



**HAL**  
open science

# Mise au point d'un protocole de mesure des performances des dispositifs de traitement des eaux de ruissellement

Benoit-Pierre Morel, Jean-Pierre Dautais

► **To cite this version:**

Benoit-Pierre Morel, Jean-Pierre Dautais. Mise au point d'un protocole de mesure des performances des dispositifs de traitement des eaux de ruissellement. Novatech 2023, Jul 2023, Lyon, France. hal-04167724

**HAL Id: hal-04167724**

**<https://hal.science/hal-04167724>**

Submitted on 21 Jul 2023

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

11<sup>e</sup> Conférence internationale

LYON 2023

— L'eau dans la ville | Urban water

Organisée par

graie  
PÔLE  
EAU & TERRITOIRES

OTHU

MÉTROPOLE  
GRAND LYON

nôvateCH

L'eau dans la ville | Urban water

# Mise au point d'un protocole de mesure des performances des dispositifs de traitement des eaux de ruissellement

*Development of a protocol for measuring the performance of stormwater treatment systems*

Benoît-Pierre MOREL / Jean-Pierre DAUTAIS

# Pollution des eaux

- Selon les sources,
  - 75% à 85% de la pollution de l'eau pluviale sont imputables au ruissellement,
  - 90% de la pollution est sous forme solide.
- **La ville réunit toutes les conditions pour contaminer massivement l'eau météorique (toitures, chaussées et circulation automobile, zinc des gouttières, crochets de plomb, activités industrielles, ...).**
- **Même en traitant à la source, l'existence d'un ruissellement résiduel est inévitable. L'étendue du ruissellement doit être la plus réduite possible pour ne pas altérer la nature de l'eau.**
- L'eau ruisselée est prise en charge dans des solutions de dépollution qui optimisent les ouvrages extensifs de gestion des flux.
- Comment vérifier les performances des solutions de dépollution ?

# Recensement des protocoles utiles

- Les principaux protocoles recensés sont :

Vérification ...

Pays	Institution	Acquisition des données	...du piégeage des MES ?	...de la remise en suspension ?	... de l'impact sur les flottants
Australie	Stormwater Australia	Campagne in situ	oui	non	non
Royaume Uni	British water	Essais en laboratoire	oui	oui	non
USA	State of New Jersey	Essais en laboratoire	oui	oui	non
	State of Washington	Données laboratoires et campagnes in situ	oui	oui	non
Allemagne	DIBt	Essais en laboratoire	oui	oui	oui
Canada	ETV Toronto		oui	oui	oui
	ETV Québec		oui	oui	oui

# Biais de raisonnement

- Au cours de notre démarche ETV (Environmental Technology Verification) en 2018/2019, 3 biais ont été identifiés dans les protocoles existants :
  - 1 - des concentrations en MES des influents trop élevées,
  - 2 - un échantillonnage non représentatif :
    - quantitativement (< 20 L),
    - qualitativement,
  - 3 - des rendements calculés à partir de concentrations (sans bilan massique).

**CSTB**  
le futur en construction



ETV - Rapport de vérification

Référence : RV - 26083039

Référence	Nom commercial
Date de délivrance	Titulaire
	Intitulé de la prestation
VN20210050	Séparateur hydrodynamique centrifuge et membranaire TRITHON
Délivré le 10/01/2022	F2F
	Traitement de l'eau
	

- 1 - des concentrations en MES des influents >> 200 mg/L

Selon les études, les concentrations de MES dans les eaux de ruissellement sont comprises entre 70 et 240 mg/L.

Du fait de la densité des particules utilisées ( $d = 2,6$ ), les protocoles basés sur des concentrations plus élevées sont favorables à la décantation (les interactions entre particules créent une décantation d'ensemble).

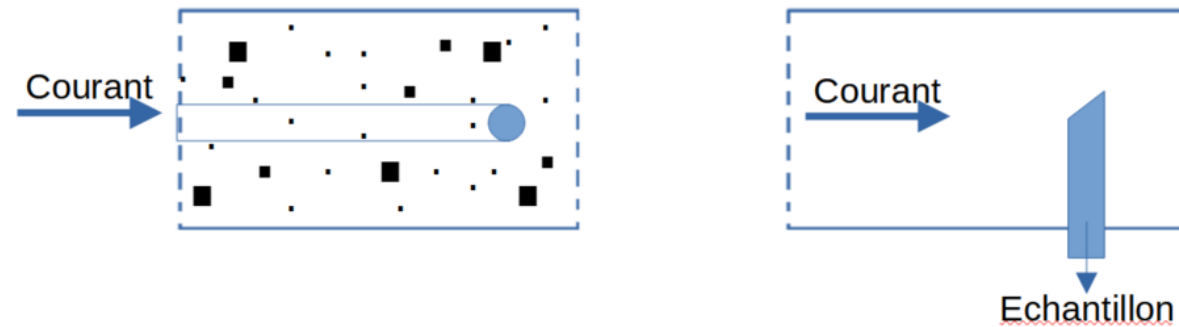
**Un des protocoles recensés utilise des concentrations en entrée supérieures à 1 g/L.**

# Non représentativité de l'échantillon

- 2 – un échantillon non représentatif,

- Erreurs liées à l'**hétérogénéité** :

Ségrégation des particules et hétérogénéité de la veine



- Erreurs d'**intégration** : écoulement différen

- Erreurs de **matérialisation** : préparation de l'échantillon.

*Si la concentration de l'influent est à 200 mg/L - qu'on prélève 20 litres - et dans l'hypothèse d'un rendement de 70 %,*

*l'échantillon de MES prélevé aura une masse de 1,2 g (< 0,5 mL), qui est insuffisante pour faire une étude granulométrique et calculer des rendements par fractions granulométriques.*

**Dans 100% des protocoles recensés, le volume de prélèvement est < 20 litres.**

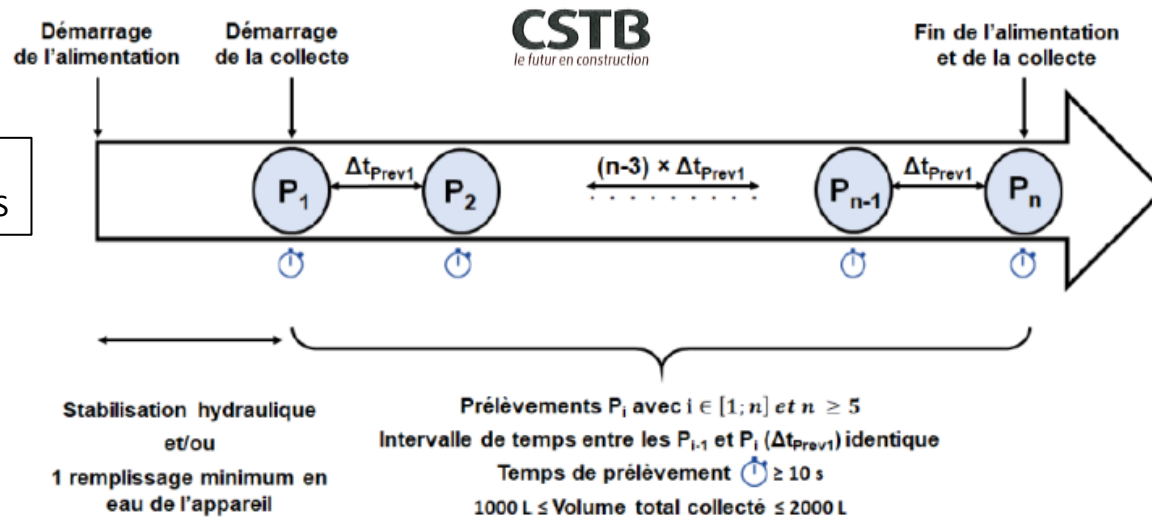
# Optimisation de l'échantillonnage

- 2 – un échantillon non représentatif,

Par analogie au prélèvement de granulats, le prélèvement est fait :

- par « tranches » d'eau complètes = réduction des erreurs d'hétérogénéité,
- en plusieurs séquences réparties pendant l'essai = atténuation des erreurs d'intégration,
- sur un grand volume = diminution des erreurs de matérialisation.

Injection  
massique des MES



# Travail en bilans massiques

- 3 – des rendements calculés à partir de concentrations (sans bilan massique),

- Avec un faible volume de MES prélevé (<0,5 ml), le travail en bilan massique est impossible.

- **Le travail en concentrations est la solution. Il mène à des rendements > 100%**

= évaluation des performances par excès.

Table 1 - Removal efficiencies (%) of the [redacted] at specified surface loading rates

Particle Size Fraction (µm)	Removal Efficiency (%)						
	40 L/min/m <sup>2</sup>	80 L/min/m <sup>2</sup>	200 L/min/m <sup>2</sup>	400 L/min/m <sup>2</sup>	600 L/min/m <sup>2</sup>	1000 L/min/m <sup>2</sup>	1600 L/min/m <sup>2</sup>
> 500	100* ●	100* ●	100* ●	91.6	100* ●	98.8	99.7
250 - 500	84.5	100* ●	100* ●	87.3	91.3	89.8	84.2
150 - 250	100* ●	100* ●	89.5	100* ●	89.9	79.9	62.0
100 - 150	95.8	100* ●	91.0	97.9	68.0	56.9	34.7
75 - 100	99.6	97.7	100* ●	57.6	47.3	49.4	29.5
50 - 75	84.2	75.0	89.7	44.5	29.2	31.2	20.7
20 - 50	74.0	45.4	39.1	21.8	18.2	10.7	12.3
8 - 20	48.0	44.5	17.1	12.6	8.9	9.8	2.6
5 - 8	22.6	23.3	12.5	22.3	14.5	3.8	0.0
< 5	21.9	10.7	0.0	0.0	0.3	0.0	0.0
<b>Removal efficiency based on mass balance (%)</b>	<b>72.43</b>	<b>67.66</b>	<b>57.91</b>	<b>52.36</b>	<b>42.59</b>	<b>35.94</b>	<b>26.58</b>

\*Removal efficiencies were calculated to be above 100%. Calculated values ranged between 101 and 128% (average 113%). See text and Bulletin # CETV [redacted] for more information.

**Pour évaluer les performances de façon objective, un bilan massique est nécessaire :**

- Le recueil de 1 à 2 m<sup>3</sup> d'eau, filtrée ensuite sur tamis permet de collecter au moins 20 g de MES. La granulométrie peut être caractérisée sur une tamiseuse (>50µm).
- Pour les MES de 20 à 50µm, la mesure est faite par granulométrie laser.
- Pour les MES < 20µm, aucun laboratoire travaillant sous l'ISO 17025 n'a estimé pouvoir faire une analyse fiable.





# Expression des résultats

- Une exigence : ne pas extrapoler les valeurs de rendement de piégeage obtenus
  - sur les grosses particules aux particules les plus fines,
  - sur les petits débits aux plus grands débits.
- Les rendements de piégeage des particules doivent être énoncés selon 3 clés d'entrée :  
**1 taille d'appareil – 1 débit – 1 fraction granulométrique (indépendante ou cumulée)**

## Rendements par fractions granulométriques indépendantes

	Débit (L/s)	5	10	15	20	25
	Débit (L/min/m <sup>2</sup> )	195	390	585	780	974
Fractions granulométriques indépendantes	> 150 µm	100	99	98	94	90
	100 - 150 µm	99	91	83	72	65
	75 - 100 µm	91	72	55	44	38
	63 - 75 µm	82	61	44	38	32
	50 - 63 µm	63	36	24	21	14
	21 - 50 µm	12	20	44	33	25

## Rendements par fractions granulométriques cumulées

