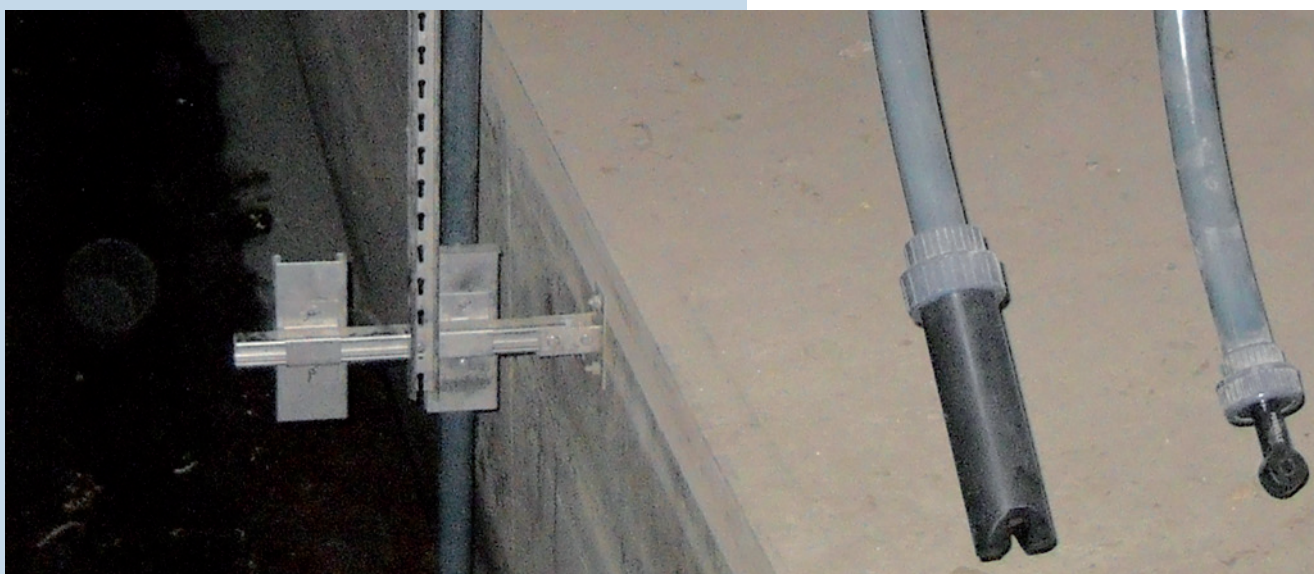


# Mesure en continu de la turbidité en réseaux d'assainissement



D.R.

Sondes de turbidité et de conductivité installées dans l'ouvrage de stockage/décantation Panhard et Levassor à Paris

## Avant-Propos

*La gestion des eaux résiduaires d'une collectivité n'est pas circonscrite aux stations d'épuration. Elle englobe le réseau de collecte, et c'est le système d'assainissement tout entier qu'il faut gérer, surveiller, piloter en temps réel et améliorer par des investissements bien pensés. Cela implique, en particulier, de maîtriser le fonctionnement du système pendant les événements pluvieux.*

*Dans ce contexte, la mise en place de moyens de mesure permanents est certes une obligation réglementaire (arrêtés du 22 décembre 1994 et du 22 juin 2007), mais aussi et surtout une nécessité technique pour optimiser le fonctionnement du système et rationaliser, voire limiter les investissements.*

*Actuellement, cette supervision se base essentiellement sur les quantités d'eau résiduaires transférées vers les stations ou déversées dans le milieu aquatique. Mais, on manque d'informations sur la charge polluante de ces effluents. En effet, leur qualité est caractérisée par de nombreux paramètres, auxquels on ne peut accéder que par des analyses en laboratoire, réalisées sur des échantillons prélevés in situ. Ces opérations sont lourdes et coûteuses. Elles ne fournissent qu'une vision très lacunaire des phénomènes, car ceux-ci se caractérisent par une grande variabilité dans le temps et nécessitent un échantillonnage temporel intensif. En outre, elles sont totalement inadaptées à une exploitation en temps réel pour commander des équipements.*

*Les turbidimètres permettent une évaluation de la charge particulière avec un suivi en continu et à pas de temps court, ce qui permet d'accéder à la dynamique des phénomènes de transport solide. Ils procurent également une information indirecte sur un certain nombre de polluants associés aux particules en suspension. Cette information est moins spécifique, plus globale, dans le sens où elle ne cible pas des polluants particuliers comme le font les analyses de laboratoire. Mais, en contrepartie, l'échantillonnage temporel obtenu s'avère très représentatif. Ces capteurs suscitent donc un intérêt croissant de la part des chercheurs et des services opérationnels, et certains ont commencé à les mettre en œuvre pour mieux connaître le fonctionnement des systèmes de collecte et en améliorer la gestion. Il apparaît aujourd'hui judicieux de faire le point sur les acquis et les questions en suspens, et de favoriser les échanges d'expérience dans ce domaine.*

*Tel est l'objet de ce dossier de TSM. À l'occasion de la journée SHF-Astee « Turbidimétrie en réseaux d'assainissement » organisée à Paris le 9 mars 2010, cette édition rassemble l'expérience acquise par les équipes de recherche françaises qui ont mis en place et exploité des mesures de turbidité, en réseau d'assainissement mais aussi en rivière, et par des collectivités qui ont intégré ce type de mesures dans leur pratique opérationnelle. Nous nous sommes attachés à présenter des informations concrètes sur la mise en œuvre de la mesure de turbidité dans les collecteurs et les autres ouvrages équipant les réseaux d'assainissement, et à présenter des exemples d'application montrant tout l'intérêt de ce type de mesure. Puissent ces quelques exemples susciter de nombreux émules !*

*Les animateurs du comité d'organisation de la journée*

*Ghassan CHEBBO*

*Claude JOANNIS*

*Jean-Luc BERTRAND-KRAJEWSKI*

## Résumé

**C. JOANNIS, G. RUBAN, M. AUMOND, J.-L. BERTRAND-KRAJEWSKI, P. BATTAGLIA, C. LACOUR, M. SAAD, G. CHEBBO**

### Mise en œuvre de capteurs de turbidité en collecteurs d'assainissement

Cet article explicite les objectifs possibles des mesures de turbidité en réseau d'assainissement et détaille les points clés permettant d'obtenir des résultats fiables avec une incertitude maîtrisée, en mettant à profit l'expérience acquise sur le terrain par quatre équipes de recherche françaises. Parmi les questions abordées figurent les critères

de choix d'un capteur, les procédures de réception, de réglage et d'étalonnage, le choix d'un site de mesure, les modes d'implantation sur le terrain, les stratégies d'acquisition, la maintenance et l'évaluation des incertitudes. Il est complété par des fiches de cas.

## Abstract

**C. JOANNIS, G. RUBAN, M. AUMOND, J.-L. BERTRAND-KRAJEWSKI, P. BATTAGLIA, C. LACOUR, M. SAAD, G. CHEBBO**

### Implementation of turbidity sensors in sewer systems

This paper presents possible objectives for turbidity monitoring in sewerage, and provides details on key issues for getting reliable and accurate turbidity measurements. It relies on the experience gathered during their field work by four French research teams. The topics considered

here are the choice of a sensor, calibration procedures, the choice of a measuring site, different *in situ* implementation modes, sampling strategy, maintenance and uncertainty assessment. A brief description of a few case studies follow up this overview.

## Résumé

**J.-L. BERTRAND-KRAJEWSKI, C. JOANNIS, G. CHEBBO, G. RUBAN, M. MÉTADIER, C. LACOUR**

### Comment utiliser la turbidité pour estimer en continu les concentrations en MES et/ou DCO. Une approche méthodologique pour les réseaux d'assainissement

Cet article fournit des éléments de réponse synthétiques et illustrés d'exemples aux questions les plus courantes qui se posent à toute personne souhaitant mettre en œuvre un mesurage en continu et *in situ* de la turbidité en vue d'estimer les concentrations et les charges en polluants, notamment les matières en suspension (MES) et la demande chi-

mique en oxygène (DCO), à partir des valeurs de la turbidité. Les principales questions abordées concernent l'existence et la variabilité des corrélations entre turbidité et MES ou DCO, l'intérêt pratique de ces corrélations, l'établissement de fonctions de corrélation à usage opérationnel et l'estimation des incertitudes associées.

## Abstract

**J.-L. BERTRAND-KRAJEWSKI, C. JOANNIS, G. CHEBBO, G. RUBAN, M. MÉTADIER, C. LACOUR**

### How to use turbidity for continuously assessing TSS and/or COD concentrations in sewer systems? A methodological approach

This paper provides answers, in a summarised way and with examples, to the most frequent questions dealing with the operational application of continuous and *in situ* turbidity measurements in sewers aiming to estimate concentrations and pollutant loads, especially TSS and COD, from turbidity values. The main questions investigated in

the paper are about the existence and the variability of the correlations between turbidity, TSS and COD, the operational interest of these correlations, the determination of correlation function for operational applications and the estimation of associated uncertainties.

## Résumé

**C. LACOUR, G. CHEBBO, C. JOANNIS**

### Évaluation de flux de polluants dans un réseau unitaire à partir de mesures en continu de turbidité

Cet article propose une méthode d'évaluation de la dispersion de flux polluants de temps de pluie, calculés à partir de mesures en continu de turbidité, à l'échelle annuelle et événementielle. La dispersion est évaluée en fonction du nombre de données de calibration permettant de relier turbidité et paramètre polluant. Les calculs, effectués pour

les matières en suspension (MES) et la demande chimique en oxygène (DCO), montrent que le suivi en continu de la turbidité permet une évaluation des flux plus précise que les méthodes classiques utilisant seulement des prélèvements pour un effort d'échantillonnage d'événements pluvieux raisonnable.

## Abstract

**C. LACOUR, G. CHEBBO, C. JOANNIS**

### Assessment of pollutant discharges in a combined sewer from turbidity continuous monitoring

This paper presents a methodology for assessing wet weather pollutants loads dispersion using continuous turbidity measurements at annual and event scale. The dispersion is assessed in relation to the size of calibration data, which are used to link turbidity and pollutant parameters. Simulations have been carried out for SS and COD.

They show that continuous turbidity measurements lead to a more accurate pollutant loads assessment than common methods, which only rely on sampling campaigns. These low uncertainties values were obtained for a reasonable number of calibration campaigns.

## Résumé

**C. LACOUR, G. CHEBBO, C. JOANNIS**

### Gestion en temps réel des flux de polluants à partir de la turbidité. Simulations de stratégies de remplissage et de vidange d'un bassin de stockage sur réseau unitaire

Cet article compare plusieurs stratégies de gestion en temps réel sur une configuration générique de bassin de stockage avec deux points de déversement. Deux stratégies utilisent seulement des données de débits. La troisième utilise également des données de turbidité pour gérer dynamiquement le choix du point de déversement.

L'efficacité de ces stratégies est comparée pour une large gamme de paramètres en simulant leur fonctionnement sur une chronique de données d'entrée mesurée sur un site réel. La stratégie utilisant la turbidité permet de diminuer significativement les masses annuelles de polluants déversés.

## Abstract

**C. LACOUR, G. CHEBBO, C. JOANNIS**

### Simulation of pollutant discharges real time control by using turbidity in combined sewer systems

This paper compares several real-time control strategies for a generic configuration based on a storage tank with two overflow facilities. Two strategies only use flow data. The third one also uses turbidity data, in order to dynamically choose the overflow point. The efficiencies of these strategies

are compared over a wide range of parameter values, by simulating their operation when applied to measured time series recorded on a real site. Involving turbidity measurements into a RTC strategy leads to a significant diminution of annual overflowed pollutants loads.

## Résumé

**J. NÉMERY, V. MANO, O. NAVRATIL, N. GRATIOT, C. DUVERT, C. LEGOUT, P. BELLEUDY, A. POIREL, M. ESTEVES**  
**Retour d'expérience sur l'utilisation de la turbidité en rivière de montagne**

Les sondes turbidimétriques sont de plus en plus utilisées par la communauté scientifique et les gestionnaires pour le suivi du transport des sédiments en rivière de montagne. Plusieurs bassins versants de montagne dans les Alpes françaises et dans les hautes terres volcaniques du Mexique ont été instrumentés de turbidimètres pour le suivi en continu des concentrations en matière en suspension (MES). Dans ce type de bassins, les concentrations

en MES atteignent des valeurs extrêmes, de plusieurs dizaines à centaines de grammes par litre. Deux capteurs hautes concentrations ont été testés et sont utilisés en routine pour le suivi des MES. Cet article présente un retour d'expérience sur l'instrumentation *in situ* et sur la construction des courbes de calibration MES/turbidité. Il est également montré l'utilité de cette mesure pour le calcul des flux de MES et de pollution particulaire en rivière.

## Abstract

**J. NÉMERY, V. MANO, O. NAVRATIL, N. GRATIOT, C. DUVERT, C. LEGOUT, P. BELLEUDY, A. POIREL, M. ESTEVES**  
**Feedback on the use of turbidity in mountainous rivers**

Turbidimeters are used by the scientific community and the rivers managers for the survey of sediment transport in mountainous watersheds. Many mountainous watersheds in the French Alps and in the volcanic highlands of Mexico were equipped with turbidimeters for the continuous survey of the Suspended Sediments Concentrations (SSC). In such watersheds, SSC concentrations reach extre-

me values (ten to hundred grams per litre). Two sensors of high range concentrations were tested and are used routinely. This paper deals with the feedback on the *in situ* instrumentation and on the building of SSC/turbidity calibration curve. It also shows the utility of this type of measurement for the calculation of sediments fluxes and particulate pollution fluxes in rivers.

## Résumé

**M. BOUTAYACHT, D. DEL GRANDE, B. GALLIOT**

**La turbidité appliquée à la gestion d'un bassin de dépollution du Grand Nancy**

Cet article présente les modalités de mise en place et d'exploitation d'une mesure de turbidité pour piloter la vidange d'un bassin de dépollution de la communauté urbaine du Grand Nancy et

déverser les eaux décantées dans la Meurthe lorsque leur qualité le permet, et acheminer le décantat et les eaux trop polluées vers la station d'épuration de Maxéville.

## Abstract

**M. BOUTAYACHT, D. DEL GRANDE, B. GALLIOT**

**Turbidity monitoring for operating a Greater Nancy settling facility**

This paper outlines practical features applied to a turbidity sensor, used for controlling the emptying of a Great Nancy authority settling basin. This control aims at discharging clarified

stormwater into the Meurthe River whenever their quality allows such a discharge, and conveying more polluted waters towards the Maxéville treatment plant.

## Résumé

**F. VANDELANNOOTE, F. DESETABLES**

### La mesure en continu de la turbidité pour la surveillance des rejets en Seine-Saint-Denis

Le département de Seine-Saint-Denis exploite 24 stations de surveillance des rejets au milieu naturel implantées aux exutoires en Seine et en Marne. Elles sont équipées d'une mesure de débit et de turbidité en continu pour quantifier les volumes et les charges en MES et DCO rejetés au milieu naturel. Des lois de corrélation permettent de relier la mesure optique aux concentrations. Face aux contraintes de mesures en égout, telles que les

phénomènes d'encrassement et d'occultation des cellules optiques, le service métrologie a mis en place une procédure pour garantir un fonctionnement opérationnel de la chaîne de mesure. Après avoir présenté les objectifs de la mesure de turbidité en Seine-Saint-Denis, actuels et à venir, l'article décrit l'expérience acquise par le département pour mettre en œuvre cette mesure en réseau d'assainissement et exploiter les données.

## Abstract

**F. VANDELANNOOTE, F. DESETABLES**

### Continuous turbidity measuring used for monitoring TSS and COD loads discharged into the environment in Seine-Saint-Denis

The Seine-Saint-Denis *département* (administrative region), located to the north of Paris, operates 24 monitoring stations discharging into the natural environment at the outlet located in the Seine and Marne rivers. These stations are equipped with a continuous measuring of flow rate and turbidity in order to quantify the volumes and loads of TSS and COD discharged into the environment. Correlation laws can connect the optical measuring with the

concentrations. Given the constraints of measures in sewer, such as fouling and occultation of optical cells, the metrology department has established procedures to ensure operational use of the measuring chain. After presenting the objectives of measuring turbidity in Seine-Saint-Denis, present and future, this paper describes the experience gained by the *département* in implementing this measure in sewer network and using related data.

## Résumé

**S. AMIRAT**

### La mesure en continu de la turbidité en réseau séparatif pluvial. Le cas d'ouvrages de stockage/décantation de la ZAC Paris Rive Gauche

L'objectif de cet article est de présenter de quelle manière la mesure en continu de la turbidité est utilisée par les gestionnaires des complexes de stockage/décantation des réseaux d'assainissement séparatifs. Le site et son exploitation sont d'abord

présentés. L'article aborde ensuite l'utilisation des données disponibles et montre comment la définition d'empreintes événementielles et l'identification d'éléments perturbateurs vont permettre de faire évoluer la gestion des ouvrages.

## Abstract

**S. AMIRAT**

### Feedback on the use of turbidity continuous measurement by the managers of sewer networks. Case of the storage/settling complexes of the separate network belonging to the "ZAC Paris Left Bank", Tolbiac Massena sector

The paper is intended to present how continuous turbidity is used to monitor the storage/settling complexes in separate sewer networks. First, the site and its exploitation are introduced. Then, the

paper approaches the use of the available data and shows how the definition of factual prints and the identification of disturbing elements will help to improve the systems monitoring.

## Résumé

**F. ROSIER, H. DUPONT, C. ROUX, A. GUILLON**

### La turbidimétrie pour gérer les effluents de temps sec. Retour d'expérience sur l'alimentation en eau du Grand Canal du parc de Sceaux

L'utilisation de la mesure de la turbidité joue un rôle essentiel dans le dispositif de gestion des effluents de temps sec en amont du Grand Canal dans le parc de Sceaux [92]. Sa technologie est

particulièrement bien adaptée puisqu'elle permet de concilier bonne représentativité de la qualité des eaux et simplicité de process.

## Abstract

**F. ROSIER, H. DUPONT, C. ROUX, A. GUILLON**

### Turbidity monitoring for managing the water supply of the Grand Canal in the Sceaux city's park

The use of turbidity measurement plays a major role in the management of the dry weather flows upstream from the Grand open channel in the historical park of the city of Sceaux. This technology

suits particularly well since it allows reconciling good representativeness of the water quality and simplicity of process.

## Résumé

**M. ROGER, M. TONGHINI**

### Estimation des charges déversées au milieu naturel lors d'épisodes pluvieux. Une application de la turbidimétrie aux réseaux unitaires de Dole (Jura)

La réglementation sur l'autosurveillance demande aux exploitants de réseaux d'assainissement d'estimer la charge déversée au milieu naturel par les plus gros déversoirs d'orage en cas de débordement. À Dole a été installé sur deux ouvrages de ce type un dispositif de mesurage du

débit et de la turbidité. La conversion automatique des valeurs de turbidité en concentration de matières en suspension (MES) et demande chimique en oxygène (DCO) permet cette estimation et est utilisée pour l'édition des rapports réglementaires.

## Abstract

**M. ROGER, M. TONGHINI**

### Using turbidity for assessing pollutant discharges from combined sewers into receiving waters during rain events. The case of Dole city's combined sewers

Regulatory issues require sewer system operators to assess pollutant loads overflowed by main CSO facilities into receiving waters during rain events. In the city of Dole (Jura), two CSO facilities have

been equipped with flow-rate and turbidity monitoring systems. Turbidity values are automatically converted into SS and COD values, so that prescribed reports can be edited.