

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



Deliverable B.1.1 : *Prototype building*

Reporting date

V1	January 2025
V2	January 2026



Table des matières

Résumé	3
Summary.....	4
1. Contexte.....	5
2. Typologie des eaux à traiter.....	5
3. Cheminement des eaux.....	6
4. Le prototype : une réalisation à la fois écologique et industrielle.....	7
4.1. Les filtres : ouvrage de traitement	7
4.2. Création de la station	10
4.3. L'automatisation complète du site	12
5. Conclusion	13

Résumé

Le projet LIFE ADSORB (LIFE17 ENV/FR/000398), soutenu par le programme LIFE de l'Union européenne, a pour objectif de traiter des eaux pluviales urbaines polluées avant leur rejet dans la Seine. Ces eaux, principalement issues du bassin versant du périphérique parisien, sont chargées en particules fines, éléments traces métalliques, hydrocarbures et autres polluants liés au trafic routier et à la pollution urbaine.

Jusqu'en 2021, ces effluents étaient rejetés directement dans le milieu naturel sans traitement. Face aux exigences réglementaires du SDAGE Seine-Normandie, la Ville de Paris a conçu et mis en œuvre une solution durable et fondée sur la nature, reposant sur un système de filtres plantés de roseaux à écoulement vertical.

Le dispositif traite principalement les eaux pluviales d'un bassin versant de 21,1 hectares, une part limitée d'un bassin unitaire, ainsi que des eaux claires issues de la nappe phréatique. Il se compose de deux filtres fonctionnant en alternance :

- un **filtre de référence** constitué de sable et de graviers,
- un **filtre expérimental** intégrant un matériau adsorbant innovant, le **Rainclean©**, destiné à améliorer la captation de certains polluants.

Les eaux sont d'abord stockées, puis pompées vers les filtres après un prétraitement par dégrillage. Après filtration et épuration biologique, elles sont rejetées dans la rivière Saint James, puis dans la Seine. Le fonctionnement alterné des filtres tous les 29 jours limite le colmatage et favorise la régénération biologique.

L'ensemble du site est entièrement automatisé et télésurveillé via le logiciel GASPAAR, assurant un suivi en continu des paramètres de qualité de l'eau et du fonctionnement des équipements. Le projet LIFE ADSORB constitue ainsi une réponse innovante, écologique et industrialisable aux enjeux de gestion des eaux pluviales en milieu urbain dense.

Summary

The LIFE ADSORB project (LIFE17 ENV/FR/000398), supported by the European Union's LIFE Programme, aims to treat polluted urban stormwater before its discharge into the Seine River. These waters, mainly originating from the Paris ring road catchment area, are heavily loaded with fine particles, trace metals, hydrocarbons, and other pollutants related to road traffic and urban pollution.

Until 2021, these effluents were discharged directly into the natural environment without any prior treatment. In response to the regulatory requirements of the Seine–Normandy River Basin Management Plan (SDAGE), the City of Paris designed and implemented a sustainable, nature-based solution based on vertical-flow constructed wetlands planted with reeds.

The system mainly treats stormwater from a 21.1-hectare catchment area, a limited portion of a combined sewer catchment, as well as groundwater inflows. It consists of two filters operating alternately:

- a **reference filter** composed of sand and gravel,
- an **experimental filter** incorporating an innovative adsorbent material, **Rainclean®**, designed to enhance the capture of specific pollutants.

The water is first stored and then pumped to the filters after a screening pre-treatment. Following filtration and biological treatment, the treated water is discharged into the Saint James stream and subsequently into the Seine River. The alternating operation of the filters every 29 days limits clogging and promotes biological regeneration.

The entire facility is fully automated and remotely monitored via the GASPAAR software, ensuring continuous monitoring of water quality parameters and system performance. The LIFE ADSORB project therefore represents an innovative, environmentally friendly and industrially scalable solution to the challenges of urban stormwater management in dense urban environments.

1. Contexte

Le déversoir d'orage Bugeaud a pour fonction de collecter les eaux de pluie qui ruissellement sur la chaussé 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.

A ces polluants particulaires 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 collectés 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'Etat 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.

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 à un vaste réseau d'eau non potable 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'eau 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 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.

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 sinuueuse 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'infiltre de haut en bas à travers différentes couches de substrat. L'eau percolé 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 (Figure 3 et Figure 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.

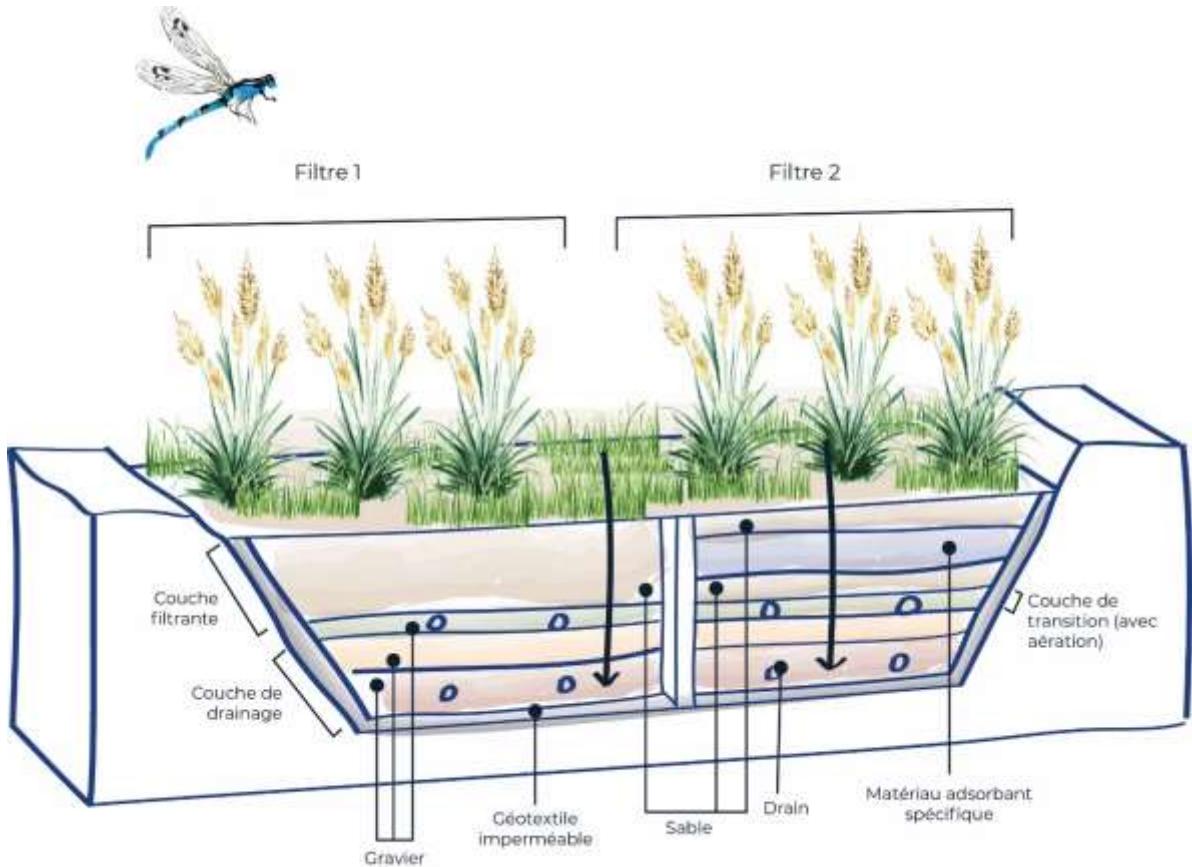


Figure 5 : Coupe transversale des filtres

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 bâchée ce qui permet également d'assurer la fonction d'oxygénation des filtres.

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

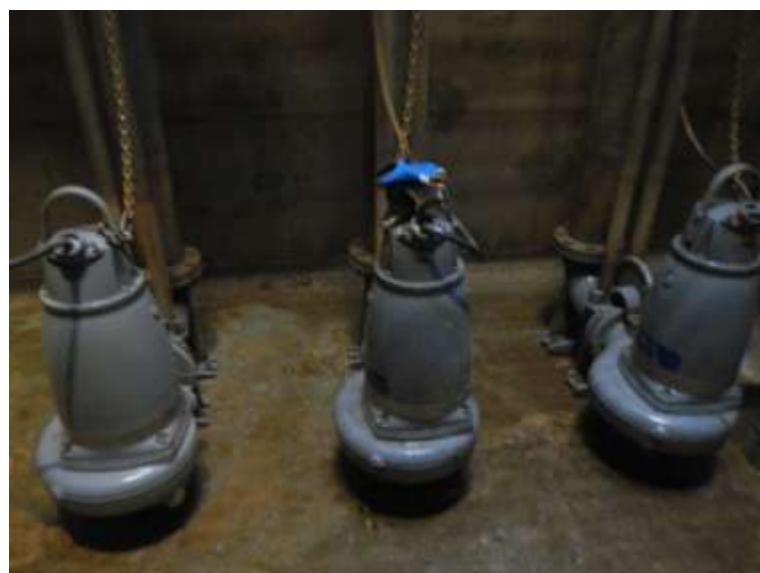


Figure 11 : Pompes d'alimentation

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 alimentation 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 ont également été mis en place 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 à la fois d'assurer le contrôle des vannes et pompes à distances permettant l'alimentation des filtres mais également la visualisation de 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.

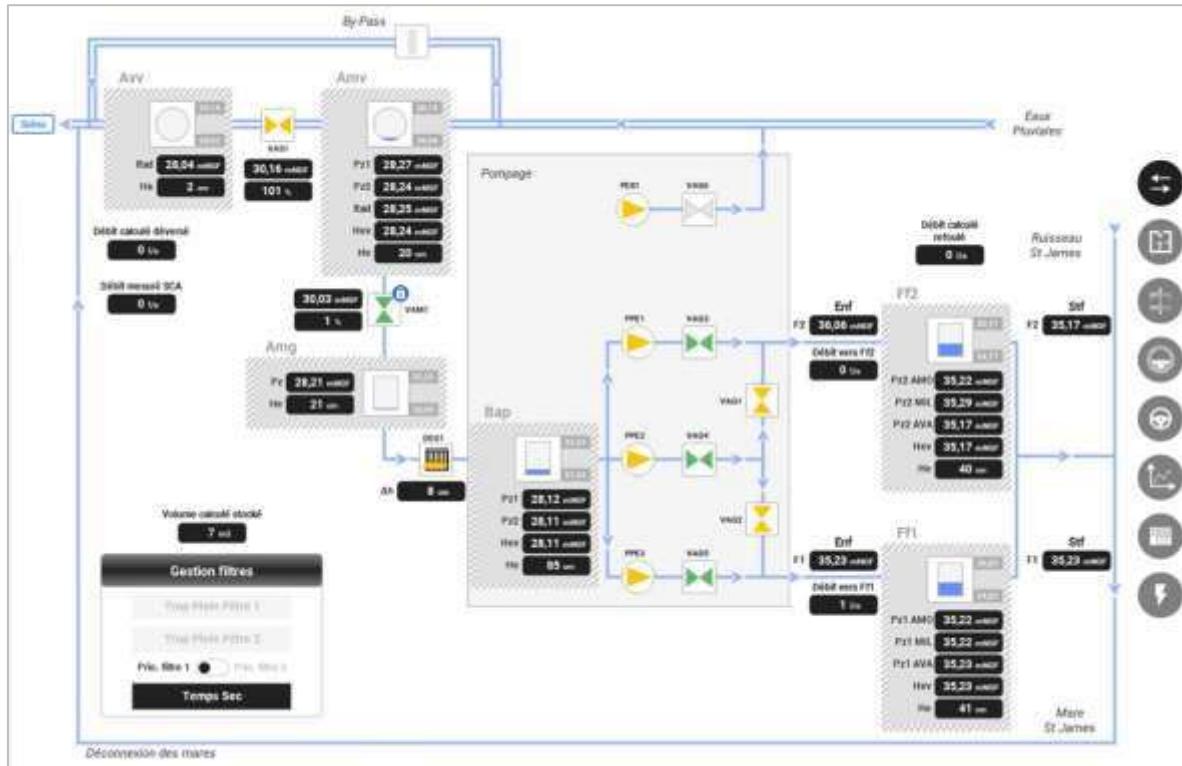


Figure 14 : Vue des filtres depuis GASPAAR

5. Profiter d'un nouvel habitat pour favoriser de nouvelles espèces

L'implantation de cette roselière au cœur du Bois de Boulogne constitue un véritable refuge pour la faune locale, offrant un habitat favorable à de nouvelles espèces qui y trouvent des zones de repos et de protection contre les prédateurs. Le filtre lui-même contribue à la création d'un espace propice au développement de la biodiversité. À ce titre, la présence de poules d'eau, hérons et foulques a été observée sur le site (Figure 14).



Figure 15 : Héron au sein du filtre

Des arbres se sont développés à proximité immédiate des filtres. Afin d'éviter tout risque de dégradation de la structure par le système racinaire, ces arbres ont été retirés puis repositionnés entre le filtre et la rivière Saint James. Cette disposition permet de favoriser la création de micro-habitats bénéfiques à certaines espèces. Toutefois, aucun inventaire officiel de la biodiversité n'a été réalisé à ce stade.

Par ailleurs, des mesures complémentaires de soutien à la biodiversité étaient initialement prévues dans le cadre du projet, mais n'ont pas pu être mises en œuvre. En effet, aucun dispositif tel que hôtels à insectes, gîtes à chauves-souris ou nichoirs n'a été installé. Cette situation s'explique notamment par un important turnover des équipes en charge du projet, ayant entraîné une perte d'informations significative. Lors de l'identification de ce manquement, aucun budget spécifique n'était alloué à cette action, et les échanges avec la Direction des Espaces Verts de la Ville de Paris n'avaient pas été engagés, condition pourtant indispensable pour intervenir dans un site classé.

Ces mesures feront l'objet d'une mise en œuvre ultérieure, à l'issue de discussions et d'une collaboration avec la Direction des Espaces Verts, afin de respecter pleinement les contraintes réglementaires liées au classement du site.

6. Conclusion

Le projet LIFE ADSORB démontre la faisabilité et la pertinence d'une solution de traitement des eaux pluviales urbaines fondée sur la nature, intégrée dans un contexte urbain contraint. En combinant des procédés naturels (phytoépuration, activité microbienne) et des innovations techniques (matériau adsorbant Rainclean©, automatisation complète), le dispositif répond efficacement aux exigences réglementaires tout en limitant l'impact environnemental.

La mise en place de filtres fonctionnant en alternance, associée à un suivi en temps réel des paramètres de qualité de l'eau, garantit la performance et la durabilité du système. Ce projet contribue directement à la réduction des flux polluants rejetés dans la Seine, tout en offrant une solution reproductible pour d'autres territoires confrontés à des problématiques similaires.

En conclusion, LIFE ADSORB s'inscrit pleinement dans les objectifs européens de protection des milieux aquatiques et de transition écologique, en proposant un modèle innovant de gestion des eaux pluviales urbaines conciliant efficacité technique, respect de l'environnement et intégration paysagère.