

ministère
de l'Équipement
des Transports
du Logement
du Tourisme
et de la Mer



centre d'Études
techniques
de l'Équipement

CETE
Méditerranée

**EXAMEN DES POSSIBILITES
D'UTILISATION DU SABLE DE
CYCLONAGE DES OCRES**

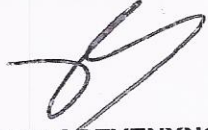
Dossier N°: 19563/01


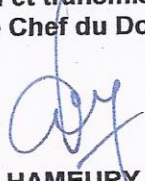
Laboratoire Régional
Service Matériaux de Chaussées

Destinataire :

SOCIETE DES OCRES DE FRANCE
526, avenue Victor Hugo
BP 18
84401 – APT cedex
A l'attention de M.GUIGOU

Service Matériaux de Chaussées : 1 ex

Réf : PG – E.2003/250
Le : 18 DEC. 2003
Vérifié par le Chef de Service Matériaux de Chaussées :
 P. VAN GREVENYNGHE

Auteur (s) du rapport :
 P. GENTILINI
Vu et transmis, Le Chef du Domaine Chaussées
 O. HAMEURY

Sommaire

I - Caractéristiques de l'échantillon de sable analysé

- I.1 - Masse volumique et coefficient d'absorption en eau
- I.2 - Résistance mécanique
- I.3 - Granularité
- I.4 - Pollution argileuse
- I.5 - Coloration

II - Pistes d'utilisation examinées

- II.1 - Utilisation en remblais et couches de forme - Guide Technique pour la réalisation des Remblais et des couches de forme (GTR) et norme P 11-300
- II.2 - Tranchées norme NF P 98-331
- II.3 - Matériaux pour lit de pose - Ouvrage d'assainissement fascicule n ° 70 du CCTG
- II.4 - Matériaux pour lit de pose et enrobage des canalisations - Cahier des Clauses Techniques Particulières France Télécom édition 1991
- II.5 - Granulats pour mortiers - norme NF EN 13139
- II.6 - Couches d'assises - Sables traités aux liants hydrauliques et pouzzolaniques - norme NF P 18-113
- II.7 - Sols sportifs
- II.8 - Asphalte coulé pour étanchéité - norme NF EN 12970
- II.9 - Asphaltes coulés pour trottoirs et pour couches de roulements - norme NF EN 98-145
- II.10 - Dispositifs d'assainissement autonome - Maison d'habitation individuelle - norme XP P 16-603
- II.11 - Autres utilisations possibles

A la demande de la société des Ocres de France, nous avons mesuré les principales caractéristiques d'un échantillon de sable obtenu par cyclonage et recherché les principales pistes de valorisation.

I - Caractéristiques de l'échantillon de sable analysé

I.1 - Masse volumique et coefficient d'absorption en eau

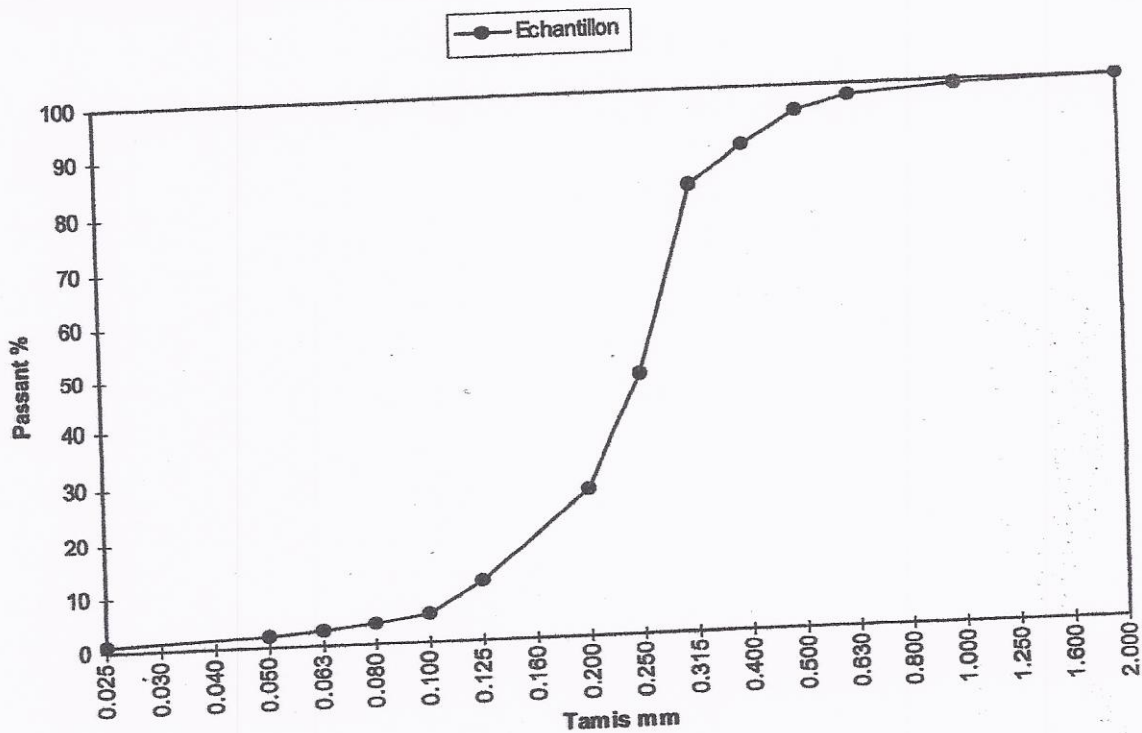
- Masse volumique réelle MVR = 2.70 g/cm³
- Coefficient d'absorption en eau Ab = 0.1%

I.2 - Résistance mécanique

- Coefficient de friabilité des sables FS = 17

I.3 - Granularité

Tamis mm	0.025	0.05	0.063	0.08	0.1	0.2	0.315	0.4	0.5	0.63	1.0	2.0
Passant %	1.2	2.1	2.8	3.8	5.4	27.1	82.3	89.2	95.3	97.9	99.4	100



L'échantillon analysé correspond à une classe granulaire 0/0.5.

I.4 - Pollution argileuse

I.4.1 - Evaluation de la quantité

Classe granulaire	Proportion de 0 /25 µm argile* + limons fin et moyen	Proportion de 0/63 µm argile + limons fin moyen et grossier
échantillon	1.2 %	2.8 %

*Norme XP P 94 011 - argile : fraction inférieure à 2 µm

I.4.2 - Mesure de la réactivité des argiles à l'essai au bleu de méthylène

Valeur de bleu de méthylène mesurée sur la fraction : $V_{B0/2} = V_{B0/D} = 0.72 \text{ g/kg}$

Valeur de bleu sol VBS estimée : $VBS = 0.1 V_{B0/D} = 0.07 \text{ g/100g}$

I.5 - Coloration

Les paramètres de la coloration du sable ont été obtenus à l'aide d'un chromamètre

Paramètres	Valeurs mesurées sur l'échantillon de sable humide teneur en eau à 8%**
Réflexion : Y	17.1%
Indice de clarté : L*	48.4
Teinte axe rouge-vert : a*	+17.8
Teinte axe jaune-bleu : b*	+42.0
Saturation : c*	45.7

** conditions de mesures définies dans la norme XP P 90-110 - Coloration des chapes de terrains de tennis

II - Pistes d'utilisation examinées

II.1 - Utilisation en remblais et couches de forme - Guide Technique pour la réalisation des Remblais et des couches de Forme (GTR) et norme P 11-300

Paramètres	Caractéristiques de la classe D11	Valeurs mesurées sur l'échantillon de sable
Valeur de bleu sois	$VBS \leq 0.1 \text{ g/100g}$	$VBS = 0.07 \text{ g/100g}$
Passant à 80 µm	Passant à 80µm $\leq 12\%$	Passant à 80µm = 2.8%
D max*	D max = 50 mm	Dmax = 0.5 mm
Passant à 2 mm	Passant à 2 mm $> 70\%$	Passant à 2 mm = 100%
Friabilité des sables	FS ≤ 60	FS = 17

*Suivant la norme P 11-300, Dmax est équivalent au D_{95} du sol

L'échantillon de sable analysé se classe en catégorie D11 de la norme NF P 11 300 et du GTR.

Bien qu'insensibles à l'eau, les sols de classe D11 sont néanmoins peu traficables du fait de leur finesse et de leur uniformité granulaire. Ils sont constitués de grains résistants qui autorisent leur emploi en couche de forme après leur avoir fait subir une correction granulométrique ou un traitement avec un liant hydraulique.

II.2 - Tranchées norme NF P 98-331

Les matériaux de classe D11 de la norme P 11-300 sont utilisables en parties inférieure et supérieure de remblai. Compte tenu de la granularité du matériau analysé son utilisation en remblayage des tranchées (parties inférieure et supérieure) est possible sous réserve que le matériau enclavant soit suffisant fermé pour empêcher la migration des grains du sable.

II.3 - Matériaux pour lit de pose - Ouvrage d'assainissement fascicule n ° 70 du CCTG

	Exigences pour matériaux pour lit de pose pour terrain non aquifère	Valeurs mesurées sur l'échantillon de sable
Granularité	Passant à 0.1 mm < 5%	Passant à 0.1 mm = 5.4%
	Pas d'élément supérieur à 30 mm	Passant à 2 mm = 100%
Facteur d'uniformité $C_u = D_{60}/D_{10}$	$C_u < 4$	D10 = 0.125 mm et D60 = 0.280 mm $C_u = 2.2$
Facteur de courbure $C_c = (D_{30})^2/(D_{10} \times D_{60})$	$1 < C_c < 3$	D30 = 0.200 mm $C_c = 1.1$

Bien que l'échantillon de sable analysé présente un passant à 0.1mm légèrement supérieur à la limite spécifiée, en terrain non aquifère et sous réserve que le matériau enclavant soit suffisamment fermé, son utilisation en tant que matériau pour lit de pose est possible.

II.4 - Matériaux pour lit de pose et enrobage des canalisations - Cahier des Clauses Techniques Particulières France Télécom édition 1991

Les sables destinés à l'enrobage des canalisations multitubulaires allégées ou des câbles enterrés sont des sables de rivière ou de carrière, de classe D1 ou B1, dont les grains sont de dimensions inférieures ou égales à 3.15 mm et dont le pourcentage en poids de tamisat au travers du tamis de 0.4 mm ne doit pas être supérieur à 50%.

L'échantillon de sable analysé n'est pas conforme au CCTP France Télécom, sa teneur en éléments inférieurs à 0.4 mm est trop importante (environ 89% de passant, pour un maximum exigé de 50%).

II.5 - Granulats pour mortiers - norme NF EN 13139

Paramètres	Exigences ou catégories de la norme NF EN 13139	Valeurs mesurées sur l'échantillon de sable
Passant à D	85 % à 99% (si le passant est > à 99%, le producteur doit documenter et déclarer la granularité type) 100% pour les mortiers en couche mince (0/1)	Passant à 1 mm = 99.4%
Finesse en fonction du pourcentage de passant à 0.5 mm	Classe FP(55% à 100%)	Passant à 0.5 mm = 95%
Finesse en fonction du module de finesse	Classe FF(0.6 à 2.1) (F : sable fin)	FM = 1.46
Teneur en fines	Catégorie 1 : $\leq 3\%$ Catégorie 2 : $\leq 5\%$	Passant à 63 μm = 2.8 %
Masse volumique réelle	Pas de catégorie : Valeur déclarée	MVR = 2.70 g/cm ³
Absorption en eau	Pas de catégorie : Valeur déclarée	Ab = 0.1%

Catégories de teneur en fines	Utilisation en fonction de la catégorie	Types de granulats roches concassées ou meubles
Category 1	Mortiers pour chapes et planchers, mortiers projetés, mortiers pour réparation, mortiers de joint	Tous les granulats
Category 2	Mortiers pour enduits	Tous les granulats

L'échantillon de sable analysé rentre dans la catégorie 1 des sables pour mortiers.

Une utilisation en tant que sable pour mortiers est envisageable sous réserve :

- 1 : d'éliminer les échappés au dessus de 1 mm,
- 2 : en cas d'utilisation de ciment, de vérifier qu'il n'y pas une augmentation du temps de prise du mortier supérieure à 120 minutes et une réduction de la résistance en compression des éprouvettes de mortier supérieure à 20% à 28 jours.

II.6 - Couches d'assises - Sables traités aux liants hydrauliques et pouzzolaniques - norme NF P 18-113

Classement du sable suivant la norme NF P 18-113

Caractéristiques	Classe de la norme NF P 18-113	Résultat obtenu sur l'échantillon de sable
Granularité	Passant à 80 μm < 35% Passant à 0.5 mm > 75% catégorie sable fin	Passant à 80 μm = 3.8% Passant à 0.5 mm = 95.3%
Valeur de bleu sols VBS	VBS ≤ 0.2 Classe PR1 (sable propre)	VBS = 0.07

L'échantillon analysé correspond au sens de la norme NF P 98-113 à un sable fin propre.

Deux types d'emploi sont envisageables :

- utilisation du sablon corrigé par un sable correcteur granulométrique et traité par un liant hydraulique
- utilisation du sablon comme correcteur granulométrique de certains sables traités par un liant hydraulique

II.7 - Soils sportifs

II.7.1 - Terrains de grands jeux stabilisés mécaniquement - norme XP P 90-111

Utilisation comme sable correcteur des sables pour chapes monocomposant ou polycomposant (mélange terre/sable).

Caractéristiques du mélange sable correcteur/sable ou terre/sable

Paramètres	Spécifications
Refus à 2 mm	entre 25% et 30%
Passant à 80 µm	entre 15% et 23%
friabilité	≤ 40 si passant à 80 µm entre 21% et 23% ≤ 42 si passant à 80 µm entre 15% et 21%
Perméabilité	≥ 2 10 ⁻⁶ m.s ⁻¹

II.7.2 - Terrains de tennis - Coloration de la chape - normes XP P 90-110

Les chapes sont colorées en saupoudrant de la brique pilée.

II.7.2.a - Caractéristiques de la brique pilée

Paramètres	Coloration des chapes Spécifications	Valeurs mesurées sur l'échantillon de sable
friabilité	< 70	17
Valeur de bleu VBF	≤ 10 g/kg	4.1g/kg

II.7.2.b - Coloration de la chape

Paramètres	XP P 90-110 art 5.3 coloration des chapes - Spécifications après coloration	Valeurs mesurées sur l'échantillon de sable (teneur en eau 8%)
Réflexion : Y	9% ≤ Y ≤ 13%	17.1%
Indice de clarté : L*	36 ≤ L* ≤ 43	48.4
Teinte axe rouge-vert : a*	24 ≤ a* ≤ 30	+17.8
Teinte axe jaune-bleu : b*	27 ≤ b* ≤ 33	+42.0
Saturation : c*	37 ≤ c* ≤ 42	45.7

La coloration de l'échantillon de sable analysé n'est pas conforme aux spécifications de la norme XP P 90-110.

II.8 - Asphalte coulé pour étanchéité - norme NF EN 12970

Paragraphe 4 Caractéristiques des composants - article 4.3.3 granulats fins (sable) :
 Granulats conformes, le cas échéant à la norme NF EN 13043

Composition des mastics d'asphalte (% en masse)

Composants	Type 1 : mastic d'asphalte à base de fines
Fines	25% à 60%
Granulats fins	40% à 75%
Teneur en liant bitumineux (teneur en bitume soluble rapportée à la masse totale du produits fini)	13% à 22%
Type de bitume	20/30 à 160/220 ou bitume modifié par polymère

Norme NF EN 13043 - Exigences pour les sables

Dimension	Caractéristiques ou catégories	Résultat obtenu sur l'échantillon de sable
$D \leq 2 \text{ mm}$	$D = 1 \text{ mm}$ ou 2 mm	$D = 1 \text{ mm}$
2D	passant = 100%	Passant à 2 mm = 100%
D	passant entre 85% et 99%	Passant à 1 mm = 99.4%
Teneur en fines	Passant à $63 \mu\text{m} \leq 3\%$ - f_3 Passant à $63 \mu\text{m} \leq 10\%$ - f_{10} Passant à $63 \mu\text{m} \leq 16\%$ - f_{16} Passant à $63 \mu\text{m} \leq 22\%$ - f_{22} Passant à $63 \mu\text{m} > 22\%$ - $f_{\text{déclarée}}$	Passant à $63 \mu\text{m} = 2.8\%$ catégorie f_3

L'échantillon de sable analysé présente un passant à 1 mm légèrement supérieur à la limite supérieure.

II.9 - Asphaltes coulés pour trottoirs et pour couches de roulement - norme NF EN 98-145

Paragraphe 6 Caractéristiques des constituants - article 6.1.1 sables .

Classes granulaires possibles pour les sables : 0/2, 0/4 et 0/6.3

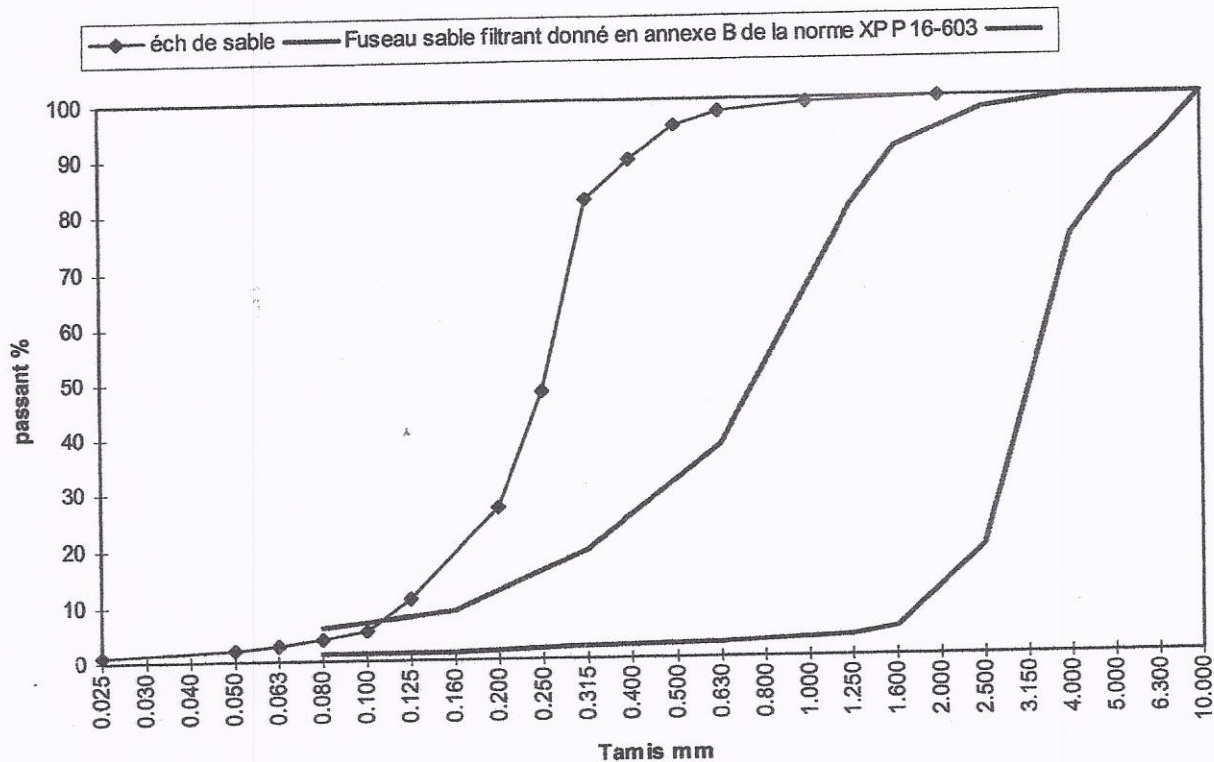
Choix des sables : on utilise soit des sables roulés, soit des sables dont le passant à $80 \mu\text{m}$ est inférieur à 4%.

Compte tenu que l'échantillon de sable analysé ne possède pas une granularité conforme, son utilisation est uniquement possible en tant que sable correcteur.

II.10 - Dispositifs d'assainissement autonome - Maison d'habitation individuelle - norme XP P 16-603

Exigences pour sable filtrant définies dans la norme XP P 16-603 :

Le sable utilisé pour reconstituer le sol épurateur est siliceux et stable à l'eau. Sa courbe granulométrique s'inscrit dans le fuseau donné en annexe B de la norme XP P 16-603.



L'échantillon de sable analysé possède une courbe granulométrique qui ne respecte pas le fuseau des sables filtrants défini dans la norme XP P 16-603.

II.11 - Autres utilisations possibles

Traité avec un liant hydraulique, il peut entrer dans la composition d'un coulis pour remblayer les cavités