



Exemple de stabilisation d'un sédiment marin et d'une fine de carrière à l'aide de liants et additifs

Daniel LEVACHER¹, Yingjie LIANG¹, Lei ZHANG¹

1. Université de Caen, Faculté des Sciences, UMR 6143 CNRS - M2C,
Esplanade de la Paix, 14032 Caen, France.
daniel.levacher@unicaen.fr ; yingjie.liang@unicaen.fr

Résumé :

La valorisation des sédiments est une problématique bien actuelle qui concerne à la fois les sédiments non pollués et contaminés. La technique la plus répandue repose sur l'utilisation de procédés de stabilisation/solidification à base de liants hydrauliques. Le ciment, la chaux et les cendres volantes constituent les ajouts de référence pour un traitement des sédiments à moindre coût. Le développement de nouvelles solutions de valorisation des sédiments passe soit par la recherche de nouveaux liants ou produits chimiques réactifs, soit par l'incorporation d'un correcteur granulométrique qui peut être une fine de carrière. A ce sujet, un sédiment marin à teneur élevée en matière organique et une fine de carrière ont été traités aux liants hydrauliques. Des ajouts complémentaires ont été testés pour le traitement du sédiment. Un ensemble d'éprouvettes confectionnées à différents dosages en liants a fait l'objet d'essais en compression simple respectivement à 14 jours, 28 jours, 60 jours et 90 jours. La discussion a porté sur l'analyse des résistances mécaniques obtenues pour ces matériaux fins et ceci, selon l'utilisation des liants et des ajouts. Une formulation a pu être avancée pour le sédiment marin traité pour l'obtention d'une résistance minimale de 1 MPa, fixée comme objectif. L'analyse des résultats d'essais réalisés sur la fine de carrière a permis dans le cadre d'une co-valorisation sédiment-filler de situer une classe granulaire minimale à respecter.

Mots-clés :

Sédiment marin – Filler – Stabilisation – Liants hydrauliques – Cendres volantes – Résistance à la compression – Co-valorisation de déchets

1. Introduction

L'emploi de liants hydrauliques combinés à d'autres ajouts *i.e.* cendre volante et additifs a fait l'objet d'une étude de faisabilité et d'essais de résistance mécanique. La cendre volante Sodeline®) et les deux additifs, A® ou B® ont été proposés par l'entreprise ARD-Normandie (ARD, site web) spécialisée dans les traitements de sols de surface. Tout d'abord une description des différents constituants des mélanges est donnée avec leurs caractéristiques. Puis s'ensuit la mise en œuvre des éprouvettes d'essai :

DOI: 10.5150/cmcm.2009.031-2

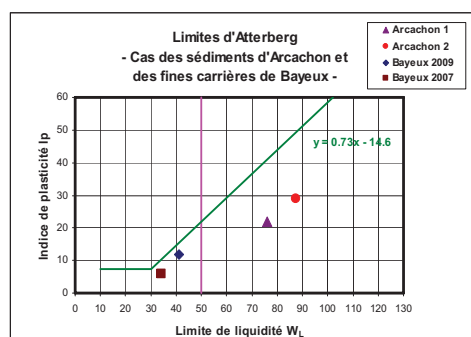
préparation, dosage, mélange, confection et conservation. Ainsi des séries d'éprouvettes ont été réalisées puis soumises à des essais de caractérisation mécanique : résistance en compression. A partir des résultats obtenus, une analyse a permis de comparer l'efficacité des mélanges et de juger de l'opportunité d'une co-valorisation du sédiment avec une fine de carrière.

2. Quelques propriétés des matériaux à traiter

Les matériaux étudiés sont un sédiment marin d'Arcachon et une fine de carrière de Bayeux. Le sédiment a fait l'objet de 2 prélèvements sur le site d'Arcachon. C'est un limon fin (sédiment A2, de classe granulaire 0/2 mm, prélevé dans une zone de chenalage) à très fin (sédiment A1 dont le diamètre maximal n'excède pas 0.2 mm), très plastique et organique. La fine de carrière ou filler provient d'une carrière située à proximité de Bayeux. Elle peut être considérée comme un déchet dès lors que du point de vue commercial, elle n'a aucune valeur. Elle est stockée en attente de valorisation directe comme les sédiments ou de co-valorisation associée à un autre déchet. Des prélèvements sont effectués régulièrement comme en 2007 (échantillon B07) et en 2009 (échantillon B09). Sa distribution granulométrique est très similaire à l'échantillon A1. Quelques données caractéristiques de ces matériaux fins sont rassemblées dans le tableau 1 et représentées à la figure 1.

Tableau 1. Propriétés des matériaux traités.

Paramètres Sols fins	A1	A2	B07	B09
Teneur en eau initiale (%)	159	274	29	30
Limite de liquidité w_L (%)	76	87.5	34.2	41
Limite de plasticité w_P (%)	54	58.5	28	29
Indice de plasticité IP (%)	22	29	6.2	12
Matière organique (%)	12	10	0.3	-
Teneur en carbonates (%)	1.3	1.0	3.7	-



3. Mélanges et méthode de confection

3.1 Mélanges étudiés

Les liants hydrauliques retenus sont des liants classiques et issus du commerce. Il s'agit d'un ciment CEM II/B-M de classe 32.5, dosé à 5% et d'une chaux vive de marque Dugay dont les moutures possèdent une granulométrie très étalée d'étendue 0/2 mm. A ces deux liants, des cendres volantes (dosage à 10%, type Sodeline®) et deux additifs notés A® ou B® de la société ARD (ARD, site web) sont ajoutés pour le procédé de stabilisation du sédiment d'Arcachon. Les teneurs ou dosages des liants sont exprimés

en pourcentage de sédiment sec. Les dosages des mélanges étudiés sont dits économiques, en particulier pour les liants hydrauliques (COLIN, 2003). La fine de carrière de Bayeux a été stabilisée au ciment seul (5%, 7% et 10%) et au ciment et à la chaux (respectivement, 5% et 2%).

Tableau 2. Mélanges et dosages retenus – sédiment d’Arcachon.

Echantillon	Référence	Chaux	Additif A [®]	Additif B [®]
A1 (ou A2)	A1 (ou A2) -1.5%-A	1.5	1.5	-
A1 (ou A2)	A1 (ou A2) -3%-A	3	1.5	-
A1 (ou A2)	A1 (ou A2) -1.5%-B	1.5	-	1.5
A1 (ou A2)	A1 (ou A2) -3%-B	3	-	1.5

3.2 Préparation, confection et conservation des mélanges

Il comprend les phases suivantes : mélanges du sédiment (ou filler) et des liants, confection des éprouvettes en moule cylindrique de 3.4x6.8 cm, compactage par piquetage, conservation en moule à 20° C durant 24h, puis démoulage et stockage à l’air libre à 20° C, pour plus de détails voir (LIANG, 2008).

4. Etude comparée des résistances à la compression

Quels que soient les liants et les dosages retenus, l’objectif visé est d’atteindre le seuil de résistance minimale à la rupture en compression, Rc de 1 MPa. L’étude comparée concerne l’évolution dans le temps de Rc de chaque mélange : sédiment ou filler en fonction des dosages choisis.

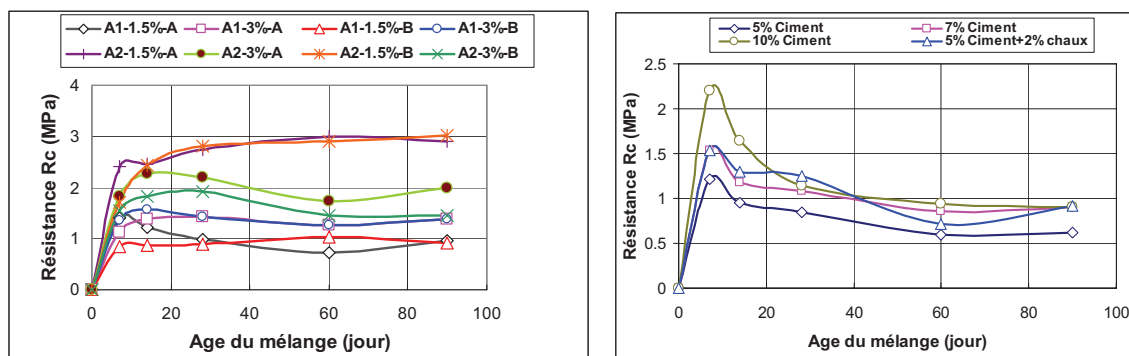


Figure 2. Evolution des résistances à la compression en fonction de l’âge.

Pour le sédiment d’Arcachon, l’échantillon A2, plus grossier et contenant moins de matière organique que A1 présente quel que soit les dosages réalisés les résistances les plus élevées qui varient de 1.5 à 3 MPa. A dosage constant en ciment et cendre volante, et quel que soit l’additif A[®] ou B[®], la formulation avec 1.5% de chaux paraît être la meilleure. Le sédiment A1, plus fin et plus organique montre des résistances qui

diminuent pour s'approcher du seuil requis de 1 MPa, et ce quels que soient les dosages retenus. Le comportement à la stabilisation de la fine de carrière dépend du dosage en ciment. On observe une diminution des résistances entre 7 et 60 jours puis une stabilisation. Les valeurs de Rc sont légèrement en deçà du seuil, excepté pour le dosage le plus faible en ciment qui donne une valeur proche de 0.5 MPa. Cette fine de carrière a sensiblement la même distribution granulométrique que le sédiment A1.

5. Conclusions

Le traitement du sédiment marin d'Arcachon a montré qu'une formulation de base avec 5% de ciment et 10% de cendre volante additionnée de 1.5% de chaux et d'ajouts A[®] ou B[®] pourrait être retenue. Il serait aussi intéressant dans l'application de pouvoir mélanger les sédiments ne serait-ce que pour augmenter le squelette granulaire. Par ailleurs c'est une formulation économique.

L'amélioration en terme de résistance mécanique est aussi possible par l'ajout d'un sable fin ou filler de carrière. Ce type d'ajout, comme deuxième « déchet » après le sédiment, présente un intérêt économique indéniable : d'où l'idée de co-valoriser des sédiments marins et d'autres déchets (DHERVILLY & LEVACHER, 2009 ; LEVACHER & LIANG, 2009). Mais au vu des performances du filler étudié, sa granulométrie est trop fine pour envisager de le mélanger au sédiment.

6. Références bibliographiques et sitographiques

- ARD (site web). *ARD, la référence des sols stabilisés naturels*. Site : <http://www.ard-normandie.fr>
- COLIN D. (2003). *Valorisation de sédiments fins de dragage en technique routière*. Thèse Université de Caen, 180 p.
- DHERVILLY P., LEVACHER D. (2009). *SEDIGATE : On-land management of sediments*. Communication orale, 1^{er} Salon Européen du Littoral -SEL-, Lorient, France, 6-8 octobre 2009.
- LEVACHER D., LIANG Y. (2009). *Comparaison de l'efficacité de différentes additions dans des procédés de stabilisation/solidification pour sédiments marins*. 2^{èmes} Journées d'Etudes sur la Recherche en Environnement et Développement Durable, JEREDD, 3-4 juin 2009, Oran, Algérie, version CD, 8 p.
- LIANG Y. (2008). *Traitement de sédiments marins : amélioration de la résistance par des procédés de stabilisation/solidification par voie chimique et liants hydrauliques*. Rapport Master 2 Génie Côtier, Université de Caen, 53 p.