



n° 15351

**Ghassan CHEBBO**

**Vladan MILISIC**

**CARACTÉRISATION DES SOLIDES TRANSFERES**

**DANS LES RESEAUX D'ASSAINISSEMENT**

---

**SELECTION DES METHODES DE MESURES**

**GRANULOMETRIE, VITESSE DE  
CHUTE, DENSITE**

**Février 1989**

L' A G H T M pilote, en association avec les exploitants des réseaux d'assainissement de Bordeaux, Marseille et Paris notamment, un programme de recherche sur le transfert des solides dans les réseaux d'assainissement, thème dont les deux enjeux désignés sont :

.L'encrassement des collecteurs

.La pollution rejetée directement au milieu naturel par l'intermédiaire de ces solides, notamment par temps de pluie.

La présente étude fait partie de l'un des trois axes de recherche, la caractérisation des solides transférés ou déposés, les deux autres traitant de la dynamique des dépôts et de la typologie des dépôts et de leur contexte.

Dans le cadre de la première phase du programme AGHTM, en cours de réalisation, il était prévu d'étudier les granulométries, les vitesses de chute et les masses volumiques des particules transférées (en charriage et en suspension) et déposées dans les réseaux d'assainissement. En effet, ces caractéristiques ont été moins explorées que les paramètres de pollution au niveau des eaux pluviales. Or elles sont de première nécessité pour expliquer non seulement les processus de sédimentation et de remise en suspension dans les collecteurs, mais aussi pour évaluer l'impact sur les eaux naturelles réceptrices. Par ailleurs, il est indispensable de quantifier ces caractéristiques de façon adéquate et incontestable. Pour les granulométries, par exemple, la bibliographie fait état de répartitions fort différentes d'une référence à l'autre, qui peuvent être plus le reflet des méthodes d'échantillonnage et de mesure que des spécificités des sites. D'où la nécessité de cette étude qui vise à combler l'écart qui existe entre l'aspect technologique du problème et l'aspect "exploitation de l'information recueillie", écart qui est à l'avantage très net de ce dernier pour le moment.

Ce document doit donc permettre de sélectionner les appareils de mesure (de la granulométrie, de la vitesse de chute et de la masse volumique) les plus adaptés aux solides qu'on rencontre en suspension, en charriage et en dépôt dans les réseaux d'assainissement.

Cette recherche s'appuie sur :

. les résultats relatés dans la bibliographie

. l'expérience de l'IFTS d'Agen et du LCPC de Nantes

. une série d'essais comparatifs sur des échantillons de même source et homogénéisés.

## Table des matières

### PARTIE I - GRANULOMETRIE

<b>1<sup>er</sup> CHAPITRE GENERALITES</b> .....	<b>4</b>
1.1 INTRODUCTION .....	5
1.2 INVENTAIRE DES METHODES DE MESURE GRANULOMETRIQUE .....	5
1.3 LISTE DE BASE POUR LA SELECTION D'UNE METHODE DE MESURE .....	5
 <b>2<sup>ème</sup> CHAPITRE CHOIX D' UNE METHODE DE MESURE GRANULO-</b>	
<b>METRIQUE</b> .....	<b>8</b>
2.1 INTRODUCTION .....	9
2.2 LISTE DES METHODES DE MESURE .....	9
2.3 ETUDE CRITIQUE DES DIFFERENTES METHODES DE MESURE .....	9
a. Tamisage .....	9
b. Observation microscopique et analyse d'image .....	10
c. Diffusion de la lumière : .....	11
d. absorption (lumineuse ou de rayons x) .....	13
e. Diffraction laser .....	14
f. Perméamétrie .....	19
g. Sédimentation .....	19
h. Méthode électrique : variation de résistance : .....	26
i. Conclusion : .....	29
 <b>3<sup>ème</sup> CHAPITRE CHOIX D' UN APPAREIL DE MESURE GRANULOME-</b>	
<b>TRIQUE DES PARTICULES FINES</b> .....	<b>31</b>
3.1 INTRODUCTION : .....	32
3.2 CRITERES DE SELECTION : .....	32
a. Une analyse bibliographique concernant les appareils de mesure proposés sur le marché .....	32
b. Des mesures effectuées en laboratoire sur les appareils jugés bons dans la bibliographie .....	32
c. Une analyse fine des caractéristiques des appareils retenus après les mesures du laboratoire .....	32
3.3 PREMIERE ETAPE DE SELECTION : .....	32
a. Appareils basés sur la méthode électrique : .....	32
b. Appareils à diffraction laser : .....	32
c. CONCLUSION : .....	33
3.4 DEUXIEME ETAPE DE SELECTION : .....	33
3.5 TROISIEME ETAPE DE SELECTION : .....	35
a. Finesse des résultats : .....	36
b. Reproductibilité des résultats : .....	37
c. Comparaison des résultats du CILAS HR 850 et MALVERN 3600 E d'une part et de ceux du tamis d'autre part dans une zone de recouvrement. ....	41
d. Conclusion : .....	42
3.6 CONDITIONS DE PREPARATION DES ECHANTILLONS : .....	43
a. Mode de prélèvement de la prise d'essai .....	43
b. Utilisation du métaphosphate de Sodium à 0,5 % : .....	44
c. Utilisation des ultrasons : .....	46
3.7 RACCORDEMENT DES RESULTATS : .....	50
3.8 REPRESENTATION GRAPHIQUE DES RESULTATS : .....	52

## PARTIE II – MESURE DE LA DENSITE

<b>4 ème CHAPITRE</b> .....	<b>58</b>
4.1 INTRODUCTION .....	59
4.2 ETUDE CRITIQUE DES METHODES DE MESURE .....	59
a. Méthode de mélange ALCOOL-BROMOFORME .....	59
b. Méthode densimétrique .....	60
c. Picnométrie à eau (ou tout autre fluide) .....	61
d. Picnométrie à air .....	64
4.3 CONCLUSIONS CONCERNANT LE CHOIX D'UNE METHODE DE MESURE DE LA DENSITE .....	65

## PARTIE III – MESURE DE LA VITESSE DE CHUTE

<b>5 ème CHAPITRE CHOIX D'UNE METHODE DE MESURE DE LA VITESSE DE CHUTE DES SOLIDES</b> .....	<b>67</b>
5.1 INTRODUCTION .....	68
a. Méthode de la suspension homogène .....	68
b. Méthode de la couche surnageante .....	69
5.2 CRITIQUE DES METHODES DE MESURE .....	70
5.3 METHODE DE LA SUSPENSION HOMOGENE . APPAREILS DE MESURE .....	70
a. Evolution du poids du dépôt en fonction du temps .....	70
b. Mesure à différents niveaux d'une caractéristique de la suspension .....	70
c. Mesure d'une caractéristique de la suspension à un niveau donné .....	70
5.4 METHODE DE LA SUSPENSION HOMOGENE . REMARQUES SUR LES APPAREILS DE MESURE .....	70
a. Balance de sédimentation .....	70
b. Appareil de Prot .....	71
c. Appareil de Kühn (utilisé en Allemagne, cité par Brocard 1950 [31]) .....	71
d. Cylindre de décantation avec tubes manométriques .....	71
e. Flotteurs de A. Rivière .....	72
f. Densimètres .....	72
g. Méthode d'absorption des rayons X (appareil du laboratoire de rayons X de l'Université de Rouen) (voir annexe 2.1) .....	72
h. Méthode de la pipette .....	73
i. Conclusion .....	74
5.5 CHOIX D'UNE METHODE DE MESURE DE LA VITESSE DE CHUTE POUR LES PARTICULES DE DIMENSION SUPERIEURE A 100 $\mu\text{m}$ . .....	74
a. Choix de l'appareil .....	74
b. Domaine d'application .....	78
c. Remarques sur la méthode de l'éprouvette .....	78
d. Conclusion sur le choix des méthodes de mesure de la vitesse de chute .....	78

## PARTIE IV – CONCLUSIONS GENERALES

<b>6 EME CHAPITRE ORGANISATION DES MESURES</b> .....	<b>80</b>
--	-----------

## **PARTIE V – BIBLIOGRAPHIE**

**ANNEXE 1      DESCRIPTION DES APPAREILS DE MESURE  
GRANULOMETRIQUE ET MODE OPERATOIRE**

**ANNEXE 2      DESCRIPTION DES APPAREILS DE MESURE DE  
VITESSE DE CHUTE  
ET MODES OPERATOIRES**