

Décembre 2003.

Contrecoeur

6212-02-006

**Projet ponctuel du CREUST pour Stelco McMaster.****QUANTITÉ D'EAU REQUISE POUR SATURER LES POUSSIÈRES  
D'ACIÉRAGE**

**Chargé de projet :** Maurice Morency Ph.D. Directeur Scientifique du Centre de recherche en environnement UQAM/Sorel-Tracy .(CREUST).

**Technicien :** Ramin Salski étudiant gradué en environnement.

**Projet :** Essais de saturation des poussières d'aciérage de Stelco.

Évaluation de la quantité d'eau requise pour saturer une colonne de poussière avant de récolter une eau d'infiltration.

**Échantillon :** La poussière d'aciérage a été échantillonnée par Stelco en novembre 03.

**Objectifs :** Évaluer sommairement les paramètres chimiques et physiques des poussières pour établir si l'échantillon est :

- représentatif des poussières d'aciérage;
- ne possède pas d'anomalies qui pourraient modifier les résultats.

Faire des essais en laboratoire qui permettraient :

- une évaluation visuelle et qualitative du comportement du système à l'hydratation;
- une évaluation quantitative des paramètres recherchés tout en maintenant constant les autres variables lors des manipulations.

### **Méthodologie :**

Le montage expérimental est représenté à la figure 1. Il consiste en un cylindre gradué en verre où un filtre est adapté à une extrémité afin de minimiser les pertes de poussière par l'infiltration de l'eau. Une fois saturé le montage est séché à l'étuve à 120 °C. La poussière est introduite dans le cylindre par couches successives avec compaction. Pour le premier essai un tassement léger a été choisi tandis que les trois autres essais ont été réalisés avec une compaction médium. La compaction a été faite avec un tube en verre à fond plat de 2,5 cm de diamètre. Les manipulations ont été réalisées par le même technicien de façon à être le plus constant possible pour les différents essais.

Une fois l'échantillon en place, un volume d'eau est ajouté goutte à goutte et les observations concernant le changement de couleur, formation de cavités et fissures ainsi que la vitesse à laquelle l'eau pénètre dans l'échantillon sont notés.

Pour s'assurer que le système d'hydratation avait atteint un équilibre et que les réactions étaient complètes, une certaine quantité d'eau d'infiltration a été récoltée. Bien, qu'aucune analyses chimiques n'a été réalisée, la couleur de l'eau indique que cette dernière possède une charge d'éléments chimiques. Cette affirmation est aussi corrélée avec la perte de poids de l'échantillon, la conductivité et le pH de l'eau d'infiltration. La perte en poids est autour de 1,5 %, une conductivité a été mesurée à 2363  $\mu\text{s}/\text{cm}$  et un pH de 12 est associé à l'eau d'infiltration.

La figure 2 montre le changement de couleur engendré par l'humidification des poussières, la progression du niveau de saturation ainsi que les cavités et fissures formées par l'hydratation

### **Évaluation des données :**

Une analyse chimique quantitative par fusion a été réalisée et comparée avec d'autres analyses de poussières de Stelco provenant de projet antérieurs, les résultats sont présentés au tableau 1. Les variations majeures observées sont pour le Ca, Zn et Fe. Le calcium et zinc dénotent une concentration plus faible tandis que le fer est plus élevé que la moyenne disponible. Si ces variations ont un effet sur les résultats, il est anticipé, étant donné les valeurs plus faibles en Ca et Zn que nos résultats représentent des minimum pour la quantité d'eau requise pour l'hydratation.

L'évaluation de la granulométrie par laser et par APS indique que l'échantillon de poussière est comparable avec d'anciennes valeurs déjà obtenues. L'analyse au laser donne une médiane de 1,48  $\mu\text{m}$  et son histogramme, pour une distribution en nombre, indique que 3% des poussières sont plus fines que 0,5  $\mu\text{m}$ . L'analyse par atténuation acoustique indique que cette petite fraction des poussières possède une

médiane de 0,016  $\mu\text{m}$ . Les résultats sont présentés en annexe du rapport aux figures 3 et 4.

Les autres variables qui ont été déterminées sont :

- le poids spécifique à 4,186 g/cc;
- une conductivité de plus de 1000  $\mu\text{s/cm}$ ;
- un pH de 12,4.
- 

Ces valeurs sont normales et comparables à d'autres résultats obtenus sur les poussières d'aciérage.

## Résultats

Quatre (4) essais avec des échantillons de 1 kg ont été réalisés et les données et observations sont présentées au tableau 2.

Tableau 2 Paramètres des essais.

Essais	No.1	No.2	No.3	No.4
Filtre	verre	polyethy	polyethy	polyethy
Tassement	faible	medium	medium	medium
Poids de départ	1000g	1000 g	1000g	1000g
Humidité au départ	0,6%	0,5%	0,5%	0,5%
Poids à saturation	1459,8g	1395,6g	1421g	1405g
Poids après séchage	971,8	982,3	992,5	988,4
<b>% Humidité à saturation</b>	<b>33,4%</b>	<b>29,6%</b>	<b>30,1%</b>	<b>30,2%</b>
Perte en poids de l'échantillon	28,2g	17,7g	-----	11,6g
% de perte	2,8%	1,8%		1,2%
Réduction en hauteur de la colonne	5,5 cm	3 cm		2,7 cm

Les essais de l'hydratation progressive des échantillons ont nécessité une période de 6 heures pour un débit goutte à goutte.

## Conclusion

Une fois hydraté les poussières n'ont plus les mêmes caractéristiques d'hydratation même après un séchage partiel ou complet. L'explication est reliée aux pertes chimiques par

mise en solution et par la transformation avec l'eau de certains composés comme le CaO en Ca(OH)<sub>2</sub> et certains autres hydroxydes en composés stables à plus de 250 °C.

Lors d'une première hydratation l'eau s'infiltré de façon uniforme au travers la section du cylindre de verre et n'est pas influencée par les fissures et cavités qui sont formées avec ou après le passage du front d'hydratation. Il est anticipé que suite à une première hydratation et un séchage partiel, la même section de poussière aurait un comportement différent lors d'une deuxième infiltration d'eau. Les fissures et cavités serviraient de chemins préférentiels à l'eau. De plus, l'induration des fissures et cavités, par un séchage en présence de portlandite Ca(OH)<sub>2</sub> va altérer de façon irréversible les caractéristiques d'hydratation de la poussière et le cheminement de l'eau d'infiltration au travers une masse donnée de poussière.

Maurice Morency Ph.D.  
Directeur Scientifique du CREUST.

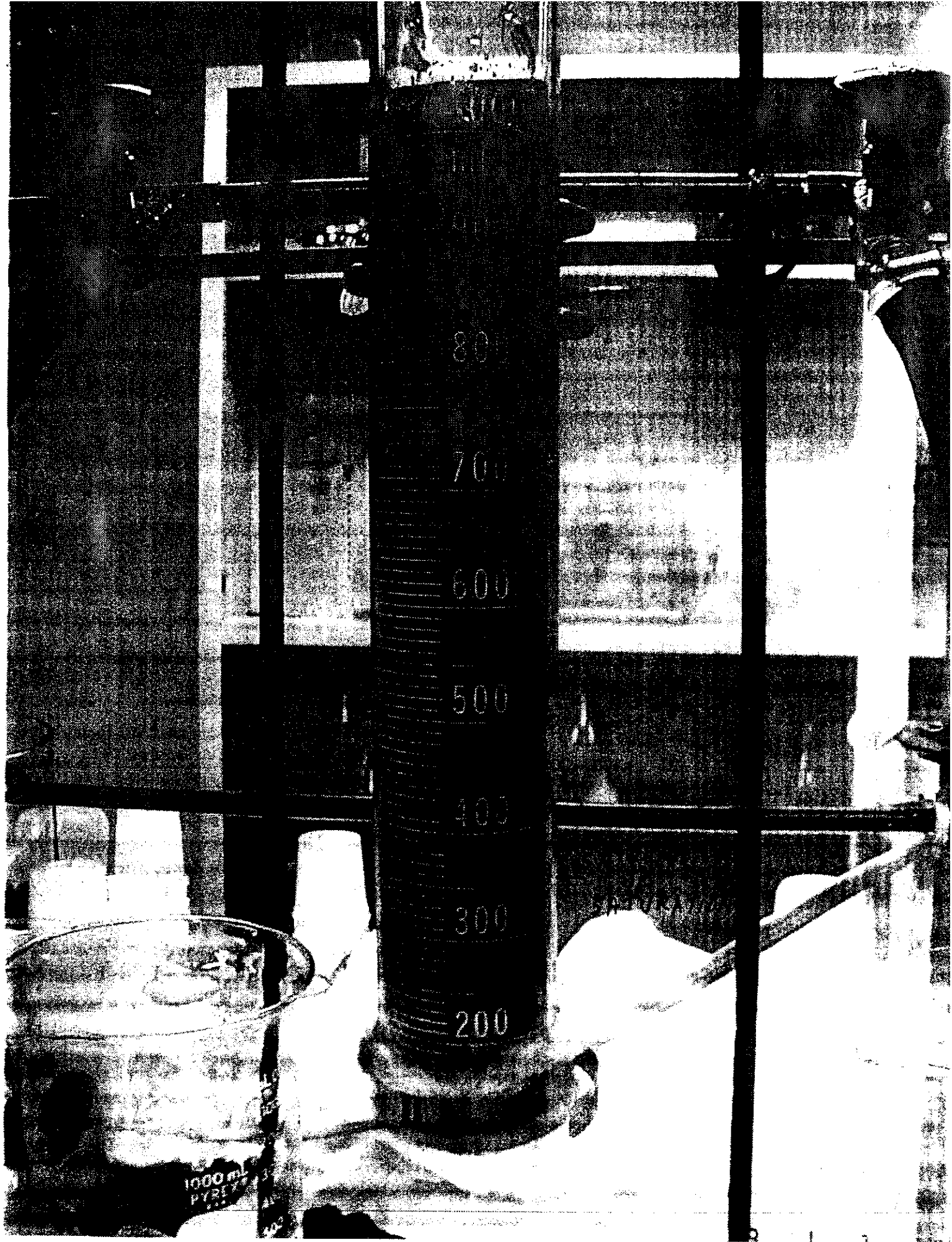
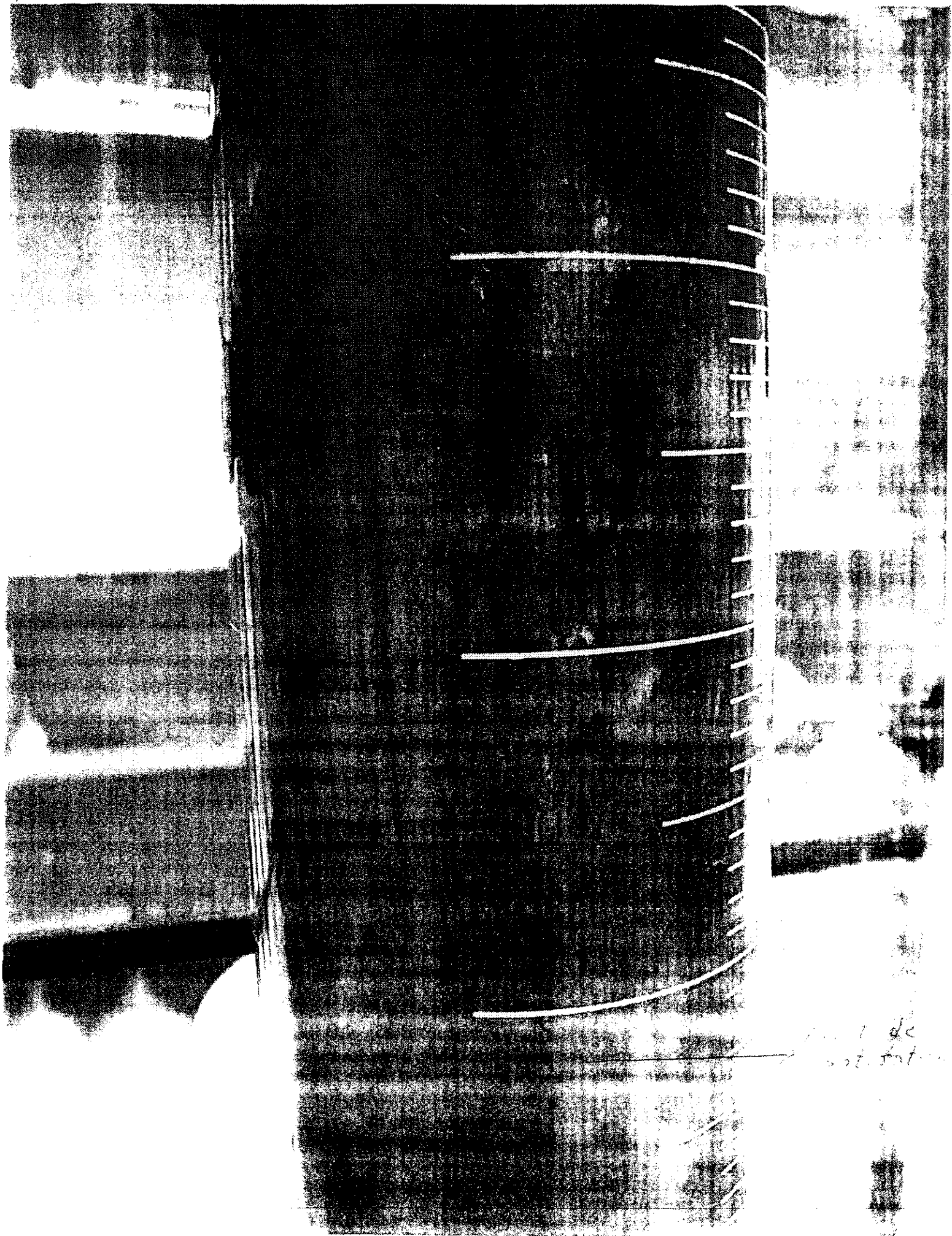


fig 1



Unit de  
not. stat.

Fig 2

# Analyses des poussières de Stelco

16 déc.2003

Sample Ident	Scheme Code	Analysis Unit	Detection Limit	04-03	Moyenne des analyses ( 6 )
Al	ICP90	ppm	100	4600	4200
As	NAAU3	ppm	2	-	33
Ba	ICP90	ppm	10	150	138
C	CHM118	ppm	100	-	24320
Ca	ICP90	ppm	100	53100	116800
Cd	ICP90	ppm	10	252	163
Co	ICP90	ppm	10	55	<10 à 35
Cr	ICP90	ppm	10	2980	1622
Cu	ICP90	ppm	10	2530	1514
Fe	ICP95	ppm	100	435700	25200 à > 30000
Hg	CHM20	ppb	5	-	646
K	ICP90	ppm	100	14100	8483
Mg	ICP90	ppm	100	12400	20000
Mn	ICP90	ppm	10	20670	20153
Mo	ICP90	ppm	10	106	28
Na	ICP95	ppm	100	12300	10580
Ni	ICP90	ppm	10	414	149
P	ICP90	ppm	100	600	750
Pb	ICP90	ppm	20	15000	8548
S	CHM112	ppm	100	-	6120
Si	ICP95	ppm	100	20100	13420
Ti	ICP90	ppm	100	1600	667
V	ICP90	ppm	10	402	132
Zn	ICAY50	ppm	100	108200	>100000

Tableau I

G A L A I - C I S - 1 0 0  
Computerized Inspection System

STATISTICS

SAMPLE NAME : STELCO 04NOV03 17-11-2003  
FILE NAME : STEL1711

DATE	: 16/02/2003	ACQ. RANGE	: 0.5-150	COUNTS	: 95100
TIME	: 11:28	ACQ. MODE	: SAMPLE	S.N.F.	: 0.51
CONFIG.	: 1 (0.5 A)	ACQ. TIME	: 37 SEC	S.D.U.	: 1406
CELL TYPE	: LQFLOW	SAMPLE SIZE	: 4	CONCENTR.	: 5.8E+06 #/ml
SAMPLE TYPE	: SPECIAL	REQ. CONF.	: None	SOLIDS	: 6.1E-03 %

SPECIFIC AREA : 8.2E-01 cm<sup>2</sup>/ml

	MEAN Diameter	S.D.
Number, Length	: 1.86 μm	1.25 μm
Number, Area	: 2.24 μm	1.30 μm
Number, Volume	: 2.72 μm	1.51 μm
Length, Area	: 2.70 μm	1.87 μm
Length, Volume	: 3.28 μm	1.96 μm
Area, Volume	: 4.00 μm	2.89 μm
Volume, Moment	: 6.09 μm	4.55 μm

	MEDIAN Diameter	MODE	CONFIDENCE
Number	: 1.48 μm	1.25 μm	100.00%
Area	: 3.27 μm	3.25 μm	100.00%
Volume	: 4.78 μm	3.75 μm	100.00%

*fig 3*



PROBABILITY NUMBER DISTRIBUTION

Name: STELCO 04NOV03 17-11-2003

5.8E+06 #/ml(100.0%)

Mode at 1.25  $\mu$ m

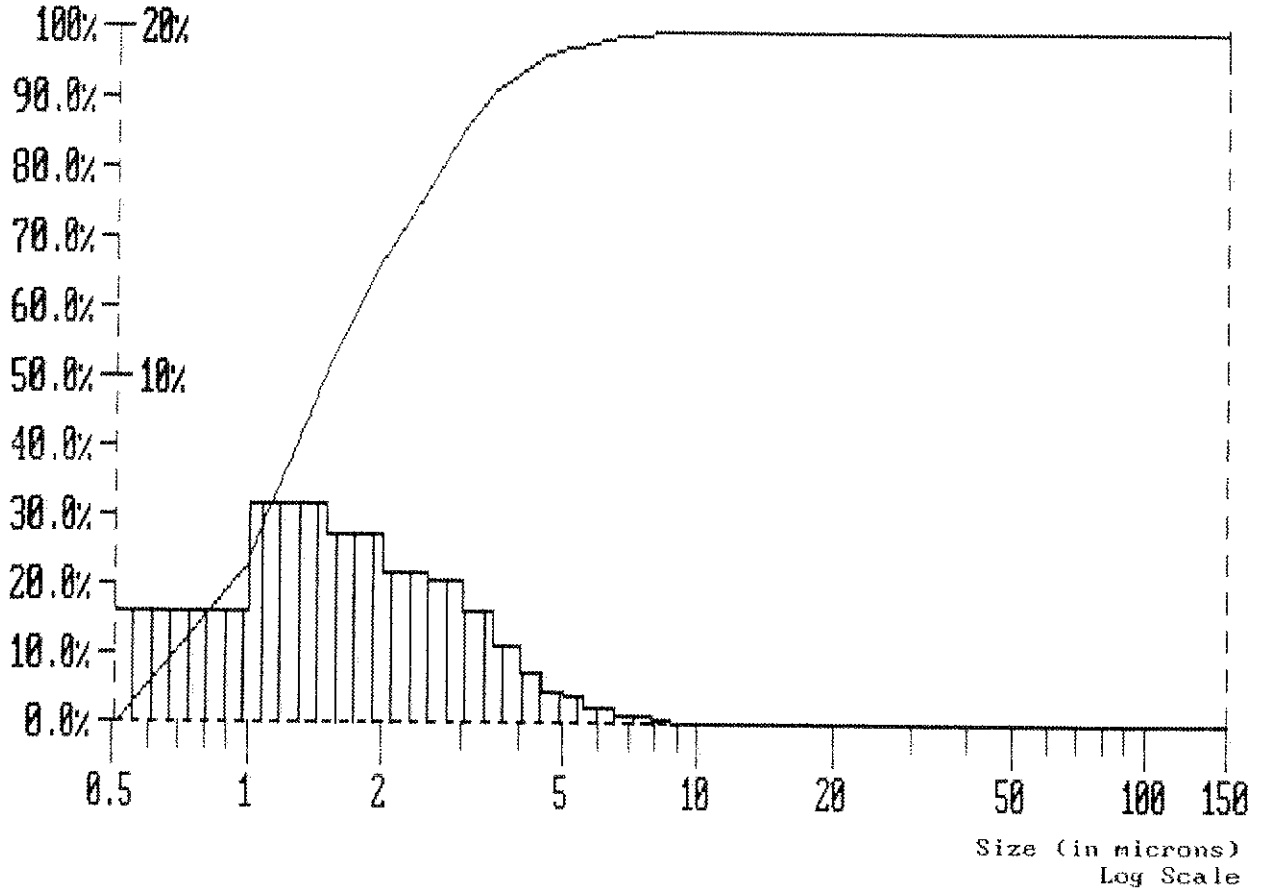
<< SCALE RANGE ( $\mu$ m): 0.5 - 150.0 >>

Median : 1.48  $\mu$ m

Mean(nl): 1.86  $\mu$ m

S.D.(nl): 1.25  $\mu$ m

Conf(nl):100.00 %



PROBABILITY AREA DISTRIBUTION

Name: STELCO 84NOU83 17-11-2003

9.2E-01 cm<sup>2</sup>/ml(100.0%)

Mode at 3.25 μm

<< SCALE RANGE (μm): 0.5 - 150.0 >>

Mean(na): 2.24μm

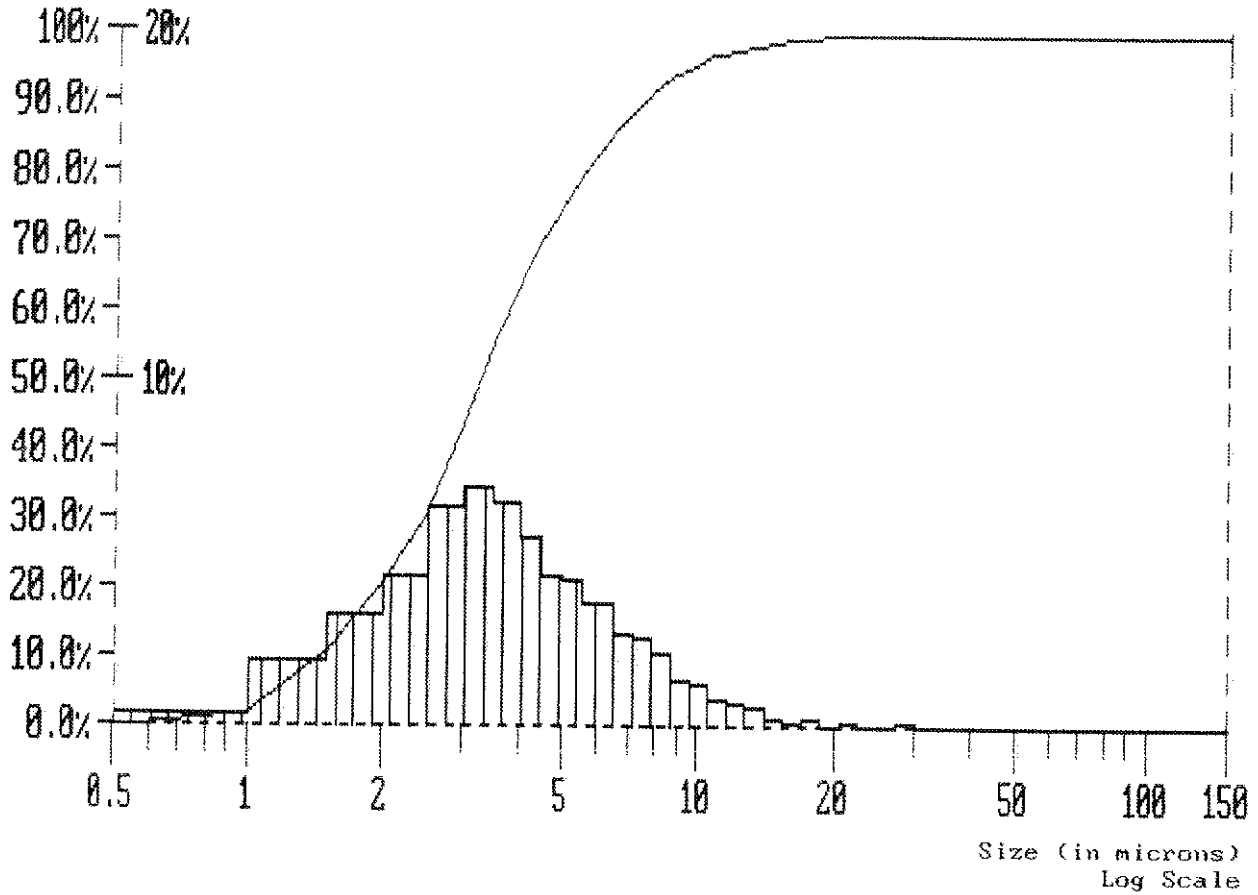
S.D.(na): 1.30μm

Median : 3.27μm

Mean(av): 4.00μm

S.D.(av): 2.89μm

Conf(av):100.00 %



PROBABILITY VOLUME DISTRIBUTION

Name: STELCO 04NOV03 17-11-2003

6.1E-05 cc/ml(100.0%)

Mode at 3.75  $\mu$ m

<< SCALE RANGE ( $\mu$ m): 0.5 - 150.0 >>

Mean(nv): 2.72 $\mu$ m

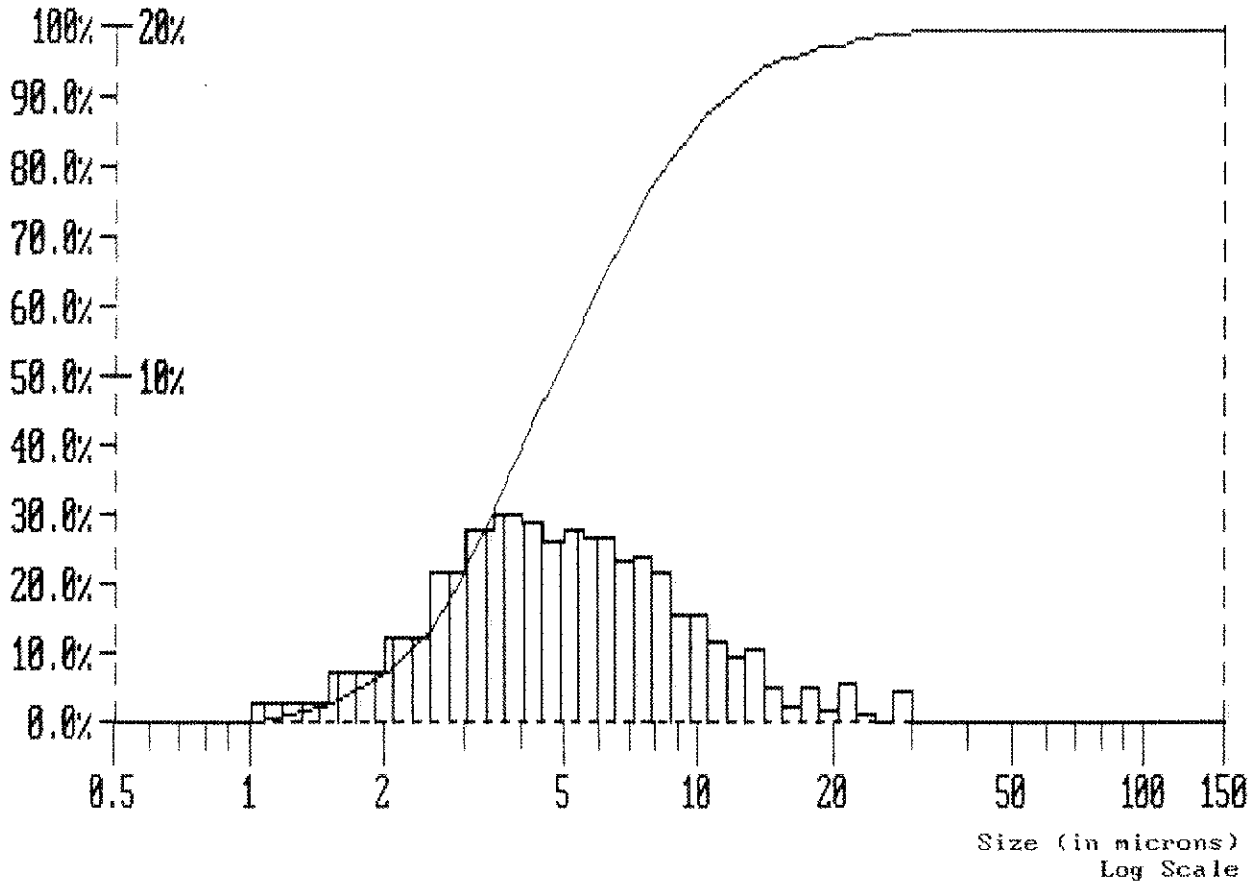
S.D.(nv): 1.51 $\mu$ m

Median : 4.78 $\mu$ m

Mean(vv): 6.09 $\mu$ m

S.D.(vv): 4.55 $\mu$ m

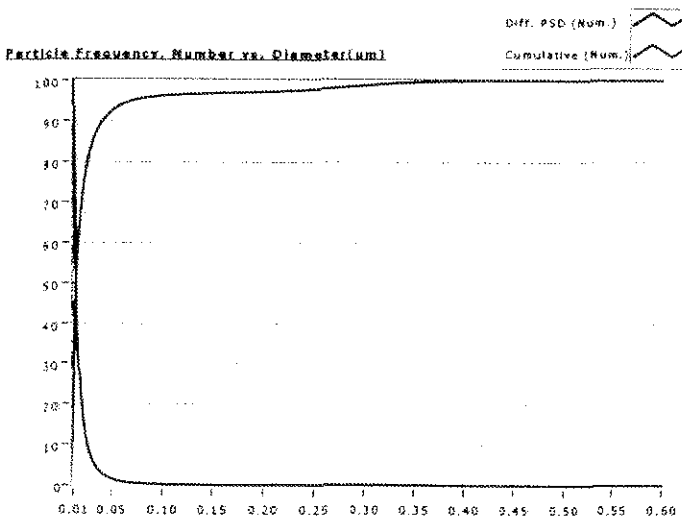
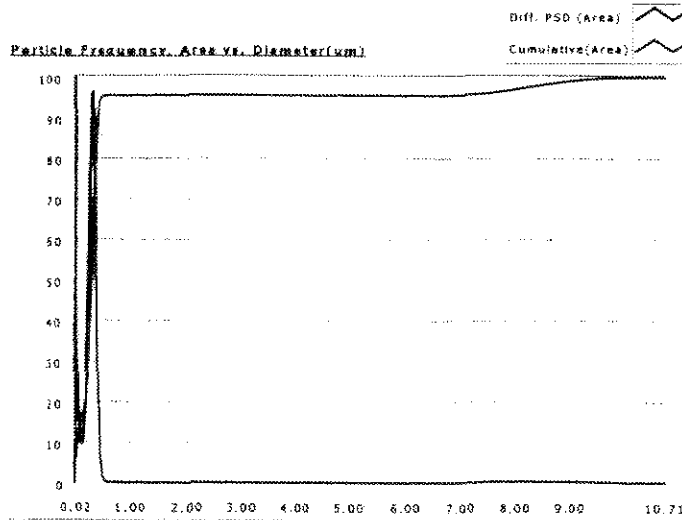
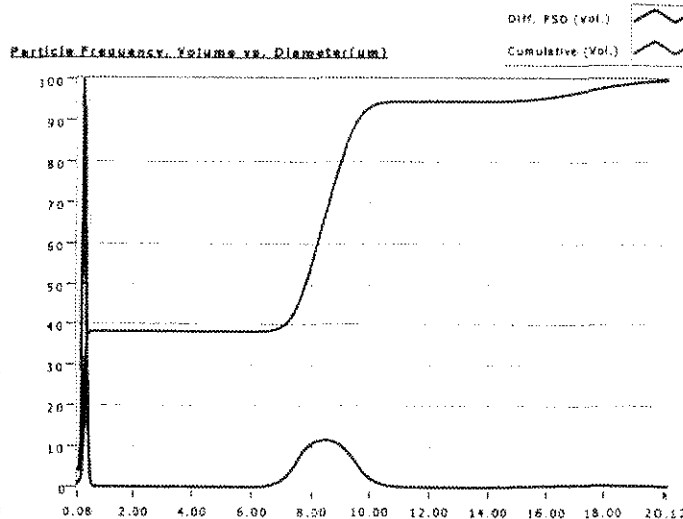
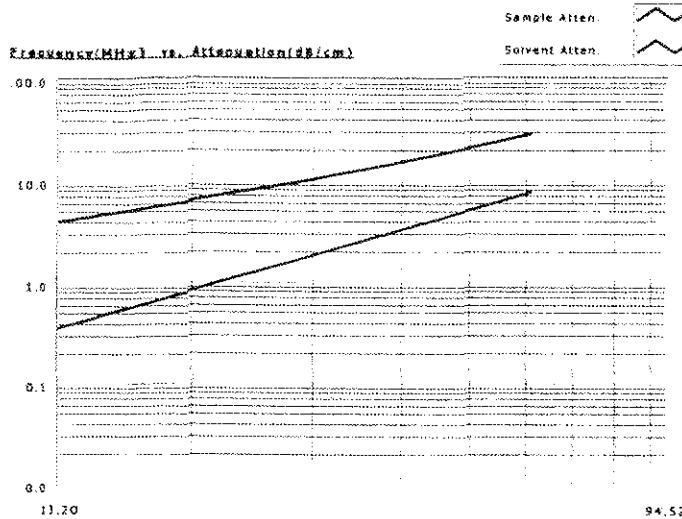
Conf(vv):100.00 %



APS Particle Size Distribution

Matec Applied Sciences (www.matec.com)

Particle Size	C:\Acoustic Particle Sizer\data\Steelco- B04ndv2003.asp	Media	C:\Acoustic Particle Sizer\APS- MATRICES\Iron Oxide In Water to 30 um.MAT	Solvent	C:\Acoustic Particle Sizer\Cal\WATER
UserName	Remin	Version	4.5	conductivity	0.07/cm
Date/Time	Mon, Nov 17, 2003 11:08 AM	Acoustic Impedance	1.53 g/m <sup>3</sup> /s	temperature	22.27 Deg C
Comments	C=3%	Sound Speed	148897.50 m/s	Fixed loss	7.63 dB
		pH	12.14	density	1.03 g/m <sup>3</sup>
		Percent Solids, Volume	0.57		



Particle Size (um)	Mean	25%	Median	75%	Max	Std. Dev	FWHM
By Volume	5.825	0.351	7.761	8.742	0.325	4.883	0.159
By Area	0.674	0.230	0.300	5.356	0.012	1.874	0.378
By Number	0.029	0.012	0.016	0.523	0.012	0.053	0.005

f ig 4