutte contre les inondations. Dans certains cas, pourtant, il pourrait être utile de vérifier si des volumes de stockages plus importants, un renforcement des surfaces perméables, ou tout au moins la limitation de l'imperméabilisation, n'auraient pas aussi des effets. La reconversion de fosses septiques, lorsqu'elles existent, en cuve de stockage pourrait aussi conduire à des économies d'installation et des volumes de récupération intéressants

1 – Guido Petrucci, José-Frédéric Deroubaix, Philippe Bompard, Jean-Claude Deutsch, Bernard de Gouvello, Katia Laffrêchine, Bruno Tassin, « Efficacité de la récupération des eaux de pluie dans la réduction des débordements de réseaux. Le cas du « Village Parisien » à Champigny sur Marne (Ile-de-France) », in Novatech 2010, 7^e conférence internationale sur les techniques et stratégies durables pour la gestion des eaux urbaines par temps de pluie, Lyon, France (2010). <http://documents.irevues.inist.fr/bitstream/handle/2042/35784/21602-102PET.pdf?seq>

Cette carte distingue les espaces plantés situés sur l'espace public et privé. Les espaces plantés dans le domaine privé (en bleu) font clairement apparaître le potentiel d'équipement en cuve de récupération des EP dans le secteur pavillonnaire (voir également la carte des espaces déficitaires en végétation p.18).

Patrimoine végétal



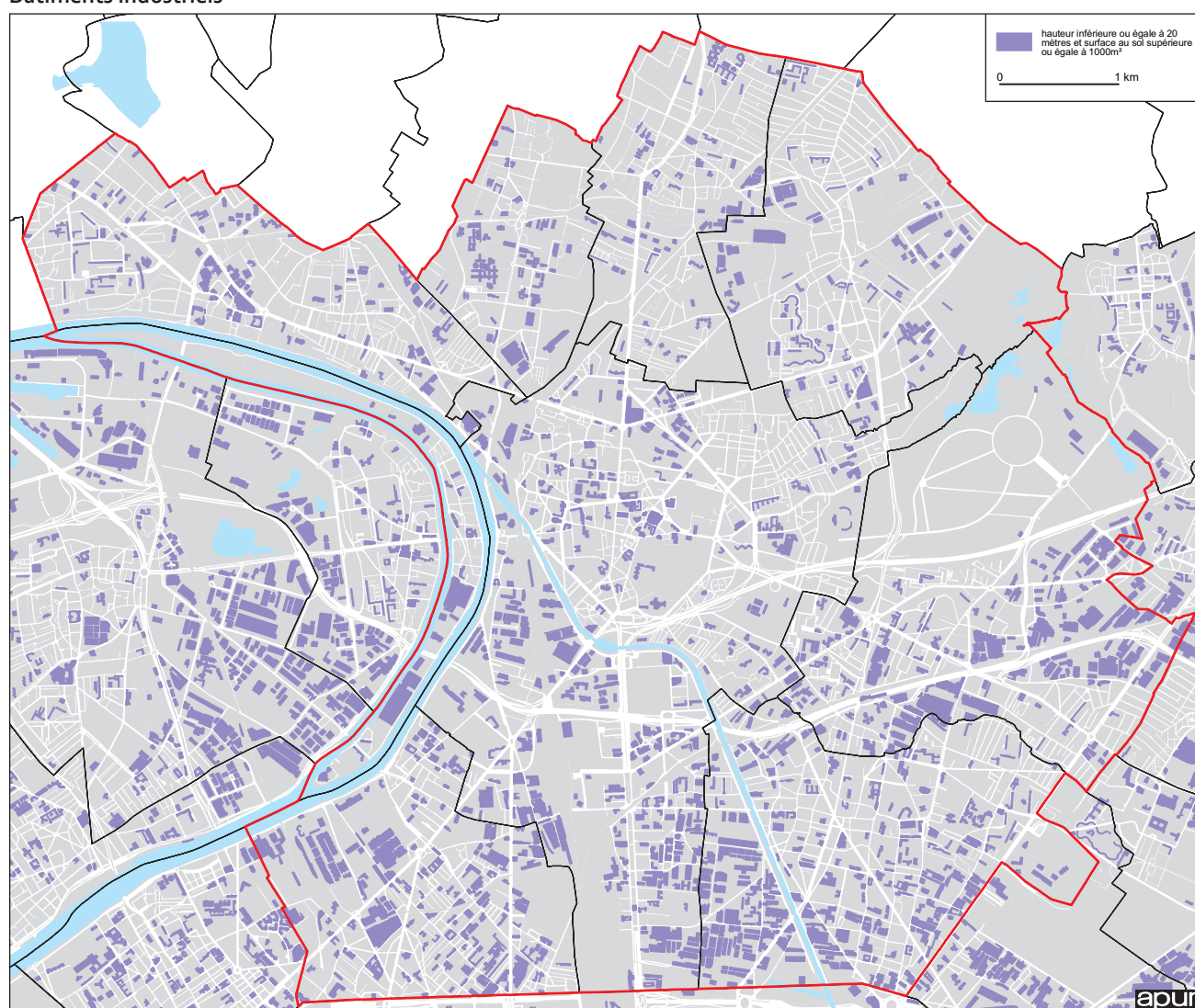
Sources : Apur, image proche infrarouge, MNT, MNE, InterAtlas 2008

3. Un tissu de grandes emprises en mutation

A. De nouveaux besoins en eau liés aux nouvelles activités

Dans la Plaine Saint-Denis, les sites industriels, souvent constitués de grandes parcelles, ont fait l'objet de vastes opérations d'aménagement créant de nouveaux espaces publics, des secteurs d'habitat et parfois d'activités tertiaires comme c'est le cas autour des deux stations de RER et de la nouvelle station de métro Place du Front Populaire. Les grandes parcelles disparaissent au profit des quartiers urbains formés de rues, de places et d'une mixité d'occupations.

Bâtiments industriels



Sources : Apur, emprises du bâti : CG 93 et 92, image proche infrarouge, MNT, MNE, InterAtlas 2008

Place du Front Populaire, Saint-Denis



Archives Diplomatiques, La Courneuve



Plaine Commune est aussi le lieu d'accueil d'établissements publics emblématiques à vocation nationale avec l'implantation des Archives Diplomatiques, à La Courneuve, sur d'anciens sites industriels et l'installation des Archives Nationales sur le secteur des Tartres, les derniers terrains agricoles de ce territoire.

Bâtiment « Mécano » en voie de mutation



Par ailleurs, les éléments du tissu industriel du début du siècle dernier, s'ils n'ont pas déjà été démolis lors d'opérations d'aménagement, font l'objet de réhabilitation comme c'est le cas à La Courneuve avec l'entreprise Mécano, futur centre administratif et médiathèque, ou à terme pour la mythique entreprise Babcock aujourd'hui est en voie de cessation d'activité mais dont le patrimoine est destiné à accueillir le secteur tertiaire ainsi que des logements.

Entreprise Babcock en attente d'un avenir



Construction du plus grand centre commercial de « gros », Aubervilliers



Les activités de stockage et de commerce de gros, dont les grands entrepôts s'étaient intégrés dans le tissu industriel, sont également en voie de mutation avec la réalisation d'un immense centre commercial de gros (le plus grand d'Europe) à Aubervilliers à proximité du Millénaire, centre commercial bâti sur des friches industrielles. Enfin, les Data Centers, sur lesquels nous reviendrons plus loin, forment une part représentative des transformations engagées ces dernières années.

Pour toutes ces emprises, la consommation en eau peut être significative notamment pour des usages de nettoyage puisque les surfaces de voiries et parkings peuvent être importantes comme pour les centres commerciaux ou les espaces tertiaires.

Pour les activités tertiaires disposant de peu d'espaces extérieurs, le besoin existe malgré tout, notamment pour les sanitaires et la climatisation. Néanmoins, l'arrosage ne doit pas être sous-estimé car, même lorsqu'il y a peu d'espaces extérieurs, ceux-ci sont souvent très valorisés.

Le tissu industriel ou d'activité et plus largement les terrains comportant des bâtiments de grandes emprises, méritent d'être regardés avec attention car ils peuvent être aussi considérés comme des générateurs de ressource en eau brute. En effet, les grandes surfaces imperméabilisées des toitures peuvent recueillir les eaux de pluie. Ces eaux pourraient alimenter des réservoirs aériens ou souterrains, et servir à l'arrosage des espaces plantés et au nettoyage des emprises non bâties, voire des emprises bâties ainsi qu'à l'alimentation de réserves incendie.

Cette approche est particulièrement importante à envisager dans les secteurs où les réseaux d'assainissement sont en unitaire. Dans le cas où un réseau séparatif existe, celui-ci pourrait être utilisé comme réseau d'ENP reliant tout ou partie des réserves créées.

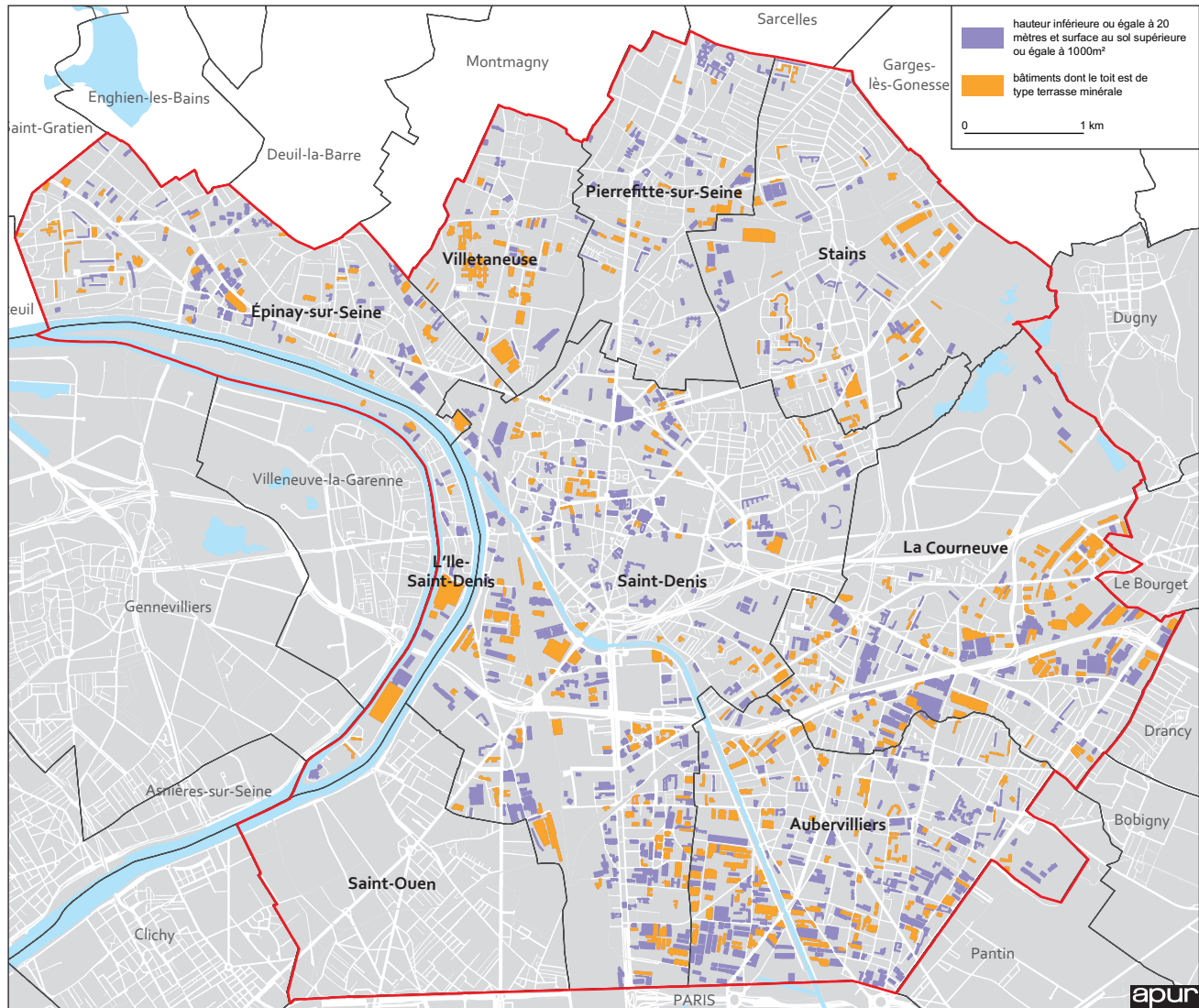
La réflexion sur les grandes emprises bâties concerne aussi le renforcement possible d'espaces plantés et la lutte contre les ICU. En effet, lorsque les capacités portantes des structures le permettent, les toitures terrasses pourraient être plantées et servir à la fois à la rétention de l'eau, à l'arrosage de la végétation, ainsi qu'à l'évaporation et l'évapotranspiration.

Tissus industriels et réservoirs d'eau : réserves incendie à Plaine Commune et cuves d'eau pluviales d'un jardin couvert sur l'île de Nantes



© A pur

Bâtiments industriels dont le type de toit est à dominante terrasse minérale



Sources : Apur, emprises du bâti : CG 93, image proche infrarouge, MNT, MNE, InterAtlas 2008

Enfin, une meilleure connaissance des anciens territoires industriels devrait conduire à profiter du niveau d'équipement existant sur ces sites (forage, réseaux d'eau, d'assainissement). Cela pourrait guider à terme des opérations de renouvellement et valoriser ce patrimoine. C'est ce qui est prévu, au hasard d'une découverte de terrain, sur le quartier des Trois Rivières à Stains. En effet, une résurgence d'eau a été découverte dans ce quartier et sera intégrée dans la deuxième tranche du projet d'espaces publics, permettant ainsi de créer un écoulement d'eau continu au cœur de la future « placette cathédrale ». Cette approche doit être poursuivie, servir de référence et surtout être diversifiée. La finalité de l'utilisation de cet héritage ne saurait se limiter au seul embellissement de l'espace public, aussi vertueux soit-il.

La présence d'eau permanente dans le parking communautaire Basilique, à Saint-Denis, mériterait aussi d'être étudiée avec plus d'attention. Aujourd'hui, ces eaux claires souterraines sont pompées et rejetées à l'égout par le délégataire Vinci Park (volume estimé à 92 m³/j, soit 33 580 m³/an).

Proposition opérationnelle

Recenser et valoriser le patrimoine existant (grandes surfaces de toitures, cuves et réservoirs d'eau, forages...) qui sont autant d'opportunités de production et de valorisation des ressources en eau brute.

B. Un secteur d'industrie et d'activité toujours présent et novateur

Une vitrine reproductible : Point P à Aubervilliers



Noue des eaux de toiture



Bassin de récupération des eaux de toitures



Bassin de récupération des eaux de voirie



Ventilation de cuve eaux noires enterrée



Dernière épuration des eaux noires avant injection en nappe



Nouvelles plantations

Le groupe Saint-Gobain, engagé dans une démarche environnementale forte, a fait du site Point P, sur la commune d'Aubervilliers, une référence susceptible de servir de modèle pour les autres activités de ce type au sein de l'entreprise. Les expérimentations ont porté sur les bâtiments (isolations, économie d'énergie...), la production d'énergie, la gestion des déchets et celle des eaux brutes, pluviales et usées.

Après un retour d'expérience de 3 ans, il ressort que l'objectif de zéro rejet d'eaux pluviales et d'eaux usées en égout a été atteint.

Gestion des eaux

Trois bassins à ciel ouvert permettent la gestion des eaux. Le premier reçoit les eaux de toitures grâce. Il est alimenté par une noue plantée entourant le bâtiment. Le second, formant rond-point pour la circulation des véhicules, est interconnecté avec le premier bassin. Il reçoit les eaux de ruissellement de la chaussée. Un dernier bassin planté achève l'épuration des eaux noires préalablement traitées. Ces eaux, issues des sanitaires du personnel, sont alimentées avec l'eau de pluie des toitures pompées dans le premier bassin. Après traitement, elles sont injectées directement dans la nappe.

La volonté de mise en valeur du site passe également par une forte présence du végétal. Plusieurs arbres de haute tige présents sur site ont été conservés et l'ensemble des noues ou ouvrages de récupération des eaux ont été plantés et font l'objet d'un suivi avec le Muséum d'Histoire Naturelle (diversité des espèces, capacité de dépollution...).

La végétation et le maintien de surfaces perméables contribuent à la gestion des eaux (infiltration, évaporation et évapotranspiration). L'eau brute collectée sert également à l'arrosage des espaces plantés et au nettoyage.

L'eau du canal : une ressource potentielle

Lorsque l'eau de pluie manque, toute une partie des plantations dépérit et fait perdre au paysage les qualités recherchées. Le site en déficit d'eau pourrait alors être alimenté par le canal Saint-Denis situé à proximité. Il suffirait pour cela que les anciennes canalisations de rejet, qui avaient été obstruées à la demande du service des canaux, soient réouvertes et bénéficie de la nouvelle politique mise en œuvre par la Ville de Paris. Les espaces plantés pourraient alors être arrosés convenablement et le cycle d'épuration maintenu en fonctionnement avec une autre ressource en eau non potable.

De plus, l'eau du canal pourrait permettre d'alimenter la réserve en cas d'incendie (cuve d'une capacité de 900 m³). D'après les données dont dispose l'entreprise, l'eau du canal serait parfaitement compatible avec cet usage.

En conclusion, si le site de Point P peut être une véritable vitrine pour l'entreprise Saint-Gobain, il ressort que l'exemplarité de la démarche pourrait servir à d'autres activités implantées ou prévues sur le territoire de Plaine Commune. Les retours d'expérience de ce type devraient donc être plus largement partagés et les solutions adaptées en fonction des situations des entreprises sur le territoire et des contraintes de terrains : proximité de la ressource en eau de surface ou souterraine, capacité ou non à injecter en nappe, réduction des surfaces imperméabilisées, enrichissement des surfaces plantées...



Système d'arrosage intégré



© Apur

C. Un cas métropolitain d'une gestion optimisée de la ressource en eau : l'usine Renault à Choisy-le-Roi

Localisation du site Renault : 140 avenue de Villeneuve-Saint-Georges, Choisy-le-Roi



Entreposage de moteurs et de boîtes de vitesse sur le site Renault, Choisy-le-Roi



Descriptif des activités

Cette usine est spécialisée dans la réparation et le nettoyage de moteurs et de boîtes de vitesse destinés à faire l'objet d'échanges standards.

Les usages de l'eau brute

Sur ce site, l'entreprise Renault a fait le choix d'une gestion optimale de la ressource en eau en alimentant en eau brute tous les usages ne nécessitant pas une qualité d'eau potable. Ce choix est avant tout motivé par des raisons économiques mais répond aussi à la volonté de faire de ce site un exemple sur le plan environnemental.

Les différents usages sont :

- L'alimentation des machines à laver destinées au nettoyage des pièces détachées.
- L'alimentation des sanitaires : toilettes, urinoirs.
- L'alimentation du réseau incendie. Les assurances ont donné l'autorisation à l'entreprise d'utiliser leur pompage en Seine pour alimenter le réseau sous pression et une cuve incendie de 900 m³.
- Le lavage des filtres utilisés pour réduire le taux de MES de l'eau de Seine.

Des équipements permettant d'adapter l'eau brute aux usages

Un pompage en Seine alimente un réseau dont la pression est de 4,5 bars, étendu sous tout le site.

L'eau pompée en Seine reçoit une première injection de chlore avant d'être épurée par différents filtres (le premier de 300 microns puis deux autres filtres à sable de 50 microns). Le premier filtre à sable a été installé en 1976 et le second en 1982. Le système de pompage comprend trois pompes dont une est gardée en secours au cas où l'une des deux autres tomberait en panne. Le système de pompe est aujourd'hui surdimensionné

Pompage en Seine



Système de pompage



Premier filtre de 300 microns



Deux filtres à sable de 50 microns



compte tenu de la baisse de l'activité du site. D'après des chiffres de consommation de 2011, les deux pompes utilisées produisent 80 m³/j. La capacité maximale de ces pompes est de l'ordre de 480 m³/j/pompes, soit 960 m³/j pour les deux pompes.

Le parcours de l'eau est clairement signalé afin de distinguer le type d'eau circulant dans les canalisations.

L'équipe de gestion des eaux



Une équipe dédiée à la gestion de l'eau sur le site

Renault a fait le choix de consacrer une équipe à la bonne gestion de l'eau sur le site. Son rôle est avant tout d'assurer le bon fonctionnement des réseaux, de suivre les évolutions des consommations et de proposer les aménagements nécessaires à l'optimisation de l'eau brute (raccordement de tous les équipements ne nécessitant pas une eau potable...).

Économie liée à l'utilisation de l'ENP

Le cas de cette usine est révélateur du potentiel que représente ce type d'activité dans l'optimisation de la consommation en eau. En 2011, sur les 32 708 m³ d'eau consommés sur le site Renault, soit 11 938 420 m³/an, 90 % correspond à l'eau de Seine. En 2012, 70 % de l'eau utilisée provient de la. La différence entre les deux années tient à une fuite rencontrée en 2011 sur le réseau d'eau de Seine. Seuls les usages, tels que la restauration et les douches sont conservés en eau potable. Le suivi des consommations par les autorités sanitaires garantit le respect du volume minimal d'eau nécessaire à l'hygiène des 300 employés. Les équipements existants permettent de minimiser les coûts en matière de consommation d'eau. 1 m³ d'eau brute revient à 1,13 euro contre 2,91 euros pour 1 m³ d'AEP.

L'eau industrielle utilisée sur le site est traitée avant rejets contrôlés en réseau d'assainissement.

Par ailleurs, la recherche d'économie d'eau a aussi conduit à créer un réseau spécifique reliant la réserve incendie à un banc d'essai moteur. Ce réseau fonctionne en circuit fermé et permet le refroidissement des moteurs.

Proposition opérationnelle

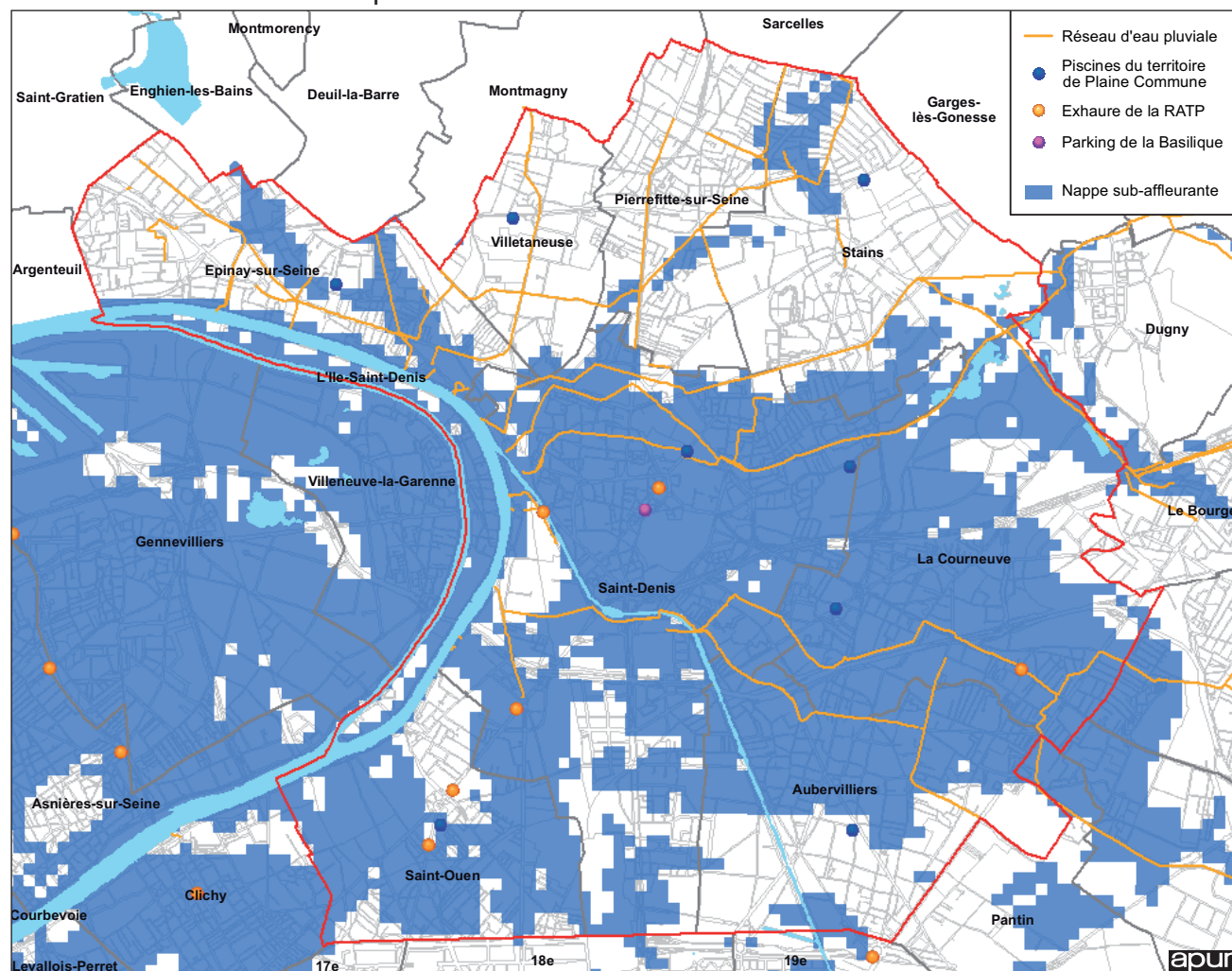
Valoriser les expériences des sites novateurs sur la gestion de l'eau tels que le Point P à Aubervilliers et Renault à Choisy-le-Roi auprès des acteurs du territoire (Plaine Commune Promotion, Aménageurs, Département Développement Urbain et Social, Département Développement économique...) par le biais de visites notamment.

**III - Repérage d'entités
cohérentes : des lieux plus
privilegiés qui permettent
une approche
moins cloisonnée**

1. Faible prise en compte de l'eau dans les opérations d'aménagement

Bien qu'il soit possible de considérer que, quelle que soit la localisation dans ce territoire, une ressource en eau existe toujours, plus ou moins proche et accessible (la nappe très présente, les eaux pluviales), il reste que pour certains secteurs l'utilisation d'une eau brute peut être plus directe et notamment pour les eaux de surface.

État des ressources en eau brute exploitable sur le territoire de Plaine Commune

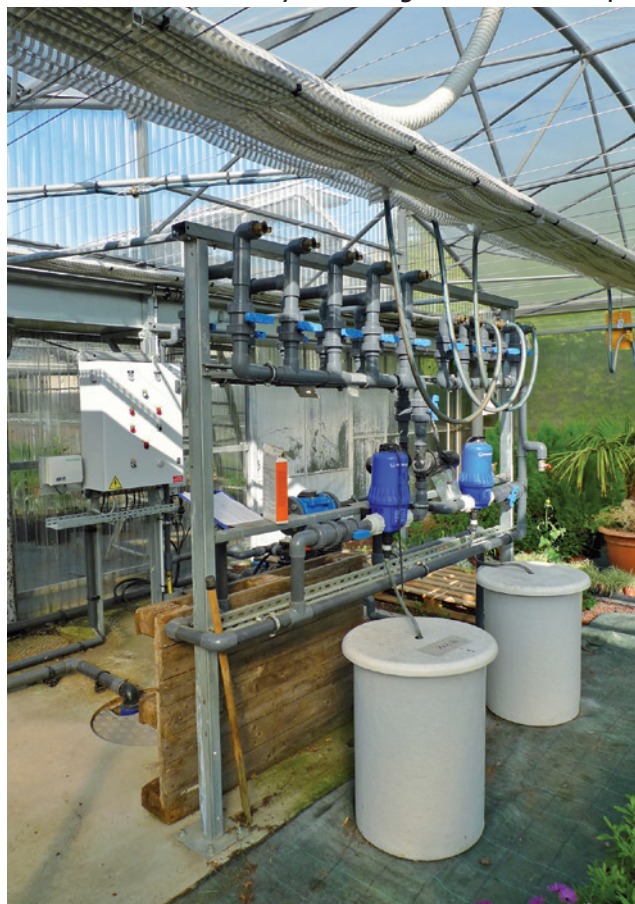


Sources : Apur, BRGM, RATP, SIAAP, DEA 93, Plaine Commune

Pourtant, il est important de rappeler que les opérations d'aménagement sont rarement conçues en lien avec l'eau. Les seules à intégrer cette problématique sont celles qui ont mis en place une gestion des eaux pluviales à ciel ouvert dans leur parti d'architecture et de paysage. L'accompagnement des aménageurs, par les services d'assainissement intercommunaux et départementaux, s'est effectué sur les aspects de maîtrise du ruissellement et non, ou très peu, au niveau des utilisations possibles de l'eau brute, même pluviale. Ceci confirme que ces acteurs se sont peu approprié toutes les dimensions liées à l'eau. Dans le cadre des zones d'activité, l'utilisation des eaux pluviales pour des réserves incendie ou pour le nettoyage est parfois évoquée par le promoteur, mais plus rarement par un aménageur.

Toutefois, quelques opérations de recyclage existent pourtant comme pour les serres municipales de La Courneuve ou bien des opérations très ponctuelles et individuelles (centrales à béton et Point P à Aubervilliers). Dans le parc G. Valbon, la Maison Mandarine utilise aussi les eaux pluviales pour les toilettes des enfants et l'alimentation en eau du jardin. Ce projet a été conçu avec un réel souci de pédagogie.

Serre de La Courneuve : système de gestion de l'eau de pluie et vue générale



Maison Madarine, La Courneuve



Enfin, certains projets de squares ou d'espaces publics prévoient des cuves de récupération des eaux pluviales pour l'arrosage des espaces plantés : square de la Cristallerie à Saint-Denis ; place du Front Populaire à Saint-Denis/Aubervilliers ; parvis de la future gare de la TLN « Pierrefitte-Stains ».

Mais de nombreuses opérations n'ont aucun lien avec l'eau, d'où qu'elle vienne, même lorsque les sites se trouvent à proximité d'une ressource comme pour le parvis récent de la gare de Saint-Denis, pourtant au bord du canal.

De plus les opérations n'ont jamais vraiment cherché à valoriser la ressource de proximité, à l'exception de l'éco-quartier fluvial, entouré d'eau. Les berges sont dessinées pour permettre des usages et une visualisation de l'élément « eau » dans le projet, même si cela a été développé à minima. Le Projet Universitaire Urbain (PUU) à Villetaneuse n'intègre pas le ru d'Ar-ras dans son plan d'ensemble. Le ru reste en limite de projet, sans aucune relation avec lui

Square-place du Front populaire, Aubervilliers



Espace libre planté et Vieille Mer - quartier Floréal, St-Denis

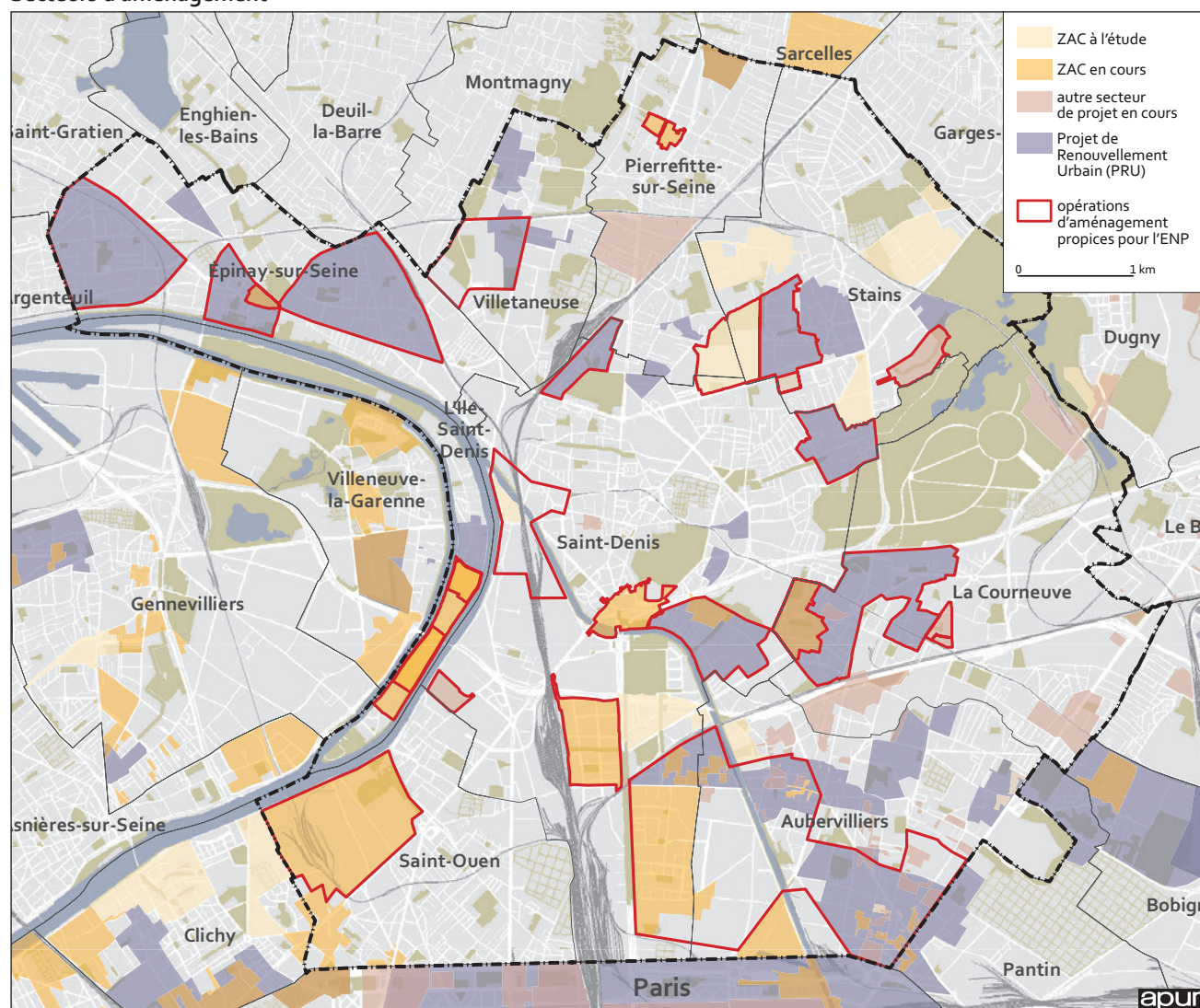


alors que son intégration aurait permis de repenser sa place dans la ville et de le réhabiliter, de réfléchir à des usages différents et d'initier une trame verte et bleue sur ce secteur.

Les opérations ne semblent pas être analysées en fonction de ces opportunités de futures trames. Par exemple, même si le projet de la Vieille Mer n'est pas acquis partout, les différentes études de faisabilité dont il a fait l'objet avaient comme objectif, entre autres, de ne pas laisser s'opérer des mutations foncières qui par la suite empêcheraient de découvrir la rivière. Or, si le projet a été pris en compte dans le cadre de l'opération ANRU Floréal-Courtille, il n'en est pas de même pour l'actuelle opération de la rue Politzer, à Saint-Denis, où la construction récente de logements rend aujourd'hui quasi impossible la découverte de la Vieille Mer.

Plus largement, le dynamisme urbain de Plaine Commune induit des modifications importantes en termes d'impacts sur les ruissellements notamment. De nouvelles surfaces sont imperméabilisées mais surtout beaucoup mieux raccordées aux réseaux publics. Cette eau est une ressource et il serait utile de se questionner sur l'opportunité de créer des systèmes de réserves d'eau à l'amont des dispositifs de stockages-infiltration pour satisfaire les nouveaux usages urbains. À ces questions, l'opération des Tartres apporte une réponse qui pourrait être adaptée autrement à d'autres situations géographiques et urbaines.

Secteurs d'aménagement



Sources : Apur : mise à jour en été 2013, ESRI 2012, DeLorme, NAVTEQ

A.Exemples d'opérations à proximité des eaux de surface

Le territoire de Plaine Commune est marqué par la présence de la Seine, du Canal Saint-Denis et de plus petits cours d'eau comme le ru d'Arras et la Vieille Mer encore aujourd'hui busés.

La Seine et le canal offrent aux différents territoires de proximité la possibilité de prises d'eau mais aussi de rejets. L'utilisation de cette eau semble aisée pour certaines opérations d'aménagement qui concernent 6 communes.

Il semble très important de mener une réflexion sur la possibilité d'utilisation de l'eau présente pour le secteur Confluence de Saint-Denis, sur la ZAC « éco-quartier fluvial » de l'Île Saint-Denis et bien évidemment sur les Docks de Saint-Ouen du fait du formidable potentiel existant.

Photo aérienne secteur Confluence



© InterAtlas 2012

Sur les deux derniers secteurs, la prise en compte de l'eau est déjà très présente et notamment pour la gestion des eaux pluviales en lien avec le paysage du projet. L'eau est, de ce fait, considérée comme une ressource. Le travail de gestion alternative des eaux pluviales amorcé sur ces sites, devrait rendre plus aisé le développement d'une démarche de valorisation de ressources en eau diversifiées pour les usages des futurs quartiers. En effet, sur ces opérations les acteurs sont déjà sensibilisés au rapport entre l'eau et le projet d'aménagement (ressource), sur la valorisation du projet par l'eau.

Le secteur Confluence, vaste site en projet, est très propice à l'utilisation de l'eau du Canal et de la Seine, mais également à l'exploitation des infrastructures hydrauliques comme exutoire dans le cadre de la gestion des eaux pluviales des projets. C'est ce qui est prévu dans la ZAC Brémond-Neaacité, située sur ce secteur. Le projet prévoit des zones de rétention à ciel ouvert dans un parc avant rejet des EP en Seine via un réseau déjà existant. De plus, c'est une occasion de repenser le réseau d'assainissement et de le passer en séparatif, ce qui est actuellement à l'étude par les services de Plaine Commune.

L'opération du pôle universitaire de Villetaneuse, comme indiqué plus haut, pourrait se développer en valorisant le ru d'Arras et dans ce cadre, envisager la possibilité d'utiliser l'eau disponible pour l'arrosage et le nettoyage des espaces nouvellement créés.

L'opération des Trois rivières à Stains qui se situe dans une « vallée » où coulent d'anciennes rivières, la Vieille Mer, le Rouillon et le Croult, est elle aussi propice à l'utilisation d'eau brute. Par ailleurs, il existe une résurgence d'eau, identifiée récemment sur l'emprise de la phase 3 en cours d'aménagement, qui pourrait tout à fait être intégrée dans le projet d'espaces public. En plus du stockage des eaux pluviales déjà existant, il est envisageable de faire « renaître » sur le site un ruisseau et participer de ce fait à la naissance d'une future trame à intégrer dans

le projet plus vaste de la Vieille Mer. Un stockage ponctuel de cette eau de nappe pourrait aussi servir, là encore, à l'arrosage et au nettoyage des espaces publics de ce quartier, mais aussi plus largement de ce secteur entretenu par les unités territoriales de Plaine Commune.

Résurgence d'eau souterraine dans le quartier des Trois Rivières, Stains



L'éco-quartier fluvial de l'Île Saint-Denis, cette opération d'aménagement a bien entendu intégré dans son plan d'ensemble l'inondabilité du site et la Seine comme élément à forte valeur esthétique et paysagère. En revanche, il ne semble pas que le fleuve soit considéré comme une ressource pour satisfaire des usages urbains, qu'il s'agisse du nettoyage, de l'arrosage ou de l'animation urbaine. Seule exception, le parc prévu sur le quartier doit intégrer une vis sans fin pour alimenter en eau de Seine des bassins filtrants puis des jardins familiaux avant rejet en Seine (sur le modèle du parc du Chemin de l'Île). Les eaux pluviales, en revanche, sont gérées à ciel ouvert dans les espaces publics. Elles alimentent par système de surverse des bassins en série qui jouent sur la topographie, avant rejet en Seine. À proximité des bâtiments, et des espaces les plus urbains, les ouvrages de stockage sont plus minéralisés et graphiques (bassin miroir) et sont des éléments d'animation urbaine. Plus on descend vers les points bas, vers les berges, plus les dispositifs de stockages sont végétalisés pour s'intégrer à l'épaisseur de la ripisylve, lieu d'usage de promenade plus bucolique.

Parc du Chemin de l'Île, Nanterre



B. Exemples d'opérations ayant des caractéristiques propices à l'utilisation d'une eau brute

Même si toutes les mutations urbaines en cours ou prévues sur le territoire de Plaine Commune ont un potentiel favorable à une utilisation d'une eau brute, certaines disposent d'atouts plus importants, du fait du parti d'aménagement, des volontés urbanistiques et architecturales ou des potentialités d'usages importantes (un parc ou un jardin à arroser par exemple). La présence forte de la nappe est un élément déterminant à prendre en compte.

Toutes les opérations de réhabilitation de grands ensembles devraient intégrer une réflexion sur la recherche de nouvelles ressources en eau afin de diminuer la consommation en eau potable particulièrement pour l'entretien des espaces extérieurs toujours plus valorisés. C'est par exemple le cas sur le PRU Floréal-Saussaie-Courtille où de nombreuses plantations ont été faites, de nouveaux jardins et des aires de jeux paysagères réalisés. Aujourd'hui, aucune opération de réhabilitations de ce type sur Plaine Commune n'a intégré cette problématique. Pourtant certaines de ces opérations « possèdent » une ressource à quelques mètres sous terre comme c'est le cas sur Floréal à Saint-Denis et plus encore sur les 4000 Nord à La Courneuve où la nappe inonde les sous-sols de certains bâtiments.

Jardin du quartier Floréal- La Saussaie- La Courtille, Saint-Denis



Dans le cadre de la réhabilitation du quartier des 4000 Nord, une étude de faisabilité a été menée pour gérer les eaux pluviales et la nappe à ciel ouvert dans les futurs espaces publics et permettre d'animer l'espace. Le projet a été conçu pour écrêter la nappe, liée à l'ancien tracé du ru Saint Lucien, qui inonde les caves des immeubles depuis de nombreuses années. Un projet global d'espace public permet d'assainir les caves en recréant un ru Saint Lucien qui sera susceptible de retrouver la Vieille Mer, son exutoire naturel, à 1 km à l'aval. Sur ce parcours, des opportunités ont été mises en évidence pour faire transiter le ru Saint Lucien par le parc des sports ou bien en longeant la voirie qui relie les 6 Routes de La Courneuve et le Globe de Stains, axe qui devrait muter dans quelques années. Cette démarche opérationnelle permet en outre de commencer à construire une trame verte et bleue en retrouvant d'anciens rus (Saint Lucien et Vieille Mer) et en reliant les 4000 à la Seine.

Cependant l'intégration des eaux de nappe au projet n'est pas assurée du fait des décisions prises par Plaine Commune Habitat pour la réhabilitation de ses bâtiments et des caves.

À Épinay-sur-Seine, surtout pour l'opération des Presles où la présence d'eau dans le sol est importante, une utilisation pourrait là encore être viable.

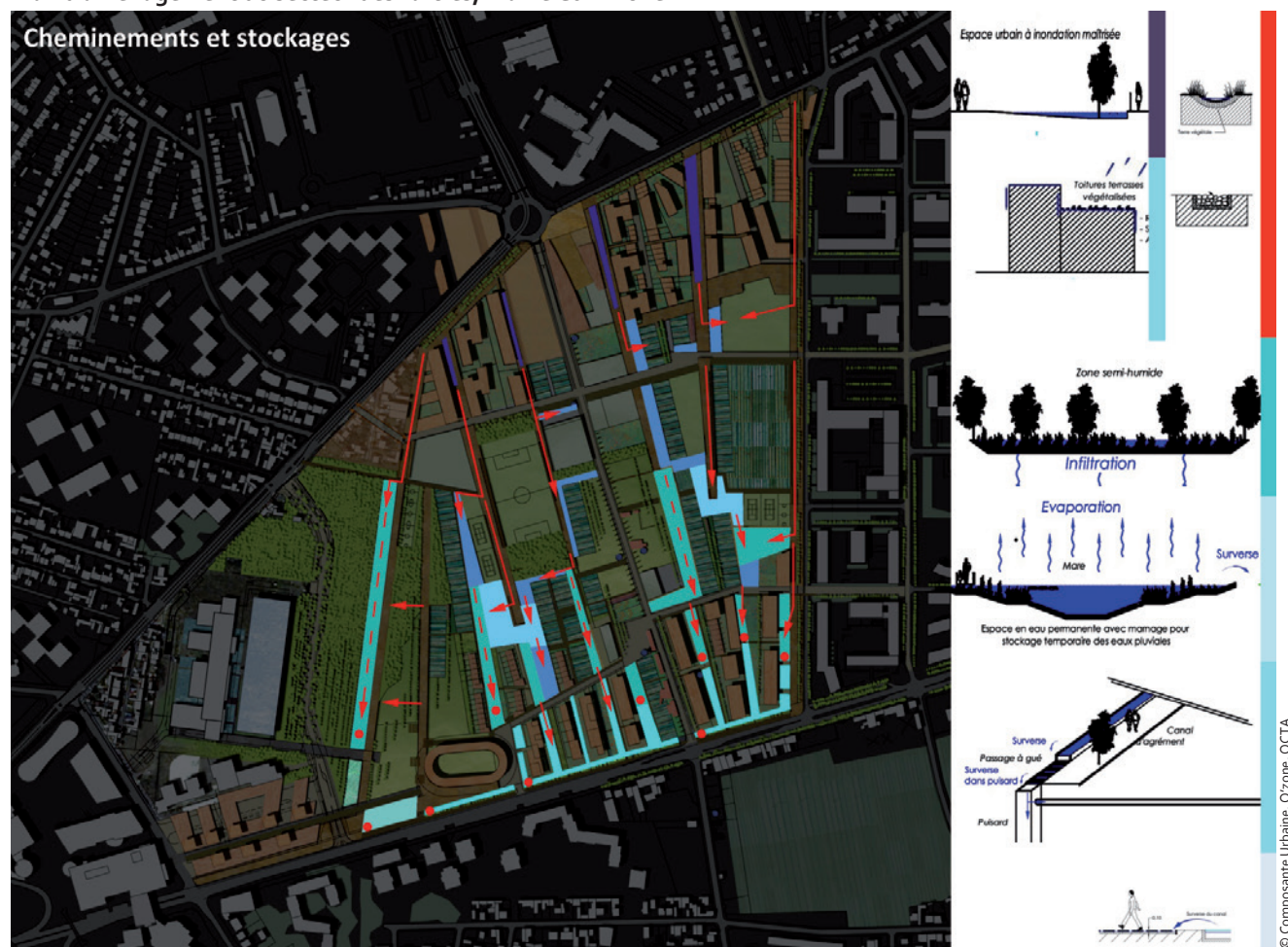
La recherche de nouvelles ressources en eau pour les usages liés aux espaces extérieurs semble être une bonne orientation, du fait de l'accroissement de ces usages, de la proximité de la ressource et de sa disponibilité. Par exemple, il semble aisé de promouvoir une ressource en eau brute pour l'arrosage des jardins familiaux. C'est d'ailleurs déjà le cas pour les jardins de

Villetaneuse à proximité du ru d'Arras, proches de centre-ville et de l'université, où les jardiniers utilisent de façon spontanée l'eau du ruisseau.

En revanche, vouloir en faire bénéficier les habitants, directement dans les emprises bâties, semble plus difficile en termes d'investissement engendré et de réglementation sanitaire (double réseau, dispositifs de sécurité, maintenance et contrôle). Cette orientation pourrait être envisagée dans un second temps en fonction de l'expérience acquise sur les espaces extérieurs, mais également en fonction des programmes. Les cas d'utilisation d'eau brute pour les sanitaires existent en région parisienne pour certains équipements (hippodrome d'Auteuil, dans le bois de Boulogne) ou pour certaines activités (Point P à Aubervilliers où l'eau de pluie est récupérée pour les toilettes du personnel).

Les opérations dont le programme intègre un parc urbain, comme c'est le cas pour la ZAC Landy-Pleyel à Saint-Denis ou ZAC de la Tour à La Courneuve, trouveraient un intérêt certain à utiliser une eau de proximité. C'est ce vers quoi s'orientent les aménageurs de l'opération des Tartres, aux limites de Saint-Denis, Pierrefitte-sur-Seine et Stains.

Plan d'aménagement du secteur des Tartres, Plaine Commune



Ce site de plus de 40 ha est aujourd'hui essentiellement occupé par des maraîchers. Sur ce terrain, l'opération d'aménagement aura des impacts importants sur les réseaux publics du fait d'un changement radical de l'imperméabilisation des sols. Pour cette raison, il a été décidé de mettre en place une démarche de « zéro rejet » en infiltrant l'intégralité des eaux pluviales. Sur l'ensemble de l'opération, à chaque sous bassin-versant, des toitures jusqu'aux points bas, la mise en place de dispositifs de stockage intégrés au parti de paysage a été étudiée. Ce stockage est combiné à une dépollution naturelle pour pouvoir ensuite infiltrer l'eau dans une nappe peu profonde. Mais avant d'être infiltrée et de recharger la nappe, l'eau raconte une histoire, du fait de ces cheminements, de l'alimentation des espaces plantés, de l'animation des espaces publics... Ce récit est évocateur du passé agricole du site où l'eau était très importante, d'ailleurs des réservoirs d'eau de pluie où venaient s'alimenter les maraîchers existent toujours. Ce cycle de l'eau incite, plutôt que de créer des cuves de recyclage des eaux pluviales, à pomper directement dans la nappe dans les limites de 50 % du volume infiltré par an. Le projet met donc en scène un cycle naturel de l'eau et assume l'exploitation de la nappe

comme réservoir dans la mesure où il contribue à son approvisionnement. Cette approche est aussi pertinente et moins contraignante, du point de vue technique et économique, que la création de cuves souvent mal dimensionnées.

En marge des grandes opérations d'aménagement et des projets de renouvellements urbains, de nombreuses opérations privées de logements, sociales ou non, existent. Pour ces ensembles les besoins en eau ne peuvent être gérés comme dans les opérations où les services publics sont partie prenante dans l'élaboration ou la gestion. Leur desserte en eau brute devra prendre en compte cet aspect. La collectivité devra-t-elle proposer un service payant d'alimentation en eau brute, ou au contraire favoriser une alimentation individualisée et privée (forage, prise d'eau individuelle etc..) et encadrer la mise en place de dispositifs privés de mutualisation de la ressource ?

C. Exemples d'opérations à proximité du réseau d'ENP de la Ville de Paris

La possible mise en place d'un nouveau réseau d'eau brute connecté au réseau d'eau non potable parisien, conduit à s'interroger sur les sites qui mutent ou muteront à proximité de Paris et du canal Saint-Denis, du moins dans un premier temps. Les communes de Saint-Denis, Saint-Ouen et Aubervilliers sont propices à cette approche d'autant plus que les parties de leurs territoires les plus proches de Paris font l'objet d'une profonde mutation en lien avec la restructuration totale de la Plaine Saint-Denis. Par ailleurs, dans la mesure où il s'agit de secteurs en réseau d'assainissement unitaire et visitable, il est envisageable de réaliser un nouveau réseau d'eau brute installé dans ces galeries, si les collectivités gestionnaires, Plaine Commune, la DEA 93 et le SIAAP l'acceptent.

Un tissu industriel appelé à se transformer, La Courneuve



Des transformations importantes sont en cours sur le secteur de la Plaine à Aubervilliers : les quartiers des grossistes appelés à être restructuré dans les prochaines années, la création d'un important centre commercial, les nombreuses friches, ou entrepôts vides, entre Aubervilliers et Saint-Denis, qui jouxtent le quartier Nozal objet de nombreux projets de logements neufs et de commerces autour de la nouvelle station de métro, implantation du campus Condorcet, le vaste secteur des EMGP appelé aussi à muter... Ce sont autant d'occasions d'intégrer ces nouvelles ressources en eau pour l'arrosage, le nettoyage et l'agrément urbain.

Propositions opérationnelles

Prévoir des dispositifs qui permettent la desserte en eau brute des opérations privées de logement ou d'activité. Pour cela, la collectivité peut, soit proposer un service payant d'alimentation en eau brute, soit favoriser une alimentation individualisée et privée et encadrer la mise en place de dispositifs privés de mutualisations de la ressource.

Intégrer dans les études urbaines de ces secteurs en mutation une réflexion sur les ressources en eau brute mobilisables pour l'arrosage, le nettoyage et l'agrément urbain.

2. Identification de secteurs propices à l'expérimentation

Tout comme les opérations d'aménagement, certains secteurs urbains ou activités présentent des caractéristiques intéressantes permettant d'envisager des expérimentations mettant en relation les usagers et l'eau brute.

Le travail de recherche de ces secteurs et de ces activités a consisté à mettre en parallèle les lieux où la ressource en eau brute est présente avec un regroupement d'utilisateurs potentiels. La sélection définitive des secteurs a été faite avec les services de Plaine Commune.

Plusieurs sites ont pu être identifiés, d'autres existent à l'échelle du territoire mais l'idée est de mettre en place une analyse commune sur des lieux caractéristiques et de permettre ainsi d'enrichir la réflexion sur la relation entre la ressource en eau et les besoins des potentiels utilisateurs.

Notons que pour chaque site, des estimations de volumes ont été réalisées. Les résultats proviennent d'enquêtes de terrain, d'échanges téléphoniques et de recherches documentaires. Toute expérimentation nécessitera des études complémentaires pour permettre de définir précisément les besoins en fonction des ressources disponibles, cela vaut notamment pour l'arrosage et le nettoyage des espaces publics, non pris en compte dans les estimations. Ces études pourraient être menées dans la troisième et dernière phase de l'étude.

A. La ZAE Jean Mermoz/Râteau à la Courneuve

Présentation du site

Secteur historiquement industriel, la ZAE Jean Mermoz/Râteau, localisée sur la commune de La Courneuve, est inscrite au SDRIF comme un pôle logistique de rang territorial. Plusieurs études ont été réalisées ces dernières années afin de valoriser ce site et d'accompagner les mutations prévues ou en cours (départ d'Eurocopter...).

Le secteur regroupe six filières comptant chacune plus de 500 emplois, mais ce sont surtout la concentration d'activités liées à la logistique transport et la présence d'une nappe affleurante qui ont été les critères déterminants pour la sélection de ce site.

Le secteur de la logistique transport compte plus de 700 emplois en 2009. Le poids de cette activité s'est renforcé et l'activité de messagerie marque aujourd'hui fortement la ZAE Mermoz. Toutefois, d'autres activités ont retenu notre attention, les services techniques aux entreprises (location de matériel, maintenance industrielle), les éco-activités liées à la collecte (récupération et traitement des déchets métalliques). Cette dernière est en pleine croissance puisque les emplois à Paprec ont connu une hausse de 114 % entre 2003 et 2009. Notons également la présence d'un stade dans le secteur (Géo André), ainsi que de Data Centers et d'une entreprise pharmaceutique grosse consommatrice d'eau potable (Organotechnie).

Logistique et transport

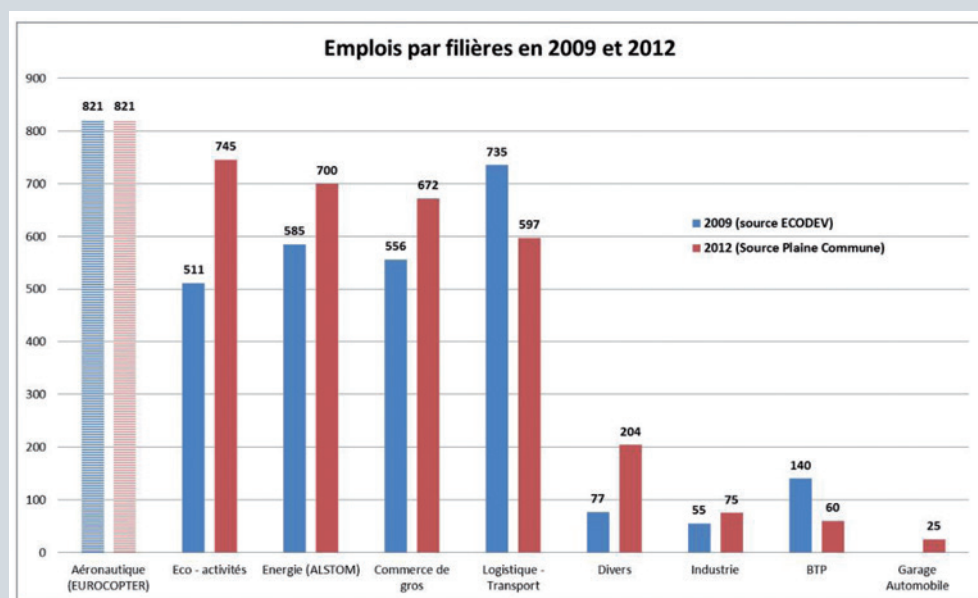


© Apur

Collecte et recyclage



© Apur



Sources : Diagnostic de la dynamique et des potentiels de mutabilité autour du pôle gare RER / Tangentielle du Bourget, ECODEV / Plaine de France, 2010

Expérimentations

Sur un secteur où aujourd'hui aucune politique d'ensemble n'existe (absence de gestionnaire unique, peu de services proposés aux entreprises, mauvais entretien des espaces publics...), ces expérimentations pourraient servir de vitrine à une nouvelle dynamique visant à valoriser le choix d'implantation des entreprises par la mise en avant d'une politique durable et environnementale, par exemple.

Les usages de l'eau brute

La consultation d'études et des visites de terrain, ont permis de mettre en exergue les principaux usages de l'eau brute sur ce territoire :

- Nettoyage des camions et des bâtiments.
- Alimentation des réseaux incendie.
- Eau de process.

Dispositifs techniques proposés

Les usages sur ce secteur sont variés, plusieurs propositions pourraient voir le jour.

- 1. Réalisation d'une station de lavage de camions commune à l'ensemble des utilisateurs du site. Elle pourrait être alimentée par la nappe.**
- 2. Création de bornes de remplissage pour permettre à l'ensemble des acteurs intéressés par l'utilisation de l'eau brute, de venir s'y approvisionner. L'extension de réseau à partir de cette borne pourrait être étudiée en fonction des besoins des entreprises.**

Les engins de Plaine Commune pourraient venir y remplir leurs cuves pour assurer leur mission d'arrosage ou de nettoyage de l'espace public. Il est également important de signaler que le site est équipé de Bouches de lavage toujours en fonctionnement. Ces équipements techniques pourraient être utilisés et alimentés à l'eau brute par un réseau dédié.

- 3. Forages ponctuels en fonction des usages**

Ressources exploitables

- La nappe de Saint-Ouen.
- Eau pluviale.

Les volumes concernés

cf. tableau ci-contre

Machine à laver les camions



© Apur

Cuve à incendie



© Apur

Espace public délaissé



© Apur

Arrosage à la tonne à eau



© Apur

Machine à laver les camions



Lavage d'engin, Japon



© Ministère de l'aménagement du territoire et des transports, Le bilan et le problème de l'utilisation de l'eau non potable au Japon, s.d.

Arrosage		m ³ /j	Fréquence* (en jour)	Volume (m ³ /an)
Stade Géo André				6 000
Lavage	Nombre de véhicules	Lavage à l'unité*** (m ³)	Fréquence** (en jour)	Volume (m ³ /an)
Transports Ducros	21	0,35	12	88
Les cars rouges	28	0,35	12	118
Fraikin Locamion	200	0,35	12	840
Cottrez Asseo	23	0,35	12	95
UPS	27	0,35	12	113
Bartin Recycling	37	0,35	12	155
Centre technique municipal de la rue Rateau	100	0,35	12	420
Dia entrepôt	40	0,35	12	168
Mory Team	50	0,35	12	210
Satel	38	0,35	12	159
Xp Heppner	130	0,35	12	546
Refroidissement				Volume (m ³ /an)
Linde				86
Interxion Par 7				600
Fabrication de produit pharmaceutique				Volume (m ³ /an)
Organotechnie				41 355
Volume total				50 953 soit 140m ³ /j

Fréquence* : on considère que l'on arrose 4 mois (de juin à septembre) tous les jours

Fréquence** : on considère que l'on ne lave qu'une fois par moi les camions comme la société Martin Recycling

Lavage rouleau à l'unité (m³)*** : données suite à un échange de mail avec camion net : http://www.camionnet.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=6&Itemid=7

B. La boucle Stade de France, GDF Suez à Saint-Denis

Présentation du site

Le site présente de nombreux atouts dans la perspective d'une alimentation en eau brute :

- Situé à proximité immédiate du canal Saint-Denis.
- Zone en pleine transformation, alliant secteurs secondaire et tertiaire.
- Certaines activités utilisaient de l'eau brute (existence de forage).

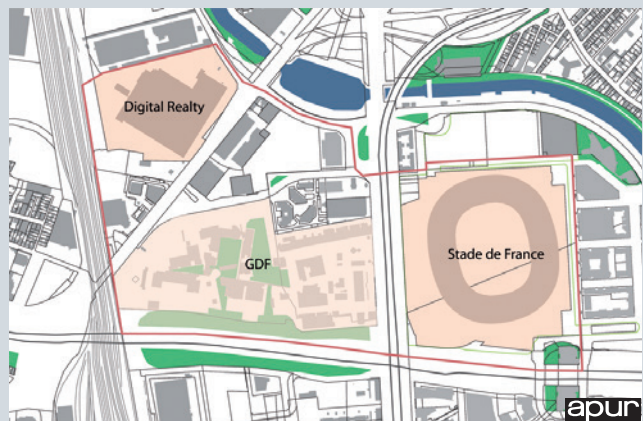
L'expérimentation porte ici sur les besoins de trois sites (GDF-Suez, Stade de France et Digital Realty) mais la prise en compte d'un périmètre plus large est préconisée à moyen terme. Il pourrait intégrer le siège de Plaine Commune. La collectivité pourrait ainsi donner l'exemple et être innovante, en alimentant par exemple les chasses d'eau de son bâtiment à l'eau brute.

Le site concentre aujourd'hui de nombreux usagers clefs :

- GDF-Suez possède sur ce site des activités de recherche et développement, avec environ 500 salariés. À l'horizon 2018, l'entreprise envisage le déménagement de son actuel siège situé à La Défense. Ce projet vise à concentrer sur un seul site plusieurs entités aujourd'hui disséminées en région parisienne (le siège, le QG de ses filiales, le centre de recherche et l'université d'entreprise...). C'est prêt de 11 000 salariés qui sont attendus et la construction de 300 000 m².
- Concentration de Data Centers : par exemple, Digital Realty est un bâtiment où sont hébergés 2 Data Centers, d'une capacité de 7 000 m² de salles informatiques. Le bâtiment a consommé 5 420 m³ d'eau potable en 2012.

Le Stade de France a une superficie totale de 17 ha, dont environ 20 000 m² de surface engazonnée pour les 2 terrains. Sa consommation pour l'arrosage des pelouses en 2012 était de 27 000 m³, soit 74 m³/j.

Le raccordement des toilettes est aussi une piste à envisager pour un équipement de cette taille. Le Stade de France a une capacité de 81 338 places. Le jour d'événements sportifs ou de spectacles, nous considérons qu'au moins une personne sur deux utilise les toilettes. Pour une chasse d'eau (10 l), cela représente une consommation d'environ 400 m³ pour chaque manifestation.



Data center : Digital Realty



Terrain de sport au nord du Stade de France



Centre de recherche GDF-Suez, Saint-Denis



© Apur

Exemple de cuve incendie



© Apur

Expérimentations

Les usages de l'eau brute

- Eau de process.
- Alimentation des réseaux incendie.
- Arrosage.
- Nettoyage.

Dispositifs techniques proposés

Les usages sur ce secteur sont variés, plusieurs propositions pourraient voir le jour :

- Forages ponctuels.
- Pompage dans le canal et/ou création de réseau en fonction des usages.

Ressources exploitables

- Canal Saint-Denis.
- Nappe.

Les volumes concernés

L'estimation des volumes a été faite à partir des extrapolations des consommations actuelles en eau potable.

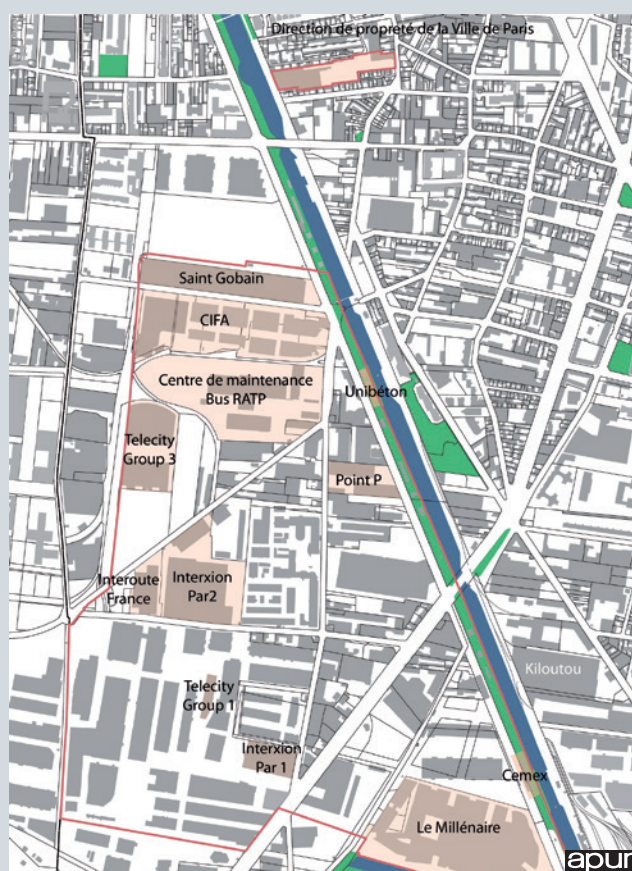
Usages	Usagers	Volume par an (m³)
Arrosage	Stade de France (Véolia)	27 093
Refroidissement (eau de process)	Digital Realty	5 420
	GDF-Suez	33 000
Volume total		65 513 m³/an soit environ 180 m³/j

C. Sud de la Plaine Saint-Denis à Aubervilliers

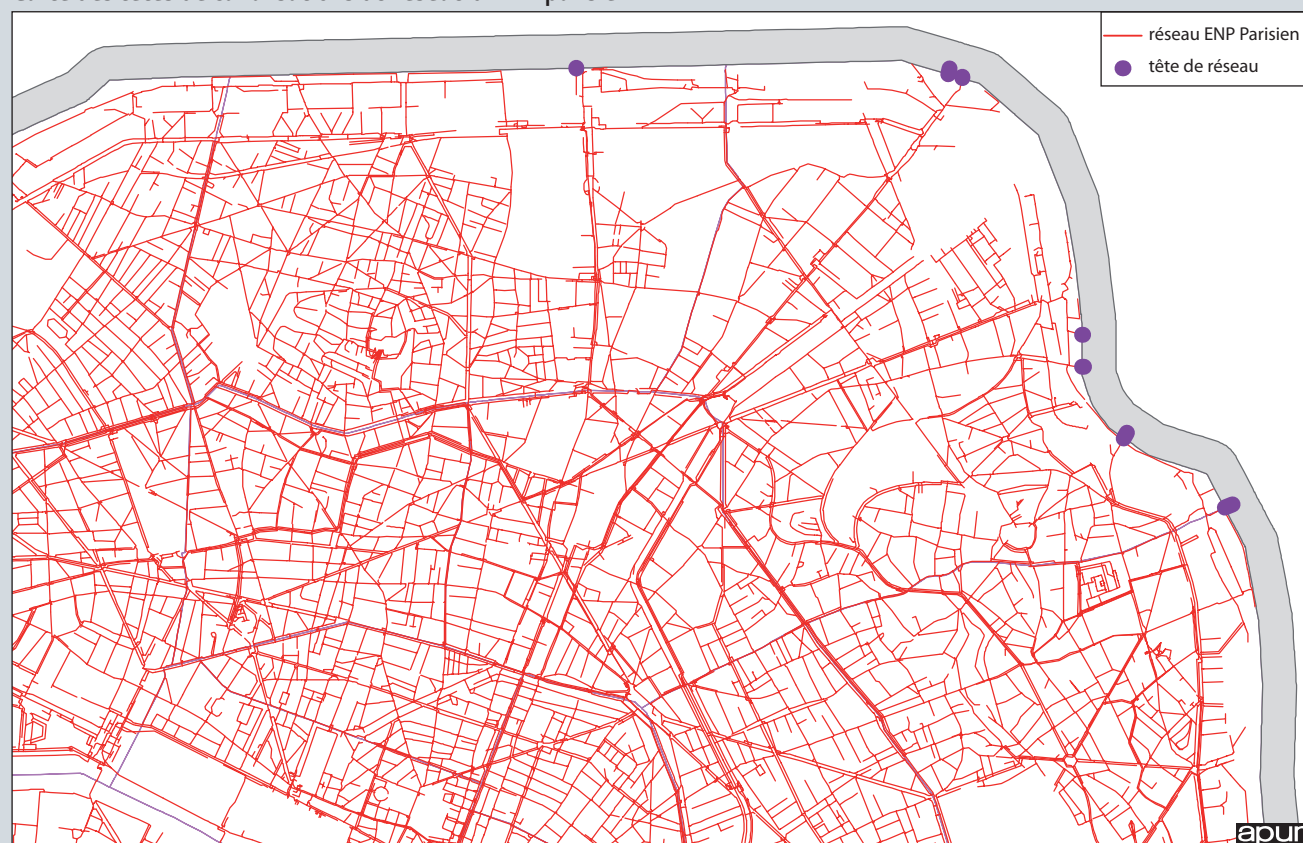
Présentation du site

Cette zone est intéressante pour la mise en place de système d'alimentation en eau brute pour plusieurs raisons :

- Elle est située à proximité d'une ressource en eau brute (le canal Saint-Denis) et du réseau d'eau non potable parisien.
- C'est une zone dynamique à forte activité économique avec une concentration importante de Data Centers. De plus, un renouvellement des activités à venir pourrait attirer de nouveaux usagers intéressés par l'eau brute.
- Certaines activités du secteur utilisent déjà de l'eau brute : entreprises de BTP, centre de recherche Saint-Gobain.



Carte des têtes de canalisations du réseau d'ENP parisien



Source : Eau de Paris

Réseau ENP



Expérimentations

Les usages de l'eau brute

- Eau de process.
- Alimentation des réseaux incendie.
- Arrosage.
- Nettoyage.

Dispositifs techniques proposés

Les usages sur ce secteur sont variés, plusieurs propositions pourraient voir le jour :

- Extension du réseau d'eau non potable à partir de Paris.
- Forages ponctuels.
- Création de borne de remplissage.

Ressources exploitables

- Eau du réseau d'eau non potable.
- Canal Saint-Denis.
- Nappe.

Les volumes concernés

Transport	Nombre de véhicules	Lavage à l'unité* (m³)	Fréquence**	Volume (m³/an)
Garage de la Propreté de la Ville de Paris	44	0,35	12	185
Centre Bus Aubervilliers	294	0,35	12	1 235
Arrosage	Surface (m²)	Arrosage ***(m³)	Fréquence****	Volume (m³/an)
Le Millénaire	12 000	0,0026	80	2 496
Lavage centre commerciaux	Surface (en m²)	Consommation au m² pour lavage au sol*****	Fréquence (2 fois par semaine)	Volume (m³/an)
Le Millénaire	56 000	0,0002	135	1 512
CIFA	40 000	0,0002	135	1 080
Fashion Center	47 000	0,0002	135	1 269
BTP				Volume (m³/an)
Cemex				13342
Unibéton				7 700
Centre R&D				Volume (m³/an)
Saint-Gobain				35167
Refroidissement				Volume (m³/an)
Interxion Par 1				1 303
Interxion Par 2				3 697
TelecityGroup Par 3				1 446
TelecityGroup Par 1				1 121
Interoute France				888
Volume total				136 426 soit 400 m³/j

Lavage à l'unité* (m³) : données suite à un échange de mail avec camionnet : http://www.camionnet.fr/index.php?option=com_content&view=article&id=6&Itemid=7

Fréquence** : on considère que l'on ne lave qu'une fois par moi les camions comme la société Martin Recycling

Arrosage*** : conso centrale béton d'après doc SMEGREG - décembre 2007

Fréquence**** : on considère que l'on arrose 5 fois par semaine pendant 4 mois (juin - septembre)

Consommation au m² pour lavage au sol***** : données issues du site : <http://hmf.enseiht.fr/travaux/CD0910/bei/beiere/groupe1/node/128>

D. Exemples possibles de raccordement de bornes de remplissage à l'eau brute

Au-delà des secteurs précédemment identifiés, des actions rapides, peu coûteuses et faciles à mettre en œuvre pourraient voir le jour.

En effet, la production de plusieurs documents cartographiques dans le cadre de cette étude (carte de localisation des bornes de remplissage, état des lieux des ressources en eau brute disponible sur le territoire, réseau d'eau non potable proche des communes limitrophes...) a permis de mettre en perspective les usagers et les ressources disponibles en eau brute. L'analyse de ces documents et les nombreuses rencontres avec les services de Plaine Commune ont permis de retenir deux sites expérimentaux :

- La borne de remplissage située au 23 boulevard Félix Faure à Aubervilliers se trouve à 50 mètres du réseau d'eau non potable de la Ville de Paris. Il apparaît alors opportun d'approfondir la faisabilité d'une connexion entre le réseau parisien et un équipement des services techniques de Plaine Commune.
- De nombreuses bornes de remplissage se situent à proximité immédiate du Canal Saint-Denis. Depuis mars 2012, la

prise d'eau dans les canaux parisiens est rendue possible, il paraît alors judicieux pour Plaine Commune de se saisir de cette opportunité pour raccorder ou créer de nouvelles bornes de remplissage alimentées avec l'eau du Canal Saint-Denis. Un « guide du partage des eaux » disponible auprès du service des canaux, fixe les modalités de prises et rejet dans le canal (voir détail en annexe).

Le passage des bornes à l'eau brute aurait une incidence importante sur la facture d'eau payée par les services de Plaine Commune. Les nombreux entretiens de terrain ont permis de collecter un certain nombre d'informations (factures, volumes d'eau consommée pour les UT propreté et parcs et jardins...).

Si l'on fait l'hypothèse que l'ensemble des poteaux de remplissage et des bouches de remplissage de la Ville d'Aubervilliers seraient alimentées avec l'eau du canal Saint-Denis, la facture d'eau qui aujourd'hui s'élève en moyenne à 40 000 euros par an, serait alors d'environ 1 000 euros, soit 40 fois moins cher qu'à l'heure actuelle.

Expérimentations

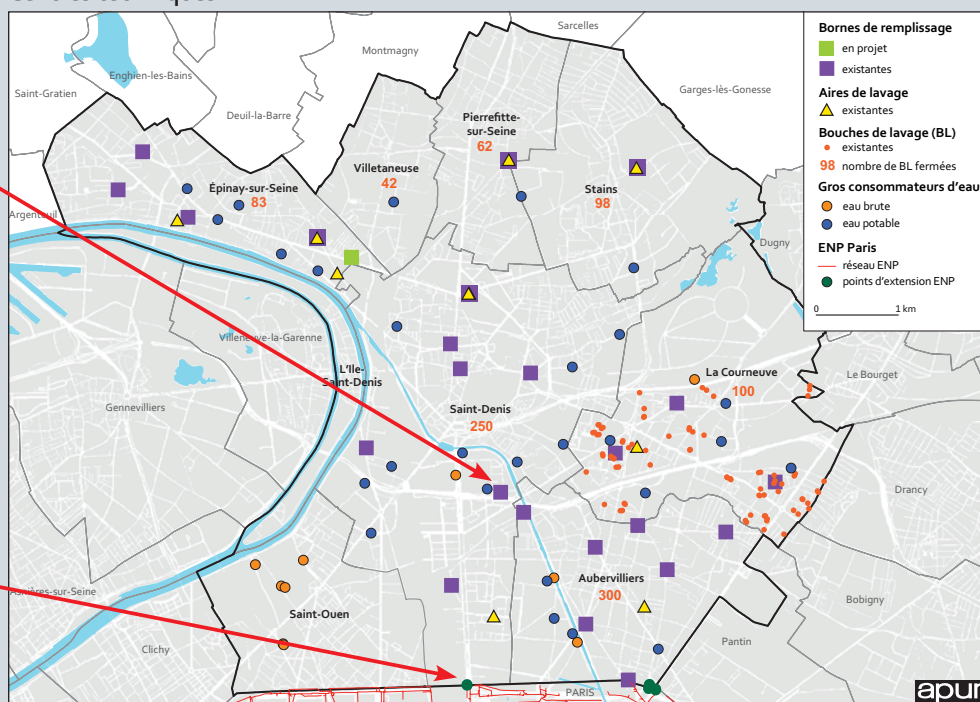


Localisation d'une borne de remplissage le long du canal Saint-Denis



Extension du réseau parisien

Centres techniques



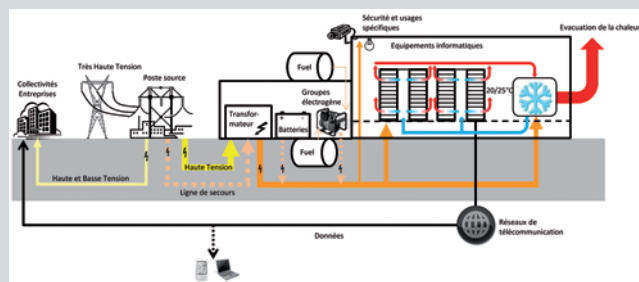
E. La réduction de la production énergétique des Data Centers via l'utilisation de l'eau brute

Les Data Center, nouvelle activité de logistique informatique à l'ère de l'internet, se sont implantés sur de vastes parcelles de la Plaine Saint-Denis, où ils profitent des qualités de communication du territoire comme les anciennes industries avaient profité des ressources en eaux, de surface et souterraines, et de la richesse des réseaux fluviaux, ferrés et routiers.

Un data center est un bâtiment de plusieurs centaines voire milliers de mètres carrés qui concentre un nombre très important d'équipements informatiques. Il permet d'échanger, de traiter et de stocker les données d'entreprises clientes qui peuvent être situées n'importe où dans le monde.

Pour tenir leur matériel à température constante les Data Centers sont équipés de système de refroidissement

Schéma de principe d'un data center classique et de son environnement



Source : Plaine Commune

(généralement des climatiseurs alimentés à l'eau potable). La seule consommation d'électricité des systèmes de refroidissement représente au moins 1/3 de la consommation d'un data center.

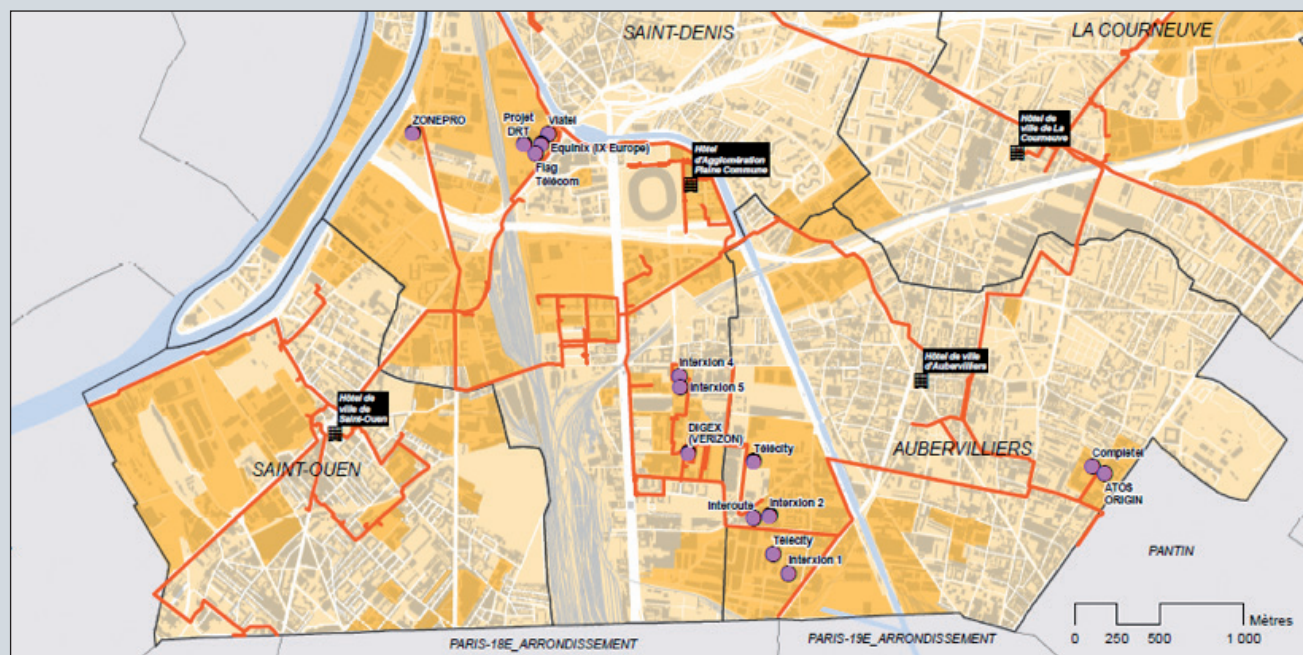
En Europe, la consommation électrique des Data Centers équivaut à la production moyenne de 8 réacteurs nucléaires par an².

Les nouveaux Data Centers déclarent souvent utiliser des sources froides naturelles, en complément de la climatisation (pompage en nappe, air...), mais à ce jour peu, voire pas, de données existent sur le fonctionnement des Data Centers implantées sur le territoire de Plaine Commune.

La réduction de la consommation énergétique des Data Centers est un enjeu important, l'utilisation de l'eau brute devient alors un des leviers possible d'action. À titre d'exemple, le watercooling utilise de l'eau qui permet de transporter 3 300 fois plus d'énergie que la même quantité d'air. « Ainsi un data center de Grenoble est refroidi en pompant l'eau fraîche du sol à 14 degrés. Des pompes à chaleurs transfèrent la chaleur du data center vers l'eau qui est réinjectée dans la nappe phréatique à 20 degrés³ ».

Les ressources en eau brute sur le territoire de Plaine Commune sont variées, diffuses et nombreuses, des expérimentations pourraient ainsi voir le jour en collaboration avec les Data Centers pour la mise en œuvre de tels dispositifs. Plus largement, les Data Centers pourraient devenir des producteurs de chaleur pour les territoires riverains.

Localisation des Data Centers existant sur Plaine Commune en 2010



Source : Plaine Commune

2 et 3 – Les Data Centers sur Plaine Commune, Agence Locale de l'Énergie et du Climat de Plaine Commune, août 2013, p.9

IV - Les cadres juridiques, financiers et leurs acteurs : quelles synergies ?

Une synergie des acteurs et prix de l'eau

Sur le territoire de Plaine Commune, la recherche de nouvelles ressources en eau peut concerner, selon les cas, des acteurs différents. Dans le cadre d'une démarche de recherche de nouvelles ressources en eau et de mises en œuvre de leur utilisation, une synergie d'acteurs peut être trouvée tant pour les études que pour les réalisations.

L'Agence de l'Eau, Établissement Public du ministère de l'écologie, est rentrée dans son 10^e programme depuis janvier 2013. Celui-ci vise avant tout à préserver la qualité du milieu naturel récepteur en promouvant une gestion à la source des eaux pluviales et une maîtrise des pollutions. Les subventions de l'Agence de l'Eau sont ainsi destinées aux projets qui respectent les principes suivants :

- Limiter l'imperméabilisation.
- Limiter les sources de pollution.
- Supprimer l'apport des pluies courantes au réseau d'assainissement.

L'Agence est fortement positionnée sur les projets de déconnexion des eaux pluviales du réseau unitaire et subventionne, dans ce cas, l'intégralité d'un projet de stockage-dépollution-infiltration lorsque celui-ci se trouve en secteur unitaire ce qui est très souvent le cas sur le territoire de Plaine Commune. Par ailleurs l'agence de l'eau subventionne les projets permettant de réduire à la source les écoulements de temps de pluie en zone urbaine, quelle que soit la nature du réseau en aval. En outre l'Agence de l'Eau peut subventionner des projets de recyclage des eaux usées, des eaux pluviales et des eaux de drainage. Elle intervient aussi sur la reconquête des cours d'eau et autres milieux humides, sur le développement de la biodiversité et des continuités écologiques (trame verte et bleue).

Par exemple, dans le cadre des remontées de nappes et donc de l'utilisation de cette eau évitant des rejets d'eau claire parasite dans les réseaux unitaires, l'Agence de l'eau est positionnée. Ce fut le cas sur le quartier des 4 000 Nord, lors de l'étude sur la mise en place de solutions d'écrêtement de la nappe et de la création d'un espace public intégrant le petit ru qui devait rejoindre la Vieille Mer. Les différentes phases du projet pouvaient être subventionnées pour différentes raisons : déconnexion des écoulements de la nappe du réseau unitaire, création de zone humide, reconquête et valorisation d'un cours d'eau, développement de biodiversité.

Au-delà de l'Agence de l'eau, l'État est aussi un acteur important, par exemple dans le cas des opérations ANRU, où une optimisation de l'économie de l'eau peut être recherchée. Dans ce cadre, les bailleurs sociaux peuvent être eux aussi intéressés.

Lorsque le critère retenu est une optimisation de l'économie de l'eau, le Département et la Région peuvent se mobiliser. La Région peut également être impliquée dans le cadre de l'accompagnement du réchauffement climatique, du renforcement de la biodiversité ou bien encore de la reconquête d'anciennes rivières.

Par ailleurs, lorsque cette mise en place est liée à des opérations d'aménagement, le travail d'étude et de mise en œuvre peut aussi être intégré dans le projet d'aménagement et financé par ce projet.

Pour finir, il convient d'ajouter que si la recherche de nouvelles ressources en eau est intégrée à la réalisation de la future trame verte et bleue, la synergie des acteurs n'en sera que renforcée. En fait, les critères de subvention vont, aujourd'hui, tous dans le même sens : préservation de la ressource, préservation et valorisation des zones humides et renforcement des continuités écologiques. Tous ces aspects concernent très fortement la réflexion menée dans cette étude.

Certaines des opérations évoquées plus haut ont déjà fait l'objet de subventions comme celle des Trois Rivières à Stains pour sa gestion en surface des eaux pluviales, la gestion des eaux pluviales de la cité de la Saussaie (opération Floréal — La Saussaie — La Courtille), mais aussi l'opération Pasteur à Villetaneuse.

L'opération des Tartres, par exemple, rentre très bien dans ces critères de subventions avec son travail sur le cycle de l'eau retrouvée et sur la ressource. Toutes les démarches de trames vertes et bleues et de déconnexions des eaux aux réseaux unitaires sont aussi très propices à ces partenariats. Le secteur de la Confluence, dont les objectifs en termes de gestion écologique et durable de l'eau restent limités, possède les caractéristiques idéales pour faire l'objet de subventions (secteur unitaire et proximité de ressources).

La mobilisation et la synergie des acteurs « extérieurs » à Plaine Commune, n'auront de sens et d'efficacité que si l'ensemble des services communautaires potentiellement concernés intègrent véritablement la diversité des problématiques et enjeux liés à l'eau. Ces questions, comme nous avons cherché à le montrer, ne sauraient se limiter à l'action du seul service de l'assainissement et de l'eau, qui a d'ailleurs déjà beaucoup fait en la matière. Pour être efficacement portée et partagée, la question de l'eau brute implique un décloisonnement des pensées et des actions. Cela passe par une plus grande sensibilisation des services à un sujet souvent considéré comme technique, voire marginal ou trop spécialisé. Cela passe également par une inscription plus large des potentialités liées à cette ressource dans les documents de gestion et de planification urbaines et architecturales. Plaine Commune dispose des outils adaptés qu'il s'agisse des « documents socles » ou des « documents thématiques » de son projet de territoire. Si l'eau brute figure naturellement dans le plan communautaire d'assainissement ou plus récemment dans le référentiel d'aménagement soutenable, elle doit encore conquérir sa place dans le programme local de l'habitat et les chartes qui l'accompagnent, de même que dans les documents liés à la rénovation urbaine, à la gestion urbaine (espaces verts, espaces publics, propreté, gestion des arbres), à l'environnement (plan climat énergie territorial, plan communautaire environnement) et au développement économique (par exemple la charte qualité construction neuve de bureaux).

En dehors d'une synergie d'acteurs, d'une mise en cohérence plus large des actions et d'un renforcement du projet de territoire, la prise en compte de l'eau brute pourrait permettre des économies importantes sur les factures d'eau, qu'elles soient payées par les services communautaires ou par les acteurs privés. À titre d'exemple, nous avons fait une simulation des variations de prix du m³ d'eau potable et d'eau brute à partir des données transmises par certaines unités territoriales (prix de l'eau potable) et des données du service des canaux et du réseau d'ENP parisien (eau brute).

Proposition opérationnelle

Actualiser les documents cadres de l'Agglomération pour mieux y intégrer les enjeux liés à l'eau : guide d'aménagement des espaces publics, PLH et chartes...

Exemples de tarification de l'eau brute

	Euros HT/m ³	Source/commentaire
Coût de l'AEP pour les services de Plaine Commune	2,3	DAE Plaine Commune
Coût de l'eau du canal Saint-Denis	0,04865	Service des canaux de la Ville de Paris
Coût de l'eau du réseau d'ENP parisien	0,0695	Eau de Paris, ce tarif est appliqué aux services municipaux de la Ville de Paris, la tarification pour les particuliers se situe entre 0,4641 et 0,9798 euros HT/m ³ mais cette tarification doit être révisée à la baisse dès l'année prochaine

Hypothèse des coûts d'un passage à l'eau brute

Consommations	Volumes moyens en m ³ /an consommés par la Direction des parcs et jardins (DPJ)	Volumes moyens en m ³ /an consommés par la Direction de la propreté (DPCV)	Tarification de l'eau pour le service de la propreté
UT Aubervilliers	en attente d'éléments	18 300	- aujourd'hui à l'AEP = 42 000 € - demain à l'eau brute tarif canaux = 1 000 € tarif ENP Paris = 1 300 €
UT La Courneuve	16 270	11 000	- aujourd'hui à l'AEP = 25 000 € - demain à l'eau brute tarif canaux = 550 € tarif ENP Paris = 800 €
UT Épinay-sur-Seine	35 300	2 500	- aujourd'hui à l'AEP = 5 600 € - demain à l'eau brute tarif canaux = 130 € tarif ENP Paris = 180 €
UT Saint-Denis/Ile-Saint-Denis	66 142	16 000	- aujourd'hui à l'AEP = 35 000 € - demain à l'eau brute tarif canaux = 800 € tarif ENP Paris = 1 200 €
UT Pierrefitte-sur-Seine/Villetaneuse/Stains	47 548	en attente d'éléments	en attente d'éléments

V - Annexes

1. La ressource en eau brute en période de stress hydrique

Contribution de l'agence Urban Water



Décembre 2013

ATELIER PARISIEN D'URBANISME

17, BOULEVARD MORLAND
75 004 PARIS

APUR ETUDE DES MODALITES DE VALORISATION DE L'EAU BRUTE EN MILIEU URBAIN

LA RESSOURCE EN EAU BRUTE EN PERIODE DE STRESS HYDRIQUE



UW
40 rue Damrémont
75 018 PARIS
t 01 48 78 09 09
f 01 48 78 09 10
agence.urbanwater@gmw.fr

SOMMAIRE

SOMMAIRE.....	2
LE STRESS HYDRIQUE	3
LA RESSOURCE EN EAU BRUTE EN PERIODE DE STRESS HYDRIQUE	3
LA NAPPE PHREATIQUE	3
LES EAUX D'EXHAURE	4
LA SEINE.....	4
LES CANAUX DE L'OURCQ ET DE SAINT-DENIS.....	5
LES EAUX GRISES (PISCINES ET EAUX MENAGERES)	6
RÉCAPITULATIF (A L'ÉCHELLE DU TERRITOIRE DE PLAINE COMMUNE – HORS SAINT-OUEN).....	7
LES USAGES ET BESOINS EN PERIODE DE STRESS HYDRIQUE.....	8
NETTOYAGE DES VOIRIES ET AUTRES ESPACES PUBLICS.....	8
ASPERSION DES VOIRIES (LUTTE CONTRE LES ICU).....	8
ARROSAGE DES ESPACES VERTS PUBLICS (DONT LUTTE CONTRE LES ICU)	8
PRESERVATION DES ETENDUES EN EAU PERMANENTE (DONT LUTTE CONTRE LES ICU)	8
USAGES PRIVATIFS : ARROSAGE ET SANITAIRES DES ETABLISSEMENTS PUBLICS (DONT LUTTE CONTRE LES ICU)	9
RÉCAPITULATIF (A L'ÉCHELLE DU TERRITOIRE DE PLAINE COMMUNE – HORS SAINT-OUEN).....	10
MODELISATION DES RESSOURCES ET BESOINS A DIFFERENTES ECHELLES DE TERRITOIRE.....	11
A L'ECHELLE DE PLAINE COMMUNE - HORS SAINT-OUEN.....	11
A L'ECHELLE D'UNE COMMUNE DE REFERENCE PIERREFITE ⁵ /SEINE.....	13
A L'ECHELLE D'UN QUARTIER DE 10 HA (SITUE A LA CONFLUENCE DE LA SEINE ET DU CANAL SAINT-DENIS)	15
A L'ECHELLE D'UN PARC URBAIN : PARC GEORGES VALBON A LA COURNEUVE.....	17
A L'ECHELLE D'UNE PARCELLE D'HABITAT COLLECTIF (SITUEE A LA CONFLUENCE DE LA SEINE ET DU CANAL SAINT-DENIS).....	19
A L'ECHELLE D'UNE PARCELLE D'HABITAT INDIVIDUEL (SITUEE A SAINT-DENIS)	21
A L'ECHELLE DE L'AGGLOMERATION PARISIENNE - PROCHE COURONNE	23
CONCLUSION	25
LES SOLUTIONS MULTIPLES, A TOUTES LES ECHELLES, NE PEUVENT ETRE SYSTEMATISEES MAIS SONT CONDITIONNEES PAR LA GEOGRAPHIE	25
LES MOYENS A METTRE EN ŒUVRE DEPENDRONT DE LA NUISANCE RESSENTIE, DONT L'IMPACT SANITAIRE, DANS UN CONTEXTE DE RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE	25

LE STRESS HYDRIQUE

Dans le cadre de l'étude sur la valorisation des eaux brutes sur le territoire de Plaine Commune, est estimée la disponibilité de la ressource en eau à l'échelle d'une année.

Au regard de certains usages potentiels, une attention particulière est à porter sur les périodes de stress hydrique. La ressource en eau étant au minimum, il est opportun de la quantifier pour en valider les usages potentiels.

Les épisodes de stress hydriques apparaissent naturellement en période de sécheresse. En Ile-de-France, bien que la pluviométrie soit relativement étalée durant toute l'année, le printemps et l'été connaissent un plus grand nombre de jours sans pluie, avec en moyenne 15 jours continus de sécheresse par an¹.

LA RESSOURCE EN EAU BRUTE EN PERIODE DE STRESS HYDRIQUE

LA NAPPE PHREATIQUE

Le volume total de la nappe phréatique en Seine Saint-Denis est difficilement mesurable, parce que fluctuant, en lien avec les nappes plus profondes, et dépassant les limites du département.

L'étude a visé à estimer la ressource en eau susceptible d'être prélevée dans la nappe sans générer de déficit susceptible d'altérer son interaction avec les autres nappes et le cycle de l'eau dans son ensemble. Dans cette perspective, le maintien d'un niveau constant a été considéré comme cible référence.

Les données collectées et les calculs effectués ont permis d'estimer la ressource annuelle prélevable dans la nappe à 12 000 000 m³, à l'échelle de la Seine Saint-Denis.

Cette estimation est fondée sur le constat qu'après avoir considérablement baissé durant le XX^{ème} siècle, en raison d'un pompage industriel conséquent, le niveau des nappes a entamé une remontée lorsque ce pompage anthropique est passé sous les 15 000 000 m³/an². Pompage aujourd'hui estimé à 3 000 000 m³/an (hors eau potable).

Dans ce contexte, il est considéré raisonnable d'y prélever (15 M m³ - 3 M de m³) 12 M de m³.

Ce volume brut à l'échelle départementale, estimé comme disponible sans impacter en hausse ou en baisse le niveau de la nappe, reste, dans le cadre de cette étude, à ramener à l'échelle de Plaine Commune et à pondérer de la façon suivante :

- Le territoire de Plaine Commune constitue 18% du territoire de la Seine Saint-Denis.
- 10 % de la nappe est considérée ici comme trop polluée pour être exploitable.
- les deux tiers inférieurs du volume de la nappe générale, de qualité suffisante pour l'alimentation en eau potable, ne sont pas considérés exploitables dans une perspective de palliation du stress hydrique.
- Le pompage se doit d'être diminué de 30% en période d'alerte sécheresse³

Soit un volume net estimé disponible chaque jour, en période de stress hydrique sur le territoire de Plaine Commune de :

$$(12 \text{ M} \times 0,18 \times 0,90 \times 0,33 \times 0,70) / 365 = 1 \text{ 250 m}^3/\text{j}$$

¹ 15 jours continus sans pluie constituent la période de référence dans la présente étude, pour l'ensemble des calculs effectués. A titre d'illustration, cela correspond à la durée d'épuisement des ressources directes en eau pour un arbre (dans une fosse de 6 m³, pour une consommation moyenne de 200 l/j/arbre) ou encore à la durée d'assèchement du substrat dans lequel puise le système racinaire d'une pelouse

² Source : LREP, « Variation de la nappe phréatique en Seine-Saint-Denis », O. Fouché, A. Hirschauer

³ Source : DRIEE et arrêté préfectoral en vigueur « Dispositif de crise : les arrêtés sécheresse. Seuil d'alerte : des efforts coordonnés de restriction et d'interdiction des usages non productifs, correspondant à une réduction d'au moins 30% des prélèvements en eau de surface et dans les eaux souterraines de la zone où s'appliquent les restrictions (hors AEP), doivent être mis en place »

FACTEURS DE PONDERATION RELATIFS A LA LOCALISATION DU PRELEVEMENT

A l'échelle de Plaine Commune, il est considéré que la disponibilité en eau de nappe phréatique est identique en tout point du territoire, il n'y a donc aucune pondération à appliquer.

LES EAUX D'EXHAURE

La disponibilité des eaux d'exhaure est directement liée à celle des eaux souterraines. Il n'y a résurgence que lorsque le niveau de la nappe rejoint celui des ouvrages enterrés.

Les études menées par le LREP⁴ sur le patrimoine départemental de la Seine Saint-Denis (CG 93 et DDE) (bassins de rétentions et infrastructures routières), et par la RATP sur son patrimoine, permettent d'estimer le débit d'exhaure minimum⁵, par an, sur le territoire de de la Seine Saint Denis de la façon suivante :

- CG 93 et DDE - 1 315 000 m³ sur l'ensemble de son territoire (236 km²). Le territoire de Plaine-Commune (42,8 km²) représentant 18,1 %, l'exhaure y est estimé à $(1,315 \text{ Mm}^3 \times 42,8/236) : 238 \text{ 500 m}^3/\text{an}$.
- RATP- 390 000 m³ pour 37 stations enterrées sur le département, dont 18 à Plaine Commune, soit $390 \text{ 000} \times 18/37 = 190 \text{ 000 m}^3/\text{an}$.

Ce chiffre est à pondérer et adapter selon les critères suivants :

- En période d'étiage, le niveau de la nappe phréatique se situe en deçà de son niveau moyen. Le besoin de pompage pour mettre les ouvrages hors d'eau est diminué, à un taux estimé de 20 %.
- 10 % de la nappe sur le territoire de Plaine Commune est considéré par nous comme trop pollué pour être exploitable.

Soit un volume net estimé disponible chaque jour, en période de stress hydrique sur le territoire de Plaine Commune :

- $(238 \text{ 500} + 190 \text{ 000}) \times 0,80$ (diminution apport pendant la période de stress) $\times 0,90$ (% qualité suffisante) / 365 jours = 845 m³/jour

FACTEURS DE PONDERATION

Etant donnée la répartition relativement diffuse des ouvrages faisant l'objet de pompage d'exhaure, il est considéré que la disponibilité est similaire sur l'ensemble du territoire de Plaine Commune.

LA SEINE

Pour procéder à l'estimation du pompage potentiel dans la Seine en période de stress hydrique, il a été retenu par nous les hypothèses suivantes :

- La part prélevée est estimée en fonction des apports de la zone procédant au prélèvement. En l'occurrence, le territoire de Plaine Commune.
- Cette part prélevée ne peut être supérieure à 50 % de la part produite.

La part produite par Plaine Commune en période de stress hydrique a été estimée de la façon suivante :

- Les données sur les débits d'étiage étant disponibles pour les biefs d'Alfortville en amont, et Poissy en aval, il a été retenu comme bassin versant de référence le territoire se rejetant en Seine entre ces deux biefs, soit une superficie de 31 020 km².
- Ce territoire produit (c'est-à-dire rejette) en Seine, et en période de stress hydrique, 42 m³/s (c'est à dire la différence entre le débit relevé à l'amont, 48 m³/s à Alfortville, et à l'aval, 90 m³/s à Poissy).

⁴ LREP, « Variation de la nappe phréatique en Seine-Saint-Denis », O. Fouché, A. Hirschauer

Pompage de 875 000 m³/an d'eaux d'exhaure par le CG 93 - DEA⁴ et 440 000 m³/an par la DDE 93⁴ pour l'A86.

⁵ Ce chiffre est retenu ici sans intégrer tous les débits supplémentaires prélevés par les acteurs non recensés (particuliers et autres). En cela, il peut être considéré comme minimal.

- Ce bassin versant de référence produit ainsi (42/31020) 1,35 l/s/km² c'est-à-dire 116,6 m³/j/km².
- Plaine Commune étant d'une superficie de 42,8 km², sa production peut être estimée à (42,8 x 1,35) : 57,8 l/s

Le pompage possible, en période d'étiage étant au maximum de 50 %, il s'élève pour le territoire d'étude à (57,8x 0,50) : 28,9 l/s.

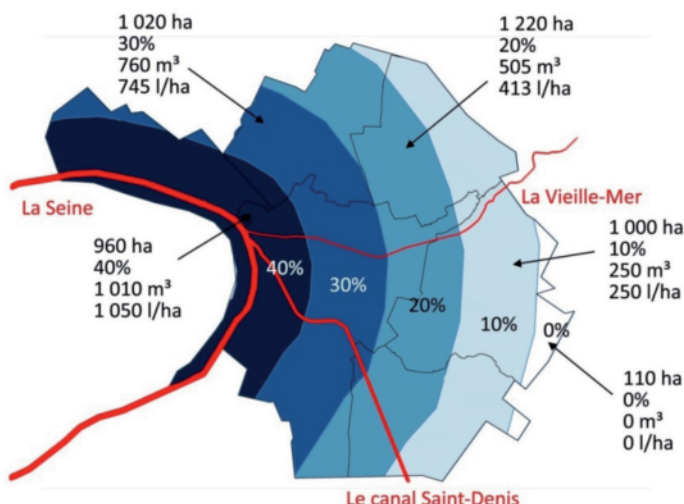
Soit, 28,9 x 24 h x 3600 s / 1 000 = 2496 m³, soit 2 500 m³/jour

FACTEURS DE PONDERATION

En raison des contraintes d'acheminement de la ressource, il est considéré que l'intérêt de celle-ci varie en fonction de l'éloignement du lieu d'usage. A titre d'illustration et de modélisation, l'impact cartographié d'une répartition « logique » de la ressource sur le territoire.

Légende :

960 ha : Superficie de la zone
40% : Part des ressources du territoire allouée à cette zone
1 010 m³ : Volume alloué à la zone
1050 l/ha : Volume disponible sur la zone rapporté à un hectare de surface



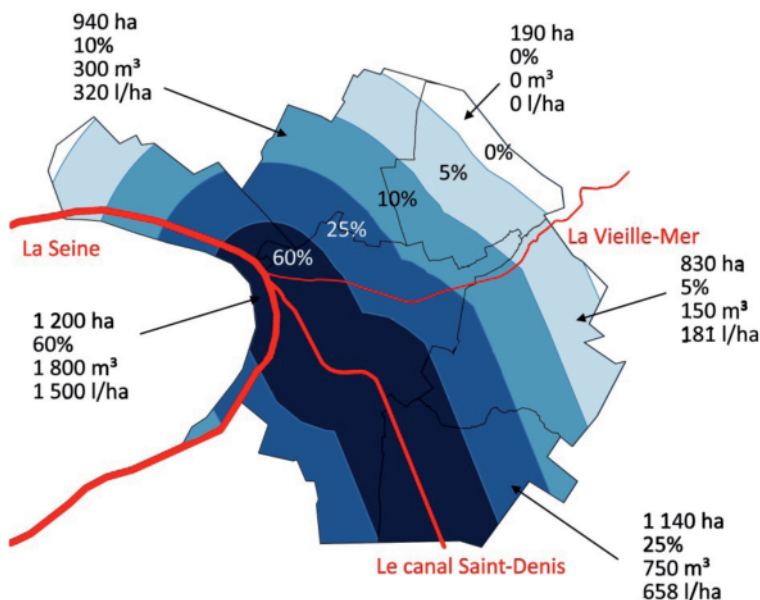
LES CANAUX DE L'OURCQ ET DE SAINT-DENIS

Les canaux de l'Ourcq puis de Saint-Denis et Saint-Martin plus en aval conservent un niveau relativement constant tout au long de l'année, cela afin d'assurer un fonctionnement permanent de la route fluviale.

Les canaux surversent quotidiennement au minimum 30 000 m³ en Seine⁶.

Il est considéré ici qu'en période de stress, le volume disponible pour un usage doit être réduit de 80 %. Une grande part de cet apport par les canaux devant être réservé au maintien du débit de la Seine, en étiage à cette période.

30 000 x 0,20 = 6 000 m³/j, (soit 3 000 m³ par jour et par canal, Ourcq et Saint-Denis).



FACTEURS DE PONDERATION

En raison des contraintes d'acheminement de la ressource, il est considéré que l'intérêt de celle-ci varie en fonction de l'éloignement du lieu d'usage. A titre d'illustration et pour la

⁶ Service des Canaux de la Ville de Paris

modélisation, est cartographiée ci-dessus l'impact d'une répartition « logique » de la ressource sur le territoire.

LES EAUX GRISES (PISCINES ET EAUX MENAGERES)

Les eaux grises retenues dans cette étude portent sur :

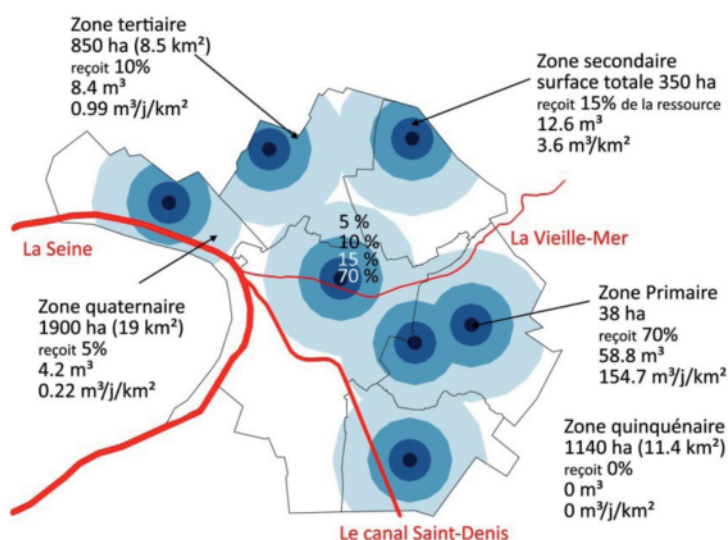
- La vidange des piscines : 7 (piscines municipales sur le territoire de Plaine Commune⁷) x 12 m³/j (débit moyen⁸) = 84 m³/j
- Les rejets des eaux de lavage de linge⁹ : 25 litres/jour/personne x 350 000 (population de PC) x 10 % (part de la population raccordée) = 875 m³/j

Il n'est pas considéré que les usages concernant ces équipements soient sensibles aux périodes de stress hydriques, aussi aucune correction dans les volumes d'apport n'est effectuée.

Les volumes et débit disponibles à : 84 + 875 : 959 m³/j

FACTEURS DE PONDERATION

Il est considéré que pour les eaux de piscine, la distance du lieu d'usage à l'équipement est un facteur déterminant pour son usage. Ci-après, une cartographie d'une répartition « logique » de l'usage de son eau.



⁷ Les piscines privées dont le nombre est difficilement quantifiable ne sont pas prises en compte, elles pourraient néanmoins produire un volume estimé au double de celui de la totalité des piscines municipales de Plaine Commune.

⁸ Valeur correspondant à celle de la piscine du Plessis-Robinson, relevée dans le cadre d'un projet de recyclage des eaux de cette piscine, projet mené par Composante Urbaine

⁹ Eaufrance : En 2006, un français consomme en moyenne 137 litres d'eau par jour dont 25 litres pour le linge.

RÉCAPITULATIF (A L'ÉCHELLE DU TERRITOIRE DE PLAINE COMMUNE – HORS SAINT-OUEN)

SOURCES	DÉBIT ESTIMÉ, EN M3 PAR JOUR, DURANT LES 15 JOURS DE SÉCHERESSE
Nappes phréatiques	1 250 m ³ /j
Eaux d'exhaure	845 m ³ /j
Seine	2 496 m ³ /j
Canal de Saint-Denis	3 000 m ³ /j
Eaux grises	959 m ³ /j
TOTAL	8 550 m³/j

ANALYSE DES RÉSULTATS

Les résultats ci-dessus sont à considérer avec réserve au regard des nombreux paramètres appliqués, des nombreuses estimations, des données incertaines de quelques sources. Néanmoins, ils donnent une échelle. 8000 m³/jour, c'est très peu. Très peu au regard de ce qui est consommé par jour en eau potable sur ce territoire (dix fois plus).

Pas si peu néanmoins, car ce chiffre se veut la résultante d'une approche économe, durable et respectueuse tant de la ressource en eau que du territoire. En effet, premièrement, ne sont considérées ici que les eaux prélevées durant la période de stress, soit 15 jours, alors qu'en pratique rien n'empêche de prélever avant et de stocker. Deuxièmement, les prélèvements ici sont limités au prorata de la superficie du territoire de Plaine Commune par rapport aux bassins versants alimentant la ressource (voir la Seine par exemple). D'autres critères auraient pu être appliqués, par exemple la population, les potentialités d'usages, la proximité, le coût de l'eau potable, la sensibilité au stress hydrique, etc... qui se seraient, pour certains, montrés plus en faveur de Plaine Commune.

Ces chiffres indiquent également qu'à l'échelle du territoire, le milieu naturel, avec la Seine, la nappe, les canaux, constitue la principale ressource, et de loin. Les eaux d'exhaure, les eaux grises, sont d'un apport relativement mineur. Cela démontre que Plaine Commune couvre un territoire bien loti, avec conjointement une nappe très présente et quasi affleurante, un fleuve puissant en lisière, et des canaux au débit régulier. Cela est dû à sa localisation en aval d'un large bassin versant, en position d'exutoire, situation rendant le territoire très sensible aux inondations, en revanche riche d'une ressource abondante.

LES USAGES ET BESOINS EN PERIODE DE STRESS HYDRIQUE

Les données présentées ci-après sont issues du rapport de l'APUR sur l'utilisation de l'eau non potable à Paris et dans la zone dense limitrophe¹⁰.

Elles sont ici modulées du fait que ces usages peuvent connaître des changements en période de stress hydrique.

NETTOYAGE DES VOIRIES ET AUTRES ESPACES PUBLICS

Nettoyage des voiries par les bouches de lavage de voirie et les services mobiles de la Propreté (manuel et mécanique) : il est considéré ici qu'en période de stress, et conformément aux arrêtés "sécheresse"¹¹ il ne sera pas procédé au nettoyage des chaussées.

- 0 m³/j

ASPERSION DES VOIRIES (LUTTE CONTRE LES ICU)

Aspersion d'eau froide sur les sols des espaces les plus sujets à ce réchauffement en retenant les hypothèses suivantes :

- La densité de voirie sur le territoire de Plaine Commune est équivalente à 70 %¹² de celle de Paris, soit 11,6% (70% x 16,6%) du territoire (42,8 km²).
- 25% des voiries font l'objet d'une aspersion.
- La quantité d'eau nécessaire pour rafraîchir la surface arrosée¹³ est de 3,2 l/j/m².

La consommation journalière en période de stress hydrique sur le territoire de Plaine-Commune est estimée à : (42,8 km² x 0,116 x 0,25 x 3,2 / 1 000) = 3 972 m³/j

ARROSAGE DES ESPACES VERTS PUBLICS (DONT LUTTE CONTRE LES ICU)

Entretien des espaces verts publics, dont les terrains de sport, et création d'ilots de fraîcheur justifiant le maintien de l'arrosage en période de stress hydrique :

- 40 % des espaces verts accessibles au public sur le territoire de Plaine Commune : 375 ha x 0,40 = 150 ha soit 1 500 000 m².¹⁴
- Arrosage en période de stress des espaces verts : 2 l/j/m².

La consommation journalière en période de stress hydrique sur le territoire de Plaine-Commune est estimée à : (1 500 000 x 2 / 1 000) = 3 000 m³/j.

PRESERVATION DES ETENDUES EN EAU PERMANENTE (DONT LUTTE CONTRE LES ICU)

Préservation d'étendues d'eau (mare, étang, lac) dans une optique d'amélioration du cadre de vie, de biodiversité et de rafraîchissement de l'air, en prenant les hypothèses suivantes :

- La superficie des plans d'eau sur le territoire de Plaine Commune est de 60 ha¹⁵ (soit 600 000 m²).
- Les apports nécessaires à la préservation des plans d'eau sont de 1 l/j/m², sur la base d'une évaporation de 1 mm/j.¹⁶

La consommation journalière en période de stress hydrique sur le territoire de Plaine-Commune est estimée à : (600 000 x 1 / 1 000) = 600 m³/j

¹⁰ APUR : « Etude sur le devenir du réseau d'eau non potable », 2010-2011

¹¹ Arrêté préfectoral n°2012-3270 du 15 novembre 2012

¹² Hypothèse retenue après comparatif de quatre échantillons de territoire sur photo aérienne.

¹³ « Impact et potentialités des dispositifs de maîtrise des eaux pluviales à ciel ouvert à participer à la bio-climatisation du milieu urbain », DEA 93

¹⁴ Schéma vert départemental (1997)

¹⁵ APUR : Etudes sur le devenir du réseau d'eau non potable, partie II - Décembre 2011 - page 79 : les plans d'eau représentent en moyenne 1% de surface de plans d'eau sur le territoire de la Seine-Saint-Denis, soit 48 ha. A ce chiffre est ajouté, ici, pour optimiser la donnée, 18 ha correspondant aux plans d'eau du Parc de La Courneuve.

¹⁶ L'évaporation d'un plan d'eau en période de grand chaleur en Ile de France est estimé à 5 mm / jour. Il est retenu ici 1 mm/jour, l'objet étant non pas de compenser totalement la déperdition, il est de maintenir le biotope. Dans cette perspective, il est considéré que 4 mm non compensé x 15 jours = 60 mm ne génère pas la disparition d'un biotope associé à un plan d'eau.

USAGES PRIVATIFS : ARROSAGE ET SANITAIRES DES ETABLISSEMENTS PUBLICS (DONT LUTTE CONTRE LES ICU)

Les usages complémentaires potentiels reprennent ceux proposés par l'APUR, avec les hypothèses suivantes :

- Arrosage et entretien d'une part des espaces verts privatifs du domaine public, là encore dans le cadre de la lutte contre les ilots de chaleur urbains :
 - Etablissements publics sur le territoire de Plaine Commune¹⁷ : 366
 - Surface moyenne des espaces verts de ces établissements publics, estimés par nous à partir d'échantillons sur photos aériennes : 1 000 m²
- Alimentation des sanitaires des établissements scolaires et administrations publiques :
 - Employés présents en août : 50 % (estimés par nous) des 26 500, soit 13 250.
 - Nombre d'usages par jour : 2 fois par employé, 1 fois par étudiant.
 - Etudiants présents en août : 10 % (estimés par nous) des 120 000 étudiants, soit 12 000.
 - Consommation moyenne 10 l par chasse d'eau.
- Lavage du linge pour les blanchisseries : à raison de 1.7 m³/j/blanchisserie pour 84 blanchisseries¹⁸.

La consommation journalière en période de stress hydrique sur le territoire de Plaine-Commune est estimée à :

- 366 x 1 000 x 2 l/j/m² soit 732 m³/j
- +
- 10 % x 10 l x 120 000 soit 120 m³/j
- +
- 13 250 x 2 x 10 l soit 265 m³/j
- +
- 1,7 m³ x 175 = 142,8 m³/j

Soit 1 259,8 m³/ jours

¹⁷ NSEE - Plaine Commune - Septembre 2010 :

http://www.insee.fr/fr/insee_regions/idf/themes/doc_travail/etudes_plaine_commune/plaine_commune_21.pdf

¹⁸ Annuaire

RÉCAPITULATIF (A L'ÉCHELLE DU TERRITOIRE DE PLAINE COMMUNE – HORS SAINT-OUEN)

BESOINS	DÉBIT ESTIMÉ, EN METRE CUBE PAR JOUR, DURANT LES 15 JOURS DE SÉCHERESSE
Aspersion des voiries	3 972 m³/j
Arrosage des espaces verts	3 000 m³/j
Préservation de la trame bleue existante	600 m³/j
Usages complémentaires	1260 m³/j
TOTAL	8 832 m³/j

ANALYSE DES RÉSULTATS

Les besoins en période de stress hydrique visent en premier lieu à lutter contre les îlots de chaleur urbains. En second lieu à maintenir l'environnement écologique urbain. Ce sont des besoins spécifiques à cette période, ils ne peuvent être réduits comme l'est par exemple le nettoyage des voiries. Ils constituent des objectifs qui, à l'échelle des collectivités, sont rarement considérés comme prioritaires. D'autant que les mesures à mettre en œuvre sont encore relativement peu développées, et leur impact en termes sanitaires difficile à mesurer.

Cela conduit à plusieurs réflexions :

- De par la méconnaissance des mesures à mettre en œuvre, la quantification des besoins telle que figurant ci-dessus reste un exercice difficile, c'est-à-dire présentant des résultats dont la marge d'incertitude est grande. Ainsi, à titre d'exemple, il a été retenu ici, d'après une étude menée par la DEA du CG 93, que seules 25 % des voiries seraient aspergées. Peut-être 10 % suffisent, peut-être 50 %. L'objet est de donner un ordre d'idée du volume nécessaire. Serait-il le double de celui-trouvé ici que cela modifierait peu l'analyse.
- De par la méconnaissance de l'intérêt sanitaire ou environnemental ou autre encore de ce type de mesures, les besoins peuvent être perçus comme superflus, et leur mise en œuvre d'un coût irraisonnable. A cela, il est à rappeler que nous nous plaçons ici, d'une part dans la suite de la canicule de 2003, qui s'est traduite par plusieurs milliers de décès, et dans la perspective du réchauffement climatique qui pourrait se traduire par la multiplication de ce type d'évènement exceptionnel. Il est raisonnable d'envisager que, pour réduire la consommation liée à l'usage de milliers de climatiseurs individuels en milieu urbain la collectivité investisse dans des mesures de refroidissement collectives, telle l'aspersion des voiries, de la même façon qu'elle propose aujourd'hui du transport collectif pour réduire les coûts et l'impact environnemental du transport individuel. Dans cette perspective, les coûts et les infrastructures qui peuvent nous paraître aujourd'hui démesurés au regard de l'enjeu, pourront être considérés dans quelques années comme adaptés, voire évidents.

Les chiffres ci-dessus indiquent que, globalement, à l'échelle de Plaine Commune, les besoins sont dans la même fourchette que les ressources. Ce qui est relativement positif. Le chapitre suivant vise à préciser ce degré de corrélation en fonction de la taille et des autres caractéristiques du territoire d'étude.

MODELISATION DES RESSOURCES ET BESOINS A DIFFERENTES ECHELLES DE TERRITOIRE

A L'ECHELLE DE PLAINE COMMUNE - HORS SAINT-OUEN

CARACTERISTIQUES

Concernant l'échelle de Plaine Commune, il est repris ici les données figurant pages précédentes, celles-ci ayant été produites à l'échelle de ce territoire.

Superficie du territoire (km ²)	42,8	Part du territoire occupé par les voiries	11,6%
Coefficient réducteur d'exploitation dû à la qualité de la nappe	90%	Part des voiries aspergées pour la lutte contre les ICU	25%
Coefficient réducteur d'exploitation dû au stress hydrique	70%	Surface d'espaces verts	375 ha
Nombre de stations de Métro et RER enterrées sur le territoire	18	Part des espaces verts arrosés en période de stress	40%
Nombre d'habitants	350 000	Surface de plans d'eau à préserver en période de stress	60 ha
Part des habitants raccordables au rejet lave-linge	10%	Nombre d'établissements publics	366
Nombre de piscines municipales	7	Nombre d'employés de la fonction publique	26 500
Rappel pompage acceptable en Seine, en m ³ /j/km ²	58,3	Nombre d'étudiants	120 000
		Nombre de blanchisseries	84

QUANTIFICATION DE LA RESSOURCE A L'ECHELLE DE CE PERIMETRE (8 550 m³/jour)

EAU SOUTERRAINE

$$(12 \text{ M} \times 0,33 \times 0,18 \times 0,90 \times 0,70) / 365 \text{ j} = 1\,250 \text{ m}^3/\text{j}$$

EAU D'EXHAURE

$$(238\,500 + 190\,000) \times 0,80 \times 0,90 / 365 \text{ j} = 845 \text{ m}^3/\text{j}$$

EAU DE LA SEINE

$$42,8 \times 58,3 = 2496 \text{ m}^3/\text{j}$$

EAU DU CANAL SAINT-DENIS

$$0,5 \times 0,2 \times 30\,000 \times 100\% = 3\,000 \text{ m}^3/\text{j}$$

EAUX GRISES (PISCINES ET EAUX MÉNAGÈRES)

$$7 \times 12 \text{ m}^3 + 10\% \times 350\,000 \times 25 \text{ l} = 959 \text{ m}^3/\text{j}$$

QUANTIFICATION DES BESOINS A L'ECHELLE DE CE PERIMETRE (8 986 m³/jour)

ASPERSION DES VOIRIES (LUTTE CONTRE LES ICU)

$$42,8 \text{ km}^2 \times 0,116 \times 0,25 \times 3,2 / 1\,000 = 3\,972 \text{ m}^3/\text{j}$$

ARROSAGE DES ESPACES VERTS

$$0,40 \times 3\,750\,000 \times 1 \times 2 / 1\,000 = 3\,000 \text{ m}^3/\text{j}$$

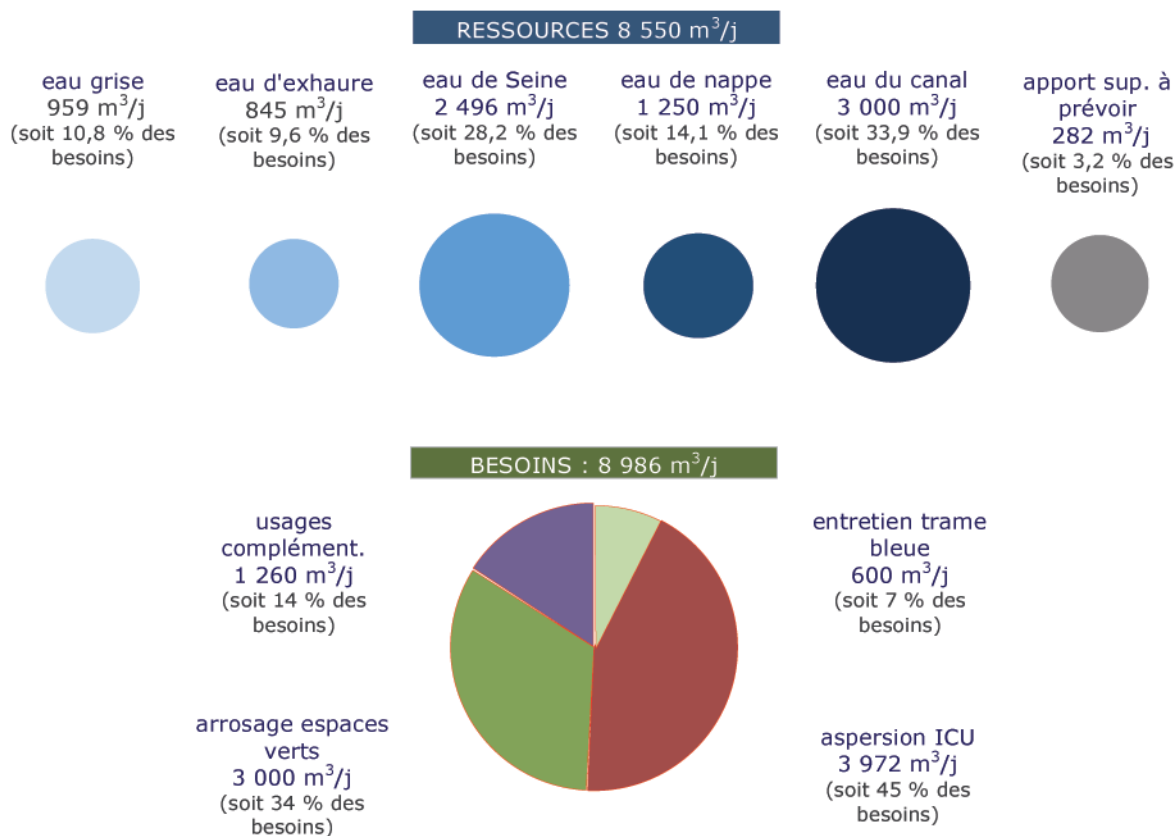
PRÉSERVATION D'ÉTENDUE EN EAU PERMANENTE

$$600\,000 \times 1 / 1\,000 = 600 \text{ m}^3/\text{j}$$

USAGES COMPLÉMENTAIRES (ARROSAGE ET SANITAIRES DES ÉTABLISSEMENTS PUBLICS)

$$(366 \times 1\,000 \text{ m}^2 \times 2 \text{ l}) + (120\,000 \times 10\% \times 10 \text{ l}) + (26\,500 \times 50\% \times 2 \times 10 \text{ l}) + (1,7 \text{ m}^3 \times 84) = 1260 \text{ m}^3/\text{j}$$

SYNTHÈSE



CONSTAT

Comme il est vu ci-avant, Plaine Commune dispose globalement des ressources suffisantes, à 10 % près, pour répondre à ses besoins en période de stress hydrique. Ces 10 % représentent, par exemple, un bassin en eau permanente de 1500 m², soit 4 terrains de basket, sur une profondeur de 1 m, c'est-à-dire très peu à l'échelle du territoire concerné.

L'enjeu porte plutôt sur les infrastructures nécessaires à l'acheminement de cette ressource. La moitié de celle-ci provient du réseau hydrographique, Seine et canaux, réseau très localisé, peu diffus, obligeant pour une équi-répartition sur le territoire, un maillage conséquent. Cette difficulté d'assurer une distribution équitable pourrait conduire à terme à générer des zones plus fraîches, plus vertes, celles en bordure de ces cours d'eau, et des zones plus rigoureuses, les plus éloignées. La nappe phréatique, que l'on peut considérer comme équi-répartie, permettrait de compenser ces déséquilibres, à condition d'en limiter l'usage aux zones hydriquement défavorisées.

A L'ECHELLE D'UNE COMMUNE DE REFERENCE PIERREFITE⁵/SEINE

CARACTERISTIQUES

Superficie du territoire (km ²)	3,41	Pondération exploitation des eaux du Canal (zone 10%) (m ³ /j/km ²)	32
Rapport à la superficie de Plaine-Commune	7,97%	Rapport de la densité de voiries par rapport à Plaine Commune	100%
Pondération d'exploitation due à la qualité de la nappe (coefficient de qualité de 0,95)	105 %	Part des voiries aspergées pour la lutte contre les ICU	25%
Coefficient réducteur d'exploitation dû au stress hydrique	70%	Surface d'espaces verts	23 ha
Nombre de stations de Métro et RER enterrées sur le territoire	1	Part des espaces verts arrosés en période de stress	40%
Nombre d'habitants	28 300	Surface de plans d'eau à préserver en période de stress	1 ha
Part des habitants raccordables au rejet lave-linge	10%	Nombre d'établissements publics	76
Nombre de piscines municipales	0	Nombre d'employés de la fonction publique	4 000
Pondération d'exploitation des eaux de la Seine (zone 20/30%) m ³ /j/km ²	45	Nombre d'étudiants	7500
Rappel pompage acceptable en Seine, en m ³ /j/km ²	58,3	Nombre de blanchisseries	33

QUANTIFICATION DE LA RESSOURCE A L'ECHELLE DE CE PERIMETRE (499,5 m³/jour)

EAU SOUTERRAINE

$$1\,250\text{ m}^3/\text{j} \times 7,97\% \times 105^{19}\% = 105\text{ m}^3/\text{j}$$

EAUX D'EXHAURE

$$(238\,500 \times 7,97\% + 190\,000 \times 1/18) \times 0,80 \times 0,95 / 365 = 61,5\text{ m}^3/\text{jour}$$

EAU DE LA SEINE

$$3,41\text{ km}^2 \times 45\text{ m}^3/\text{j}/\text{km}^2 = 153\text{ m}^3/\text{j}$$

EAU DU CANAL SAINT-DENIS

$$3,41\text{ km}^2 \times 32\text{ m}^3/\text{j}/\text{km}^2 = 109\text{ m}^3/\text{j}$$

EAUX GRISES (PISCINES ET EAUX MÉNAGÈRES)

$$0 \times 12\text{ m}^3 + 10\% \times 28\,300 \times 25\text{ l} = 71\text{ m}^3/\text{j}$$

QUANTIFICATION DES BESOINS A L'ECHELLE DE CE PERIMETRE (765 m³/jour)

ASPERSION DES VOIRIES (LUTTE CONTRE LES ICU)

$$3\,972\text{ m}^3/\text{j} \times 7,97\% \times 100\% = 316\text{ m}^3/\text{j}$$

ARROSAGE DES ESPACES VERTS (DONT LUTTE CONTRE LES ICU)

$$0,40 \times 230\,000 \times 1 \times 2 / 1\,000 = 184\text{ m}^3/\text{j}$$

PRÉSERVATION D'ÉTENDUE EN EAU PERMANENTE (DONT LUTTE CONTRE LES ICU)

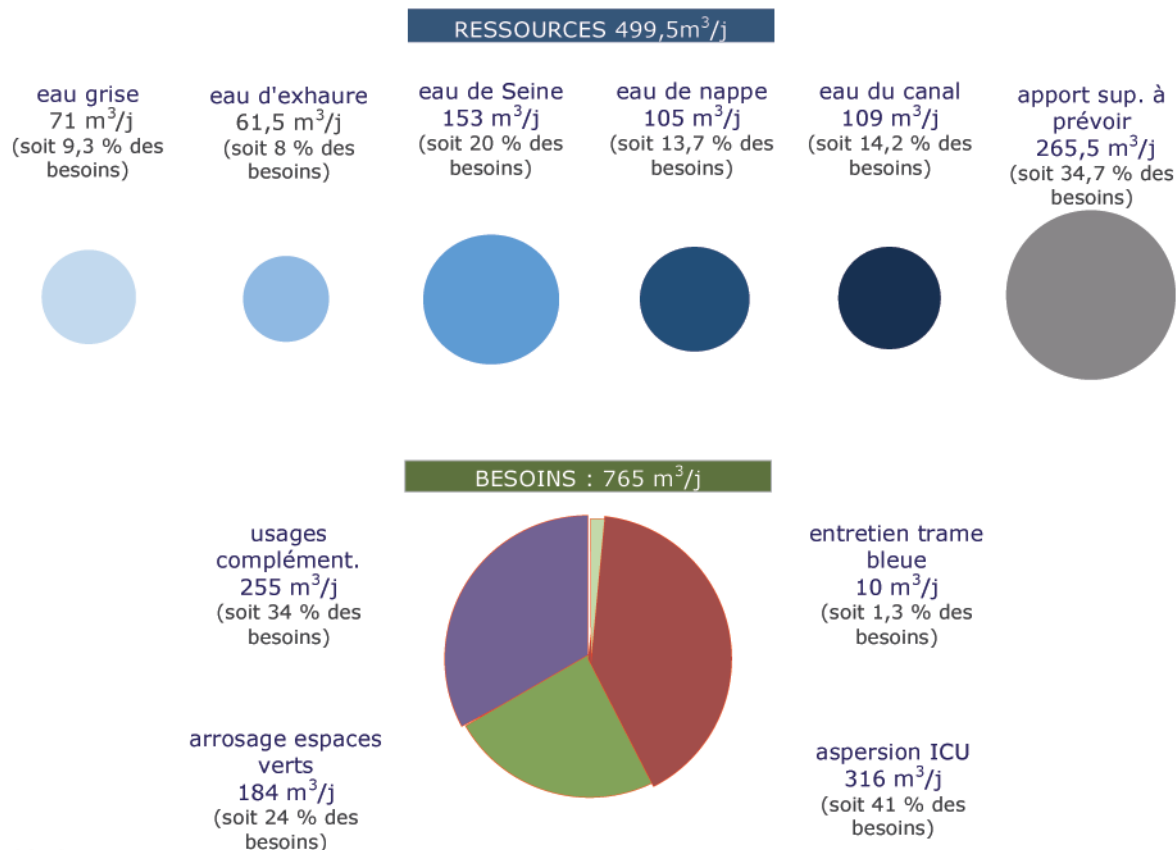
$$10\,000 \times 1 / 1\,000 = 10\text{ m}^3/\text{j}$$

USAGES COMPLÉMENTAIRES (ARROSAGE ET SANITAIRES DES ÉTABLISSEMENTS PUBLICS)

$$(76 \times 1\,000\text{ m}^2 \times 2\text{ l}) + (10\% \times 10\text{ l} \times 7\,500) + (50\% \times 2 \times 10\text{ l} \times 4\,000) + (1,7\text{ m}^3 \times 33) = 255\text{ m}^3/\text{jours}$$

¹⁹ La part exploitable de la nappe liée à sa qualité étant supérieure à Pierrefitte-sur-Seine (95%) comparée à la moyenne de Plaine Commune, 90 %, le volume exploitable peut être majoré de 5 % (0,95/0,90 = 105%)

SYNTHÈSE



CONSTAT

Pierrefitte-sur-Seine présente un déficit de ressource correspondant à plus d'un tiers des besoins. Cela est dû à la localisation de cette commune, éloignée des deux principales sources de Plaine Commune que sont la Seine et les canaux.

Le caractère urbain de la commune se traduit par une part importante d'"usages complémentaires". Ils s'expliquent par un besoin supérieur pour les sanitaires, plus encore pour l'arrosage des espaces privatifs des bâtiments publics, relativement nombreux à Pierrefitte-sur-Seine. Là encore, c'est l'arrosage qui constitue le besoin essentiel. En effet, même en milieu urbain, les usages sanitaires génèrent une ressource réduite, comme le montre la part d'eau grise produite à Pierrefitte-sur-Seine, disproportionnée par rapport aux besoins des espaces verts logiquement moins nombreux dans ce type d'urbanisation. En d'autres termes, la ressource relative à une forte densité démographique ne suffit pas à alimenter les besoins pour lutter contre les îlots de chaleur.

A L'ECHELLE D'UN QUARTIER DE 10 HA (SITUE A LA CONFLUENCE DE LA SEINE ET DU CANAL SAINT-DENIS)

Superficie du territoire (km ²)	0,1
Rapport à la superficie de Plaine-Commune	0,23%
Pondération d'exploitation due à la qualité de la nappe (coefficient de qualité de 0,95)	105 %
Coefficient réducteur d'exploitation dû au stress hydrique	70%
Nombre de stations de Métro et RER enterrées sur le territoire	0
Nombre d'habitants	1 000
Part des habitants raccordés au rejet lave-linge	33%
Nombre de piscines municipales	0
Pondération exploitation des eaux de la Seine (zone 40%) (m ³ /j/km ²)	105
Rappel pompage acceptable en Seine, en m ³ /j/km ²	58,3

Pondération exploitation des eaux du Canal (zone 60%) (m ³ /j/km ²)	150
Rapport de la densité de voiries par rapport à Plaine Commune	80%
Part des voiries aspergées pour la lutte contre les ICU	25%
Surface d'espaces verts	2 ha
Part des espaces verts arrosés en période de stress	40%
Surface de plans d'eau à préserver en période de stress	0,1 ha
Nombre d'établissements publics	1
Nombre d'employés de la fonction publique	20
Nombre d'étudiants	100
Nombre de blanchisseries	1

QUANTIFICATION DE LA RESSOURCE A L'ECHELLE DE CE PERIMETRE (37,9 m³/jour)

EAU SOUTERRAINE

$$1\,250\text{ m}^3/\text{j} \times 0,23\% \times 105^{20\%} = 3\text{ m}^3/\text{j}$$

EAUX D'EXHAURE

$$(238\,500 \times 0,23\% + 190\,000 \times 0/18) \times 0,80 \times 0,95 / 365 = 1,15\text{ m}^3/\text{jour}$$

EAU DE LA SEINE

$$0,1 \times 105 = 10,5\text{ m}^3/\text{j}$$

EAU DU CANAL SAINT-DENIS

$$0,1 \times 150 = 15\text{ m}^3/\text{j}$$

EAUX GRISES (PISCINES ET EAUX MÉNAGÈRES)

$$0 \times 12\text{ m}^3 + 33\% \times 1\,000 \times 25\text{ l} = 8,25\text{ m}^3/\text{j}$$

QUANTIFICATION DES BESOINS A L'ECHELLE DE CE PERIMETRE (28,3 m³/jour)

ASPERSION DES VOIRIES (LUTTE CONTRE LES ICU)

$$3\,972\text{ m}^3/\text{j} \times 0,23\% \times 80\% = 7,3\text{ m}^3/\text{j}$$

ARROSAGE DES ESPACES VERTS

$$0,40 \times 20\,000 \times 1 \times 2 / 1\,000 = 16\text{ m}^3/\text{j}$$

PRÉSERVATION D'ÉTENDUE EN EAU PERMANENTE

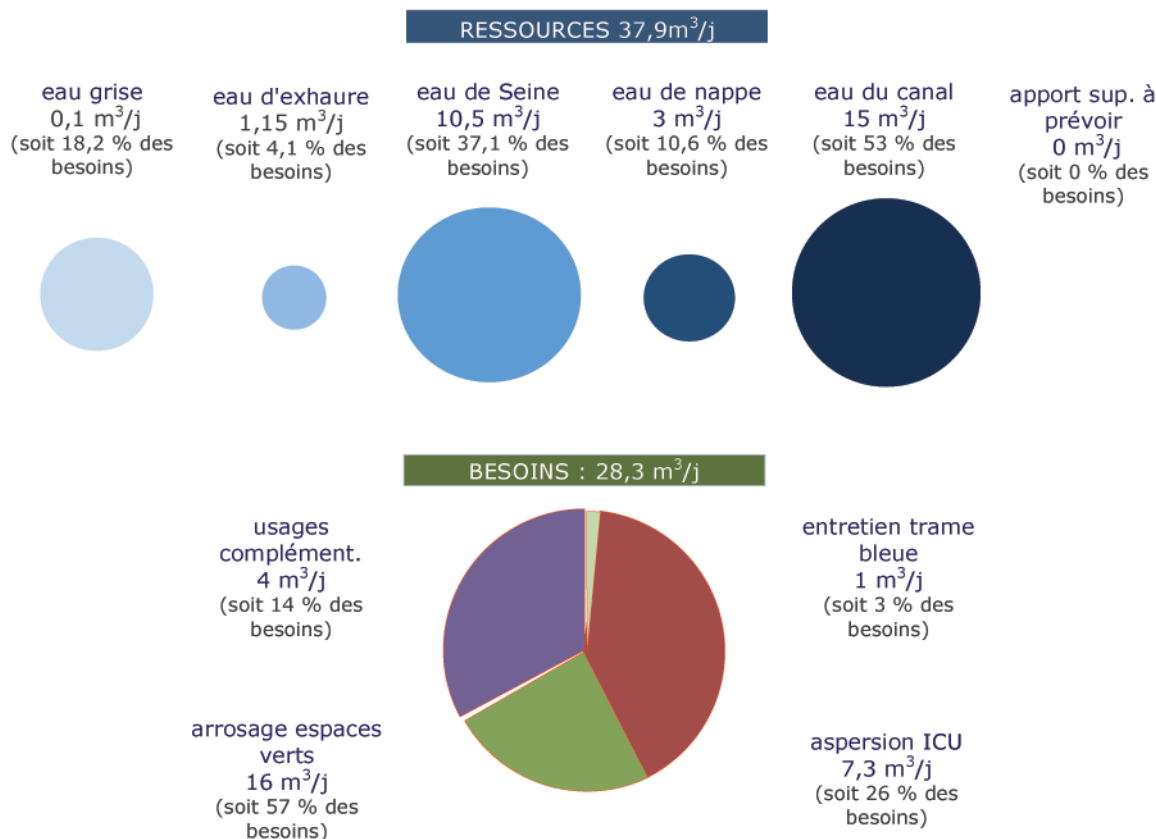
$$1\,000 \times 1 / 1\,000 = 1\text{ m}^3/\text{j}$$

USAGES COMPLÉMENTAIRES (ARROSAGE ET SANITAIRES DES ÉTABLISSEMENTS PUBLICS)

$$(1 \times 1\,000\text{ m}^2 \times 2\text{ l}) + (10\% \times 10\text{ l} \times 100) + (50\% \times 2 \times 10\text{ l} \times 20) + (1,7\text{ m}^3 \times 1) = 4\text{ m}^3/\text{jours}$$

²⁰ La part exploitable de la nappe liée à sa qualité étant supérieure à la Confluence (95%) comparée à la moyenne de Plaine Commune, 90 %, le volume exploitable doit être majoré de 5 %, d'où le chiffre de 105 %

SYNTHÈSE



CONSTAT

Ce quartier, ses dimensions, et plus encore sa localisation, traduisent, ici de façon caricaturale, la prévalence du milieu naturel, la Seine et les canaux, sur toute autre ressource aquatique en période de sécheresse. C'est une évidence, en période de sécheresse, mieux vaut être situé en aval d'un bassin versant, au bord d'un cours d'eau, qu'en amont.

Ces données montrent que, sur une large épaisseur de part et d'autre d'un cours d'eau, l'abondance et la persistance des apports, pour un coût d'infrastructure limité, permettent de générer et de maintenir une urbanisation verte et fraîche. Ainsi, la trame bleue, et son corollaire planté, habituellement réduits aux rives du fleuve ou du canal, peuvent-ils étendre leur emprise en pénétrant, humidifiant, largement la bande de tissu urbain accompagnant les cours d'eau.

A L'ECHELLE D'UN PARC URBAIN : PARC GEORGES VALBON A LA COURNEUVE

Superficie du territoire (km ²)	4,15
Rapport à la superficie de Plaine-Commune	9,7%
Pondération d'exploitation due à la qualité de la nappe (coefficient de qualité de 0,95)	105 %
Coefficient réducteur d'exploitation dû au stress hydrique	70%
Nombre de stations de Métro et RER enterrées sur le territoire	0
Nombre d'habitants	0
Part des habitants raccordés au rejet lave-linge	0%
Nombre de piscines municipales	0
Pondération exploitation des eaux de la Seine (zone 10%) (m ³ /j/km ²)	25

Rappel pompage acceptable en Seine, en m ³ /j/km ²	58,3
Pondération exploitation des eaux du Canal (zone 5/10%) (m ³ /j/km ²)	25
Rapport de la densité de voiries par rapport à Plaine Commune	0,1%
Part des voiries aspergées pour la lutte contre les ICU	25%
Surface d'espaces verts accessibles au public	55 ha
Part des espaces verts arrosés en période de stress	50%
Surface de plans d'eau à préserver en période de stress	20 ha

QUANTIFICATION DE LA RESSOURCE A L'ECHELLE DE CE PERIMETRE (382 m³/jour)

EAU SOUTERRAINE

$$1\,250 \text{ m}^3/\text{j} \times 9,7\% \times 105\% = 127 \text{ m}^3/\text{j}$$

EAUX D'EXHAURE

$$(238\,500 \times 9,7\% + 190\,000 \times 0,18) \times 0,80 \times 0,95 / 365 = 48 \text{ m}^3/\text{jour}$$

EAU DE LA SEINE

$$4,15 \text{ km}^2 \times 25 \text{ m}^3/\text{j}/\text{km}^2 = 103 \text{ m}^3/\text{j}$$

EAU DU CANAL SAINT-DENIS

$$4,15 \text{ km}^2 \times 25 \text{ m}^3/\text{j}/\text{km}^2 = 104 \text{ m}^3/\text{j}$$

EAUX GRISES (PISCINES ET EAUX MÉNAGÈRES)

$$0 \times 12 \text{ m}^3 + 10\% \times 0 \times 25 \text{ l} = 0 \text{ m}^3/\text{j}$$

Il est considéré ici qu'il n'y a pas d'eaux grises récupérables sur le Parc

QUANTIFICATION DES BESOINS A L'ECHELLE DE CE PERIMETRE (750 m³/jour)

ASPERSION DES VOIRIES (LUTTE CONTRE LES ICU)

Dans un contexte de parc urbain, la lutte contre les ICU par aspersion des voiries est négligeable par rapport au rafraîchissement du Parc = 0 m³/j

ARROSAGE DES ESPACES VERTS

$$0,5 \times 550\,000 \times 1 \times 2 / 1\,000 = 550 \text{ m}^3/\text{j}$$

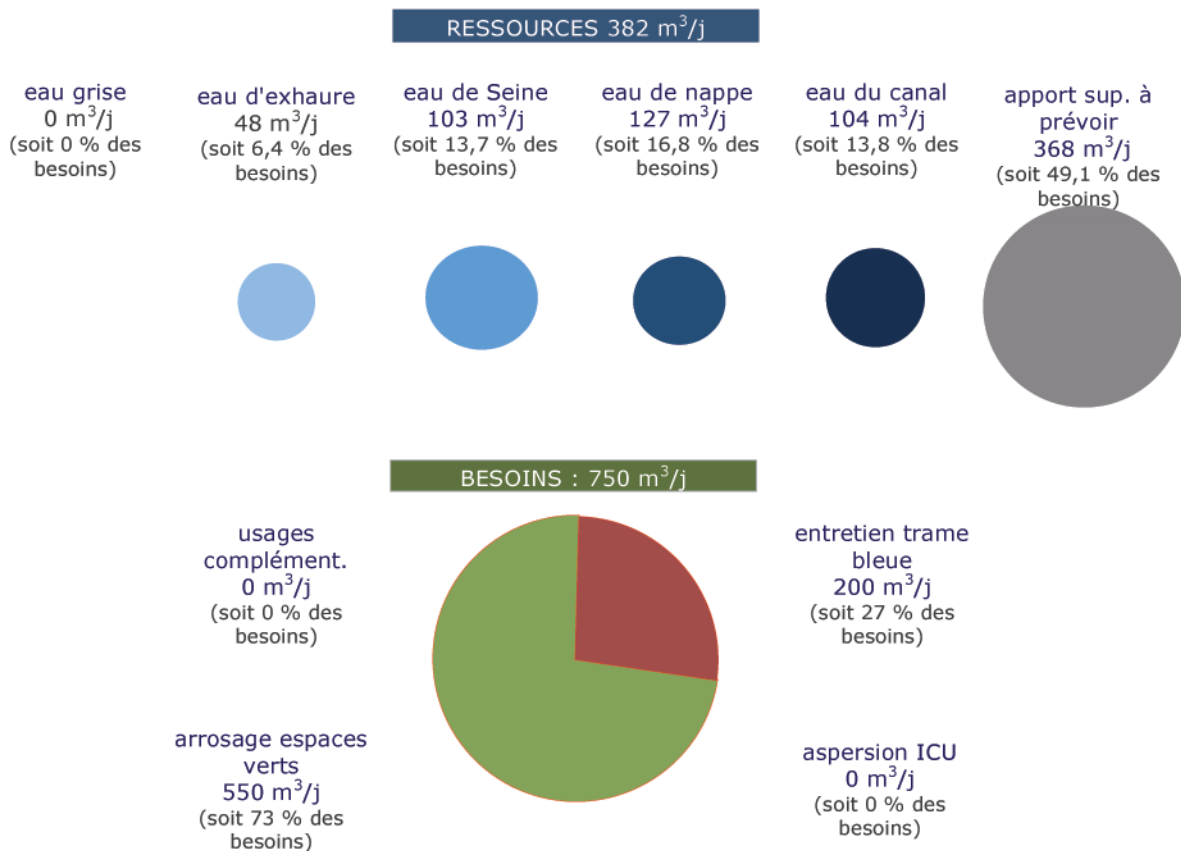
PRÉSERVATION D'ÉTENDUE EN EAU PERMANENTE

$$200\,000 \times 1 / 1\,000 = 200 \text{ m}^3/\text{j}$$

USAGES COMPLÉMENTAIRES (ARROSAGE ET SANITAIRES DES ÉTABLISSEMENTS PUBLICS)

Les usages complémentaires sont négligeables pour un parc urbain

SYNTHÈSE



CONSTAT

Le parc George Valbon à la Courneuve souffrirait d'un déficit important d'eau en période de stress hydrique, du moins dans une perspective de lutte contre les îlots de chaleur. Il se situe relativement loin des principales sources d'alimentation, la Seine et les canaux, et réclame des volumes considérables d'eau pour maintenir sa végétation et ses plans d'eau en état suffisant.

Ancienne zone inondable et lit majeur du Rouillon et de la Vieille-Mer, l'artificialisation du réseau hydrographique a conduit à cette situation. La Vieille-Mer, aujourd'hui une canalisation vide, va très certainement renaître en surface, à un débit régulé à 400 l/s, soit 35 000 m³ par jour. Un centième détourné en période de stress hydrique suffira à conférer au parc une fonction rafraîchissante en période estivale.

A L'ECHELLE D'UNE PARCELLE D'HABITAT COLLECTIF (SITUEE A LA CONFLUENCE DE LA SEINE ET DU CANAL SAINT-DENIS)

Superficie du territoire (km ²)	0,003
Rapport à la superficie de Plaine-Commune	0,007%
Pondération d'exploitation due à la qualité de la nappe (coefficient de qualité de 0,95)	105 %
Coefficient réducteur d'exploitation dû au stress hydrique	70%
Nombre de stations de Métro et RER enterrées sur le territoire	0
Nombre d'habitants	120
Part des habitants raccordés au rejet lave-linge	50%
Nombre de piscines municipales	0
Pondération exploitation des eaux de la Seine (zone 40%) (m ³ /j/km ²)	105

Rappel pompage acceptable en Seine, en m ³ /j/km ²	58,3
Pondération exploitation des eaux du Canal (zone 60%) (m ³ /j/km ²)	150
Rapport de la densité de voiries par rapport à Plaine Commune	200%
Part des voiries aspergées pour la lutte contre les ICU	25%
Surface d'espaces verts accessibles au public	0,15 ha
Part des espaces verts arrosés en période de stress	50%
Surface de plans d'eau à préserver en période de stress	0 ha

QUANTIFICATION DE LA RESSOURCE A L'ECHELLE DE CE PERIMETRE (2,41 m³/jour)

EAU SOUTERRAINE

$$1\,250\text{ m}^3/\text{j} \times 0,007\% \times 105\% = 0,092\text{ m}^3/\text{j}$$

EAUX D'EXHAURE

$$(238\,500 \times 0,007\% + 190\,000 \times 0/18) \times 0,80 \times 0,95 / 365 = 0,033\text{ m}^3/\text{jour}$$

EAU DE LA SEINE

$$0,003\text{ km}^2 \times 105\text{ m}^3/\text{j}/\text{km}^2 = 0,315\text{ m}^3/\text{j}$$

EAU DU CANAL SAINT-DENIS

$$0,003\text{ km}^2 \times 150\text{ m}^3/\text{j}/\text{km}^2 = 0,45\text{ m}^3/\text{j}$$

EAUX GRISES (PISCINES ET EAUX MÉNAGÈRES)

$$0 \times 12\text{ m}^3 + 50\% \times 120 \times 25\text{ l} = 1,5\text{ m}^3/\text{j}$$

QUANTIFICATION DES BESOINS A L'ECHELLE DE CE PERIMETRE (2,89 m³/jour)

ASPERSION DES VOIRIES (LUTTE CONTRE LES ICU)

$$3\,972\text{ m}^3/\text{j} \times 0,007\% \times 200\% = 0,55\text{ m}^3/\text{j}$$

ARROSAGE DES ESPACES VERTS

$$0,50 \times 1\,500 \times 1 \times 2 / 1\,000 = 1,5\text{ m}^3/\text{j}$$

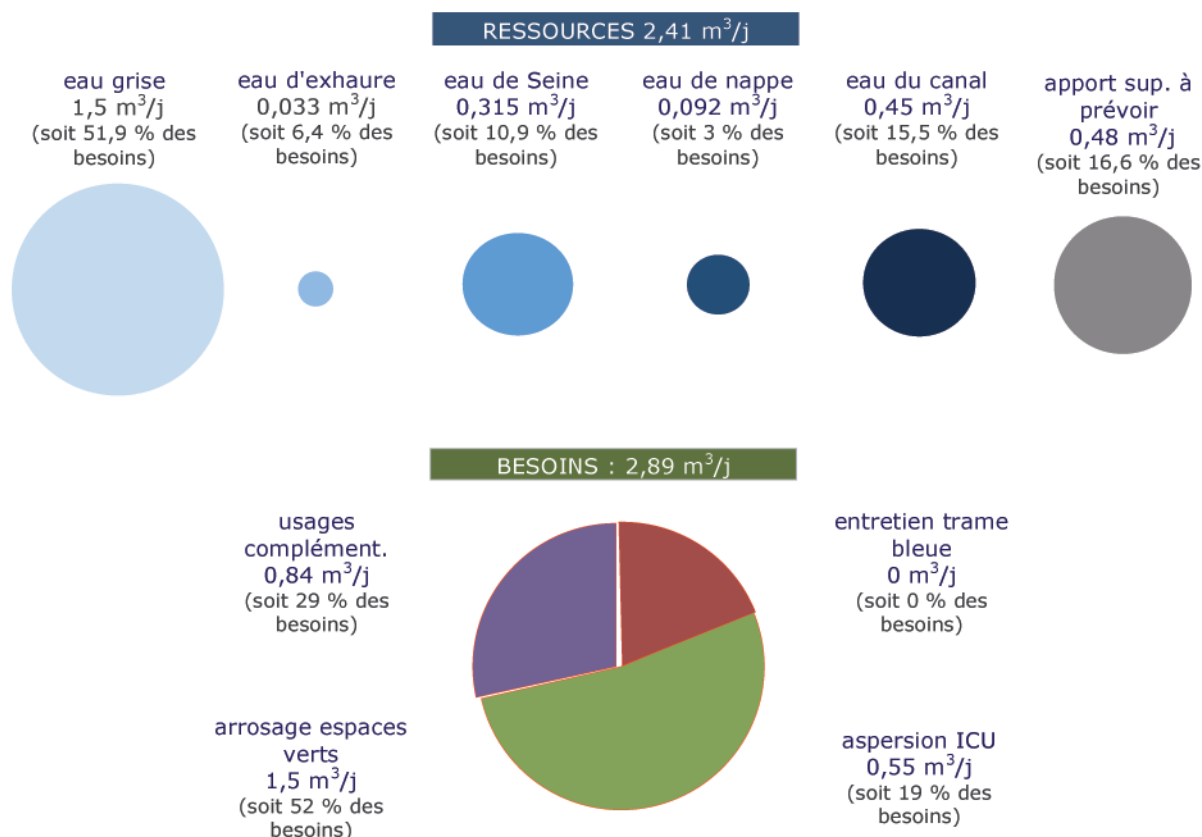
PRÉSERVATION D'ÉTENDUE EN EAU PERMANENTE

Pas de plan d'eau pour ce territoire

USAGES COMPLÉMENTAIRES (ARROSAGE ET SANITAIRES DES ÉTABLISSEMENTS PUBLICS)

$$70\% \text{ (part des habitants présents en juillet-août)} \times 10\text{ l} \times 120\text{ habitants} = 0,84\text{ m}^3/\text{jours}$$

SYNTHESE



CONSTAT

A l'échelle de la parcelle d'habitat collectif, même dans une situation géographique favorable, la ressource disponible telle que calculée ici n'est pas suffisante pour participer activement à la création d'îlot de fraîcheur, alors que le besoin est particulièrement sensible dans ce type d'occupation. En effet, d'une part, la production d'eau grise reste largement insuffisante pour couvrir tous les besoins, bien qu'elle représente plus de la moitié des apports. D'autre part, le fait que le prélèvement dans le milieu naturel (Seine, canal, nappe) soit quantifié en fonction de la superficie au sol de l'emprise étudiée, limite considérablement les volumes obtenus.

Les solutions envisageables résident, soit dans un taux de raccordement supérieur des résidents au réseau d'eau brute, afin d'en accroître la production réutilisable, soit de déterminer le volume prélevable sur d'autres critères, comme exposé ci-avant, soit enfin de disposer d'une cuve de stockage. Cette dernière hypothèse étant relativement raisonnable puisque le besoin serait au total d'environ 7 m³ (apport supplémentaire à prévoir 0,48 m³ x 15 jours = 7.2 m³).

A L'ECHELLE D'UNE PARCELLE D'HABITAT INDIVIDUEL (SITUEE A SAINT-DENIS)

Superficie du territoire (km ²) (700 m ²)	0,0007	Rappel pompage acceptable en Seine, en m ³ /j/km ²	58,3
Rapport à la superficie de Plaine- Commune	0,0016%	Pondération exploitation des eaux du Canal (zone 60%) (m ³ /j/km ²)	150
Pondération d'exploitation due à la qualité de la nappe (coefficient de qualité de 0,90)	100 %	Rapport de la densité de voiries par rapport à Plaine Commune	20%
Coefficient réducteur d'exploitation dû au stress hydrique	70%	Part des voiries aspergées pour la lutte contre les ICU	25%
Nombre d'habitants	4	Surface d'espaces verts accessibles au public	0,15 ha
Part des habitants raccordables au rejet lave-linge	100%	Part des espaces verts arrosés en période de stress	50%
Pondération exploitation des eaux de la Seine (zone 30%) (m ³ /j/km ²)	74,5	Surface de plans d'eau à préserver en période de stress	0 ha

QUANTIFICATION DE LA RESSOURCE A L'ECHELLE DE CE PERIMETRE (0.285 m³/jour)

EAU SOUTERRAINE

$$1\,250\text{ m}^3/\text{j} \times 0,0016\% \times 100\% = 0,020\text{ m}^3/\text{j} \text{ (20 l/j)}$$

EAUX D'EXHAURE

$$(238\,500 \times 0,0016\% + 190\,000 \times 0/18) \times 0,80 \times 0,90 / 365 = 0,0075\text{ m}^3/\text{jour} \text{ (7,5 l/j)}$$

EAU DE LA SEINE

$$(700/1\,000\,000)\text{ km}^2 \times 74,5\text{ m}^3/\text{j}/\text{km}^2 = 0,052\text{ m}^3/\text{j} \text{ (52 l/j)}$$

EAU DU CANAL SAINT-DENIS

$$(700/1\,000\,000)\text{ km}^2 \times 150\text{ m}^3/\text{j}/\text{km}^2 = 0,105\text{ m}^3/\text{j} \text{ (105 l/j)}$$

EAUX GRISES (PISCINES ET EAUX MÉNAGÈRES)

$$0 \times 12\text{ m}^3 + 100\% \times 4 \times 25\text{ l} = 0,1\text{ m}^3/\text{j} \text{ (100 l/j)}$$

QUANTIFICATION DES BESOINS A L'ECHELLE DE CE PERIMETRE (0,55 m³/jour)

ASPERSION DES VOIRIES (LUTTE CONTRE LES ICU)

$$3\,972\text{ m}^3/\text{j} \times 0,0016\% \times 20\% = 0,012\text{ m}^3/\text{j} \text{ (12 l/j)}$$

ARROSAGE DES ESPACES VERTS

$$0,50 \times 500 \times 1 \times 2 / 1\,000 = 0,5\text{ m}^3/\text{j}$$

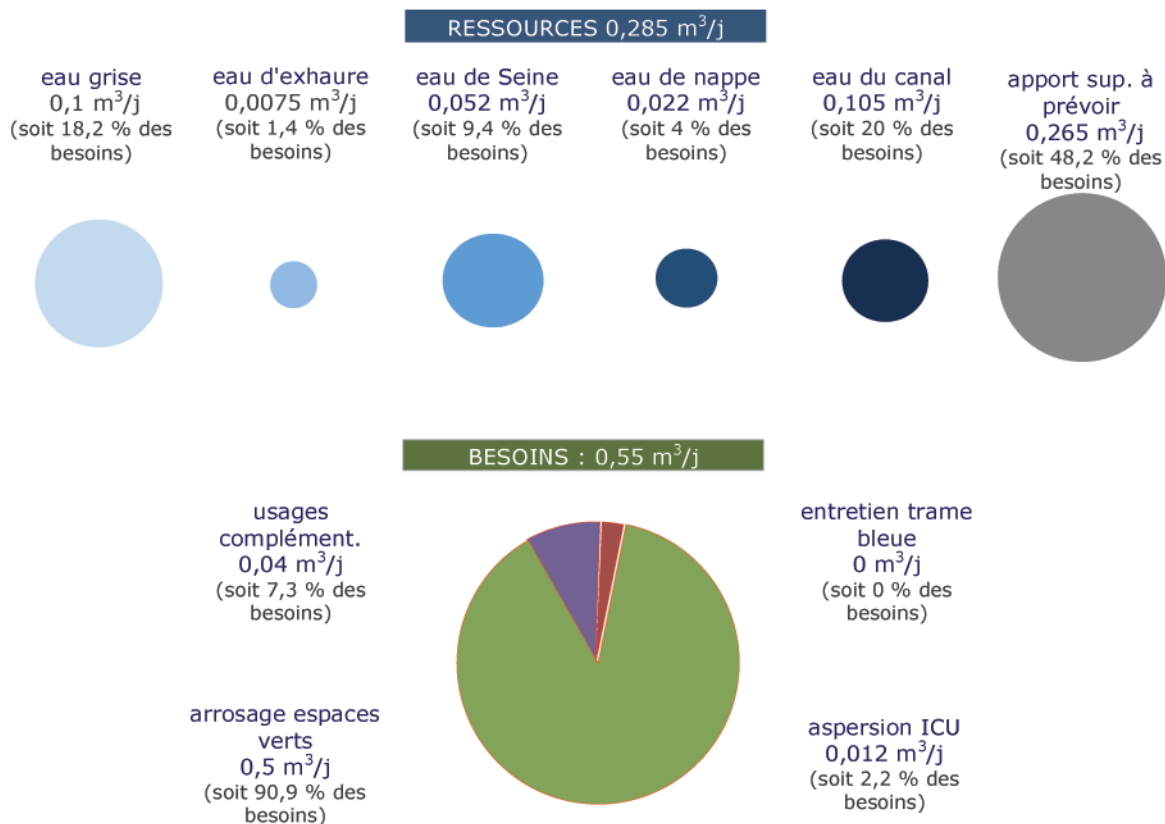
PRÉSERVATION D'ÉTENDUE EN EAU PERMANENTE

Pas de plan d'eau pour cette parcelle type

USAGES COMPLÉMENTAIRES (ARROSAGE ET SANITAIRES DES ÉTABLISSEMENTS PUBLICS)

$$100\% \text{ (part des habitants présents en juillet-août)} \times 10\text{ l} \times 4\text{ habitants} = 0,04\text{ m}^3/\text{jours} \text{ (40 l/j)}$$

SYNTHÈSE



CONSTAT

Le constat établie concernant la parcelle collective s'applique ici avec plus de force encore, d'une part parce que la production d'eau grise est plus faible, d'autre part parce que les surfaces à humidifier sont proportionnellement plus grandes. D'autant qu'ici, le mode de calcul tend très probablement à surestimer les apports relatifs aux prélèvements dans le milieu naturel, car nécessitant un réseau d'alimentation au maillage étendu et dense.

La réponse la plus pertinente semble être celle d'un dispositif de stockage préalable, puisque la capacité nécessaire réclame un volume relativement réduit, d'environ 4 m³, 8 m³ en écartant toute alimentation par le milieu naturel.

A L'ECHELLE DE L'AGGLOMERATION PARISIENNE - PROCHE COURONNE

Superficie du territoire (km ²)	762
Rapport à la superficie de Plaine-Commune	1 780%
Pondération d'exploitation due à la qualité de la nappe (coefficient de qualité de 0,7)	80 %
Coefficient réducteur d'exploitation dû au stress hydrique	70%
Nombre de stations de Métro et RER enterrées sur le territoire	~300
Nombre d'habitants	6 665 000
Part des habitants raccordables au rejet lave-linge	10%
Nombre de piscines municipales	170
Rappel pompage acceptable en Seine, en m ³ /j/km ²	58,3

Rapport de la densité de voiries par rapport à Plaine Commune	100%
Part des voiries aspergées pour la lutte contre les ICU	25%
Surface d'espaces verts	5 710 ha
Part des espaces verts arrosés en période de stress	40%
Surface de plans d'eau à préserver en période de stress	540 ha
Nombre d'établissements publics	6 000
Nombre d'employés de la fonction publique	250 000
Nombre d'étudiants	~500 000
Nombre de blanchisseries	3 000

QUANTIFICATION DE LA RESSOURCE A L'ECHELLE DE CE PERIMETRE (98 320 m³/jour)

EAU SOUTERRAINE

$$1\,250\text{ m}^3/\text{j} \times 1\,780\% \times 80\% = 17\,800\text{ m}^3/\text{j}$$

EAUX D'EXHAURE

$$(238\,500 \times 1\,780\% + 190\,000 \times 300/18) \times 0,80 \times 0,7 / 365 = 11\,370\text{ m}^3/\text{j}$$

EAU DE LA SEINE

$$762\text{ km}^2 \times 58,3\text{ m}^3/\text{j}/\text{km}^2 = 44\,450\text{ m}^3/\text{j}$$

EAU DU CANAL SAINT-DENIS

$$6\,000\text{ m}^3/\text{j} \text{ (Canal Saint-Denis + Canal Saint-Martin + Canal de l'Ourcq)}$$

EAUX GRISES (PISCINES ET EAUX MÉNAGÈRES)

$$170 \times 12\text{ m}^3 + 10\% \times 6\,665\,000 \times 25\text{ l} = 18\,700\text{ m}^3/\text{j}$$

QUANTIFICATION DES BESOINS A L'ECHELLE DE CE PERIMETRE (141 050 m³/jour)

ASPERSION DES VOIRIES (LUTTE CONTRE LES ICU)

$$3\,972\text{ m}^3/\text{j} \times 1\,780\% \times 100\% = 70\,700\text{ m}^3/\text{j}$$

ARROSAGE DES ESPACES VERTS

$$40\% \times 5\,710 \times 10\,000 \text{ (passage au m}^2) \times 2 \text{ (l/m}^2) / 1\,000 = 45\,700\text{ m}^3/\text{j}$$

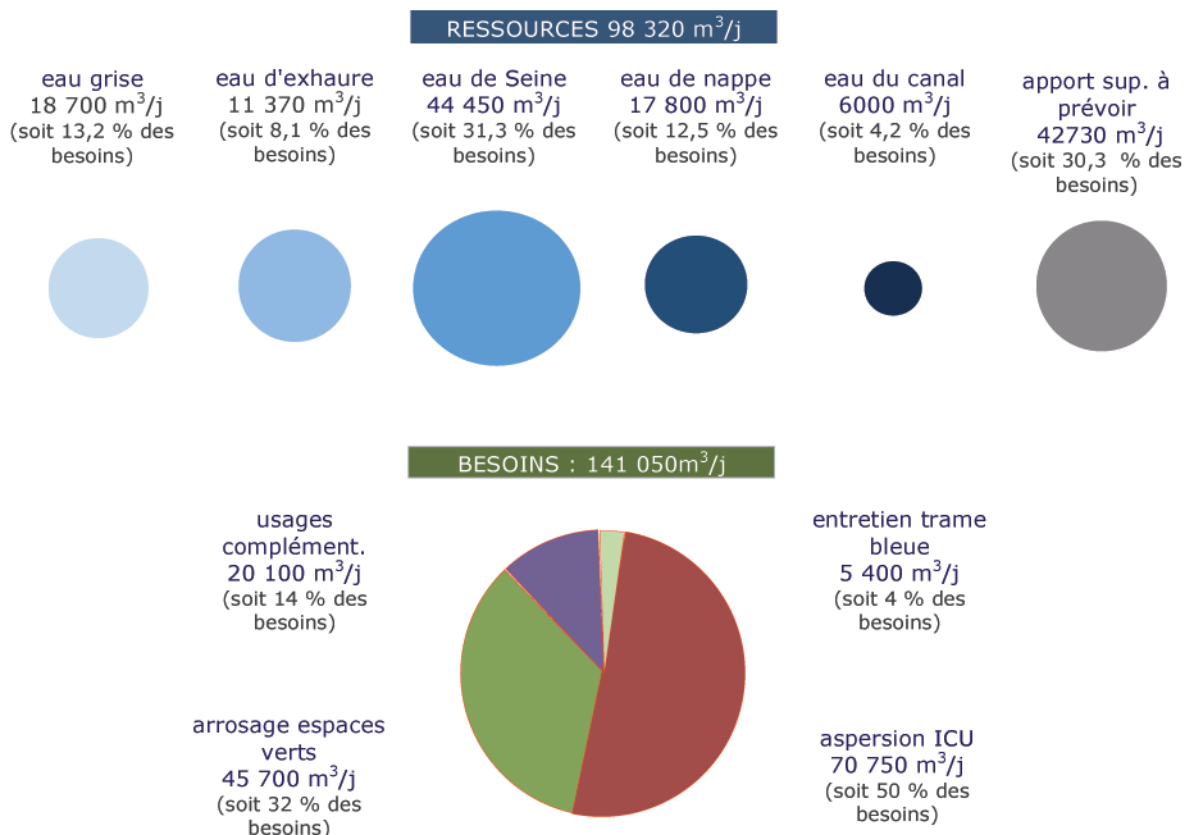
PRÉSERVATION D'ÉTENDUE EN EAU PERMANENTE

$$540 \times 10\,000 \times 1 / 1\,000 = 5\,400\text{ m}^3/\text{j}$$

USAGES COMPLÉMENTAIRES (ARROSAGE ET SANITAIRES DES ÉTABLISSEMENTS PUBLICS)

$$6\,000 \times 1\,000\text{ m}^2 \times 2\text{ l/j/m}^2 + 10\% \times 10\text{ l} \times 500\,000 + 50\% \times 2\text{ chasses d'eau} \times 10\text{ l} \times 250\,000 + 1,7\text{ m}^3 \times 2\,500 = 19\,250\text{ m}^3/\text{jours}$$

SYNTHÈSE



CONSTAT

Si, à l'échelle de l'Île de France, les estimations peuvent souffrir d'une imprécision plus grande encore que pour des territoires de taille inférieure, elles restent néanmoins significatives. En montrant, là encore, que le territoire de Plaine Commune se révèle relativement bien pourvu en ressources par temps de stress hydrique. En effet, l'agglomération parisienne ne dispose pas sur l'ensemble de son territoire d'un maillage hydrographique aussi favorable que celui irrigant l'agglomération du nord de Paris. Le fleuve, et plus encore les canaux, constituent une richesse mal partagée à l'échelle de la métropole parisienne.

Il en résulte que le déficit d'alimentation en période critique représente un cinquième des besoins. Les mesures à mettre en œuvre sont nombreuses et reprennent celles déjà évoquées ci-dessus, dont la multiplication sur le territoire de réservoirs d'eau de pluie dédiés à cette période, réservoir pouvant. S'ajoute probablement une gestion à optimiser, dans la mesure du possible, à l'échelle du bassin versant de la Seine. L'objectif étant de réduire les périodes d'étiage du fleuve et de ses affluents de façon à permettre un prélèvement supérieur à celui retenu ici. Objectif aisé à énoncer, probablement plus difficile à mettre en œuvre dans un contexte de réchauffement climatique qui verra augmenter les événements extrêmes, tant en pluviométrie qu'en température. Objectif qui nécessiterait de domestiquer plus encore le fleuve, artificialiser son fonctionnement en additionnant à ceux existants des barrages et zones d'expansion amont.

Moins artificiel serait de veiller à réduire la pollution des nappes afin d'accroître le volume exploitable. Moins artificiel encore, la découverte des cours d'eau pour bénéficier d'un réseau hydrographique plus dense et mieux maillé. Moins artificiel enfin, d'aborder la maîtrise des eaux pluviales non par des infrastructures de type bassin de rétention, mais par une multiplication des dispositifs visant à infiltrer les eaux, dans la nappe, au moins dans le substrat superficiel afin de générer une végétalisation accrue tout au long de l'année, offrant ainsi une inertie thermique et hygrométrique susceptible de se prolonger sur toute la période sèche.

CONCLUSION

LES SOLUTIONS MULTIPLES, A TOUTES LES ECHELLES, NE PEUVENT ETRE SYSTEMATISEES MAIS SONT CONDITIONNEES PAR LA GEOGRAPHIE

Au technicien, il apparait que les mesures à mettre en œuvre sont nombreuses. Elles varient selon les échelles. A l'échelle nationale, comme il est vu pour l'Ile-de-France, à l'échelle de la parcelle également. Privilégier une échelle sur une autre n'apporterait qu'une réponse partielle, insuffisante.

De même pour toute systématisation. Le contexte géographique est à prendre en compte en premier lieu, parce que la ressource varie selon les endroits. Ainsi, à l'échelle de Plaine Commune, il apparait par exemple que la nappe se doit d'être privilégiée là où le fleuve est éloigné, et le stockage individuel là où son coût concurrence celui d'un prélèvement en nappe.

LES MOYENS A METTRE EN ŒUVRE DEPENDRONT DE LA NUISANCE RESSENTIE, DONT L'IMPACT SANITAIRE, DANS UN CONTEXTE DE RECHAUFFEMENT CLIMATIQUE

Comme vu en introduction, l'objet de l'attention portée ici aux périodes de stress hydrique vise en premier lieu à lutter contre les effets du réchauffement climatique, en particulier sa traduction sur les phénomènes d'îlots de chaleur urbains. Cette étude, même si elle ne quantifie pas les moyens à mettre en œuvre, laisse présager la nécessité d'investissements considérables, investissements qui peuvent apparaître démesurés alors que nous ne connaissons que le début du phénomène de réchauffement climatique. Dans le contexte actuel, les infrastructures existantes paraissent comme globalement adaptées, suffisantes, qu'en sera-t-il si les canicules se multiplient, la mortalité associée s'accroît, l'impact sur la qualité de vie devient plus sensible ? Si la nécessité d'une réponse se confirme, celle-ci relèvera-t-elle d'une technicisation accrue, l'emploi de climatiseurs, de brumisateurs, par exemple, ou de techniques plus durables. Les réponses seront-elles apportées par la collectivité, par la mise en place d'infrastructures publiques, à l'instar de celles mises en œuvre prioritairement depuis la fin du XIXème siècle jusqu'à récemment, ou laissées à l'initiative des acteurs privés alors peut-être moins partagées. Enfin, les moyens disponibles pour la mise en œuvre de ces solutions seront-ils suffisants ? Sans en préjuger ici, il faut considérer tous ces paramètres pour alimenter la réflexion sur la pertinence et le choix des techniques à envisager.

Rappelons pour conclure, que le territoire de Plaine Commune, comme l'ensemble de l'Ile-de-France, dispose d'une ressource en eau considérable, bien supérieure aux besoins, cela tout au long de l'année à l'exception probable de quelques jours par an. Si, à ce jour, parmi tous les enjeux environnementaux, celui de l'économie de la ressource en eau n'est pas le plus urgent (comparé à celui de l'économie d'énergie, de la lutte contre l'effet de serre, la pollution, etc...), il reste que, outre la préservation de sa qualité, il est essentiel d'assurer la suture, de gérer la période de stress hydrique. Ainsi, se doivent d'être privilégiées les mesures visant à conserver l'eau pour cette période uniquement.

2. Prix de l'eau des canaux

Extrait de la tarification canaux «annexe 4».

Les canaux en partage : guide à l'usage des collectivités sur les prélèvements et les rejets d'eau, Mairie de Paris, Direction de la Voirie et des Déplacements, Service des canaux, 2013.

NUMERO DES PRIX	DESIGNATION	TARIFS
	3/ CABLES, CONDUITES, CANALISATIONS DE TOUTES NATURES	
4-010	Conduites, canalisations, enterrées, industrielles ou non, autres qu'oléoducs ou multitubulaires, y compris celles appartenant à des services publics ou assimilés. Jusqu'à 0,60 m de diamètre ou de largeur, par mètre linéaire et par an	8,31
4-011	Conduites, canalisations, galeries et caniveaux, enterrés, autres qu'oléoducs ou multitubulaires, industriels ou non, y compris ceux appartenant à des services publics ou assimilés. De plus de 0,60 m de diamètre ou de largeur, par mètre carré de surface occupée et par an	8,74
4-012	Oléoducs ou multitubulaires, y compris ceux appartenant à des services publics ou assimilés.	
4-012a	Jusqu'à 0,60 m de diamètre ou de largeur, par mètre linéaire et par an	16,45
4-012b	De plus de 0,60 m de diamètre ou de largeur, par mètre carré de surface occupée et par an	17,49
4-013a	Nota : Les câbles et tirants d'ancrage sont assimilés aux canalisations enterrées jusqu'à 0,60 mètre de diamètre (prix n° 4-010). Leur longueur sera calculée en projection horizontale.	
4-013b	Nota : Si les câbles, conduites, canalisations industrielles ou non, autre qu'oléoducs ou multitubulaires, y compris ceux appartenant à des services publics ou assimilés, surplombent la voie d'eau à l'aide d'un pont ou d'une passerelle, en passant à l'intérieur du tablier et des culées de l'ouvrage, de telle sorte qu'ils ne soient pas visibles de l'extérieur, ils seront considérés sur le plan tarifaire comme un ouvrage enterré, selon les prix prévus aux n°s 4-010 ou 4-011.	
4-014	Câbles, conduites, canalisations industrielles ou non, autres qu'oléoducs ou multitubulaires, y compris ceux appartenant à des services publics ou assimilés, surplombant la voie d'eau à l'aide d'un pont ou d'une passerelle, accrochés à l'ouvrage, de telle sorte qu'ils ne soient pas totalement invisibles de l'extérieur (ex : en applique ou en sous-face) :	
4-014a	Jusqu'à 0,60 mètre de diamètre ou de largeur, par mètre linéaire et par an	14,10
4-014b	De plus de 0,60 mètre de diamètre ou de largeur, par mètre carré de surface occupée et par an	14,79
4-015	Câbles, conduites, canalisations, caniveaux et ouvrages assimilables à ciel ouvert, posés au sol, industriels ou non, autres qu'oléoducs ou multitubulaires, y compris ceux appartenant à des services publics ou assimilés. par mètre linéaire et par an : Nota : l'entretien de ces ouvrages ainsi que celui sur une largeur de 0,50 mètres de part et d'autre de ceux-ci sont à la charge du permissionnaire.	16,45
4-016	Câbles, canalisations, en aérien, industriels ou non, y compris ceux appartenant à des services publics ou assimilés, par mètre linéaire et par an	9,87

4-017	Pour les prix n°s 4-010 à 4-016 inclus, avec un minimum de perception par autorisation de	392,02
4-018	Câbles, conduites ou canalisations diverses, non industriels, pour des branchements appartenant à des particuliers, effectués à partir de câbles, conduites ou canalisations dépendant d'un service public de distribution ou assimilé, par mètre linéaire et par an	0,407
4-019	Pour le prix n° 4-018, avec un minimum de perception par autorisation de	25,88
	4/ <u>FOSSES</u>	
4-020	Fossés, par mètre carré de surface occupée et par an	8,74
	5/ <u>OUVRAGES DIVERS</u>	
4-021	Pylône, poteau, jusqu'à moins de 20 cm de diamètre ou de côté, par unité et par an	24,93
4-022	Pylône, poteau, de plus de 20 cm de diamètre ou de côté, par mètre carré de surface occupée et par an	140,72
4-023	Console en surplomb sur le domaine, par unité et par an	6,99

CHAPITRE V

DROITS POUR PRISES D'EAU - REJETS D'EAU

NUMERO DES PRIX	DESIGNATION	TARIFS
5-001	NOTA : Les prix ci-dessous ne couvrent que le fait d'avoir une autorisation de prise d'eau (prélèvement ou rejet) dans le réseau fluvial de la ville de Paris. Ils ne correspondent pas au droit d'occupation des ouvrages installés à cet effet, qui font l'objet d'une tarification séparée. Les eaux rejetées devront répondre aux critères de qualité exigés par le service des canaux et contrôlés par un laboratoire agréé. Les rejets existants avant le 1^{er} janvier 2012 devront disparaître ou se mettre en accord tant du point de vue déclaratif que conformité par rapport aux exigences de qualité demandées. 1/ <u>PRELEVEMENTS</u>	
5-002	Redevance par mètre cube d'eau prélevé dans le réseau fluvial de la Ville de Paris Prix au m³ 2/ <u>REJETS</u>	0,04865 €
5-003	Pour un rejet d'eaux pluviales, - répondant aux critères de qualité émis par le service des canaux, - installé sur une parcelle privée, mitoyenne du domaine public fluvial de la ville de Paris, - à partir d'un équipement individuel et privatif de recueil, de décantation et/ou de filtration, par point de rejet et par an	140,68 €
5-004	Pour un rejet d'eaux pluviales, - répondant aux critères de qualité émis par le service des canaux, - à partir d'un équipement collectif de recueil, de décantation et/ou de filtration, - utilisant une méthode de gestion des eaux de pluie alternative au réseau d'assainissement, par équipement et par an	1400,58 €
5-005	Pour un rejet d'eaux pluviales, - répondant aux critères de qualité émis par le service des canaux, - à partir de la canalisation « eaux pluviales » d'un réseau public d'assainissement, - traitées au moyen d'un stockage temporaire par décantation ou autre moyen épuratif, par équipement et par an	2801,37 €
5-006	Cas particulier : tarification des eaux d'exhaure Pour un rejet d'eaux d'exhaure (eaux d'infiltration qui nuisent aux installations souterraines) et répondant aux critères de qualité émis par le service des canaux, par point de rejet et par an	140,68 €
5-007	Mise en conformité des branchements existants Les prix 5-003, 5-004, 5-005 et 5-006 seront majorés de 100% pour les rejets existants et qui ne répondent pas aux critères de qualités émis par le service des canaux. Ces rejets disposeront d'un délai d'un an pour être, soit supprimés, soit modifiés.	
5-008	Evolution de la réglementation Les prix 5-002, 5-003, 5-004, 5-005 et 5-006 seront majorés des éventuelles taxes ou redevances qui pourraient être exigées pour ces prises d'eau par l'Agence Financière de Bassin ou par tout autre établissement public.	

3. L'exemple de Madrid et de Barcelone

La connaissance des cas de Madrid et de Barcelone est susceptible de contribuer à l'approfondissement du sujet et à la définition de stratégies plus ou moins expérimentales qui pourront être une aide à la décision. Ces villes ont fait le choix d'utilisations novatrices de l'eau brute, sous contrôle d'institutions ad hoc, et se sont dotées de cadres techniques et réglementaires adaptés. Elles permettent de mettre en perspective des cadres réglementaires et une diversité de techniques et d'usages possibles.

A. L'eau non potable à Madrid

L'eau potable, consommée dans Madrid, est issue des eaux de surfaces et souterraines. Madrid est l'une des principales villes européennes à s'être tournée vers l'utilisation d'une eau non potable. Plusieurs raisons expliquent cette décision politique et économique dont notamment la pression exercée sur la ressource en AEP et la situation climatique : faible humidité moyenne et fort ensoleillement. Les précipitations annuelles moyennes ne sont pas suffisamment importantes empêcher un déficit hydrique annuel qui dépasse les 500 mm.

Entre 1991 et 1995, Madrid a connu une sécheresse très importante. Afin de faire face à cette crise, des transferts d'eau entre bassins versants ont été mis en œuvre, des réserves souterraines ont été exploitées et des ressources alternatives ont été ponctuellement utilisées. Cette utilisation d'autres ressources est inédite à l'époque et a motivé la communauté autonome à établir une loi en 1992, la loi 3/1992, qui approuve la limitation des débits attribués selon les usagers, la mise en place de restrictions échelonnées selon le manque d'eau enregistré et favorise l'utilisation de ressources alternatives à l'eau potable.

Dès 1993, la mairie démarra des études concernant la demande en eau, les niveaux d'épurations nécessaires ainsi que la conception d'un deuxième réseau. Ces études ont abouti à la mise en place d'un réseau d'eau brute, spécialement construit pour mettre à disposition des ressources alternatives. Il est situé entièrement sur le territoire de la ville de Madrid. En 2013, il existe 145 km de ce réseau mais sa construction n'est pour l'heure pas achevée. Le coût de ce nouveau réseau est d'environ 130 millions d'euros.

Le Plan de l'eau (*Plan del agua*) est un plan élaboré par la Ville en 2004 avec comme objectif de garantir non seulement un service de base mais aussi la protection de la faune et de la flore, de certifier une capacité de dilution, d'autoépuration des ressources naturelles, ainsi qu'une valeur esthétique et récréative aux éléments aquatiques présents dans le paysage.

Les ressources alternatives

Eau régénérée

En 2006, le « Département Environnement et Service à la Ville » élabore l'Ordonnance de gestion et d'usage efficient de l'eau dans la ville de Madrid. Ce document législatif municipal traite principalement de l'usage des ressources hydriques alternatives comprises comme : « la mise à profit de l'eau régénérée provenant des stations d'épuration du système d'assainissement de la ville, des eaux de drainage provenant du réseau d'infrastructures souterraines et d'autres puits de captages d'eaux souterraines, des eaux provenant des systèmes de captage et de stockage des eaux pluviales »⁴.

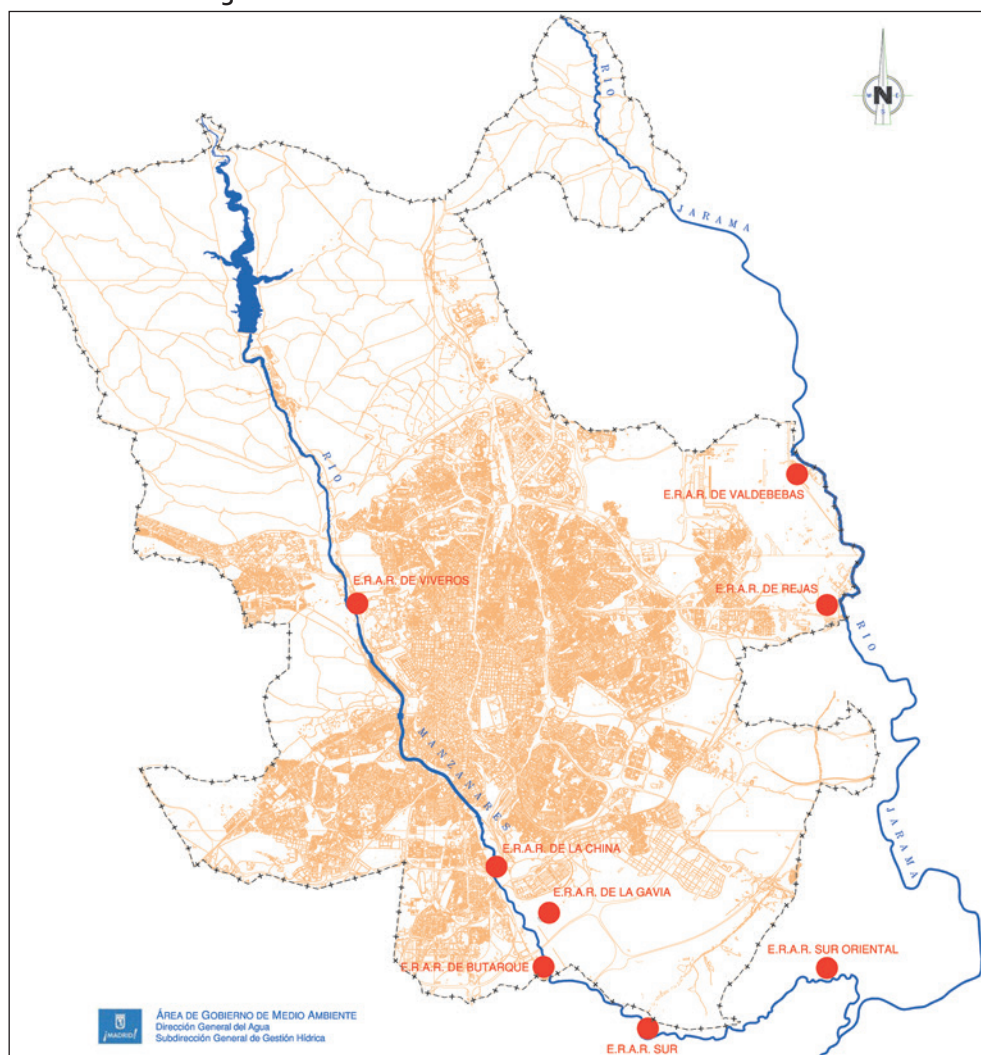
L'eau à la sortie de la station d'épuration est appelée « eau épurée ». Elle est dénommée « eau régénérée » une fois qu'elle a subi le traitement nécessaire à son usage dans des stations spécifiques (« *Estación Regeneradora de Agua* »).

4 – Ayuntamiento de Madrid, *Ordenanza de Gestión y Uso Eficiente del Agua en la Ciudad de Madrid*, p.30

Dans le plan municipal, il est mentionné la possibilité d'utiliser de l'eau régénérée provenant de 8 stations régénératrices, en fonction des besoins de la ville. Ce plan a plusieurs phases et, pour le moment, 4 stations régénératrices sont reliées au réseau. Il s'agit de stations d'épurations ordinaires disposant de processus supplémentaires permettant la régénération de l'eau :

- ERAR de la China fut la première station à régénérer l'eau usée. Elle approvisionne le réseau central.
- ERAR de Viveros approvisionne le réseau Nord-Ouest.
- ERAR de Rejas approvisionne le réseau Nord-Est.
- ERAR de la Gavia est dotée d'une installation complémentaire de régénération d'eau qui entrera en service prochainement.

Plan des stations régénératrices de la Ville de Madrid



Usine de traitement de l'eau du réseau central



D'après des données de la Ville de Madrid⁵ en 2012, 273 099 243 m³ d'eaux usées ont été traitées. Sur la totalité des eaux usées traitées, 6 217 410 m³ ont été régénérés, soit une production de 17 034 m³/jour. La quantité d'eau usée régénérée est faible comparée à la totalité d'eau usée traitée, environ 2,3 %, mais la Ville de Madrid assure que tous les besoins pris en charge par le réseau d'eau non potable sont comblés.

Eau d'exhaure

Outre les eaux usées traitées, les eaux d'exhaures sont également une ressource. Pour protéger son réseau d'infrastructure de transport souterrain, la Ville a installé plus d'une centaine de puits de captages permettant de pomper l'excédent des eaux de nappes qui impacte les infrastructures. Actuellement 10 stations possèdent des puits d'exhaure (7 puits d'exhaures pour le métro, 1 puits pour le train et 2 puits pour les tunnels routiers) équipés d'un système autonome de dérivation des eaux qui, en fonction de la qualité, rejette l'eau dans le réseau d'égout ou dans un réservoir pour une utilisation future (nettoyage des voiries, arrosage). D'après la Ville de Madrid, le volume récupéré est d'environ 100 000 m³/an, soit environ 274 m³/jour.

D'après des estimations présentées dans le plan de l'eau de Madrid de 2004, il serait possible de récupérer 12 000 m³/jour avec 20 puits d'exhaures.

Borne de remplissage à l'eau d'exhaure pour les camions citernes



© Cedidas por el Ayuntamiento de Madrid

Eau pluviale

Aujourd'hui, la Ville de Madrid ne dispose pas d'installations municipales qui récupèrent et réutilisent les eaux de pluie. Cependant, le plan de l'eau de la Ville de Madrid encourage la récupération et la réutilisation des eaux pluviales à plusieurs échelles :

- Bâtiments : installation de gouttières connectées entre elles et à un système de stockage pour l'arrosage des espaces verts de la parcelle.
- Voiries : installation de caniveaux reliant les fosses d'arbres.
- Parkings : système de récupération relié à une filtration et une cuve de stockage.
- Terrains de sport : installation d'un réseau de drainage connecté à un collecteur.

En 2012, 6 300 000 m³ d'eau non potable ont été utilisés. L'utilisation d'eau non potable a évolué de 40 % en 6 ans. Le tableau ci-dessous montre l'évolution de la consommation d'eau non potable au fil des années :

	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Économie d'eau potable par l'utilisation d'eau non potable pour les installations municipales (Mm ³ /an)	4,48 (soit 12 275 m ³ /j)	5,06 (soit 13 865 m ³ /j)	5,52 (soit 15 123 m ³ /j)	5,97 (soit 16 356 m ³ /j)	6,2 (soit 16 986 m ³ /j)	6,3 (soit 17 260 m ³ /j)

Source : Bureau Bleu Madrid

Le volume d'eau brute dont la Ville de Madrid pourrait disposer une fois le plan complètement exécuté serait de 24 000 000 m³ par an, soit 65 750 m³/jour ce qui correspond à 4 fois plus que la consommation d'eau non potable de 2012.

Dispositif de gestion des eaux pluviales, Madrid



© Apur

⁵ – <http://www.madrid.es>, consulté en 2013

Réseau ENP

En 1996, le projet d'un réseau de réutilisation des eaux a été lancé. Cela a constitué la première phase d'un plan qui a permis à Madrid d'aboutir, dès 2001, à la mise à disposition d'eau non potable dans le centre de la ville.

Actuellement, les 145 km du réseau⁶ ceinturant l'aire urbaine la plus dense dans un rayon de 10 km environ.

Comparé au réseau parisien, il couvre donc une aire urbaine plus étendue. Avec ce tracé, Madrid est en mesure d'alimenter en eau brute les principaux parcs publics. L'investissement est de 130 millions d'euros dont 100 millions financés par le fonds de cohésion européen.

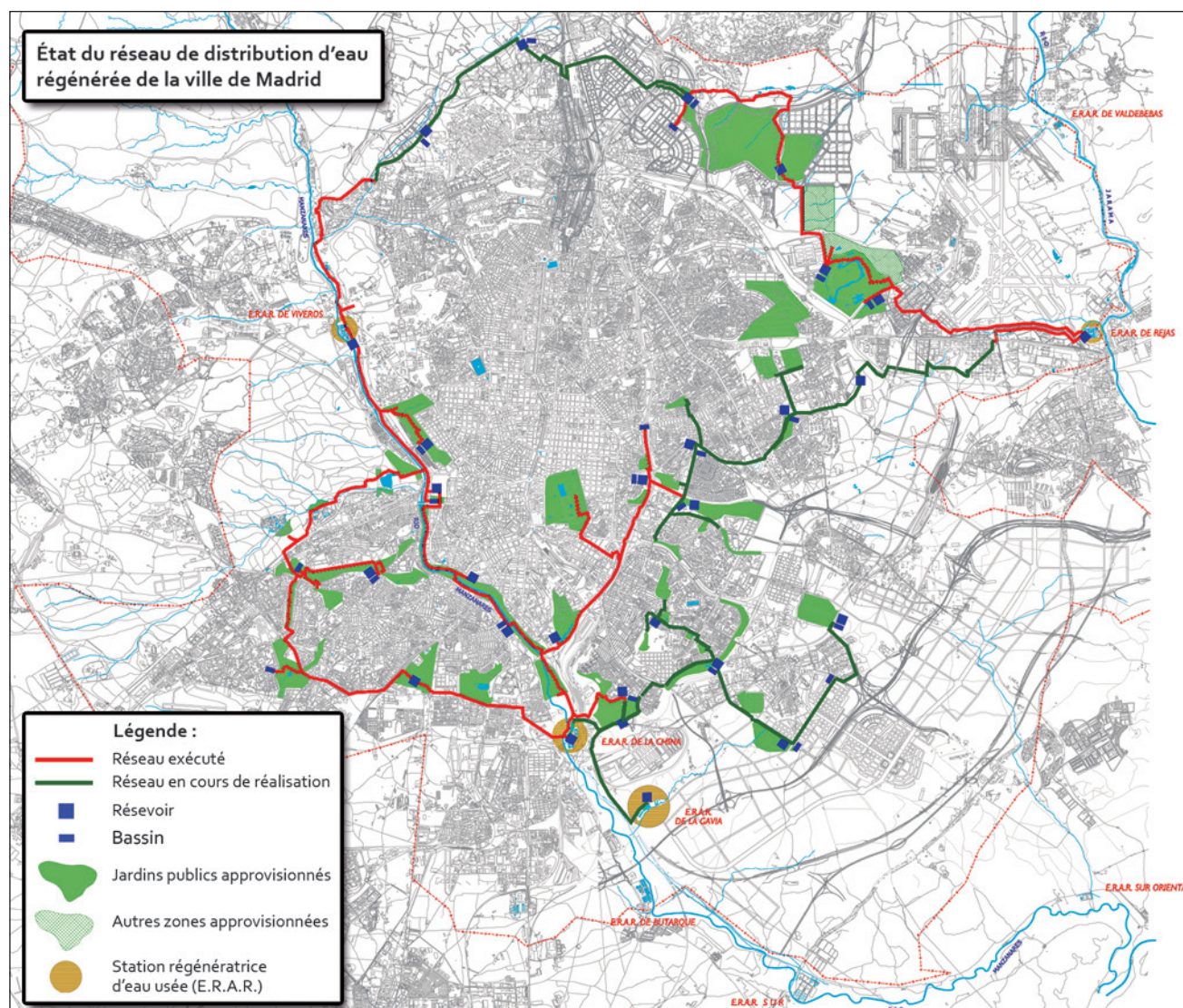
L'eau non potable est distribuée par ce réseau. Elle est stockée dans des réservoirs entièrement ou partiellement enterrés qui servent de points de remplissages ou distribuée par des bouches situées sur les trottoirs et dans les parcs.

La Ville de Madrid dispose de deux types d'installations : « *los depositos* » et « *las darsenas* » que nous pouvons identifier respectivement comme des réservoirs et des bassins. Les réservoirs sont des infrastructures de stockage interne au réseau, l'équivalent des réservoirs du réseau parisien. Les bassins sont des lieux de stockages qui disposent d'un système de distribution avec des bornes en surface pour le chargement de camions-citernes utilisés pour le nettoyage des rues.

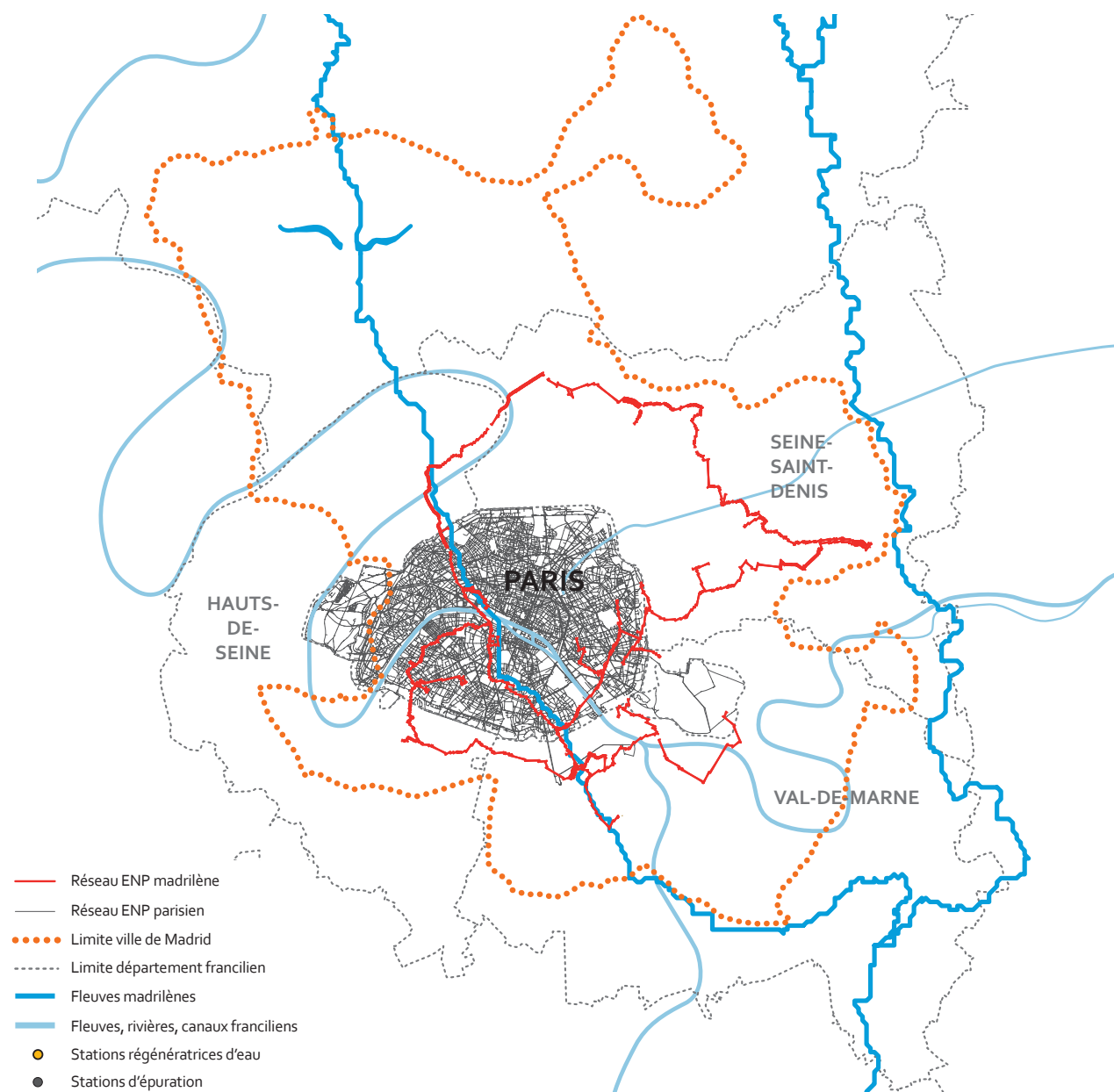
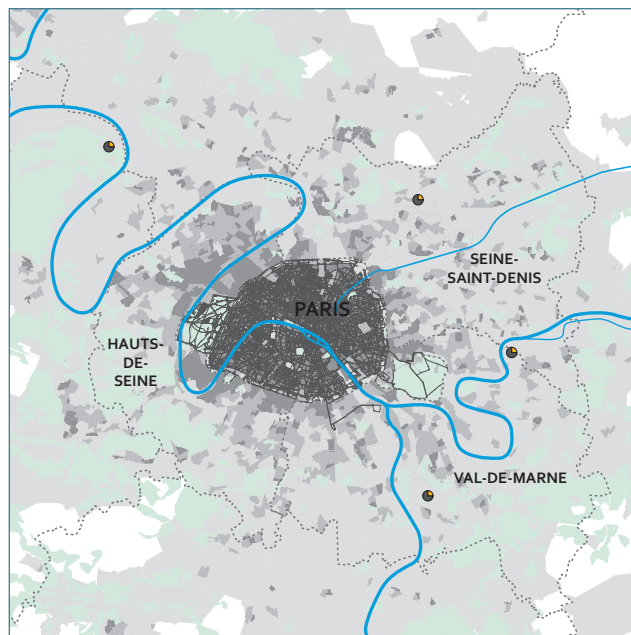
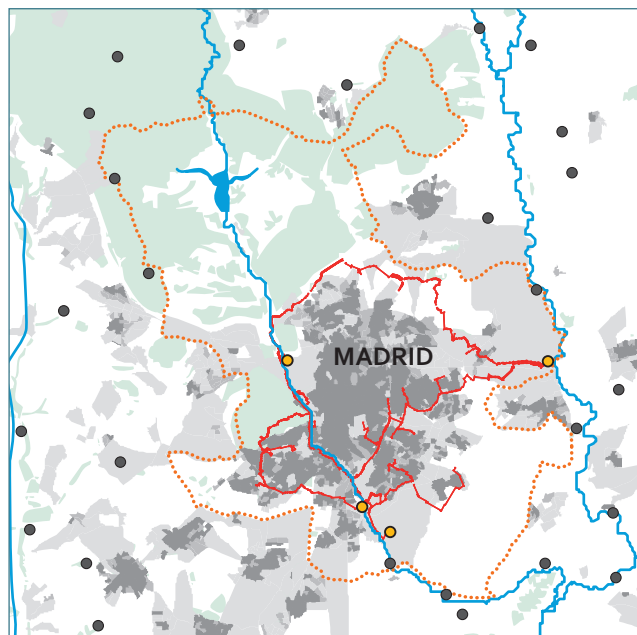
Madrid disposait, en février 2011, de 28 réservoirs et 22 bassins et, en 2013, de 69 réservoirs et bassins pour une capacité totale de stockage de 156 300 m³⁷.

6 – Pedro M. Catalinas, Ayuntamiento de Madrid, "M40 del agua, Empleo de agua regenerada en el ayuntamiento de Madrid", Mars 2013

7 – Pedro M. Catalinas, *op cit*, Mars 2013



Comparaison des agglomérations francilienne et madrilène



- Réseau ENP madrilène
- Réseau ENP parisien
- Limite ville de Madrid
- Limite département francilien
- Fleuves madrilènes
- Fleuves, rivières, canaux franciliens
- Stations régénératrices d'eau
- Stations d'épuration

Le parc d'Atenas

Il fonctionne suivant le schéma ci-dessous :



Sala de Bombeo : salle de pompage

Depósitos : réservoirs

Pista Deportiva : terrain de sport

Hidrante : borne en surface

Camión de baldeo : camion de lavage

Agua regenerada depuradoras : eau régénérée

L'eau régénérée venant d'une station régénératrice d'eau usée est stockée dans deux réservoirs enterrés sous un terrain de sport. La capacité de chaque réservoir est de 500 m³. Ils sont reliés à une salle de pompage (pression de pompage = 3,5 bars). Chacune des pompes a une puissance de 22 kW et un débit de 120 m³/h. Elles permettent d'alimenter les 4 bornes en surface où viennent s'approvisionner les camions de lavage de la Ville. Un camion de lavage a une capacité de 20 m³, il est rempli en 10 minutes. Pour cette installation, le budget d'investissement est d'environ 500 000 d'euros.

Approvisionnement en ENP



Nettoyage des sols



Usages et valorisations

Ce réseau d'eau non potable est utilisé essentiellement pour l'arrosage des espaces plantés (publics et privés) et pour le nettoyage des voies publiques. Aujourd'hui, 25 parcs sont arrosés à l'eau non potable pour une superficie d'environ 1 200 ha.

Le parc Retiro, d'une superficie de 56,9 ha, est arrosé à l'eau non potable depuis le 17/06/2002



© Ceditas por el Ayuntamiento de Madrid

Le parc Juan Carlos I, d'une superficie de 160 ha, est arrosé à l'eau non potable depuis le 24/09/2008



© Ceditas por el Ayuntamiento de Madrid

D'après le Plan de l'eau de la Ville, comme le montre le tableau ci-dessous, il était prévu une consommation totale d'eau non potable de 60 000 m³/j.

Réseau	Station régénératrice	Estimation* (m³/j)			Consommation totale (m³/j)
		Arrosage	Nettoyage	Total	
Central	ERAR de la China	8 658	3 100	11 758	59 573
Nord-Ouest	ERAR de viveros	6 191	-	6 191	
Nord-Est	ERAR de Rejas	6 401	4 500	10 901	
Interconnexion	-	1 715	2 160	3 875	
Sud-Est	ERAR de la Gavia	13 735	7 329	21 064	
Nord-Est (Valdebebas)	ERAR de Valdebebas	2 769	3 015	5 784	

* Données issues du Plan de l'eau de Madrid

En 2012, la consommation totale de l'eau non potable a été de 17 034 m³/j et se décompose de la manière suivante :

Réseau	Station régénératrice	Capacité de traitement (m³/j)	En service* (m³/j)			Consommation totale (m³/j)
			Arrosage	Nettoyage	Total	
Central	ERAR de la China	37 600	8 275	187	8 462	17 034
Nord-Ouest	ERAR de viveros	31 100	3 650	-	3 650	
Nord-Est	ERAR de Rejas	86 400	4 922	-	4 922	

* Données 2012 - Ayuntamiento de Madrid

Bouche d'arrosage - Parque del Oeste, Madrid



© Cliché S. Bognon

L'arrosage des espaces plantés peut se faire par l'intermédiaire de bouches d'arrosage ou d'aspersion. Les bouches d'arrosage sont des prises d'eau raccordées au réseau ENP et installées dans l'espace public. Elles sont munies d'une vanne et d'une ouverture pour brancher un tuyau d'alimentation.

Les camions d'arrosages peuvent également se brancher sur différentes bornes d'eau non potable.

Des grands consommateurs privés ont été autorisés à utiliser de l'eau non potable. En 2011, les usagers qui disposaient d'une autorisation sont :

- Le centre olympique de tennis (Caja Magica).
- Le "parc d'exposition" (Institución Ferial de Madrid).
- Le golf Olivar de la Hinojosa.
- Le zoo.
- Le golf de La Moraleja.
- Les équipements sportifs du Real Madrid à Valdebebas, depuis juin 2011.
- Le syndicat de copropriété de Valdebebas (Junta de Compensacion de Valdebebas).

En juin 2011, l'arrosage à l'eau régénérée des espaces verts du secteur de Valdebebas a été inauguré. Cette ville aéroportuaire comprend le parc central, la « ville aéroportuaire parc de Valdebas » et un espace de transition entre le parc « forestal » et le territoire urbain. Tous les espaces plantés de ce secteur sont arrosés à l'eau non potable.

Installations sportives du Real Madrid



© Cedidas por el Ayuntamiento de Madrid

Ville aéroportuaire de Valdebebas



© Cedidas por el Ayuntamiento de Madrid

Actuellement, l'eau non potable n'est pas utilisée pour le système incendie mais la Ville de Madrid étudie cet usage possible dans les conditions indiquées dans le Décret Royal 1620/07, du 7 décembre 2007 (qualités requises, régime juridique pour la réutilisation des eaux non potables).

La volonté de valorisation de l'eau se traduit également par sa mise en scène dans le projet de Parc de la Gavia, dessiné par l'architecte Toyo Ito. La première phase de construction a démarré en janvier 2007. La mairie avait accéléré l'opération car elle souhaitait l'intégrer au site olympique pour les Jeux 2016. Après l'échec de la candidature de Madrid, le parc, jamais achevé, est resté à l'abandon. Le projet de 39,5 ha, prévoit de récupérer le tracé naturel du cours d'eau de la Gavia et de sa vallée.

Ce parc devait entretenir une relation particulière avec l'eau car sa topographie, artificielle, faites de chaînes de collines et de vallées, ainsi que la présence des zones humides et des cours d'eau, auraient créé un circuit hydraulique permettant l'autoépuration des eaux pluviales, la purification de l'eau épurée issue d'une usine de traitement située à proximité et l'irrigation de la végétation.

Qualité et Réglementations

La principale crainte rencontrée pour l'usage de ressources alternatives concernait la qualité de l'eau. Le traitement étant parfois réduit pour certains usages, il subsistait des risques de contamination du réseau d'eau potable. Les solutions inscrites dans l'Ordonnance de la gestion et d'usage efficient de l'eau visent donc à éviter les risques de contamination du réseau AEP.

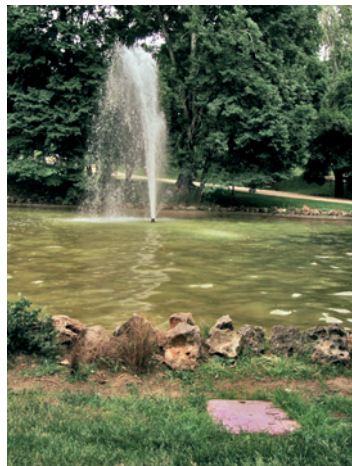
D'après cette Ordonnance, ces eaux doivent circuler dans un réseau qui leur est entièrement dédié et qui doit être totalement séparé du réseau d'eau potable. Pour cela, les installations du réseau d'eau non potable (conduites, asperseurs, bouches d'alimentations, vannes, robinets...) doivent être parfaitement identifiables : couleur spécifique (violet), indication « Eau non potable » écrite sur les équipements, panneau d'affichage... Pour l'arrosage des mesures sont prises pour empêcher le contact entre le public, les employés et l'eau non potable : les espaces sont arrosés lorsqu'ils sont fermés au public. Pour éviter que le public utilise ou boive de l'eau non potable, les sources d'eau potable doivent être suffisamment nombreuses et les points de distribution d'ENP doivent avoir un accès limité (utilisation d'une clé par le personnel habilité) ou interdit (local fermé).

Bouche d'alimentation, Parque de la Bombilla



© Sabine Bognon

Fontaine et regard du circuit d'alimentation, Parque de la Bombilla



© Sabine Bognon

Sensibilisation à l'arrosage à l'ENP



© Ceditas por el Ayuntamiento de Madrid

Les usages autorisés par l'Ordonnance sont :

- L'arrosage des espaces verts : terrains sportifs, parcs privés et publics.
- L'apport aux cours d'eau urbains.
- Le remplissage des plans d'eau ornementaux.
- Le nettoyage de la voie publique.
- L'usage industriel.
- Le nettoyage des conteneurs poubelles.
- Tout autre usage conforme à la législation en vigueur.

Toutes ces utilisations se font en lien avec la législation nationale en vigueur : le Décret Royal 1620/2007 du 7 décembre 2007. Cette législation est basée sur les règlements de réutilisation des eaux usées traités existants promulgués à la fois par l'Organisation Mondiale de la Santé et par l'État de Californie. Le Gouvernement établit les conditions de base pour la réutilisation des eaux, précisant les qualités exigées des eaux non potable en fonction des usages prévus.

La qualité de l'eau demandée est différente suivant les usages prévus (urbains, agricoles, industriels, récréatifs...). À titre d'exemple, voici la qualité imposée pour un usage urbain (arrosage des espaces verts et nettoyage des rues) selon le Décret Royal 1620/2007.

Paramètres	Décret Royal 1620/2007
Nématodes intestinaux	1 œuf/10L
Escherichia Coli	200 UFC/100 ml
M.E.S.	20 mg/L
Turbidité	10 NTU
Légionnelle	100 UFC/L
DBO	-
pH	-

Source : Décret Royal 1620/2007

La réutilisation de l'eau requiert une concession ou une autorisation administrative. Le titulaire d'une concession ou autorisation de réutilisation d'eau est responsable de la qualité de l'eau dès son point de livraison.

L'usager de l'eau régénérée est responsable du maintien de la qualité de l'eau entre son point de récupération et le lieu d'usage. Le titulaire de la concession ou de l'autorisation devra financer les coûts nécessaires pour s'adapter aux exigences de qualité en vigueur.

Un contrôle de qualité, pris en charge par la Ville de Madrid, doit être réalisé à la sortie des usines de régénération et à tous les points d'approvisionnement des usagers. Il est réalisé en ligne, grâce à des stations de contrôles automatisées mises en place le long du réseau, et complété par des analyses périodiques en laboratoires.

D'après le Décret Royal 1620/2007, les fréquences minimales d'analyses sont :

Fréquence minimale de mesure et d'analyse de chaque paramètre						
Usages	Nématodes Intestinaux	E.Coli	M.E.S.	Turbidité	Azote total et phosphore total	Autres critères
Usage Urbain	tous les 15 jours	bihebdomadaire	hebdomadaire	bihebdomadaire		mensuel
Usage Agricole	tous les 15 jours	hebdomadaire	hebdomadaire	hebdomadaire		mensuel
Usage industriel	Eaux de nettoyage et de processus		hebdomadaire	hebdomadaire		hebdomadaire
	tours de réfrigération et condenseurs à évaporation	hebdomadaire	3 fois par semaine	quotidien	quotidien	tous les 15 jours
Usage récréatif	Arrosage des terrains de golfs	tous les 15 jours	bihebdomadaire	hebdomadaire	bihebdomadaire	mensuel
	Eau ornementale dont l'accès est interdit au public (étangs...)		hebdomadaire		mensuel	3 fois par semaine (légionnelle)
Usage environnemental	Recharge d'aquifère par percolation		bihebdomadaire	hebdomadaire	hebdomadaire	
	Recharge d'aquifère par injection directe	hebdomadaire	3 fois par semaine	quotidien	quotidien	hebdomadaire
	Arrosage des bois, sylviculture			hebdomadaire		

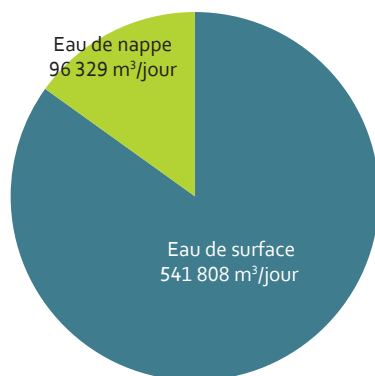
La fréquence d'analyse sera modifiée dans les cas suivants :

- Après 1 an de contrôle, une demande de réduction jusqu'à 50 % de fréquence d'analyse pourra être effectuée si les paramètres sont respectés ;
- S'il y a moins de 90 % des mesures qui ont une valeur inférieure à la Valeur Maximale Autorisée, la fréquence de contrôle sera doublée ;
- Si le résultat d'un contrôle est plus élevé dans au moins l'un des paramètres, la fréquence de contrôle du paramètre trop important sera doublée.

B. L'eau non potable à Barcelone

Le Parlement de Catalogne, par la loi 31/2010 du 2 août 2010, a créé l'Aire Métropolitaine de Barcelone (Àrea Metropolitana de Barcelona). Cet organisme local a été fondé pour administrer en commun le territoire, l'environnement, l'habitat, le transport... dans 36 communes représentant plus de 3 millions d'habitants et une surface de 600 km². Elle supervise le traitement des eaux usées et la distribution à la fois de l'eau potable et de l'eau régénérée.

Approvisionnement de l'eau potable de la région de Barcelone



L'eau potable de la région de Barcelone provient pour 85 % de ressources de surfaces et pour 15 % de ressources souterraines⁸. En 2012, le Llobregat, un fleuve, a fourni 244 740 m³/jour et le Ter, également un fleuve, a approvisionné 297 068 m³/jour. Les aquifères locaux ont apporté 96 329 m³/jour. En 2012, le volume récupéré de ces trois sources était de 638 137 m³/jour, avec une consommation par habitant inférieure à 107 l/jour, une des plus basses au niveau international. Cette faible consommation s'explique par la sensibilisation du public suite, notamment, à la sécheresse de 2008. En 2009, une usine de dessalement d'eau de mer a été construite. Elle a une capacité d'approvisionnement en eau potable de 166 680 m³/jour.

La régénération et la réutilisation sont des aspects cruciaux de la gestion de cycle de l'eau. Dans le cas de Barcelone et de sa région métropolitaine, ils sont encore plus importants du fait des pénuries d'eau et de la barrière d'intrusion d'eau de mer due à sa proximité avec le littoral.

L'eau régénérée

La production

En situation de stress hydrique, la solution adoptée par la Ville de Barcelone est la réutilisation des eaux provenant des stations d'épuration. La réutilisation consiste à donner de nouveaux usages à l'eau après l'avoir traitée dans une station de régénération des eaux (Estación regeneradora de agua). Le processus de régénération des installations varie selon l'usage final. Sur les quantités totales d'eau épurées en 2012, 13 787 m³/jour ont été régénérées, soit un rendement de 1,9 %⁹, un rendement équivalent au SIAAP sur l'ensemble de ces usines (2 %) ¹⁰.

Le territoire de l'Aire Métropolitaine de Barcelone dispose de sept stations d'épuration. La station de Montcada traite ses eaux épurées par leurs passages dans une zone humide permettant un traitement biologique et une amélioration des eaux. Trois stations disposent d'une usine de régénération de l'eau. En 2012, d'après les chiffres de l'Aire Métropolitaine de Barcelone, la production de ces usines est :

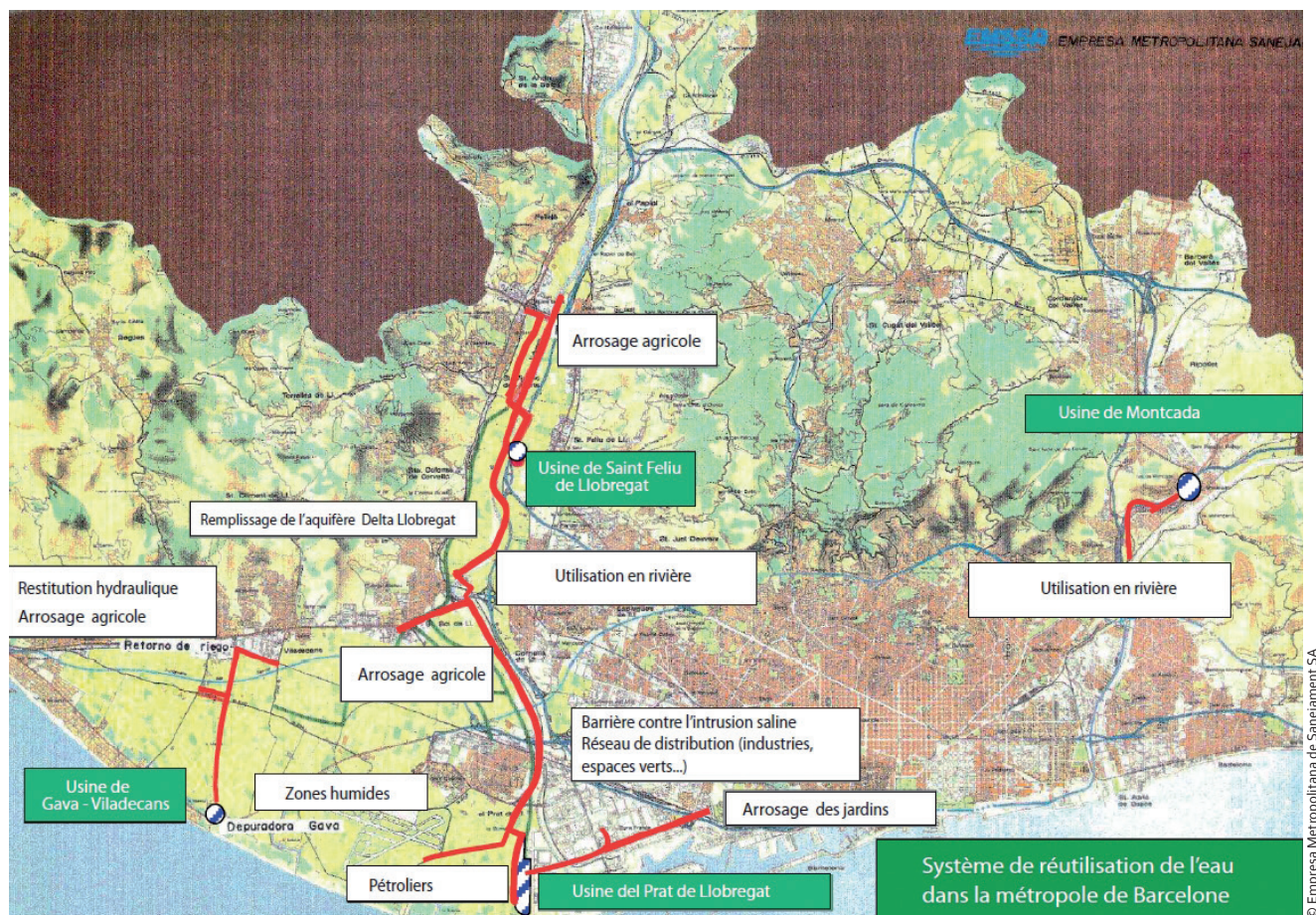
- **Gava-Viladecans** : 9 571 m³/j d'eau ont été régénérés, ce qui représente 24,7 % de la quantité d'eau épurée par jour. La capacité de régénération maximale est de 32 000 m³/j. D'une superficie de 8 ha, elle traite les eaux usées et industriels. Les coûts d'exploitation sont de 2,4 millions d'euros/an.
- **Sant Feliu de Llobregat** : 504 m³/j d'eau ont été régénérés, ce qui représente 5,8 % de la quantité d'eau épurée par jour. D'une superficie de 14 ha, elle traite les eaux usées et industriels. Les coûts d'exploitation sont de 2,8 millions d'euros/an.
- **El Prat de Llobregat** : 972 m³/j d'eau ont été régénérés, ce qui représente 0,4 % de la quantité d'eau épurée par jour. Elle est la station régénératrice qui a la plus grosse capacité de régénération (débit de production de 302 000 m³/jour avec une vitesse de traitement de pointe de 345 600 m³/jour).

La station de Montcada a régénéré 2 740 m³/j. Au total, ces stations ont fourni 13 787 m³ d'eau régénérée en 2012.

8 – Àrea Metropolitana Barcelona, Dades Ambientals Metropolitanes 2012, p.39 et 44

9 – Àrea Metropolitana Barcelona, opcit, 2012, p.56

10 – SIAAP, Ressources et opportunités pour la réutilisation des eaux usées au SIAAP, 10 et 11 avril 2013



Station régénératrice d'El Prat de Llobregat



Station de Montcada



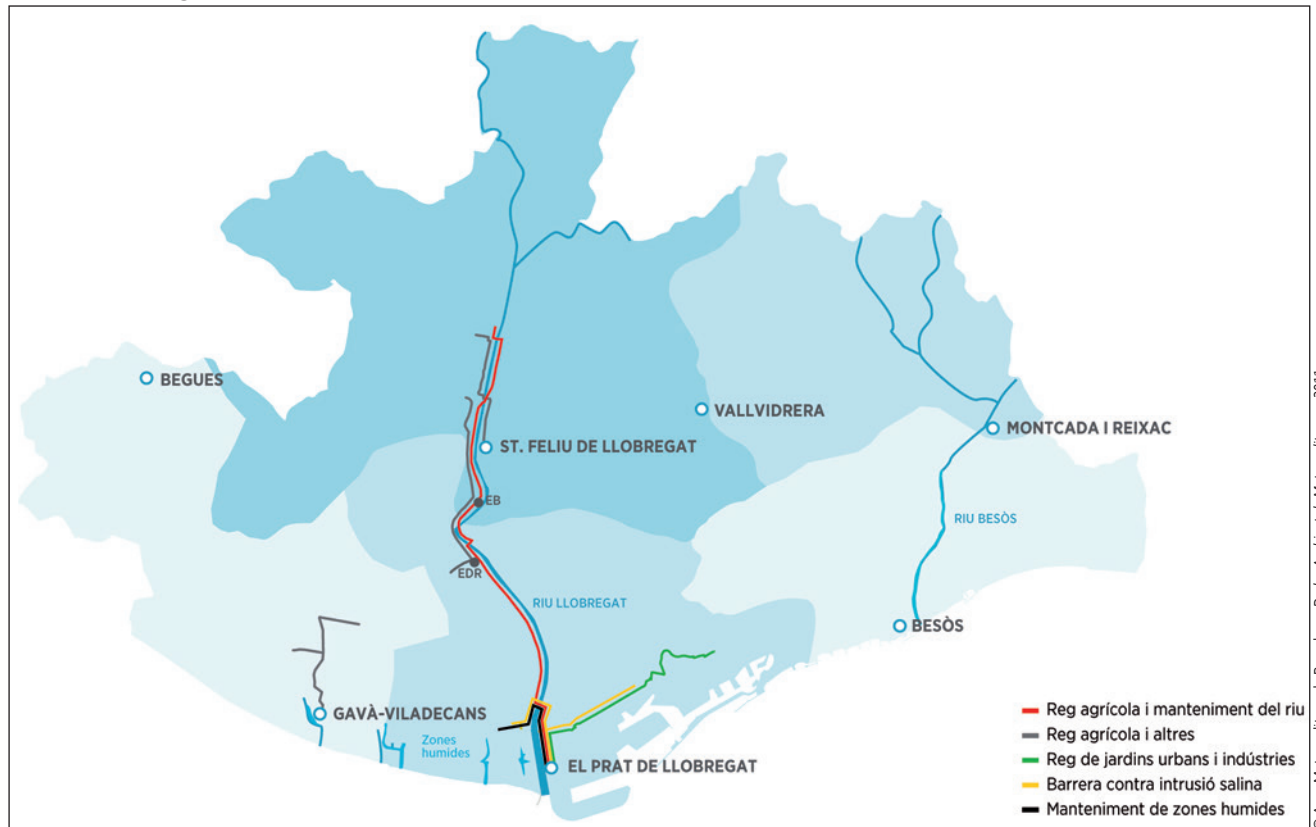
Production d'eau régénérée en 2012*					
Station régénératrice	Capacité de régénération (m³/j)	Production d'eau régénérée (m³/j)			
		(m³/j)		% de production	
Gava-Viladecans	21 600	9 571	13 787	44	3,6
Montcada i Reixac	17 280	2 740		16	
Sant Feliu de Llobregat	43 200	5 04		1	
El Prat de Llobregat	302 000	972		0,3	

* Area Metropolitana de Barcelona, Dades Ambientals Metropolitanes - 2012

Le réseau

Barcelone dispose d'un réseau d'eau régénérée géré par l'AMB d'environ 20 km linéaire ¹¹.

Réseau d'eau régénérée, Barcelone



© Àrea Metropolitana de Barcelona, Dades Ambientals Metropolitanes - 2011

En l'absence de paysage en nappe pour arroser la pente sud de la colline de Montjuïc, 10,5 km de conduites ont été créés pour relier la station de régénération des eaux « d'El Prat de Llobregat » à ce secteur. La construction a débuté en février 2005 et les dernières conduites ont été posées en 2010. L'inauguration officielle du système d'adduction et de distribution de ce nouveau type d'eau a eu lieu le 27 janvier 2011.

9,2 km de conduites ont également été installées entre la station d'« El Prat de Llobregat » et le « réservoir de Cola » sur la montagne de Montjuïc. Ce réservoir, situé à 70 m de hauteur, dispose d'une capacité de stockage de 1 100 m³. L'eau est ensuite pompée jusqu'au réservoir du « Vivero de los trespinos » situé à une cote de 125 m à travers 1,3 km de canalisation. Depuis celui-ci, une partie de l'eau est distribuée par gravité pour l'arrosage et une autre partie est envoyée jusqu'au réservoir du château de Montjuïc situé à une cote de 175 m. L'eau fournit permet l'arrosage des espaces verts de la rue Pierre de Coubertin, de la fosse du Château de Montjuïc, des jardins de Mossèn Cinto Verdaguer, des installations sportives comme le terrain municipal de Baseball et le complexe sportif municipal Pau Negre... Cette eau alimente également de nombreuses industries de la zone franche ¹².

Fosse du château de Montjuïc, Barcelone



© Apur

11 – Martin Gullon Santos, directeur du Service « Cycle de l'eau » à l'AMB

12 – Agua regenerada para la montaña de Montjuïc, lagua magazine, publié le 14/02/11

Les usages

Sur l'ensemble des stations régénératrices, les volumes, traitements et usages sont les suivants :

Utilisations de l'eau régénérée en 2012*					
Station régénératrice	Capacité de régénération (m³/jj)	Type de traitement	Usages	Consommation (m³/jj)	
Gava-Viladecans	21 600	ultrafiltration + désinfection	agricoles	9 571	
Montcada i Reixac	17 280	zone humide	environnementaux (maintien zones humides)	2 740	
Sant Feliu de Llobregat	43 200	réduction MES + désinfection	agricoles	258	504
			récréatifs (golf)	246	
El Prat de Llobregat	302 000	ultrafiltration + osmose Inverse	environnementaux (barrière contre intrusion saline)	37	972
		physique - chimique + filtration + désinfection	environnementaux	5	
			environnementaux (maintien zones humides)	930	
* AMB, Dades Ambientals Metropolitanes - 2012			Total	13 787	

* AMB, Dades Ambientals Metropolitanes - 2012

Cette ressource est utilisée majoritairement pour des usages agricoles et des usages environnementaux dont notamment le maintien des zones humides et la barrière d'intrusion saline (injection de l'eau régénérée dans l'aquifère par le biais de 15 puits).

ERAR El Prat de Llobregat¹³

Une fois l'eau régénérée produite, trois stations de pompage permettent sa distribution pour des réutilisations différentes. La première assure la protection des zones humides et de la rivière Llobregat. La seconde fournit de l'eau pour l'irrigation agricole et l'arrosage urbain. La troisième station est utilisée pour les usages industriels du sud de Barcelone.

Deux processus de régénération de pointe garantissent les utilisations les plus exigeantes telle que le ravitaillement de la barrière d'intrusion saline. Le premier processus est celui de l'osmose inverse avec une capacité de 15 000 m³/j pour assurer la purification complète. Le second est l'électrodialyse inversée, pour la déminéraliser, avec une capacité de 55 000 m³/j.

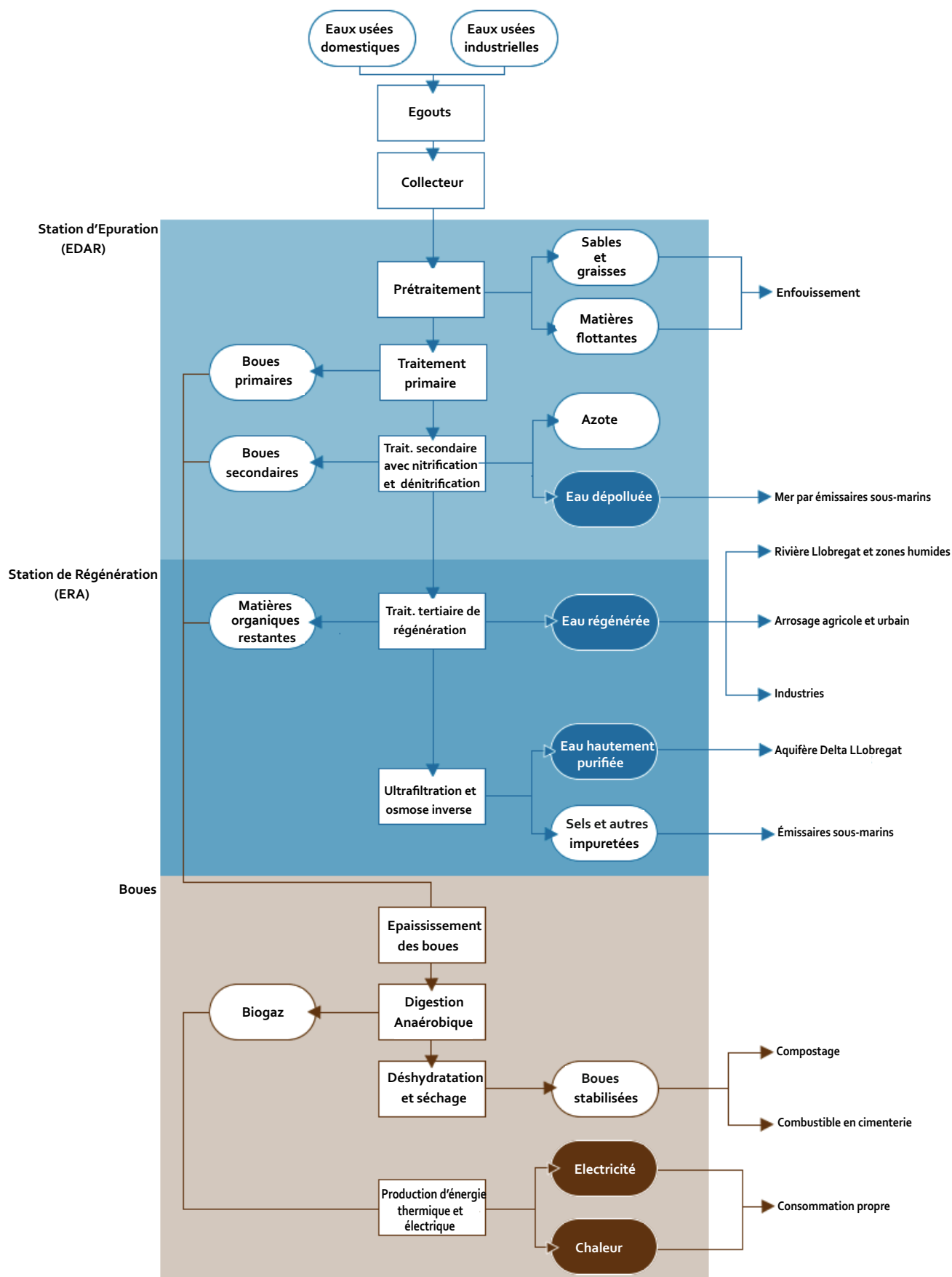
Le tableau ci-dessous résume les différentes utilisations de cette eau depuis le démarrage de l'installation. Les années où la production est la plus élevée coïncident avec les années de sécheresse (2007 et 2008).

Utilisations de l'eau régénérée de l'usine d'El Prat de Llobregat*					
Année	Rivière Llobregat et zones humides (m³/jour)	Irrigation agricole (m³/jour)	Barrière d'intrusion d'eau de mer (m³/jour)	Usages urbains (m³/jour)	Total (m³/jour)
2007	40 984	0	368	0	41 352
2008	70 604	6 540	1 298	10	78 452
2009	35 530	0	1 876	0	37 406
2010	10 306	0	5 000	0	15 306

13 – Water reclamation plant of El Prat de Llobregat and water reuse management in the Metropolitan Area of Barcelona, C.Conill, M.Gullon et P.Aguilo, 2011

* Water reclamation plant of El Prat de Llobregat and water reuse management in the Metropolitan Area of Barcelona

Schéma de fonctionnement de l'usine de traitement d'« El Prat de Llobregat»



* Area Metropolitana de Barcelona, Apur

La gestion et la réglementation

Pour atteindre la bonne gestion de cette ressource dans la zone métropolitaine de Barcelone et assurer le succès du projet, une série de mesures est en cours d'adoption, et certaines sont encore en cours d'élaboration.

• Autorisation administrative

Une autorisation administrative est conférée par l'autorité de l'eau du gouvernement régional (l'agence catalane de l'eau) pour permettre la réutilisation de la totalité des volumes produits dans l'usine de régénération. Pour cela, la demande doit être conforme aux instructions énoncées dans le décret royal 1620/2007. À titre d'exemple, l'AMB dispose de cette autorisation pour l'usine d'El Prat de Llobregat depuis 2010.

• Fonctionnement de l'usine de régénération

Les autorités publiques espagnoles souhaiteraient aussi que les responsables et exploitants d'une station d'épuration et ceux d'une station de régénération soient différents. En effet, les critères d'exploitation des deux stations ne sont pas les mêmes en termes de qualité, de traitement, de fiabilité... Dans tous les cas, ils souhaitent qu'une seule personne soit en charge de la régénération de l'eau et une autre en charge de sa réutilisation¹⁴.

À titre d'exemple, pour l'usine de régénération d'El Prat de Llobregat, cette division de la responsabilité technique est partielle : le responsable de l'usine de régénération et celui de la station d'épuration sont distincts, mais les services d'entretiens mécaniques et électriques sont partagés par les deux installations.

• Éducation environnementale

Pour que l'opinion publique prenne conscience des avantages de l'eau régénérée, il est nécessaire d'expliquer clairement toutes les mesures mises en œuvre. Les installations doivent également être visitables par tous. En 2010, la station de régénération d'El Prat de Llobregat a accueilli un total de 2 300 visiteurs lors de 163 visites guidées¹⁵.

• Règlement pour sa distribution

La distribution de l'eau régénérée devrait suivre des protocoles similaires à ceux de l'eau potable. L'ouverture d'une vanne doit fournir de l'eau d'une qualité, d'un débit et d'une continuité maîtrisés. Ainsi, ses systèmes de distribution doivent disposer des mêmes normes que ceux de l'eau potable. Pour atteindre cet objectif, un règlement de l'eau régénérée est nécessaire. Il indique notamment que tous les éléments du système d'approvisionnement et de distribution de cette eau doivent être identifiés de couleur pourpre. De même, pour tous les équipements possibles, la mention « Eau non potable » doit être inscrite.

Ce règlement fixe non seulement les conditions techniques mais aussi les droits et les obligations des utilisateurs et des entreprises chargées de la distribution de cette eau. Il indique notamment qu'elle ne peut être utilisée que pour l'usage autorisé. Elle ne peut pas être consommée et ne doit pas être en contact avec les aliments, les installations hospitalières et les piscines.

Les coûts

Les installations de régénération de l'eau et les canalisations pour son transport et sa distribution ont été construites entre 2005 et 2010.

Le coût unitaire de pose des installations de régénération de pointe est plus élevé en raison du coût des puits des barrières d'intrusion saline. La valeur unitaire pour le transport et la distribution de cette ressource est relativement faible car il ne comprend que le coût des principales canalisations.

À titre d'exemple, la réalisation du projet d'alimentation de la montagne de Montjuïc à l'eau régénérée a entraîné un investissement de 8,1 M€, correspondant aux éléments suivant :

- La station de pompage et la station régénératrice d'eau ont représenté un investissement de 4,1 M€, géré par l'Entité Métropolitaine de Services Hydraulique et Traitement des Résidus (EMSHTR) et financé par l'agence catalane de l'eau.
- Les conduites entre la station et la zone franche, zone d'activité adjacente au port de Barcelone accueillant de nombreuses entreprises, ont représenté un investissement de 2,1 M€, pris en charge par l'agence catalane de l'eau.
- Les conduites depuis la limite de la zone franche jusqu'aux installations de Montjuïc, en incluant le réservoir source et les installations de pompage jusqu'au dépôt du Vivero de los Tres Pinos, ont représenté un investissement de 1,9 M€, pris en charge par la mairie.

14 – C. Conill, M. Gullon et P. Aguilo, Water reclamation plant of El Prat de Llobregat and water reuse management in the Metropolitan Area of Barcelona, 2011

15 – C. Conill, M. Gullon et P. Aguilo, opcit, 2011

Le tableau ci-dessous synthétise les investissements, la capacité de production ainsi que les coûts unitaires.

	Coût d'investissement de l'eau régénérée, mise à jour en 2011*		
	Montant (M€)	Capacité de production (m³/jour)	Coût unitaire (€/m³/j)
Régénération basique			
- Sédimentation, filtration et désinfection	31,8	30 000	0,29
Régénération de pointe			
- Ultrafiltration et processus d'osmose inverse	19,5	15 000	3,55
- Filtre à sable et électrodialyse inverse	14,3	65 000	0,61
Transport et distribution de l'eau régénérée	35,5	296 000	0,33

* C. Conill, M. Gullon et P. Aguiló, Water reclamation plant of El Prat de Llobregat and water reuse management in the Metropolitan Area of Barcelona, 2011

Le tableau ci-dessous synthétise les coûts d'exploitation fixes et variables de chacun des trois processus de régénération de l'eau après une expérience de plus de quatre ans.

	Coûts moyens d'exploitation de l'usine de régénération d'El Prat de Llobregat de 2007 à 2010*	
	Coûts fixes (€/an)	Coûts variables (€/m³)
Régénération basique		
- Sédimentation, filtration et désinfection	357 000	0.0285
Régénération de pointe		
- Ultrafiltration et processus d'osmose inverse	323 000	0.1375
- Filtre à sable et électrodialyse inverse	440 000	0.1130
Transport et distribution de l'eau régénérée	226 000	0.0131

* C. Conill, M. Gullon et P. Aguiló, Water reclamation plant of El Prat de Llobregat and water reuse management in the Metropolitan Area of Barcelona, 2011

L'eau souterraine

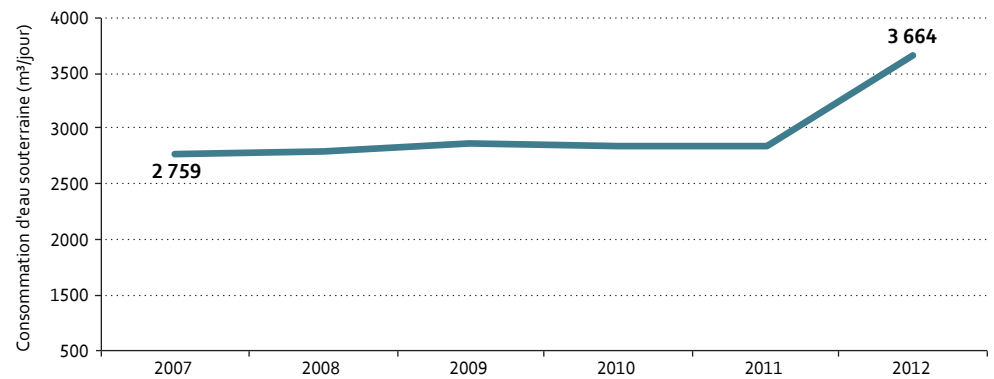
Selon la terminologie employée à Barcelone, l'eau souterraine comprend aussi bien l'eau de nappe (principalement la nappe « Llano de Barcelona » et la nappe « Aluvial del Besos ») que l'eau d'exhaure.

La production

Au XIX^e siècle, différents quartiers de Barcelone connaissent un développement industriel grâce à l'importance de la nappe. Plus de 60 millions de mètres cubes par an, soit environ 165 000 m³/jour étaient captés. Cependant, un grave problème d'intrusion marine a entraîné la fermeture des différents puits de captages. À partir des années 1980, la désindustrialisation a généré une série de problèmes dus à l'infiltration des eaux de nappe dans les infrastructures souterraines, ce qui a mis en évidence le potentiel de récupération de ces eaux.

Depuis 2008, date de la dernière sécheresse, le prélèvement des ressources souterraines est à la baisse, sur l'ensemble des communes de l'AMB. Cependant, à Barcelone, la consommation est restée stable jusqu'en 2011 avant de connaître une augmentation de près de 800 m³/jour. Entre 1999 et 2012, la consommation d'eau souterraine a augmenté de près de 400 %, passant de 838 m³/jour en 1999 à 3 664 m³/jour en 2012¹⁶.

Évolution de la consommation d'eau souterraine



Sources : AMB, Dades Ambientals Metropolitanes 2012

En 2009, la direction du cycle de l'eau de la mairie de Barcelone a dressé un état des lieux des ressources souterraines disponibles.

Type de ressources			Volumes utilisés (m³/j)	Volumes potentiels (m³/j)
Eau Souterraine	Eau de nappe	Nappe «Llano de Barcelona»	1 150	7 000
		Nappe «aluvial del Besos»	1 180	17 800
	Eau d'exhaure		500	12 000
Total			2 830	36 800

Le réseau

Barcelone possède un réseau d'eau souterraine géré par la Ville. Elle dispose d'environ 20 puits de pompage d'eau de nappe ainsi qu'environ 26 bornes de remplissage permettant son utilisation¹⁷. Trois sont réservés aux pompiers et trois autres au nettoyage des parcs.

Les usages

L'utilisation de l'eau souterraine dans la ville de Barcelone est définie dans le « Plan De Aprovechamiento de recursos hidricos alternativos » (Plan d'exploitation des ressources alternatives). Ce plan a été rédigé en 2009 par la Direction des services du cycle de l'eau. Instrument de mise en place d'installations hydraulique, il analyse, d'une part, les ressources disponibles (quantité, qualité, distribution spécifique...) et, d'autre part, le besoin des services publics (quantité et localisation). Ces informations permettent de déterminer les infrastructures : pompages, réservoirs, réseaux...

Ce plan a pour objectifs :

- D'apporter plus de 3 000 m³/an d'ENP dans les espaces plantés.
- De fournir de l'ENP aux pompiers et aux agents d'entretien.
- De fournir de l'ENP aux principales installations sportives municipales de la ville.
- D'alimenter les lacs et fontaines à l'ENP.

17 – MediAmbient i Serveis Urbans
- Habitat Urba, Direcció del Cicle de
l'Aigua, Ajuntament de Barcelona

Alimentation de la « Fuente Magica » en eau souterraine



© Ayuntamiento de Barcelona

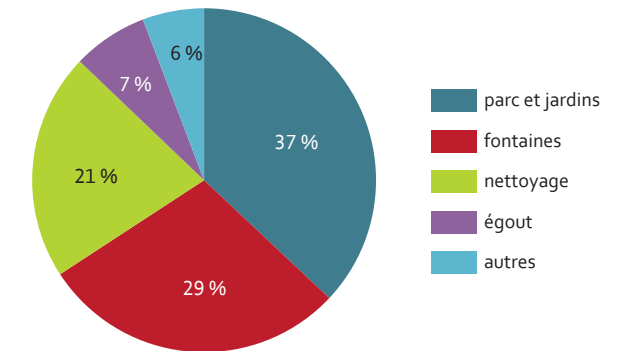
Lac de l'Espanya industrial



© Ayuntamiento de Barcelona

En 2012, l'eau souterraine est utilisée pour l'arrosage des parcs et jardins, l'alimentation de 83 fontaines ornementales, le nettoyage de la voirie et des égouts. Sa consommation se répartit comme suit :

Usages de l'eau souterraine en 2012



Sources : AMB, Dades Ambientals Metropolitanes 2012

Usages	Consommations (m³/jour)
Parc et jardins	1 356
Fontaines	1 054
Nettoyage	782
Égout	259
Autres	212
Total	3 663

Utilisation de la borne « Baro de Viver »



Nettoyage à l'eau souterraine - Barcelone

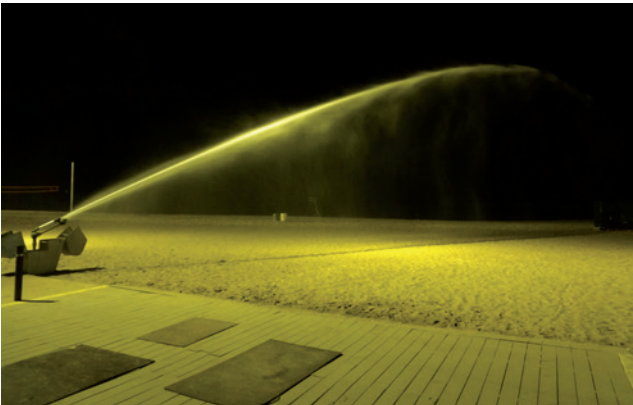


L'eau d'égout et l'eau de mer

Les véhicules utilisés disposent d'un système de séparation et de filtration de l'eau et nettoient les égouts avec l'eau issue de ces égouts. Une pompe à vide sépare l'eau des matières solides. Cette eau est ensuite envoyée à haute pression pour éliminer les résidus du réseau d'égouts¹⁸. Cette ressource permet une économie de plus de 100 000 m³/an, soit 274 m³/j, d'eau potable.

Des dispositifs techniques (canalisations, asperseurs...) arrosent les plages à l'eau de mer lors de leur nettoyage. Le sable mouillé évite les nuages de poussière lorsque les camions de nettoyage collectent les déchets.

Arrosage des plages à l'eau de mer



Arrosage des plages à l'eau de mer



La qualité

Les usages autorisés par le règlement général du service public d'approvisionnement d'eau régénérée à l'échelle métropolitaine sont les mêmes que ceux autorisés par le décret Royal 1620/2007 :

• Usages urbains :

- Résidentiel (arrosage de jardins privés, wc...).
- Services municipaux (arrosage des espaces plantés, nettoyage de la voie publique, protection incendie, lavage des véhicules industriels).

Usages agricoles :

- Arrosage des cultures avec contact direct entre l'eau régénérée et les produits frais.
- Arrosage des cultures avec contact direct entre l'eau régénérée et les produits subissant un traitement industriel postérieur.
- Arrosage des pâturages pour la consommation animale.
- Aquaculture.
- Arrosage de culture de fleurs ornementales, de pépinières...

• Usages industriels :

- Eau de nettoyage et de process.
- Tours de réfrigération et condenseurs à évaporation.

• Usages récréatifs :

- Arrosage de terrains de golf.
- Usages environnementaux : recharge d'aquifère.

La qualité de l'eau imposée est différente suivant les usages prévus. À l'instar de la Ville de Madrid, la Ville de Barcelone suit de nombreux paramètres du décret royal 1620/2007. Pour ceux qu'elle ne suit pas, la qualité requise est plus stricte.

Il apparaît difficile de comparer cette réglementation avec celles d'autres pays, tant les paramètres étudiés varient entre les pays. Si des exigences strictes sont demandées pour certains paramètres elles le sont moins pour d'autres.

De 2007 à 2010, deux programmes d'analyses des eaux de la station régénératrice du Prat de Llobregat ont été menés en parallèle par le laboratoire interne à l'usine et par un laboratoire indépendant. Ils ont eu pour but d'évaluer les qualités de l'eau régénérée et de vérifier la capacité des installations à la produire en toute sécurité avec des qualités adéquates.

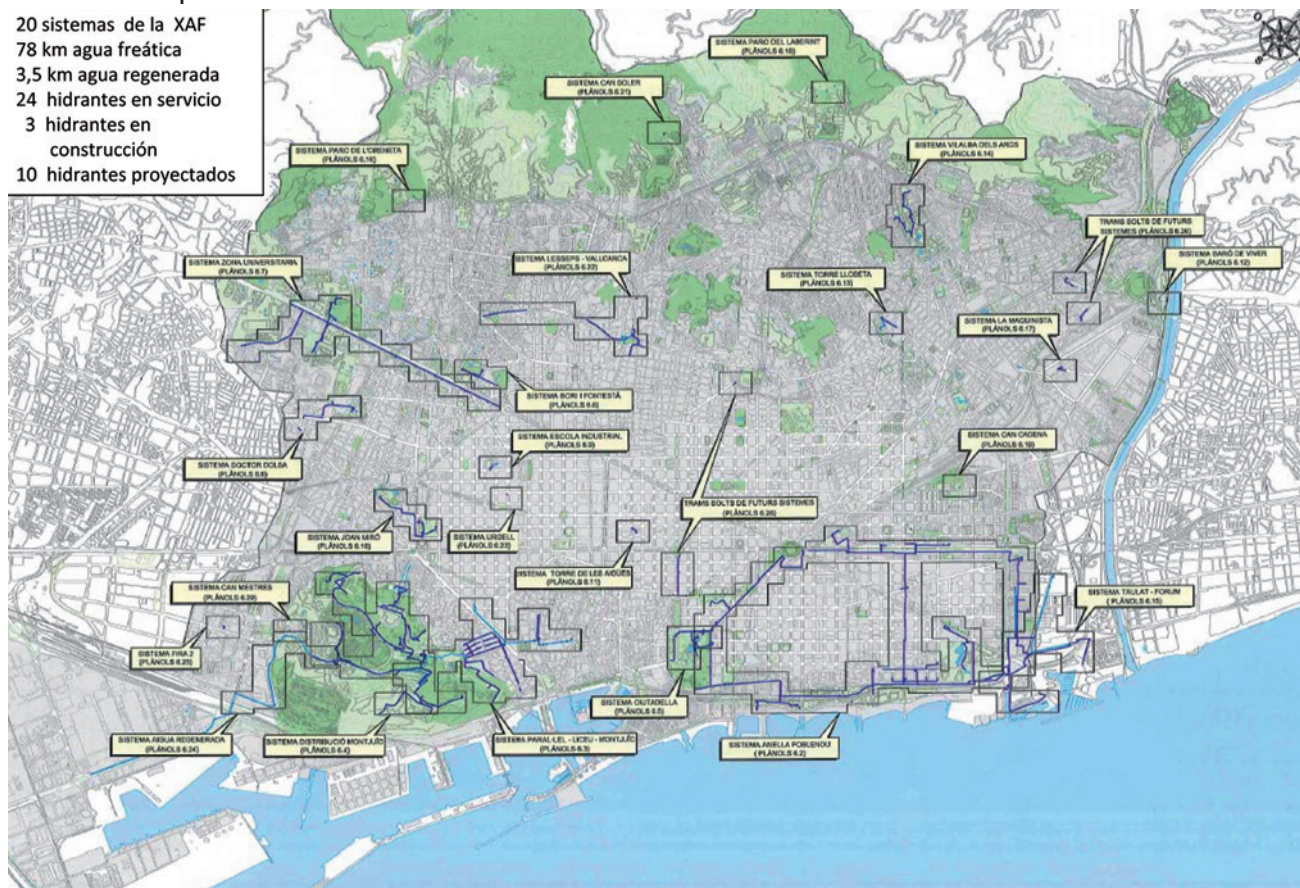
Comparaison entre la qualité de l'eau régénérée et les normes en vigueur*						
Paramètre de qualité de l'eau	Unité	RD 1620/2007 limite	Limite Publique autorisée	Contrôle Interne P90	Contrôle Externe P90	Utilisation de l'eau régénérée
MES	mg/L	20	20	5,5	5	urbaine et irrigation
Turbidité	NTU	10	5	2	1,56	urbaine et irrigation
E.coli	cfu/100mL	100	100	<1	<2	irrigation
Nématodes intestinaux	Oeuf/10 L	1	1	-	<1	urbaine et irrigation
Légionnelle	cfu/L	100	100	-	<100	urbaine

* Quality and Reliability of Reclaimed Water at El Prat del Llobregat WRP, Watereuse Barcelona, 2011

Les analyses de contrôle des qualités d'eau ont démontré la fiabilité des processus de régénération et la bonne qualité de l'eau produite. La qualité microbiologique de cette eau offre un très haut degré de sécurité : 98 % des échantillons sont conformes à la limite réglementaire et 90 % d'entre eux ne comportent pas d'E. coli. La mise en place d'un programme d'entretien quotidien préventif des installations de régénération de l'eau est une condition essentielle au maintien du niveau actuel de fiabilité.

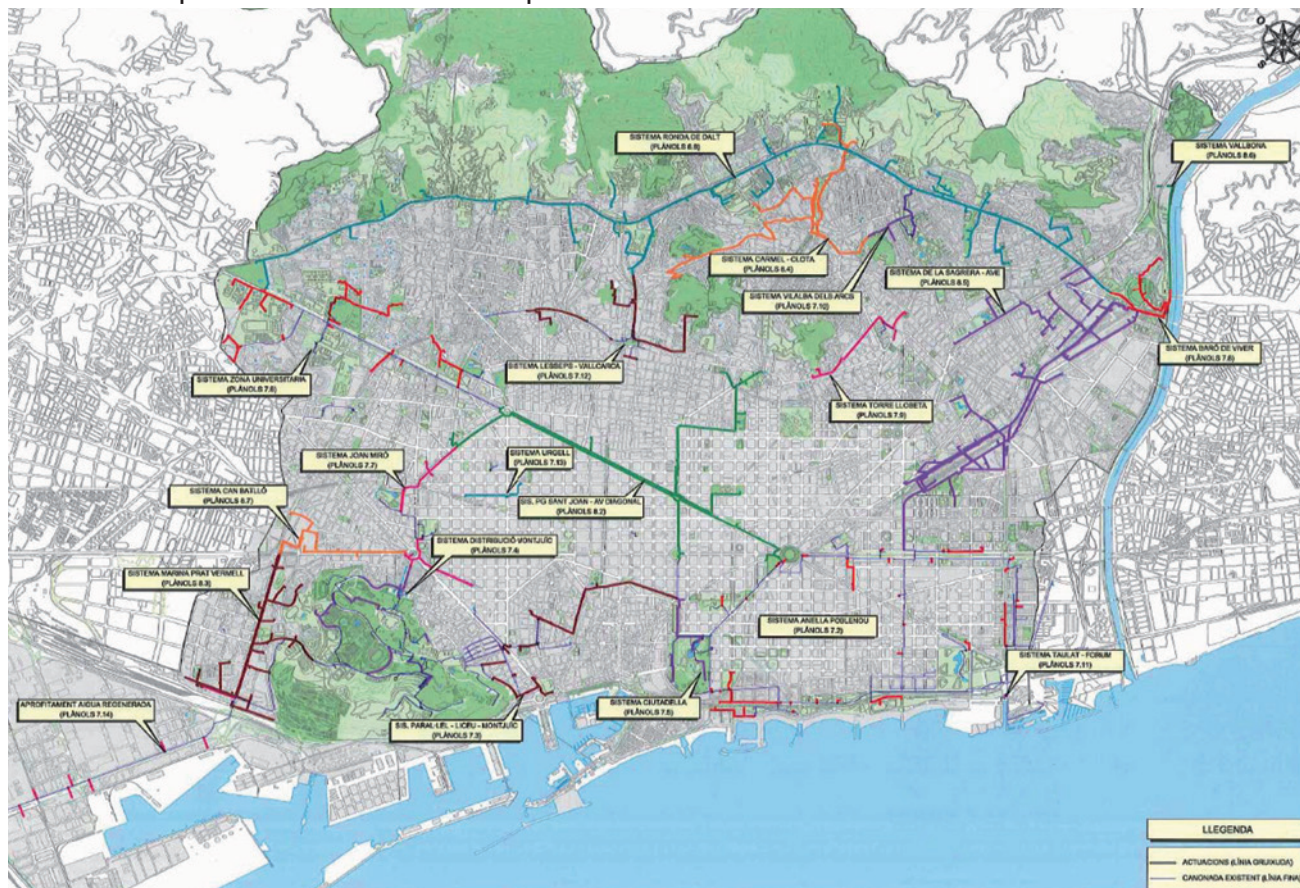
Réseaux municipaux de ressources alternatives existants

20 sistemas de la XAF
78 km agua freática
3,5 km agua regenerada
24 hidrantes en servicio
3 hidrantes en construcción
10 hidrantes proyectados



© Ayuntamiento de Barcelona

Réseaux municipaux de ressources alternatives planifiés



© Ayuntamiento de Barcelona

Étude des modalités de valorisation de l'eau brute sur le territoire de Plaine Commune

Après avoir dressé, dans la première phase d'étude, un état des lieux et une vision prospective des besoins et des eaux brutes disponibles, cette deuxième phase propose des scénarios d'usages de ces différentes ressources. Cette approche porte à la fois sur un examen des potentiels existants à l'échelle de l'ensemble du territoire de Plaine Commune, qu'il s'agisse de ses espaces publics ou de ses grandes caractéristiques morphologiques, et sur un approfondissement à l'échelle de sites plus restreints. Retenus avec les équipes de la communauté d'agglomération, ces secteurs illustrent plus en détail la diversité d'usages et de ressources qui peuvent être mobilisés. L'ensemble est mis en perspective avec un examen des cadres réglementaires et contractuels susceptibles d'accompagner des expérimentations envisageables à plus ou moins longs termes.

La dernière partie de l'étude, réalisée par l'agence Urban Water, porte sur la mobilisation des ressources en eau dans les situations plus difficiles de stress hydrique et son apport dans la lutte contre les phénomènes d'ilots de chaleur urbains.

L'ensemble des deux phases invite à un approfondissement des études sur l'eau brute et surtout tente de faire partager le plus largement possible un sujet riche de potentiels, trop souvent considéré comme technique, mais éminemment transversale dans la gestion de la ville, ses aménagements, son évolution et ses usages.