

n° 349

**BUREAU DE RECHERCHES GÉOLOGIQUES ET MINIÈRES**

**SERVICE GÉOLOGIQUE NATIONAL**

B.P. 6009 - 45060 Orléans-Cédex - Tél. : (38) 63.80.01

# **ÉTUDE PRÉLIMINAIRE D'UN ÉCHANTILLON DE KAOLIN DE KOUROUDIAKO (SÉNÉGAL)**

par

S. GOUGIS et M. MORIO



**Département minéralurgie**

B.P. 6009 - 45060 Orléans-Cédex - Tél. : (38) 63.80.01

**79 SGN 763 MIN**

Décembre 1979

## R É S U M É

Un échantillon de kaolin de KOUROUDIAKO (Sénégal) a été examiné par le département "Minéralurgie", à la demande du B.R.G.M./Dakar, afin de réaliser des tests d'orientation sur les possibilités d'utilisation industrielle de ce produit.

L'échantillon analysé est composé de kaolinite et d'une impureté colorante majeure :  $Fe_2O_3$  (3,13 %).

Du fait de cette teneur en fer trop importante, aucune utilisation industrielle ne peut être envisagée pour ce produit, malgré une distribution granulométrique favorable et de très bonnes propriétés rhéologiques de la fraction - 20  $\mu m$ .

Compte tenu de cette teneur élevée en  $Fe_2O_3$ , le procédé de blanchiment par attaque chimique réductrice n'est pas envisageable.

Des essais d'orientation complémentaires ne pourraient être envisagés que sur un produit tout-venant de teneur  $Fe_2O_3 < 1,5$  %.

o  
°0°

## TABLE DES MATIÈRES

	<u>Pages</u>
<u>R E S U M E</u>	
1. <u>ORIGINE ET BUT DE L'ETUDE</u> .....	1
2. <u>PREPARATION MECANIQUE DE L'ECHANTILLON</u> .....	1
3. <u>CARACTERISTIQUES MINERALOGIQUES ET PHYSICO-CHIMIQUES DE L'ECHANTILLON</u> .....	1
3.1. <i>Analyse minéralogique</i> .....	1
3.2. <i>Analyses chimiques générales</i> .....	1
3.3. <i>Mesure des caractéristiques d'adsorption de colorant cationique</i> .....	2
3.4. <i>Analyses granulométriques</i> .....	3
4. <u>MESURE DES PROPRIETES RHEOLOGIQUES DE LA FRACTION - 20 MICRONS</u> ....	8
5. <u>FACONNAGE DE BARRETTES ET MESURES DE LEURS CARACTERISTIQUES</u> .....	10
6. <u>INTERPRETATION DES RESULTATS ET CONCLUSION</u> .....	11

## 1. ORIGINE ET BUT DE L'ETUDE.

A la demande du BRGM Dakar (Sénégal), un échantillon de kaolin de KOUROU-DIAKO a fait l'objet d'une étude préliminaire ayant pour objectifs :

- la préparation et la détermination des rendements poids en fractions de granularité - 40  $\mu\text{m}$ , - 20  $\mu\text{m}$  et - 5  $\mu\text{m}$  requises par les principales industries utilisatrices,
- une première estimation de la qualité des kaolins lavés.

## 2. PREPARATION MECANIQUE DE L'ECHANTILLON.

L'échantillon a été concassé grossièrement et mis à l'étuve à 105° C, afin d'en déterminer l'humidité : 11,83 % sur poids humide.

Après un broyage au broyeur à cylindres lisses, l'échantillon a été pulvérisé au broyeur à marteaux fixes Gondard, muni d'une grille de 1 mm.

Des échantillons ont été prélevés par quartage pour l'analyse chimique et les essais de laboratoire.

## 3. CARACTERISTIQUES MINERALOGIQUES ET PHYSICO-CHIMIQUES DE L'ECHANTILLON.

### 3.1. Analyse minéralogique.

Elle a été effectuée sur l'échantillon tout-venant par diffractométrie de rayons X : montage par réflexion, rayonnement  $\text{CoK}\alpha$ , monochromateur à lame de quartz.

Hématite	Rutile	Kaolinite
traces	traces ?	très abondant

### 3.2. Analyses chimiques générales.

Les analyses chimiques générales des fractions granulométriques - 40  $\mu\text{m}$  et - 20  $\mu\text{m}$ , ainsi que l'analyse chimique partielle de l'échantillon tout-venant, ont été réalisées au département "Minéralogie, Géochimie, Analyses".

Les résultats sont présentés au *tableau n° 1* ci-dessous :

	Tout-venant %	Fraction - 40 $\mu\text{m}$ %	Fraction - 20 $\mu\text{m}$ %
SiO <sub>2</sub>	45,80	45,30	44,60
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	36,00	36,30	36,80
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,13	2,64	2,60
TiO <sub>2</sub>	1,02	0,92	0,67
MnO		0,01	0,01
CaO		0,07	0,10
MgO		0,15	0,17
Na <sub>2</sub> O		0,80	0,82
K <sub>2</sub> O		0,34	0,36
H <sub>2</sub> O <sup>-</sup>		0,40	0,50
H <sub>2</sub> O <sup>+</sup>		13,00	13,00
$\Sigma$		99,93	99,63
Rapport $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	1,272	1,248	1,212

Le rapport  $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3} = 1,177$  (pour une kaolinite théorique)

Tableau n° 1 : Compositions chimiques de l'échantillon T.V.  
et des fractions - 40 et - 20  $\mu\text{m}$ .

### 3.3. Mesure des caractéristiques d'adsorption de colorant cationique.

L'échantillon T.V. a été mis en contact avec une solution de NaCl 2N pour permettre l'échange sous forme Na<sup>+</sup> et rincé à l'eau déminéralisée jusqu'à disparition des ions Cl<sup>-</sup> (contrôle par test à l'AgNO<sub>3</sub>).

L'échantillon a été saturé avec une solution de bleu de méthylène de concentration connue ; la quantité de colorant fixée par l'argile a été déduite à partir de la mesure au spectrophotomètre de la concentration résiduelle après équilibre. La valeur obtenue est de 5,35 mg de bleu de méthylène par gramme d'argile.

#### 3.4. Analyses granulométriques.

L'échantillon tout-venant a été dispersé pendant dix minutes à l'aide d'un agitateur à turbine Rayneri (vitesse 1000 tr/min - concentration 50 g/l) en présence de défloculant

hexamétaphosphate de sodium : 3 kg/t

pH : 9 réglé par NaOH

puis action des ultra-sons de fréquence 40 KHz pendant deux minutes.

Une tamiseuse à vibrations d'origine électromagnétique FRITSCH a été utilisée entre 630 et 20  $\mu\text{m}$ . La granularité de la fraction - 20  $\mu\text{m}$  a été déterminée :

- par sédimentation statique et prélèvements par pipette d'Andreasen entre 20 et 1  $\mu\text{m}$ ,
- par sédimentation dans un champ d'accélération centrifuge (centrifugeuse à disque Ladal) entre 2,47 et 0,26  $\mu\text{m}$  ; une correction des résultats expérimentaux, dérivée de la méthode Kamack, a été utilisée.

Les résultats sont regroupés au *tableau n° 2* et *figure n° 1* ci-après :

Diamètre de maille en $\mu\text{m}$	% refus cumulés		
	Tamissage	Pipette d'Andreasen	Centrifugeuse Ladal
630	0,02	-	-
500	0,05	-	-
400	0,10	-	-
315	0,17	-	-
250	0,26	-	-
100	1,08	-	-
80	1,37	-	-
63	1,78	-	-
40	2,44	-	-
20	9,87	-	-
DSE * 10	-	26,28	-
5	-	48,20	-
2,47	-	-	60,69
2,00	-	65,75	-
1,62	-	-	68,63
1,05	-	-	73,10
1,00	-	73,89	-
0,67	-	-	76,55
0,42	-	-	86,86
0,26	-	-	88,21

\* DSE : Diamètre sphérique équivalent

Tableau n° 2 : Distribution granulométrique de l'échantillon tout-venant.

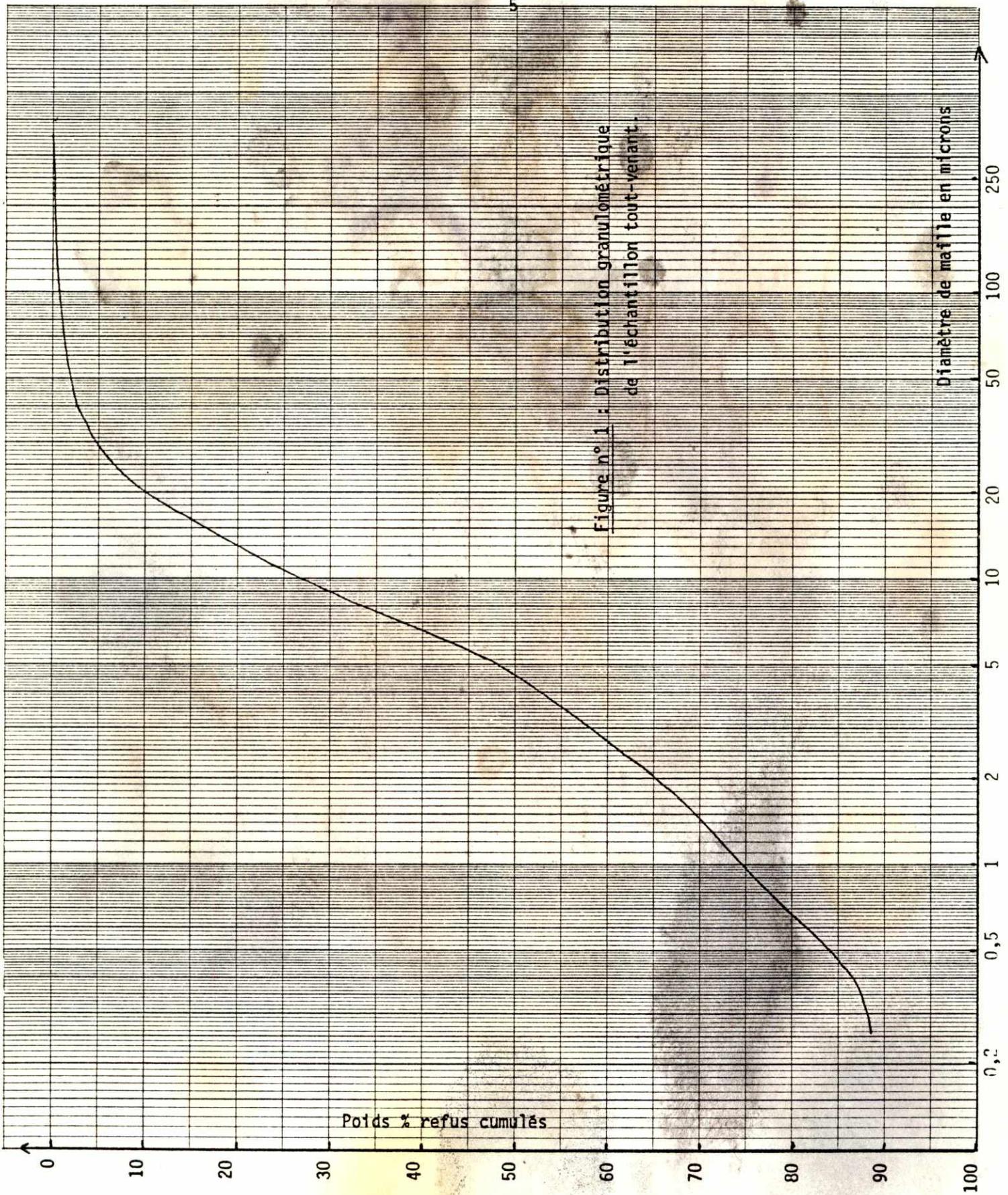


Figure n° 1 : Distribution granulométrique de l'échantillon tout-venant.

Poids % refus cumulés

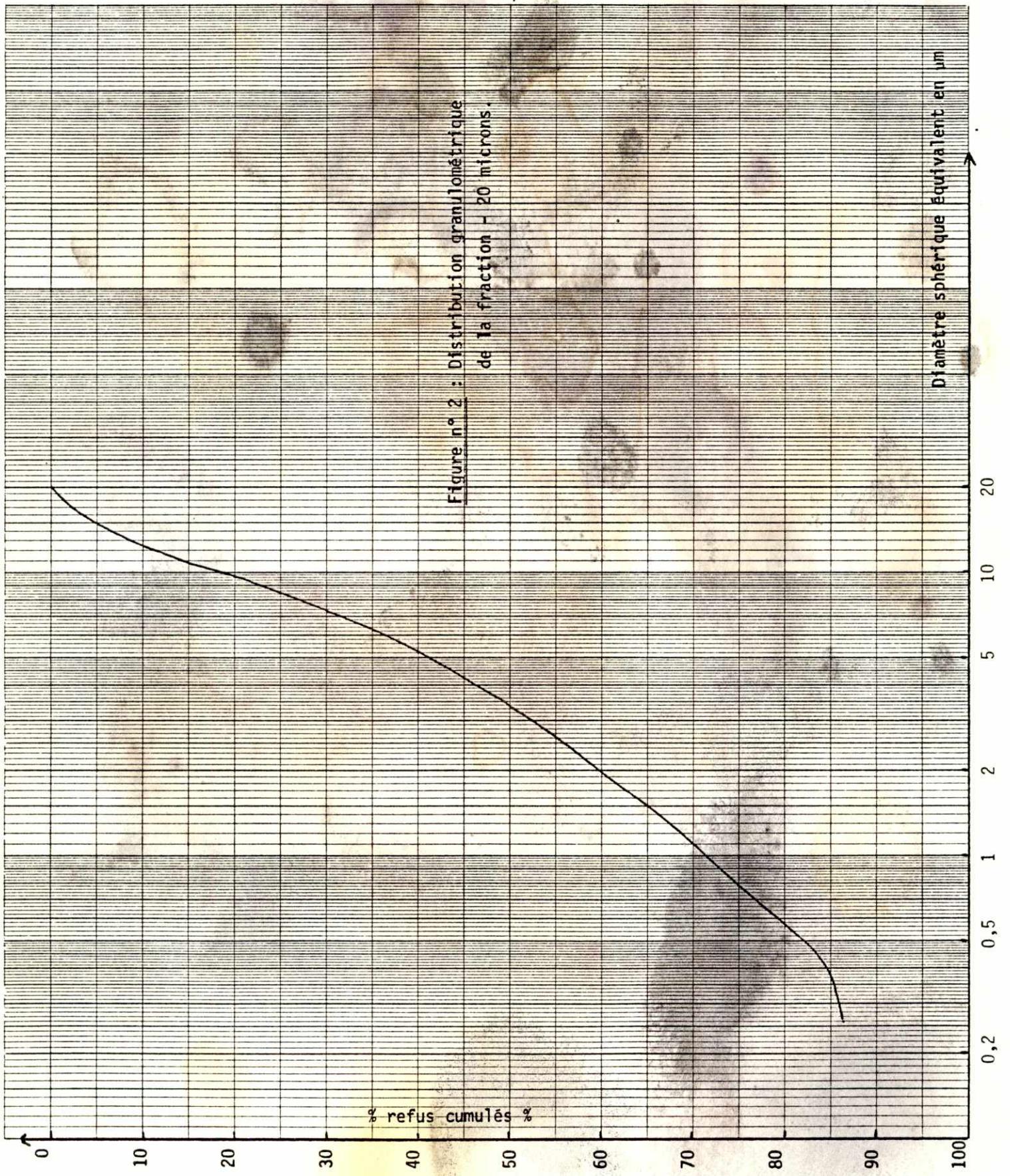
Diamètre de maille en microns

La distribution granulométrique de la fraction - 20 microns est présentée au *tableau n° 3* et *figure n° 2* ci-après :

Diamètre sphérique équivalent en $\mu\text{m}$	Poids % refus cumulés
20	0,07
10	18,26
5	42,56
2,00	62,02
1,62	62,89
1,05	70,11
0,67	73,94
0,42	85,37
0,26	86,87

Tableau n° 3 : Distribution granulométrique de la fraction - 20 microns.

Figure n° 2 : Distribution granulométrique de la fraction - 20 microns.



Diamètre sphérique équivalent en µm

% refus cumulés %

#### 4. MESURE DES PROPRIETES RHEOLOGIQUES DE LA FRACTION - 20 MICRONS.

Compte tenu de la faible proportion de matière dans la fraction granulométrique 40-20  $\mu\text{m}$  (7,43 %), les essais préliminaires ont été réalisés uniquement sur la fraction - 20  $\mu\text{m}$ .

La suspension aqueuse, à forte concentration en solide, est préparée selon le mode opératoire suivant:

Le kaolin sec est incorporé progressivement (20 à 25 min) dans l'eau déminéralisée additionnée de  $(\text{NaPO}_3)_6$  comme défloculant à la dose de 3 kg/t de matière sèche, sous agitation créée par un agitateur à deux turbines inversées Rayneri tournant à 500 t.p.m. dans un bêcher de 400  $\text{cm}^3$  forme basse. Le pH est ajusté entre 8 et 8,5 par addition de NaOH.

La dispersion est effectuée à 1200 t.p.m. pendant 30 min, et la concentration en solide contrôlée par mesure de l'extrait sec après séchage à 105° C. Avant la mesure, la suspension repose pendant 24 heures dans une enceinte étanche à 25° C et 99 % d'humidité relative.

Les caractéristiques rhéologiques ont été déterminées à l'aide d'un viscosimètre à cylindres coaxiaux Rhéomat 15. Un intervalle de 30 secondes a été maintenu entre chaque changement de vitesse à la montée comme à la descente.

Le rhéogramme exprimant la tension de cisaillement en fonction du gradient de vitesse est reporté à la *figure n° 3* ci-après.

Les mesures ont été réalisées sur une pulpe de concentration en solide de 65,7 %.

Dans ces conditions, la viscosité apparente est de 101 cp pour un gradient de vitesse de 43,36  $\text{sec}^{-1}$  et la viscosité plastique est de 147 cp.

Ces caractéristiques rhéologiques en suspension aqueuse concentrée de la fraction - 20  $\mu\text{m}$  s'avèrent favorables et peu différentes de celles d'un kaolin céramique (Arvor) : en granularité - 40  $\mu\text{m}$  ou - 20  $\mu\text{m}$ , il possède une viscosité en suspension à 65-66 % de solide, comprise entre 100 et 500 cp pour un gradient de vitesse de 44  $\text{sec}^{-1}$ .

Substance: Fraction - 20  $\mu\text{m}$

Température: <sup>9</sup>

Date:

Système de mesure: MSB

Rhéogramme No.:

Signature:

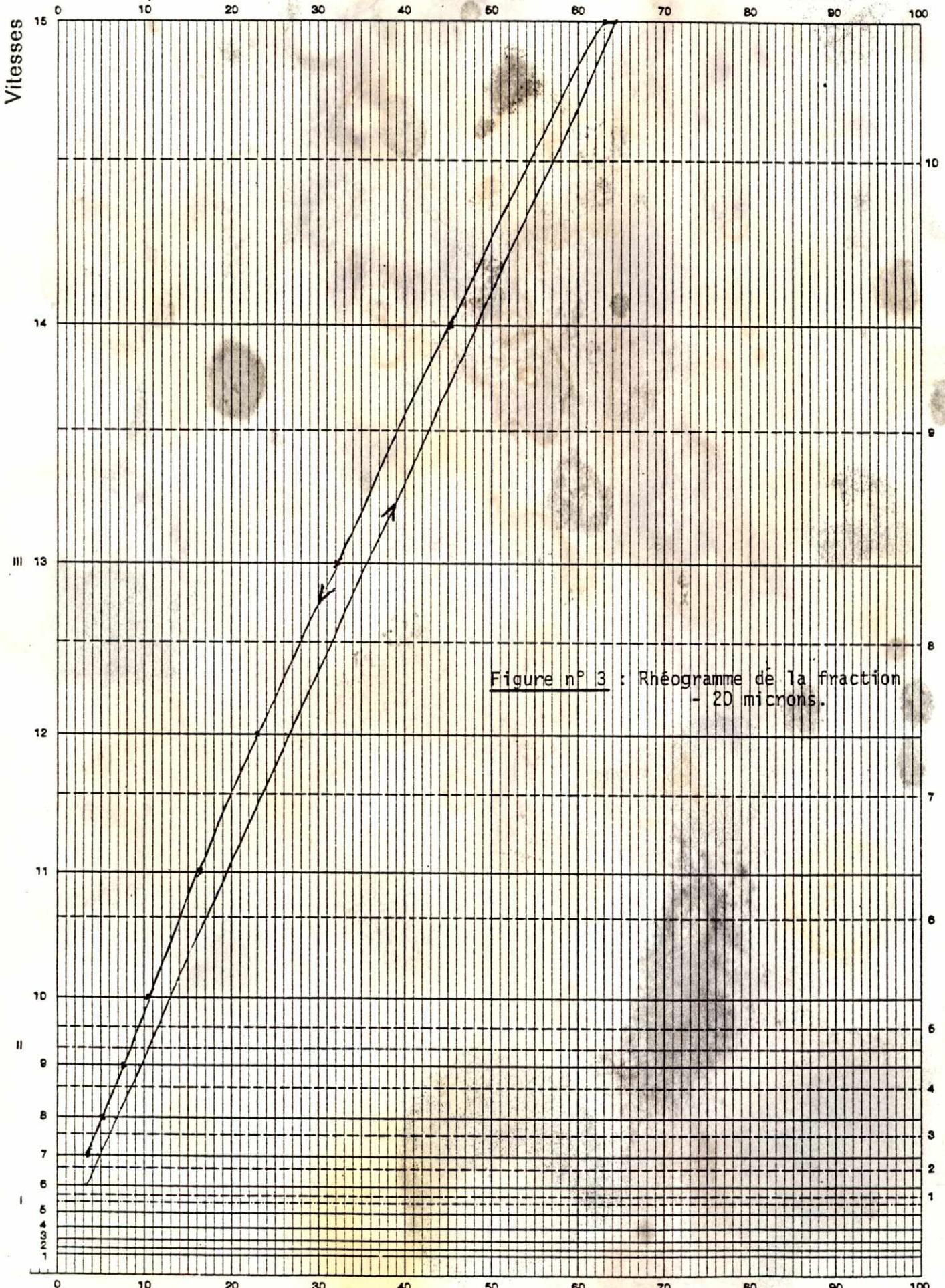


Figure n° 3 : Rhéogramme de la fraction - 20 microns.

Caractéristique 4601-657 f

## 5. FACONNAGE DE BARRETTES ET MESURES DE LEURS CARACTERISTIQUES.

A partir de la fraction - 20  $\mu\text{m}$ , une pâte à environ 25 % d'humidité a été préparée au malaxeur Werner et des barrettes ont été confectionnées à l'aide d'une étireuse sous vide.

Après séchage en étuve à 105° C, des cuissons entre 1100 et 1300° C ont été réalisées dans un four électrique à mouffle programmé comme suit :

- vitesse montée en  $\theta$  : 120°/h
- palier de 90 min à la  $\theta$  de cuisson
- vitesse descente : 150° C
- balayage air : 0,5 m<sup>3</sup>/h.

Le tableau n° 4 ci-après regroupe les caractéristiques des barrettes à chaque température de cuisson.

$\theta$ ° C	Retrait cuisson % sec	Perte au feu % cuit	Absorption eau % cuit	Aspect
1100	6,65	13,25	19,13	fissuré rose pâle, arrêtes blanches jaunes
1150	8,46	13,25	13,65	idem.
1200	9,10	13,29	7,00	jaunes, arrêtes + foncées fissurés
1250	9,80	13,57	9,51	arrêtes grises jaune fissuré
1300	11,64	13,31	7,04	encore + gris fissurés

Tableau n° 4 : Caractéristiques des échantillons après cuisson.

REMARQUE : Les mesures de résistance mécanique en cru des barrettes n'ont pu être réalisées, car ces dernières présentent, après séchage, une fissuration importante. Ces fissures, en forme de S, mettent en évidence le manque de plasticité du kaolin.

## 6. INTERPRETATION DES RESULTATS ET CONCLUSION.

L'échantillon tout-venant de KOUROUDIAKO renferme une proportion importante de kaolinite : le rapport  $\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$  est voisin de celui d'une kaolinite pure et en particulier pour la fraction - 20 microns.

Ech.	T.V.	- 40 µm	- 20 µm	Kaolinite pure
$\frac{\text{SiO}_2}{\text{Al}_2\text{O}_3}$	1,272	1,248	1,212	1,177

Ceci est confirmé par l'analyse minéralogique en R.X. (kaolinite : très abondante), et par la mesure de la perte au feu qui est supérieure à 13 % (perte au feu théorique de la kaolinite pure : 14 %).

Cependant, la teneur en  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  de cet échantillon est trop importante (3,31 % sur le T.V.) pour une quelconque utilisation, que ce soit en céramique, en réfractaire ou comme charge, même si une partie du fer est éliminée dans la fraction + 20 µm.

La majeure partie de ce fer se trouve sous forme d'hydroxydes, ce qui nécessiterait, pour les éliminer, une phase de blanchiment par attaque chimique réductrice, mais compte tenu des teneurs élevées en  $\text{Fe}_2\text{O}_3$ , ce procédé n'est pas envisageable industriellement. Il faudrait pouvoir obtenir une fraction - 20 µm ou - 5 µm avec une teneur  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  voisine de 1-1,5 % pour que ce procédé puisse être testé.

Néanmoins, il faut noter que les autres caractéristiques de cet échantillon sont favorables, en particulier :

- la répartition granulométrique de l'échantillon tout-venant met en évidence une proportion importante de fraction fine - 5 µm : > 50 %,
- les propriétés rhéologiques de la fraction - 20 µm sont très bonnes et si ce n'était la teneur trop élevée en  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  (donc la couleur du produit), l'utilisation de ce produit comme charge ou en couchage papier aurait été envisagée.

Avant de conclure négativement, d'une façon définitive, quant à une utilisation possible de cet échantillon de kaolin de KOUROUDIAKO, il serait intéressant de savoir si, dans cette même région, il ne serait pas possible de trouver un produit de même qualité, mais avec une teneur  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  plus faible (1 à 1,5 %), ce qui justifierait alors d'étudier la répartition du fer en fonction de la distribution granulométrique et permettrait de réaliser quelques essais de blanchiment chimique, procédé permettant d'attaquer le fer extractible, c'est-à-dire non lié au réseau de la kaolinite et ainsi, d'améliorer l'indice de blancheur du produit.