Teranap 331 TP / 431 TP / GTX 300

Étanchéité des ouvrages de protection de l'environnement

Siplast

Cahier des charges de pose

Géomembranes armées en bitume élastomère

DEVGC n°16 - 10/16 - Version 3

Sommaire

1. Principe . . . 3
1.1 Domaine d'application . . . 3
1.1.1 Destination . . . 3
1.1.2 Limitation de l'emploi . . . 3
1.1.3 Localisation géographique . . . 3

2. Description du matériau . . . 4
2.1 Description générale . . . 4
2.2 Caractéristiques géométriques et mécaniques . . . 4
2.2.1 Caractéristiques contrôlées sur produit fini . . . 4
2.2.2 Caractéristiques contrôlées sur le liant . . . 5
2.2.3 Données générales . . . 5
2.2.4 Angles de frottements . . . 5
2.3 Caractéristiques spécifiques . . . 6
2.3.1 Résistances aux différentes agressions chimiques . . . 6
2.3.2 Résistances aux racines . . . 6
2.3.3 Résistances au mud-curling . . . 6
2.3.4 Résistances aux rongeurs . . . 6
2.4 Conditionnement . . . 6
2.4.1 Conditionnement standard . . . 6
2.4.2 Rouleaux avec coupes . . . 7
2.4.3 Conditionnement hors standard . . . 7
2.5 Matériaux complémentaires . . . 7
2.5.1 Enduit d'imprégnation à froid (EIF) : Siplast Primer . . . 7
2.5.2 Raccordements : Parafor Ponts ou Parafor Solo S . . . 7
2.5.3 Profilé d'ancrage Terastop . . . 7
2.5.4 Écran d'interposition thermique : Verecran 100 . . . 7
2.5.5 Bande de jonction : Teranap Bande Joint . . . 7
2.5.6 Géotextiles antipoinçonnants . . . 7
2.5.7 Géoespaceurs et géocomposites de drainage . . . 7
2.5.8 Accroche terre . . . 7

3. Prescriptions générales . . . 8
3.1 Avant-propos . . . 8
3.2 Dispositions générales . . . 8

4. Prescriptions concernant le support . . . 8
4.1 Préparation du fond de forme . . . 8
4.1.1 Enlèvement de la végétation . . . 8
4.1.2 Talus . . . 8
4.1.3 Accessibilité aux ouvrages . . . 8
4.1.4 Aménagement en crête de talus . . . 8
4.1.5 Rampes d'accès . . . 9
4.1.6 Pente du fond de forme . . . 9
4.1.7 Compactage . . . 10
4.1.8 Pied de talus . . . 10
4.2 Couche de forme . . . 10
4.3 Dispositifs de drainage sous la géomembrane . . . 10
4.3.1 Drainage de l'eau . . . 10
4.3.2 Drainage des gaz . . . 11
4.3.3 Mise en œuvre des systèmes de drainage . . . 12
4.4 Préparation de la couche support . . . 12
4.4.1 Composition de la couche support . . . 12
4.4.2 Cas des réservoirs béton (condensation) . . . 13
4.4.3 Nettoyage, ratissage . . . 13
4.4.4 Lestage . . . 13
4.4.5 Acceptation du support . . . 13
4.4.6 Planche d'essai . . . 13

5. Exécution de l'étanchéité . . . 13
5.1 Dispositions générales . . . 13
5.1.1 Manutention . . . 13
5.1.2 Mise en place des lés . . . 14
5.1.3 Action du vent . . . 14
5.1.4 Action des courants . . . 14
5.1.5 Joints transversaux sur talus . . . 14
5.1.6 Joints transversaux en fond . . . 14
5.2 Réalisation des soudures . . . 14
5.2.1 Dispositions générales . . . 14
5.2.2 Équipement de soudage . . . 15
5.2.3 Recouvrement . . . 15
5.2.4 Protection du géotextile contre la flamme . . . 15
5.2.5 Soudage . . . 15

6. Contrôle des soudures . . . 16
6.1 Contrôles non destructifs . . . 16
6.1.1 Contrôle visuel . . . 16
6.1.2 Contrôle à la pointe . . . 16
6.1.3 Contrôle par la cloche à vide . . . 16
6.1.4 Contrôle par ultrasons . . . 16
6.1.5 Contrôle par thermographie Infrarouge . . . 16
6.2 Contrôle destructif des soudures . . . 16

7. Ancrages et raccordements des géomembranes . . . 17
7.1 Ancrages en tête . . . 17
7.2 Ancrages intermédiaires . . . 18
7.3 Ancrages en pied . . . 18
7.4 Lestage . . . 18
7.5 Raccordement aux ouvrages en béton . . . 19
7.5.1 Dispositions générales . . . 19
7.5.2 Fixations mécaniques . . . 19
7.5.3 Fixation par soudure . . . 19
7.6 Raccordement a un tuyau et traversée . . . 19
7.6.1 Description générale . . . 19
7.6.2 Raccordement à un tuyau dans le cas de bassins contenant des effluents non polluant pour l'environnement . . . 20
7.6.3 Raccordement à un tuyau (avec ou sans emprise dans un massif béton) dans le cas de bassins contenant des effluents polluants ou non pour l'environnement . . . 20

8. Acceptation de l'étanchéité . . . 20

9. Réparation de l'étanchéité . . . 20

10. Structure de protection . . . 21
10.1 Préambule . . . 21
10.2 Conception . . . 21
10.3 Composition et localisation . . . 21
10.3.1 Composition . . . 21
10.3.2 Localisation . . . 22

11. Assistance technique . . . 22

12. Plan d'assurance qualité . . . 22

13. L'entretien des ouvrages . . . 23

14. Sécurité aux abords et dans les ouvrages . . . 23

1. Principe

Teranap 331 TP, Teranap 431 TP sont des géomembranes homogènes armées en bitume polymère.

Teranap GTX 300 est une géomembrane composite associant par calandrage à chaud la géomembrane Teranap 331 TP à un géotextile 100 % polypropylène non tissé aiguilleté de masse surfacique 300 gr/m².

La présence de ce géotextile permet d'augmenter le coefficient de frottement avec le support ou la structure de protection en contact, ce qui assure une meilleure stabilité du DEG. Il participe aussi à la protection contre le poinçonnement, venant du support ou de la structure de protection, de la géomembrane Teranap GTX 300 à laquelle il est intégré.

Teranap 331 TP, Teranap 431 TP et Teranap GTX 300 sont destinés à l'étanchéité :
- des ouvrages de protection de l'environnement et de lutte contre la pollution ;
- des ouvrages hydrauliques ;
- des réservoirs pour stockage de produits polluants ;
- des ouvrages de stockage de déchets ;
- des plates-formes et de dallages sur terre-pleins

Rappel 1 : une géomembrane ne peut être considérée indépendamment des éléments et matériaux avec lesquels elle entre en contact.
Elle s'intègre dans un Dispositif d'Étanchéité par Géosynthétiques (DEG) ou Dispositif d'Étanchéité et de Drainage par Géosynthétiques (DEDG) si un système de drainage est inclus dans le dispositif.

Rappel 2 : la géomembrane et plus généralement le DEG ou le DEDG ne doivent avoir aucune fonction stabilisatrice vis-à-vis des pentes naturelles ou artificielles (déblais et remblais) sur lesquelles ils sont placés ou sur lesquelles ils viennent se raccorder.

Une étude de mécanique des sols doit être réalisée au préalable de manière à s'assurer de la stabilité de ces pentes (recommandation du fascicule n°10 du CFG).

Le DEG est constitué des trois structures suivantes selon la norme NF P 84-500 (terminologie géomembrane de juin 1998) :
- la structure support : ensemble des éléments placés entre le fond de forme et la structure d'étanchéité ;
- la structure d'étanchéité : constituée d'une géomembrane ou de plusieurs géomembranes séparées par des dispositifs de drainage ;
- la structure de protection : ensemble des éléments placés, si nécessaire, et formant couverture au-dessus de la structure d'étanchéité.

Le DEDG est constitué des mêmes structures que le DEG, les structures support et/ou de protection pouvant inclure en sus un système de drainage.

Remarque 1 : dans le cas particulier des couvertures des Centres de Stockage de Déchets (CSD), les éléments compris entre la couche de déchets et la géomembrane forment la structure support, de même les éléments se trouvant au-dessus de la géomembrane constituent la structure de protection du DEG ou DEDG.

Le présent Cahier des Charges de Pose précise les recommandations professionnelles en vigueur :
- « Recommandations générales pour la réalisation d'étanchéité par géomembranes », fascicule n°10 de 1991 du Comité Français des Géosynthétiques (C.F.G.) ;
- « Recommandations pour l'utilisation des géosynthétiques dans les centres de stockage de déchets », fascicule n°11 de 1995 du Comité Français des Géosynthétiques (C.F.G.) ;
- « Guide Technique du SETRA de novembre 2000 : Étanchéité par géomembranes des ouvrages de ruissellement routier » ;
- Normes AFNOR série P 84 500.

1.1 Domaine d'application

1.1.1 Destination

Le présent document s'applique pour la réalisation des ouvrages suivants :

Étanchéité d'ouvrages de protection de l'environnement et de lutte contre la pollution :
- bassins de stockage d'effluents ;
- bassins tampons de rétention ;
- bassins de sécurité d'usines ;
- bassins de stockage accidentel ;
- protection de nappes phréatiques contre la pollution ;
- bassins d'eaux usées (décantation, épuration, lagunage) ;
- ouvrages agricoles : fosses à lisier, bassins réservoirs ;
- ouvrages routiers et autoroutiers : bassins, fossés ;

Étanchéité d'ouvrages hydrauliques :
- canaux ;
- barrages ;
- bassins piscicoles ou d'agrément ;
- bassins de rétention ou régulateur d'orages ;

Étanchéité de réservoirs pour stockage de produits polluants :
- réservoirs de produits chimiques ;

Étanchéité d'ouvrages de stockage de déchets :
- confinement *in situ* de sols issus de friches industrielles polluées ;
- centre de stockage de déchets urbains et industriels ;
- terrils miniers.

Étanchéité de plate-formes et de dallages sur terre-pleins :
- plateformes de compostage ;
- plateformes industrielles ;
- ouvrages routiers : plateforme, terre-plein central, et stockage de produit de déverglaçage.

1.1.2 Limitation de l'emploi

La température des contenus fluides ou pâteux en contact direct avec la géomembrane ne doit pas excéder 80 °C.

L'emploi de Teranap 331 TP, Teranap 431 TP et Teranap GTX 300 pour des ouvrages destinés au stockage des contenus fluides ou pâteux chimiquement agressifs doit nécessairement faire l'objet d'une étude au cas par cas après consultation du service technique Siplast-Icopal.

Pour les ouvrages qui sont soumis à une sous-pression (exemple : nappe phréatique) une étude particulière est indispensable par un bureau d'étude spécialisé en hydrogéologie.

1.1.3 Localisation géographique

L'emploi des géomembranes Siplast-Icopal Teranap 331 TP, Teranap 431 TP et Teranap GTX 300 est destiné à la France Européenne.

2. Description du matériau

2.1 Description générale

Teranap 331 TP, Teranap 431 TP sont des géomembranes en bitume élastomère armées :

- par un polyester seul lorsqu'elles sont produites en 2 m ;
- par un polyester associé à un voile de verre lorsqu'elles sont produites en 4 m.

Les géomembranes Teranap 331 TP, Teranap 431 TP possèdent une face sablée et une face opposée, revêtue d'un film polyester, présentant une surface lisse résistante à la pénétration des racines.
Teranap GTX 300 est une géomembrane composite, de 4 mètres de large, associant par calandrage à chaud, sur une face de la géomembrane Teranap 331 TP (non sablée), un géotextile 100 % polypropylène non tissé aiguilleté de masse surfacique 300 gr/m².
Teranap GTX 300 possèdent une face auto-protégée par le géotextile et une face opposée, revêtue d'un film polyester, présentant une surface lisse résistante à la pénétration des racines.

Les dimensions de ces géomembranes satisfont à la NF P 84500 et aux normes européennes d'application.

Toutes ces géomembranes sont manufacturées par Siplast-Icopal (certifié ISO 9001) sur son site de Mondoubleau (41).

Géomembrane	Armature	
	Largeur 2 m	Largeur 4 m
Teranap 331 TP	Polyester 180 g/m²	Polyester 160 g/m² + Voile de verre 50 g/m²
Teranap 431 TP	Polyester 250 g/m²	Polyester 235 g/m² + Voile de verre 50 g/m²
Teranap GTX 300	---	Polyester 160 g/m² + Voile de verre 50 g/m²

2.2 Caractéristiques géométriques et mécaniques

2.2.1 Caractéristiques contrôlées sur produit fini

Les caractéristiques contrôlées en cours de fabrication et sur produit fini sont les suivantes :

Géomembranes	Caractéristiques	Normes	Unité	Valeurs Minimales indicatives	Valeurs Nominales indicatives
Teranap 331 TP 2 m	Épaisseur	EN 1849-1	mm	2,9	3
	Masse surfacique	EN 1849-1	g/m²	3570	3760
	Résistances à la rupture (L x T)*	EN 12311-1	N/5 cm	740 x 540	850 x 600
	Allongement à la rupture (L x T)*	EN 12311-1	%	35 x 42	40 x 49
	Poinçonnement statique	EN 12236	kN	2,46	2,5
	Enfoncement sur poinçonnement statique	EN 12236	mm	46	48
Teranap 331 TP 4 m	Épaisseur	EN 1849-1	mm	3,3	3,6
	Masse surfacique	EN 1849-1	g/m²	3840	4150
	Résistances à la rupture (L x T)*	EN 12311-1	N/5 cm	870 x 570	1000 x 650
	Allongement à la rupture (L x T)*	EN 12311-1	%	42 x 45	49 x 53
	Poinçonnement statique	EN 12236	kN	2,3	2,5
	Enfoncement sur poinçonnement statique	EN 12236	mm	42	44
Teranap 431 TP 2 m	Épaisseur	EN 1849-1	mm	3,8	4
	Masse surfacique	EN 1849-1	g/m²	4740	5000
	Résistances à la rupture (L x T)*	EN 12311-1	N/5 cm	1050 x 800	1300 x 1000
	Allongement à la rupture (L x T)*	EN 12311-1	%	42 x 45	49 x 53
	Poinçonnement statique	EN 12236	kN	3,32	3,4
	Enfoncement sur poinçonnement statique	EN 12236	mm	45	47

Géomembranes	Caractéristiques	Normes	Unité	Valeurs Minimales indicatives	Valeurs Nominales indicatives
Teranap 431 TP 4 m	Épaisseur	EN 1849-1	mm	3,9	4,1
	Masse surfacique	EN 1849-1	g/m²	4490	4850
	Résistances à la rupture (L x T)*	EN 12311-1	N/5 cm	1100 x 960	1300 x 1000
	Allongement à la rupture (L x T)*	EN 12311-1	%	42 x 45	49 x 53
	Poinçonnement statique	EN 12236	kN	3,32	3,4
	Enfoncement sur poinçonnement statique	EN 12236	mm	45	47
Teranap GTX 300	Épaisseur	EN 1849-1	mm	4,4	4,8
	Masse surfacique	EN 1849-1	g/m²	3910	4220
	Résistances à la rupture (L x T)*	EN 12311-1	N/5 cm	900 x 900	1200 x 1200
	Allongement à la rupture (L x T)*	EN 12311-1	%	45 x 45	60 x 60
	Poinçonnement statique	EN 12236	kN	4,4	4,6
	Enfoncement sur poinçonnement statique	EN 12236	mm	56	60

* L : sens production ; * T : sens travers

2.2.2 Caractéristiques contrôlées sur le liant

Caractéristiques	Normes	Unité	Valeurs Minimales	Valeurs maximales
Température bille & anneau	EN 1427	°C	114	135
Pénétrabilité à 50 °C	EN 1426	0,1 mm	75	115

2.2.3 Données générales

Géomembrane	Caractéristiques	Normes	Unité	Valeurs minimales indicatives	Valeurs Nominales indicatives
Teranap 331 TP 2 m Teranap 331 TP 4 m Teranap 431 TP 2 m Teranap 431 TP 4 m	Résistance à la déchirure (L x T)*	EN 12310-1	N	200 x 220	—
				240 x 250	—
				220 x 240	—
				350 x 370	—
Teranap 331 TP 2 m Teranap 331 TP 4 m Teranap 431 TP 2 m Teranap 431 TP 4 m Teranap GTX 300	Pliabilité à froid	EN 1109	°C	-15	-20
	Résistance au fluage à température élevée	EN 1110	°C	100	100
	Étanchéité aux liquides	EN 14150	m³/m²/j	—	1.10^{-8}
	Étanchéité aux gaz	ASTM D1434	m³/m²	—	$27,6.10^{-6}$
	Vieillissement climatique	EN 12224	—	Conforme	—
	Résistance à l'oxydation	EN 14575	—	Conforme	—

* L : sens production ; * T : sens travers

2.2.4 Angles de frottements

Matériau au contact	Méthode d'essai		Angle de frottement d'interface Teranap 331 TP ou Teranap 431 TP/matériau	
			Face lisse	Face sablée
Sable d'Ottawa	Boite de cisaillement (0,1 m x 0,1 m) Contrainte normale 40 à 125 kPa (1)		31,8°	36,6°
Limon	Idem		24,3°	31,6°
Argile	Idem		23,5°	29,6°
Sable	Boite de cisaillement (0,3 m x 0,3 m) (2)		32°	—
Sable	Plan incliné (1 m x 1 m) Contrainte normale 4 à 5 kPa (3)		—	39,5°
Grave roulée 0/25	Plan incliné 1 m x 1 m PV du Cemagref de Bordeaux		30°	39°
Concassé 10/20	PV sur Teranap 431 TP du CER de Rouen (Boite de cisaillement 0,3 m x 0,3 m)	Humide	—	44,2°
		Sec		45,9°

(1) « Teranap 331 TP géomembrane test évaluation report », laboratoire Frobel & associates, 1992.
(2) « Measurement of friction characteristics in contact with geomembranes », 4th International Conference on Geosynthetics, La Hague, juin 1990 (auteurs : H. Girard et G. Mathieu).
(3) « Stability of lining systems on slopes » Sardinia 1991 (auteurs : Y. Matichard, P Delmas, B. Soyez, H. Girard et M. Mathieu).

2.3 Caractéristiques spécifiques

2.3.1 Résistances aux différentes agressions chimiques

Une liste type de résistances chimiques est disponible auprès de Siplast-Icopal. Pour tout projet particulier, consulter Siplast-Icopal.

2.3.2 Résistances aux racines

La présence du film polyester (cf. § 2.1) disposé en sous face des géomembranes Teranap 331 TP, Teranap 431 TP et Teranap GTX 300 confère à ces dernières un pouvoir anti-racine. Ce film satisfait aux exigences de résistance à la pénétration des racines de lupin sur Teranap 431 TP selon la norme EN 14416, à l'Université des Sciences Appliquées de Weihenstephan-Triesdorf le 12 mai 2010.

2.3.3 Résistances au mud-curling

Recouverte d'une pellicule d'argile liquide, les géomembranes Teranap 331 TP et Teranap 431 TP sont soumises à des cycles de dessication sous lampe infrarouge suivis d'une réhumidification totale. Au bout de 15 cycles, les géomembranes ne présentent que de légères marbrures superficielles n'attaquant pas le matériau en profondeur. Les géomembranes Teranap 331 TP et Teranap 431 TP conservent toute leur élasticité.

2.3.4 Résistances aux rongeurs

Les géomembranes Teranap 331 TP, Teranap 431 TP et Teranap GTX 300 n'exercent aucun pouvoir attractif sur les rongeurs (certificat d'essai n° 7088/76 du Laboratoire Central de la Préfecture de Police de Paris).

2.4 Conditionnement

2.4.1 Conditionnement standard

Les géomembranes Teranap 331 TP, Teranap 431 TP et Teranap GTX 300 sont conditionnées en rouleaux.

Géomembranes	Conditionnement		
	Descriptifs	2 m	4 m
Teranap 331 TP Teranap 431 TP Teranap GTX 300	Nature du mandrin	Carton	métallique
	Longueur du Mandrin	2 m	4,80 m
	Diamètre intérieur du mandrin	7 cm	15 cm
	Largeur de la bande de soudure	Mini > 14 cm Maxi < 17 cm	Mini > 20 cm Maxi < 25 cm
Teranap 331 TP	Poids du rouleau	≃ 156 kg	≃ 1 675 kg
	Longueur du rouleau	20 m (± 20 cm)	100 m (± 1 m)
	Largeur du rouleau	2 m (± 2 cm)	4 m (± 4 cm)
Teranap 431 TP	Poids du rouleau	≃ 206 kg	≃ 1 675 kg
	Longueur du rouleau	20 m (± 20 cm)	80 m (± 80 cm)
	Largeur du rouleau	2 m (± 2 cm)	4 m (± 4 cm)
Teranap GTX 300	Poids du rouleau	—	≃ 1 150 kg
	Longueur du rouleau	—	67 m (± 70 cm)
	Largeur du rouleau	—	4 m (± 4 cm)

Les géomembranes Teranap 331 TP, Teranap 431 TP et Teranap GTX 300 sont emballées à l'aide d'un film polyéthylène disposé entre chaque spire et autour de chaque rouleau.

Une protection pelable est apposée au niveau de la bande de soudure côté face filmé.

L'enroulement des géomembranes de 4 m de largeur Teranap 331 TP, Teranap 431 TP et Teranap GTX 300 est réalisé de façon à ce que le film polyester de sous face soit orienté vers l'intérieur du rouleau.

Inversement, l'enroulement des géomembranes de 2 m de largeur Teranap 331 TP, et Teranap 431 TP est réalisé de façon à ce que le film polyester de sous face soit orienté vers l'extérieur du rouleau.

L'appellation commerciale de chaque produit est imprimée sur un galon disposé en sous face de ce dernier (coté film polyester) conformément au marquage CE (EN 10 320), afin d'être identifiable sur site.

Teranap 431 TP 4 m est certifié ASQUAL ; une étiquette ASQUAL est apposée sur chaque rouleau concernant ces produits.

Cette étiquette indique :
- l'appellation commerciale certifiée ;
- le numéro de certificat en cours de validité du produit concerné.

Les géomembranes Teranap 331 TP, Teranap 431 TP et Teranap GTX 300 sont sous marquages CE par conséquent une étiquette de traçabilité est apposée, elle comporte les éléments suivants :
- Date de fabrication ;
- Numéro de rouleau ;
- Caractéristique du produit (épaisseur, largeur, longueur) ;
- Marquage CE (attestation de conformité système 2+).

Les documents d'accompagnement inhérents au marquage CE des géomembranes Teranap 331 TP, Teranap 431 TP et Teranap GTX 300 sont disponibles, sur le site de Siplast-Icopal : www.siplast.fr.

Dans le cadre d'un Plan d'Assurance Qualité, il est important de conserver toutes les étiquettes et d'identifier les rouleaux.

2.4.2 Rouleaux avec coupes

Les rouleaux de Teranap TP peuvent comporter une ou deux coupes signalées par :

- une marque papier à l'emplacement de la coupe ;
- un bracelet en ruban adhésif rouge autour du rouleau signalant « rouleau avec coupe ».

2.4.3 Conditionnement hors standard

Des longueurs et des largeurs différentes de rouleaux, de celles prévues au § 2.4.1, peuvent être envisagées sur commande spéciale.

2.5 Matériaux complémentaires

2.5.1 Enduit d'imprégnation à froid (EIF) : Siplast Primer

Le Siplast Primer est un primaire d'adhérence à séchage rapide (2 h pour une température supérieure ou égale à 12 °C) à base de bitume polymère en phase solvant.
Conditionnement : bidon de 2, 10, 30 ou 200 litres.

Attention : en aucun cas le Siplast Primer ne doit être appliqué directement sur les géomembranes Teranap 331 TP, Teranap 431 TP et Teranap GTX 300.

2.5.2 Raccordements : Parafor Ponts ou Parafor Solo S

Ces matériaux peuvent être utilisés pour réaliser les relevés sur béton ou acier (voir § 7.3.1). Ils sont conditionnés en rouleaux de 1 m de large.

Documents de référence : Avis technique Parafor Ponts délivré par le Cerema, Avis Technique CSTB Parafor Solo.

2.5.3 Profilé d'ancrage Terastop

Terastop est une gamme de profilés extrudés en polyéthylène souple que l'on peut utiliser pour réaliser le compartimentage ou l'ancrage de l'étanchéité sur des surfaces béton.

2.5.4 Écran d'interposition thermique : Verecran 100

Lors des soudures des lés de géomembranes Teranap 331 TP, Teranap 431 TP et Teranap GTX 300, et afin de ne pas détériorer le géotextile de propreté ou de protection, il convient d'interposer entre la géomembrane et celui-ci un voile de verre 100 g/m² utilisé comme écran thermique : Verecran 100.

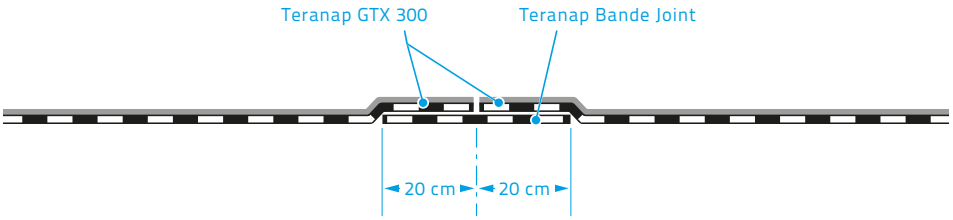
2.5.5 Bande de jonction : Teranap Bande Joint

Teranap Bande Joint est une bande de membrane bitumineuse d'épaisseur 4 mm, revêtue sur les 2 faces par un film macroperforé thermofusible.

Conditionnement : 40 cm de large et 10 m de longueur.

Pour les soudures en abouts de lés de Teranap GTX 300, utiliser Teranap Bande Joint. Les extrémités des deux lés de Teranap GTX 300 sont soudées bord à bord sur cette bande sur une largeur de 20 cm.

Figure 1



2.5.6 Géotextiles antipoinçonnants

La gamme Geofelt de Siplast-Icopal comporte des géotextiles de protection en non tissé aiguilletés, disponibles en différents grammages entre 300 g/m² et 1 000 g/m² : Geofelt 300 et 500 (Asqual), gamme Geofelt TP (non Asqual).

2.5.7 Géoespaceurs et géocomposites de drainage

La gamme Geoflow de Siplast-Icopal est composée de géoespaceurs de drainage constitués d'une grille tridimensionnelle en polyéthylène haute densité (PEHD). Ces grilles sont associées à des géotextiles de filtration/séparation, ces derniers sont contrecollés sur une face ou les deux faces du géoespaceur.

La gamme Fonda de Siplast-Icopal est composée de géoespaceurs présentés sous forme de nappes embossées en Polyéthylène (Fonda+) ou polypropylène (Fonda GTX) décrites dans l'Avis Technique CSTB Fonda protection.

2.5.8 Accroche terre

La gamme Geogrip de Siplast-Icopal est constituée de grilles de retenue de terre en polyester (tridimensionnelle ou non) dont les performances en traction dans le sens longitudinal vont de 35 kN/m à 80 kN/m pour les produits standards.
Des produits plus performants sont disponibles sur commande spéciale.
Pour tout dimensionnement de retenue de terre sur talus, consultez le service technique Siplast-Icopal.

3. Prescriptions générales

3.1 Avant-propos

Une géomembrane n'assure qu'une seule fonction fondamentale : l'étanchéité.

Elle est mise en œuvre en indépendance dans un dispositif comprenant la couche support, le dispositif d'étanchéité par la géomembrane elle-même et la couche de protection. Afin de minimiser les contraintes auxquelles la géomembrane est soumise, il convient de prendre en compte, lors du dimensionnement de l'ouvrage et de la mise en œuvre, l'ensemble des prescriptions développées ci-après.

3.2 Dispositions générales

Les déblais, remblais et tous les ouvrages de Génie Civil sur lesquels viennent reposer les géomembranes Teranap 331 TP, Teranap 431 TP et Teranap GTX 300, doivent être réalisés en respectant les règles de mécanique des sols, pour les terres et autres, permettant de garantir leur stabilité dans tous les cas d'utilisation et les règles en vigueur lorsqu'ils sont en béton armé (voir rappel n° 2 chapitre 1).

4. Prescriptions concernant le support

La conception de l'ensemble des ouvrages constituant la structure support est du domaine du Génie Civil.
La structure support comprend l'ensemble des éléments mis en place entre le fond de forme et la géomembrane. Elle est constituée :

- de la couche de forme reposant sur le fond de forme ;
- des dispositifs de drainage éventuels, dans les cas de DEDG ;
- de la couche support sur laquelle repose la géomembrane.

Un ou plusieurs des éléments composant cette structure support théorique peuvent ne pas exister ou se trouver confondus dans une même couche.

4.1 Préparation du fond de forme

4.1.1 Enlèvement de la végétation

Le fond de forme doit être dégagé de toute végétation et de toute trace de matières organiques végétales afin d'éviter :

- le contact direct des souches, chicots, etc., avec la géomembrane ;
- le pourrissement de ces matières organiques (souches, racines, etc.), ce qui entraînerait la compressibilité du sol et le dégagement de gaz.

4.1.2 Talus

La pente des talus doit être déterminée en tenant compte des règles de mécanique des sols : les talus doivent être stables par eux-mêmes, les géomembranes Teranap 331 TP, Teranap 431 TP et Teranap GTX 300 n'ayant pas de fonction mécanique et n'étant destinées qu'à assurer l'étanchéité de l'ouvrage (voir rappel).

Prendre en compte les points suivants :

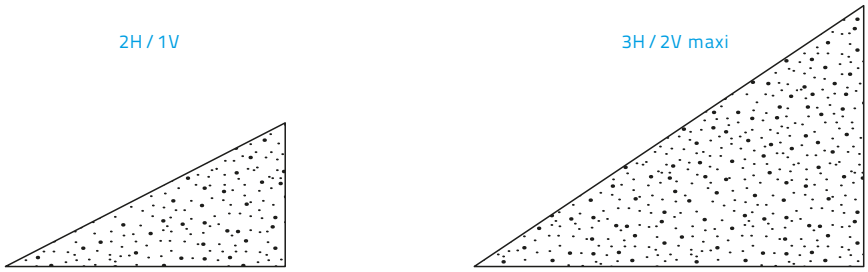
- la géométrie de l'ouvrage (pentes, longueurs de rampants...) ;
- la nature des matériaux constituant le talus et le fond de forme ;
- les caractéristiques mécaniques des différents éléments du DEG ou DEDG ;
- les coefficients de frottement aux interfaces des différentes couches entre elles ;
- la nature des produits stockés ;
- le mode d'exploitation de l'ouvrage (présence ou non de fluide, variation de niveau, possibilité de vidange rapide...).

Bien que la mise en œuvre du DEG ou DEDG soit possible sur certains supports verticaux ou sub-verticaux (talus rocheux, bétonnés ou maçonnés) pour la commodité du chantier, une pente de 3H/2V doit être considérée comme un maximum.

Pour rappel : les pentes plus douces, 2H/1V, sont destinées :

- à faciliter aussi bien la circulation du personnel que celle des engins ;
- à faciliter la réalisation des assemblages sur le site ;
- à faciliter la mise en œuvre de protection sur l'étanchéité ;
- à limiter les contraintes exercées sur l'étanchéité.

Figure 2



4.1.3 Accessibilité aux ouvrages

Prévoir une aire de stockage plane, propre et de portance suffisante pour permettre l'accès des camions, la circulation des engins et le stockage des rouleaux de géosynthétiques.

4.1.4 Aménagement en crête de talus

Prévoir une piste de circulation provisoire autour des ouvrages à réaliser pour permettre :

- la réalisation de la tranchée d'ancrage de la géomembrane ;
- l'approvisionnement des rouleaux sur le chantier depuis l'aire de stockage ;

- l'exécution du chantier sans risque de détérioration de l'étanchéité par la circulation des engins de chantier.

Cette piste de circulation provisoire ou permanente autour de l'ouvrage doit être envisagée dès la conception de l'ouvrage. La largeur recommandée est de l'ordre de 3 m minimum pour tenir compte de la tranchée d'ancrage et d'un espace suffisant pour la circulation d'un engin.

4.1.5 Rampes d'accès

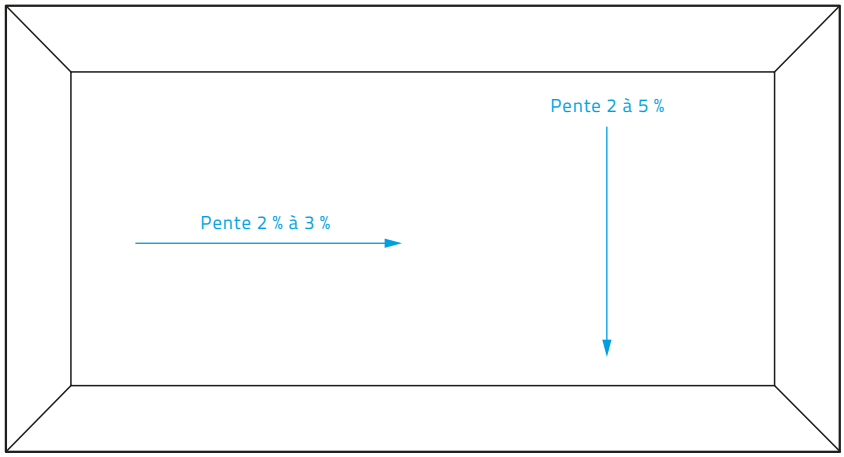
Une rampe d'accès facilite la circulation des engins lors de la réalisation des travaux et pour les opérations d'entretien et de curage du bassin.
La pente doit être de l'ordre de 15 % maximum.

4.1.6 Pente du fond de forme

Une pente du fond de forme est nécessaire pour faciliter l'assainissement et la vidange des bassins afin de :

- évacuer l'ensemble des eaux en fin d'épisode pluvieux ;
- éviter les zones de rétention ;
- faciliter l'évacuation des gaz ;
- faciliter le nettoyage.

Figure 3



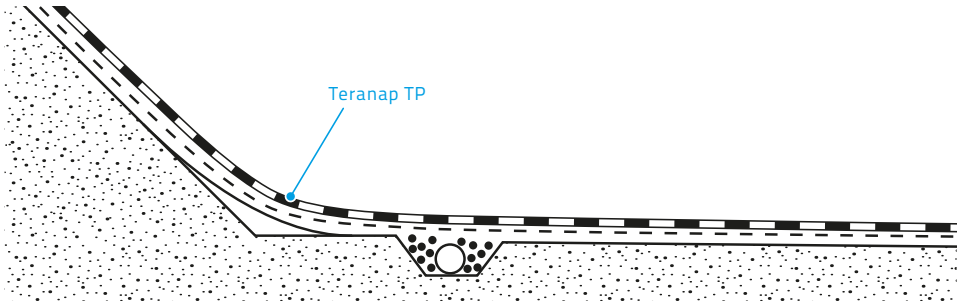
4.1.7 Compactage

Le fond de forme doit être **compacté au minimum à 95 % de l'Optimum Proctor Normal** en respectant les règles de mécanique des sols.
Les remblais récents (remblaiement de carrière ou décharge par exemple) nécessitent un compactage particulier pour limiter les tassements ultérieurs et la sensibilité à l'érosion.
La nature du terrain en place peut permettre de faire office de structure support, sans apport de matériaux supplémentaires. Cependant, lors de la phase travaux, la réalisation ponctuelle d'une couche support peut s'imposer lors de variations locales des caractéristiques du terrain (avis nécessaire du concepteur).

4.1.8 Pied de talus

Pour éviter toute tension des géomembranes Teranap 331 TP, Teranap 431 TP et Teranap GTX 300 ainsi que tout problème de soudure au niveau du pied de talus, adoucir ce dernier par matériau d'apport (provenant généralement du site) compacté et ne pas placer de drain à cet endroit.
Le concepteur doit déterminer l'emplacement du drain, en tenant compte de cette remarque.

Figure 4



4.2 Couche de forme

Lorsque le fond de forme présente un état de surface agressif, il est nécessaire de réaliser une couche de forme à partir de matériaux d'apport naturels ou non, dont la mise en œuvre doit être réalisée avec les mêmes sujétions que celles du fond de forme voir § 4.1.7.
La couche de forme et ses caractéristiques doivent être déterminées par le concepteur ; elle est généralement constituée par :

- soit du béton ;
- soit de la grave bitume ou ciment ;
- soit du sable ou du limon ;
- soit des matériaux concassés (Dmax = 10 mm) ou roulés (Dmax = 15 mm).

4.3 Dispositifs de drainage sous la géomembrane

Suivant l'importance de l'ouvrage, la nature des matériaux constituant le fond de forme, les résultats des études géotechniques du site et si l'eau susceptible de se trouver sous la géomembrane peut nuire au bon comportement de l'ouvrage (sous pression, etc.), le concepteur doit déterminer la nécessité d'implanter un système de drainage sous la géomembrane.
Ce système est composé de deux réseaux indépendants : drainage des liquides et drainage éventuel des gaz, ce dernier ne devant jamais être saturé d'eau.

4.3.1 Drainage de l'eau

Si l'eau susceptible de se trouver sous la structure d'étanchéité peut nuire au bon comportement de l'ouvrage, il est nécessaire de prévoir un drainage :

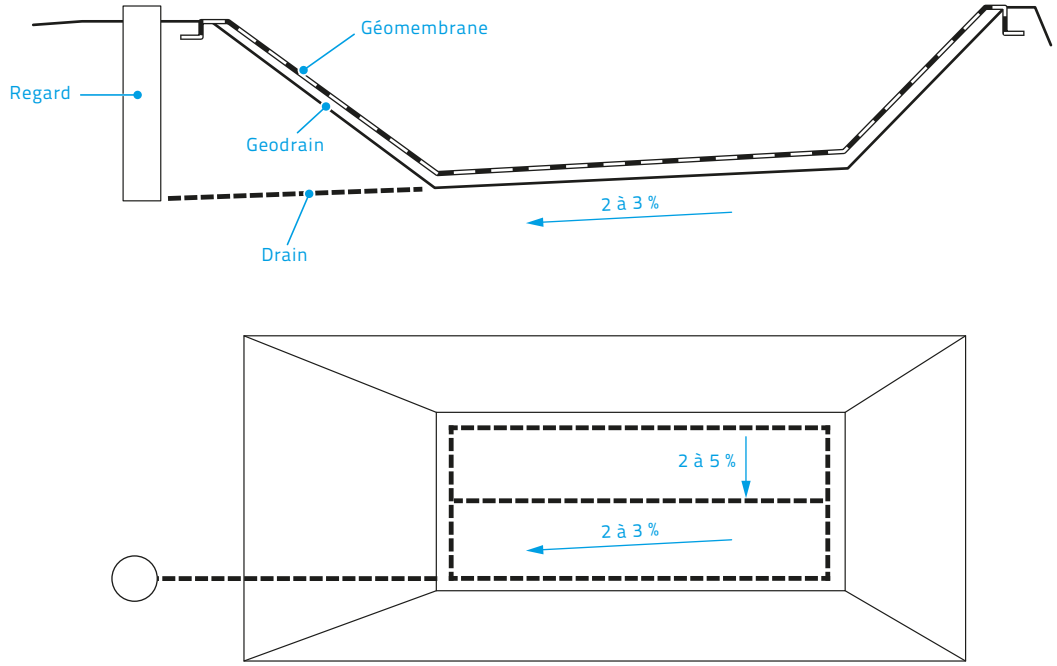
- soit au moyen d'une couche de matériau drainant sur une épaisseur de 10 cm minimum à dimensionner selon la nature du terrain ;
- soit par des produits synthétiques type géo-espaceurs.

Pour éviter le colmatage du drain et l'entraînement du sol, un géotextile de séparation/filtration doit être prévu entre la couche drainante granulaire et les autres couches de matériaux, en respectant les règles de dimensionnement des géotextiles de filtration.
Dans le cas d'un drainage par géosynthétique (type Geoflow), il est indispensable de prévoir la mise en place de tranchées drainantes pour collecter et évacuer les eaux.
Dans le cas où le système de drainage doit permettre de déceler et d'évaluer un débit de fuite, il importe de vérifier que le débit recueilli en sortie des réseaux de drainage n'est pas augmenté par des venues d'eaux parasites.

Le dimensionnement du réseau de drainage des eaux est fonction :

- du débit des eaux provenant de l'extérieur de l'ouvrage ;
- du débit de fuite admissible ;
- des sous-pressions maximales admissibles soit en service normal, soit en cas de fuite accidentelle.

Figure 5



4.3.2 Drainage des gaz

Le drainage des gaz ne fonctionne pas s'il est noyé. La réalisation d'un drainage de gaz entraîne donc, sauf support naturellement drainant, celle d'un drainage des eaux. Le drainage des gaz est nécessaire pour éviter les sous-pressions.

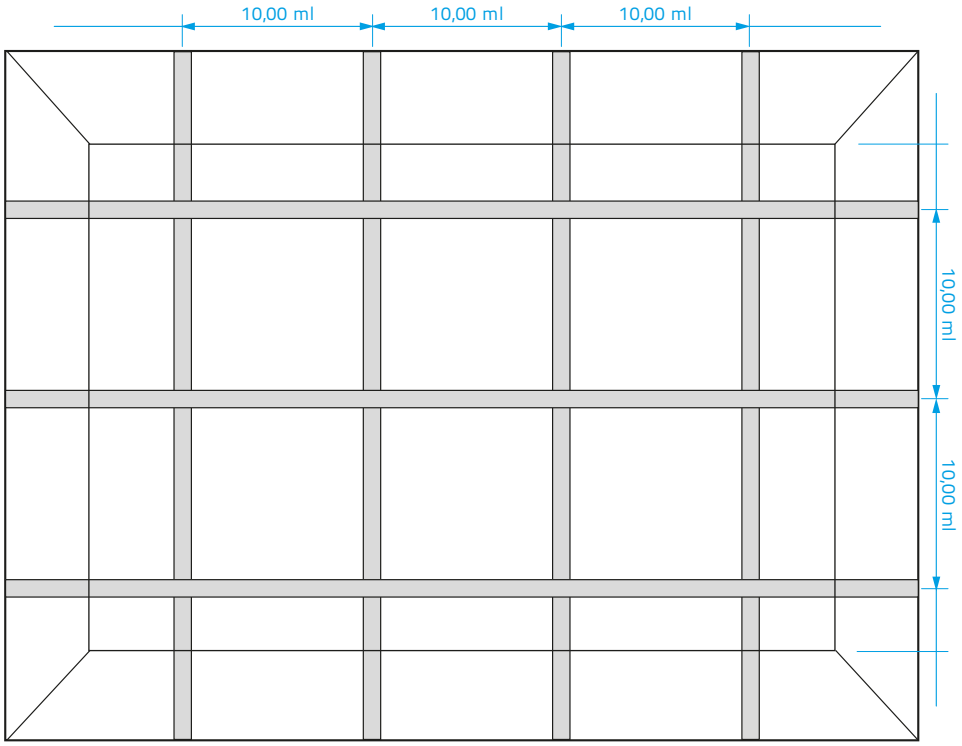
Utiliser pour cela :

- soit des drains perforés de 40 à 80 mm de diamètre, placés tous les 20 m environ (ordre de grandeur devant faire l'objet d'une confirmation par un dimensionnement résultant d'une étude spécialisée).

  Cette distance est ramenée à 10 m si le sol sous-jacent est peu perméable et en cas prévisible de dégagement important de gaz.

  Entre les tuyaux, la mise en place d'un lit de matériau drainant, d'un géotextile ou autre produit synthétique transmissif est nécessaire.
- soit des géogrilles de drainage, type Geoflow, qui ont l'avantage d'être souples et d'épouser les déformations de la géomembrane.

Figure 6 - Quadrillage de la surface du bassin par des bandes de 1 m tous les 10 ml mini



Les sorties des drains de gaz et leurs raccordements, type Aérateur DA, sont implantées aux points hauts et doivent être protégées (chapeau et grille) pour empêcher toute obstruction d'échappement ou pénétration d'eau de ruissellement.

4.3.3 Mise en œuvre des systèmes de drainage

La mise en œuvre des drainages d'eau et de gaz doit s'effectuer en veillant :

- à éviter l'écrasement des drains lors du passage d'engins de chantier ;
- à éviter la formation de contre-pentes ;
- à respecter les règles de mise en œuvre des géotextiles éventuels.

4.4 Préparation de la couche support

4.4.1 Composition de la couche support

Suivant la nature et les caractéristiques du fond de forme et de la couche de forme, lorsqu'elle existe, la couche support est constituée soit par :

- **un matériau d'apport (sable, gravier, grave, matériau lié, etc.)**
  Lors de la mise en œuvre du matériau d'apport, il est nécessaire de :
  - vérifier sa granulométrie ;
  - veiller à ne pas créer de ségrégation à la mise en œuvre ;
  - contrôler l'état de surface et retirer tout élément agressif ;
  - compacter les matériaux naturels, au minimum à 95 % de l'Optimum Proctor Normal.

  Les matériaux sensibles au ravinement, à la circulation de chantier et au batillage, doivent être stabilisés : traitement par différents liants, matériaux d'apport moins sensibles, etc. Les caractéristiques chimiques (pH) du matériau après stabilisation aux liants doivent être compatibles avec la géomembrane et les géotextiles éventuels (voir § 2.3.1).
  Les engins de chantier ne doivent pas entraîner de déformation ou de modification de la texture superficielle (ornières, dégagement de cailloux isolés, etc.) incompatibles avec les caractéristiques de la géomembrane.
- **un géotextile anti-poinçonnant et/ou drainant et/ou filtrant et/ou anti-contaminant**
  Un géotextile Geofelt anti-poinçonnant est posé sur la couche de forme.
  Le dimensionnement du géotextile est fonction :
  - de la nature de la couche de forme ;
  - de la nature de la géomembrane (bitumineuse, polypropylène, etc.) ;
  - de la hauteur de liquide ou de produit stocké.

Le type de Geofelt à mettre en œuvre sous les géomembranes Teranap 331 TP, Teranap 431 TP et Teranap GTX 300 est déterminé à l'aide du tableau ci-dessous :

Structure support	Hauteur de liquide ou de produit stocké	Geofelt sous Teranap TP			
		331 TP		431 TP	
		Protection mécanique		Protection mécanique	
		Sans	Avec	Sans	Avec
Béton lisse (HS < 1 mm)	H < 3 m	Non	Non	Non	Non
	H < 10 m	Non	300	Non	Non
Béton taloché (1,0 mm < HS < 2,0 mm) Enrobés bitumineux	H < 3 m	Non	Non	Non	Non
	H < 10 m	300	300	Non	300
Grave Ciment Grave bitume	H < 3 m	300	300	Non	Non
	H < 10 m	500	500	300	300
Sable, limon, argile	H < 3 m	Non	Non	Non	Non
	H < 10 m	Non	Non	Non	Non
Terre végétale, tout-venant Matériaux concassés Dmax = 15 mm Matériaux roulés Dmax = 50 mm	H < 3 m	Non	Non	Non	Non
	H < 10 m	300	500	Non	300
Matériaux concassés Dmax = 31.5 mm Matériaux roulés Dmax = 80 mm	H < 3 m	300	500	Non	Non
	H < 10 m	700	700	300	300
Matériaux concassés Dmax = 50 mm	H < 3 m	700	700	300	500
	H < 10 m	Étude	Étude	700	700

Protection mécanique (voir chapitre X : structure de protection).

Nota : lorsque l'on est conduit à placer un géotextile sous la structure d'étanchéité, il importe de veiller à ce que les épingles métalliques utilisées pour le fixer provisoirement pendant le chantier soient enlevées.

4.4.2 Cas des réservoirs béton (condensation)

Dans le cas des réservoirs béton, notamment enterrés, le risque de condensation entre le béton et la géomembrane nécessite la mise en place d'une couche drainante de faible capacité. Un écran de désolidarisation peut suffire (géotextile 120 g/m²).
Il faut également prévoir un système de récupération ou de stockage de ces eaux en point bas, par exemple à l'aide d'une grave drainante sous le regard, ou à l'aide de clapet anti-retour qui fonctionne au moment de la vidange.
Une bande couvre-joint de 20 cm de large est soudée à cheval sur tous les recouvrements.

4.4.3 Nettoyage, ratissage

Avant mise en place de la géomembrane, procédez impérativement au nettoyage et au ratissage de la structure support, afin d'éliminer tous les corps étrangers (cailloux, souches, outils) pouvant perforer ou générer des sous-pressions créant des contraintes mécaniques dans la géomembrane.

4.4.4 Lestage

Dans certains cas extrêmes où l'implantation du bassin est faite dans une zone en présence d'une nappe phréatique, prévoir un lestage du fond du bassin afin d'éviter que les sous-pressions ne soulèvent le DEG ou le DEDG.
Dans ce cas les caractéristiques du lestage doivent être déterminées dès la conception de l'ouvrage par l'étude géotechnique.

4.4.5 Acceptation du support

Avant la mise en œuvre de tout géosynthétique par l'entreprise de pose, la surface doit être inspectée visuellement par son responsable qualité conjointement avec le maître d'œuvre ou son représentant et l'entreprise de terrassement ayant réalisé la couche support. Cette visite est formalisée par un rapport d'acceptation avec résultat des essais de contrôle (compactage du support), réalisés systématiquement (voir exigence du fascicule n°10 du CFG).

4.4.6 Planche d'essai

Pour des ouvrages très sensibles et importants en surface, le concepteur peut demander la réalisation d'une planche d'essai sur le site. Sa superficie et l'exploitation des échantillons doivent être clairement définies avant la réalisation par le maître d'ouvrage ou le concepteur.

5. Exécution de l'étanchéité

5.1 Dispositions générales

Lors des opérations de chargement et de déchargement des matériaux, il convient de prendre toutes les précautions pour éviter d'endommager les premières spires des rouleaux de géosynthétiques.
Avant mise en œuvre, stocker les rouleaux de géomembranes Teranap 331 TP, Teranap 431 TP et Teranap GTX 300 couchés, parallèles et non superposés les uns sur les autres, dans leur emballage d'origine, sur une aire dégagée plane et de portance suffisante.

5.1.1 Manutention

Les opérations de manutention doivent être limitées, afin d'éviter une détérioration de la couche support par orniérage. Les produits livrés sur palette doivent pouvoir être approvisionnées

au moyen d'un engin de levage en tout point du chantier (tête de talus et fond) de manière à positionner correctement les rouleaux et à pouvoir les dérouler manuellement. La confection d'un berceau peut faciliter la mise en œuvre du matériau. La mise en œuvre des géomembranes de 4 m de large nécessite des moyens de manutention mécanique (portique, palonnier) et un engin de levage.

5.1.2 Mise en place des lés

Les géomembranes bitumineuses présentent une surface et une sous-face distinctes (face grésée, face filmée) :

- la face grésée est une surface frottante ;
- la face filmée présente un film résistant aux racines ;

La face filmée doit être posée sauf dispositions particulières :

- en partie supérieure (dans ce cas, face sablée au contact du sol) quand celle-ci reçoit une protection en terre végétale ;
- au contact du sol dans les autres cas.

Lorsque la forme de l'ouvrage ne permet pas de dérouler Teranap 331 TP, Teranap 431 TP et Teranap GTX 300 d'une crête à celle opposée, réaliser d'abord l'étanchéité des talus, puis celle du fond de l'ouvrage.

Rappel : les règles de l'art (cf. les recommandations professionnelles en vigueur chapitre I) concernant la pose des étanchéités (raccordement des lés, pentes, etc.) doivent être, bien entendu, respectées.

Figure 7

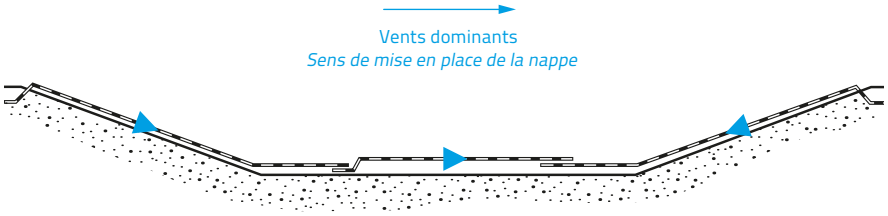
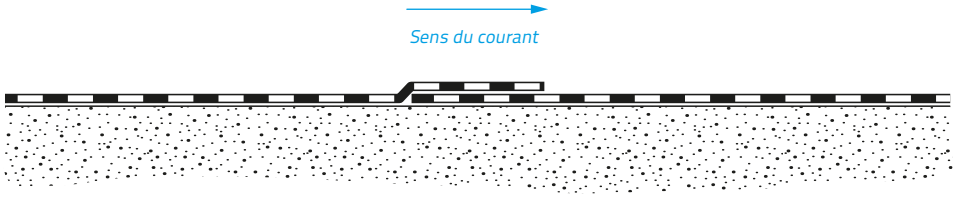


Figure 8



5.1.3 Action du vent

Dans la mesure du possible, et si la forme des ouvrages le permet, les géomembranes Teranap 331 TP, Teranap 431 TP et Teranap GTX 300 sont déroulées sur le développé de l'ouvrage en commençant la pose par la crête des talus, en recouvrant les rampes d'accès, en continuant le travail suivant la ligne de plus grande pente et en tenant compte dans la mesure du possible du sens des vents dominants suivant figure 7.

5.1.4 Action des courants

Si le revêtement n'est pas protégé et se trouve soumis à l'action d'un courant, les joints seront orientés convenablement suivant figure 8.

5.1.5 Joints transversaux sur talus

L'emploi des joints horizontaux sur les talus est interdit. Ils sont uniquement tolérés pour le traitement des angles. Cependant, dans certaines configurations, un raccord horizontal peut s'avérer nécessaire. Dans ce cas, l'accord du maître d'œuvre et/ou de l'organisme de contrôle doit (vent) être obtenu(s) au préalable.

5.1.6 Joints transversaux en fond

Les soudures ne doivent pas être alignées sur deux lés voisins (au moins 1 m entre deux soudures longitudinales).

Les points de recouvrement quadruple (points avec quatre épaisseurs de géomembrane) sont interdits.

Les points de recouvrement triple sont à éviter ; une attention particulière doit leur être apportée s'ils sont inévitables. Dans ce cas ces points de détails sont confortés à l'aide d'une pièce soudée au chalumeau, issue de la même géomembrane utilisée en partie courante.

5.2 Réalisation des soudures

5.2.1 Dispositions générales

Les soudures des lés de géomembranes Teranap 331 TP, Teranap 431 TP et Teranap GTX 300 sont interdites dans les conditions climatiques suivantes :

- sous la pluie ;
- sous la neige ;
- par vent violent (pour des raisons de sécurité laissées à l'appréciation du maître d'œuvre et de l'applicateur) ;
- dans la boue ;
- par températures extrêmes (température < 1 °C ou > 30 °C).

Dans le cas de températures inférieures ou égales à 0 °C, toute application doit être soumise à l'accord préalable du maître d'œuvre. Dans le cas de température supérieure à 35 °C, des précautions particulières doivent être prises pour circuler sur la géomembrane.

La géomembrane doit être propre et sèche, tout particulièrement dans les zones à souder. À cet effet, enlever juste avant le soudage le papier de protection de la bande de soudure.

5.2.2 Équipement de soudage

Les lés des géomembranes Teranap 331 TP, Teranap 431 TP et Teranap GTX 300 sont soudés entre eux à la flamme par fusion partielle du liant polymère au niveau de la zone à souder.

L'équipement nécessaire à la soudure et au marouflage des lés des géomembranes cités précédemment doit être constitué par les éléments cités ci-après :

- Équipement pour soudage ;
  - bouteille de propane 13 kg ou 30 kg ;
  - détendeur 3 bars ou détendeur réglable de 1,5 à 3,5 bars ;
  - flexible conforme aux normes de sécurité (longueur à adapter suivant le chantier, 10 m mini) ;
  - chalumeau d'étancheur à 1 ou 2 becs, ou à bec plat ;
  - canne ;
- Équipement pour marouflage :
  Le marouflage s'effectue immédiatement après la soudure avant refroidissement de celle-ci au moyen d'un chiffon humide ou d'un rouleau humide.
  Il est également possible, si le support le permet, d'utiliser pour le marouflage, un rouleau de 30 kg en partie horizontale et de 5 kg sur les talus.
- Équipement annexe :
  - langues de chat n°14 ou n°16 ;
  - cutters à lame croche ;
  - mètre, cordex ;
  - gants, etc.

Nota : Il existe également dans la gamme des fabricants de chalumeaux des accessoires conçus pour faciliter le travail du soudeur, par exemple des rallonges de chalumeaux, des becs de formes spéciales.
La liste de ces fabricants est disponible sur demande auprès de Siplast.

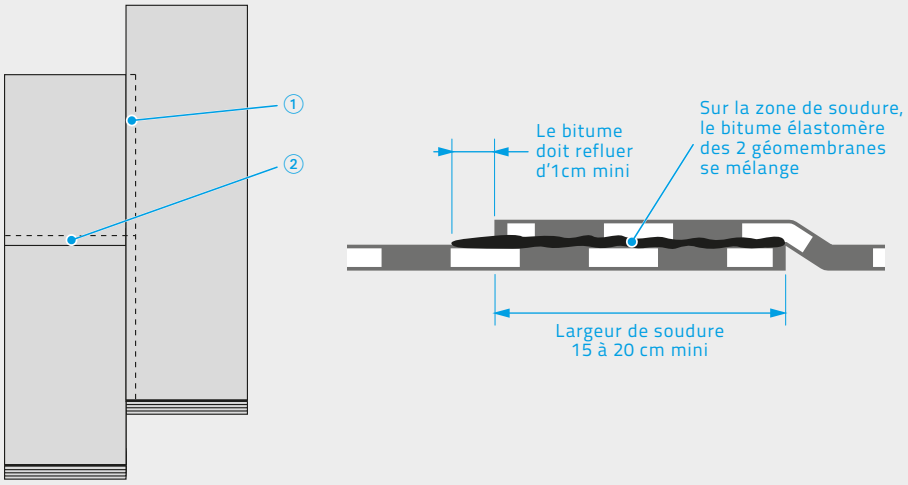
5.2.3 Recouvrement

La soudure à l'avancement est réalisée en faisant rouler le lé supérieur sur le lé voisin en maintenant en permanence un bourrelet de bitume le long du recouvrement.

La soudure « masquée » s'effectue lorsqu'une soudure à l'avancement n'est pas possible : les deux lés à assembler sont positionnés et la soudure est réalisée en soulevant localement le lé supérieur, en chauffant ensemble les deux lés avant marouflage.

Matérialiser la largeur du recouvrement sur le lé inférieur à l'aide d'un marquage au cordex par exemple.

Largeurs de recouvrement		
Types de recouvrements	Teranap en 2 m x 20 m	Teranap en 4 m x 80 m
① Longitudinaux si soudure à l'avancement (déroulage)	15 cm mini	—
Longitudinaux si soudure après positionnement des lés	20 cm mini	20 cm mini
② Abouts de lés	20 cm mini	20 cm mini



Pour les longs linéaires de soudure sur béton, il est préférable d'utiliser des membranes en 1 m de large plus faciles à manier et spécialement conçues pour avoir une bonne adhérence sur béton :

- dans le cas d'un raccord par simple soudage sans fixations mécaniques ; utiliser du Parafor Ponts ;
- dans le cas d'un raccord par soudage et fixations mécaniques, utiliser du Parafor Solo S, produit non surfacé.

5.2.4 Protection du géotextile contre la flamme

Dans le cas où un matériau sensible à la chaleur est installé sous la géomembrane (par exemple, un géotextile antipoinçonnant), des dispositions doivent être prises avant le soudage des lés pour éviter de détériorer ce matériau. Installer le long de la zone de soudure du lé inférieur, une bande de Verecran 100 (cf. § 2.5.4) de 50 cm de large. Cette bande forme un écran thermique provisoire et protégera le matériau installé sous Teranap TP.

5.2.5 Soudage

Les lés des géomembranes Teranap 331 TP, Teranap 431 TP et Teranap GTX 300 sont soudés entre eux à la flamme par fusion partielle du liant polymère au niveau de la zone à souder.
Après l'auto-contrôle de la soudure (cf. § 6), on vient réaliser un chanfreinage de la lèvre du joint en réchauffant la partie supérieure du joint et en écrasant la lèvre à la langue de chat.

6. Contrôle des soudures

La liste des contrôles présentés ci-après reprend de manière non exhaustive l'ensemble des contrôles qu'il est possible d'effectuer sur les soudures.

Lorsqu'un plan d'assurance qualité chantier est demandé, l'entreprise le rédige en choisissant les contrôles qu'elle effectuera dans la liste ci-après en fonction de l'attente du maître d'œuvre et des dispositions du CCTP.

6.1 Contrôles non destructifs

6.1.1 Contrôle visuel

Lors du contrôle visuel, une attention particulière sera portée à l'aspect général des soudures en prenant en considération les critères suivants :

- largeur du recouvrement ;
- absence de zone en tension ;
- traitement des points triples, etc. ;
- Présence et continuité du bourrelet de bitume ;
- Continuité de la trace du chalumeau.

6.1.2 Contrôle à la pointe

Après l'opération de soudage des recouvrements et avant chanfreinage (cf. § 5.2.5) du joint, le soudeur vient passer systématiquement un poinçon (outil pointu par exemple) ou une langue de chat le long du bord externe du joint en exerçant une pression pour détecter la présence ou non d'une zone défaillante.
En cas de détection, le soudeur soulève la zone défaillante et la répare.
Il réalise ensuite le chanfreinage du joint.
Un souffle d'air comprimé (500 kPa minimum) projeté le long de la lèvre du joint avant chanfreinage permet de détecter de manière visuelle et auditive les zones de soudure défaillantes.

6.1.3 Contrôle par la cloche à vide

Ce contrôle est utilisé pour tester les points singuliers, notamment les points triples.
Le principe est d'isoler le volume au-dessus de la soudure à contrôler et d'y créer une dépression (0,2 à 0,3 bar) pendant une durée minimale de 30 secondes. Si cette dépression se maintient, la zone testée est parfaitement étanche.
Pour améliorer la détection des défauts, un liquide tensioactif (eau savonneuse, liquide vaisselle...) est appliqué sur la zone testée. En cas de défaut, des bulles apparaissent immédiatement lors de la dépression, et la dépression indiquée par le manomètre diminue.

6.1.4 Contrôle par ultrasons

Ce contrôle permet de vérifier ponctuellement la largeur de soudure effective des deux lés au niveau du recouvrement : dans le cas d'une soudure correct et d'un mariage complet de deux lés, il n'est perçu qu'un seul écho ; dans le cas où la soudure est défaillante, il est perçu deux échos qui marquent la présence d'une discontinuité dans le joint.
Le contrôle par ultrasons doit être réalisé par des professionnels capables d'interpréter les résultats. Il est généralement réservé à des chantiers très sensibles.
Il peut éventuellement se substituer au contrôle destructif des soudures.

6.1.5 Contrôle par thermographie Infrarouge

La thermographie IR est une technologie actuellement en cours de développement permettant de contrôler de façon non destructive la réalisation des soudures. Cette technologie permet de transcrire en image les différences de flux thermique généré entre des zones correctement soudée et d'autres présentant des défauts. La différence de flux doit être généralement provoquée par un apport de chaleur sur la soudure (par exemple par le passage d'une résistance chaude au-dessus des soudures).
Ce procédé à l'avantage de permettre la localisation précise des défauts de soudure. Cependant cette technologie est exigeante et requiert des conditions climatiques adaptées à son utilisation.

6.2 Contrôle destructif des soudures

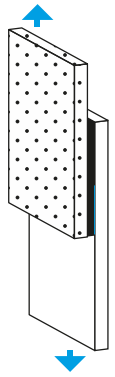
Les soudures sont contrôlées de manière destructive en traction/cisaillement.

La fréquence de ce type de contrôle dépend des spécifications du maître d'œuvre. Les prélèvements se font, dans la mesure du possible, dans la tranchée d'ancrage ou aux extrémités des soudures pour éviter les raccords en zones sensibles.

Effectuer un prélèvement de soudure et calculer le rapport de la résistance en traction cisaillement/pelage du joint suivant la norme NFP 84 502-1 par la résistance en traction de la géomembrane en partie courante suivant la norme NFP 84-501.

La rupture peut se développer de manière progressive dans l'épaisseur de la soudure. Cela n'est pas un signe de mauvaise soudure.

Figure 10 - En traction cisaillement selon NFP 84-502/1



Géomembrane bitumineuse
Traction-cisaillement : 16 kN/m ou FS ⩾ 80 %

Remarques 3 : les valeurs indiquées dans le tableau ci-dessus, sont issues du Référentiel Technique Soudage de l'Asqual, et sont obtenues en atelier lors du passage des certifications Asqual soudage.
Sur chantier, les conditions de soudage sont nécessairement différentes (température, hygrométrie) et les résultats des contrôles doivent en tenir compte.
Si les soudures présentent un défaut, repérer le point de fuite et réparer par une pièce assemblée par soudure à la flamme (cf. § 9).
En cas d'impossibilité de localisation du défaut, reprendre complètement la soudure.

7. Ancrages et raccordements des géomembranes

Les ancrages et les lestages décrits ci-après doivent être pris en compte dans les études de stabilité générale des talus.

7.1 Ancrages en tête

Cet ancrage a un double rôle :

- empêcher le glissement de la géomembrane sur le talus ;
- permettre à la géomembrane de résister aux efforts de soulèvement entraînés par la dépression due au vent.

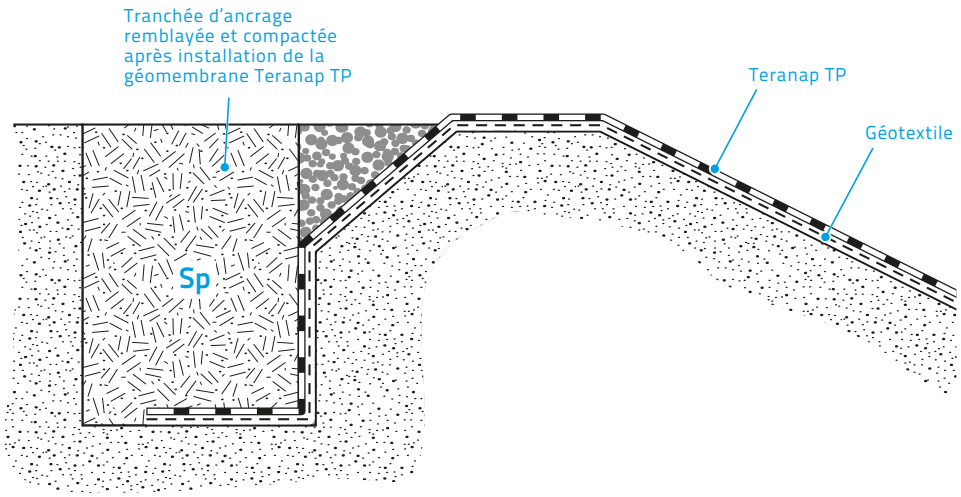
La géomembrane doit être maintenue provisoirement dans la tranchée d'ancrage à l'aide de tiges métalliques (type fer à béton) avant le remblaiement de la tranchée.

En pratique, l'ancrage en tête se réalise par enfouissement dans une tranchée selon le schéma ci-dessous.

D'autres solutions par simple lestage sont également pratiquées, en prenant les dispositions nécessaires pour que le matériau de lestage ne s'érode pas dans le temps.

Le calcul des sections pesantes Sp et des longueurs d'ancrage doit tenir compte des conditions de frottement relatif (sol/géotextile, sol/géomembrane, géotextile/géomembrane).
Le tableau indicatif ci-dessous donne les valeurs minimales de la section Sp de matériau pesant sur la géomembrane, calculées pour un poids volumique de 20 kN/m³.

Figure 11



Sp = section d'ancrage en m²/m		
Longueur du rampant en m	En site peu ou moyennement exposé au vent	En site très exposé au vent
< 3 m	0,04	0,06
3 à 5 m	0,09	0,16
5 à 15 m	0,16	0,25
⩾ 15 m	0,25	0,36

Remarque 4 : dans tous les cas, où des mouvements importants du sol après mise en eau sont à craindre, prévoir un ancrage en tête par lestage provisoire permettant le plaquage et le placement de la géomembrane sur le support après stabilisation des mouvements.
L'ancrage définitif intervient ultérieurement (cf. ci-dessus).

7.2 Ancrages intermédiaires

Les ancrages intermédiaires ne doivent être utilisés que dans les cas d'absolue nécessité et reste de la responsabilité du concepteur. Ils sont, en effet, délicats à réaliser et occasionnent généralement des dégradations de l'état de surface du talus.

Ils peuvent s'avérer nécessaires dans certains cas, par exemple :

- sur les talus, en complément ou en remplacement d'un équilibrage des pressions (drainage des gaz, évents, etc.) ;
- reprendre les efforts générés dans le DEG par la couche de protection.

Figure 12

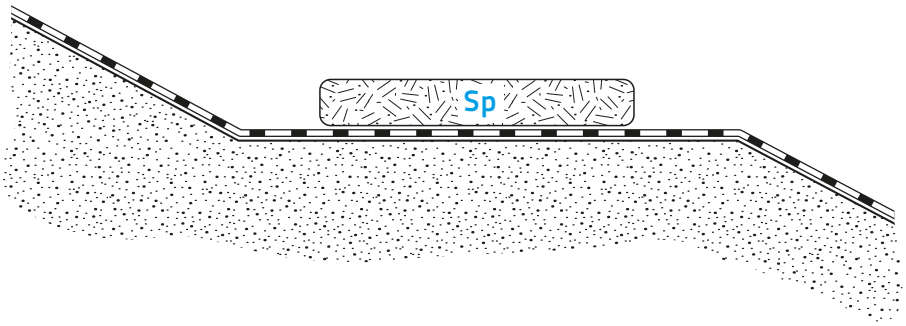
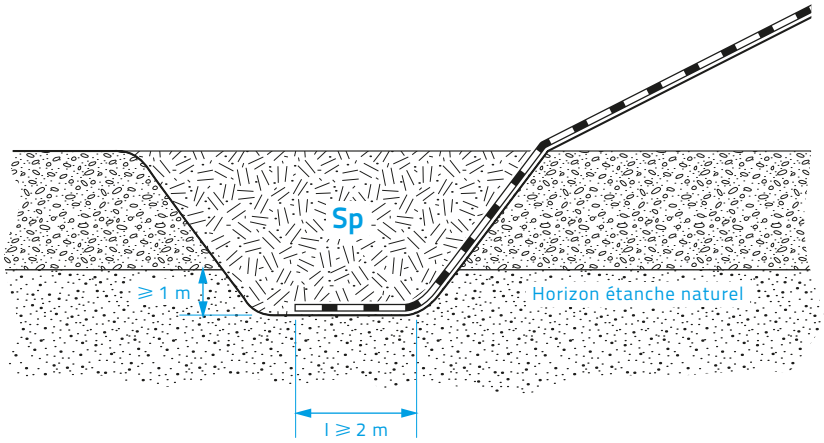


Figure 13 - Ancrage en pied



Raccord entre la géomembrane et l'horizon étanche à moyenne profondeur

7.3 Ancrages en pied

Cet ancrage peut avoir deux fonctions :

- participer à la stabilité de la géomembrane sous l'action du vent ;
- assurer la continuité de l'étanchéité entre la géomembrane et l'horizon étanche.

7.4 Lestage

Ne pas négliger le lestage dès la mise en œuvre de la géomembrane.
Le laps de temps entre le déroulage et l'assemblage des lés doit être le plus bref possible.
La dépression due au vent appliquée pendant le chantier ou au cours d'exploitation peut créer des efforts de soulèvement de la géomembrane, proportionnels à la surface exposée, qui peuvent engendrer des tensions dans cette dernière.

Le lestage doit essentiellement s'opposer au soulèvement de la géomembrane, afin d'éviter tout accident de personnel et toute détérioration de celle-ci.
Les caractéristiques du lestage doivent être déterminées par le concepteur (localisation, fréquence, nature du leste, masse volumique...).

Par exemple, ce lestage peut être réalisé :

- lors de la phase de réalisation à l'aide de sacs en jute remplis de sable ou de terre, disposés régulièrement sur la géomembrane et reliés entre eux ;
- en cours d'exploitation de l'ouvrage, lors des vidanges, l'eau peut constituer un lestage.

7.5 Raccordement aux ouvrages en béton

7.5.1 Dispositions générales

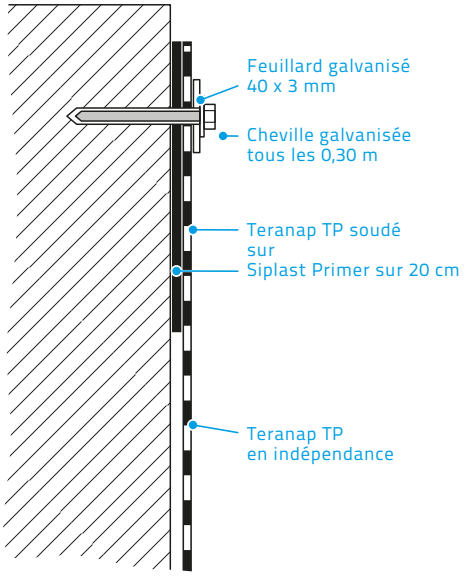
Les géomembranes Teranap 331 TP, Teranap 431 TP et Teranap GTX 300 sont raccordées aux ouvrages en béton suivant les solutions décrites (ci-dessous). Le compactage du remblai dans les zones autour de l'ouvrage en béton doit être particulièrement soigné afin d'éviter tout tassement différentiel susceptible d'engendrer des tensions dans les géomembranes Teranap 331 TP, Teranap 431 TP et Teranap GTX 300.
Ces points singuliers sont traités selon des techniques particulières énumérées dans la suite du présent paragraphe. Le maître d'œuvre doit approuver la solution technique avant démarrage des travaux.

7.5.2 Fixations mécaniques

Le choix des fixations mécaniques est déterminé par le concepteur. Ces fixations doivent absolument être protégées contre la corrosion.

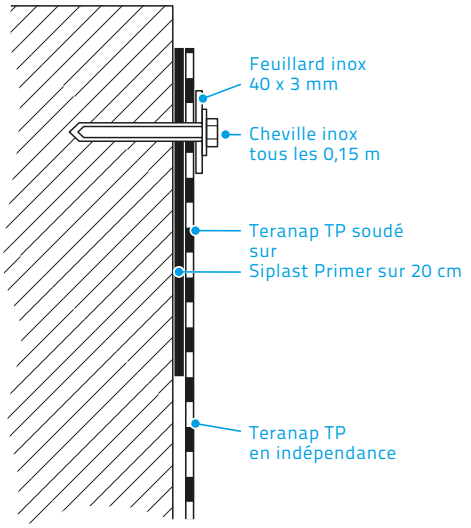
- au-dessus du niveau des fluides stockés;

Figure 14



- au-dessous du niveau des fluides stockés;

Figure 15



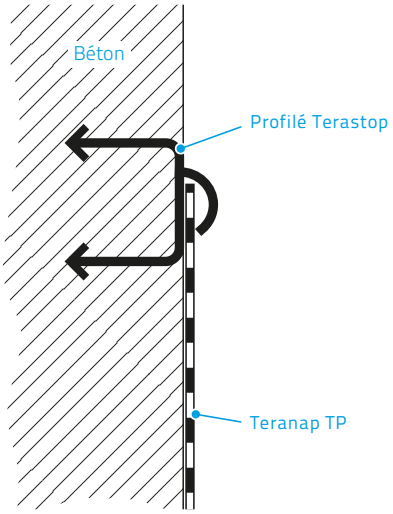
Rappel 3: le concepteur doit définir, en fonction de l'agressivité chimique du contenu fluide ou pâteux à stocker, le mode de protection des fixations mécaniques:

- soit par la nature du matériau les constituant (par exemple: acier inoxydable de classe adéquate)
- soit par le type de protection en fonction de la nature du matériau les constituant (par exemple: sur acier par galvanisation à chaud avec grammage adéquat).

7.5.3 Fixation par soudure

Les raccords sont réalisés sur profilés Terastop ancrés dans le béton.
La membrane est soudée à la flamme sur les profilés cf. § 2.5.3.

Figure 16



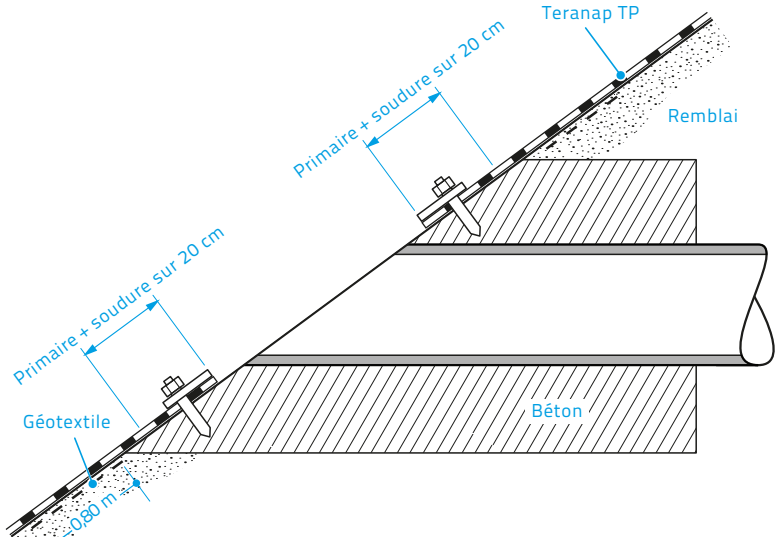
7.6 Raccordement a un tuyau et traversée

7.6.1 Description générale

Dans la mesure du possible, l'extrémité du tuyau est enrobée dans un massif en béton sur lequel on viendra fixer l'étanchéité. L'étanchéité du tuyau est réalisée quand cela est nécessaire et/ou possible par un manchon en Teranap 331 TP, Teranap 431 TP (principe décrit dans le schéma ci-dessus en 7.6.3).
Ce manchon est raccordé à l'aide d'une soudure à la flamme directement à la partie courante de l'ouvrage (cf. 7.6.3).
La partie courante (quand cela est possible) est soudée à la flamme sur le massif béton préalablement enduit de Siplast Primer et fixée de façon mécanique au massif béton (cf. schéma en 7.6.2). Siplast Primer doit être appliqué à raison de 250 à 300 g/m² sur support béton et 150 à 200 g/m² sur support métallique, afin d'y raccorder, lorsque ce dernier est sec, les géomembranes Teranap 331 TP, Teranap 431 TP et Teranap GTX 300.

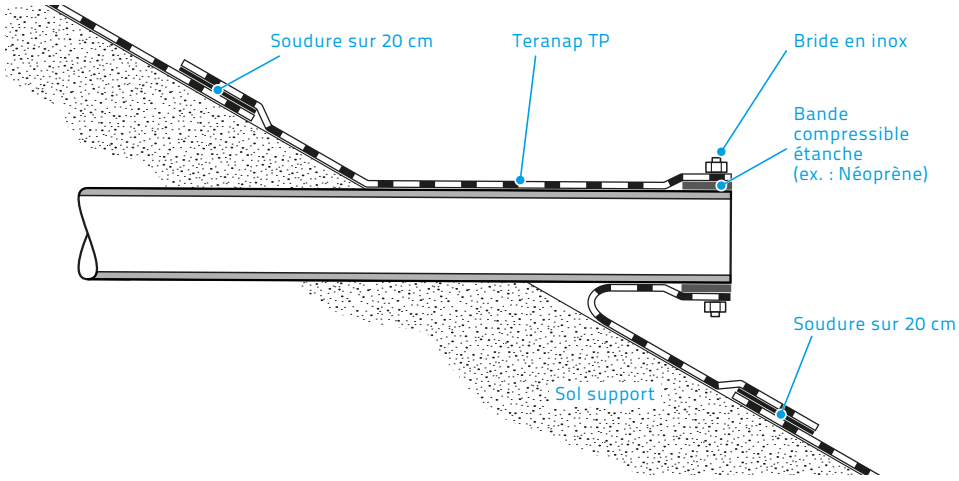
7.6.2 Raccordement à un tuyau dans le cas de bassins contenant des effluents non polluant pour l'environnement

Figure 17



7.6.3 Raccordement à un tuyau (avec ou sans emprise dans un massif béton) dans le cas de bassins contenant des effluents polluants ou non pour l'environnement

Figure 18



8. Acceptation de l'étanchéité

Avant la mise en place de tout matériau de la couche de protection ou mise en service de l'ouvrage, la surface de la géomembrane doit être inspectée et les résultats de contrôle de soudure doivent être examinés par le responsable qualité de l'entreprise d'étanchéité conjointement avec le maître d'œuvre ou son représentant.
Cette inspection et cet examen doivent être formalisés par un rapport précisant les modalités d'acceptation.

9. Réparation de l'étanchéité

Lorsque la géomembrane est endommagée par des perforations ou, des déchirures localisées, la réparation est effectuée via l'apport d'une pièce issue d'un lé de cette même géomembrane, cette pièce doit être soudée au minimum sur 20 cm sur son pourtour sur la géomembrane endommagée.
Dans le cas de reprise ou de réparation après une période d'exploitation de l'ouvrage, il est nécessaire de nettoyer la surface à souder.

En général, un nettoyage à l'eau à haute pression (50 à 100 bars) suffit. Il est alors possible de raccorder un lé de Teranap 331 TP, Teranap 431 TP et Teranap GTX 300 neuf avec la géomembrane en place, ou de souder comme ci-dessus une pièce de géomembrane neuve sur la géomembrane endommagée.

10. Structure de protection

10.1 Préambule

La structure de protection est l'ensemble des éléments placés, si nécessaire, au-dessus de la structure d'étanchéité, qui permet d'accroître sa durée de vie, en la protégeant contre les diverses sollicitations qui pourraient l'agresser tant en phase de réalisation des travaux qu'en phase de service de l'ouvrage.

Par exemple :

- **la circulation d'engins ou de véhicules** (interdiction sans protection),
- **les rayonnements ultra-violets :** les UV constituent l'un des facteurs de vieillissement principaux des géomembranes. Le comportement des géomembranes aux rayonnements ultra-violets est vérifié par les essais de vieillissement accéléré.
- **l'action de la glace :** la présence de glace au contact du DEG, dans la zone de marnage, peut générer des sollicitations conduisant à des désordres tels que :
  - poussées latérales lors de la formation de la glace ;
  - contraintes lors de la variation du niveau des eaux ;
  - agressions par des blocs flottants.
- **l'action des vagues et du batillage :** les vagues ou le batillage créés par le passage d'un bateau ou par le vent provoquent dans la zone de marnage sur la berge un ensemble de sollicitations hydrodynamiques alternées.
- **l'action des corps flottants :** la présence de corps flottants, y compris la glace, peut provoquer dans la zone de marnage, par chocs ou frottements, des déchirures localisées de la géomembrane.
- **le vandalisme :** difficilement quantifiable (déchirures volontaires, coups de fusil, piétinement de bêtes domestiques ou sauvages, chocs d'outils divers...).
- **l'action du vent :** lorsque l'ouvrage n'est pas destiné à être « en eau » en permanence.

10.2 Conception

La nécessité et la composition de la structure de protection sont à déterminer par le concepteur en fonction de divers paramètres liés aux conditions de réalisation du chantier, d'exploitation de l'ouvrage et des contraintes de l'environnement.

L'épaisseur de la structure de protection et la composition des éléments qui la constituent sont aussi déterminées par le concepteur en fonction des différents paramètres intervenant dans le calcul de cette épaisseur (par exemple : vitesse du vent, trafic, charges permanentes, longueur et orientation du plan d'eau, pente du talus, entretien, vandalisme, etc.).

Le concepteur ne devra jamais prévoir, au contact de la géomembrane, de matériaux pouvant la poinçonner. La plupart du temps, l'interposition d'une ou plusieurs couches de géotextile antipoinçonnant des gammes Geofelt, et/ou des accroches terre de la gamme Geogrip (dimensionnement au cas par cas par notre service technique), judicieusement choisies rempliront cet office.

La structure support doit être correctement dimensionnée pour pouvoir résister aux sollicitations de l'action des vagues et du batillage. Dans le cas particulier des canaux, il est également important de prévoir une garde d'eau suffisante pour éviter que les vagues ne passent par-dessus les berges et n'engendrent un effondrement du talus par affouillement.

Afin d'éviter toute déstabilisation de la structure de protection, lors de vidange rapide du bassin, la conception de l'ouvrage doit permette l'évacuation simultanée :

- du fluide contenu dans l'ouvrage ;
- du même fluide ayant pénétré.

Le drainage de ce fluide entre la structure de protection et la géomembrane, peut, par exemple, être assuré par un produit de la gamme Geoflow (consulter le service technique de Siplast-Icopal).

10.3 Composition et localisation

10.3.1 Composition

La protection peut être constituée par des matériaux très variés tels que :

- **Matériaux naturels :** sable, gravier, tout-venant, terre végétale. Ces matériaux sont mis en œuvre en couche d'épaisseur courante entre 20 et 50 cm.

  Nota : la mise en œuvre de la couche de protection en matériaux granulaires doit être réalisée à des températures ambiantes inférieures à 30 °C pour éviter au maximum les plis de la géomembrane. Elle se fera par couches successives de 40 cm d'épaisseur maximum, à l'avancement, sans circulation d'engins sur les géomembranes Teranap 331 TP, Teranap 431 TP et Teranap GTX 300.
  De même si des **enrochements** de protection sont mis en place, interposer une couche de sable ou de grave de 15 cm d'épaisseur minimale.

- **Matériaux liés au liant hydraulique :** béton armé, béton maigre fibré avec joint de fractionnement (tous les 5 m) ;
- **Matériaux préfabriqués :** géosynthétiques, dalles ou dallettes béton, pavés autobloquants.

  Nota : lorsque la protection est réalisée avec des matériaux liés, il est conseillé de mettre en œuvre la structure de protection lorsque les températures ambiantes sont fraîches. Pour diminuer le phénomène de dilatation thermique, un géotextile blanc ou une couche de sable peut être mis en place à l'avancement sur les géomembranes Teranap 331 TP, Teranap 431 TP et Teranap GTX 300.

À titre indicatif, le tableau, ci-après, donne le type de Geofelt (grammage minimum) à mettre en œuvre sur la géomembrane selon les protections envisagées.

Structure de protection	Hauteur de liquide ou de produit stocké	Geofelt sur Teranap TP	
		331 TP	431 TP
Béton lisse (HS < 1 mm)	H < 3 m	700	500
	H < 10 m	700	500
Béton taloché (1,0 mm < HS < 2,0 mm) Enrobés bitumineux	H < 3 m	300	Kraft
	H < 10 m	300	300
Grave ciment Grave bitume	H < 3 m	500	300
	H < 10 m	700	500
Sable, limon, argile	H < 3 m	Non	Non
	H < 10 m	Non	Non
Terre végétale, tout-venant Matériaux concassés Dmax = 15 mm Matériaux roulés Dmax = 50 mm	H < 3 m	300	Non
	H < 10 m	500	300
Matériaux concassés Dmax = 31.5 mm Matériaux roulés Dmax = 80 mm	H < 3 m	700	500
	H < 10 m	Étude	700
Matériaux concassés Dmax = 50 mm	H < 3 m	Étude	Étude
	H < 10 m	Étude	Étude

10.3.2 Localisation

■ **Sur les talus,** les diverses protections peuvent être stabilisées par butée sur une longrine en pied ou suspendues par ancrage dans une tranchée en tête.

■ **Sur les rampes d'accès,** la protection servant de couche de roulement doit être constituée de matériaux liés (béton ou enrobés) désolidarisé de l'étanchéité par un géotextile adapté à la granulométrie des matériaux de protection.
Dans le cas de **revêtement avec enrobés**, pour éviter le choc thermique et pour faciliter le compactage, une couche de sable ou de grave de 10 cm d'épaisseur doit être obligatoirement interposée.
L'étanchéité des **rampes d'accès au fond des ouvrages** est généralement protégée par des éléments préfabriqués.

■ **Dans les zones de marnage.** Suivant l'amplitude des vagues ou du batillage, la géomembrane est recouverte par une structure de protection ou fixée localement. Un enrochement ou une protection en béton permet de réduire ces phénomènes.
Une structure de protection ou tout moyen visant, soit à réduire la présence de ces corps flottants, soit à empêcher leur contact avec la géomembrane doit être prévue. Ce risque augmente avec l'amplitude des vagues et donc avec l'étendue du plan d'eau.

■ **Contre le vandalisme.** Des dispositifs de protection particuliers doivent être prévus dès la conception : clôture, structure de protection totale ou partielle, etc.

11. Assistance technique

La société Siplast-Icopal dispose de 2 espaces réservés a la formation des entreprises d'étanchéité à ses produits. Ils sont situés dans ses 2 usines à Mondoubleau (41) et à Loriol (26).

Siplast-Icopal dispose d'un service technique se tenant à la disposition des applicateurs, des bureaux d'étude et des donneurs d'ordre, pour les renseigner entre autre sur :

- les compatibilités chimiques des fluides ou des solides en contact avec Teranap 331 TP, Teranap 431 TP et Teranap GTX 300 ;
- les dimensionnements des Géosynthétiques de protection destinés au maintien des terres sur talus.

Siplast-Icopal peut également fournir une assistance au démarrage sur chantier à la demande des applicateurs.

12. Plan d'assurance qualité

Les niveaux de contrôle lors de la réalisation de l'ouvrage sont adaptés, à la demande du maître d'ouvrage, et sur spécifications du maître d'œuvre suivant le degré de sensibilité du site à protéger, le caractère polluant des produits stockés et l'importance de l'ouvrage. Pour cet aspect qualité, consulter le chapitre 5 du fascicule n°11 du Comité Français des Géosynthétiques.

13. L'entretien des ouvrages

L'entretien des ouvrages est indispensable pour maintenir la qualité et la pérennité de l'étanchéité.

Il comporte :

- le contrôle périodique des fluides stockés (leur nature et composition doivent demeurer compatibles avec la géomembrane) ;
- l'enlèvement de la végétation, des corps flottants et objets divers susceptibles de nuire à l'étanchéité (bassins) ;
- la surveillance du système de drainage lorsqu'il existe (stockage de déchets) ;
- la surveillance des mouvements de sols (tassement...) ;
- la vérification de l'intégrité des géomembranes Teranap 331 TP, Teranap 431 TP et Teranap GTX 300 si la géomembrane n'est pas protégée.

Afin, d'améliorer la pérennité de la géomembrane, le concepteur peut prévoir la végétalisation du DEG.

Les espèces arbustives doivent être sélectionnées de façon à ce que leur système racinaire puisse se satisfaire de l'épaisseur de terre rapportée (en protection du DEG) prévue au projet, considérant par ailleurs que le réseau racinaire permet de stabiliser les matériaux sur les talus.

Le concepteur doit établir un plan d'entretien du bassin dès sa conception.

14. Sécurité aux abords et dans les ouvrages

Le concepteur doit prévoir plusieurs dispositions :

- mise en place d'une clôture (principalement pour les bassins) ;
- mise en place d'échelles, de cordes à nœuds pour permettre par exemple à une personne ou à un animal de sortir du plan d'eau à la suite d'une chute accidentelle.

Il doit aussi prévoir des dispositions particulières lorsque l'ouvrage est conçu pour être accessible au public.

Siplast

Vous avez l'art, nous avons la matière.

ICOPAL SAS
12, rue de la Renaissance
92184 Antony Cedex
Tél. +33 (0)1 40 96 35 00
Fax. +33 (0)1 46 66 24 85
www.siplast.fr

C1-84 - 12/16 - Illustrations: Icopal - Illustrations non contractuelles - R.C.S. Nanterre B 552 100 984

An Icopal Group Company