

AVIS TECHNIQUE CETU

ETANCHEMENT DES OUVRAGES SOUTERRAINS

AT n° 25-12 R

Validité du : 11 / 03 / 2026

au : 10 / 03 / 2031

NOM DU PROCÉDÉ : VOLTEX

-

ENTREPRISE : DIP TECHNOLOGIES

Le procédé **VOLTEX** appartient à la famille des géosynthétiques bentonitiques (GSB).

Il est constitué d'un géosynthétique bentonitique VOLTEX DS.

Le VOLTEX DS est manufacturé en usine en forme de nappe et est constitué de granulés de bentonite sodique contenus entre deux géotextiles maintenus par aiguilletage. Il comporte sur l'une de ses faces un géofilm en polyéthylène.

L'épaisseur moyenne de la nappe est de 6 mm.

La fonction d'étanchéité du géosynthétique bentonitique VOLTEX DS n'est acquise qu'après saturation en eau de la bentonite sous contrainte de confinement.

Les fixations mécaniques sont prises en compte dans le présent avis.

En tranchée couverte, les nappes posées en piedroit ou en voûte sont fixées mécaniquement au support ou en tête de coffrage. Sous radier et sur dalle, les nappes sont posées en indépendance. Les nappes sont assemblées entre elles par simple recouvrement. La structure de l'ouvrage ou le remblai assure le confinement des nappes.

() Le présent document annule et remplace le précédent AT CETU n°20-04 à compter du 11/03/2026.*

<i>Historique des anciennes versions :</i>	
<i>AT CETU n°20-04 (demande initiale) VOLTEX</i>	<i>Validité du 10/03/2021 au 10/03/2026</i>

TABLE DES MATIERES

CHAPITRE 1 - IDENTIFICATION DU PROCEDE	4
1.1 Renseignements commerciaux.....	4
1.2 Définition, constitution et composition du procédé	4
1.3 Domaines d'emploi – Limites et précautions d'emplois	5
1.3.1 Domaine d'emploi.....	6
1.3.2 Les supports.....	6
1.3.3 Les protections	7
1.4 Dispositions prises par l'entreprise pour assurer la qualité de fabrication.....	8
1.5 Mise en œuvre du procédé VOLTEX	9
1.5.1 Conditions climatiques.....	9
1.5.2 Recouvrement vertical et horizontal des lés de GSB	9
1.5.3 Mise en œuvre sous radier	10
1.5.4 Mise en œuvre en vertical sur soutènement piédroit.....	13
1.5.5 Pose sur voiles coulés verticaux ou inclinés	13
1.5.6 Pose sur coffrage	13
1.5.7 Mise en œuvre sur dalle supérieure ou voûte	14
1.5.8 Dispositions constructives.....	14
1.5.9 Remblaiement	14
1.6 Conditions particulières de transport, de stockage et de mise en œuvre.....	15
1.6.1 Transport et stockage.....	15
1.7 Prise en compte des exigences essentielles.....	15
1.8 Références	15
CHAPITRE 2 - ESSAIS DE CARACTÉRISATION.....	16
2.1 Éléments de caractérisation.....	16
2.2 Essais pour l'évaluation de l'aptitude à l'usage	16
CHAPITRE 3 - AVIS DE LA COMMISSION	19
3.1 Exigences générales du procédé.....	19
3.1.1 Propriétés physiques	19
3.1.2 Propriétés hydrauliques	20
3.1.3 Propriétés mécaniques	20
3.2 Exigences relatives à la mise en œuvre.....	20
3.3 Exigences liées à la durabilité.....	21
3.3.1 Résistance aux micro-organismes	21
3.3.2 Perméabilité après hydratation/dessiccation.....	21

3.3.3	Résistance à la migration verticale de la bentonite contenue dans les geosynthétiques bentonitiques aux cycles de fluctuation hydrique	21
3.3.4	Résistance à la pénétration aux racines	21
3.4	Sécurité - hygiène.....	21
3.5	Conclusions	21
3.5.1	Appréciation à l'adaptation du support.....	22
3.5.2	Appréciation sur le domaine d'emploi	22
3.5.3	Contrôle de la conformité.....	22
3.5.4	Mise en œuvre.....	22
3.5.5	Aptitude à la réparation.....	23
3.6	Retour d'expérience.....	23

CHAPITRE 1 - IDENTIFICATION DU PROCÉDE

1.1 Renseignements commerciaux

Le procédé **VOLTEX** est distribué par la société :

DIP TECHNOLOGIES (France et Afrique francophone)

8b rue de Lombardie

69800 Saint Priest

France

Téléphone : 04 72 51 05 95

Fax : 04 72 51 21 48

La bentonite en vrac est extraite des gisements appartenant au groupe AMCOL puis séchée et broyée dans les usines CETCO.

Les rouleaux VOLTEX DS et la bentonite en vrac sont fabriqués par CETCO EMEA dans l'usine de SZCZYTNO en Pologne.

Le joint hydrogonflant RX est fabriqué par CETCO dans l'usine de SZCZYTNO en Pologne.

Les produits VOLTEX et joints RX sont des marques déposées.

1.2 Définition, constitution et composition du procédé

Le procédé **VOLTEX** fait partie de la famille des Géosynthétiques Bentonitiques (GSB, au sens de la norme NF EN ISO 10318) conformément au Fascicule 67 titre III du CCTG.

Le procédé **VOLTEX** comprend :

Tableau 1- Composition du procédé VOLTEX

Produits et systèmes entrants dans la composition du procédé	Évalués par le présent AT-CETU	Non évalués par le présent AT-CETU
<p>La nappe VOLTEX DS : Elle est constituée de granulés de bentonite sodique contenus entre deux géotextiles en polypropylène, assemblés par aiguilletage.</p> <p>La quantité moyenne de bentonite sèche est de 4,5 kg/m².</p> <p>L'un des géotextiles est un tissé de 100g/m² de couleur noire, l'autre un non tissé de 200 g/m² de couleur verte. Un film en polyéthylène basse densité d'épaisseur 0,2 mm de couleur noire est collé sur le non-tissé vert.</p> <p>Dans le cas d'une utilisation en présence d'eau de mer ou d'une eau agressive, la bentonite du VOLTEX DS est renforcée par ajout de polymère.</p>	X	

<p>La bentonite sodique standard ST est une argile gonflante qui appartient au groupe des argiles de type smectites.</p> <p>La bentonite sodique CR (Chemical Resistant), dite pour « eau de mer » est de la bentonite sodique standard ST, renforcée par un polymère spécifique.</p> <p>Le choix entre bentonite ST et Bentonite CR est déterminé par l'essai de gonflement avec les eaux du site.</p>	X	
<p>La bentonite sodique en vrac est destinée au traitement des recouvrements et des points singuliers. Elle se présente sous forme d'une pâte préparée sur chantier à partir de bentonite granulaire et d'eau (1/3 de volume d'eau pour 2/3 de volume de bentonite).</p>		X
<p>Le joint hydrogonflant RX : Mélange homogène de bentonite sodique de marque VOLTEX type Saline Seal 100 (75 %) et de caoutchouc butyle (25 %). Ce joint est utilisé pour le traitement des reprises de bétonnage par l'intermédiaire d'une grille FILFIX.</p> <p>Il existe 2 dimensions :</p> <ul style="list-style-type: none"> • RX 101 : Section de 20 mm x 25 mm • RX 103 : Section de 10 mm x 15 mm. <p>Les joints RX 101 sont conditionnés en longueur de 30 ml et les joints RX 103 en longueur de 72 ml.</p>		X
<p>Les accessoires de fixation de la nappe VOTEX DS :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Support béton : clou béton L 37 mm avec rondelle plastique de 30 mm HILTI ou de performance équivalente, fixé au pistolet HILTI DX 460 MX ou de performance équivalente • Support parois moulées, poteaux profondés : cheville à frapper L 65 mm et diamètre 6 mm HILTI, ou de performance équivalente • Fermeture des lés de recouvrements de VOLTEX DS : agrafe 32x18 ALSAFIX ou de performance équivalente, fixée à l'agrafeuse 561 ou 561 PN, et bande adhésive en PVC avec masse adhésive en caoutchouc, d'épaisseur 0,125 mm de type BARNIER. 		X

1.3 Domaines d'emploi – Limites et précautions d'emplois

Le procédé **VOLTEX** étanche les ouvrages vis-à-vis des eaux d'infiltrations sans pression ou des eaux de nappe phréatique pour des pressions hydrostatiques **inférieures ou égales à 20 m**.

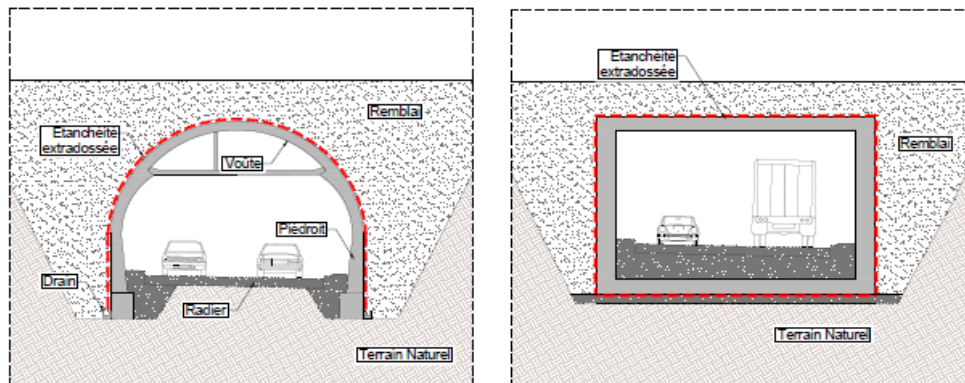
Dans tous les cas, il est obligatoire de vérifier la compatibilité du procédé avec le projet en procédant à des essais de gonflement de la bentonite en laboratoire selon la norme XP P 84-703 avec un échantillon d'eau prélevé sur site.

Il est possible que les essais ne permettent pas de valider l'utilisation du procédé (gonflement de la bentonite renforcée en polymère et perméabilité $> 5.10^{-11}$ m/s).

1.3.1 Domaine d'emploi

- l'extrados de tranchées couvertes (dalles supérieures, piédroits, radier)
- l'extrados d'ouvrages d'art sous plateforme routière, autoroutière et ferroviaire avec étanchéité sous remblai
- l'extrados de structures de cuvelage d'ouvrages de génie civil enterrés
- les parkings souterrains hors emprise bâtiments
- les souterrains piétons/cyclistes hors emprise bâtiments
- le radier de structures intégrées (radier liaisonné à un soutènement)

Tranchée sans limite d'emprise (T.S.L.E)



Tranchée avec limite d'emprise (T.A.L.E)

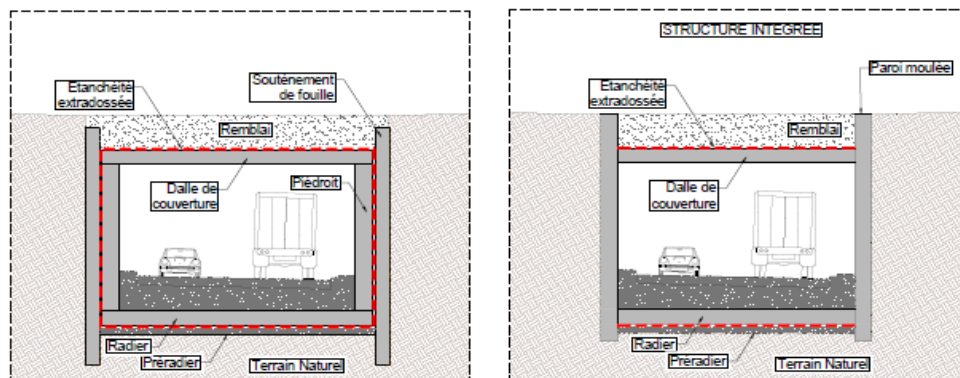


Figure 1 Schémas de principe

1.3.2 Les supports

Les supports du **VOLTEX DS** peuvent être les suivants :

- béton armé - paroi moulée - paroi au coulis - palplanches métalliques - béton projeté avec ou sans fibres - berlinoise bois, et béton de propreté pour l'étanchéité du radier.

Le support doit faire l'objet d'une préparation spécifique conformément au fascicule 67 titre III du CCTG.

Tableau 2 – Spécifications relatives aux supports

NATURE DU SUPPORT								
BETON						SOUTÈNEMENT METALLIQUE (cintres, boulons, palplanches avec matériaux de remplissage)	COULIS BENTONITE /CIMENT (PAC)	
Béton coulé Béton préfabriqué			Béton projeté (fibré ou non)		Paroi moulé	Désaffleurement entre éléments béton	Désaffleurement entre éléments métalliques	Pour paroi de soutènement de TALE
Planéité P(n) selon FD P18-503	Niveau de bullage E(n,m,p) selon FD P18-503	Rugosité (PMT) selon NF EN 13036-1	Profondeur des anfractuosités	Rugosité (PM)	Planéité P (n) selon FD P 18-503			
≤ 6 mm ≤ 15 mm P(1)	Sans objet		≤ 1 cm	≤ 1 cm	Traitement de surface (reprofilage) pour obtenir un parement P(1)	≤ 1 cm	≤ 1 cm	Admis

1.3.3 Les protections

La nature et les caractéristiques physico-mécaniques des protections supérieures et complémentaires, en fonction des remblais devront être conformes aux recommandations (GT9R19F1) de l'A.F.T.E.S. relatives à la protection des procédés d'étanchéité.

1.3.3.1 - Par nature de support

Tableau 3 - Type de protection des tranchées couvertes par nature de support

Type de protection	Nature du support			
	Radier (TSLE et TALE)	Soutènement (piédroits des TALE)		
	Béton de propreté	Béton coulé et préfabriqué Béton projeté non fibré Béton projeté fibré synthétique Parois moulées rabotées	Parois berlinoises Parois moulées non rabotées Rideau de palplanches (avec remplissage des ondes)	Béton projeté fibré métallique
Protection inférieure	-	-		
Protection supérieure	6 cm de béton OU treillis soudé ST25C (ou dispositif équivalent)	-	-	-
Protection complémentaire	-	-		

1.3.3.2 - Par nature des remblais

Quand l'ouvrage est remblayé :

- En piédroit : pas de protection, avec un remblai mis en œuvre par couches successives de 30 cm d'épaisseur environ. Un soin particulier doit être apporté afin d'éviter toute dégradation de l'étanchéité **VOLTEX**.
- En dalle hors zone urbaine : le remblai devra être mis en œuvre par couches successives de 30 cm d'épaisseur environ.
- En dalle en zone urbaine : une dalle de béton de 6 cm d'épaisseur est obligatoire.
- Sous voirie lourde (à partir de la classe T6) : la mise en œuvre d'une dalle béton armée de 10 cm est obligatoire si la hauteur de remblai est égale ou inférieure à 50 cm.

Tableau 4 Protections mécaniques des tranchées couvertes dans le cas de remblaiement

Type de protection	Nature et hauteur du remblai		
	Remblai sur couverture (TSLE et TALE) et piédroits / voiles (TSLE)		
	Remblai ≤ 0,50 m	Remblai > 0,50 m	
	Matériaux de remblai roulés ou concassés avec $D_{max} \leq 200$ mm (classes S, G, VC et R)	Matériaux de remblai roulés avec $D_{max} \leq 100$ mm (classe VC2) ou $D_{max} \leq 63$ mm (classes S, G et R)	Matériaux de remblai concassés avec $D_{max} \leq 200$ mm sur les 2 premiers mètres (classes VC1, VC2 et R)
Protection inférieure	-		
Protection supérieure	Sur dalle de couverture : 6 cm de béton et En piédroits/voiles, le remblai peu agressif doit vérifier : $D_{max} < 40$ mm, Coeff d'uniformité > 10, Compactage à 95 % du Proctor normal		
Protection complémentaire	+ Grillage avertisseur dans le remblai		

1.4 Dispositions prises par l'entreprise pour assurer la qualité de fabrication

Les produits entrant dans le procédé **VOLTEX** sont fabriqués par CETCO EMEA dans son usine de SZCZYTNO en Pologne certifiée ISO 9001 depuis le 03 novembre 2015.

Le procédé **VOLTEX** est marqué CE suivant la norme NF EN 13491.

Les contrôles réalisés sur les produits sont :

- Masse de bentonite suivant la norme NF EN 14196
- Épaisseur du film suivant la norme NF EN ISO 9863-1
- Poids du rouleau selon une méthode interne.

Les rouleaux portent sur l'emballage, une étiquette d'identification de fabrication avec les renseignements suivants :

- Logo CETCO

- Coordonnées usine de fabrication
- Nom du produit
- Date de fabrication
- Longueur, largeur, surface et poids
- N° lot
- N° du rouleau
- Marquage CE.

1.5 Mise en œuvre du procédé VOLTEX

La société DIP TECHNOLOGIE tient à disposition des applicateurs un Cahier de Mise en Œuvre concernant le procédé **VOLTEX**, édition Novembre 2023.

1.5.1 Conditions climatiques

La mise en œuvre sous la pluie est interdite.

La mise en œuvre peut se faire sous toute température. Dans les zones géographiques soumises à des températures élevées, il convient d'augmenter la largeur des recouvrements. Ainsi dans les DROM le recouvrement sera de 25 cm afin de compenser le retrait dû aux fortes températures.

Le délai maximal d'exposition aux UV est de 30 jours.

Les rouleaux de VOLTEX DS sont utilisés pour toutes les parties de l'ouvrage et peuvent être appliqués sous toutes températures, sur support sec ou humide. Néanmoins, il faut s'assurer de l'absence d'eau stagnante en surface.

1.5.2 Recouvrement vertical et horizontal des lés de GSB

Les recouvrements du VOLTEX DS sont toujours, géotextile tissé noir en contact avec le géotextile non tissé vert. La liaison entre chaque lé est assurée par un recouvrement de 20 cm minimum pour une pression hydrostatique inférieure à 0,1 MPa ou de 30 cm pour une pression hydrostatique comprise entre 0,1 et 0,2 MPa.

En partie horizontale, la zone de chevauchement sera recouverte, entre les lés, de bentonite en poudre à raison de 0,5 kg/ml de bentonite. Les faces polyéthylène doivent être en contact. Dans le cas d'un recouvrement vertical, les faces polyéthylène doivent être dans le sens des « tuiles ».

En partie verticale, après bétonnage et dégagement de la laitance au droit des recouvrements, la zone de chevauchement entre les lés sera enduite de bentonite hydratée à raison de 0,5 kg/ml, soit environ 5 mm d'épaisseur ou d'une bande de pâte de bentonite de 15 cm de largeur. Les raccordements verticaux et horizontaux seront fixés mécaniquement, à raison d'une fixation tous les 50 cm par cloutage (30 cm par agrafage) et une bande adhésive large type BARNIER sera appliquée sur le polyéthylène.

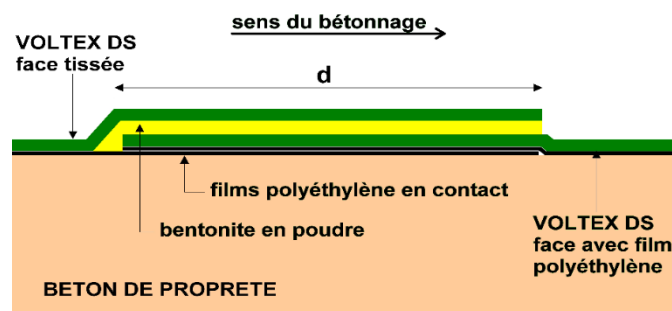


Figure 2 - Traitement des recouvrements

Pour éviter les points quadruples (superposition de quatre lés), les abouts de lés seront décalés de 30 cm minimum.

1.5.3 Mise en œuvre sous radier

Dans tous les cas, un béton de propreté sera mis en œuvre et devra être soigneusement dressé à la règle.

Conformément au fascicule 67 titre III, les défauts de planéité et de rugosité de surface devront être supprimés et les angles vifs devront être chanfreinés.

Les lés de GSB pourront être appliqués sur support sec ou humide. Néanmoins, il faut s'assurer de l'absence d'eau stagnante en surface.

Les rouleaux de VOLTEX DS sont déroulés manuellement ou mécaniquement sur le béton de propreté, face polyéthylène en contact avec le support, face tissée vers l'opérateur.

Le bétonnage du radier devra toujours être réalisé dans le sens des recouvrements des rouleaux de GSB.

La mise hors d'eau et la protection mécanique du GSB sera assurée soit par la mise en œuvre d'une chape de béton de 6 cm d'épaisseur minimum, soit par la mise en place d'un treillis soudé au minimum ST 25C posé sur cales type barrettes. Dans ce cas la mise hors d'eau est assurée par la réalisation à l'avancement du radier.

1.5.3.1 - Traitement des tranches du radier de structure intégrée

Un ouvrage en « structure intégrée » désigne un radier gêné entre parois de soutènement définitive et structurelle.

Généralités :

Dans le cadre d'un ouvrage en « structure intégrée », on retrouve trois cas :

Cas 1 : L'ouvrage est étanché avec le procédé **VOLTEX** sous radier et imperméabilisé dans la tranche du radier et jusqu'au niveau des EE sur les parois verticales. L'ouvrage est alors réputé :

- Imperméabilisé en voile (niveau AFTES 1),
- Etanché en radier (niveau AFTES 0)

La hauteur d'eau admissible sur l'ouvrage est induite par la limite la plus basse entre celle du procédé d'imperméabilisation et du procédé d'étanchéité sous radier.

Cas2 : L'ouvrage est étanché avec le procédé **VOLTEX** sous radier et imperméabilisé uniquement dans la tranche du radier. Le radier est considéré comme étanché (niveau AFTES 0) et les parois verticales dans leur globalité sont considérées comme « relativement étanches »

Un débit de fuite maîtrisé est alors admis en voile (niveau AFTES 2), pour une hauteur d'eau inférieure à 8 m. Les limites de passage d'eau prévues au § 3.1 du NF DTU 14.1 P1-1 sont les suivantes :

- Pour la structure résistante dans son ensemble :
 - moyenne annuelle : 0,5 l/m²/jour
 - moyenne hebdomadaire : 1,0 l/m²/jour
- Pour toute portion de structure résistante de 10 m² constituant un rectangle dont le rapport des côtés est compris entre 0,4 et 2,5 (pour la paroi moulée, cette portion peut être centrée sur un joint entre panneaux) :
 - moyenne hebdomadaire : 2 l/m²/jour

Au-delà de 8 m de hauteur d'eau, le débit n'est potentiellement plus maîtrisé.

Cas 3 : L'ouvrage est uniquement étanché avec le procédé **VOLTEX** sous radier. L'ouvrage dans sa globalité, radier compris, est alors considéré comme « relativement étanche ». Un débit de fuite maîtrisé est alors admis en radier et en voile (niveau AFTES 2) pour une hauteur d'eau inférieure à 8 m. Les limites de passage d'eau prévues au § 3.1 du NF DTU 14.1 P1-1 sont les suivantes :

- Pour la structure résistante dans son ensemble :
 - moyenne annuelle : 0,5 l/m²/jour
 - moyenne hebdomadaire : 1,0 l/m²/jour
- Pour toute portion de structure résistante de 10 m² constituant un rectangle dont le rapport des côtés est compris entre 0,4 et 2,5 (pour la paroi moulée, cette portion peut être centrée sur un joint entre panneaux) :
 - moyenne hebdomadaire : 2 l/m²/jour.

Au-delà de 8 m de hauteur d'eau, le débit n'est potentiellement plus maîtrisé en voile.

Préparation de la jonction Paroi moulée / Radier étanché (cas 1 et cas 2) :

Il est rappelé ci-dessous les principales phases pour le traitement de la jonction Paroi moulée / Radier

- la paroi moulée est rabotée a minima au droit du contact avec le radier sur une hauteur > à 20 cm
- il est mis en œuvre une couche de béton de propreté comprenant une réservation de 5 cm par 5 cm en périphérie de la paroi moulée
- il est appliqué sur la paroi moulée, par projection, dans l'épaisseur du radier, un mortier d'imperméabilisation mince d'aspect structuré (paragraphe § 4.3.4 de la NF DTU 14.1) faisant l'objet d'un cahier des charges visé par un contrôleur technique agréé, pour la hauteur d'eau nécessaire
- la réservation réalisée dans le béton de propreté est comblée avec un apport de bentonite en poudre ou granulaire
- le VOLTEX DS est posé sur le béton de propreté et au contact de la paroi moulée

- un solin de bentonite granulaire est effectuer afin de fermer le contact VOLTEX DS et Paroi moulée
- deux joints hydro gonflant sont fixés mécaniquement entre les aciers.

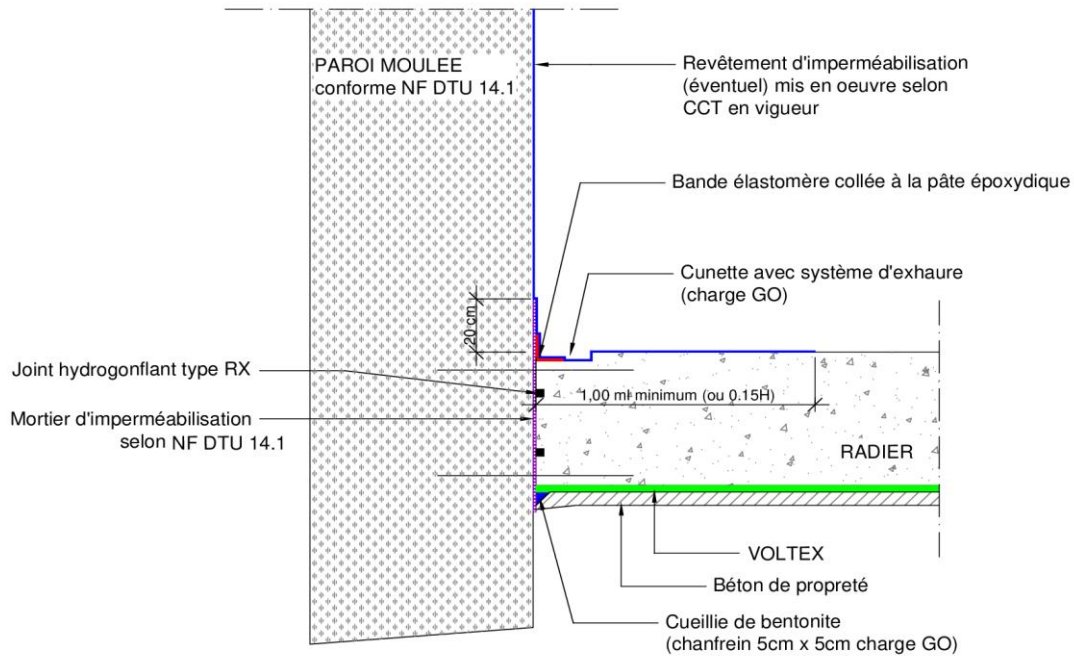


Figure 3 - Traitement des tranches du radier

1.5.3.2 - Compartimentage

- En radier

Le procédé VOLTEX DS n'est compartimenté que lorsqu'il est protégé par une chape béton. La surface des compartiments sera limitée à 300 m². Le compartimentage est réalisé en créant des réservations de 10 cm de largeur dans la chape béton.

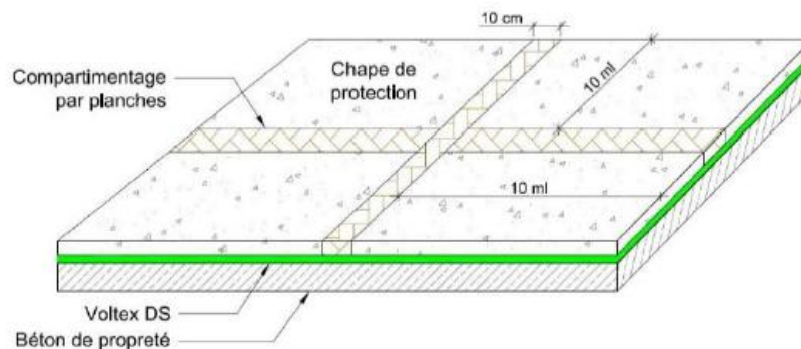


Figure 4 - Protection mécanique par chape béton

- Dalle de couverture

Dans le cas de dalles de couverture, la mise en œuvre d'une couche de bentonite en vrac à l'interface béton/VOLTEX DS permet de s'affranchir de compartimentage. Lorsque la couverture de la tranchée est en forme de voûte, cette dernière est humidifiée avant de répandre de la bentonite en vrac. L'humification garantit la tenue de la bentonite en poudre.

1.5.4 Mise en œuvre en vertical sur soutènement piédroit

Le support devra être conforme au fascicule 67 titre III du CCTG

Les lés de VOLTEX DS seront fixés mécaniquement sur la paroi de soutènement, face tissée vers l'opérateur, face polyéthylène en contact avec la paroi de soutènement, en respectant un recouvrement entre lés de 20 ou de 30 cm (§1.5.2). Les recouvrements entre lés seront enduits de bentonite hydratée (0,5 kg/ml soit environ 5 mm d'épaisseur) ou d'une pâte de bentonite prête à l'emploi (bande de 15 cm de largeur).

Les lés de GSB seront fixés mécaniquement sur le soutènement et tenus en tête par des fixations mécaniques tous les 30 cm.

Les raccordements verticaux et horizontaux seront fixés mécaniquement, à raison d'une fixation tous les 50 cm par cloutage (30 cm par agrafage).

Le bétonnage devra toujours être réalisé dans le sens des recouvrements des lés.

Le tuilage des lés devra respecter le sens vertical de la chute du béton.

1.5.5 Pose sur voiles coulés verticaux ou inclinés

La pose sur voiles réalisés n'est envisageable que dans le cas des ouvrages dont le premier niveau de sous-sol est partiellement enterré (2m de profondeur maximum).

Le support doit être nettoyé par brossage ou lavage.

La totalité de la surface du voile est enduite de bentonite hydratée.

Les lés de VOLTEX DS sont fixés mécaniquement sur le voile, face polyéthylène vers l'opérateur, face tissée en contact avec le support béton, en respectant un recouvrement entre lés de 20 cm avec apport de bentonite hydratée. Le VOLTEX DS doit être tenu en tête par une fixation tous les 30 cm minimums.

Sur les recouvrements verticaux et horizontaux, une fixation tous les 50 cm par cloutage (30 cm par agrafage) et l'application d'une bande adhésive large sur le polyéthylène sont prévues.

1.5.6 Pose sur coffrage

Les lés seront posés sur l'intérieur de la banche extérieure du voile, face polyéthylène en contact avec la banche, face tissée vers l'applicateur.

Les lés de GSB devront être tenus en tête de coffrage et selon les dispositions du Cahier de Mise en Œuvre.

Le bétonnage devra toujours être réalisé dans le sens des recouvrements des lés.

Après bétonnage et dégagement de la laitance au droit des recouvrements, la zone de chevauchement entre les lés sera enduite de bentonite hydratée à raison de 0,5 kg/ml, soit environ 5mm d'épaisseur ou d'une bande de pâte de bentonite de 15cm de largeur. Les raccordements verticaux et horizontaux seront fixés mécaniquement, à raison d'une fixation tous les 50 cm par cloutage (30 cm par agrafage) et une bande adhésive large type BARNIER sera appliquée sur le polyéthylène.

1.5.7 Mise en œuvre sur dalle supérieure ou voûte

Le support devra être conforme au fascicule 67 titre III.

Avant la mise en œuvre de GSB, il est appliqué sur les surfaces horizontales une couche de bentonite en poudre à raison de 0,5 kg/m².

Les lés de GSB sont posés face tissée vers le béton, face polyéthylène vers l'opérateur.

La pose est identique à celle du radier.

Le raccordement des abouts de lés de GSB devra être décalés de 0,30 m au minimum.

Pour les dalles supérieures, une protection mécanique du type chape béton grillagé, d'une épaisseur minimale de 6 cm, devra être mise en œuvre dans les plus brefs délais.

Pour les ouvrages voûtés, cette protection pourra être un géotextile dont les caractéristiques physico-mécaniques des protections supérieures et complémentaires, en fonction des remblais, devront être conformes aux recommandations de l'A.F.T.E.S. relatives à la protection des étanchéités.

La pose d'un grillage avertisseur de couleur marron doit être réalisée, quelle que soit la hauteur du remblai.

Nota : Sous voirie lourde, la mise en œuvre d'une dalle béton armé de 10 cm, est obligatoire si la hauteur du remblai est égale ou inférieure à 50 cm.

1.5.8 Dispositions constructives

La contrainte minimale apportée par les matériaux de confinement (remblai ou béton) doit être **supérieure à 10 kPa**. L'épaisseur de remblai sur la dalle ne doit pas être inférieure à 50 cm en climat de plaine et à 80 cm en climat de montagne.

Dans le cas où l'épaisseur du remblai est inférieure à 2 m, les végétaux doivent être situés à au moins 2 m de la périphérie de la dalle de couverture et des voiles.

Les végétaux indiqués en Annexe B de la NF P84-204-1-1 (DTU 43.1) sont interdits (végétaux à hautes tiges comme bambou par exemple).

1.5.9 Remblaiement

La réception de l'étanchéité avant remblai est obligatoire.

Les remblais doivent être mis en place à l'avancement.

Les matériaux de remblaiement doivent être conformes aux recommandations du fascicule 12 du CFG. Le matériau ne doit pas présenter de granulats susceptibles de poinçonner le Géosynthétique Bentonitique :

- Dimension des plus gros éléments 40 mm
- Coefficient d'uniformité du matériau supérieur à 10.

La dérogation à ces recommandations doit faire l'objet d'une étude particulière, validée par une planche d'essai.

Le remblai est mis en œuvre conformément aux règles de l'art.

Le compactage doit être à la densité minimum de 95% du Proctor normal. Un soin particulier doit être apporté afin d'éviter toute dégradation du GSB.

IMPORTANT : Les remblais doivent être exécutés en respectant le sens de pose du GSB.

1.6 Conditions particulières de transport, de stockage et de mise en œuvre

La Société DIP TECHNOLOGIES tient à disposition des applicateurs un Cahier de Mise en Œuvre concernant le procédé **VOLTEX**, - Édition Novembre 2023.

1.6.1 Transport et stockage

Les GSB sont livrées en rouleaux, protégés par un emballage individuel en PEBD.

Les rouleaux de VOLTEX DS peuvent être stockés à l'extérieur, non déballés, sur une surface plane, propre et hors d'eau.

Les joints hydrogonflants et la bentonite en vrac doivent être stockés dans un local, à l'abri des intempéries.

1.7 Prise en compte des exigences essentielles

Le procédé satisfait pendant toute sa durée de vie aux exigences du règlement UE N°305/2011 du 09/03/2011 établissant des conditions harmonisées de commercialisation des produits de construction

L'ensemble des essais liés aux exigences du référentiel AT CETU (performances mécaniques, durabilité) a été réalisé (cf.§2).

Sur l'ouvrage en service, les constituants du procédé ne portent pas préjudice à l'hygiène, la santé et l'environnement.

1.8 Références

Depuis le dernier Avis Technique CETU, 41 000 m² (principalement en parking et/ou bâtiment) de **VOLTEX** ont été mise en œuvre, s'ajoutant aux 650 000 m² déjà mise en œuvre depuis 2014.

CHAPITRE 2 - ESSAIS DE CARACTÉRISATION

2.1 Éléments de caractérisation

Tableau 5 - Caractéristiques d'identification du procédé VOLTEX

Caractéristiques d'identification (selon les méthodes d'essais spécifiées dans le chapitre 2.2)		VNAP*	Plage de tolérance admise **	PV***
Masse surfacique	NF EN14196	5000	[5000 ;6000]	5600 g/m ²
Masse de bentonite par unité de surface	NF EN14196	4500	[4500 ;5400]	5100 g/m ²
Indice de gonflement libre de la bentonite	NF P 84-703	24	≥24	39 ml/2g

* VNAP : Valeur Nominale Annoncée par le Producteur

** Plage de tolérance admise : Plage Relative de Variation annoncée par le Producteur, éventuellement corrigée par les spécifications du référentiel « GSB »

*** PV : Procès-Verbal d'essais réalisés par un laboratoire extérieur (§2.2)

2.2 Essais pour l'évaluation de l'aptitude à l'usage

Pour cette évaluation, la Société DIP TECHNOLOGIE a procédé à un certain nombre d'essais, conformément aux indications des normes, du fascicule 67, titre III, du CCTG et du guide d'instruction d'une demande d'avis technique. A la demande de la Commission, les essais effectués selon les conditions définies dans le guide sont les suivants (liste des essais cités dans le tableau des spécifications des matériaux pour les GSB version n° 12 du 13 juin 2012 (en cours de révision).

Tableau 6 - Références des essais d'évaluation du procédé VOLTEX

Désignation		Méthode d'essais	Références du PV d'essai
2.1 Exigences générales			
2.1.1	Propriétés physiques		
2.1.1.1	Type		Géofilm bentonitique
2.1.1.2	Masse surfacique	NF EN 14196	INSA – GEOMAS 04/03/26
2.1.1.3	Masse bentonite par unité de surface	NF EN 14196	
2.1.1.4	Capacité d'auto-cicatrisation	XP P 84-708	INSA – GEOMAS 04/03/26
2.1.1.5	Indice de gonflement libre de la bentonite	XP P 84-703	INSA – GEOMAS 04/03/26
2.1.1.6	Capacité d'échange cationique (CEC)	NF X 31 130	INSA – GEOMAS 04/03/26
2.1.1.7	Teneur en carbonate (CaCO ₃)	NF P 94-048	INSA – GEOMAS 04/03/26

2.1.2	Propriétés hydrauliques		
2.1.2.1	Perméabilité à l'eau en partie courante (m/s)	NF P 84-705	INSA – GEOMAS 04/03/26
2.1.2.2	Débit d'eau par unité de longueur de recouvrements (m ³ /s/ml)	NF P 84-706	INSA – GEOMAS 04/03/26
2.1.3	Propriétés mécaniques		
2.1.3.1	Résistance à la traction (kN/m)	NF EN ISO 10319	INSA – GEOMAS 04/03/26
2.1.3.2	Déformation à la force maximale (%)	NF EN ISO 10319	INSA – GEOMAS 04/03/26
2.1.3.3	Résistance au poinçonnement statique (kN)	NF EN ISO 12236	INSA – GEOMAS 04/03/26
2.1.3.4	Résistance au pelage (N/m)	ASTM D6496	INSA – GEOMAS 04/03/26
2.2 Exigences relative à la mise en œuvre			
2.2.1	Résistance au déchirement (N)	NF EN 12310-1	INSA – GEOMAS 04/03/26
2.2.2	Réaction au feu	NF EN ISO 11925-2 et NF EN 13823	Réalisé lors de la demande initiale
2.3 Exigences liées à la durabilité			
2.3.1	Résistance aux micro-organismes	NF EN 12225	n/a
2.3.2	Perméabilité après hydratation/dessiccation (m/s)	CEN/TS 14417	INSA – GEOMAS 04/03/26
2.3.3	Résistance à la migration verticale de la bentonite contenue dans les géosynthétiques bentonitiques aux cycles de fluctuation hydrique	Protocole INSA	INSA – GEOMAS 04/03/26
2.3.4	Résistance à la pénétration aux racines	FD CEN/TS 14416	ARRDHOR 10/02/2026
2.4 Caractéristiques d'identification pour contrôles sur chantier (écarts admissibles sur VNAP – Cf – Tableau 5)			
2.4.1	Masse surfacique (kg/m ²)	NF EN 14196	INSA – GEOMAS 04/03/26
2.4.2	Masse de bentonite par unité de surface (kg)	NF EN 14196	INSA – GEOMAS 04/03/26
2.4.3	Indice de gonflement libre de la bentonite	XP P 84-703	INSA – GEOMAS 04/03/26

Le Directeur de la Société demanderesse soussigné ou son représentant autorisé **atteste l'exactitude des renseignements fournis dans les chapitres 1 et 2 du présent avis.**

Le 19/06/2026

DIP
TECHNOLOGIES



CHAPITRE 3 - AVIS DE LA COMMISSION

Le procédé présenté dans les chapitres précédents a été examiné par la Commission "Étanchéité des ouvrages souterrains" comprenant des représentants des Maîtres d'Ouvrage et Maîtres d'Œuvre, des Laboratoires, du CETU et de la Profession. Ils représentent les organismes et les syndicats suivants : AFAG, AFPGA, AFTES, ANEPE, APRODEG, APSEL, CEREMA, CSFE, CETU, EDF, OFFICE DES ASPHALTES, RATP, SFEC, SIAAP, SNCF, SN FORES, SNMI, SYNTEC et SYSTRA.

Les paragraphes 3.1 à 3.3 exposent les résultats des essais laboratoires relatifs au procédé **VOLTEX**, démontrant la conformité aux exigences du référentiel d'essais établi par la commission des Avis Techniques CETU.

3.1 Exigences générales du procédé

Documents de références : fascicule 67 titre III du CCTG, guide pour l'instruction d'une demande d'avis technique et dossier technique à l'appui de la demande d'avis.

Nota : l'appréciation est faite dans un contexte d'utilisation en France Métropolitaine. Pour un usage dans d'autres contextes (DROM-COM par ex) : consulter le Secrétariat.

3.1.1 Propriétés physiques

3.1.1.1 - Masse surfacique

Elle est conforme à la spécification du référentiel :

- 5,6 kg/m² pour la masse surfacique (le référentiel demande $\geq 4,75$ kg/m²).

3.1.1.2 - Masse de bentonite

Elle est conforme à la spécification du référentiel :

- 5,1 kg/m² pour la masse bentonitique (le référentiel demande $\geq 4,50$ kg/m²).

3.1.1.3 - Capacité d'auto-cicatrisation

Elle est conforme à la spécification du référentiel :

- Cicatrisation complète après 35 jours.

3.1.1.4 - Indice de gonflement libre

Elle est conforme à la spécification du référentiel :

- 39 ml/2g pour l'indice de gonflement (le référentiel demande ≥ 24 ml/2g)

3.1.1.5 - Capacité d'échange cationique

Elle est conforme à la spécification du référentiel (≥ 70 meq/100 g)

3.1.1.6 - Teneur en carbonate (CaCO₃)

Elle est conforme à la spécification du référentiel ($\leq 5\%$)

3.1.2 Propriétés hydrauliques

3.1.2.1 - Perméabilité à l'eau en partie courante

Il est rappelé que la fonction étanchéité d'un géosynthétique bentonitique n'est acquise qu'après saturation de la bentonite sous contrainte de confinement. La pression de confinement, lors des essais de perméabilité des recouvrements est conforme à la spécification du référentiel. La perméabilité obtenue est également conforme :

- $2,95 \cdot 10^{-11}$ m/s sous une pression de confinement de 10 kPa (le référentiel demande $< 5 \cdot 10^{-11}$ m/s).

3.1.2.2 - Débit d'eau par unité de longueur de recouvrements

Elle est conforme à la spécification du référentiel ($< 2,1 \cdot 10^{-9}$ m³/s/ml).

3.1.3 Propriétés mécaniques

3.1.3.1 - Résistance à la traction

Elle est conforme à la spécification du référentiel :

- ST 12,4 kN/m pour la résistance à la traction (le référentiel demande ≥ 8 kN/m)
- SP 11,1 kN/m pour la résistance à la traction (le référentiel demande ≥ 8 kN/m).

3.1.3.2 - Déformation à la force maximale

Elle est conforme à la spécification du référentiel :

- SP 16,2 % pour la résistance à la traction (le référentiel demande ≥ 10 %)
- ST 9,8 % pour la résistance à la traction (le référentiel demande ≥ 6 %).

3.1.3.3 - Résistance au poinçonnement statique

Il est conforme à la spécification du référentiel :

- 2594 N pour le poinçonnement statique (le référentiel demande ≥ 1800 N).

3.1.3.4 - Résistance au pelage

Il est conforme à la spécification du référentiel :

- 683 N/m pour le poinçonnement statique (le référentiel demande ≥ 650 N / m).

3.2 Exigences relatives à la mise en œuvre

3.2.1.1 - Résistance au déchirement

Elle est conforme à la spécification du référentiel :

- ST 701 N/m pour la résistance à la traction (le référentiel demande ≥ 700 N/m)

- SP 914 N/m pour la résistance à la traction (le référentiel demande ≥ 800 N/m).

3.3 Exigences liées à la durabilité

3.3.1 Résistance aux micro-organismes

Cet essai facultatif est destiné à un domaine d'emploi spécifique qui n'est pas revendiqué par le demandeur.

3.3.2 Perméabilité après hydratation/dessiccation

Elle est conforme à la spécification du référentiel :

- $2,1 \cdot 10^{-11}$ m/s (le référentiel demande $< 5 \cdot 10^{-11}$)

3.3.3 Résistance à la migration verticale de la bentonite contenue dans les geosynthétiques bentonitiques aux cycles de fluctuation hydrique

Elle est conforme à la spécification du référentiel :

- Aucune perte de masse n'est constatée.

3.3.4 Résistance à la pénétration aux racines

Elle est conforme à la spécification du référentiel :

- Pas de pénétration de racines

3.4 Sécurité - hygiène

Pour information, la Société a fourni un procès-verbal d'essai sur le comportement au feu du géosynthétique bentonitique VOLTEX DS. Vis-à-vis de la réaction au feu, le matériau est de classe Bfl - s1 selon la norme NF EN 13 501 (essai "Petite flamme" NF EN 11 925-2 avec un temps d'exposition de 15 s).

Nota : Outre les dispositions préconisées par le demandeur dans le paragraphe §1.4, il appartient à l'entrepreneur de fournir au Maître d'œuvre un Plan de Prévention de Sécurité et de Protection de la Santé (PPSPS) décrivant les procédures de sécurité à mettre en œuvre pendant la phase travaux.

3.5 Conclusions

L'ensemble des essais d'évaluation indique que le procédé répond aux spécifications fixées par le Fascicule. 67 titre III du CCTG et la liste des essais cités dans le tableau des spécifications des matériaux pour GSB version n° 12 du 13 juin 20012 du CETU.

Des conditions particulières sont nécessaires pour l'obtention des résultats annoncés. Il faut s'assurer que :

- les conditions de confinement permettent d'apporter une contrainte minimale uniformément répartie afin de limiter le gonflement de la bentonite et ainsi obtenir le niveau d'étanchéité
- les dispositions prévues pour la réalisation des recouvrements en partie verticale soient respectées (paragraphe § 1.4.2)

De plus, la mise en œuvre dans les zones de marnage, où les cycles d'hydratation et dessiccation sont fréquentes, doit être évitée. Pour maintenir les performances du géosynthétique bentonitique dans le temps, il faut le maintenir hors d'atteinte des phénomènes de dessiccation. La structure de confinement et la hauteur de couverture de l'ouvrage doivent permettre d'atteindre cet objectif ; une épaisseur minimale de 1 m de couverture est recommandée. D'une manière générale, plus l'épaisseur de la couche de confinement est importante, plus les risques de dysfonctionnement du géosynthétique bentonitique sont faibles.

3.5.1 Appréciation à l'adaptation du support

Sous réserve d'une préparation du support conforme aux spécifications du fascicule 67 titre III, le procédé VOLTEX DS est apte à être appliqué à l'extrados des ouvrages appartenant au domaine d'emploi rappelé au paragraphe § 1.3.

3.5.2 Appréciation sur le domaine d'emploi

Compte tenu des essais d'évaluation et des références du procédé, le domaine d'emploi préconisé par DIP TECHNOLOGIE (paragraphe § 1.3) est validé.

Pour les dalles supérieures des tranchées couvertes avec limites d'emprises et sous pression hydrostatique, il est nécessaire de mettre en œuvre des dispositions constructives au droit de la jonction dalle/soutènement pour éviter à l'eau de contourner le procédé.

Avant le démarrage des travaux et avant l'acceptation du procédé VOLTEX DS, l'entreprise doit faire réaliser par un laboratoire, un essai de gonflement de la bentonite avec l'eau du site (paragraphe § 1.2 a).

3.5.3 Contrôle de la conformité

Il est rappelé que l'Avis Technique est un document mis à la disposition des Maîtres d'œuvre pour les éclairer dans le choix ou l'acceptation d'une technique, notamment de la bonne adaptation du produit au domaine d'emploi visé. L'Avis Technique porte donc sur un procédé parfaitement identifié sur lequel sont effectués des essais de type. **Toutefois, il appartient au Maître d'œuvre de vérifier les propriétés de gonflement du géosynthétique bentonitique avec l'eau du site.**

L'avis se limite à cette appréciation et la procédure ne prévoit pas de suivi de la fabrication pendant la période de validité de l'Avis. Indépendamment du système qualité mis en œuvre par le fabricant, il appartient donc au Maître d'œuvre de faire procéder aux vérifications de conformité du produit approvisionné par rapport à celui identifié dans les Chapitres I & II. Ainsi les contrôles de conformité des produits sur chantier seront effectués conformément au Fascicule 67 titre III et les paragraphes §1.2 et §2.1 du présent document.

Les tableaux des chapitres I et II donnent les caractéristiques qui ont été déposées auprès de la Commission lors de la demande d'Avis Technique.

En cas de non-conformité des résultats par rapport aux éléments donnés au paragraphe §2.1 du présent document, il est demandé d'en informer le secrétariat de la Commission.

3.5.4 Mise en œuvre

L'aptitude à l'emploi de ce procédé d'étanchéité repose sur l'hypothèse que ce dernier est mis en œuvre conformément au Cahier de Mise en Œuvre établi par la société CETCO et en particulier en ce qui concerne les points suivants :

- mise en œuvre par du personnel qualifié
- vérification de la qualité du support

- mise en œuvre avec du matériel approprié
- vérification des conditions de pose afin d'éviter les risques de pré-hydratation du géosynthétique bentonitique avant confinement

3.5.5 Aptitude à la réparation

En cas d'endommagement ponctuel du géosynthétique bentonitique avant son recouvrement, le défaut doit être réparé. Sur une surface plane, cela peut être réalisé au moyen d'une rustine de GSB. Cette rustine doit déborder de la zone endommagée d'au moins 0,15 m de chaque côté. Avant d'installer la rustine on comblera le défaut avec de la bentonite granulaire ou hydratée.

Les recouvrements seront effectués selon les recommandations du fabricant (Voir Cahier de Mise en Œuvre).

3.6 Retour d'expérience

Le retour d'expérience actuel sur le comportement en service n'a pas fait ressortir de problème particulier d'efficacité sur les ouvrages étanchés avec ce procédé.

Si au cours de l'exploitation d'un ouvrage, l'efficacité du procédé n'était pas jugée satisfaisante, le Maître d'Ouvrage est invité à le signaler au secrétariat de la Commission.

En cas de non-conformité des produits par rapport aux éléments donnés aux chapitres I et II ou en cas de difficulté à la mise en œuvre, il est demandé au Maître d'œuvre d'en informer le secrétariat de la Commission.

Cet avis technique CETU permet aux maîtres d'ouvrages et aux maîtres d'œuvre de disposer d'éléments d'appréciation sur le comportement du procédé et d'informations sur son domaine d'application et ses conditions de mise en œuvre.

Il a été préparé sous la responsabilité d'une commission mise en place par le CETU, associant l'administration et la profession représentée par leurs syndicats. Le secrétariat et la présidence de cette commission sont respectivement assurés par le CETU et la profession.

Le document n'est valable que transmis dans son intégralité.

Cet AT est consultable sur : www.cetu.developpement-durable.gouv.fr

Pour tous renseignements sur le présent AT, contacter :

- Le fabricant signalé au § 1.1 de l'avis
- Le CETU : Responsable de la publication - 25, avenue François Mitterrand - 69500 BRON - Téléphone : 04.72.14.34.00
Mail : cetu@developpement-durable.gouv.fr