

Réf : 10DTE0580-I002-010 Technicien : Jérôme BOTTAZZO Date : 23/11/2010

De : Didier KURTZ à : Dominique REB

S/C de : Jacky LOREAU

Validé par : Matthieu WALLEZ

Copie à : Irène LAISSY

Compte rendu

Objet : Aménagement du Parvis de la Gare - Bezannes
Sable Stabilisé

Dans le cadre de l'aménagement du parvis de la gare de Bezannes, à la demande de l'agence Eurovia Reims, le laboratoire Eurovia de Woippy a réalisé une étude de formulation de sable stabilisé à partir du sable 0/6.3 CF Moroni provenant de la carrière d'Orconte.

OBJECTIFS

12% < passant à 0.080 mm < 15% sur la courbe de mélange

$I_{CBR} \geq 20$

$I_{CBR} \geq IPI$

$IPI > 25$

$R_{c\ 28\ jours} \geq 3\ Mpa$

$R_{it\ 28\ jours} \geq 0.25\ Mpa$

$R_{ci} / R_{c\ 60\ jours} \geq 0.80$

DEROULEMENT DE L'ETUDE

- Caractérisation du sable 0/6.3 CF Moroni Orconte
- Etablissement des courbes proctor normal + IPI sur les mélanges suivants :
 - Sable traité à 7% de Stabex
 - Sable traité à 7% d'Ecotabil
 - Sable traité à 4% de FPL1
- Mesures des I_{CBR} et des gonflements volumiques après 4 jours d'immersion à 20°C sur les mélanges suivants :
 - Sable traité à 7% de Stabex
 - Sable traité à 7% d'Ecotabil
 - Sable traité à 4% de FPL1
- Mesures des performances mécaniques sur les mélanges suivants :
 - Sable traité à 6% et à 8% de Stabex
 - Sable traité à 6% et à 8% d'Ecotabil
 - Sable traité à 4% et à 6% de FPL1
- Mesures des perméabilités après 7 jours de mûrissement sur les mélanges suivants :
 - Sable traité à 7% de Stabex
 - Sable traité à 7% d'Ecotabil
 - Sable traité à 5% de FPL1

CARACTERISATION DU SABLE

Les essais suivants ont été réalisés :

- Analyse granulométrique selon *NF EN 933-1*
- Teneur en eau selon *NF EN 1097-5*
- Valeur au bleu sol selon *NF P 94068*
- Qualification des fines – essai au bleu de méthylène selon *NF EN 933-9*
- Mesure de la masse volumique réelle et de l'absorption de l'eau selon *NF EN 1097-6 (art.9)*

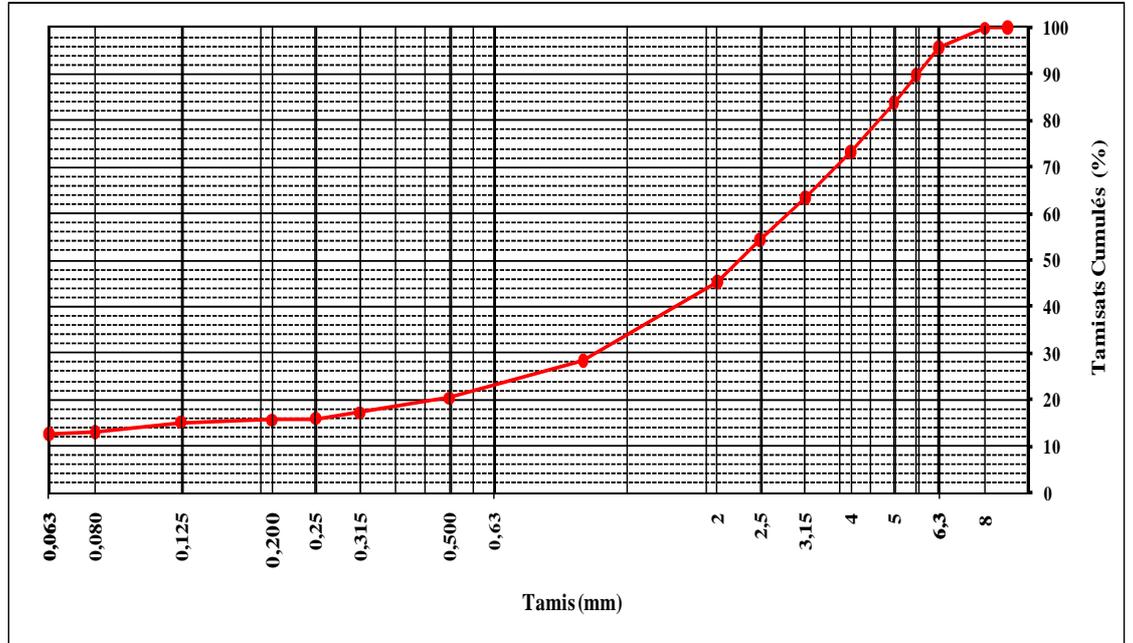
Le sable est classée code a selon *XP P 18-545 art. 8*

Voir le détail des mesures ci-dessous

SABLE TRAITE AU STABEX

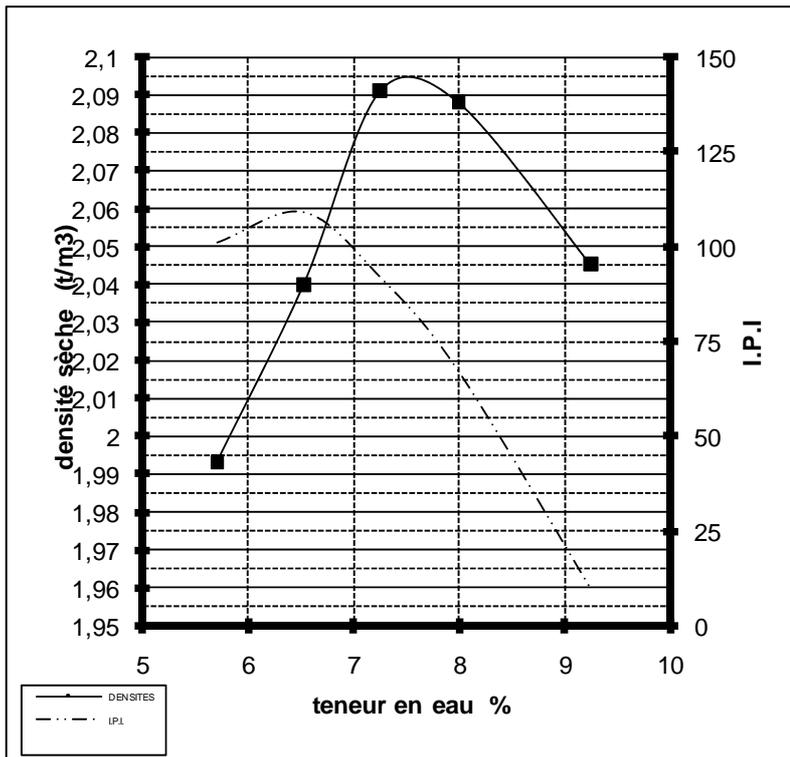
✓ Courbe granulométrique sur mélange traité à 7% de Stabex

Tamis (mm)	Passant (%)
10	100
8	99.8
6.3	95.7
5	83.9
4	73.2
3.15	63.4
2	45.3
1	28.3
0.5	20.3
0.315	17.1
0.250	15.9
0.200	15.6
0.125	15.1
0.080	13
0.063	12.6



✓ Courbe proctor normal + IPI

L'essai a été réalisé sur le mélange traité à 7% de Stabex selon les normes *NF P 94093* et *NF P 94078*



Densité sèche max = 2.095 Mg/m³
 Teneur en eau optimale = 7.5%
 Densité humide à l'optimum = 2.25 Mg/m³
 IPI à l'optimum = 85

✓ **Mesure de l' I_{CBR} et du gonflement volumique après 4 jours d'immersion à 20°C**

L'essai a été réalisé sur le mélange traité à 7% de Stabex

GV = 0.00%

I_{CBR} = 312

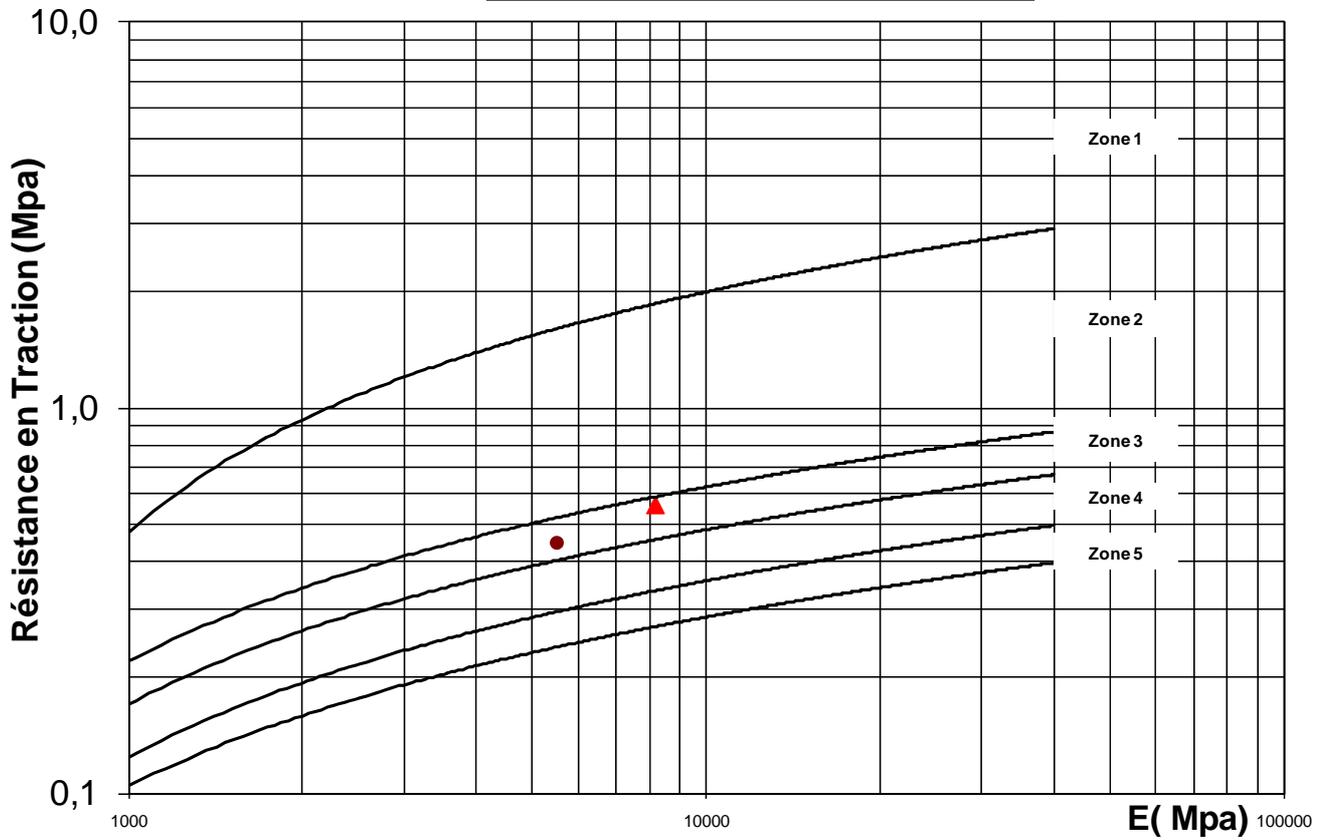
✓ **Mesure des performances mécaniques**

La mesure du couple R_t/E_t a été faite sur des éprouvettes 5*5 cylindriques moulées à 96% de l'OPN et à W_{OPN} aux échéances 7 jours, 28 jours, 90 jours et 360 jours selon les normes *NF EN 13286-42* et *NF EN 13286-43* sur le sable traité à 6% et à 8% de Stabex.

La mesure du R_c a été faite sur des éprouvettes 5*10 cylindriques moulées à 98.5% de l'OPN et à W_{OPN} aux échéances 7 jours, 28 jours, 60 jours, 90 jours et 360 jours selon la norme *NF EN 13286-41* sur le sable traité à 6% et à 8% de Stabex.

		6% STABEX	8% STABEX
7 jours	Rit (Mpa)	0.26	0.43
	Rt (Mpa) =0.8xRit	0.208	0.344
	Et (Mpa)	5183	5552
	Rc (Mpa)	1.900	3.135
28 jours	Rit (Mpa)	0.56	0.70
	Rt (Mpa) =0.8xRit	0.448	0.559
	Et (Mpa)	5510	8171
	Rc (Mpa)	3.382	4.989
60 jours	Rc (Mpa)		
	Rci (Mpa)		
	Rci / Rc		
90 jours	Rit (Mpa)		
	Rt (Mpa) =0.8xRit		
	Et (Mpa)		
	Rc (Mpa)		
360 jours	Rit (Mpa)		
	Rt (Mpa) =0.8xRit		
	Et (Mpa)		
	Rc (Mpa)		

PERFORMANCES à 28 JOURS



● 90/10 = 0/6 CF MORONI ORCONTE :94 % - STABEX :6% ▲ 92/10 = 0/6 CF MORONI ORCONTE :92 % - STABEX :8%

✓ Mesure de la perméabilité

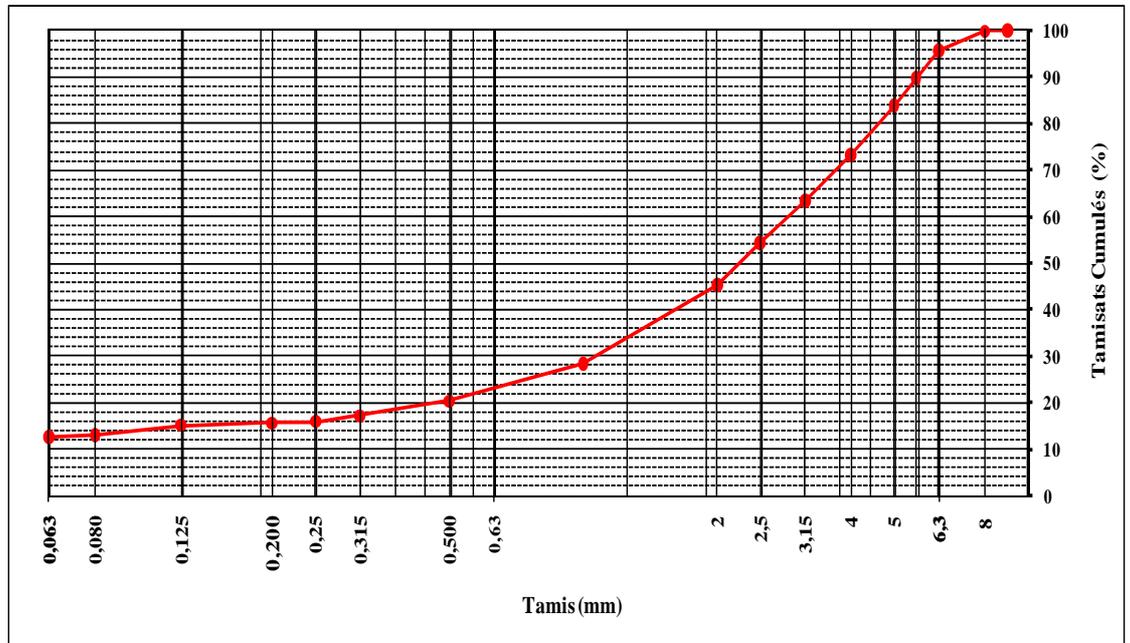
L'essai a été réalisé sur le mélange traité à 7% de Stabex après 7 jours de mûrissement selon la *MEI n°32*

$$K(20^{\circ}\text{C}) = 1.70 \times 10^{-5}$$

SABLE TRAITÉ A L'ECOSTABIL

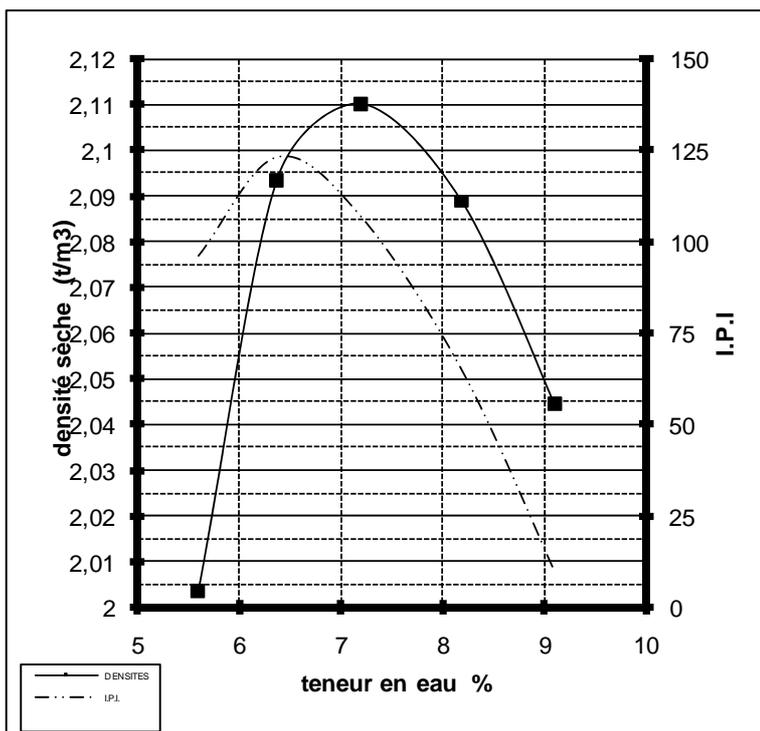
✓ Courbe granulométrique sur mélange traité à 7% d'Ecostabil

Tamis (mm)	Passant (%)
10	100
8	99.8
6.3	95.7
5	83.9
4	73.2
3.15	63.4
2	45.3
1	28.3
0.5	20.3
0.315	17.1
0.250	15.9
0.200	15.6
0.125	15.1
0.080	13
0.063	12.6



✓ Courbe proctor normal + IPI

L'essai a été réalisé sur le mélange traité à 7% d'Ecostabil selon les normes *NF P 94093* et *NF P 94078*



Densité sèche max = 2.11 Mg/m³
 Teneur en eau optimale = 7.2%
 Densité humide à l'optimum = 2.26 Mg/m³
 IPI à l'optimum = 107

✓ **Mesure de l' I_{CBR} et du gonflement volumique après 4 jours d'immersion à 20°C**

L'essai a été réalisé sur le mélange traité à 7% d'Ecostabil.

GV = 0.15%

I_{CBR} = 285

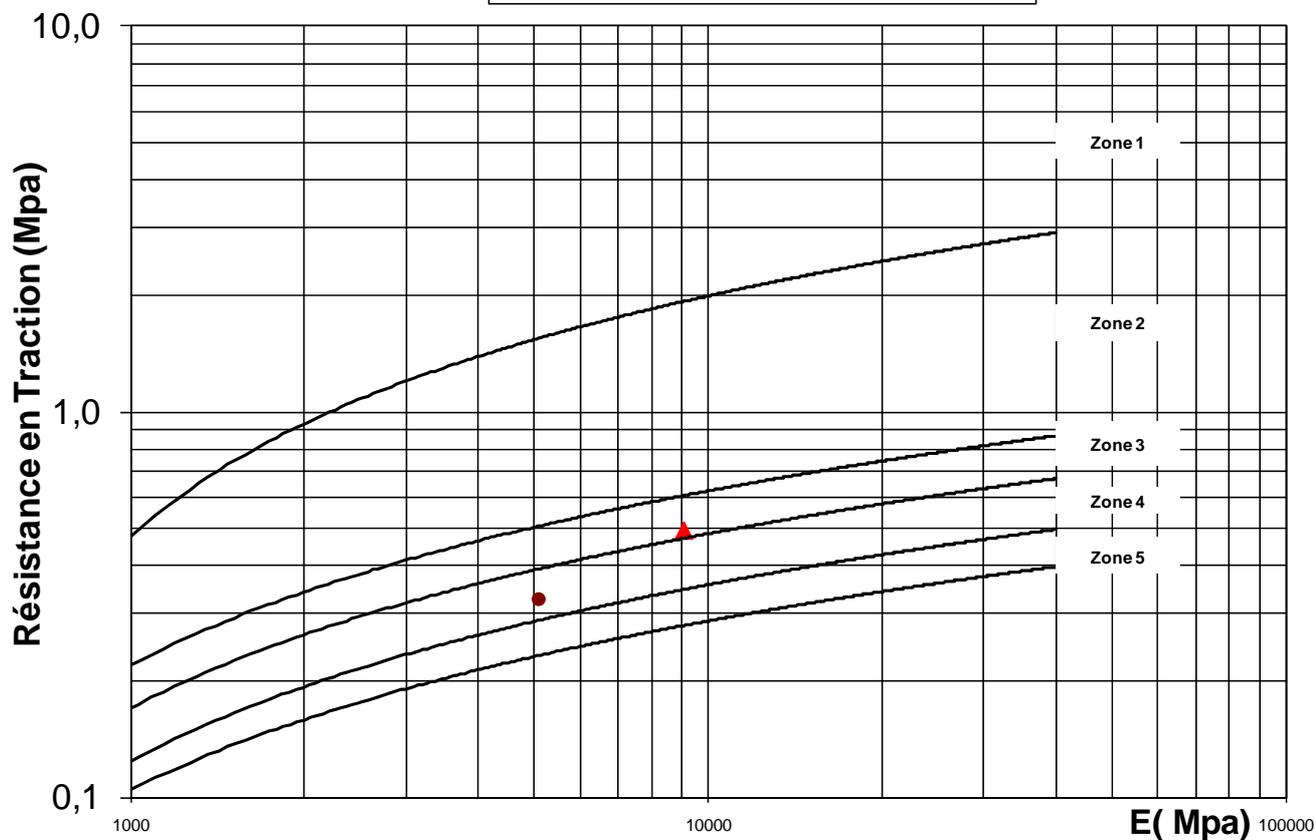
✓ **Mesure des performances mécaniques**

La mesure du couple R_t/E_t a été faite sur des éprouvettes 5*5 cylindriques moulées à 96% de l'OPN et à W_{OPN} aux échéances 7 jours, 28 jours, 90 jours et 360 jours selon les normes *NF EN 13286-42* et *NF EN 13286-43* sur le sable traité à 6% et à 8% d'Ecostabil.

La mesure du R_c a été faite sur des éprouvettes 5*10 cylindriques moulées à 98.5% de l'OPN et à W_{OPN} aux échéances 7 jours, 28 jours, 60 jours, 90 jours et 360 jours selon la norme *NF EN 13286-41* sur le sable traité à 6% et à 8% d'Ecostabil.

		6% ECOSTABIL	8% ECOSTABIL
7 jours	Rit (Mpa)	0.11	0.14
	Rt (Mpa) =0.8xRit	0.089	0.116
	Et (Mpa)	1436	1582
	Rc (Mpa)	0.794	1.272
28 jours	Rit (Mpa)	0.41	0.61
	Rt (Mpa) =0.8xRit	0.326	0.491
	Et (Mpa)	5095	9066
	Rc (Mpa)	2.69	4.10
60 jours	Rc (Mpa)		
	Rci (Mpa)		
	Rci / Rc		
90 jours	Rit (Mpa)		
	Rt (Mpa) =0.8xRit		
	Et (Mpa)		
	Rc (Mpa)		
360 jours	Rit (Mpa)		
	Rt (Mpa) =0.8xRit		
	Et (Mpa)		
	Rc (Mpa)		

PERFORMANCES à 28 JOURS



● 94/10 =0/6 CF MORONI ORCONTE :94 % - ECO STABIL :6%

▲ 96/10 =0/6 CF MORONI ORCONTE :92 % - ECO STABIL :8%

✓ Mesure de la perméabilité

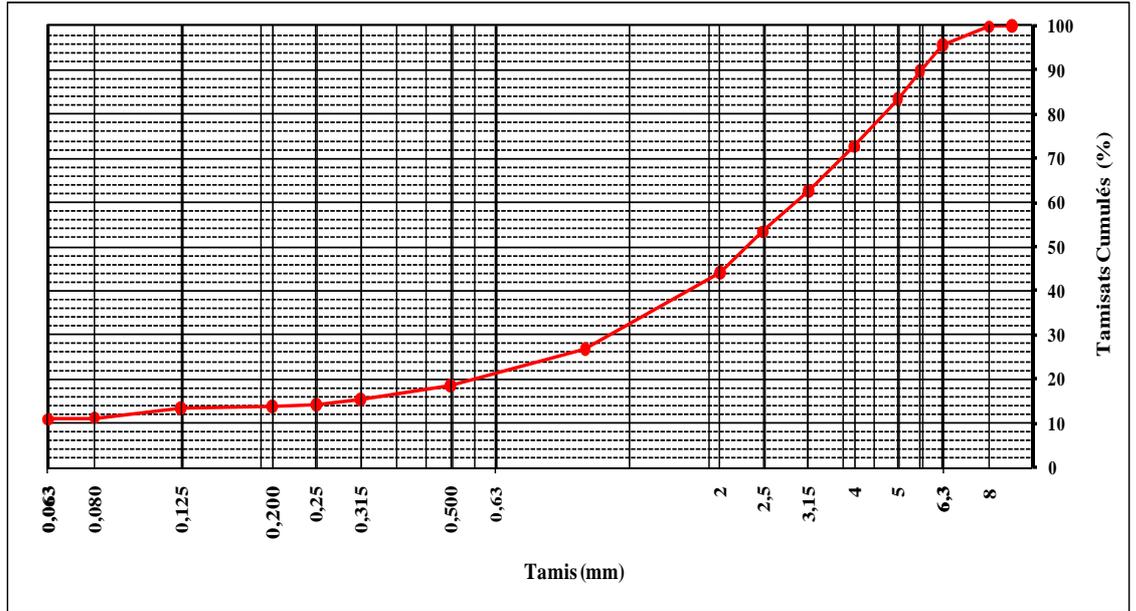
L'essai a été réalisé sur le mélange traité à 7% d'Ecostabil après 7 jours de mûrissement selon la *MEI* n°32

$$K(20^{\circ}\text{C}) = 2.81 \times 10^{-6}$$

SABLE TRAITE AU FPL1

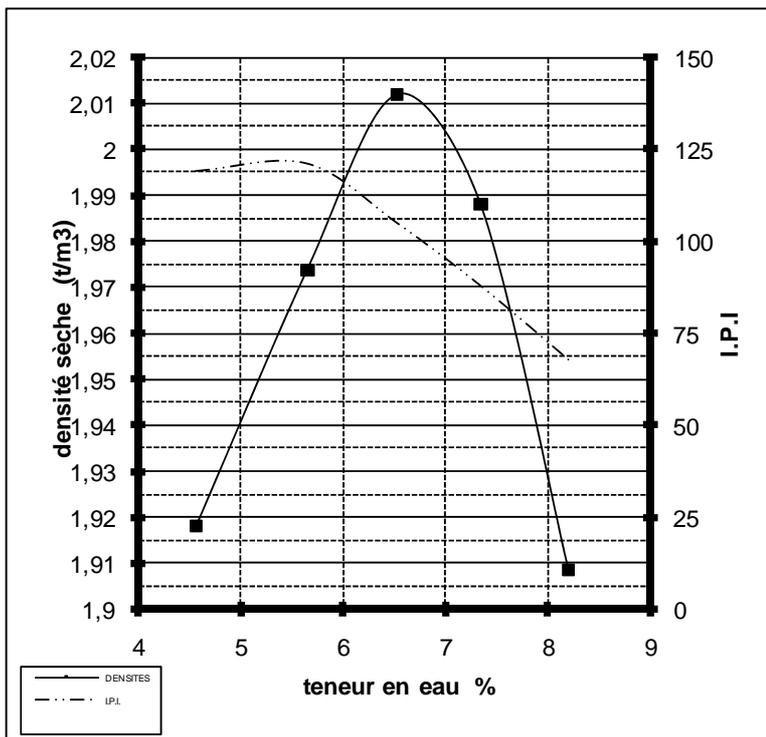
✓ Courbe granulométrique sur mélange traité à 5% de FPL1

Tamis (mm)	Passant (%)
10	100
8	99.8
6.3	95.7
5	83.6
4	72.6
3.15	62.6
2	44.1
1	26.8
0.5	18.6
0.315	15.4
0.250	14.1
0.200	15.6
0.125	15.1
0.080	11.2
0.063	10.8



✓ Courbe proctor normal + IPI

L'essai a été réalisé sur le mélange traité à 4% de FPL1 selon les normes *NF P 94093* et *NF P 94078*



Densité sèche max = 2.012 Mg/m³
 Teneur en eau optimale = 6.5%
 Densité humide à l'optimum = 2.14 Mg/m³
 I.P.I à l'optimum = 105

✓ **Mesure de l' I_{CBR} et du gonflement volumique après 4 jours d'immersion à 20°C**

L'essai a été réalisé sur le mélange traité à 5% de FPL1.

GV = 0.02%

I_{CBR} = 352

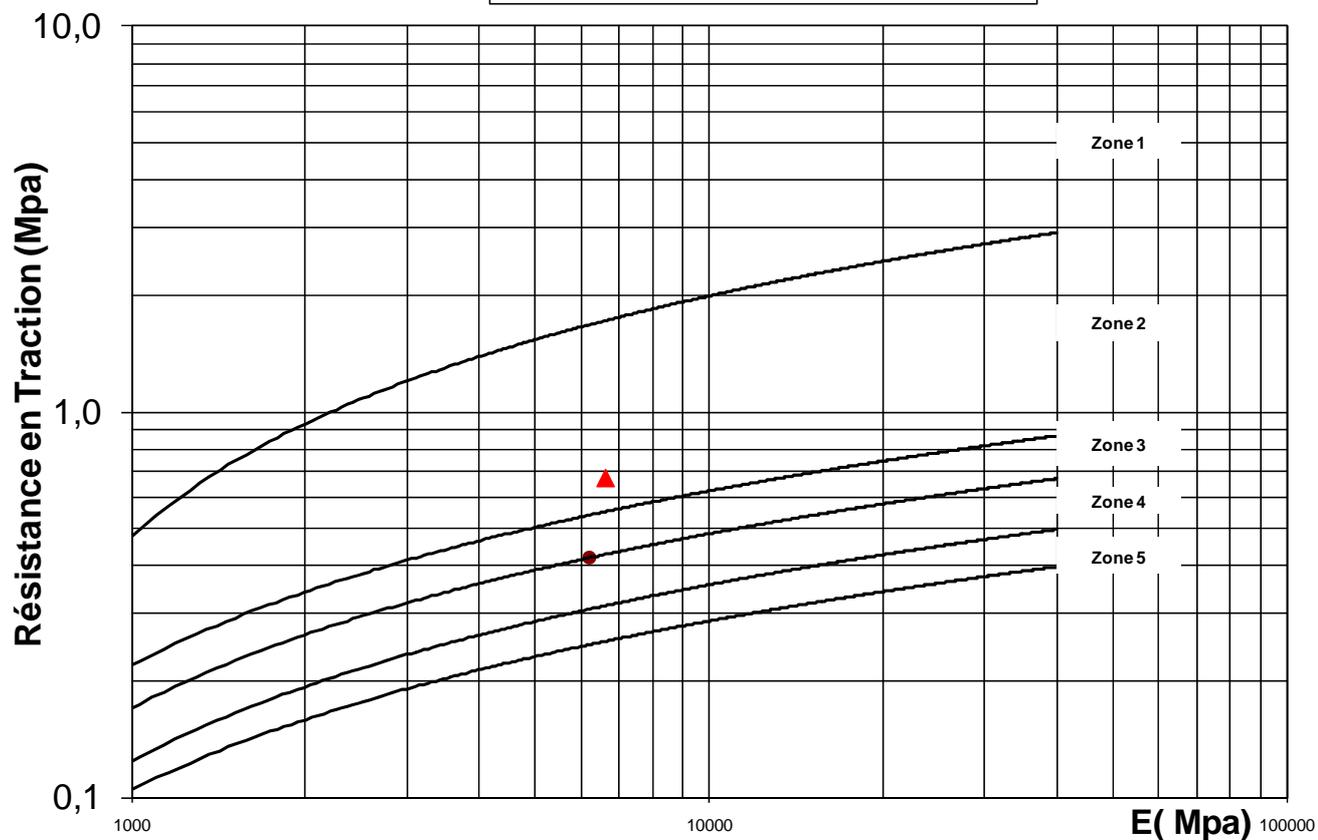
✓ **Mesure des performances mécaniques**

La mesure du couple R_t/E_t a été faite sur des éprouvettes 5*5 cylindriques moulées à 96% de l'OPN et à W_{OPN} aux échéances 7 jours, 28 jours, 90 jours et 360 jours selon les normes *NF EN 13286-42* et *NF EN 13286-43* sur le sable traité à 4% et à 6% de FPL1.

La mesure du R_c a été faite sur des éprouvettes 5*10 cylindriques moulées à 98.5% de l'OPN et à W_{OPN} aux échéances 7 jours, 28 jours, 60 jours, 90 jours et 360 jours selon la norme *NF EN 13286-41* sur le sable traité à 4% et à 6% de FPL1.

		4% FPL1	6% FPL1
7 jours	Rit (Mpa)	0.32	0.43
	Rt (Mpa) =0.8xRit	0.254	0.342
	Et (Mpa)	4846	5125
	Rc (Mpa)	1.752	3.200
28 jours	Rit (Mpa)	0.52	0.84
	Rt (Mpa) =0.8xRit	0.418	0.675
	Et (Mpa)	6224	6619
	Rc (Mpa)	2.64	5.69
60 jours	Rc (Mpa)		
	Rci (Mpa)		
	Rci / Rc		
90 jours	Rit (Mpa)		
	Rt (Mpa) =0.8xRit		
	Et (Mpa)		
	Rc (Mpa)		
360 jours	Rit (Mpa)		
	Rt (Mpa) =0.8xRit		
	Et (Mpa)		
	Rc (Mpa)		

PERFORMANCES à 28 JOURS



● 98/10 =0/6 CF MORONI ORCONTE :96 % - LIGEX FPL1 :4%

▲ 100/10 =0/6 CF MORONI ORCONTE :94 % - LIGEX FPL1 :6%

✓ Mesure de la perméabilité

L'essai a été réalisé sur le mélange traité à 5% de FPL1 après 7 jours de mûrissement selon la *MEI n°32*

$$K(20^{\circ}\text{C}) = 3.24 \times 10^{-6}$$

COMMENTAIRES

La stabilité mécanique est assurée avec tous les liants et dosages envisagés, les gonflements volumiques sont quasiment nuls est la valeur ICBR nettement supérieure à 20.

Les valeurs de perméabilité de l'ordre de 10^{-5} à 10^{-6} m/s correspondent à une capacité d'infiltration du matériau de l'ordre de 0.2 à 1.3 Litres/m²/min.

Pour garantir les objectifs performantiels

Rc_{28 jours} ≥ 3 Mpa

Rit_{28 jours} ≥ 0.25 Mpa

Les dosages suivants sont nécessaires :

- © 7% ECOSTABIL
- © 6% STABEX
- © 5% Ligex FPL1

La tenue à l'eau mesurée à 60 jours le 13 décembre pourra éventuellement faire revoir à la hausse ces dosages mais la probabilité est faible pour que ces dosages soient revus à la hausse.