

AVIS TECHNIQUE M - 034

Mur de soutènement

GEOMEGA

Fournisseur : SOCIÉTÉ TERRE ARMÉE LTÉE

20 juillet 2022

1. PRESENTATION

1.1 Description du mur

Le mur GEOMEGA est un ouvrage formé d'un remblai renforcé par des inclusions de type bandes de polymère distribuées uniformément dans le massif de sol renforcé et d'une paroi en béton armé.

Ce mur est classifié sous l'appellation « Remblai renforcé par des inclusions du type bandes de polymère avec paroi en béton armé ».

2. PLANS D'ENSEMBLE

Les plans types du mur GEOMEGA sont présentés en annexe.

3. CARACTERISTIQUES TECHNIQUES

3.1 Indications générales et description

Le mur GEOMEGA est un mur de soutènement de type Terre Stabilisée Mécaniquement (TSM) composé de trois éléments principaux soient la paroi de béton préfabriqué, les inclusions de polymère et le remblai granulaire.

La hauteur maximale de ce mur est de 15 mètres.

Ce mur accepte la mise en place d'accessoire sur le dessus de sa paroi, tel que des couronnements architecturaux (non-structural) ainsi que des couronnements structuraux pouvant accueillir une glissière rigide. Dans tous les cas, la conception doit être fait en conséquence.

Le mur peut inclure des coins concave et convexe. Il est recommandé d'éviter les angles inférieurs à 70 degrés.

3.2 Caractéristique des matériaux

Paroi : Béton armé

Inclusions : Geostraps en polyester haute tenacité (HTPET) avec gaine de polyéthylène ou Ecostraps en Polyalcool de Vinyle (PVA-L) avec gaine de polyéthylène

Amorces : Polyéthylène haute densité (PEHD)

Membrane : Géotextile

Appuis des panneaux : Coussin en élastomère

3.2.1 Béton armé

3.2.1.1 Béton

Le choix du type de béton se fait à partir du tableau 2.8-1 du *Tome III – Ouvrages d'art*. Le béton doit être conforme à la norme 3101 du *Tome VII – Matériaux*.

3.2.1.2 Armature

L'armature peut être constituée de barres crénelées ou de treillis d'acier crénelé à mailles soudées conformément à la norme 5101 du *Tome VII – Matériaux*.

Les treillis d'acier crénelé à mailles soudées doivent avoir une limite élastique spécifiée, f_y , de 485 MPa.

L'armature peut être constituée de barres en polymères renforcés de fibres de verre (PRFV) conformément à la norme 15101 du Tome VII – Matériaux.

3.2.1.3 Enrobage

L'enrobage de béton appliqué sur l'armature d'acier doit être de :

- 60 mm pour la face apparente ;
- 50 mm pour la face remblayée.

Les tolérances de fabrication de la norme CSA A23.4 s'applique pour la fabrication.

L'enrobage des amorces par rapport à la face des panneaux est de 30 mm.

Lorsque le mur est exposé à l'eau de mer ou immergé dans celle-ci, l'épaisseur minimale d'enrobage de l'armature d'acier doit être de 75 mm et cette dernière doit être galvanisées.

3.2.2 Paroi

Les panneaux de béton armé peuvent être de 2 types :

- Cruciforme de dimensions standards de 1500 mm de longueur et hauteur nominale et 140 mm d'épaisseur minimum ;
- Rectangulaire de dimensions standards 3000 mm de longueur nominale (2980 mm réel), 1500 mm de hauteur nominale (1480 mm réel) et 140 mm d'épaisseur minimum

La face apparente peut aussi comprendre de l'architecture selon les exigences du projet. Les dimensions et la géométrie des panneaux peuvent varier en fonction des conditions du site. À titre d'exemple, la hauteur des panneaux de la partie supérieure du mur seront ajustés selon l'élévation requise du haut du mur.

Des éléments de coin peuvent aussi être fabriqués pour des angles variant de 70° à 165°.

3.2.3 Amorces

Les amorces moulées en PEHD avec une forme s'apparentant à un Oméga (Ω) à l'intérieur des panneaux ont des dimensions de 128 mm de largeur x 163 mm de hauteur x 154 mm de longueur. L'amorce agit comme manchon afin d'insérer les bandes synthétiques à l'intérieur du panneau de béton. L'ouverture intérieur de ce

manchon est de 50 mm et deux ouvertures libres par amorces sont accessibles à l'arrière des panneaux et serviront à enfiler les bandes.

3.2.4 Géotextile

Les géotextiles doivent être conformes à la norme 13101 du Tome VII - Matériaux. Les bandes de géotextiles utilisées pour le scellement des joints des murs ont une largeur de 450 mm.

3.2.5 Inclusions

Les bandes synthétiques de 50 mm de largeur peuvent être composées de deux matériaux soient des fils de polyester haute tenacité (Geostraps) ou de fils de polyalcool de vinyle (Ecostraps). Dans les deux cas, les fils sont recouverts d'une gaine de polyéthylène. Les bandes sont offertes en différents grade :

- Ecostraps 40 kN
- Ecostraps 50 kN
- Geostraps 37,5 kN
- Geostraps 50 kN

Leur longueur varie en fonction de la conception du mur et des exigences du projet (ex. exigence pour stabilité globale). Les bandes sont livrés en rouleau de 100 m de longueur et doivent être coupées au chantier à la longueur nécessaire.

À noter que les Ecostraps sont généralement utilisé pour des environnements ou remblais agressifs (acide ou alcalin).

3.2.6 Matériaux de remblai

Le matériau de remblai pour le massif de sol renforcé doit être fait avec un matériau granulaire pour sous-fondation conforme aux exigences stipulées dans la norme BNQ-2560-114 « Travaux de génie civil – Granulats - Partie II : Fondation, sous-fondation, couche de roulement et accotement » et « Partie III : Coussin, enrobage, couche anticontaminante et couche filtrante ». Soit :

- MG 20
- MG 112 de sablière seulement dont la grosseur maximale des particules des matériaux est limitée à 31,5 mm
- CG-14
- CG-20

Une limite de 5% ou 8% au tamis 80 microns peuvent être exigé par le fournisseur selon le projet. Les matériaux utilisés doivent faire l'objet d'une validation par le fournisseur avant le début des travaux.

3.2.7 Coussin en élastomère

L'élastomère entrant dans la fabrication des coussins doit avoir une dureté de 85±5 mesurée du duromètre de type A, selon les exigences de la norme ASTM D2240 « Standard Test Method for Rubber Property – Durometer Hardness ». Les coussins

mesurent 100 X 85 mm.

3.3 Mise en œuvre

L'entrepreneur doit se référer au devis de construction du fournisseur pour la construction du mur.

3.3.1 Fondation

La fiche du mur peut être réduite à 400 mm en s'assurant de respecter les exigences du Tome III du Ministère des Transports.

Une dalle de régilage en béton non-armé doit être mis en place selon les dimensions montrées au dessin d'atelier. Les panneaux de béton de la paroi seront appuyés sur cette dalle. La surface de cette dalle devrait le plus possible être lisse et sans saillies pour faciliter l'installation des panneaux au niveau.

3.3.2 Paroi

Les modules de la paroi sont manipulés et placés à la verticale en rangs horizontaux en même temps que le remblai.

Les joints des modules sont recouverts d'une bande de géotextile de 450 mm de largeur sur chaque joints horizontaux et verticaux de panneaux.

Les panneaux sont tenus en place soit par un étaieement pour la première rangée ou à l'aide de serre-joint pour les rangées subséquentes. Les panneaux doivent être mis en place avec une légère inclinaison vers le remblai puisqu'un mouvement vers l'extérieur est anticipé lors de la mise en place et la compaction du remblai. L'ampleur de l'inclinaison initiale va dépendre de différents facteurs (type de remblai, teneur en eau, équipements de compaction, etc.) et doit être déterminé au début de projet de façon que le panneau soit à la vertical une fois stabilisé. Un suivi régulier de la verticalité doit être réalisé par l'entrepreneur.

À partir de la 2^{ème} rangée, les panneaux sont installés sur les coussins élastomères installés au-dessus des panneaux (2 par panneaux cruciformes de dimension standard ou 4 par panneaux rectangulaires de dimension standard).

Le joint nominal entre les panneaux est de 20 mm.

3.3.3 Inclusions

Les inclusions doivent être placés sur le remblai compacté et nivelé au même niveau de l'amorce ou légèrement plus élevé. Les inclusions coupées à la longueur nécessaire selon les dessins d'atelier doivent être insérées à l'intérieur du manchon Geomega. Pour ce faire, une bande de feuillard mince et rigide (acier ou polyester) est insérer à l'aide d'une légère incision à l'une des extrémités de la bande synthétique Geostraps ou Ecostraps. Cela permettra le passage complet de la bande à l'intérieur du manchon. Deux sections de bandes de longueur équivalente à chaque ouverture libre du

Geomega seront alors déposées sur le remblai.

Les bandes doivent être manuellement tendus sur le remblai et leur extrémité fixée au sol (voir dessin d'atelier ou manuel d'installation pour méthode). Cette fixation est conservée jusqu'à ce que le remblayage de la bande soit complété.

Les bandes doivent être perpendiculaires au panneau. Leur capacité à être dévier à l'intérieur du manchon est très limitée. Cependant, une composante du fournisseur nommée *Geoloop* composée de polyester et de connecteurs peuvent être utilisés pour la déviation des bandes. Dans tous les cas, les conflits nécessitant la déviation des bandes à un angle supérieur à 15 degrés doivent être validés avec le fournisseur et/ou apparaîtront sur les dessins d'atelier, le cas échéant. Dans tous les cas, la composante *Geoloop* est nécessaire pour toutes les déviations, incluant les angles inférieurs à 15 degrés.

La longueur des inclusions varie selon la conception du mur et l'entrepreneur doit respecter la longueur d'inclusion indiquée sur les dessins d'atelier.

3.3.4 Remblai

Le remblai doit être mis en place et compacté selon les exigences du *Cahier des charges et devis généraux – Construction et réparation* en vigueur.

3.3.5 Éléments préfabriqués

Les panneaux de la paroi sont fabriqués à plat, la face apparente de la paroi se trouvant dans le fond du moule. Le fond des moules doit être propre avant la fabrication. Le positionnement des armatures et des amorces est réalisé en fonction des plans d'atelier de chaque panneau. Les tolérances dimensionnelles et de positionnement doivent respecter les exigences de la norme CSA A23.4 pour le béton préfabriqué. Après la coulée du béton, le dos du panneau doit être fini à la truelle sauf pour si un béton autoplaçant est utilisé. Le décoffrage doit se faire lorsque la résistance du béton a atteint 50% de la capacité à 28 jours.

4. CONCEPTION ET DIMENSIONNEMENT

En plus des exigences du devis, la conception et le dimensionnement doivent être conformes aux exigences stipulées dans la version la plus récente de la norme AASHTO « *LRFD Bridge Design Specifications* » et de la norme CAN/CSA S6 - *Code canadien sur le calcul des ponts routiers*.

Le mur peut accepter la présence d'une nappe phréatique si la conception a été faite en tenant compte de sa présence.

Le fournisseur doit fournir des plans d'atelier et un devis de construction ainsi qu'une fiche de conception tel que prescrits à l'article 15.12.1 « Document requis » du *Cahier des charges et devis généraux – Construction et réparation* en vigueur.

5. EXIGENCES POUR LA CONSTRUCTION

Le devis de construction doit être cohérent avec le *Cahier des charges et devis généraux – Construction et réparation* en vigueur. Il peut être plus restrictif mais en aucun temps plus permissif que le document contractuel du Ministère.

La présence du fournisseur est requise sur place, minimalement selon les recommandations de l'article 15.12.5 ou 15.13.5 « Mise en œuvre » du *Cahier des charges et devis généraux – construction et réparation* en vigueur.

6. HOMOLOGATION

L'homologation demeure valide tant que le fournisseur fournit des mises à jour à la satisfaction du Ministère et que les caractéristiques techniques ainsi que le comportement du mur est satisfaisant.

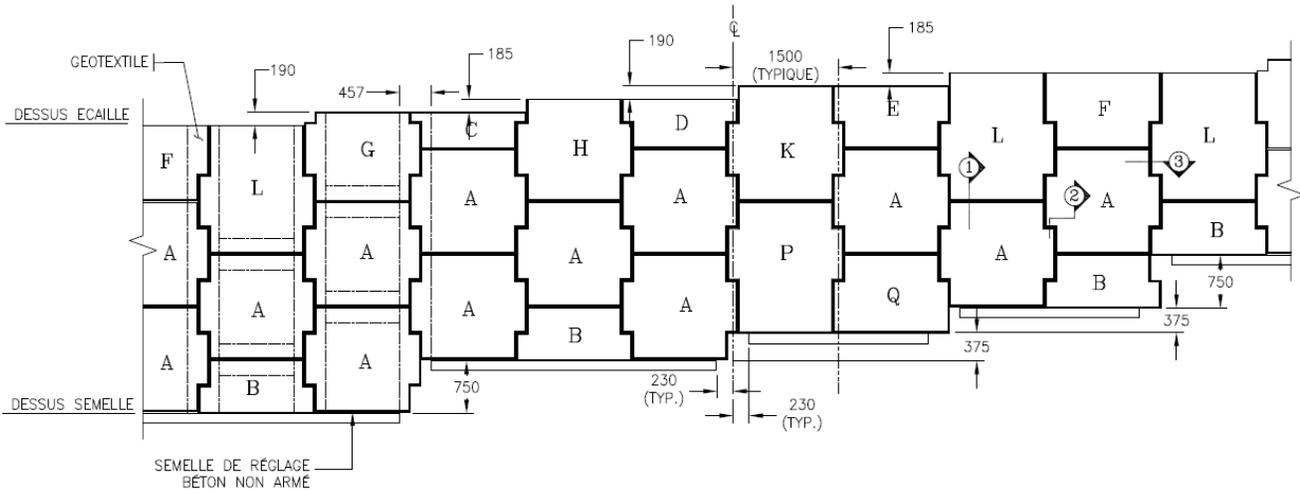
Préparé par :
Marc-André Carrier, ing.

2022-07-20

Date

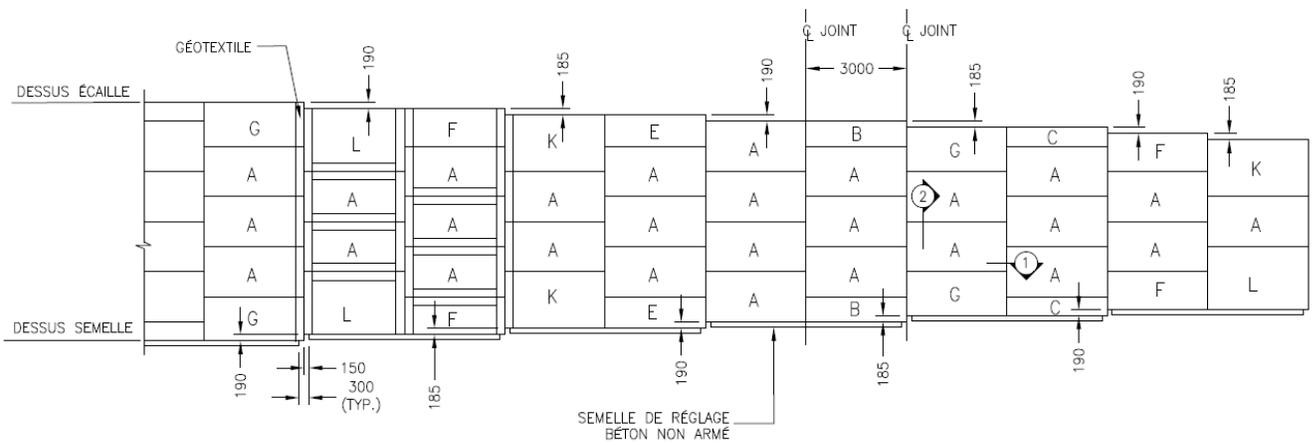
ANNEXE

Plans types du mur GEOMEGA



ÉCAILLE TYPE	A	B	C	D	E	F	G	H	K	L	P	Q
HAUTEUR NOMINE (mm)	1500	750	545	730	920	1105	1295	1480	1670	1855	1875	1105

Figure 2 – Élévation et écaille cruciforme typique



ÉCAILLE TYPE	A	B	C	E	F	G	K	L
HAUTEUR NOMINALE (mm)	1500	750	565	940	1125	1315	1690	1875
ÉCAILLE TYPE	AF	BF	CF	EF	FF	GF	KF	LF
HAUTEUR NOMINALE (mm)	1460	710	525	900	1085	1275	1650	1835

Figure 3 – Élévation et écaille rectangulaire typique

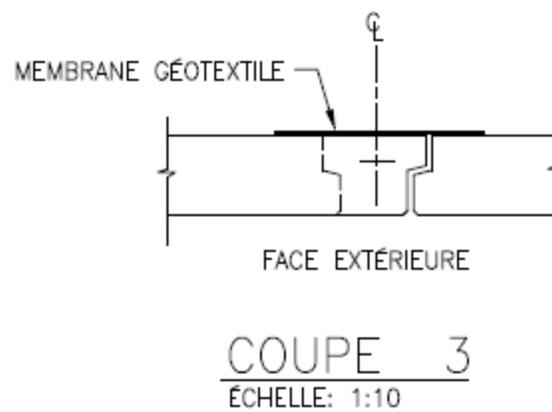
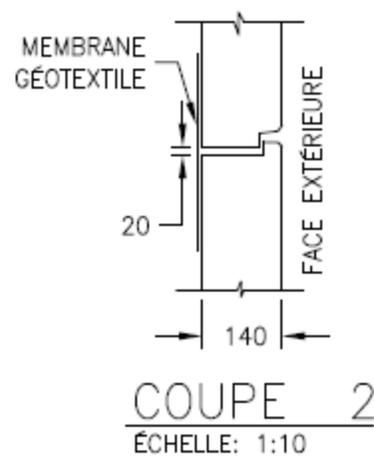
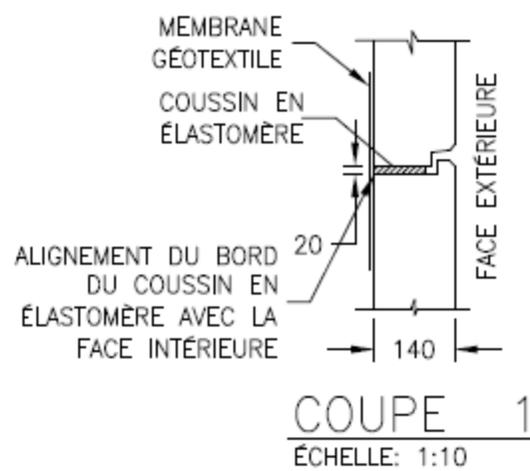
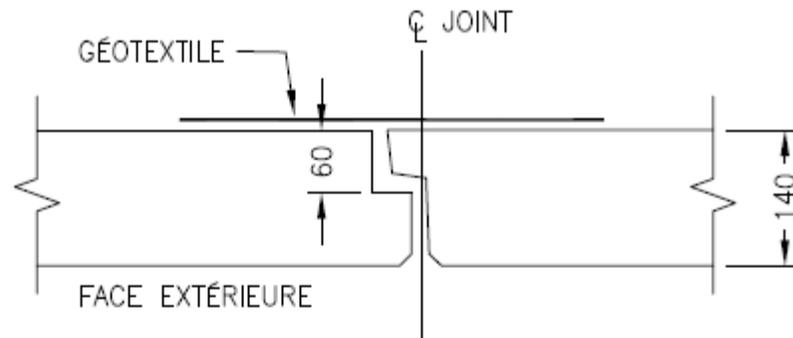
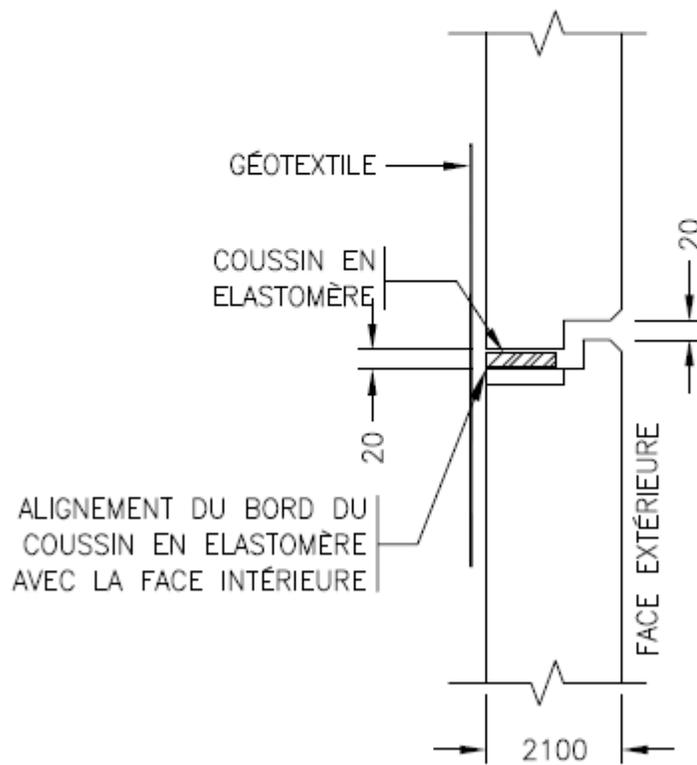


Figure 4 – Joint horizontal et verticaux typique – Panneaux cruciforme



COUPE 1
SANS ÉCHELLE



COUPE 2
SANS ÉCHELLE

Figure 5 – Joint horizontal et verticaux typique – Panneaux rectangulaire

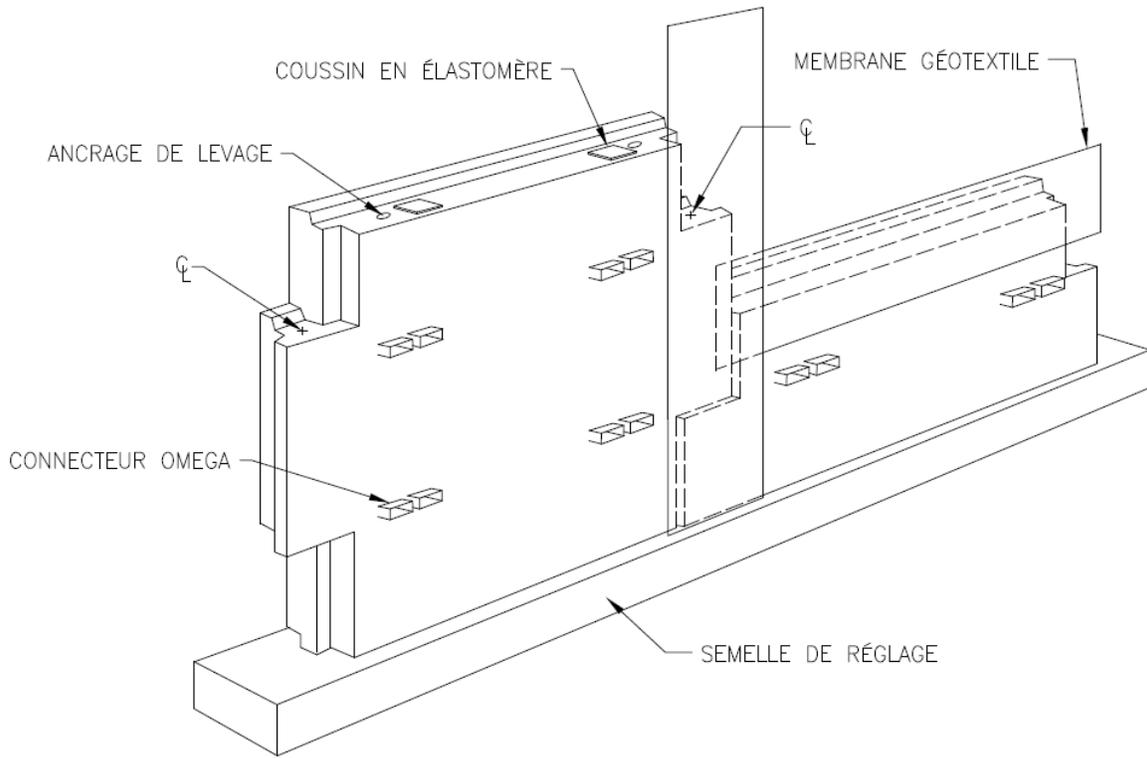


Figure 6 – Aménagement typique – Panneaux cruciformes

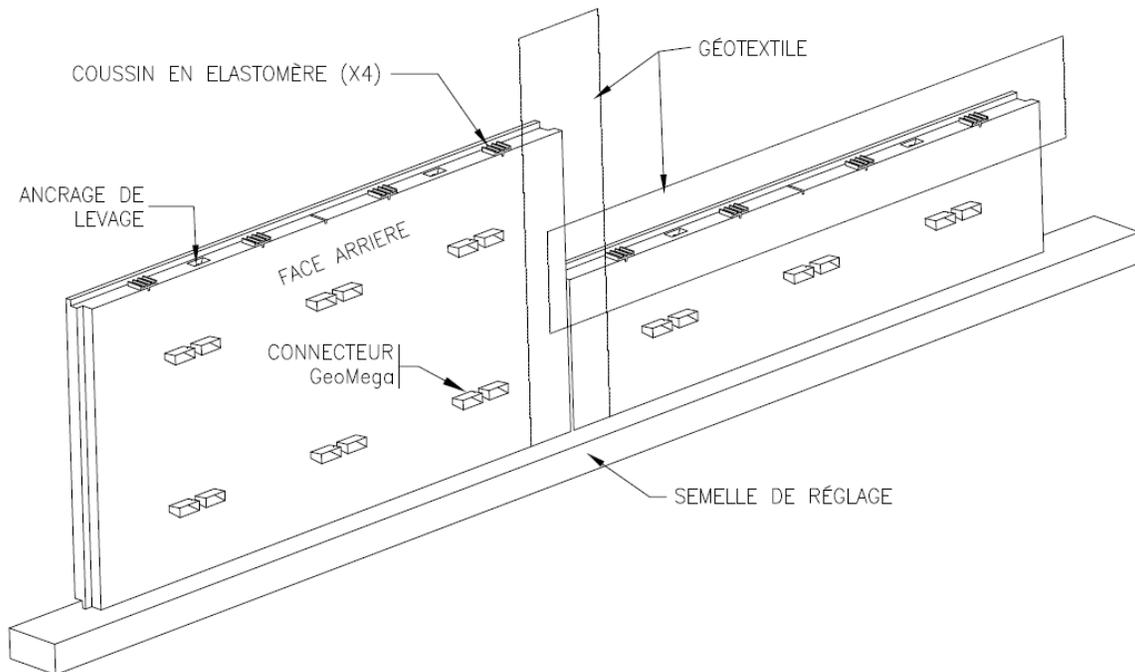


Figure 7 – Aménagement typique – Panneaux rectangulaires

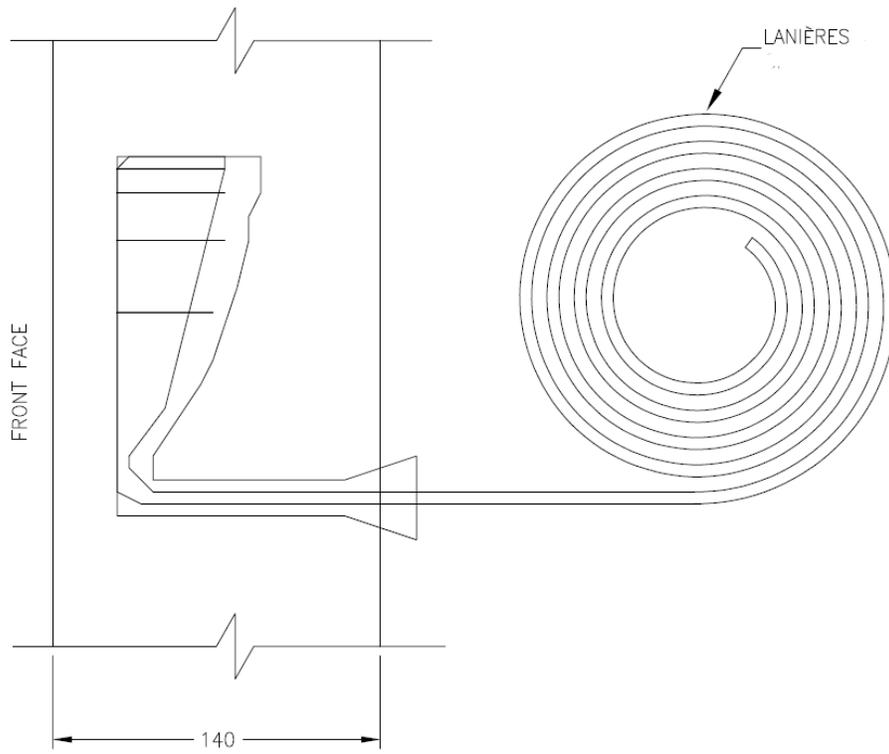


Figure 8 – Amorce/connexion typique

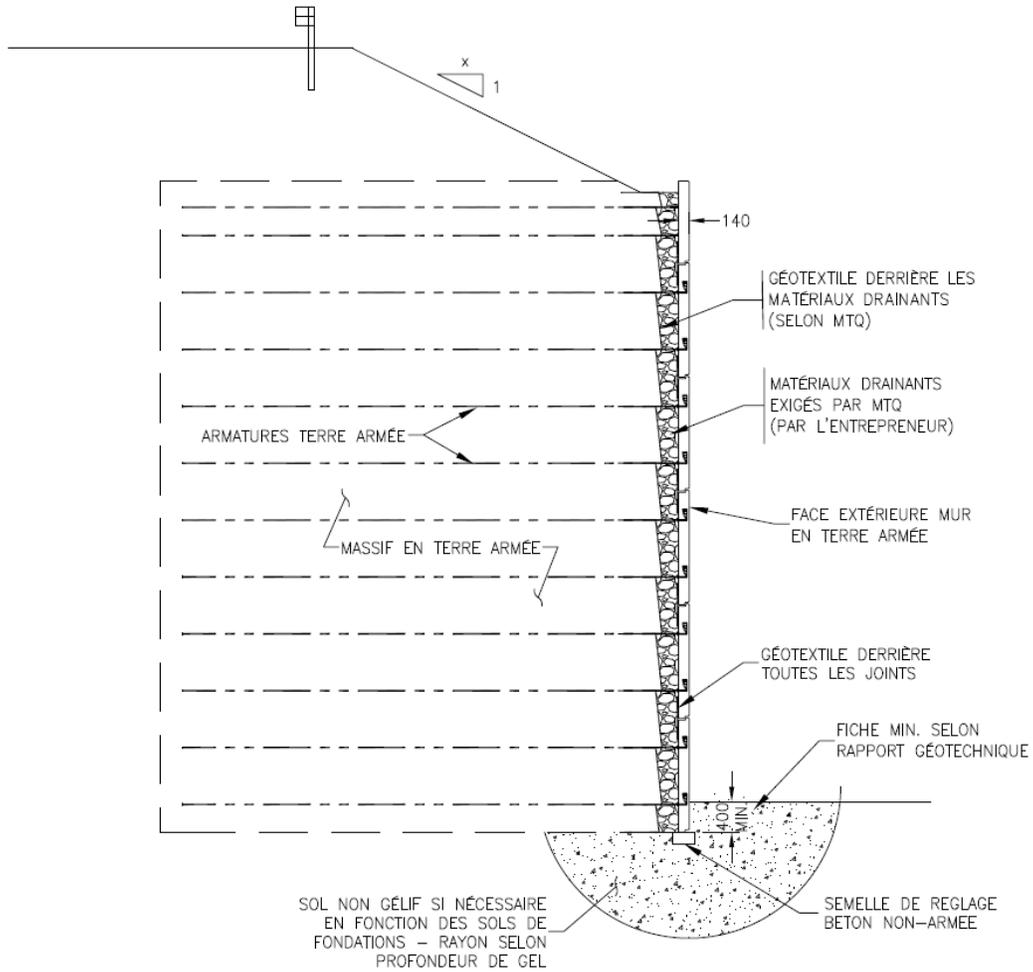


Figure 9 – Section typique 1

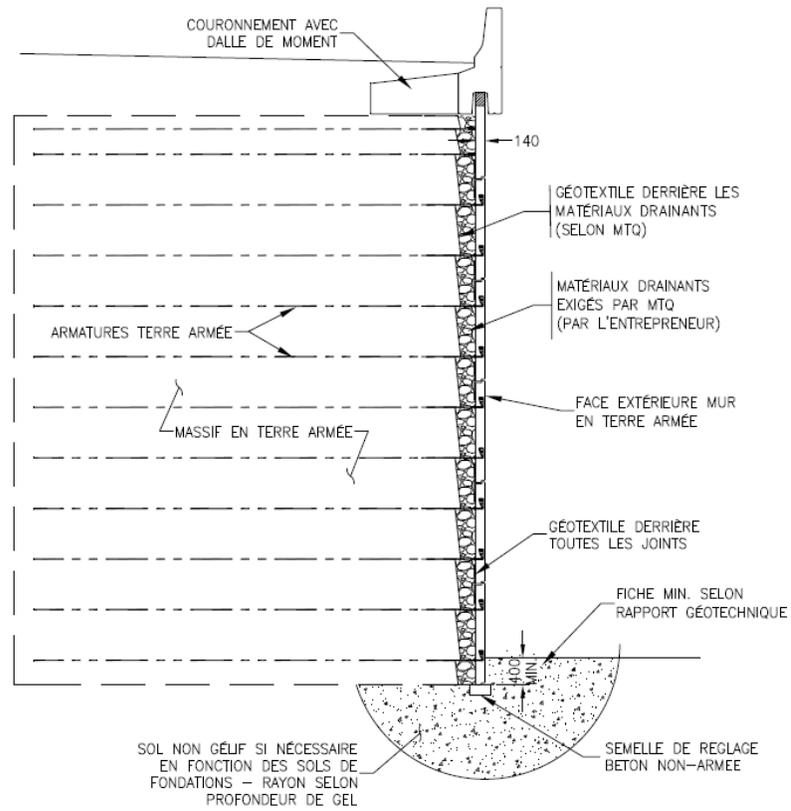


Figure 10 – Section typique 2