

« Une valorisation innovante des eaux du Grand Paris Express » : Création d'un îlot de fraîcheur urbain activé par les eaux collectées dans les ouvrages souterrains et traitées par phytoépuration

"Innovative reuse of Grand Paris Express water": creating an urban cool island powered by water from underground structures and treated through phytoremediation

Astrid Dherbecourt-Meurice (SGP), Hans-Michael Földeak et Etienne Albenque (fbcc), Christian Piel et Youstra Moatassime (Urbanwater)

Société des Grands Projets
Agence d'architecture fbcc
Urbanwater

astrid.dherbecourt-meurice@sgp.fr
hmf@fbcc.eu
christian.piel@urbanwater.fr

RÉSUMÉ

Lauréat de l'appel à projets innovants « Le Grand Pari(s) de l'Environnement », ce projet d'expérimentation vise la réutilisation des eaux récoltées en fond d'ouvrage pour l'arrosage d'un jardin public, créant ainsi un îlot de fraîcheur urbain alimenté par une ressource locale et durable. Porté par la Société des Grands Projets, conçu par l'agence fbcc et Urbanwater, il se déploie en surface d'un ouvrage annexe du Grand Paris Express à Aulnay-sous-Bois. Le dispositif intègre des systèmes de phytoépuration pour le traitement des eaux relevées, destinées à l'irrigation de zones végétalisées, avec surverse dans une noue d'infiltration en cas de trop-plein.

Dans un contexte de réchauffement climatique et de stress hydrique estival, ce projet explore le potentiel des eaux d'exhaure qui s'infiltrent dans les ouvrages souterrains – disponibles toute l'année – comme ressource pour le rafraîchissement urbain. Leur qualité, supérieure à celle des eaux usées, nécessite toutefois un traitement naturel complémentaire - par phytoépuration dans le cadre de ce projet. L'expérimentation en cours (2025-2026) teste plusieurs configurations de filtres et palettes végétales afin d'atteindre les exigences sanitaires pour l'arrosage public. Les résultats guideront l'aménagement du jardin définitif, prévu en 2027, sous réserve de validation par les autorités compétentes. L'objectif global est de démontrer la faisabilité de circuits courts de réutilisation des eaux collectées dans les ouvrages souterrains et leur intégration vertueuse dans les infrastructures du Grand Paris Express.

ABSTRACT

Winner of the innovative project call 'Le Grand Pari(s) de l'Environnement', this experimental project aims to reuse water collected at the bottom of underground structures for watering a public garden, thereby creating an urban cool island fed by a local and sustainable resource. Led by Société des Grands Projets and designed by fbcc and Urbanwater, it is deployed on the surface of an auxiliary underground structure of the Grand Paris Express in Aulnay-sous-Bois. The system incorporates phytoremediation systems for treating the pumped water, intended for irrigating vegetated areas, with overflow into an infiltration swale when capacity is exceeded.

In a context of climate change and summer water stress, this project explores the potential of underground water that seeps into underground structures – available year-round – as a resource for urban cooling. Its quality, superior to that of wastewater, nonetheless requires additional natural treatment through phytoremediation. The ongoing experimentation (2025-2026) tests several filter configurations and plant palettes to meet sanitary requirements for public irrigation. The results will guide the design of the permanent garden, planned for 2027, subject to approval by the relevant authorities. The overall objective is to demonstrate the feasibility of short-loop reuse systems for water collected in underground structures and their beneficial integration into Grand Paris Express infrastructure.

MOTS CLÉS

Eaux d'exhaure, Grand Paris Express, Îlot de fraîcheur urbain, Phytoépuration, Réutilisation des eaux

1 PRESENTATION GENERALE DE LA CANDIDATURE

Cette candidature met en valeur le projet de récupération des eaux récoltées au fond de l'ouvrage annexe 303P de la ligne 16 du Grand Paris Express, en vue d'une réutilisation in situ pour l'activation d'un îlot de fraîcheur urbain. Lauréat de l'appel à projets « Le Grand Pari(s) de l'Environnement » lancé par la Société des Grands Projets en 2022, ce projet de recherche et d'expérimentation est proposé par l'agence d'architecture *fbcc*, accompagnée du bureau d'études en hydrologie urbaine *Urbanwater* et de *Envisol*, bureau d'études expert en diagnostic, gestion et dépollution des milieux (eaux, air, sols). Il est financé par la Société des Grands Projets, qui a bénéficié d'une subvention de l'Agence de l'Eau Seine-Normandie pour l'étude de faisabilité.

La Société des Grands Projets souhaite déployer des solutions innovantes à fort bénéfice environnemental dans le cadre de la construction du Grand Paris Express. Le présent projet constitue une réponse visant la préservation des ressources aquifères par leur réutilisation au service d'un espace public végétalisé, rafraîchi et accessible à tous, ainsi que la gestion vertueuse des eaux pluviales à la parcelle – à ciel ouvert et par infiltration dans le sol – conformément à la réglementation en vigueur. Il constitue une première expérimentation en contexte réel sur la commune d'Aulnay-sous-Bois.

Après les premières missions d'étude de faisabilité et d'analyse réglementaire, le projet est actuellement engagé dans la phase expérimentale. L'objectif de cette phase est de tester un prototype sur site sur une durée d'un an afin de confirmer la capacité du système de phytoépuration à traiter les eaux collectées (mélange d'eau d'exhaure de l'ouvrage et du tunnel, et d'eau de pluie) quelques soient les saisons. Si les résultats sont concluants (quantitativement et qualitativement) et sous réserve de validation par les autorités compétentes, le concept sera étendu sur l'ensemble de la parcelle (2000m²) avec la création d'un jardin ouvert au public livré en 2027.

2 UN JARDIN HYDRATÉ PAR LES EAUX D'EXHAURE DES OUVRAGES SOUTERRAINS DU GRAND PARIS EXPRESS

2.1 Un besoin de rafraîchissement dans un contexte urbanisé soumis aux évènements extrêmes

Parmi les conséquences du changement climatique figurent l'intensification et l'irrégularité des précipitations, ainsi que l'augmentation de la fréquence et de la durée des canicules. La faune et la flore d'Île-de-France commencent à souffrir en période estivale d'une insuffisance d'eau. La végétation asséchée ne participe plus suffisamment au rafraîchissement urbain.

Pour cet éco-service devenu essentiel, la ressource en eau doit être complétée par d'autres sources disponibles en été, notamment les eaux grises, les eaux brutes et les eaux d'exhaure. Ainsi, l'utilisation des gares, tunnels et ouvrages de service comme source d'eau non potable pour les espaces publics environnants permet d'assurer un approvisionnement continu, quelle que soit la saison.

2.2 Les eaux d'exhaure, une ressource en eau exploitable et disponible toute l'année au service du rafraîchissement urbain

Les eaux d'exhaure proviennent de l'infiltration des nappes souterraines dans les ouvrages souterrains (gares, tunnels, ouvrages de service). Ces eaux sont précieuses pour le rafraîchissement urbain car disponibles même en période de stress hydrique. Leur valorisation permet également d'éviter leur rejet au réseau public, coûteux et problématique dans un contexte de saturation croissante des réseaux liée à l'imperméabilisation des sols et à l'intensification des épisodes pluvieux extrêmes.

Dans son rapport de juillet 2013 sur le réseau d'eau non potable en région parisienne, l'APUR indique que les 213 postes d'épuisement de la RATP rejettent au réseau un cumul journalier moyen de 13 715 m³/j. Le présent projet vise à démontrer la possibilité de mettre en place des circuits courts pour recycler les eaux collectées dans les ouvrages souterrains du Grand Paris Express, au lieu de les rejeter à l'égout.

2.3 Une eau de qualité nécessitant un traitement supplémentaire pour être compatible avec un usage public

La réutilisation des eaux impropres à la consommation humaine (EICH), dont font partie les eaux d'exhaure, est réglementée par un décret et un arrêté du 12 juillet 2024, définissant les usages domestiques de l'eau pour

lesquels le recours aux EICH est possible, en complément de l'arrêté du 14 décembre 2023 relatif aux conditions de production et d'utilisation des eaux usées traitées pour l'arrosage d'espaces verts. Contrairement aux eaux usées domestiques, les eaux prélevées dans les fosses d'épuisement des ouvrages présentent une meilleure qualité, nécessitant néanmoins un traitement complémentaire pour atteindre les critères imposés pour l'arrosage d'espaces verts publics. Dans le cadre de ce projet, le choix s'est porté sur un traitement low-tech, orientant ainsi la solution vers la phytoépuration.

Le projet expérimente plusieurs solutions de traitement naturel par phytoépuration, reposant sur l'utilisation de substrats filtrants et de palettes végétales adaptées. Le dispositif comprend des filtres à écoulement vertical visant une première filtration des matières en suspension et une oxygénation des eaux, puis des filtres à écoulement horizontal permettant un traitement plus approfondi des polluants organiques et des métaux lourds grâce à un substrat spécifique. Après cette épuration « low-tech », les eaux traitées sont réutilisées pour l'arrosage des espaces végétalisés voisins. Ce circuit court génère ainsi une synergie entre la lutte contre les îlots de chaleur et la réduction de la sollicitation des réseaux d'assainissement.

3 UN PROJET DE RECHERCHE ET D'EXPÉRIMENTATION ORGANISÉ EN 3 PARTIES

Le projet s'articule en trois parties :

- la première consacrée aux études de faisabilité préalables, ayant permis la sélection d'un terrain d'expérimentation ;
- la deuxième portant sur la réalisation et gestion/suivi d'un jardin expérimental sur 240 m²
- la troisième sur l'aménagement définitif des 2000 m² de parcelle.

Pour la réalisation des travaux ainsi que pour la gestion, l'entretien et la maintenance du jardin expérimental, un groupement de conception-réalisation mené par *fbcc*, en co-traitance avec *Pinson Paysage*, a été constitué. *UrbanWater* et *Envisol* complètent l'équipe de maîtrise d'œuvre tandis que *N2B Arrosage* complète l'équipe de réalisation.

3.1 Études préliminaires : évaluation réglementaire, qualitative et quantitative

Après le choix du site d'expérimentation, un laboratoire spécialisé a été missionné pour effectuer des prélèvements et caractériser la qualité des eaux récoltées au fond de l'ouvrage. Les résultats ont été comparés avec les valeurs seuils réglementaires issues de l'arrêté du 14 décembre 2023 relatif à la qualité des eaux usées traitées pouvant être utilisées pour l'arrosage des espaces verts, et de l'arrêté du 12 juillet 2024, portant sur l'utilisation des eaux impropres à la consommation humaine dans le cadre d'un mélange d'eaux (eaux douces et eaux grises).

Cette analyse a mis en évidence un enrichissement organique des eaux de l'ouvrage 303P comparé aux eaux de la nappe, nécessitant un traitement adapté afin de réduire la charge organique présente dans les eaux (Matières En Suspension et turbidité), d'abaisser les concentrations en bactéries pathogènes et de diminuer l'alcalinité des eaux. Elle a ainsi initié le choix des substrats des filtres et des palettes végétales testés dans le cadre de la phase expérimentale du projet.



figure : vue axonométrique et photo du jardin expérimental, *fbcc*

3.2 Réalisation du jardin expérimental et suivi de l'expérimentation

Après quelques mois de travaux, le suivi R&D et les premiers ajustements de l'expérimentation ont pu débuter. Cette phase d'entretien et d'observation se déroulera sur un an à partir de septembre 2025, afin d'intégrer l'ensemble de la saisonnalité des ressources en eau.

Les eaux récoltées dans la fosse d'épuisement de l'ouvrage sont d'abord relevées vers une cuve intermédiaire avant d'alimenter parallèlement trois dispositifs de phytoépuration. L'eau traverse ainsi les filtres verticaux avant de se déverser dans les filtres horizontaux (pour deux des trois dispositifs) puis de continuer - via des caniveaux d'irrigation infiltrant - vers deux palettes végétales différentes, avant de déborder au besoin vers la noue végétalisée en aval du jardin expérimental.

Des prélèvements réguliers sont réalisés sur les eaux avant traitement, sur les eaux en sortie de chaque système de phytoépuration ainsi que sur les sols récepteurs, afin de caractériser la qualité des eaux et d'évaluer la pollution résiduelle. Les prélèvements sont réalisés tous les 1,5 mois sur les eaux et en début, milieu et fin d'expérimentation pour les sols.

L'objectif de cette phase est de sélectionner le système de phytoépuration le plus performant et adapté à la qualité et à la quantité des eaux récoltées au fond de l'ouvrage 303P, ainsi que la palette végétale compatible avec la qualité d'eau obtenue en sortie du système.

Conjointement au suivi de cette expérimentation, il s'agira non seulement de démontrer la pertinence d'un tel dispositif et sa capacité à traiter les eaux collectées à un niveau suffisant pour ne présenter aucun danger, mais aussi de faire valider par les autorités de santé publique et de protection de l'environnement, en particulier l'ARS et la DRIEAT, la possibilité de mettre en place un circuit court pour la réutilisation des eaux récoltées au fond des ouvrages souterrains du Grand Paris Express.

3.3 Pérennisation par l'aménagement du jardin public définitif

L'aménagement du jardin définitif sera réalisé à l'issue de la phase expérimentale. Deux options sont envisagées : la pérennisation de l'expérimentation avec une extension sur la superficie totale de la parcelle en cas d'acceptation par les parties prenantes (notamment l'ARS, la DRIEAT et la Ville d'Aulnay-sous-Bois), ou l'aménagement d'un jardin plus classique en cas de refus.

L'objectif est de démontrer qu'un tel dispositif, grâce à son efficacité et sa simplicité, peut être intégré dans des ouvrages d'infrastructure avec un minimum de surcoût et d'emprise foncière.

4 CONCLUSION : UNE APPROCHE INTÉGRÉE VISANT LA REPRODUCTIBILITÉ

Ce projet innovant de valorisation des eaux collectées dans les gares et ouvrages annexes du Grand Paris Express a permis d'explorer un champ encore peu investi : la réutilisation locale d'une ressource en eau durable destinée au rafraîchissement urbain, demeurée inexploitée jusqu'ici notamment du fait de la difficulté à en préciser le cadre réglementaire. Il a également permis de réunir l'ensemble des acteurs concernés autour d'une réflexion commune sur les potentialités et les exigences de cette ressource.

Au-delà de son bénéfique rafraîchissant, la pérennisation de l'expérimentation par l'aménagement d'un jardin public hydraté par des eaux collectées au fond des ouvrages traitées naturellement soutient la résilience des espaces verts, les économies d'eau potable et la prévention des risques d'inondation par la désaturation des réseaux d'assainissement.

La visée globale de cette expérimentation est de garantir sa reproductibilité sur d'autres sites du Grand Paris Express, afin d'en faire un modèle pérenne de rafraîchissement et de gestion vertueuse de l'eau en milieu urbain.