



## **Conteneurisation de matériaux de dragage dans des géocontainers ® en vue de leur immersion.**

Olivier Briand

*Docteur-ès-sciences, Société Géomer, Marseille*

Denis Gieulles

*Directeur, Société Géomer, Marseille*

Résumé :

La conteneurisation de matériaux dans des structures en géotextiles est un concept qui intéresse de plus en plus les gestionnaires de ports et les administrations concernées par l'évacuation des déblais de dragage. L'immersion de ces déblais de dragage est strictement réglementée et l'autorisation d'immersion au large, de plus en plus rare, surtout lorsque ces matériaux contiennent de fortes concentrations en métaux lourds. La solution de confinement des matériaux pollués, réduit les risques liés à la mobilité des particules du sol immergé. L'utilisation de nappes de confinement a été expérimentée avec succès lors des travaux de dragage du port des Marines de Cogolin en 1995 (Var, France).

### **1. Introduction**

Le concept de conteneurisation de matériaux intéresse de plus en plus les gestionnaires de ports et les administrations concernées par l'évacuation des déblais de dragage. L'immersion de ces déblais de dragage est strictement réglementée et l'autorisation d'immersion au large, de plus en plus rare, surtout lorsque ces matériaux contiennent de fortes concentrations en métaux lourds. En effet, les risques de retour à la côte par mise en suspension de fines au cours du largage ou de contamination des fonds environnants sous l'action des courants, sont importants. Pour pallier à ces inconvénients, la solution de confinement des matériaux pollués, réduit les risques liés à la mobilité des matériaux.

Le cas que nous exposons concerne l'opération de dragage et de rejet par immersion des matériaux du port des Marines de Cogolin dans le Var. Les matériaux proviennent du petit fleuve Le Bourrian qui se jette dans le port. Par l'ensablement des bassins qu'ils provoquent, ces matériaux génèrent une réduction importante du plan d'eau utilisable puisque le tirant d'eau est par endroit, inférieur à 0.8m. Le dragage de 5000 m<sup>3</sup> de matériaux était prévu. L'autorisation d'immersion a été donnée par la préfecture après avis des services de l'état compétents en la matière. Le point d'immersion autorisé se situait au large de la baie de St Tropez par des fonds de -180 m.

Cette technique de confinement consiste à stocker les matériaux contaminés dans de grands conteneurs souples appelés Géocontainers®. Ces enveloppes, de 30 m de long et de 6 m de diamètre, sont réalisées en géotextile tissé dont la résistance mécanique est importante et la porométrie adaptée à la granulométrie des sédiments. Une fois le Géocontainer ® rempli de 350 m<sup>3</sup> de sédiments, le chaland achemine son chargement vers la zone de largage. Pendant le trajet, une équipe referme le conteneur par des coutures triples rangs en ménageant un soufflet replié vers l'intérieur du sac dont les coutures moins résistantes en se rompant absorberont une partie du choc sur le fond. Malheureusement, la procédure d'immersion a été interrompue par le préfet sous la pression des marins pêcheurs professionnels après l'immersion du premier Géocontainer ®. Cette expérimentation n'ayant pas été achevée, nous n'avons pas pu en retirer toutes les connaissances et l'expérience que nous avions envisagées. Deux autres Géocontainers ® ont été utilisés et clapés dans l'enceinte du port .

## 2 Matériaux utilisés

### 2.1 Le Géocontainer ®

#### 2.1.1 Le textile

Le tissu employé pour la confection du sac, produit NICOLON B.V., est un géotextile tissé dont la matière première est du polyéthylène haute densité pour la chaîne et du polyester pour la trame. Le tableau I indique les caractéristiques du géotextile :

		Normes
Matière première	Chaîne : Polyéthylène	
Résistance à la traction (kN/m)	Chaîne : 90 Trame : 90	DIN 53857
Allongement à la rupture (%)	Chaîne : 25 Trame : 20	
Permittivité (L/m <sup>2</sup> /s)	10	NEN 5167
Porométrie (µm)	100	NEN 5168
Masse surfacique (g/m <sup>2</sup> )	400	DIN 53854
Epaisseur (mm)	1,2	DIN 53855

Tableau I caractéristiques du géotextile d'après Prodireg Sarl

### 2.1.2 Porométrie et rétention des particules

La condition de filtration doit répondre aux critères de non-entraînement des particules du sol. Pour valider le choix du géotextile, on compare l'ouverture de filtration  $O_f$  du géotextile à la dimension des plus grosses particules susceptibles de la traverser, dimension déterminée par le  $d_{85}$  du sol à filtrer.

$$\text{soit } O_f < C * d_{85}$$

Avec:  $d_{85}$  = diamètre des éléments du sol à filtrer tel que 85% des éléments de ce sol soient inférieurs à ce diamètre.

$C$  = coefficient adimensionnel tenant compte de la granulométrie, de la densité du sol, du type d'écoulement hydraulique et du rôle du géotextile. [1]

Les caractéristiques granulométriques et physico-chimiques du sol (Tableau I, III et Figure 1) donnent pour le  $d_{85}$  une valeur de 8 mm. La valeur de  $C$  est : 0.48. Le critère de rétention est donc bien respecté :  $100 \mu\text{m} < 3840 \mu\text{m}$ . Le géotextile satisfait au piégeage des sédiments. Le colmatage du géotextile permettra d'éviter le départ des matériaux inférieur à  $100 \mu\text{m}$ .

Granulométrie	Valeur en %
Gran sup 2 mm	25,92 % du sédiment total
Gran sup 500 $\mu\text{m}$	13.7 % de la fraction < 2 mm
Gran 500 - 250 $\mu\text{m}$	39.93 % de la fraction < 2 mm
Gran 250 - 163 $\mu\text{m}$	24.6 % de la fraction < 2 mm
Gran 163- 63 $\mu\text{m}$	9.85 % de la fraction < 2 mm
Gran inf. 63 $\mu\text{m}$	11.91 % de la fraction < 2 mm

Tableau II : Répartition granulométrique du sédiment

MATIERES	TENEUR
Mat. Calcinables	4.11 %
C organique	0.62 %
N total	0.036 %
Al fusion alcaline	53107 mg/kg sec
Fer	31872 mg/kg
Manganèse	464 mg/kg
Chrome	62.5 mg/kg
Zinc	84.6 mg/kg
Plomb	23.5 mg/kg
Cuivre	35 mg/kg
Cadmium	3.5 mg/kg
Nickel	34.5 mg/kg
Mercure	0.05 mg/kg
P total	395 mg/kg
Arsenic	1 mg/kg
PCB	11.5 µg/kg sec
Hydrocarbures total IR	38 mg/kg

Tableau III : résultats de l'analyse physico-chimique des sédiments Laboratoire d'Hydrologie et de Molismologie Aquatique-Faculté de Pharmacie-Marseille.

SESSION V : Dragages, Valorisation des matériaux marins, Matériaux

Presentation: 20HD Polydisperse model	Volume Result	Focus = 100 mm.
Residual = 0.270 %	Concentration = 0.019 %	Obscuration = 21.07 %
d (0.5) = 14.64 µm	d (0.1) = 2.45 µm	d (0.9) = 51.16 µm
D [4, 3] = 21.52 µm	Span = 3.33	Mode = 34.71 µm
Sauter Mean ( D[3,2] ) = 5.86 µm		Density = 1.00 gm. / c.c.
Specific Surface Area = 1.0243 sq. m. / gm		

Size (Lo) µm	Result In %	Size (Hi) µm	Result Below %
0.20	0.10	0.48	0.10
0.48	0.46	0.59	0.56
0.59	0.75	0.71	1.31
0.71	0.93	0.86	2.24
0.86	1.01	1.04	3.24
1.04	1.06	1.26	4.31
1.26	1.19	1.52	5.50
1.52	1.46	1.84	6.96
1.84	1.90	2.23	8.86
2.23	2.40	2.70	11.25
2.70	2.82	3.27	14.08
3.27	3.25	3.95	17.33
3.95	3.67	4.79	20.99
4.79	4.07	5.79	25.07
5.79	4.49	7.01	29.56
7.01	4.88	8.48	34.44

Size (Lo) µm	Result In %	Size (Hi) µm	Result Below %
8.48	5.24	10.27	39.68
10.27	5.50	12.43	45.17
12.43	5.65	15.05	50.83
15.05	5.75	18.21	56.57
18.21	5.88	22.04	62.45
22.04	6.11	26.68	68.56
26.68	6.39	32.29	74.96
32.29	6.51	39.08	81.47
39.08	6.21	47.30	87.68
47.30	5.30	57.25	92.98
57.25	3.86	69.30	96.84
69.30	2.22	83.87	99.06
83.87	0.89	101.52	99.95
101.52	0.05	122.87	100.00
122.87	0.00	148.72	100.00
148.72	0.00	180.00	100.00

— Courbe granulométrique Marine de Gogolin  
Fraction inférieure à 100 µm

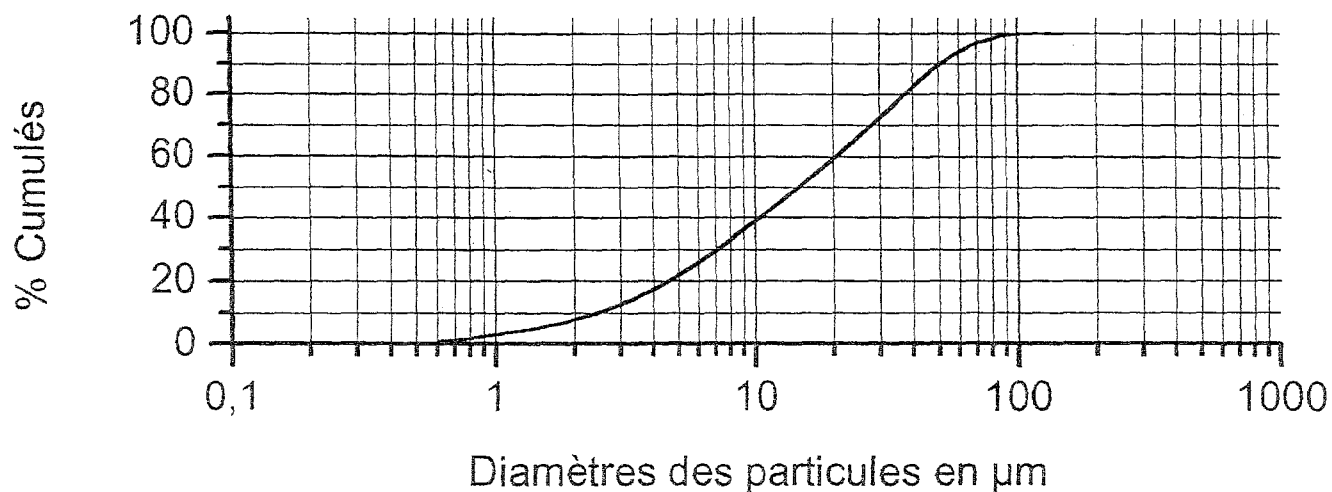


Figure 1 : Données et courbe granulométrique de la fraction < 100 µm

### 2.1.3 Le sac

La capacité de la soute des chalands à trappe d'immersion utilisés est en général d'environ 240 m<sup>3</sup>. La contenance du sac conteneur dépend de sa forme. Un sac cylindrique rond peut contenir jusqu'à 440 m<sup>3</sup>. Ce même sac, avec le même périmètre, en contient nettement moins quand sa section est aplatie ; un sac conteneur de section elliptique ne contient plus que 200 m<sup>3</sup> environ. Il est apparu que la quantité maximale de sable à enfermer dans un sac conteneur qui est encore suffisamment souple pour pouvoir échapper par la trappe du chaland est d'environ 200 m<sup>3</sup> (chaland de taille classique)

### 2.1.4 Aménagement du Géocontainer ®

L'enveloppe comporte des aménagements particuliers (évents, coutures fusibles) indispensables pour assurer une immersion correcte du conteneur sans rupture du géotextile lors des deux moments critiques de la mise en oeuvre : l'immersion (chocs, évacuation de l'air) et l'arrivée au fond (chocs, pression exercée sur le géotextile et les coutures par les matériaux).

Pour pallier aux problèmes de dégradation, les sacs conteneurs sont aménagés comme suit :

-toutes les coutures, tant les coutures industrielles que les coutures de fermeture sont renforcées, elles sont réalisées à triple rang, le fil est en polyester.

-pour les coutures de fermeture, réalisées sur chantier à la machine portative, le travail de piquage est inversé de façon à ce qu'il se fasse de l'intérieur vers l'extérieur afin que les points de couture se recouvrent mutuellement. De cette façon, un point qui lâche reste cependant couvert par les points suivants empêchant ainsi le "dévidement" sur une grande longueur de la couture.

-les sacs conteneurs sont équipés d'évents en géotextile fonctionnant comme "soupape d'échappement" pour évacuer l'air refoulé lors de l'immersion, au cours de la descente et de l'arrivée sur le fond. Ces évents en géotextile ont un diamètre de 75 cm et sont confectionnés avec de la toile géotextile O<sub>90</sub> de 1000 µm. Ces évents sont fixés sur la face interne du sac conteneur au moyen d'une triple couture en fil polyester.

-Les bords des découpes faites dans le sac conteneur au droit des événements grillagés sont scellés thermiquement pour éviter qu'ils ne s'effilochent. Les événements grillagés sont disposés aux endroits où les coutures sont le plus sollicitées :

\*deux événements à chaque extrémité du sac, soit deux coutures près des abouts du sac.

\* trois événements sur le toit du sac

D'autres coutures servent à former un soufflet replié vers l'intérieur du sac. Ce soufflet cousu avec une couture moins résistante, en se rompant, absorbe ainsi une partie du choc.

## **2.2 La barge à clapets**

La barge a un volume disponible de puits de 390 m<sup>3</sup>, son tirant d'eau à vide est de 0.74 m.

## **2.3 Mise en oeuvre et immersion.**

La mise en oeuvre détaillée consiste à équiper le puits de l'hydroclap en position fermée de deux nappes de géotextile qui tapisseront toute la cale du chaland et seront fixées sur les bords du clapet. Ces nappes ont pour fonction d'éviter les déchirures du sac Géocontainer ® lorsqu'il glissera sur les parois du clapet au cours de l'immersion.(Photo 1).

Le Géocontainer ®, ouvert sur toute sa génératrice, est ensuite mis en place dans le clapet et fixé momentanément aux bords supérieurs du clapet (Photo 1). Dès lors l'opération de remplissage peut s'effectuer en réalisant une forme régulière du chargement pour répartir uniformément le poids des matériaux, ce qui permet une immersion régulière. Les 200 m<sup>3</sup> sont disposés en forme de dos arrondi avec un remplissage convenable des extrémités. On dispose dans le sac des morceaux de bois et de polystyrène qui serviront à contrôler si des dégradations du géotextile intervenaient au cours de l'immersion. La barge prend la mer pour se rendre sur le point de largage et durant le trajet une équipe réalise la fermeture du sac par des coutures triples, à l'aide d'une machine à coudre portable. Le point d'immersion a été repéré grâce au G.P.S et balisé au moyen de bouées. Arrivé sur le point, les clapets sont ouverts et le sac s'immerge régulièrement. L'immersion provoque de forts remous et le dégazage au travers des événements engendre des chapelets de bulles.

### 3 Conclusion

L'opération de conteneurisation s'est parfaitement déroulée et l'immersion a montré que l'on pouvait éviter la dispersion importante des matériaux en surface lors du largage et réduire ainsi les risques de retour à la côte. Un léger panache s'est formé par la mise en suspension des matériaux qui avaient "sali" l'extérieur du Géocontainer ® ou de fines libérées par le dégazage au niveau des événements, mais nous n'avons constaté aucune apparition des témoins de déchirure (plaquettes de bois et de polystyrène). Il nous a été impossible de vérifier le comportement du sac à son arrivée sur le fond, à la profondeur de -180 m. Le calcul de la vitesse, en estimant sa traînée à , de chute du sac indique une vitesse limite d'environ 4.2 m/s soit 15 km/h. Il semble probable qu'elle n'ait pas entraîné de dégradation importante. Nous n'avons constaté aucune apparition des témoins de déchirure mais ils peuvent avoir dérivé loin du point d'impact entre deux eaux pour émerger hors de notre vue. Cette première expérience est très encourageante mais les prochaines expériences françaises devront permettre de vérifier en détail le comportement du Géocontainer ®, notamment sa vitesse de chute et son état après l'impact au fond. La vitesse de chute pourra être vérifiée par le chronométrage du passage du Géocontainer ® à plusieurs profondeurs grâce aux plongeurs ou par le calcul après avoir déterminé précisément le coefficient de traînée. Il sera nécessaire, si la profondeur d'immersion est aussi importante, d'utiliser un R.O.V. pour filmer les Géocontainers ® sur le fond. D'autre part, il sera nécessaire de prévoir des grillages d'événements dont la porométrie permettent le dégazage en assurant le confinement de tous les matériaux et particulièrement des fines auxquelles sont attachés les risques importants de pollution. Des essais en modèles réduits seront difficilement réalisables et seuls les essais grandeur nature pourront apporter les informations souhaitées. Nous restons donc confrontés aux difficultés de réalisation d'essais grandeur nature, qui sont dans un premier temps d'ordre financier.

Référence bibliographique :

[1] JAGT H. J. - Protection, au moyen de Géocontainers ®, de la berge du bras de la Meuse dénommé "OUDE MAAS" - Rijkswaterstaat, Service des cours d'eau et des voies navigables des Pays-Bas - 1988, p.21 et Annexes 1 à 11



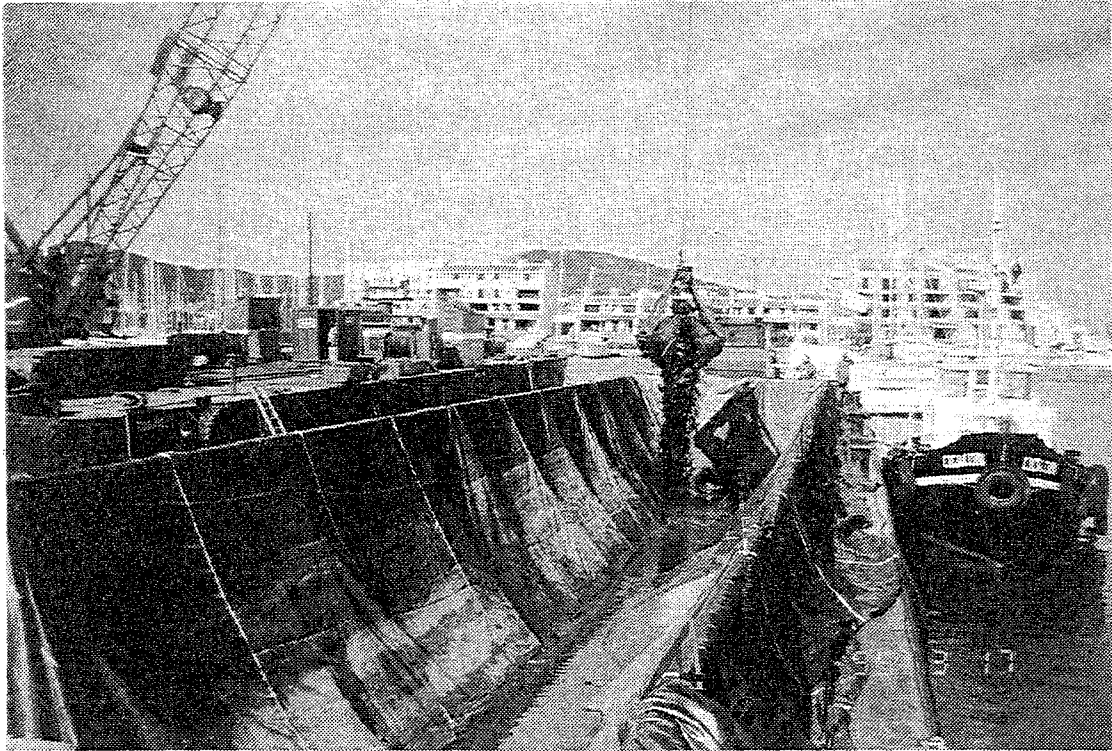


Photo 1 : Le Géocontainer ® est mis en place, ouvert sur toute sa génératrice, puis fixé à l'aide de serre-joints sur le plat-bord du puits. Le remplissage peut alors débiter en réalisant une forme de dos arrondi.