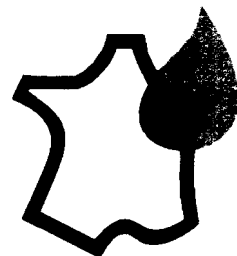


20378 RM

Agence de l'eau
Alsace-Normandie


NANCIE
CENTRE INTERNATIONAL DE L'EAU



Agence de l'eau
Rhin-Meuse

**Grand
Nancy**
communauté
urbaine

RAPPORT FINAL

Décembre 1995

PREPARATION DU PLAN D'INSTRUMENTATION
D'UN BASSIN EXPERIMENTAL DE DEPOLLUTION
DES EAUX DE TEMPS DE PLUIE EN RESEAU UNITAIRE

GEMCE
Groupement pour l'Evaluation des Mesures et
des Composants en Eau et Assainissement



ECOLE NATIONALE DU
GENIE DE L'EAU ET
DE L'ENVIRONNEMENT
DE STRASBOURG



**PREPARATION DU PLAN D'INSTRUMENTATION D'UN BASSIN
EXPERIMENTAL DE DEPOLLUTION DES EAUX DE TEMPS DE PLUTE EN
RESEAU UNITAIRE.**

Cette étude consiste à définir les systèmes de mesure à mettre en place pour le suivi d'un bassin expérimental de **dépollution** des eaux de temps de pluie projeté à l'exutoire d'un bassin versant urbanisé de l'Agglomération Nancéienne.

D'après la synthèse **bibliographique**, les solutions techniques existantes et à l'étude pour lutter contre la pollution des rejets de temps de pluie réalisent l'une, l'autre, ou les deux fonctions de stockage provisoire des **flots** pollués et de traitement des eaux par décantation.

Un recensement d'études expérimentales de suivi des ouvrages de **dépollution** des eaux de temps de pluie a mis en évidence le peu de connaissances disponibles sur leur efficacité et la diversité des méthodologies d'études employées. Quelle que soit la méthodologie employée, le suivi d'un ouvrage de **dépollution** consiste à comparer les volumes, concentrations et flux de pollution entrants et sortants de l'ouvrage ou du système ouvrage + station d'épuration.

Les objectifs expérimentaux de l'ouvrage pilote sont ensuite définis : **neuf configurations** de l'ouvrage modulaire permettront de comparer deux à deux des filières de traitement **différentes**. Les points de mesures nécessaires pour couvrir l'ensemble des expériences peuvent alors être établis.

Après sélection des paramètres à étudier et des instruments nécessaires pour les saisir, un système centralisé associant des mesures instantanées et des prélèvements d'échantillons est proposé. Il permet à un même appareil de fonctionner séquentiellement sur plusieurs points de mesures.

L'exploitation de données débit-métriques et qualitatives issues d'une modélisation du **réseau** et couvrant les différents types de pluies du site, permet d'apprécier la précision du système de mesure projeté et de proposer des cadences de prélèvements pour les échantillonnages.

SOMMAIRE

Liste des sigles, symboles et abréviations	10
Liste des tableaux.. ..	11
Liste des figures	13
PREAMBULE	15 bis
INTRODUCTION	16
<u>PREMIERE PARTIE: SYNTHESE BIBLIOGRAPHIQUE</u>	17
I La pollution des rejets de temps de pluie	18
I.1 Origines de la pollution des rejets urbains par temps de pluie.....	18
I.1.1 Principaux phénomènes à l'origine de la pollution des rejets urbains par temps de pluie.....	18
I.1.1.1 Pollution atmosphérique.....	18
I.1.1.2 Lessivage des sols.....	18
I.1.1.3 Apport des eaux usées et domestiques. remise en mouvement des dépôts accumulés dans le réseau.....	19
I.1.2 Contributions relatives des différents mécanismes d'apport de pollution.....	19
I.2 Caractéristiques des rejets urbains de temps de pluie	20
I.2.1 Composition des rejets unitaires de temps de pluie - Ordres de grandeur.....	20
I.2.2 Pollution particulaire et pollution dissoute	22
I.2.3 Caractéristiques physiques des solides en suspension	22
I.2.3.1 Granulométrie	22
I.2.3.2 Densité.....	22
I.2.3.3 Vitesse de chute.....	23
I.3 Importance de la pollution des rejets urbains par temps de pluie.....	24
I.4 Impacts de la pollution des rejets urbains de temps de pluie sur le milieu naturel	26
I.4.1 Impacts immédiats: chocs anoxiques et toxicité aiguë	26
I.4.2 Impacts différés ou à long terme.	26
II les moyens de lutte contre la pollution et l'impact des rejets de temps de pluie.....	27
II.1 Différentes stratégies	27
II.1.1 Actions directes sur le milieu récepteur.....	27
II.1.2 Actions en amont des réseaux.....	77
II.1.3 Actions en réseau d'assainissement	27
II.2 Les ouvrages de dépollution.....	28
II.2.1 Définitions et conventions	28
II.2.2 Bassins de stockage simple.....	29
II.2.2.1 Principe	29

II.2.2.2 Connexion au réseau et fonctionnement	29
II.2.2.3 Différentes réalisations techniques	30
II.2.2.4 Exemple de réalisation: bassin de Montigny-Les-Metz	32
II.2.3 Ouvrages compacts de traitement au fil de l'eau	33
II.2.3.1 Les ouvrages de pré traitement	33
II.2.3.2 Ouvrages compacts de décantation au fil de l'eau	35
II.2.4 Les bassins de Stockage-Décantation	41
II.2.4.1 Bassins de stockage-décantation vidanges vers la station d'épuration	42
II.2.4.2 Décantation extensive en bassins de grandes dimensions vidanges vers le milieu naturel	43
II.3 Objectifs de dépollution et critères de dimensionnement des ouvrages	44
II.4 Conclusions	45
III Méthodes d'évaluation des ouvrages de dépollution des rejets de temps de pluie	46
III.1 Etablissement des bilans de fonctionnement et évaluation de l'efficacité des ouvrages de dépollution	46
III.1.1 Suivis réguliers des ouvrages	46
III.1.2 Etudes expérimentales	47
III.1.2.1 Les approches par bilans	48
III.1.2.2 Les approches dynamiques	53
III.2 Instrumentation des ouvrages de dépollution	54
III.2.1 Mesures de débits	55
III.2.1.1 Mesure de la hauteur d'eau en amont de dispositifs hydrauliques	55
III.2.1.2 Mesure simultanée de la hauteur d'eau et de la vitesse	56
III.2.1.3 Mesures volumétriques	56
III.2.1.4 Utilisation des pompes de relevage	57
III.2.2 Mesures qualitatives	57
III.2.2.1- Prélèvements d'échantillons	57
III.2.2.2- Mesures en continu	58
IV Conclusion	59

**DEUXIEME PARTIE: ETUDE PRELIMINAIRE A L'INSTRUMENTATION
DU BASSIN DE DEPOLLUTION DE NANCY**..... 60

IPRESENTATION DU PROJET..... 61

I.1 Objectifs du projet, but et organisation de l'étude	61
I.2 Description du site	61
I.2.1 Situation du bassin versant:	61
I.2.2 Caractéristiques générales du bassin versant et du réseau:	61
I.2.3 Situation de l'ouvrage:	64
I.3 Description de l'ouvrage	64
I.3.1 Structure de l'ouvrage	64
I.3.2 Connexion au réseau	65
I.3.3 Descriptif des équipements de l'ouvrage	66
I.3.3.1 Prise d'effluents dans l'ovoïde Sud:	66
I.3.3.2 Canalisation de transit vers l'entrée de l'aménagement:	66
I.3.3.3 Degrillage mécanique automatique de 15 mm	66
I.3.3.4 Relevement:	66

1.3.3.5 Dessableur longitudinal	67
1.3.3.6 Compartiment de stockage	67
1.3.3.7 Décanteurs lamellaires	67
1.3.4 Fonctionnement	67
1.3.4.1 Prise d'eau	67
1.3.4.2 Remplissage	68
1.3.4.3 Déversement	68
1.3.4.4 Vidange	68
1.3.4.5 Nettoyage des surfaces de l'ouvrage vidé	68
1.3.5 Modularité de l'ouvrage	68

II Définition des objectifs de l'ouvrage - Expérimentations réalisables 69

II.1 Différentes filières de traitement réalisables - Objectifs possibles d'étude 69

II.2 Expériences et configurations réalisables sur l'ouvrage 70

III Définition des points de mesure 78

III.1 Principes généraux - Inventaire des points d'établissement des pollutogrammes 78

III.2 Définition des points de mesure qualitatives 79

III.2.1 Sortie des décanteurs 79

III.2.2 Sortie des stockeurs 79

III.2.3 Sortie de dessableur 80

III.2.4 Entrée de l'ouvrage 81

III.2.5 Entrée des décanteur 81

III.2.6 Entrée des stockeurs 81

III.2.7 Bilan 82

III.3 Définition des points de mesure quantitatives (débitmétriques) 83

III.3.1 Hypothèses et principes adoptés pour le choix des points de mesure
débitmétriques 83

III.3.2 Points de mesure 83

III.3.3 Réflexions sur les modalités d'acquisition de données de débits en ces points 84

TROISIEME PARTIE: DEFINITION DU PLAN D'INSTRUMENTATION 85

I Détermination des différents composants du système de mesure 86

I.1 Choix du mode d'acquisition des données 86

I.2 Choix des paramètres de pollution 87

I.2.1 Paramètres rendant compte de la charge solide de l'effluent 91

I.2.2 Paramètres rendant compte de la pollution organique 91

I.2.3 Paramètres rendant compte de la pollution azotée 92

I.2.4 Bilan des paramètres retenus 92

I.3 Sélection des types de capteurs en continu 92

I.3.1 Mesure de la turbidité 93

I.3.2 Mesure des matières organiques par absorption U.V. 93

I.3.3 Mesure du C.O.T 94

I.3.4 Mesure de l'ammonium 95

I.3.5 Instruments choisis pour la suite de l'étude 96

II Organisation du système de mesures qualitatives 96

II.1 Principe general.....	96
II.1.1 Mesures en continu.....	96
II.1.2 Prélèvements pour analyses en laboratoire.....	97
II.2 Données et hypotheses utilisees pour la définition précise du système de mesure.....	98
II.2.1 Objectifs.....	98
II.2.2 Données necessaires.....	98
II.2.3 Données disponibles et utilisees.....	99
II.2.3.1 Presentation des données:.....	99
II.2.3.2 Critique des données:.....	99
II.2.3.3 Utilisation des données.....	100
II.2.3.4 Conclusion sur les données.....	100
II.2.4 Méthodologie employée.....	101
II.2.4.1 Mesures en continu.....	101
II.2.4.2 Prélèvements.....	101
II.3 Implantation des analyseurs en continu.....	101
II.3.1 Les boucles d'échantillonnage.....	101
II.3.1.1 Nombre de boucles.....	101
II.3.1.2 Caractéristiques des boucles d'échantillonnage.....	102
II.3.1.3 Rejet de l'effluent pompé.....	102
II.3.1.4 Trajet des canalisations.....	103
II.3.1.5 Dimensionnement des pompes.....	103
II.3.2 Analyseurs: Mise en place et détermination des séquences de mesure.....	103
II.3.2.1 Pollutomètre.....	103
II.3.2.2 C.O.T mètre.....	108
II.3.2.3 Analyseur d'ammonium.....	113
II.3.2.4 Sonde à ammonium.....	115
II.3.3 Automatisation: algorithmes de pilotage des électrovannes d'alimentation des capteurs.....	118
II.3.3.1 Pollutomètre, cuve de réception des sondes et analyseur industriel d'ammonium.....	118
II.3.3.2 Echantillonneur du C.O.T mètre.....	121
II.3.4 Précision du système de mesure.....	123
II.3.4.1 Simulation des pollutogrammes donnés par le pollutomètre, en entrée d'ouvrage.....	123
II.3.4.2 Conclusion:.....	128
II.3.5 Maintenance des appareils.....	129
II.3.5.1 Pollutomètre.....	129
II.3.5.2 C.O.T mètre.....	129
II.3.5.3 Analyseur d'ammonium.....	129
II.3.5.4 Sondes à ammonium et multiparamètres.....	129
II.4 Système de prélèvement d'échantillons pour analyses différées en laboratoire.....	129
II.4.1 Choix du mode échantillonnage.....	129
II.4.1.1 Différents modes possibles.....	129
II.4.1.2 Choix du mode de prélèvement.....	131
II.4.2 Fonctionnement des préleveurs.....	131
II.4.2.1 Préleveur situé dans l'ovoïde, en aval de la prise d'alimentation du bassin.....	131
II.4.2.2 Préleveur en entrée de bassin.....	134
II.4.2.3 Préleveur situé en sortie de dessableur.....	138
II.4.2.4 Préleveurs situés en sortie des stockeurs 1 et 2.....	139
II.4.2.5 Préleveurs situés en sortie des décanteurs 1 et 2.....	141
II.4.2.6 Préleveur situé sur la vidange des ouvrages.....	142
II.4.3 Conclusions.....	143
II.4.4 Appareils de prélèvement.....	143
II.5 Etudes supplémentaires réalisables.....	143
II.5.1 Paramètres supplémentaires.....	143

III Acquisition et exploitation des données 144

III.1 Système d'acquisition des données [44], [15] 144

III.2 Exploitation des données 147

CONCLUSION 149

BIBLIOGRAPHE 151

ANNEXES 156

INTRODUCTION

Après une synthèse des connaissances actuelles sur la pollution des rejets urbains de temps de pluie, destinée à mettre en évidence les contraintes qui s'imposent aux ouvrages de traitement, une analyse bibliographique permet de proposer une classification des différentes techniques existantes ou à l'étude. Un recensement en France et à l'étranger d'ouvrages ayant fait l'objet d'un suivi expérimental est ensuite effectué afin d'étudier quelles sont les méthodologies et les instruments employés pour l'évaluation de l'efficacité et le diagnostic du fonctionnement des ouvrages de dépollution.

La définition d'un plan d'instrumentation nécessite la prise en compte des particularités de l'ouvrage et dépend des objectifs des futures campagnes de mesure. La deuxième partie de cette étude basée sur le dossier technique du bassin pilote, concerne donc les préliminaires indispensables au choix des systèmes de mesure. Dans un premier temps, sont définis des objectifs expérimentaux. Ensuite, sont recensés les configurations qui devront être adoptées par l'ouvrage modulaire ainsi que les points de mesures nécessaires pour atteindre les divers objectifs.

En intégrant les contraintes résultants des dispositions constructives de l'ouvrage, et à la lueur des conclusions de l'étude bibliographique concernant les méthodes de suivi et l'instrumentation des ouvrages de dépollution, sont précisés dans la dernière partie les composants et l'organisation du système de mesure. Après sélection des paramètres et des instruments, un système centralisé de mesures utilisant des capteurs de pollution en continu et des prélèvements d'échantillons, peut être proposé. Son fonctionnement est apprécié grâce à l'exploitation de données débitmétriques et de pollution dans le réseau au droit du futur bassin.

En temps de pluie, les réseaux de collecte des agglomérations rejettent directement au milieu naturel des eaux fortement polluées (matières solides, organiques, azotées **métaux** lourds, hydrocarbures) qui conduisent à la dégradation des cours d'eau. Les rejets urbains de temps de pluie se caractérisent principalement par l'importance de la fraction de pollution associée aux matières en suspension et par la bonne décantabilité de ces particules solides.

Les actions à entreprendre pour lutter contre la dégradation des milieux aquatiques se situent en amont des réseaux de **collecte**, dans les réseaux, ou en aval directement dans le milieu naturel. Les techniques en réseau peuvent être classées en trois grandes catégories selon qu'elles réalisent l'une, l'autre ou les deux fonctions de **stockage** provisoire des flots pollués et de traitement des eaux par décantation. A l'intérieur de chacune de ces catégories, il y a une grande diversité dans le principe, la conception et le dimensionnement des ouvrages. A cette diversité, s'oppose le peu de connaissances disponibles quant au fonctionnement et à l'efficacité des ouvrages.

Le recensement d'études expérimentales pour le suivi des ouvrages de dépollution a permis de constater une certaine disparité dans les méthodologies employées. Cette disparité des méthodologies accroît la difficulté des comparaisons inter-études. Quelle que soit la méthodologie employée, l'étude du fonctionnement et de l'efficacité d'un ouvrage de dépollution nécessite des mesures quantitatives et qualitatives en entrée et sortie **d'ouvrage**. Le comportement de l'ouvrage peut alors être étudié selon deux approches: Une approche globale qui consiste à comparer les masses de pollution et volumes d'eaux transités en entrée et sortie, et une approche plus **fine** qui consiste à suivre l'évolution temporelle des flux et concentrations en entrée et sortie.

Le bassin expérimental projeté à l'exutoire du bassin versant de Boudonville à Nancy est de conception modulaire et associe des équipements de **dégrillage**, dessablage, stockage et de décantation **lamellaire**.

Les expérimentations qui pourront être conduites sur cet ouvrage et pour lesquelles a été défini le **système** de mesure, reposent sur la comparaison sur le même site et au cours du même événement pluvieux, de deux **filières** de traitement fonctionnant en parallèle, et acceptant chacune la moitié du débit total dévié vers l'ouvrage. Un autre type d'expérience peut consister à tester les décanteurs **lamellaires** en mode dégradé. Compte tenu des contraintes de génie civil qui **empêchent** de réaliser certaines filières, 9 configurations ont été recensées pour l'ouvrage. Elles permettent de comparer deux à deux des **filières** combinant les fonctions de stockage **et/ou** de décantation lamellaire, précédées ou non d'un dessablage.

Six points de mesures ont été ensuite définis pour couvrir l'ensemble des expérimentations et des filières proposées. Deux autres points sont également prévus, sur la canalisation de vidange des ouvrages et dans le réseau, en aval de l'alimentation du bassin, pour contrôler les **caractéristiques** des **effluents** non déviés pour le traitement.

Le principe retenu pour le système de mesures qualitatives est d'associer des mesures instantanées à des mesures *différées, effectuées* par analyse en laboratoire des échantillons prélevés pendant l'événement pluvieux.

Une étude conjointe des paramètres de pollution et des capteurs en continu de la qualité de l'eau a permis de retenir les paramètres MES, DCO, DBO₅, COT, NTK, NH₄⁺ pour les analyses en laboratoire, Densité optique à 546 nm (DO₅₄₆ représentative de la turbidité), DO₂₅₄ (représentative des matières organiques), NH₄⁺ et COT pour les mesures en continu. Les types de capteurs choisis dépendent directement des paramètres à suivre.

L'étude d'une organisation centralisée du système de mesure et minimisant le nombre d'appareils a ensuite été réalisée. Le système de boucles d'échantillonnage proposé permet à un même appareil d'effectuer une mesure séquentiellement sur chaque point.

En partant de l'option la moins coûteuse qui consiste à utiliser un seul appareil de chaque type pour l'ensemble des boucles d'échantillonnage, les modalités techniques d'installation de chaque **capteur** sont définies.

En évaluant les temps de réponse de vidange et de rinçage des capteurs il a été possible de calculer le temps nécessaire pour effectuer un cycle de mesures sur l'ensemble des points en **service**. La **fréquence** de mesure en un même point a ainsi été calculée.

Pour chaque classe de pluie et chaque configuration de l'ouvrage, les **fréquences** de mesure des matières en suspension en entrée d'ouvrage ont alors pu être simulées en exploitant des pollutogrammes et hydrogrammes calculés par le modèle Flupol au droit du futur bassin.

Il ressort des comparaisons entre pollutogrammes calculés au pas de temps de 5 et 10 mn et **pollutogrammes** échantillonnés aux pas de temps du système de mesure, que la fréquence du système de mesure proposé est suffisante pour saisir finement les variations temporelles des concentrations en entrée d'ouvrage. Un seul pollutomètre semble donc suffisant.

Les pollutogrammes et hydrogrammes simulés par Flupol ont également servi à proposer des cadences de prélèvements pour la réalisation des échantillons destinés au laboratoire.

Il faut toutefois remarquer que ces calculs reposent sur de nombreuses hypothèses et sur des données simulées et non réelles. Il serait intéressant de pouvoir effectuer des vérifications avec des données réelles et pour les autres paramètres de pollution que les M.E.S, donc de procéder à une campagne de mesure à pas de temps fin des flux de pollution sur le site du **futur** ouvrage.

Enfin, d'autres paramètres tels que la teneur en hydrocarbures, les métaux lourds, les caractéristiques physiques des particules en suspension (granulométrie, vitesse de chute), et les caractéristiques des boues produites par les différentes filières pourront être étudiés.