

# TRAITEMENT A LA SOURCE DES EAUX PLUVIALES : LE STOPPOL®

*At source stormwater treatment : STOPPOL®*

**Jean Yves VIAU<sup>1</sup>**

**Alexandre BAK<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> Saint Dizier environnement – Rue Gay Lussac F-59147 Gondecourt – [jyviau@sdenv.fr](mailto:jyviau@sdenv.fr)

<sup>2</sup> Saint Dizier environnement – Rue Gay Lussac F-59147 Gondecourt – [abak@sdenv.fr](mailto:abak@sdenv.fr)

*Les eaux pluviales ne sont pas exemptes de pollution. Elles contiennent notamment une part importante des polluants prioritaires et contaminants urbains. Dans le cadre des techniques alternatives, Saint Dizier environnement a développé le STOPPOL® visant une gestion durable des eaux pluviales, sans risque de contamination des sols, des nappes phréatiques ou des cours d'eau. Capable de piéger, les macro-déchets, les fines et leurs polluants associés, ainsi qu'une partie de la pollution colloïdale et dissoute, le STOPPOL® est un ouvrage compact et efficace pour le traitement à la source des eaux de ruissellement.*

*Après une première étape de développement en laboratoire avec essais sur effluent synthétique et simulation hydraulique, les performances de ce concept innovant ont été confirmées par les premiers ouvrages installés et ayant fait l'objet d'un suivi expérimental. Les essais réalisés au sein du laboratoire IKT de Dortmund dans le cadre de la certification du STOPPOL® ont conduit à un abattement moyen sur les MES de 79,9% constituant ainsi à la technologie la plus performante de celles évaluées par le laboratoire pour cette application.*

*Conçu et dimensionné pour traiter une surface imperméabilisée de 1000 m<sup>2</sup>, le STOPPOL® se décline en deux versions (10C pour la décantation et 10 CKF pour la décantation, la filtration, l'absorption et l'adsorption des polluants dissous ou colloïdaux) avec une exploitation aisée et économique grâce à des équipements facilitant l'accès à l'ensemble des fonctions de l'ouvrage et à un pompage par une colonne de soutirage des boues.*

*Mots-clefs : techniques alternatives, eaux pluviales, traitement, dépollution*

*Stormwaters are not free from pollution. In particular, they contain a large proportion of priority pollutants and urban contaminants. Moreover the pollution in run-off stormwaters is mostly linked to the suspended solids. In the context of stormwaters management alternative techniques, Saint Dizier environnement developed STOPPOL® for sustainable stormwaters management without the risk of contamination of soil, groundwater or streams. Capable of trapping macrowastes, suspended solids and associated pollutants, and a part of the colloidal and dissolved pollution, STOPPOL® is a compact and effective plant for the at source stormwaters treatment.*

*After a first step development with laboratory tests on synthetic effluent and hydraulic simulation, the performances of this innovative concept have been confirmed by the first plants installed and that have been the subject of an experimental monitoring. The tests performed in the Dortmund IKT laboratory in the context of STOPPOL® certification led to an average reduction of 79.9% on suspended solids, constituting the most efficient technology of those evaluated by the laboratory for this application.*

*Designed and sized to treat a sealed area of 1000 m<sup>2</sup>, the STOPPOL® is available in two versions (10C for decantation and 10 CKF for decantation, filtration, absorption and adsorption of dissolved or colloidal pollutants) with an economical and easy maintenance thanks to equipments facilitating access to all functions of the structure and a pumping by a sludge removal column.*

*Key-words : Alternative techniques, stormwaters, treatment, depollution*

## I INTRODUCTION

Nos connaissances sur les eaux pluviales ont fortement évolué ces dernières années, et démontrent la présence de polluants dans les eaux pluviales [Clothilde d'Elboeuf, 2004], [Sally Zgheib, 2008], [Adèle Bressy, 2010]. On note ainsi la présence de 43 % des polluants prioritaires dans les eaux pluviales étudiées, 41 % des polluants dangereux prioritaires et 63 % des autres contaminants urbains recherchés.

Issu de ces travaux et de ses propres recherches, Saint Dizier environnement a développé le procédé STOPPOL® pour répondre à cette problématique, visant une gestion durable des eaux pluviales, sans risques de contamination des sols, des nappes phréatiques ou des cours d'eau.

## II LE CONCEPT STOPPOL®

Le concept STOPPOL® est issu de travaux de recherche appliqués [C. d'Elboeuf et al, 2004] menés sur les eaux pluviales urbaines, afin de mieux connaître la nature et les spécificités des eaux de ruissellement issues des parkings, voiries et routes.

La présence avérée des polluants (MES, DCO, DBO5, HAP's, métaux lourds, hydrocarbures...) sur ces surfaces imperméabilisées [Clothilde d'Elboeuf, 2004], [Sally Zgheib, 2008], [Adèle Bressy, 2010] a conduit à la réalisation d'essais de traitabilité en laboratoire afin de déterminer les techniques potentielles d'interception de ces polluants.

Contrairement à la pollution issue des grands bassins versants majoritairement fixée sur les MES [G. Chebbo et al, 1995], il s'avère que sur les petites surfaces imperméabilisées étudiées (200 à 10 000 m<sup>2</sup>) les polluants sont fixés à hauteur de 30 à 70% sur les MES décantables avec une vitesse de chute autour de 0,3 m/h ; la décantabilité des MES étant également inférieure à celles des grands bassins versants avec des vitesses de chute souvent inférieures à 1 m/h pour intercepter 50% des MES.

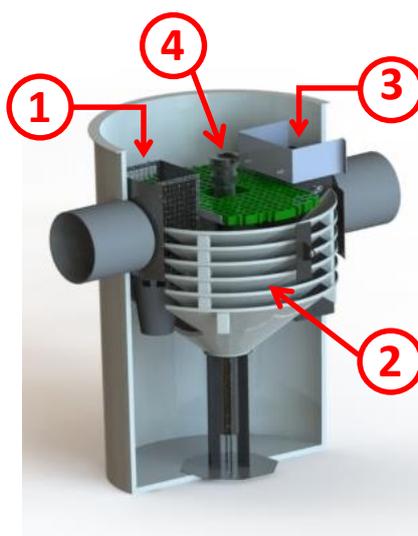
Cette connaissance acquise sur les rejets urbains par temps de pluie issus des petites surfaces imperméabilisées nous a permis de concevoir une unité de traitement innovante basée sur une décantation poussée avec la version STOPPOL® 10C, complétée par la version 10CKF qui comprend un traitement complémentaire par filtration absorption et adsorption.

Le STOPPOL® 10CKF a ainsi été développé pour répondre à cette problématique de qualité des eaux pluviales et notamment dans le cadre des techniques alternatives, en visant un traitement à la source des eaux pluviales avec une surface maximale de bassin versant de 1000 m<sup>2</sup>.

Le STOPPOL® 10CKF est un ouvrage compact (diamètre 1 m et hauteur 1,5 m) en composite avec des équipements en acier inoxydable et en composite. Il comprend (figure 1) :

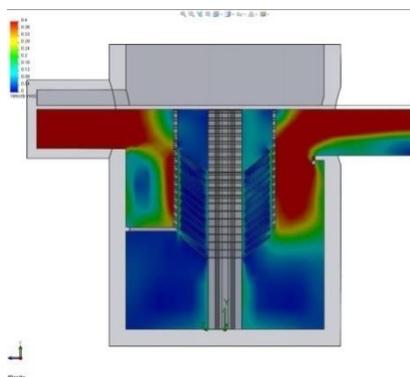
- 1- Une étape de dégrillage
- 2- Une répartition des eaux sur les coupelles de décantation
- 3- Un caisson siphonide de reprise des eaux avec un filtre spécifique permettant de retenir une partie de la pollution colloïdale et dissoute.
- 4- Une colonne d'aspiration des boues et une plateforme caillebotis d'accès à l'ouvrage.

Figure 1 : Vue éclatée du STOPPOL®



Mis au point au sein de notre hall R&D sur la base d'un effluent synthétique constituée d'eau claire et de fines particules de silice ( $d_{50} = 35 \mu\text{m}$ ), il a également fait l'objet de nombreuses modélisations hydrauliques sous Floworks (figure 2), afin d'optimiser l'écoulement au sein de l'ouvrage et assurer une rétention fiable des MES piégées sans remise en suspension lors des débits de pointe.

Figure 2 : Simulation des écoulements au sein du STOPPOL®



La conception du STOPPOL® intègre également une exploitation aisée avec une grande accessibilité aux équipements internes. La capacité de stockage en boues est dimensionnée pour une vidange annuelle sur la base de 1000 m<sup>2</sup> de surfaces imperméabilisée.

### III PERFORMANCES EPURATOIRES DU STOPPOL®

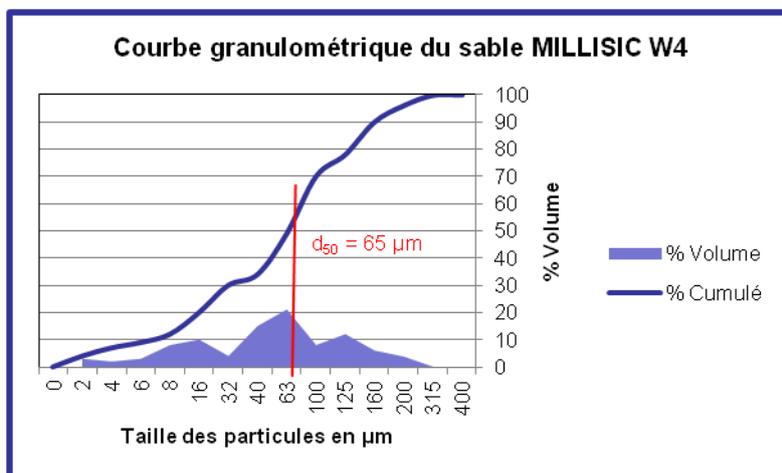
Les performances épuratoires du STOPPOL® ont été validées au sein du laboratoire IKT à Dortmund pour son efficacité sur l'interception des MES et sur plusieurs sites pilotes.

#### III.1 CERTIFICATION AU SEIN DU LABORATOIRE IKT A DORTMUND

Le STOPPOL® dans sa version 10C, basée sur une décantation poussée des MES, a fait l'objet d'essais intensifs au sein du laboratoire IKT de Dortmund selon les spécifications des tests de l'Office d'Etat pour la Nature, l'Environnement et la Protection des consommateurs de Rhémanie du Nord-Westphalie pour les systèmes de traitement des eaux pluviales décentralisées.

Les essais en laboratoire ont consisté à évaluer les performances du STOPPOL® pour quatre intensités de pluies, soit 2.5, 6, 25 et 100 l/s par hectare et sur un effluent synthétique constitué d'eau claire et de fines particules minérales (grains de quartz Millisil W4) simulant les MES dont la fraction granulométrique est représentée en figure 3 et caractérisée par une granulométrie comprise entre 0 et 400 µm avec un diamètre médian de 65 µm.

Figure 3 : Fraction granulométrique des MES (Millisil W4)



Conformément aux directives des «installations de traitement des eaux pluviales» [DIBt, 2011], les MES ont été introduites dans l'effluent avec une charge annuelle de 50 g/m<sup>2</sup> de surface raccordé, soit une masse totale de MES introduite dans le STOPPOL® de 50 kg au cours de ces essais (tableau 1). Les MES sont introduites au débit de charge en trois tests en ratio 3:2:1 par une courroie transporteuse, qui alimente ainsi à flux constant en MES chacune des manipulations (figure 4).

Figure 4 : Essais de performances du STOPPOL® au sein du laboratoire IKT



La dernière manipulation consiste à introduire un débit de 100 l/s par hectare afin de vérifier la capacité de non réentrainement des MES piégées au cours des trois essais précédents. Durant les tests 1 à 3, les prélèvements sont réalisés à intervalles égaux sur la période d'essai, puis analysés immédiatement par filtration sur membrane et sous vide avec des filtres dont la taille des pores est de 0,45 µm. L'efficacité de la décantation est confirmée par comparaison entre la concentration en MES introduite et la concentration mesurée à l'aval du STOPPOL®.

Tableau 1 : Conditions expérimentales du protocole [IKT, 2013]

N° test	Intensité de la pluie (l/s par ha)	Débit (l/s) <sup>*1*2</sup>	MES (kg) <sup>*2</sup>	MES (g/l)	Durée de l'essai (min.)	Nombre d'échantillons prélevés
1	2,5	0,25	25,0	3,47	480	10
2	6,0	0,60	16,67	2,31	200	10
3	25,0	2,50	8,33	1,16	48	10
4	100,0	10,00	0,00	0,00	15	10

<sup>\*1</sup> Calculé en multipliant la surface maximale de surface reprise par le STOPPOL® (1000 m<sup>2</sup>) avec l'intensité de pluie définie pour le test  
<sup>\*2</sup> Ecart maximal accepté de +/- 5% [DIBt, 2011]

L'ensemble des résultats expérimentaux est présenté dans le tableau 2.

Tableau 2 : Résultats expérimentaux obtenus sur le STOPPOL® [IKT, 2013]

N° test	Débit (l/s) <sup>*1*2</sup>	MES Amont (g/l)	MES Aval (g/l)	% Interception MES	Abattement moyen MES <sup>*4</sup>
1	0,25	3,55	0,46	86,9%	79,9 % <sup>*3</sup>
2	0,60	2,45	0,52	78,7%	
3	2,50	1,23	0,45	64,0%	
4	9,80	0,00	0,03	/	
<sup>*3</sup> Abattement moyen déduit de l'équation du protocole expérimental [DIBt, 2011]					

Les performances du STOPPOL® dans sa version 10C ont été évaluées à 79,9 % sur le paramètre MES dans les conditions d'essais du protocole [DIBt, 2011], et démontrent la capacité épuratoire de cette unité compacte de traitement des eaux pluviales à la source.

Cette performance élevée du STOPPOL® s'explique par des performances sur l'interception des MES mais surtout par l'absence de réentraînement des particules piégées préalablement au test 4.

A noter qu'un suivi expérimental d'un STOPPOL® 10C est en cours sur la ville de MUSCHEDE en Allemagne permettra de finaliser la certification du STOPPOL® par le laboratoire IKT de Dortmund.

### III.2 SUIVIS EXPERIMENTAUX EN FRANCE

La première unité STOPPOL® 10CKF a été évaluée sur notre site de Gondécourt caractérisée par 1300 m<sup>2</sup> de voiries et de parking de bureaux au sein d'une zone industrielle.

Deux campagnes de prélèvement ont été réalisées et ont consisté à réaliser un bilan massique des matières piégées par cette unité de traitement, avec une première campagne sur 6 mois de fonctionnement et une seconde sur 1 année (tableau 3). Ce protocole fait suite à nos précédentes expériences et difficultés rencontrées pour réaliser des prélèvements représentatifs sur de petits bassins versants où les incertitudes se cumulent vite et rendent parfois difficiles toutes interprétations

Les bilans matières ont été obtenus par vidange progressive de l'ouvrage et l'enlèvement des équipements internes afin de faciliter le prélèvement des boues. Les masses en polluants mesurées dans les boues prélevées sont ensuite rapprochées des volumes des événements pluvieux de la période considérée afin d'obtenir un ordre de grandeur de la concentration en polluants piégés.

Tableau 3 : Concentrations équivalentes en polluants piégées pendant les deux campagnes de suivi du STOPPOL® 10 CKF – 1300 m<sup>2</sup> voiries et parking Gondécourt (59)

Paramètres	Concentration moyenne piégée en 2010* (6 mois)	Concentration moyenne piégée en 2011* (1 an)
MES (mg/l)	27,8	77,7
DCO (mg/l)	33,2	22,4
HCT (mg/l)	0,1	0,3
Pb (µg/l)	18,6	65,7
Cu (µg/l)	21,1	53,1
Fe (µg/l)	2805	11201
Hg (µg/l)	0,02	0,1
Cd (µg/l)	0,2	0,6
Zn (µg/l)	69,4	274,1
Σ HAP (µg/l)	1,2	0,2
* Concentration déduite de la masse piégée dans les boues et du volume des précipitations sur la période considérée		

Une analyse granulométrique des boues piégées lors de la première campagne de 6 mois conduisait à un diamètre médian des particules piégées de 56 µm.

Plusieurs campagnes de prélèvements ponctuels sur le site décrit ci-dessus, mais également sur d'autres installations conduisent à des abattements significatifs sur l'ensemble des paramètres avec, par exemple sur un site industriel à Reims les résultats suivants. (tableau 4)

Tableau 4 : Abattement moyen en sortie du STOPPOL® 10CKF – Reims (51)

Paramètre	Unité	Entrée	Sortie	Abattement (%)
MES	mg/l	51	2,8	94,5
DCO	mg/l	32	< 30	> 6,2
DBO <sub>5</sub>	mg/l	4,5	1,7	62,2
HCT	mg/l	< 0,1	< 0,1	-

Ces résultats confirment les performances épuratoires du STOPPOL®, qui seront consolidés avec les campagnes de mesures en cours en France et à l'étranger.

L'ensemble de ces résultats conduit aux conclusions suivantes :

- Présence de nombreux polluants dans les rejets par temps de pluie
- Le filtre piège à la fois les particules très fines (dont des colloïdes) non piégées par décantation, et une partie de la pollution dissoute par absorption et adsorption. Des travaux de recherche sont en cours pour spécifier le filtre à la pollution réelle de la surface collectée.
- Concentrations piégées significatives sur l'ensemble des paramètres mesurés
- Variation importante sur les polluants interceptés lors des deux campagnes de mesure sur les boues piégées dans le STOPPOL®.
- Faibles teneurs en hydrocarbures (0,1 à 0,3 mg/l piégés)

#### IV CONCLUSIONS

L'unité de traitement des eaux de ruissellement STOPPOL® développé pour répondre au développement durable des techniques alternatives vise à assurer une infiltration des eaux pluviales dans les nappes phréatiques ou des rejets au milieu naturel sans risque de contamination des milieux aquatiques ou des sols.

Développé sur des bases scientifiques acquises par de nombreuses campagnes de mesures et de d'essais de traitabilité en laboratoire, le STOPPOL® est dimensionné pour traiter une surface maximale de 1000 m<sup>2</sup> avec une exploitation simplifiée et réduite à une vidange par an.

Son efficacité sur l'interception des MES a été évaluée à 79,9 % par les essais intensifs réalisés au sein du laboratoire IKT à Dortmund et valide la pertinence de la conception du STOPPOL® pour piéger durablement les MES et les polluants associés.

Déclinée en deux versions, le STOPPOL® peut ainsi être mis en œuvre en version 10C (décantation) sur les applications les moins polluées (parkings tertiaires, lotissements...) ou en version 10CKF (décantation, filtration, absorption et adsorption) pour les sites où la pollution est importante (routes à fort trafic, parkings des centres commerciaux...). Les travaux en cours permettront de mieux cerner la capacité du filtre à piéger les polluants dissous, et ce en fonction de la nature du bassin versant.

#### V REMERCIEMENTS

L'ensemble de ces travaux de recherche ont été cofinancés par l'Union Européenne et par le fonds européen de développement régional FEDER avec le concours d'OSEO.

## VI REFERENCES

Bressy A. (2010) – Flux de micropolluants dans les eaux de ruissellement urbaines. Effets de différents modes de gestion des eaux pluviales, thèse menée au CEREVE.

Chebbo G., Mouchel J.M., Saget A., Gousailles M. (1995) – La pollution des rejets urbains par temps de pluie : flux, nature et impacts - TSM N°11 - 1995

DIBt (2011) – Les lignes directrices d'approbation pour les unités de traitement des eaux pluviales – Partie 1 : Equipement pour le raccordement des zones de circulation de véhicules à moteur jusqu'à 2000 m<sup>2</sup> et le traitement des eaux usées, suivi d'infiltrations dans le sol et la nappe phréatique, de l'Institut Allemand de la Technique du Bâtiment.

Elboeuf C. d', Viau J.-Y., Aires N., Herman A., Bonneau P., Nobecourt A., Pebay P. (2004) – Caractérisation des rejets par temps de pluie sur les petites et moyennes surfaces imperméabilisées, Novatech Lyon.

IKT (2013) – Rapport d'essai partiel : Tests en laboratoire conformément aux spécifications des tests de l'Office d'Etat pour la Nature, de l'Environnement et de la Protection des consommateurs de Rhémanie du Nord-Westphalie pour les systèmes de traitement des eaux pluviales décentralisées type STOPPOL® 10C.

Zgheib S., Moilleron R., Saad M., Chebbo G. (2008) – Les polluants prioritaires dans les eaux pluviales : identification et concentrations, JDHU.