



Gestion durable des sédiments : le projet COVASED

Philippe DHERVILLY¹, Mickaël BERTRAND¹, Laurent THANNEBERGER²,
Daniel LEVACHER³, Christophe HOUISE⁴, Zoubeir LAFHAJ⁵

1. SEDIGATE S.A.S., 17 rue Claude Bloch, BP 25 102, 14000 Caen Cedex, France.
contact@sedigate.com; m.bertrand@sedigate.com
2. VALGO S.A, 2 avenue Gutenberg, CS 72836, 31128 Portet-sur-Garonne, France.
laurent.thannberger@valgo.com
3. Université de Normandie, Unicaen, Laboratoire Morphodynamique Continentale et Côtière, UMR 6143 M2C, 24 rue des Tilleuls, F-14000 Caen, France.
daniel.levacher@unicaen.fr
4. IN VIVO ENVIRONNEMENT Sarl, ZA La Grande Halte, 29940 La Forêt-Fouesnant, France. *christophe.houise@invivo-environnement.com*
5. Ecole Centrale de Lille, Cité Scientifique, 59651 Villeneuve-d'Ascq, France.
zoubeir.lafhaj@ec-lille.fr

Résumé :

La région Nord-Pas-de-Calais productrice de "sédiments - déchets" possède très peu de filières de valorisation. Les voies actuelles mises en œuvre concernent les rechargements de plage, la réhabilitation de carrières et la valorisation agricole. Elles dépendent essentiellement de la granulométrie des matériaux dragués : sables ou vases. Pour les sédiments les plus pollués, la mise en décharge est la pratique la plus courante mais reste très onéreuse pour les gestionnaires et les collectivités.

Les objectifs du programme COVASED dont l'acronyme correspond à la *CO-VALorisation de SEDiments*, sont des réponses à la problématique posée : *le manque de filières de valorisation économiquement et environnementalement viables*.

COVASED concerne la valorisation des sédiments de dragage et des matériaux fins à partir d'une plate-forme régionale de gestion sécurisée. Elle a la particularité d'intégrer une déshydratation mécanisée et de proposer des mélanges formulés à base de liants et additifs éco-compatibles à l'échelle industrielle.

COVASED s'inscrit dans une politique économique et de développement durable par la mise en place, le développement, la gestion et la pérennisation d'une plate-forme pilote, à l'échelle industrielle, de prétraitement, traitement et de valorisation de sédiments issus de dragage et de matériaux fins. Le programme COVASED a été retenu comme faisant partie des 68 projets validés par le 16^{ème} AAP- FUI. Il a été labellisé par deux pôles de compétitivité : TEAM² (pôle éco-matériaux Lille) et le pôle mer BRETAGNE.

Mots-clés : COVASED, Valorisation, Sédiments, Plate-forme de traitement, Déchets, Co-produits.

1. Introduction

Le dragage des ports, des canaux et des rivières, représente un enjeu fondamental pour maintenir l'activité économique d'un territoire. La pêche, le commerce et la plaisance sont soumis à l'état des infrastructures portuaires, des voies d'accès, et notamment au maintien d'un tirant d'eau suffisant permettant le passage des bateaux.

En 2009, 33,56 millions de tonnes de matières sèches ont été extraites par des opérations de dragages maritimes (LE GUYADER, 2012). La façade maritime Manche - Mer du Nord représente près de 50% des masses draguées (16,7 millions de tonnes de matières sèches ou TMS). Environ 5% de cette masse est gérée à terre soit 790000 tonnes (TMS). Depuis quelques années, le rejet en mer de sédiments de dragage des ports est régi par des nouvelles réglementations, qui rendent parfois ces sédiments non immergeables, et posent la question de leur gestion à terre. La région Nord-Pas-de-Calais productrice de "sédiments - déchets" possède très peu de filières de valorisation. Actuellement, les seules existantes, sont fonction de la granulométrie des matériaux dragués. En effet, les rechargements de plage, la réhabilitation de carrières et la valorisation agricole sont les seules solutions proposées. Pour les sédiments les plus pollués, la mise en décharge est la pratique la plus courante mais reste très onéreuse.

COVASED a pour objectif de répondre à la problématique de manque de filières de valorisation des sédiments en respectant des contraintes économiques et environnementales d'actualité.

2. Historique et évolution des plateformes de traitement des sédiments

La problématique de la gestion à terre des sédiments par les ports a été initiée depuis des décennies. Pour tenter d'y répondre, certains ports ont créé des plates-formes de traitement, où l'on y déshydrate, traite et stocke des sédiments, voire les valoriser. Souvent, un des principaux objectifs est d'extraire la fraction sableuse, facilement valorisable, de la fraction fine où la pollution se concentre souvent. Parmi ces précurseurs, on peut citer (THIVANT, 2013) :

- la plateforme METHA située au port de Hamburg depuis 1993. Elle peut traiter 1,2 à 1,4 millions de mètres cubes par an.
- la plate-forme SEDISOL construite sur le bord de la Sambre en Belgique depuis l'année 2004, sur une superficie de 4 hectares. Elle peut traiter 300000 mètres cube de sédiments par an. Les sédiments sont ensuite stockés temporairement en attendant leur valorisation.
- en 2006, le port de Toulon met en service la plate-forme SEDIMARD 83 (SANNIER *et al.*, 2008 ; GROSDÉMANGE *et al.*, 2008), après 4 ans d'études de R&D. Ce travail expérimental est destiné à tester la faisabilité technique et environnementale de traitements dans le but d'une stabilisation des contaminants présents dans les sédiments marins. L'origine des sédiments dragués provient de dix sites indépendants

pour assurer la variabilité du déchet et tester la robustesse de chaque procédé de valorisation.

- depuis 2008 la plate-forme du port de Dunkerque a pour objectif de traiter 500000 m³ de sédiments sur 10 ans, elle s'étale sur une surface de 6 hectares.
- la plate-forme AMORAS est opérationnelle depuis 2011, conçue pour déshydrater les 2,5 millions de mètres cubes annuels de sédiments issus du dragage du port d'Anvers. Seuls les volumes non pollués sont traités et stockés sur le site.
- entre 2007 et 2013, la plate-forme SOLINDUS d'une surface de 4500 m², située en Belgique à Châtelet a assuré un traitement et une séparation granulométrique des sédiments en cinq fractions à raison d'une à deux 2 tonnes de matière sèche à l'heure.

Plus les plates-formes traitent de gros volumes et moins la déshydratation des sédiments est importante. Les plus petites plates-formes arrivent à des performances de déshydratation supérieure aux grandes plates-formes.

C'est pourquoi le programme COVASED propose une plate-forme de taille moyenne mais se voulant être efficace dans les différents traitements proposés, ce qui en fait son originalité. De plus, le programme a pour ambition de valoriser l'ensemble des fractions granulométriques qui composeront le sédiment en le rendant inerte.

3. Méthodologie

Le Ministère de l'Ecologie et du Développement et de l'Energie, et notamment la DREAL, au regard des premières études et observation de la démarche SEDIMATERIAUX en Région Nord – Pas-de-Calais, préconise "l'expérimentation de centres de regroupement" pour la gestion à terre des "sédiments-déchets". A ce jour, il n'en existe aucun clairement identifié en France, et un des premiers obstacles à lever est de permettre - pour les sédiments pollués et pour ceux non immergeables - un prétraitement rendant possible la valorisation ou une mise en décharge classée. On observe aujourd'hui qu'une dizaine de millions de mètres cubes de sédiments non inertes non dangereux qui se retrouvent orphelins de filières de gestion. De ce fait, ce type de sédiments sont parfois traités hors de nos frontières, c'est le cas de sédiments issus des régions du nord de Paris qui sont accueillis en Belgique. Fort de ce constat, différents acteurs en R&D dans le domaine de la gestion, traitement et valorisation des sédiments ont mutualisé leurs compétences pour pallier ce manque. Ces acteurs ont proposé un outil de gestion adapté en s'appuyant sur un programme de R&D dénommé COVASED (SEDIGATE *et al.*, 2014). Ils en sont les partenaires, des entreprises comme :

- Sedigate : entreprise spécialisée dans la déshydratation et la valorisation des sédiments – pilote du programme, elle sera en charge de déshydrater la fraction fine des sédiments;
- Valgo : entreprise spécialisée dans la réhabilitation des sites et sols pollués – elle devra trier les différentes fractions qui composeront les sédiments et les dépolluer ;

Thème 8 – Gestion et valorisation des sédiments marins

- IN VIVO Environnement : bureau d'études spécialisé dans la réglementation et la maîtrise d'œuvre d'études environnementales – aura pour mission de suivre et de monter les dossiers liés à la réglementation ;

et des laboratoires de recherche qui auront pour mission d'apporter une assistance scientifique pour le programme :

- Le laboratoire Morphodynamique Continentale et Côtière de l'Université de Normandie : spécialisé dans le génie civil des matériaux marins ;
- L'Ecole Centrale de Lille : spécialisé dans le génie civil.

Ils sont propriétaires de brevets exclusifs qui permettent de réaliser des prétraitements et traitements - sur des plates-formes de regroupement - de différents types de sédiments selon leur nature (granulométrie et composition minérale), leurs seuils et les natures de leurs pollutions.

La méthodologie proposée est de mettre au point à un niveau industriel ces brevets et savoir-faire, afin de permettre aux gestionnaires confrontés au traitement de faibles et moyens volumes, de trouver rapidement des solutions d'élimination de leurs coproduits de dragage. Cette proposition suppose le respect de la réglementation en vigueur et un coût acceptable pour les collectivités.

Le programme COVASED a pour objectif la conversion d'un sédiment non inerte non dangereux, d'origine marine ou fluviale considéré comme un déchet par la réglementation en vigueur et relevant de la nomenclature ICPE, en un matériau défini, utilisable en travaux de voirie. Cet objectif sera atteint par inertage du sédiment pollué avant sa valorisation. Du point de vue technique, la gestion des matériaux entrant jusqu'au produit fini est réalisée sur une même et unique plate-forme. La transformation en produit fini du matériau entrant passe par différents prétraitements et traitements de celui-ci (voir figure 1). Les prétraitements consistent en une déshydratation (LEVACHER & DHERVILLY, 2010), un tri granulométrique, un électro-cyclonage du matériau entrant, les traitements qu'en à eux, consistent à incorporer les déchets dans des formulations à base de liants écologiques (SILITONGA, 2010). La multiplicité des cas de figure auxquels une plate-forme de traitement spécialisée devra faire face, nécessite de caractériser le sédiment entrant et de définir les options de prétraitements/traitements à suivre pour faire converger le produit fini vers le matériau normalisé souhaité.

L'organisation et le mode opératoire du programme sont traduits par la mise en place d'une procédure (tableau 1).

Ces opérations (tableau 1) sont conformes à la démarche SEDIMATERIAUX.

Tableau 1. Organisation et opérations relatives au programme COVASED.

Opération	Objectifs de l'opération
1-	Pilotage, coordination et suivi du programme,
2-	Préparation du programme, depuis la réalisation de l'outil expérimental, jusqu'à l'approvisionnement d'un stock, dûment caractérisé (analyses géotechniques physico-chimiques et mécaniques), de sédiments représentatifs, qui serviront pour tous les essais comparatifs.
3-	Ensemble des opérations unitaires de cœur de traitement, ainsi que pré- et post-traitements.
4-	Etudes d'impact sur l'environnement, dans le but d'appréhender correctement le bilan avantages/inconvénients du remplacement des matériaux traditionnels par les nouveaux matériaux créés par les procédés COVASED.
5-	Plot expérimental de voiries, afin de suivre le comportement et l'évolution dans le temps des matériaux créés.
6-	Rédaction d'un recueil de procédure, diffusion et actions de communication autour des résultats du programme.

4. Résultats attendus

Le programme COVASED constitue la première étape d'une démarche concernant la valorisation de sédiments marins et fluviaux issus de dragage à partir d'une plate-forme régionale de gestion sécurisée (figure 1). Le cahier des charges d'une plate-forme sera établi dans le but de dupliquer ce modèle dans plusieurs régions françaises.

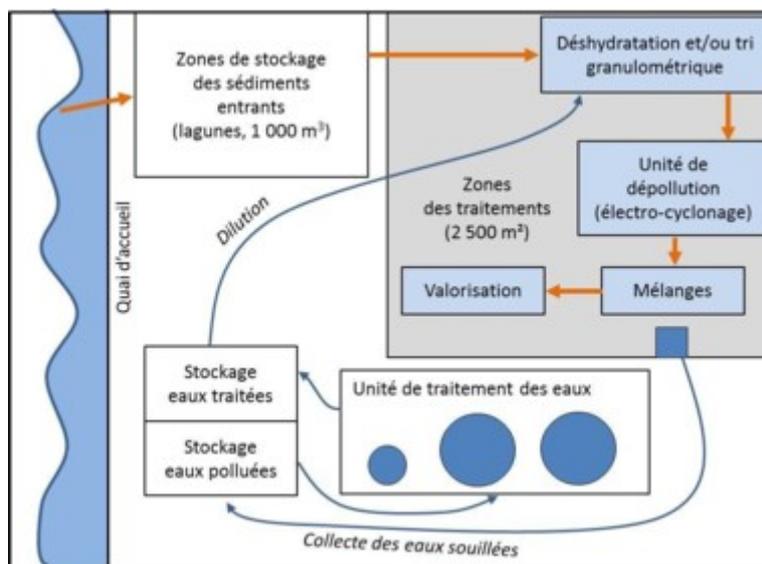


Figure 1. Schéma de principe de la plate-forme du programme COVASED.

Thème 8 – Gestion et valorisation des sédiments marins

Cette plate-forme rend les objectifs visés atteignables, *i.e.* une réalisation technique à l'échelle industrielle, à coût économique maîtrisé et acceptable par le marché, avec une garantie au niveau environnemental. Cette faisabilité s'appuie sur :

- l'intégration d'une méthode de déshydratation mécanisée réduisant sensiblement le temps de stockage avant valorisation (MANCIOPPI *et al.*, 2012),
- l'intégration d'une nouvelle technologie – à valider au niveau de l'exploitation industrielle – qui permet l'extraction et la concentration de polluants métalliques (MAROT, 1997 ; SILITONGA, 2010),
- la réalisation de "mélanges" formulés à base de liants et d'additifs éco-compatibles pour l'obtention de nouveaux matériaux intéressants à l'échelle industrielle (MANCIOPPI *et al.*, 2011).

Il s'agit de traiter, sur une plate-forme sécurisée, des mélanges de sédiments (marins et fluviaux)-sables-liants-additifs à dosage économique et faible émission de CO₂ et de valoriser industriellement ces mélanges (COLIN, 2003).

Les valorisations envisagées sont donc fonction des performances mécaniques, environnementales et économiques du produit obtenu.

Elles concernent le domaine de la construction en technique routière, répondant à des enjeux économiques et d'aménagements :

- les couches de fondation pour lesquelles des performances mécaniques et environnementales satisfaisantes doivent être atteintes,
- les couches de forme, de plate-forme et remblais où les exigences sont moindres,
- les voies vertes et vélo-routes dont les caractéristiques mécaniques sont plus spécifiques.

Dans le cas de l'obtention de produits à hautes performances, l'intérêt sera porté sur l'élaboration de produits dans le domaine de la construction civile et maritime.

Dans le cas de performances faibles et de sédiments non inertes non dangereux, il sera étudié d'autres applications potentielles (LEMEE, 2006).

La plate-forme COVASED aura pour client potentiel chaque port maritime ou fluvial possédant des volumes dragués supérieurs à 10000 m³/an.

Un état actuel des volumes dragués annuellement à l'échelle nationale des ports a été réalisé en 2011, voir figure 2.

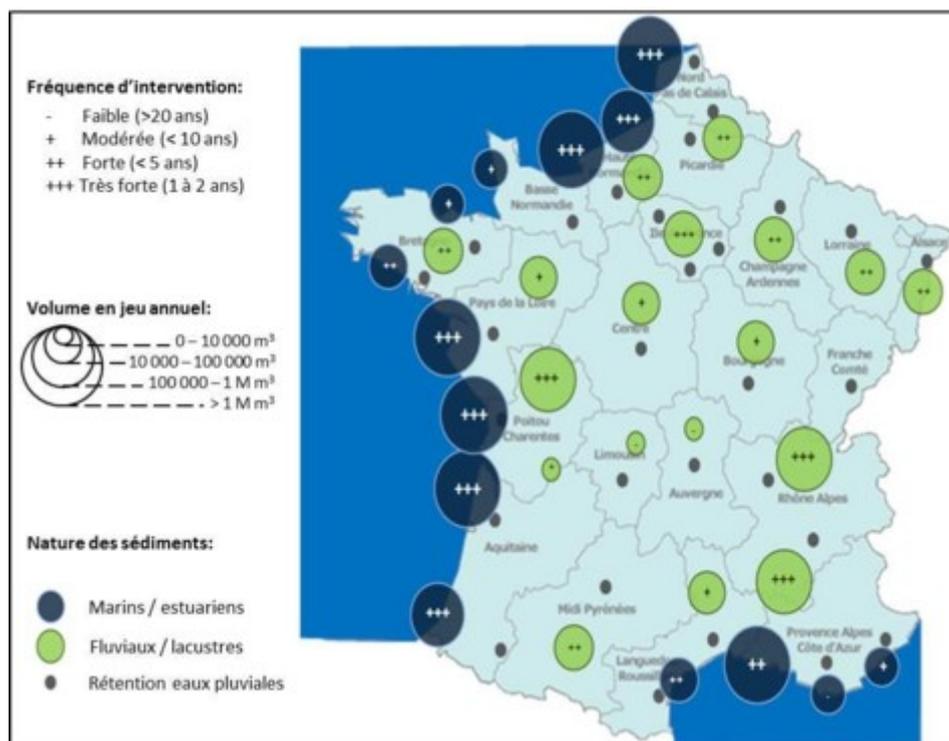


Figure 2. Etat annuel des volumes dragués des sédiments portuaires et fluviaux (IDRA, 2011).

Les ports qui sont situés sur la façade de la mer Manche (Le Havre, Dieppe et Dunkerque) sont des sources potentielles de matériaux. En effet, ils subissent des opérations de dragage tous les 2 ans au maximum et produisent un volume annuel de sédiment supérieur au million de mètres cubes.

5. Conclusions et perspectives

Le programme COVASED s'inscrit dans une politique économique et de développement durable par la mise en place, le développement, la gestion et la pérennisation d'une plate-forme pilote, à l'échelle industrielle, de prétraitement, traitement et de valorisation de sédiments issus de dragage et de matériaux fins. COVASED s'inscrit dans la démarche SEDIMATERIAUX et participe au centre de ressource européen SEDILAB.

Le planning prévisionnel du programme s'étale sur une durée de 3 ans, de 2014 à 2016. La première année est réservée à l'étude et la création de la plate-forme multimodale de traitement des sédiments, à son approvisionnement en matériaux pollués représentatifs, à l'évaluation des caractéristiques du matériau traité en termes de résistances mécaniques et de comportement sous environnement hydrique. La fin de la première année est réservée aux essais relatifs aux différentes étapes des modes de traitement qui seront opérées séparément ou en séquence, afin d'appréhender les interactions entre les

Thème 8 – Gestion et valorisation des sédiments marins

opérations. Un suivi environnemental (eaux, bruits, carbone, ...) aura lieu pour chaque poste.

Pendant la deuxième année, la plate-forme fonctionnera en conditions réelles en parallèle, des études de formulations en laboratoire, à destination des filières de valorisations retenues dans le projet seront menées. Une fois validées, les formulations sélectionnées seront destinées à des planches d'essais et/ou démonstrateurs à échelle semi-grandeur. A la fin de cette année, un bilan environnemental des opérations aura lieu.

Durant la troisième et dernière année, il sera démontré la faisabilité de l'usage des produits de traitement en sous-couche routière. A ce stade, il sera défini les règles techniques à suivre, les formulations et l'optimisation d'un produit fini en fonction du choix de sa voie de valorisation. La fin de cette dernière année concernera la diffusion des résultats et fera l'objet de communiqués dans le but de faire connaître ce procédé industriel et d'établir des règles techniques pour le réemploi des sédiments pour la réalisation d'ouvrages.

En cas de résultats prometteurs du programme COVASED, il pourra être envisagé une multiplication de ce type de plate-forme de traitement sécurisée au niveau national, voire international.

Ces plates-formes pérennes génèreront une valeur ajoutée importante tant en chiffre d'affaires qu'en emplois durables.

L'enjeu pourrait représenter, à terme, la mise en place d'une dizaine voire plus de centres de regroupement et de traitements, permettant de créer pour chacun d'entre eux 10 à 15 emplois directs et un chiffre d'affaires annuel évalué entre 4 et 5 millions d'euros.

6. Références bibliographiques

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

MANCIOPPI L., DHERVILLY P., LEVACHER D. (2012). *Décanteur dynamique NEMEAU[®] 450 et valorisations des matériaux fins*. XIIèmes Journées Nationales Génie Côtier – Génie Civil, Cherbourg, pp 1067-1071. <http://dx.doi.org/10.5150/jngcgc.2012.117-M>

IDRA (2011). *Dragage, traitement & valorisation des sédiments état des lieux*. Journées nationales sur la gestion terrestre des sédiments de dragage portuaires et fluviaux, Lille, pp 10-15.

GROSDEMANGE D., LEVEQUE F., DROUSIE J.L., AQUA J.L., MEHU J., BAZIN C. (2008). *The SEDIMARD project: Presentation and results*. International Symposium on Sediment Management, Lille 9-11th July 2008, pp 181-186.

LE GUYADER C. (2012). *Enquête "dragage" 2009 ; synthèse des données*. Rapport d'études, CETEMEF, 8 p.

- LEMEE F. (2006). *Traitement par alcali activation de sédiments fins marins à faible teneur en eau – Mise au point d'un procédé de stabilisation*. Thèse de doctorat, Université de Caen - ESITC, 187 p.
- LEVACHER D., DHERVILLY P. (2010). *Déshydratation mécanisée in situ de sédiments fraîchement dragués ou mis en dépôts : le projet SEDIGATE® I*. XI^{èmes} Journées Nationales Génie Côtier – Génie Civil, Les Sables d'Olonne, pp 859-868. <http://dx.doi.org/10.5150/jngcgc.2010.093-L>
- MANCIOPPI L., LEVACHER D., BERTRAND M., DHERVILLY P., XU C. (2011). *Caractérisations géotechniques et mécaniques des sédiments marins de dragage du port de Concarneau*. 2^{ème} Conférence Méditerranéenne Côtière et Maritime, Tanger, pp 215-220. <http://dx.doi.org/10.5150/cmcm.2011.046>
- MAROT F. (1997). *Caractérisation et traitement de sédiments de dragage contenant des polluants métalliques et des matières organiques*. Thèse de doctorat, Université du Havre, 294 p.
- SANNIER L., LEVACHER D., JOURDAN M. (2008). *Discrimination économique de méthodes de traitements de sédiments marins contaminés à l'aide de liants hydrauliques*. X^{èmes} Journées Nationales Génie Côtier – Génie Civil, 14-16 octobre 2008, Sophia Antipolis, pp 821-830. <http://dx.doi.org/10.5150/jngcgc.2008.077-S>
- SEDIGATE, VALGO, IN VIVO ENVIRONNEMENT, M2C, ECL (2014). *Dossier technique COVASED, CO-VALorisation de SEDiments*. Rapport, 67 p.
- SILITONGA E. (2010) *Valorisation des sédiments marins contaminés par solidification/stabilisation à base de liants hydrauliques et de fumée de silice*. Thèse de doctorat, Université de Caen, 229 p.
- THIVANT Y. (2013), *Procédés usuels de déshydratation et plateformes de prétraitement, traitement et valorisation des sédiments*. Rapport Master 1 Ingénierie et géosciences du littoral, Université de Caen, 49 p.

Thème 8 – Gestion et valorisation des sédiments marins