

Projet LIFE ADSORB

*LIFE17 ENV/FR/000398 LIFE ADSORB project is supported by the European Union
LIFE program*

Le projet LIFE17 ENV/FR/000398 LIFE ADSORB bénéficie du soutien financier du programme LIFE de l'Union européenne



LIFE ADSORB

LIFE17 ENV/FR/000398

Livrable B.1.1

Reporting date

January 2025

Table des matières

RÉSUMÉ	3
SUMMARY	4
1. CONTEXTE	5
2. TYPOLOGIE DES EAUX A TRAITER	5
3. CHEMINEMENT DES EAUX	6
4. LE PROTOTYPE : UNE REALISATION A LA FOIS ECOLOGIQUE ET INDUSTRIELLE	7
4.1. <i>Les filtres : ouvrage de traitement</i>	7
4.2. <i>Création de la station</i>	11
4.3. <i>L'automatisation complète du site</i>	13

Résumé

Le projet LIFE ADSORB, soutenu par le programme LIFE de l'Union européenne, a été mis en œuvre pour traiter les eaux pluviales particulièrement polluées collectées par le déversoir d'orage Bugeaud, situé sur le boulevard périphérique parisien. Ces eaux, chargées en particules fines, métaux lourds, hydrocarbures et autres résidus issus de la circulation automobile et de la pollution urbaine, étaient jusqu'en 2021 directement rejetées dans la Seine, sans traitement préalable.

Face à l'évolution des exigences réglementaires, notamment celles du SDAGE du bassin Seine-Normandie, la Ville de Paris a été amenée à concevoir une solution durable. Le choix s'est porté sur un dispositif de phytoépuration basé sur des filtres plantés de roseaux, permettant une épuration naturelle des eaux grâce à l'action conjointe de substrats filtrants, de micro-organismes et de végétaux aquatiques (*Phragmites australis*).

Le système mis en place traite principalement les eaux pluviales issues du bassin versant du périphérique (21,1 ha) ainsi qu'une fraction d'un bassin versant unitaire et certaines eaux claires provenant de la nappe phréatique. L'installation se compose de deux filtres verticaux : l'un est un filtre de référence constitué de sable et de gravier, l'autre intègre un matériau innovant, le *Rainclean*®, destiné à améliorer la captation des polluants.

Les eaux sont d'abord stockées puis pompées vers les filtres. Après leur traitement, elles sont dirigées vers la rivière Saint James, puis relâchées dans la Seine. Le fonctionnement alterné des filtres (tous les 29 jours) garantit leur efficacité en limitant le colmatage et en favorisant la régénération biologique. Une station de pompage spécifique a été créée, dotée de trois pompes, de vannes de régulation et d'un système de prétraitement par dégrillage.

L'ensemble du dispositif est automatisé et surveillé à distance grâce au logiciel GASPAAR, qui permet un suivi en temps réel de la qualité de l'eau (pH, turbidité, température, etc.) et du fonctionnement du système. Ce projet représente une solution innovante et écologique pour la gestion des eaux pluviales urbaines, alliant efficacité technique et respect de l'environnement.

Summary

The LIFE ADSORB project, supported by the European Union's LIFE program, was implemented to treat highly polluted stormwater collected by the Bugeaud storm overflow, located along Paris's ring road. These waters, loaded with fine particles, heavy metals, hydrocarbons, and other pollutants from traffic and urban pollution, were discharged directly into the Seine River without any prior treatment until 2021.

In response to evolving regulatory requirements, particularly those of the Seine-Normandie River Basin Management Plan (SDAGE), the City of Paris opted for a sustainable solution: a nature-based water treatment system using reed bed filters. These filters purify the water through a combination of filtration substrates, microorganisms, and aquatic plants (*Phragmites australis*).

The system mainly treats stormwater from the ring road catchment area (21.1 hectares), a portion of a combined sewer catchment, and some groundwater flows. It consists of two vertical-flow filters: one is a reference filter made of sand and gravel, and the other includes an innovative adsorbent material, *Rainclean*®, designed to capture pollutants more effectively.

The water is first stored and then pumped to the filters. After treatment, it flows into the Saint James stream before being discharged into the Seine. The filters operate alternately each one used every 29 days ensuring biological regeneration and minimizing clogging. A dedicated pumping station was built, equipped with three pumps, control valves, and a pre-treatment screening system.

The entire facility is fully automated and remotely monitored through the GASPAAR software, which tracks real-time water quality parameters (pH, turbidity, temperature, etc.) and system operations. This project offers an innovative and environmentally friendly solution for managing urban stormwater, combining technical performance with ecological respect.

1. Contexte

Le déversoir d'orage Bugeaud a pour fonction de collecter les eaux de pluie qui ruissellent sur la chaussée d'un tronçon du boulevard périphérique parisien. Ces eaux sont particulièrement chargées en polluants, notamment des particules fines en suspension semblables à un sable très fin. Ces particules servent de support à divers polluants : matière organique carbonée (macropolluants), éléments métalliques et résidus chimiques (micropolluants), issus des véhicules, de la chaussée et de la pollution atmosphérique.

À ces polluants particuliers s'ajoutent également des substances polluantes présentes sous forme dissoute, c'est-à-dire non fixées aux particules solides.

Jusqu'en 2021, lors des épisodes pluvieux, les eaux collectées par le déversoir d'orage Bugeaud étaient rejetées directement dans la Seine sans aucun traitement préalable. Toutefois, la réglementation issue du SDAGE (Schéma Directeur d'Aménagement et de Gestion des Eaux) du bassin Seine-Normandie impose un traitement des eaux pluviales lorsque le seuil de pollution déversée est dépassé.

En 2015, les services de l'État ont donc demandé à la Ville de Paris de mettre en place une solution de traitement pour ces eaux. Après plusieurs études et une période de réflexion, et malgré la contrainte liée au classement du site en zone boisée, il a été décidé d'implanter un filtre planté de roseaux pour assurer l'épuration des eaux avant leur rejet dans la Seine.

2. Typologie des eaux à traiter

Le filtre planté de roseaux permet de dépolluer différents types d'eaux issues de plusieurs bassins versants (Figure 1).

Il traite en premier lieu les eaux pluviales provenant du bassin versant du périphérique (BV EP), qui s'étend sur 21,1 hectares, représentant un volume annuel compris entre 50 000 et 180 000 m³. Le filtre prend également en charge une petite partie des eaux issues du bassin versant unitaire, couvrant 72 hectares, avec un volume traité estimé entre 1 500 et 5 400 m³, soit environ 5 % du total de ce bassin. Enfin, le dispositif permet aussi de traiter les eaux claires issues de la nappe phréatique, qu'elles soient en temps de pluie (TP) ou en temps sec (TS). Dans l'éventualité où les eaux claires ne seraient plus drainées par le réseau, il resterait possible d'alimenter le filtre grâce au vaste réseau d'eau non potable de la Ville de Paris, un héritage du XIXe siècle.

Les mares Saint James déconnectées du réseau d'assainissement des Hauts-de-Seine (92), représentant une surface de 61 hectares, ne sont pas inclus dans le périmètre du projet LIFE. Toutefois, leur gestion contribue activement à la protection du milieu récepteur. En

évitant le rejet direct d'eaux potentiellement polluées dans le réseau d'assainissement ou dans le milieu naturel, cette déconnexion participe à la réduction de la charge polluante globale et renforce l'efficacité des dispositifs de dépollution déjà en place.



Figure 1 : Bassins versants concernés

3. Cheminement des eaux

Avant les travaux, les eaux étaient acheminées via le déversoir et rejetés dans la Seine, sans aucun traitement préalable.

Depuis la mise en place des filtres, les eaux collectées empruntent désormais le parcours présenté en Figure 2 :



Figure 2 : Cheminement des eaux

Les eaux sont d'abord acheminées (1) vers une station de stockage et de pompage (2). Une fois stockées, elles sont envoyées par pompage vers un filtre planté de roseaux (3), où elles traversent un système de phytoépuration naturel, permettant leur dépollution grâce à l'action des plantes et des micro-organismes (4). Les eaux ainsi traitées rejoignent ensuite la rivière Saint James, qui alimente la mare du même nom (5). Enfin, après avoir transité par ce milieu naturel, les eaux dépolluées sont acheminées jusqu'à la Seine (6).

En cas de fortes pluies, une partie du volume excédentaire peut être dérivée vers la Seine sans traitement, afin de prévenir tout risque de débordement.

4. Le prototype : une réalisation à la fois écologique et industrielle

La réalisation a suivi plusieurs étapes, allant de la conception des filtres jusqu'à l'automatisation complète du site, avec la mise en place d'une structure souterraine destinée à les alimenter.

4.1. Les filtres : ouvrage de traitement

La première étape de ce projet a consisté à réaliser les filtres. Le dispositif expérimental se compose de deux compartiments d'une surface totale d'environ 1100 m². Il dispose d'une forme sinueuse qui rappelle les courbes de la rivière Saint James se situant à proximité. Il s'agit de filtres plantés de roseaux à écoulement vertical, dans lesquels l'eau s'infiltré de

haut en bas à travers différentes couches de substrat. L'eau percole alors à travers ces couches, où les impuretés sont retenues et partiellement dégradées.

Sur ces filtres, l'alimentation se fait en un point à l'entrée du filtre (Figures 3 et 4).



Figure 3 : Vue de l'entrée du filtre



Figure 4 : Vue avec les trappes ouvertes

Le filtre n°1 (Figure 5), désigné comme le filtre témoin, est constitué uniquement de sable et de gravier, et sert de référence pour évaluer l'efficacité des traitements.

Le second filtre intègre une couche intermédiaire enrichie en matériau adsorbant spécifique, le Rainclean®, conçu pour capter certains polluants comme les éléments traces métalliques ou les hydrocarbures.

Dans les deux cas, un système de drains permet de recueillir l'eau traitée à chaque étape et possède également un système de ventilation permettant d'aérer les filtres.

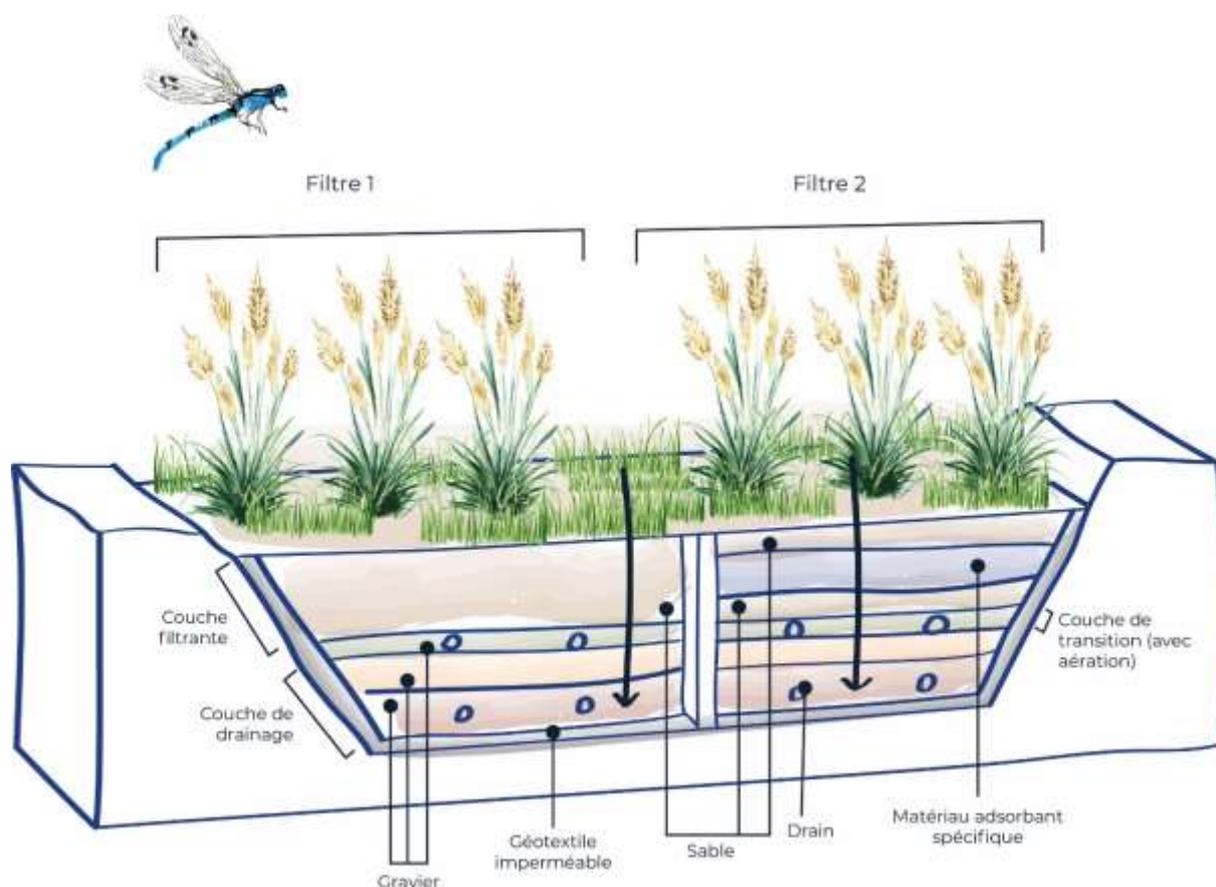


Figure 5 : Coupe transversale des filtres

Ce procédé combine l'action mécanique des substrats, l'activité biologique des racines et des microorganismes, ainsi que des processus physico-chimiques pour assurer un traitement efficace et respectueux de l'environnement.

Cette configuration permet de comparer les performances de filtration entre un système classique et un système optimisé, et d'évaluer l'apport du matériau innovant dans l'amélioration de la qualité des eaux traitées.

Les roseaux utilisés « Phragmites Australis » sont des végétaux aquatiques qui se développent par un système de rhizomes. Ils créent un environnement favorable au traitement des eaux : les roseaux ont un rôle physique permettant d'éviter le colmatage du filtre par l'effet du vent et des rhizomes. Ils ont aussi un rôle biologique par la création d'une zone propice au développement des bactéries dans le système racinaire



Figure 6 : Filtres en cours de construction



Figure 7 : Vue aérienne des filtres :

L'alimentation en eau des filtres se fait tous les 29 jours entre les deux compartiments. Ce mode de fonctionnement permet d'assurer une période de repos pour chaque filtre, favorable à la régénération biologique. Cette alternance permet également d'éviter que le colmatage soit trop rapide.

D'autre part, l'alimentation est effectuée par bûchée ce qui permet également d'assurer la fonction d'oxygénation.

L'eau ainsi traitée (Figure 8) est ensuite dirigée vers la rivière St James, où elle s'écoule naturellement (Figure 9) avant de rejoindre les étangs de St James.



Figure 8 : Sortie de l'eau traitée



Figure 9 : Rejet dans la rivière Saint James

4.2. Création de la station

La deuxième étape a consisté en la création de la station de pompage (Figure 10) permettant d'alimenter les filtres. En effet la configuration du réseau de ne permettait pas d'alimenter le filtre de manière gravitaire. Le déversoir d'orage existant auparavant a été réaménagé afin d'offrir une capacité de stockage de 3500 m³.



Figure 10 : Station en phase chantier

Cette station comprend trois pompes (Figure 11) destinées à alimenter les filtres : une pompe pour chaque filtre, ainsi qu'une pompe de secours qui prend le relais en cas de défaillance de l'une des deux premières.

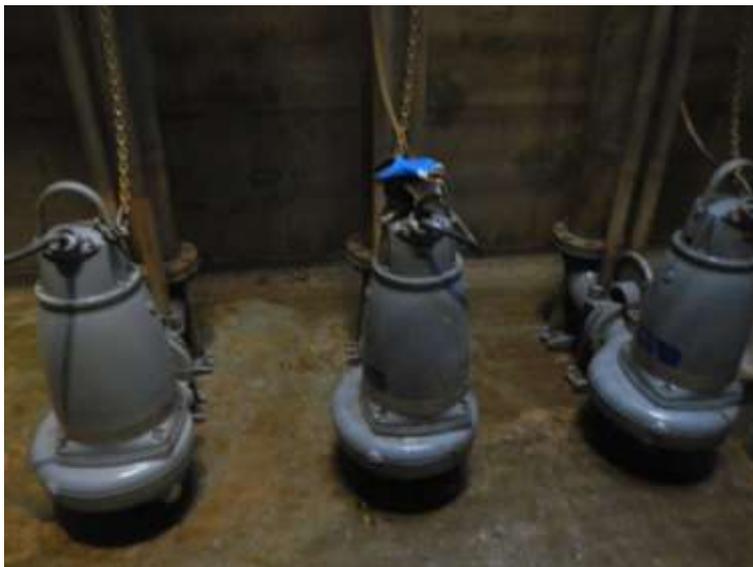


Figure 11 : Pompes d'alimentation

Cette station comprend également de nombreuses vannes (Figure 12) destinées à réguler le débit de l'eau.



Figure 12 : Vanne seuil

Afin de prévenir tout risque lié à la présence de déchets dans les filtres et de protéger les canalisations, un dégrilleur (Figure 13) a été installé dans la station. Il permet d'effectuer un prétraitement en retirant les éléments grossiers des eaux avant leur passage sur les filtres.



Figure 13 : Le dégrilleur

L'ensemble des alimentations se fait grâce à des capteurs présents sur le site. La station est également équipée d'appareils permettant de surveiller en continu la qualité de l'eau en amont des filtres, grâce à des sondes mesurant la température, la turbidité, le pH et la conductivité. Des dispositifs de prélèvement sont également prévus afin d'analyser ponctuellement la qualité physico-chimique de l'effluent à un instant donné.

Le détail sur ces appareils est décrit dans le livrable B.1.2.

4.3. L'automatisation complète du site

La troisième étape visait à permettre le contrôle à distance du site. Celui-ci est désormais surveillé 24 heures sur 24, 7 jours sur 7, via le logiciel GASPAAR (Figure 14). Ce système permet de visualiser l'ensemble de l'instrumentation installée sur le site.

De nombreux capteurs assurent le suivi des paramètres essentiels, notamment les niveaux d'eau, les débits, la qualité de l'eau (pH, conductivité, température, hydrocarbures, turbidité, etc.), ainsi que le fonctionnement des préleveurs automatiques.

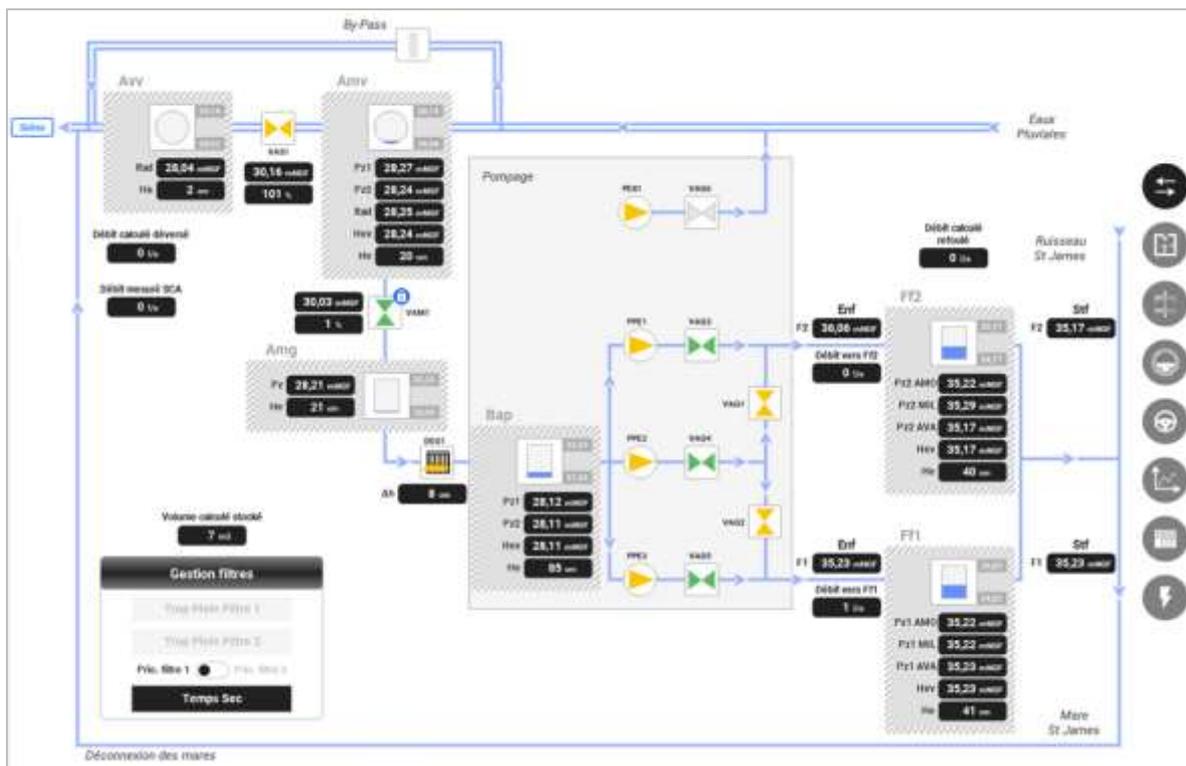


Figure 14 : Vue des filtres depuis GASPAAR