

La presse à boues KDS®: une nouvelle technique de déshydratation mécanisée en continu des sédiments

Beatriz Boullosa Allariz, Daniel Levacher, François Thery

▶ **To cite this version:**

Beatriz Boullosa Allariz, Daniel Levacher, François Thery. La presse à boues KDS®: une nouvelle technique de déshydratation mécanisée en continu des sédiments. Xèmes Journées Nationales Génie Côtier-Génie Civil, May 2018, La Rochelle, France. pp.607-616, 10.5150/jngcgc.2018.070 . hal-01929485

HAL Id: hal-01929485

https://normandie-univ.hal.science/hal-01929485

Submitted on 3 Dec 2018

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

XV^èmes Journées Nationales Génie Côtier – Génie Civil
La Rochelle, 29 au 31 mai 2018
DOI:10.5150/jngcgc.2018.070 *© Editions Paralia CFL*
disponible en ligne – http://www.paralia.fr – available online

La presse à boues KDS® : une nouvelle technique de déshydratation mécanisée en continu des sédiments

Beatriz BOULLOSA ALLARIZ [1], Daniel LEVACHER [1], François THERY [2]

1. Université de Normandie, Unicaen, UMR 6143 CNRS - M2C,
   24 rue des Tilleuls, 14000 Caen, France.
   beatriz.boullosa-allariz@unicaen.fr ; daniel.levacher@unicaen.fr
2. EDF, R&D Eco-efficacité des Procédés Industriels,
   Ecuelles 77818 Moret-sur-Loing cedex, France.
   francois.thery@edf.fr

Résumé :
La réalisation de travaux de génie maritime et portuaire et la conservation des profondeurs de navigation dans les voies d'accès maritimes, des canaux et des fleuves ou des hauteurs d'eau de production dans les retenues hydroélectriques sont des opérations indispensables pour l'économie, l'environnement et le développement d'un pays et/une région. Ces opérations génèrent des volumes de sédiments de dragage à teneur en eau élevée. Se posent alors les questions de leur transport et de leur devenir. En effet, d'une part, ils ont des teneurs en eau si élevée qu'ils restent difficilement transportables et d'autre part, toute valorisation ou stockage des sédiments implique de réduire la teneur en eau.
Une déshydratation mécanisée en continu répondrait à cette attente. En développant des machines qui permettent de déshydrater en continu (24h/24h), cette technique paraît très avantageuse. Des presses à boues ont été testées pour des sédiments de dragage en laboratoire. Un modèle de presse KDS®, dérivée du principe de la presse à boues Volute® a fait l'objet d'essais de faisabilité et d'optimisation.
La présente communication porte sur la définition de cet outil de déshydratation, sur la recherche des paramètres fondamentaux et l'analyse de résultats d'essais effectués sur des argiles et sédiments à teneur en eau élevée.
Mots-clés :
Sédiments de dragage, Déshydratation mécanisée, Procédé de déshydratation, Floculation, Presse Volute®, Presse à boues KDS®, Teneur en eau.

1. Introduction

Les dragages présentent un enjeu essentiel dans l'économie, l'environnement et le développement d'un pays. Ils permettent la réalisation de travaux de génie maritime et portuaire et la conservation des profondeurs de navigation dans les voies d'accès maritimes, des canaux et des fleuves ou des hauteurs d'eau de service pour les retenues hydroélectriques. Ces opérations génèrent une importante quantité de sédiments de

dragage qui deviennent des déchets dans le cas d'une gestion à terre, voir figure 1 (BOULLOSA ALLARIZ *et al.*, 2017 ; MESSAGER & BOUVET, 2017.a ; MESSAGER & BOUVET, 2017.b).

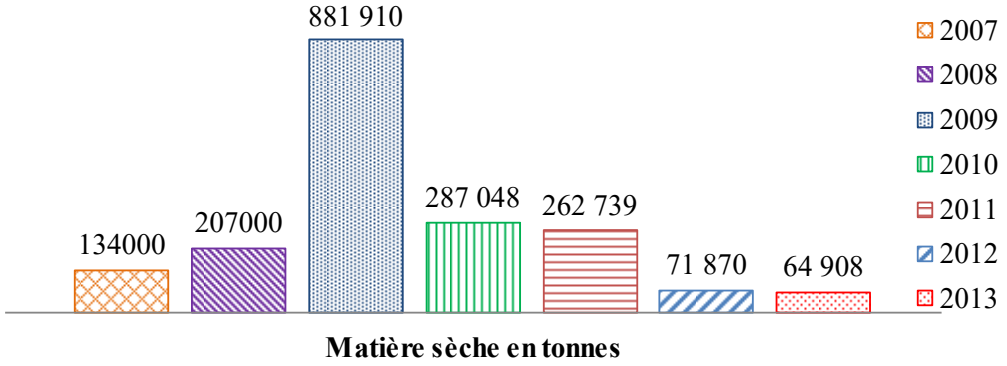


Figure 1. Évolution des tonnages de sédiments dragués déposés à terre en France métropolitaine et territoires d'outre-mer de 2007 à 2013.

Diverses recherches prouvent la possibilité de réutilisation des sédiments non pollués dans le domaine du génie civil, dont celles de COLIN (2003), SEMCHA (2006) ou ANGER (2014). Le principal verrou, pour la plupart de ces applications, réside dans le fait que les sédiments ont une teneur en eau très élevée. Ceci implique de les déshydrater avant leur valorisation. Nombreuses méthodes de déshydratation peuvent être proposées : déshydratation chimique, naturelle, mécanique et thermique. La déshydratation mécanique suggère une combinaison de forces mécaniques, telles que la filtration, le cisaillement, la compression etc., afin de diminuer la teneur en eau des sédiments indépendamment des caractéristiques du sédiment et du climat local. Par ailleurs, cette méthode de déshydratation donne un produit déshydraté homogène avec de faibles quantités d'eau pour des périodes de temps assez réduites. À cet égard, la déshydratation mécanisée possède de nombreux avantages par rapport aux autres méthodes, et de ce fait, elle peut jouer un rôle intéressant dans la déshydratation des sédiments. En ce qui concerne le mode opératoire de cette méthodologie de réduction de la teneur en eau, deux systèmes de travail peuvent être définis : un premier système de travail conventionnel ou "discontinu" où la machine doit être arrêtée à la fin de chaque cycle de déshydratation et un nouveau système "en continu" où les sédiments peuvent être déshydratés 24 h/24. Si le système de travail "discontinu" reste la méthode la plus utilisée actuellement, c'est le système "en continu" qui offre apparemment une meilleure efficacité. Cette recherche est dédiée à l'apprentissage et à l'amélioration d'un système de travail "en continu" en proposant une nouvelle technologie de déshydratation des sédiments : la presse à boues KDS®. Les paramètres de fonctionnement de cette version améliorée du procédé Volute® sont présentés ainsi qu'un plan expérimental de

déshydratation. Puis, les premiers résultats obtenus sur la déshydratation de sédiments avec cette presse et les observations effectuées pendant sa mise en œuvre sont rassemblés.

2. Presse à boues KDS®

2.1 Description de la machine

La presse à boues KDS® est un outil de déshydratation en continu composé par une succession de disques elliptiques et une plaque de pression située à la fin du cycle d'égouttage. Cette machine utilise *(a)* le cisaillement existant entre les disques et la boue, *(b)* la pression appliquée par la plaque, *(c)* la gravité et *(d)* la filtration entre les disques elliptiques et les barres horizontales oscillantes pour déshydrater la boue en continu.

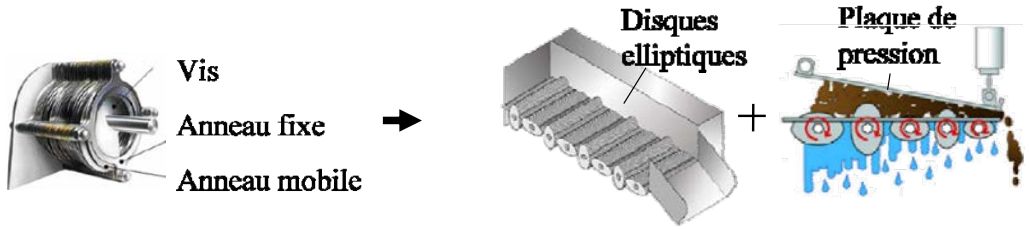
2.2 Conception de la presse à boues KDS® et améliorations apportées par rapport à la presse Volute®

La presse à boues KDS® comporte trois modifications importantes par rapport à la presse à boues Volute® :

a) *Système de transport des boues* : la vis de la presse à boues Volute® est supprimée dans la version améliorée KDS®. Le transport se fait dans un plan légèrement incliné. Le mouvement en rotation des disques elliptiques permet à la fois de transporter, de cisailler et de réduire la quantité d'eau de la boue, voir figure 2.b.

b) *Système de compression* : la forme tronconique du tambour de la machine de déshydratation Volute® est remplacée par une plaque de pression. Cette plaque permet d'appliquer une pression variable mais réglable sur la boue. La forme horizontale et à plat de la machine KDS® permet de suivre le processus de déshydratation d'une manière plus visuelle et de détecter tout problème en temps réel, voir figure 2.b.

c) D*isposition des disques rotatifs* : les disques elliptiques de la machine KDS® sont disposés parallèlement entre les barres oscillantes horizontales. Ils sont espacés de l'ordre de 1 mm formant ainsi des rangées de disques. Chaque rangée de disques elliptiques est positionnée perpendiculairement par rapport à la précédente et à la suivante. Chaque grand axe de l'ellipse fait un angle de $\pi/2$. Cette disposition pourrait permettre d'envisager des applications de la presse à boues KDS® pour la déshydratation de boues sableuses, voir figure 2.



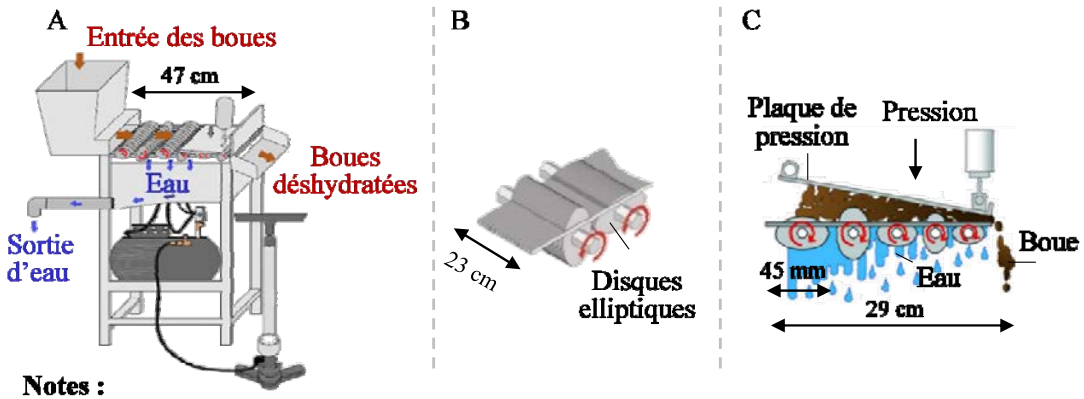
a) Anneaux de la presse à boues Volute®. (ATLANTIQUE INDUSTRIE, 2017).

b) Disques elliptiques et plaque de pression de la presse à boues KDS®. (BENENV & CO., 2017).

Figure 2. Modifications apportées dans le design de la presse à boues KDS® par rapport à la presse Volute®.

2.3 Principe de fonctionnement

La presse à boues KDS® suit le même principe de fonctionnement que la presse à boues Volute®. Le matériau à déshydrater est introduit dans le réservoir de floculation dans lequel des polymères floculants sont injectés afin d'agglomérer les particules fines solides du matériau à déshydrater, et de cette façon, éviter que le matériau ne s'écoule entre les espaces des disques. Ensuite, cette mixture est transportée par un ensemble de disques elliptiques où une force de cisaillement existant entre les disques et la boue permet de réduire considérablement la teneur en eau, voir figures 3.a et 3.b. Une compression par pression peut être appliquée à la fin du cycle d'égouttage, voir figure 3.c. Le matériau déshydraté sort après cette plaque de compression, il peut être récupéré à l'aide d'un réservoir pour une future valorisation. En même temps, l'eau s'écoule par les espaces existants entre les disques et grâce aux phénomènes de filtration et de gravité. Elle est stockée dans le collecteur d'eau se trouvant sous la machine. Les eaux résiduaires peuvent être réutilisées ultérieurement. Les dimensions de la machine expérimentale sont montrées dans la figure ci-dessous.



Notes :

a) Schéma de fonctionnement (BOULLOSA ALLARIZ et al, 2017).

b) Force de cisaillement, (BENENV & CO., 2017).

c) Force de compression, filtration par gravité, (BENENV & CO., 2017).

Figure 3. Principe de fonctionnement du prototype de la presse à boues KDS® testé en laboratoire.

2.4 Applications

Cette presse à boues a la possibilité de déshydrater une large gamme de boues, notamment elle peut être utilisée pour le traitement de déchets alimentaires, de la pêche, agro-industriels et autres en obtenant des teneurs en eau finales w_f de 25% et 40% (AMCON, 2017) et (Atlantique Industrie, 2017). Elle n'est pas destinée *a priori* à des boues minérales ou finement sableuses. L'application aux sédiments fait l'objet de travaux et d'essais spécifiques sur cette machine, ainsi que l'élaboration d'une méthode de travail afin d'obtenir des w_f d'environ 20%-30% et des concentrations faibles en matières en suspension MES.

3. Plan expérimental et paramètres fondamentaux

3.1 Définition du plan expérimental

Afin d'analyser les paramètres influant sur le comportement de cette machine et de développer une méthode de travail pour la déshydratation de sédiments avec la machine KDS®, un plan expérimental est proposé. Il est composé de trois étapes :

a) *Préparation du matériau :* le matériau à déshydrater est mélangé avec une teneur en eau connue et un type de floculant. Ce mélange se fait pour un dosage et une concentration données.
b) *Déshydratation mécanisé avec la machine KDS® :* ce mélange est introduit dans le réservoir de la presse à boues KDS® avec un certain débit où elle est transportée par l'ensemble des disques elliptiques avec une vitesse choisie.
c) *Analyse et interprétation des résultats :* d'une part, le matériau déshydraté est récupéré dans un bidon où un échantillon est extrait afin de mesurer sa teneur en eau de sortie et de l'autre côté, la quantité d'eau est récupérée dans un bidon à l'aide d'un tuyau et la matière en suspension est mesurée. Soulignons qu'une fois le sédiment mélangé avec un floculant, les caractéristiques physico-chimiques de celui-ci sont modifiées. Il sera nécessaire d'étudier le comportement mécanique du matériau avec une partie du floculant inclus ou restant dans la matrice sédimentaire pour une valorisation donnée.

3.2 Paramètres fondamentaux

Concernant la préparation du matériau, l'ensemble des sédiments à déshydrater ont été choisis par l'entreprise EDF. Ils proviennent des barrages alpins de Serre-Ponçon *AL-SPO*, Flumet *AL-FLU* et Clapiers *AL-CLA* et du barrage breton de St-Aignan *BR-SAI*. Ils seront déshydratés avec des teneurs en eau initiales w_0 de 400% (boue lourde ou chargée) et 800% (boue légère ou diluée). Le choix du floculant sera réalisé avec la collaboration de l'entreprise SNF FLOERGER. Les paramètres machine de la presse à boues KDS® lors de la déshydratation sont : le débit d'entrée du matériau à déshydrater *D*, la vitesse de rotation des disques elliptiques *V*, et la pression exercée par le vérin sur

la plaque d'appui *P*. Les paramètres d'utilisation retenus pendant les essais avec le prototype de laboratoire de la presse KDS® sont : le débit d'entrée mesuré à partir de la variation de hauteur de la sortie du réservoir de floculation, ces hauteurs sont comprises entre 4 cm et 5 cm, la vitesse de rotation de 2,90 tr/min à 7,04 tr/min, et la pression exercée par le vérin réglable jusqu'à 130 kPa. La teneur en eau finale w_f et la teneur en matières en suspension MES sont les paramètres mesurés après chaque cycle de déshydratation.

4. Premiers résultats dans des ces tests

4.1 Résultats des essais de floculation

Une dizaine de floculants anioniques et cationiques avec des poids moléculaires "haut" et "ultra haut" et des densités de charge comprises entre 5% et 60% ont été testés dans le sein du laboratoire SNF FLOERGER. Les résultats de ce premier essai montrent que les floculants les plus aptes sont : le floculant anionique FLOPAN AN 923 VHM, le polymère cationique FLOPAN FO 4350 SH et celui cationique en émulsion FLOPAN EM 340 HIB. Après leur passage par la presse à boues KDS®, ce dernier donne les flocs les plus grossiers, les plus résistants et les plus spongieux et le surnageant est peu chargé.

4.2 Résultats de la déshydratation opérée sur des sédiments de barrage

Les résultats de déshydratation récapitulés dans le présent article, correspondent aux premiers essais réalisés avec le prototype de laboratoire KDS®. Ils ont été réalisés sans mesurer le débit d'entrée, la mesure du débit nécessite des modifications techniques sur la machine.

4.2.1. Teneur en eau finale w_f

Les valeurs de w_f, sans appliquer de la pression, sont assez similaires pour le même type de sédiment, indépendamment de w_0. Elles oscillent entre 130% et 140% pour les mélanges BR-SAI, entre 100% et 120% pour AL-FLU, entre 85% et 100% pour les mélanges AL-CLA et entre 80% et 100% pour le mélange AL-SPO préparé avec le floculant EM 340 HIB. Le mélange AL-SPO préparé avec le polymère AN 923 VHM donne une teneur en eau finale de 60%, voir figure 4.a. En utilisant une vitesse constante de 2,9 tr/min et en variant la pression quelle que soit la teneur initiale w_0, le prototype de presse permet d'obtenir w_f de 80% pour les mélanges AL-FLU si on applique une pression de 50 kPa et d'environ 75 % en appliquant des pressions de 100 kPa et 130 kPa. Pour les mélanges AL-CLA les w_f sont autour de 60%. Si on applique une pression de 50 kPa au mélange Al-SPO on obtiendra une w_f de 70%, voir figure 4.c.

4.2.2. Matière en suspension MES

Le mélange léger AL-FLU possède les plus importantes concentrations de MES avec une vitesse de 2,9 tr/min (MES ≈ 16 g/l). Néanmoins, ces concentrations descendent à 5 g/l et 3 g/l pour des vitesses de rotation de 4,84 tr/min et 7,04 tr/min respectivement. Les concentrations de MES pour la boue chargée AL-FLU ont des valeurs de 6 g/l, 5 g/l et 3 g/l pour les vitesses de rotation de 2,9 tr/min, 4,84 tr/min et 7,04 tr/min respectivement. Les concentrations de la MES pour la boue légère AL-CLA sont de 10,70 g/l, 8,54 g/l et 3,67 g/l pour les vitesses de rotation de 2,9 tr/min, 4,84 tr/min et 7,04 tr/min respectivement. Les valeurs de la boue chargée AL-CLA sont comprises entre 4 g/l et 2 g/l. La concentration de la MES pour le mélange BR-SAI est comprise entre 3 g/l et 5g/l. En ce qui concerne les mélanges AL-SPO, le mélange préparé avec w_0= 1600 % possède les plus importantes concentrations de MES. Elles diminuent pour ce même sédiment avec l'utilisation d'un floculant AN 923 VHM.

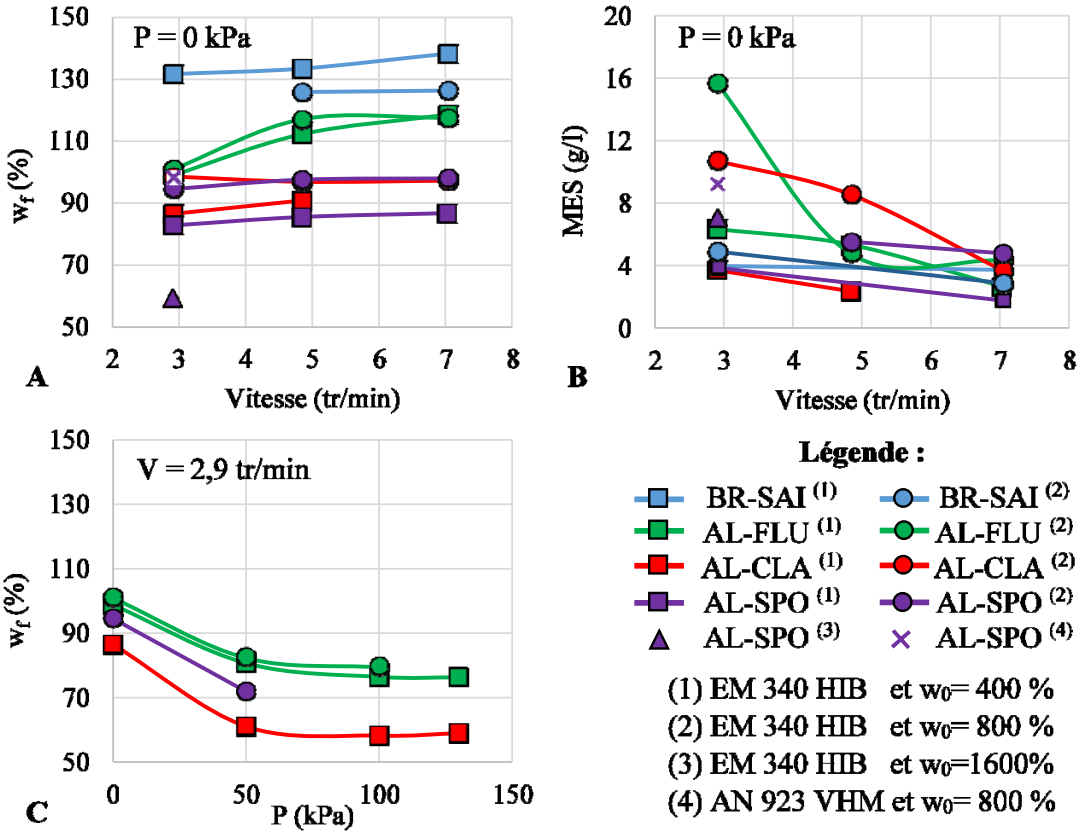


Figure 4. Évolution de la w_f (figure 4.a) et de la MES selon la V (figure 4.b) sans pression appliquée. Évolution de la w_f selon la pression appliquée P (figure 4.c).

5. Analyse et conclusion

5.1 Essais de floculation

Les résultats des essais de floculation révèlent l'importance de choisir le floculant adéquat : le floculant intervient dans la préparation avant la déshydratation et indirectement dans le coût de la déshydratation. Le choix du polymère est primordial comme la quantité de floculant qui doit être la plus réduite afin de diminuer le cout de déshydratation. Un compromis entre la MES et la w_f est à trouver pour la déshydratation des sédiments et la réutilisation de l'eau. Pour l'ensemble de sédiments étudiés, les plus gros et résistants flocs ont été formés avec le floculant EM 340 HIB. D'autre part, ce polymère contribue à améliorer la qualité de l'eau collectée. Le surnageant présente de faibles MES après le passage par la presse à boues KDS®. Ainsi, il semble être le polymère le plus adéquat pour ces sédiments.

5.2 Essai de déshydratation

Les résultats montrent quelle que soit la w_0 du mélange, avec le dosage adéquat de floculant, les w_f obtenues sont indépendantes de la pression appliquée et de la vitesse sélectionnée. On observe que l'application d'une force de compression réduit de 20% les pourcentages de w_f. Les plus faibles pourcentages de w_f sont obtenus en appliquant des pressions de 130 kPa. Cependant, ces résultats indiquent qu'il n'y a pas une grande variation de w_f en utilisant des pressions comprises entre 50 et 130 kPa à l'échelle du prototype de presse que nous utilisons en laboratoire. De manière générale, la matière en suspension des sédiments est sensiblement inversement proportionnelle à la vitesse de rotation des disques et directement proportionnelle à la teneur en eau des mélanges. Les plus faibles MES sont obtenues avec les plus importantes vitesses de rotation. Les sédiments qui ont de fortes w_0 800% ou 1600% possèdent des concentrations de MES plus élevées. À faibles vitesses, la durée de déshydratation est plus importante, cette durée pourrait expliquer ce comportement. En revanche, la concentration de la MES pour le sédiment BR-SAI est plus ou moins constante indépendamment de leur w_0 et de la vitesse sélectionnée, ce fait peut-être lié à l'importante quantité de matière organique de ces sédiments.

5.3 Influence du floculant dans le traitement de sédiments déshydratés

L'influence des floculants sur les propriétés mécaniques de sédiments déshydratés valorisés en tant que matériau est étudiée à travers de l'étude de la résistance à la compression simple. À fin d'évaluer des différences de comportement mécanique, deux séries d'éprouvettes ont étés confectionnées. La première série a été réalisée en utilisant des sédiments floculés déshydratés et la deuxième série, en utilisant des sédiments bruts non déshydratés. Ces essais sont en cours.

6. Références bibliographiques

AMCON (2017) *Amenity Convenience* : http://en.amcon.co.jp (consulté en mai 2017)

Atlantique Industrie (2017) : http://atlantiqueindustrie.fr// (consulté en juin 2017)

ANGER B. (2014). *Caractérisation de sédiments fins de retenues hydroélectriques en vue d'une orientation vers des filières de valorisation matière*. Thèse Université de Normandie, Unicaen, France, 316 p.

BENENV & CO (2017) *Benenfit the Environment*. http://en.benenv.com/ (consulté en juin 2017).

BOULLOSA ALLARIZ B., LEVACHER D., THERY F. (2017). *Nouvelles techniques de déshydratation mécanisée en continu des sédiments. La presse à boues KDS®*. 4th Coastal & Maritime Mediterranean Conference – CM^2, 29 novembre -1er décembre 2017, Split, Croatie, pp 23-26. https://doi.org/10.5150/cmcm.2017.005

COLIN D. (2003). *Valorisation de sédiments fins de dragage en technique routière*. Thèse Université de Normandie, Unicaen, France, 180 p.

MESSAGER M., BOUVET T. (2017.a). *Enquête dragage 2012. Synthèse des données.* CEREMA – CETMEF, 40 p.

MESSAGER M., BOUVET T. (2017.b). *Enquête dragage 2013. Synthèse des données.* CEREMA – CETMEF, 40 p.

SEMCHA A. (2006). *Valorisation des sédiments de dragage : Applications dans le BTP, cas du barrage de Fergoug.* Thèse Université de Reims Champagne-Ardenne, France, 175 p.