

LES GÉOSYNTHÉTIQUES POUR TRAITER LES MATIÈRES EN SUSPENSION DES EAUX DE CHANTIER : RECUEIL DES BESOINS ET PROTOCOLES D'ESSAIS

GEOSYNTHETICS FOR TREATMENT OF SOLID PARTICLES IN SUSPENSION IN RUNOFF WATER FROM CONSTRUCTION SITES : A REVIEW OF THE NEEDS AND OF TESTING PROCEDURES

Véronique HEILI¹, Catherine NEEL², David BACHELLERIE², Marc GIGLEUX³

1 Cerema, Direction Territoriale Est, Tomblaine, France

2 Cerema, Direction Territoriale Centre Est, Clermont-Ferrand, France

3 Cerema, Direction Territoriale Est, Metz, France

RÉSUMÉ - Par temps de pluie, les eaux des chantiers se chargent en fines lors de leur ruissellement sur les plateformes de terrassement. Le piégeage des MES constitue un enjeu environnemental majeur afin de préserver les eaux de surface, les zones humides, voire les eaux souterraines. Le projet se propose de faire un état des lieux des pratiques utilisées et des retours d'expérience, ainsi que de proposer des protocoles d'essais afin de comparer les différentes techniques, pour aboutir à la rédaction de préconisations de mise en œuvre et d'entretien. Deux sites expérimentaux seront instrumentés afin de contrôler et suivre les différents paramètres en grandeur nature.

Mots clés : MES, Filtres, Géosynthétiques, Chantiers, Démonstrateur.

ABSTRACT - During rain events, concentrations in fine particles increase in runoff waters of construction sites. The trapping of these suspended particles is thus a major environmental concern for the protection of surface water and wetlands, and the subsequent quality of groundwater. The project objective consists in elaborating a state of the art of practices along with experimental feedbacks, and tests protocols to compare different techniques, to then write some recommendations for their use and their service. Two experimental sites will be equipped to control and to monitor the different parameters at a full scale.

Keywords: TSS, Filters, Geosynthetics, Construction sites, Experimental project.

1. Introduction

Les eaux des chantiers d'infrastructures de transport (routes et voies ferrées, fluides et gaz), ou de construction (bâtiment) se chargent en fines lors de leur ruissellement par temps de pluie sur les plateformes de terrassement. Cette migration de particules a un impact préjudiciable sur les eaux de surface, les zones humides, voire les eaux souterraines. Le piégeage des MES constitue un enjeu environnemental majeur, car transportées par les eaux de ruissellement au moment des pluies, ces particules solides, de taille généralement comprise entre 2000 et 10 μm , parfois colloïdales ($< 0,45 \mu\text{m}$), sont à la fois source directe de dégradation des cours d'eau, par colmatage du fond du lit et asphyxie des plantes et des poissons et vecteur de polluants, tels que les éléments métalliques et les molécules organiques persistantes, facilement adsorbés par les particules solides.

En phase d'exploitation de la route, par exemple, il a été montré que 60% des fractions de cuivre et plus de 90% des fractions de zinc et de plomb rejetées sont associées aux MES de taille $> 8 \mu\text{m}$ (Branchu et al., Vertigo, 2013). De telles estimations sont plus difficiles à obtenir en phase chantier. Pourtant, la phase chantier génère toujours d'importants rejets d'eau beaucoup plus chargés en MES que les rejets habituels liés au ruissellement sur les surfaces routières. La production de MES en phase chantier se trouve en effet accentuée par les nombreux mouvements de terres, les travaux de terrassements et l'arasement de la végétation qu'ils induisent. Le taux d'érosion des terres lors de chantiers est en effet estimé 1000 fois supérieur au taux moyen naturel d'érosion des sols et 80 fois supérieur à celui des terres cultivées (Keener et al., 2007).

Alors que les sédiments de taille $> 50 \mu\text{m}$ peuvent être traités par décantation dans des systèmes de piège abaissant localement la vitesse d'écoulement à moins de 0.15 m/s, les particules en suspension et les colloïdes, plus fins, nécessitent une filtration. Les géosynthétiques sont déjà largement employés

par les entreprises de travaux publics pour retenir les sédiments en phase chantier (pièges à sédiments et bassins de rétention). Ils sont en revanche moins utilisés pour filtrer les MES dans les dispositifs temporaires de traitement des eaux de chantiers. De nombreux produits sont proposés par divers fournisseurs pour filtrer les eaux de chantiers (filtres à pailles, coco, gabion, géotextiles, ...). Leur efficacité n'a cependant pas fait l'objet de tests expérimentaux comparatifs et il n'existe pas de références scientifiques permettant de proposer des spécifications techniques pour assurer une durée maximale de traitement avant colmatage.

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE 2000) impose de traiter ces eaux de ruissellement avant leur rejet dans le milieu naturel. Il n'y a cependant à ce jour ni doctrine technique sur les dispositifs temporaires de traitement de ces eaux de chantier, ni données proposant des recommandations pour le dimensionnement de ces dispositifs. Dans ce contexte européen, les entreprises de travaux publics ont pris l'initiative de proposer divers systèmes de filtres dont l'efficacité dépend beaucoup des conditions de mise en œuvre et de maintenance. Des solutions combinées avec des géosynthétiques pourraient améliorer les dispositifs en réduisant l'impact des conditions de mises en œuvre.

Les retours d'expériences à l'international montrent que les géosynthétiques sont déjà largement employés par les entreprises de travaux publics pour retenir les sédiments en phase chantier. Peu d'études ont analysé leur capacité de filtration et il n'existe à ce jour, aucun type d'essais ou d'approche expérimentale reconnue en condition contrôlée permettant de caractériser les spécificités des produits à garantir pour qualifier la capacité de filtration pour une application dédiée à l'assainissement provisoire de chantier.

L'objectif de l'étude, fondée sur des retours d'expériences et une analyse bibliographique, est d'identifier le type de géosynthétiques qui seraient à développer dans le domaine de l'assainissement provisoire de chantier et de proposer un projet d'innovation, à la fois technique et pédagogique, pour aider la caractérisation des performances de ces produits, relativement aux solutions techniques généralement employées, de présenter la diversité des dispositifs généralement mis en œuvre par les entreprises en France et de les comparer avec ceux proposés dans le monde.

2. Un panorama du contexte et des pratiques en France et dans le monde

2.1. Les implications du contexte réglementaire européen

La Directive Cadre sur l'Eau (DCE) du 23 octobre 2000 (directive 2000/60) vise à donner une cohérence à l'ensemble de la législation avec une politique communautaire globale dans le domaine de l'eau. Elle définit un cadre pour la gestion et la protection des eaux par grand bassin hydrographique au plan européen avec une perspective de développement durable. Elle fixe des objectifs pour la préservation et la restauration de l'état des eaux superficielles (eaux douces et eaux côtières) et pour les eaux souterraines. L'objectif était d'atteindre en 2015 le bon état sur tout le territoire européen.

Cette obligation est traduite dans le droit Français par différents textes et notamment par l'arrêté du 25 janvier 2010 relatif aux critères et méthodes d'évaluation de l'état écologique, de l'état chimique et du potentiel écologique des eaux de surface. Les MES ne faisant pas partie des éléments déterminants de la qualité biologique ou chimique des eaux précisés dans cet arrêté du 25 janvier 2010, aucun seuil n'est défini au niveau national pour ces MES. Certains seuils sont prescrits localement au niveau des SAGE. Comme indiqué dans la note n°2 du Cerema (2015), les concentrations "autorisées" relevées dans les arrêtés Loi sur l'Eau de projets d'infrastructures linéaires varient dans un cadre large en fonction de la réglementation et de la sensibilité des milieux. Elles s'échelonnent ainsi de 5 à 200 mg/l mais sont généralement fixées à 25mg/l. Suivant les arrêtés, cette concentration doit être soit :

- obtenue dans le rejet lui-même ou dans le milieu récepteur,
- maintenue en permanence, à ne pas dépasser ou à ne dépasser que dans des cas exceptionnels (crue, orage exceptionnel dans sa fréquence).

Ainsi, les textes réglementaires n'imposent aux maîtres d'ouvrage qu'une valeur d'objectif moyen pour les eaux salmonicoles et cyprinicoles de 25 mg/l par défaut ; dans les autres cas, les arrêtés peuvent fixer des valeurs spécifiques adaptées au milieu. Les moyens à mettre en œuvre pour garantir l'atteinte de ces objectifs relève du Maître d'œuvre ou de l'entreprise.

2.2. Le panorama des pratiques en France

Aucune doctrine nationale ou guide ne précise actuellement les pratiques et dispositifs à mettre en œuvre au niveau des chantiers pour assurer l'abattement des sédiments et des MES avant rejet des eaux de ruissellement du chantier. En l'absence de guide de recommandations, des entreprises de travaux publics et des bureaux d'ingénierie ont pris l'initiative d'éditer des guides (EIFFAGE, 2013 et EGIS, 2013) pour présenter un premier retour de leurs expériences sur plusieurs solutions techniques (Figure 1). Ces guides restent partiels car ils ne traitent pas de l'ensemble des dispositifs possibles. Ils ne donnent que des informations qualitatives, sans précision sur le domaine d'application des solutions présentées, ni éléments objectifs sur leur efficacité de traitement respective. Ces catalogues de solutions sont par ailleurs relativement peu diffusés. Un « Guide de bonnes pratiques environnementales pour la protection des milieux aquatiques en phase chantier » (Onema, 2016) est en cours de finalisation et doit paraître prochainement ; ce guide présente les critères de choix des dispositifs à mettre en œuvre avec quelques éléments de dimensionnement, ainsi que différentes bonnes pratiques en détaillant leurs champs d'application, leurs modalités d'installation et les points de vigilance.



Figure 1. Quatre exemples de filtres mis en œuvre en France

L'analyse de quelques Cahiers des Clauses des Techniques Particulières (CCTP) de marchés de travaux montre que les indications données pour assurer l'assainissement provisoire des eaux de chantiers sont généralement sommaires, rarement quantitatives, non exhaustives voire inexistantes. Certains CCTP comportent un paragraphe spécifique consacré à ce sujet. Cependant, dans la majorité des cas, les dispositifs à mettre en place ne sont que brièvement mentionnés dans plusieurs parties du CCTP destinées à une phase particulière du chantier (par exemple, partie dédiée aux remblais). Lorsque les préconisations existent, elles n'indiquent jamais la géométrie du dispositif et ne mentionnent, au mieux, qu'une estimation du volume des bassins de décantation à prévoir, sans préciser les bases du dimensionnement (par exemple, « prévoir un bassin provisoire de 50 m³ »).

Or, seul un traitement adapté au terrain (lithologie, relief) et correctement dimensionné (pluviométrie, géométrie du bassin) permet d'atteindre les objectifs d'assainissement.

Généralement, les mesures prises sur les chantiers sont très sommaires, parfois tardives et pas toujours adaptées au contexte géomorphologique et climatique. La plupart du temps, les filtres rencontrés sont constitués de bottes de paille positionnées sommairement dans des fossés en terre ou directement dans les cours d'eau.

Ces aménagements ne donnent aucun résultat et ne servent qu'à justifier du respect d'une clause du Dossier de Consultation des Entreprises (DCE). Les bottes de pailles, dont les plus récentes sont comprimées à plus de 250 kg/m², constituent des bouchons mais pas des filtres du fait de leur faible compacité et du gonflement de la paille une fois mouillée. De plus, posées directement dans les fossés, ces bottes de paille n'ont aucune capacité de stockage des éventuelles particules ruisselées.

Pour que le système fonctionne comme un piège à particules et pas uniquement comme un ralentisseur de la vitesse de l'eau, il est indispensable d'associer un filtre à un ouvrage présentant une capacité de stockage suffisante pour tranquilliser l'écoulement avant le filtre. Le filtre peut être placé, par exemple, en aval du bassin temporaire de décantation de sorte à ce qu'il ne filtre que la partie la plus fine des sédiments, à savoir les particules non décantées.

Dans la plupart des chantiers, des bassins provisoires sont mis en œuvre si le CCTP l'exige, sans filtre en aval. La conception de ces bassins se limite souvent à sa plus simple expression : un trou creusé dans les sols en place, respectant le volume préconisé par la CCTP ou dans une étude hydraulique, sans géométrie déterminée, ni relevé topographique. Ces bassins sont positionnés en fonction des contraintes de terrain et dans les limites de l'emprise foncière. En conséquence, la géométrie, les dimensions et la situation de ces bassins ne sont donc pas toujours définis dans l'objectif d'optimiser la performance de traitement des eaux de chantiers.

2.3. La comparaison avec l'évolution des pratiques en Amérique du Nord

Certains pays, tels que les États-Unis ou le Canada, ont prévu des sanctions dans la loi en cas de non respect des performances de traitement des eaux de chantiers. La réglementation est cependant accompagnée de guides de bonnes pratiques, intégrant des éléments clairs de dimensionnement des bassins temporaires et des pièges à sédiments à mettre en œuvre. Ces guides fournissent aussi des consignes de maintenance et de suivi. Ils présentent plusieurs types de produits en soulignant à chaque fois leur domaine d'application, leurs limites, l'entretien à prévoir, avec des éléments de coûts et des références scientifiques sur l'évaluation de ces produits lorsqu'elles existent.

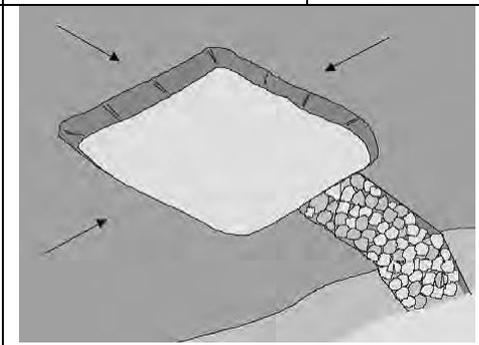
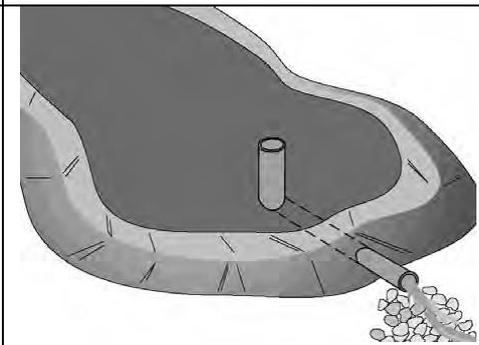
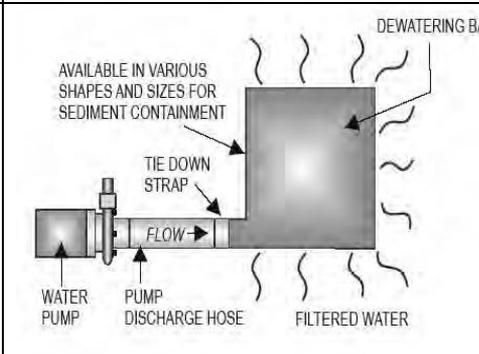
Il est intéressant de présenter l'historique de construction de ces guides, pour les États-Unis par exemple. La préoccupation initiale est venue des chantiers de gestion forestière. Dès les années 1990 (Novotny et Olem, 1994, cité dans Harbor, 1999), ces chantiers étaient identifiés comme la plus grande cause des dégradations des cours d'eau (notée Non Point Source Pollution : NPS) ; il en a découlé une première revue illustrée des pratiques (Harbor, 1999). Par extension, les zones en voie d'urbanisation ont été également surveillées. Il en a résulté que l'agence en charge de la protection de l'environnement a fini par signaler explicitement les sédiments, au sens large, comme la principale cause de dégradation des eaux de surface aux États-Unis (US Environmental Protection Agency, 2000). Cette acception a motivé le développement de dispositifs et de produits pour limiter les rejets de sédiments et de MES, qu'ils soient issus des travaux en forêt ou des chantiers liés à l'urbanisation des territoires (constructions et infrastructures de transport). Chaque état a ainsi pu initier des guides de bonnes pratiques (eg. Caltrans, 2003 pour la Californie; FDEP, 2008 pour la Floride). Au final, l'ensemble de ces inventaires de bonnes pratiques a donné lieu à un guide national qui précise les étapes à respecter pour assurer le traitement des eaux de chantier, depuis le contrôle à la source des remaniements de terres, jusqu'à la revue détaillées de solutions techniques pour réduire les rejets de sédiments et de matières en suspension, en incluant les recommandations utiles pour le dimensionnement de ces solutions, leur maintenance et l'organisation de la mission de contrôle.

Cette doctrine nationale est enseignée depuis 1999 aux ingénieurs en Génie Civil, en accompagnement de leur formation sur les obligations réglementaires à respecter pour protéger les eaux superficielles en phase chantier (Gilbert-Gedeon, 2016).

2.4. L'apport des géosynthétiques

Les géosynthétiques sont bien identifiés comme utiles pour améliorer les fonctions des divers systèmes employés pour retenir les sédiments en phase chantier puis réduire la charge en MES de l'eau avant rejet (Thiesen et al., 1992 ; Sprague et Sprague, 2016). Le Tableau 1 présente quelques exemples de dispositifs préconisés dans les bonnes pratiques nord américaines et utilisant des produits géosynthétiques.

Tableau 1 : Exemples de dispositifs préconisés aux Etats-Unis, valorisant des produits géosynthétiques

<p>Barrière anti-érosion (<i>silt fence</i>)</p> <p>Barrière temporaire constituée d'un tissu filtrant (synthétique ou toile de jute) tendu en travers de l'écoulement ou sur les berges et attaché.</p> <p>(Source : EPA, 2003 p. 25 & 43 ; cf. http://www.floridayards.org/professional/Stormwater-bmpmanual.pdf)</p>	 <p>pour protéger un arbre</p>	 <p>pour filtrer l'eau</p>	 <p>pour limiter le ravinement de pente</p>
<p>Piège à sédiments (<i>sediment trap</i>)</p> <p>Un géosynthétique imperméable assure l'étanchéité du piège à sédiments, qui n'est qu'un bassin temporaire formé par l'excavation et / ou par un bourrelet de terre en remblais, pour ralentir les eaux et permettre le dépôt des sédiments</p> <p>(Source: http://www.mnerosion.org dans FDEP, 2008, page 152)</p>			
<p>Bassin de rétention (<i>sediment basin</i>)</p> <p>Un bassin temporaire avec un ouvrage à débit contrôlé, en sortie, étanché par une géomembrane et parfois entouré d'un remblais recouvert pour assurer la résistance de la structure en cas de crue.</p> <p>(Source: http://www.mnerosion.org dans FDEP, 2008, page 153)</p>			
<p>Sac-Filtre gravitaire (<i>gravity bag filter</i>)</p> <p>Un filtre à sac de gravité, également appelé un sac de déshydratation, est un sac carré ou rectangulaire en géotextile non tissé qui recueille le sable, le limon, et d'autres particules fines</p> <p>(Source: FDEP, 2008, page 156, http://www.spillcontainment.com)</p>			

Dans les guides de bonnes pratiques américains, ils sont préconisés à la fois très en amont, pour recouvrir les talus de sorte à éviter le départ de particules (*i.e. géotextile filtrant épais, en fibres naturelles, biodégradables*); ou très en aval, en sortie de bassin de décantation, pour filtrer les matières en suspension et colloïdes les plus fins au fil de l'eau avant son rejet (*i.e. barrières ou chaussettes filtrantes*). Cependant, ces dispositifs restent peu employés et la majorité des filtres sont, comme en France, constitué à base de bio-matériaux (paille, limon-compost), comme l'indique Keener et al. (2007). En pratique, les géosynthétiques se retrouvent principalement en recouvrement des bords de fossés (*i.e. géotextile anti-érosion*), ou dans les pièges à sédiments (*i.e. géotextile drainants et résistants, à maille millimétrique*) ou pour étancher les bassins provisoires de rétention et de décantation (*i.e. géomembrane*).

2.5. Les développements d'approches d'évaluation des performances

Plusieurs études récentes évaluent l'efficacité des bonnes pratiques préconisées, tant au Canada qu'aux USA, en particulier s'agissant des travaux forestiers (Wear et al., 2013; Cristan et al., 2016). De tels suivis *in situ* sont plus difficiles à mener au niveau des chantiers de construction ou d'infrastructures. Contrairement aux zones d'exploitation forestière, les chantiers nécessitent des dispositifs temporaires qui restent difficiles à suivre dans la durée. La charge en MES des eaux de chantier est aussi directement liée aux événements de pluies (Trenouth et al., 2015), à la nature géologique et à la géomorphologie du terrain (Harbor, 1999).

Aussi, peu de dispositifs de chantier ont fait l'objet d'évaluation de leur performance en conditions réelles, ce qui ne permet pas de définir clairement les spécifications à viser pour des produits géosynthétiques (Barret et al, 1995). Seuls de rares systèmes de filtres temporaires ont fait l'objet d'évaluation en conditions contrôlées, du point de vue de leur capacité à piéger des sédiments ou à filtrer des particules. Keener et al (2007) ont ainsi comparé l'efficacité de filtration, le taux d'écoulement, la profondeur de flaque en fonction du débit, le point de franchissement et la hauteur limite de chute pour des géotextiles placés au fil de l'eau dans les fossés. Ils ont comparé des barrière limoneuses (*silt fence*) avec des chaussettes de bio-compost (*compost silt socks*) pour en déterminer les limites d'application pour le traitement des eaux de chantiers. Faucette et al. (2008) ont prolongé ces expériences en montant un dispositif de test en laboratoire sous un simulateur de pluie, de sorte à préciser les limites hydrauliques de ces produits. Zechs et al. (2008) ont proposé un dispositif à échelle intermédiaire (*plusieurs mètres*) permettant d'inclure l'effet de la vitesse d'écoulement de l'eau dans les essais.

Wachar et al. (2009) ont proposé un système qui consiste en un réservoir souple et étanche, terminé en aval par un seuil en "V" afin d'estimer le débit (Figure 2), qui a été utilisé, notamment, en aval des rejets de sites d'extraction de gaz.



Figure 2 : Exemple de dispositif d'évaluation de performance (source diaporama de Banks et Wachal, 2010, cf. <http://watershedplanning.tamu.edu/media/442638/8-w-gas-well-stormwater-final-080713-compatibility-mode-.pdf>)

Trenouth et al. (2015) sont les premiers à proposer une évaluation des performances en conditions de chantier, par comparaison des taux d'abattement mesurés et en intégrant une analyse statistique des événements pluvieux ayant induits la charge en MES pour permettre la comparaison. Ils en tirent une

première proposition de diagramme de décision pour évaluer sur le terrain et en temps réel, la performance du dispositif de contrôle de l'érosion et de la charge en MES mis en œuvre. Le Tableau 2 suivant résume les résultats des analyses de performances cités.

Tableau 2 : Synthèse de quelques analyses de performances de dispositifs

Dispositif de traitement	% d'abattement	Élément de coûts (selon Trenouth et al., 2015)	Référence
Barrière limoneuse (silt fence)	0 à 3 % de la turbidité 0 à 20% des argiles 50% des sables et limons	17 - 30 \$ / mL	USEPA, 1993, cité dans Faucette et al., 2008
Chaussettes de bio-compost (bio-compost socks)	55% de la turbidité 98% de la charge solide totale 70 % des MES	Non renseigné	Faucette & Tyler, 2006, cité dans Faucette et al., 2008
Géotextile/géonaturel anti-érosion	50 à 95% de l'érosion	4 \$ / m ²	Trenouth et al., 2015
Filtre à paille	65 % de la charge solide totale	70 \$ / m	EPA, cité dans Trenouth et al., 2015
Sac filtre à sable	65 % "	230 \$ / m	" " "
Trou piège à sédiment	65 % "	1,335 \$ / unité	" " "
Barrage rocheux	80 % "	765 \$ / unité	" " "
Barrage de paille	80 % "	260 \$ / unité	" " "
Barrage limoneux	75 % "	1,030 \$ / unité	" " "

Au final, il découle des expériences nord américaines (Canada et États-Unis) que le développement de nouveaux produits nécessitera, au préalable, d'harmoniser des protocoles d'essai et le référentiel qui permettra d'évaluer et de comparer les performances des produits, utilisant ou non des géosynthétiques.

3. Un projet d'innovation pour aider le développement de nouveaux produits

Les objectifs du projet OpTECh (Optimisation du Traitement des Eaux de Chantier) sont de :

- ✓ comparer les différents dispositifs de filtre actuellement utilisés (filtres à pailles, coco, gabions, géotextiles, ...),
- ✓ définir des modalités de mise en œuvre,
- ✓ déterminer les vitesses de colmatage et les capacités d'épuration,
- ✓ proposer des spécifications techniques pour assurer une durée maximale de traitement avant colmatage.

Pour ce faire, deux sites seront instrumentés afin de répondre à ces objectifs :

- l'École d'Application aux métiers des Travaux Publics (EATP) d'Égletons en Corrèze, qui met ses plateformes de terrassement à disposition afin de suivre les capacités de traitement en réalisant des mesures en entrée et en sortie de l'ensemble "bassin + filtre",
- le laboratoire de Nancy du Cerema sur lequel un dispositif expérimental permettra de qualifier l'efficacité de traitement des filtres, en conditions contrôlées (taille et quantité des MES en taille débit, ...) avec un focus particulier sur les géosynthétiques.

3.1. Un projet de dispositif d'essais des filtres en conditions contrôlées

Le démonstrateur envisagé à Nancy, et dont la réflexion sur le montage est actuellement en cours, devra permettre de contrôler en entrée et en sortie de dispositif de filtration, le débit, la quantité et la dimension des MES. Pour ce faire, différents appareils et instruments de mesure et de prélèvements seront installés (débitmètres, préleveurs, turbidimètres, ...). La capacité de filtration des systèmes testés sera suivie dans le temps sur une durée qui pourra évoluer en fonction des résultats obtenus.

La communication présentée aux Rencontres Géosynthétiques de Lille en 2017 portera sur les protocoles de mesures, les matériels et instrumentations envisagés pour ce dispositif d'essais des filtres en conditions contrôlées.

3.2. Un projet de démonstrateur grandeur réelle

3.2.1. Un site d'application en situation de chantier permanent

Le Cerema dispose d'un partenariat avec l'EATP d'Égletons qui forme des professionnels performants, au service des Travaux Publics. Elle accueille 580 élèves et étudiants, qui suivent un cursus en CAP, Bac Pro ou BTS, tous spécialisés dans les Travaux Publics.

3.2.2. Un objectif de vitrine pédagogique

Ce partenariat offre une opportunité unique en terme pédagogique vis à vis des futurs acteurs de chantiers. En effet, ce site de l'EATP propose une situation de chantier permanent avec la tenue régulière, de septembre à mai, de travaux pratiques d'étudiants sur des plateformes de terrassement implantées au sein d'arènes granitiques propices aux phénomènes de lessivage des sols. Les eaux de ruissellement sont ainsi chargées en MES avec un taux supérieur aux limites réglementaires (dépassant 1000 mg/L).

Les élèves pourront ainsi vérifier l'efficacité des différents dispositifs qui pourront être testés (dimensions et forme de bassins de décantation), des dispositifs innovants pourront aussi être évalués (type de filtres) et comparés à l'existant ou entre eux.

3.2.3. Une perspective d'évaluation complète de la chaîne de traitement

Le projet prévoit de suivre les débits, taux de MES et la turbidité en continu en entrée et sortie de la chaîne de traitement constituée de piège à sédiments, d'un fossé avec barrière anti-érosion, d'un bassin de rétention puis d'un filtre en aval. Il est prévu de maintenir un espace libre pour tester plusieurs géométries de bassins provisoires de chantier, en amont des systèmes de filtre à évaluer. Pour plus de sécurité, il est aussi prévu de raccorder le démonstrateur sur le dernier bassin permanent utilisé actuellement pour traiter les eaux de ruissellement des plateformes de travaux de l'EATP, avant le rejet des eaux à la rivière.

Ce projet permettra d'évaluer, dans les conditions locale du site de l'EATP et au travers de nouveaux projets de travaux dirigés et d'études pour les étudiants de BTS, l'ensemble de la chaîne de traitement des MES en phase chantier:

- en utilisant les bases de calcul de l'assainissement routier,
- en vérifiant dans la durée l'influence de la géométrie des bassins provisoires de décantation par comparaison des concentrations en MES en entrée et sortie,
- en testant l'efficacité de plusieurs dispositifs de filtration, en mesurant les MES en entrée et sortie de chaque filtre, voire, s'il est possible de construire deux dispositifs parallèle en sortie de bassin, en comparant deux type de filtres lors d'un même événement pluvieux.

4. Conclusion : une voie pour les géosynthétiques

L'analyse bibliographique a montré l'existence de recherches menées essentiellement en Amérique du Nord, au départ dans le domaine de l'exploitation forestière, et qui ont abouti à la rédaction de préconisations pour la gestion des MES en phase chantier. L'utilité des géosynthétiques est reconnue notamment pour améliorer la performance de traitement des MES des eaux de ruissellement. Il manque des données chiffrées quant à leur efficacité pour mieux souligner leurs avantages et définir les spécifications techniques de mise en œuvre et d'entretien.

Des protocoles d'évaluation en laboratoire ont été proposés pour évaluer les performances de différents types de filtres, dont des géosynthétiques. Une harmonisation des protocoles permettra la comparaison des performances des divers produits et aidera l'identification de leurs limites d'application.

Après cette première phase d'analyse de la bibliographie et de retours d'expériences, le projet entre maintenant dans sa phase expérimentale. L'objectif est de construire un mode opératoire et un dispositif d'essais en conditions contrôlées, avec, dans la mesure du possible, un démonstrateur grandeur réelle. Il s'agira à terme de parvenir à un consensus sur un protocole d'essai, voire une ébauche de norme, avec les différents intervenants dans le domaine des géosynthétiques et de la préservation du milieu aquatique.

5. Références bibliographiques

- Barrett M.E., Kearney J.E., McCoy T.G. (1995). An evaluation of the use and effectiveness of temporary sediment controls CRWR Online Report 95-6, crwr.utexas.edu Bureau of Engineering Research, The University of Texas, Austin (Ed), 148 p.
cf. <http://www.ce.utexas.edu/centers/crwr/reports/online.html>
- Caltrans (2003). State of California Department of Transportation Construction Site Best Management Practice (BMP) Field Manual and Troubleshooting Guide. Report n°CTSW-RT-02-007, 107 p.
cf. http://www.dot.ca.gov/hq/construc/stormwater/BMP_Field_Master_FullSize_Final-Jan03.pdf
- Cerema (2015). Note n°2 : Conception des ouvrages d'assainissement provisoires en phase chantier – retour d'expériences. Collection Connaissances Série "Environnement – Santé – Risque", N°2 - ISBN : 978-2-37180-054-0, Cerema ITM (Ed), 19 p.
cf. http://www.infra-transports-materiaux.cerema.fr/IMG/pdf/NI_ESR_02.pdf
- Cristan R., Aust M.W., Bolding M.C., Barrett S.C., Munsell J.F., Schilling E. (2016). Effectiveness of forestry best management practices in the United States: Literature review Forest Ecology and Management 360 (2016) 133–151
- EGIS (2013). Gestion des eaux pluviales de chantier et hydrauliques provisoire en phase travaux. Guide technique n° 1. 75 p.
- EIFFAGE (2013). Gestion des eaux de chantiers : Assainissement provisoire. Bibliothèque de l'environnement, Guide n° 1.
- EPA (2003). Stormwater best management practice (BMP). Selection and implementation Florida Department of Environmental Protection, EPA (Ed), 101 p.
- FDEP (2008). Florida stormwater erosion and sediment control inspector's manual. Florida Department of Environmental Protection Nonpoint Source Management Section Tallahassee, Florida (Ed), 378 p.
cf. <http://www.dep.state.fl.us/water/nonpoint/docs/erosion/erosion-inspectors-manual.pdf>
- Faucette L.B., Sefton K.A., Sadeghi A.M. (2008). Sediment and phosphorus removal from simulated storm runoff with compost filter socks and silt fence. Journal of Soil and Water Conservation, Volume 63, Number 4, 257-264.
- Gilbert-Gedeon P.E. (2016). Construction site storm water runoff control. Online PHD Course No: C09-001 (9 Credits), Continuing Education and Development, Inc. (Ed), 106 p. cf. <https://www.cedengineering.com/courses/construction-site-storm-water-control-comprehensive>
- Harbor J. (1999). Engineering geomorphology at the cutting edge of land disturbance: erosion and sediment control on construction site. Geomorphology 31 _1999, 247–263.
- Keener H.M., Faucette B., Klingman M.H. (2007). Flow-through rates and evaluation of solids separation of compost filter socks versus silt fence in sediment control applications, J. Environ. Qual. 36, 742–752
- ONEMA (2016). Bonnes pratiques environnementales pour la protection des milieux aquatiques en phase chantier : Anticipation des risques, gestion des sédiments et autres sources potentielles de pollutions des eaux. Collection "Guides et protocoles", ONEMA (Ed), version de travail 4-10 du 19/09/2016, 152 p.
- Sprague C.J., Sprague J.E. (2016). 4 - Geosynthetics in erosion and sediment control. *Geotextiles*, 531-562.
- Theisen M.S. (1992). The role of geosynthetics in erosion and sediment control: an overview. *Geosynthetics in Filtration, Drainage and Erosion Control*, 1992, 199-214.
- Trenouth W.R., Gharabaghi B. (2015). Event-based design tool for construction site erosion and sediment controls Journal of Hydrology 528, 790–795.

- Wachal D.J., Banks K.E., Hudak P.F., Harmel R.D. (2009). Modeling erosion and sediment control practices with RUSLE 2.0: A management approach for natural gas well sites in Denton County, TX, USA, *Environmental Geology*, 56, 1615-1627.
- Wear L.R., Aust W.M., Bolding M.C., Strahm B.D., Dolloff C.A. (2013). Effectiveness of best management practices for sediment reduction at operational forest stream crossings *Forest Ecology and Management* 289, 551–561.
- Zech W., Halverson J., Clement T. (2008). Intermediate-scale experiments to evaluate silt fence designs to control sediment discharge from highway construction sites. *J. Hydrol. Eng.*, 497-504.