



Une division de  
**WGI** Westman Group Inc.



# Murs-caissons De Soutènement

Murs-caissons de soutènement.

# Depuis plus de 80 ans, le mur-caisson s'est avéré une solution économique de rétention du sol, tant au Canada qu'ailleurs dans le monde.

Le mur-caisson d'Armtec est un système polyvalent de caissons en acier interreliés à face fermée qui sont assemblés sur le chantier. Une fois rempli, ce système se transforme en un mur de soutènement par gravité. Les composants à la fois robustes et légers du mur-caisson sont faciles à manutentionner et rapides à assembler, ce qui en fait un choix idéal pour les conditions d'installation difficiles.

Les murs peuvent être installés sur des pentes, des courbes latérales et partout où il y a des changements d'élévation. On utilise des éléments usinés standard pour construire des murs pouvant aller jusqu'à 10 mètres de hauteur et aménager des configurations sur mesure. Même après des années d'utilisation, le mur-caisson peut être réutilisé sur un autre site, prolongeant ainsi sa durée de vie de nombreuses années.

## APPLICATIONS TYPES

- Rétention de pentes
- Agrandissements d'autoroutes et d'emprises de chemin de fer
- Quais et jetées de marinas d'eau douce
- Centres de transfert de déchets solides
- Murs pare-souffle (applications militaires)
- Développements industriels et commerciaux
- Murs d'Ailes et culées de pont



### POLYVALENT

- Sa conception modulaire convient à une grande variété d'applications et de configurations.



### DURABLE

- Il résiste aux variations de température et s'ajuste aux mouvements mineurs de sol.



### INSTALLATION FACILE

- Il peut être installé sans équipement de levage coûteux et nécessite peu d'excavation.



### ÉCONOMIQUE

- Les pièces emboîtées permettent une expédition économique sur de longues distances.



LA FAÇADE EN BOIS DONNE UNE APPARENCE NATURELLE À CETTE CULÉE DE PONT EN MURS-CAISSONS.



Pour répondre à la demande énergétique toujours grandissante de son usine de traitement, Suncor Énergie a commandé un projet de protection électrique du poste de distribution de Trans-Alta Energy. Deux murs-caissons d'Armtec, s'étendant sur environ 110 m en longueur et 8 m en hauteur, ont servi à la rétention du sol de la plateforme du poste de distribution. L'assemblage et l'installation rapides des murs-caissons ont permis au client de réaliser des économies.



GRÂCE À SA CONCEPTION LÉGÈRE ET MODULAIRE, LE MUR-CAISSON EST LA SOLUTION IDÉALE POUR LES CULÉES DE PONT EN RÉGION ÉLOIGNÉE.



CET ASSEMBLAGE DE MURS-CAISSONS À DEUX NIVEAUX POUR CHEMIN D'ACCÈS SUIT UNE COURBE ET ATTEINT UNE HAUTEUR DE 10,77 m.



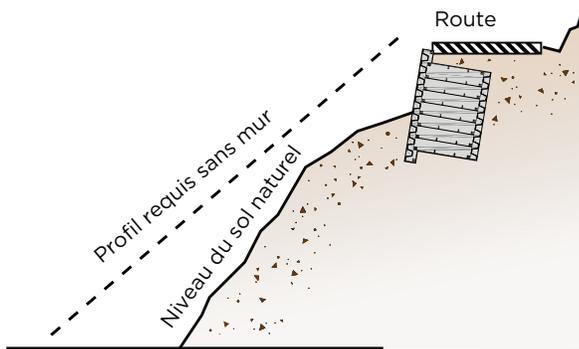
Qui a dit qu'un mur-caisson devait être droit? Les concepteurs d'Armtec ont mis au point une solution sur mesure de murs convexes et courbés destinée à la route 341 à L'Épiphanie (Québec) pour le propriétaire, le MTQ, et l'entrepreneur, Les Entreprises Généreux. Ce mur-caisson supportait la superstructure de la route et s'étendait sur une longueur de 41 m et une hauteur de 3,35 m.



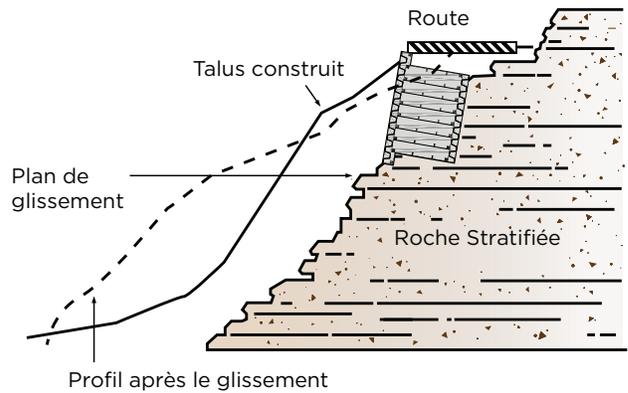
LES CENTRES DE TRANSFERT DE DÉCHETS SONT FACILES À ASSEMBLER AU MOYEN DE MURS-CAISSONS.

## Applications types du mur-caisson

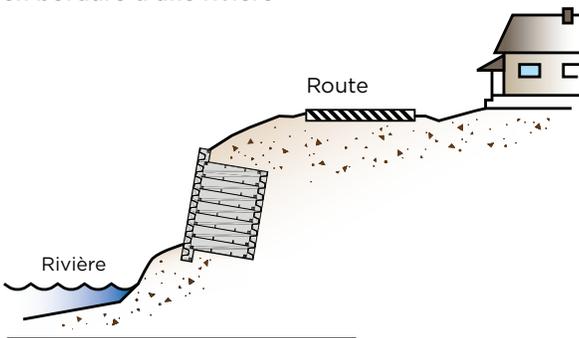
Élimination du remblayage excessif en utilisant un mur



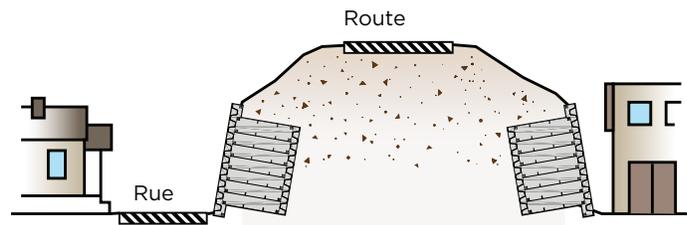
Réparation d'un affaissement de la chaussée après un glissement de terrain



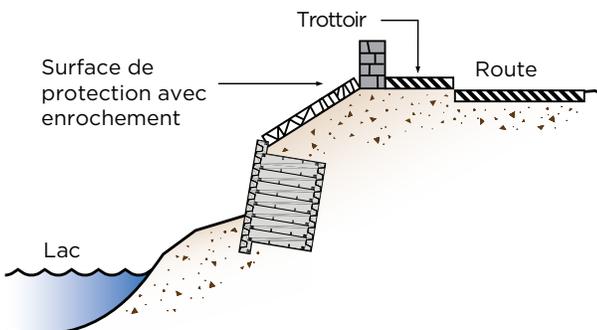
Protection d'une emprise de route en bordure d'une rivière



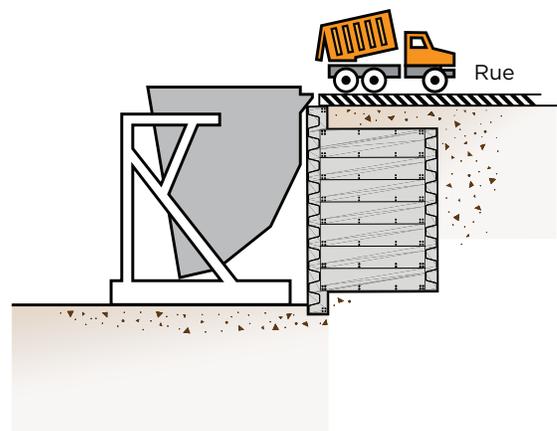
Solution d'un problème d'emprise pour voie surélevée (murs jumelés)



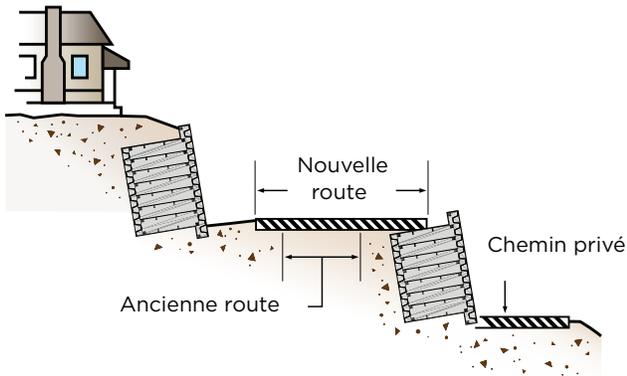
Protection d'une route contre l'érosion par les vagues durant une tempête



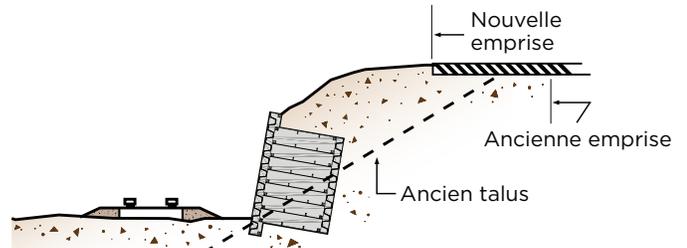
Construction d'un centre de transfert des déchets



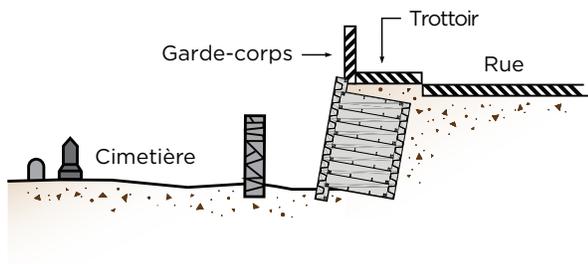
Élargissement de la chaussée rendu possible grâce à l'utilisation de murs-caissons



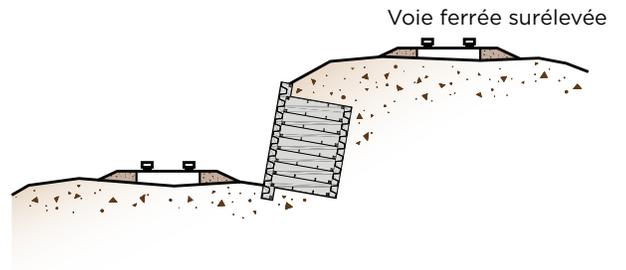
Résolution d'un problème d'emprise lors d'un élargissement de route



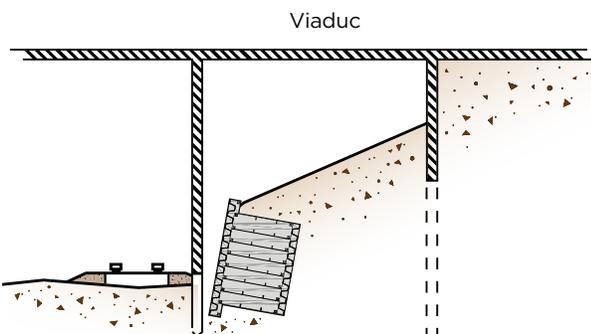
Évitement de l'empiètement sur une propriété adjacente



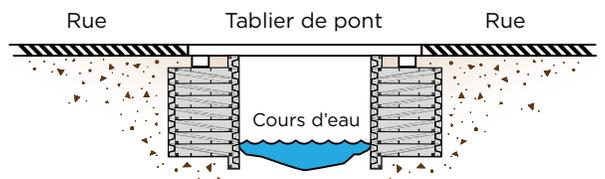
Stabilisation d'une voie ferrée surélevée sur des voies adjacentes



Éviter l'empiètement sur une voie ferrée adjacente



Construction de culées pour ponts à courte travée



## CONCEPTION D'UN MUR DE SOUTÈNEMENT À GRAVITÉ

Un mur-caisson est un mur de soutènement à gravité dont les éléments en acier maintiennent intacte dans un caisson une masse de terre et c'est cette dernière qui agit comme mur à gravité. Ces deux particularités empêchent le mur de basculer ou de glisser à cause du poids du sol retenu et des charges surimposées. Le mur doit donc reposer sur une assise appropriée.

Dans le cas d'une fondation rigide, on doit prévoir un léger affaissement des raccords verticaux. La pratique courante est de prévoir un coussin compressible de remblai non compacté d'environ 200 mm sous les plaques d'assise.

La stabilité des murs doit être calculée en fonction des critères établis pour des murs à gravité. Il existe plusieurs ouvrages sur la conception des murs à gravité et l'ingénieur responsable du projet aurait avantage à les consulter. La figure A, sans vouloir se substituer au calcul d'un mur pour un site particulier, présente des rapports profondeur / hauteur utilisés depuis très longtemps pour des murs à gravité, conformément aux conditions de charges indiquées dans les diagrammes du tableau 1. Il est à remarquer que ces données ne sont présentées qu'à titre de suggestions et pour fin d'estimation.

Une assise adéquate est un facteur critique dans la conception d'un mur. On doit faire appel à l'ingénierie pour évaluer la résistance de la fondation aux forces tendant à faire basculer ou glisser le mur. Une étude et analyse complète du site devrait être faite pour tout mur de soutènement.



LE MUR-CAISSON INCLINÉ S'AJUSTE MIEUX AUX MOUVEMENTS MINEURS DU SOL.



L'APPARENCE MODULAIRE ROBUSTE DU MUR-CAISSON SE FOND BIEN DANS SON ENVIRONNEMENT.

### Conception inclinée et conception verticale

Puisqu'ils sont plus stables que les murs-caissons verticaux, on doit toujours envisager de construire des murs-caissons inclinés en premier lieu. La pente sortante de la conception inclinée s'ajuste mieux aux mouvements de sol mineurs et maintient l'intégrité structurelle lorsque les murs sont de faibles hauteurs. Pour des conditions de charge similaires, les murs-caissons conçus selon un rapport d'inclinaison type de 1:6 (soit un angle d'environ 9,5°) auront une longueur moindre que celle d'une construction à murs verticaux.

Dans certaines situations, les murs-caissons verticaux s'avèrent toutefois mieux adaptés, tout en répondant à l'ensemble des critères de conception structurelle. Dans certains cas, un mur vertical plus profond s'avèrera même une solution économique si l'on tient compte du terrain utilisable. Ainsi, un mur vertical de 7 m procure 1,2 m<sup>2</sup> de terrain utilisable par mètre de mur, comparativement à un mur d'une inclinaison de 1:6 dont le pied se situerait au même endroit.

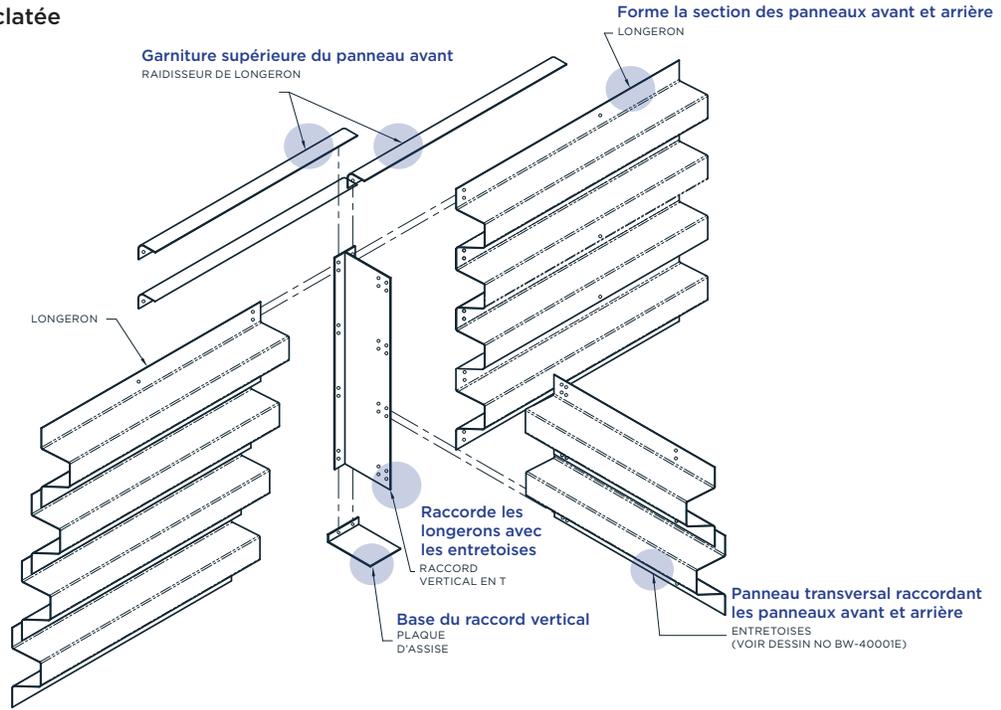
Il est également plus facile de construire un mur-caisson vertical dans une courbe. Par exemple, il est possible d'utiliser sans restriction des longerons courts dans les caissons adjacents, et si la conception prévoit des courbes serrées, on emploie des plaques spéciales à la fois simples et économiques.



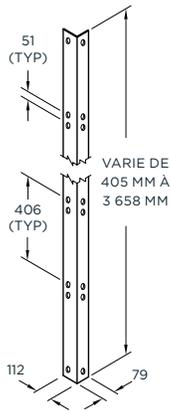
**REMARQUE :** LES MURS-CAISSONS D'ARMTEC SONT DES STRUCTURES FLEXIBLES QUI S'AJUSTENT AUX MOUVEMENTS MINEURS DU SOL. C'EST POUR CETTE RAISON ET POUR TENIR COMPTE DES TOLÉRANCES DE CONSTRUCTION NORMALES QUE LES MURS VERTICAUX SONT INSTALLÉS AVEC UNE LÉGÈRE INCLINAISON.

# COMPOSANTS DES MURS-CAISSONS

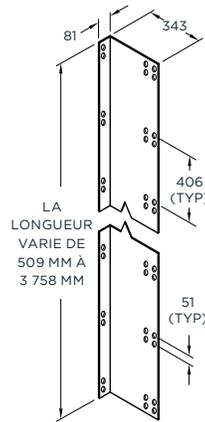
## Vue isométrique éclatée



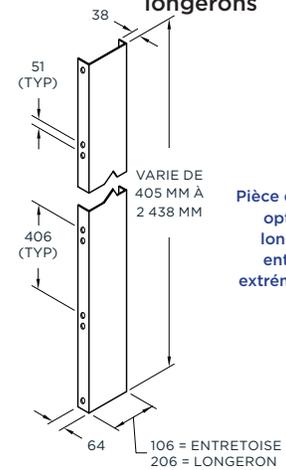
### Raccord vertical de transition



### Raccord vertical de coin

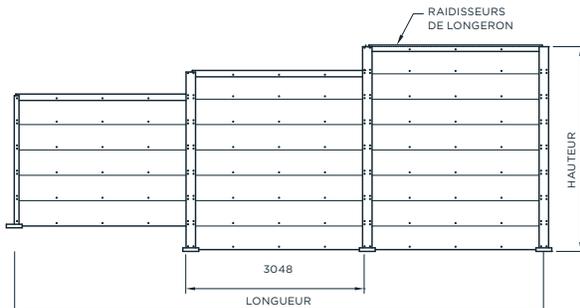


### Fermeture des entretoises et des longerons

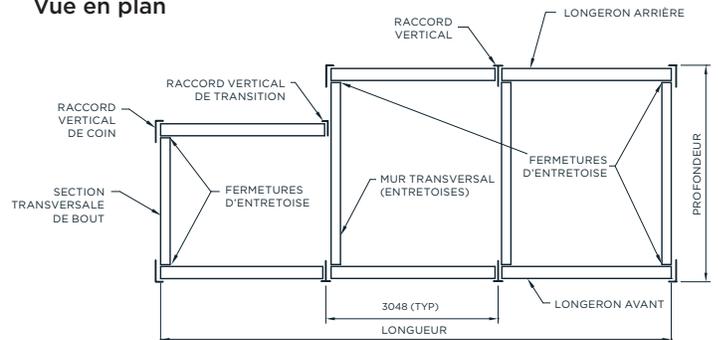


Pièce de fermeture en option pour les longerons et les entretoises aux extrémités du mur ou au coin

## Élévation (mur du panneau avant)



## Vue en plan

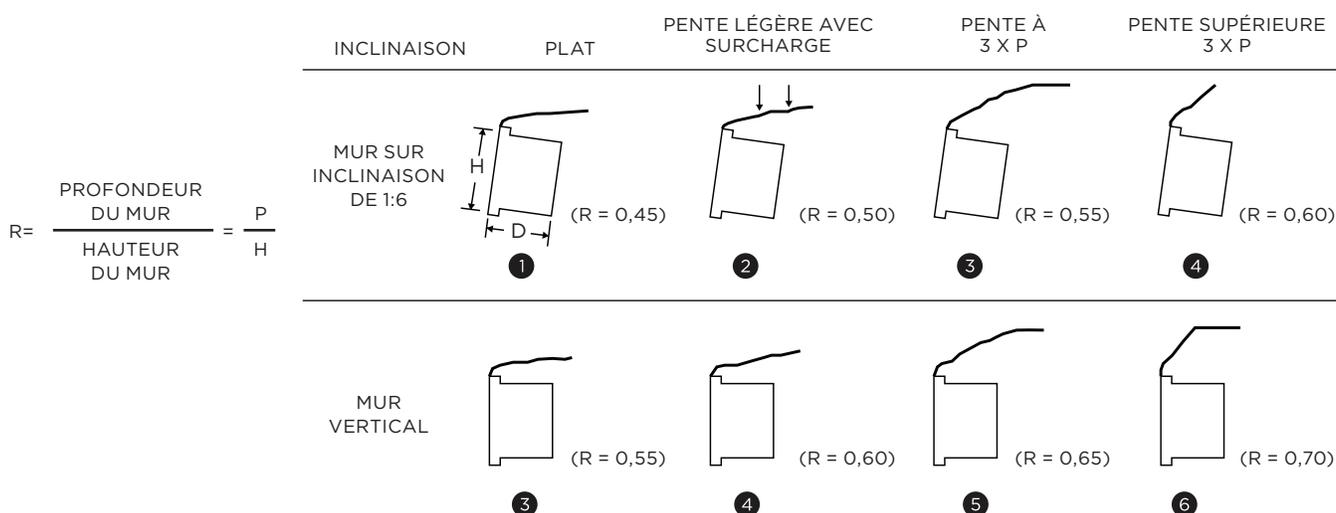


**La conception préliminaire des murs-caissons de soutènement par gravité est réalisée selon la procédure suivante :**

1. Sélectionnez la condition de chargement (1-6) pour la conception du mur vertical ou incliné au moyen de la Figure 1.
2. À partir du poids approximatif du mur (H), utilisez l'abaque A pour déterminer le modèle de mur (profondeur) qui convient à votre condition de chargement. Les conceptions de mur sont présentées à la Figure 2.

**La conception unique du mur-caisson lui permet de fléchir sous l'effet des mouvements du sol mineurs qui pourraient endommager les murs rigides, voire les détruire.**

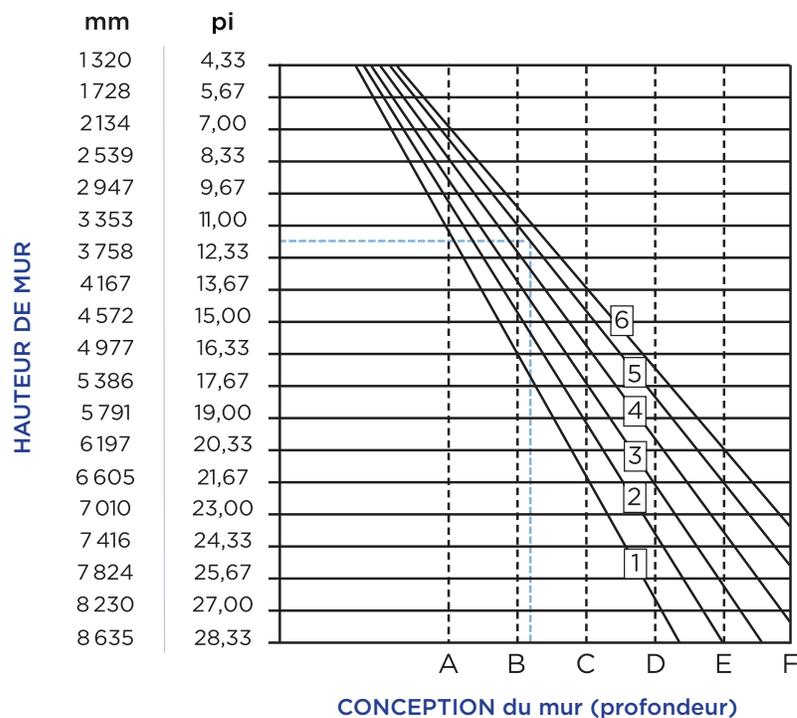
**Figure 1 : Condition de chargement (1-6) pour les modèles de murs inclinés et verticaux**



**Abaque A : Hauteur du mur selon la conception du mur (profondeur)**

**Par exemple :**

- Hauteur du mur : 3 500 mm
- Condition de chargement : 5
- Modèle du mur : C
- Hauteur réelle : 3 758 mm

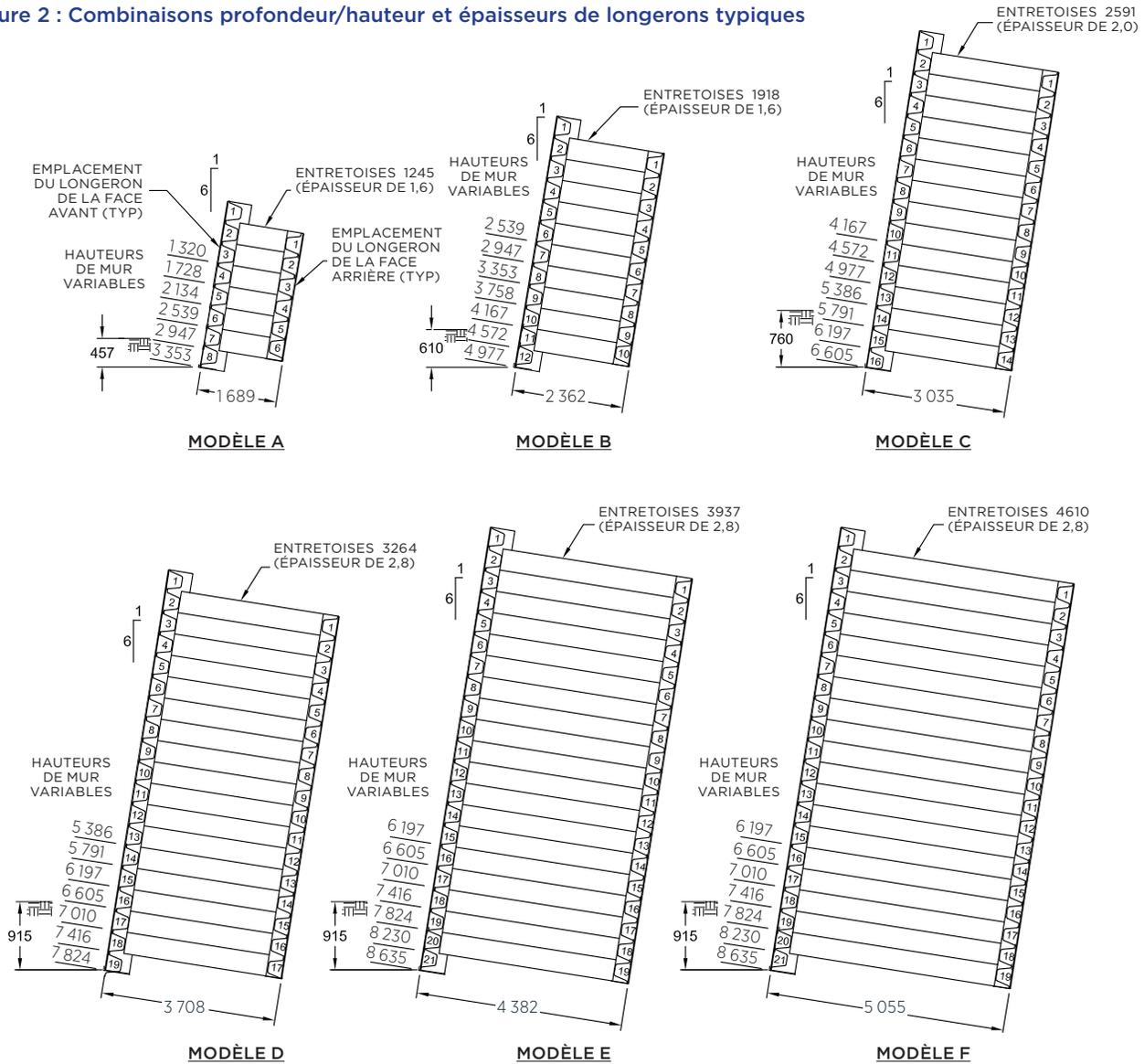


## COMBINAISONS PROFONDEUR/HAUTEUR ET ÉPAISSEURS DE LONGERONS TYPIQUES

Le diagramme ci-dessous présente les diverses options de conception offertes pour le mur-caisson. Plus le mur est élevé, plus la longueur des entretoises (profondeur du mur) et l'épaisseur du matériel (jauge) augmentent, afin d'en maintenir la stabilité structurelle.

Pour augmenter la hauteur du mur, il faut augmenter la profondeur des caissons. Plus le talus est grand, plus le volume des caissons doit être grand.

Figure 2 : Combinaisons profondeur/hauteur et épaisseurs de longerons typiques



REMARQUE : LONGERONS DISPONIBLES EN LONGUEUR STANDARD (3 035 mm) ET LONGUEUR COURTE (2 959 mm),  
 PLAGES DE PROFONDEUR DES ENTRETOISES : 1 689 mm À 5 055 mm

Emplacement du longeron de la face avant	Emplacement du longeron de la face arrière	Épaisseur minimale (mm)
1 à 8	1 à 6	1,6
9 à 12	7 à 10	2,0
13 à 19	11 à 17	2,8
20 à 21	18 à 19	3,5

## CONCEPTION ET CONSTRUCTION DES MURS-CAISSONS DANS DES COURBES

Les murs-caissons d'Armtec comprennent des composants fabriqués en usine pour s'adapter aux alignements de mur courbés ou en coin. Deux techniques d'assemblage courantes sont utilisées selon que la disposition du mur suit une courbe ou qu'elle exige un coin intérieur ou extérieur.



## TECHNIQUES D'ASSEMBLAGE

### Alignement de mur courbé

Les murs-caissons construits le long d'une courbe suivent un arc ayant un rayon connu (voir les figures 3A et 3B). Pour obtenir une courbure concave ou convexe, il faut remplacer les longerons standards dans le mur avant ou arrière du caisson par des longerons courts. Le rayon de la courbe est déterminé par la variation du rapport entre le nombre de caissons possédant des longerons courts et le nombre de caissons ayant des longerons de longueur standard le long de l'arc. Le tableau 1 présente l'angle de déviation du virage pour les six profondeurs possibles, que les longerons courts soient placés dans la face avant ou arrière du mur. Les rayons de courbure minimaux qui peuvent être utilisés dépendent également des profondeurs de la conception du mur-caisson et de l'inclinaison du mur (voir le tableau 2). La profondeur du plus gros caisson détermine le rayon minimal qui servira de base pour la disposition des murs dont la conception prévoit plusieurs profondeurs. La construction de murs verticaux est privilégiée le long des alignements en courbe, car elle est plus facile.

### Courbes

Si l'alignement du mur comporte des changements marqués, il est nécessaire d'installer des plaques de coins sur mesure sur la face avant du caisson à l'endroit indiqué sur la figure 3C. L'angle de déviation entre les alignements peut aller jusqu'à 90 degrés. En règle générale, les plaques de coins sont renforcées au moyen de membres structuraux situés du côté sol de la plaque de coins, pour maintenir une surface plane sur la face visible du mur.

Figure 3A : Mur-caisson avec une courbe concave

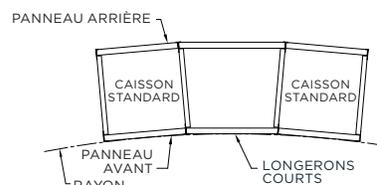


Figure 3B : Mur-caisson avec une courbe convexe

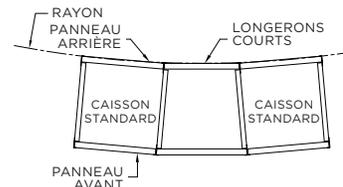
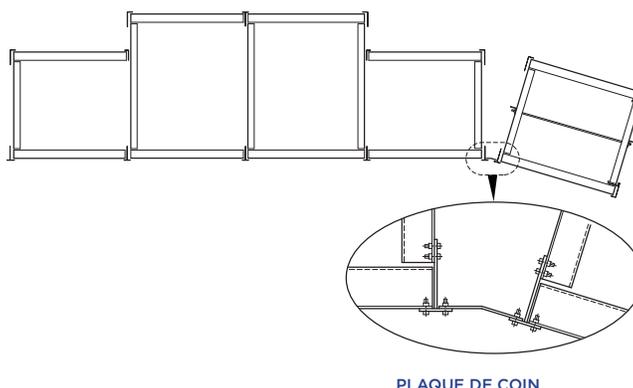


Figure 3C : Détail de la plaque de coin d'un mur caisson



**Table 1 : Angle de déflexion pour la conception des murs-caissons (profondeur)**

Angle de déflexion		
Modèle de mur	Combinaison de murs-caissons <sup>1</sup> Caisson à longerons standards : Caisson à longerons courts	Combinaison de murs-caissons <sup>2</sup> Caisson à longerons standards : Caisson à longerons courts
A	1°-18'	2°-36'
B	0°-56'	1°-52'
C	0°-43'	1°-26'
D	0°-36'	1°-12'
E	0°-30'	1°-0'
F	0°-26'	0°-52'

<sup>1</sup> Applicable à tous les murs

<sup>2</sup> Applicable aux murs verticaux uniquement

**Tableau 2 : Rayons minimaux pour les murs-caissons construits le long d'une courbe circulaire<sup>a</sup>**

Modèle de mur	Mur vertical <sup>c</sup>	Mur incliné 1:6
	Rayon minimal (m)	Rayon minimal (m)
A	67	134 <sup>b</sup>
B	94	188 <sup>b</sup>
C	121	241 <sup>b</sup>
D	148	295 <sup>b</sup>
E	174	349 <sup>b</sup>
F	201	402 <sup>b</sup>

<sup>a</sup> La raideur de la courbe est déterminée par le rayon choisi. Les courbes à grand rayon produisent des alignements relativement plats. Les courbes à petit rayon produisent des alignements relativement aigus. Le rayon du mur est mesuré par rapport à la face du mur comprenant les longerons courts.

<sup>b</sup> Les hauteurs maximales s'appliquent aux rayons énumérés pour un rapport d'inclinaison de 1:6. Communiquez avec un représentant des ventes d'Armtec pour obtenir plus de détails.

<sup>c</sup> La construction de murs verticaux est privilégiée dans les courbes, car elle est plus facile.

## SPÉCIFICATIONS

La spécification suivante porte sur les pièces en acier fabriqués en usine qui seront assemblés sur le chantier pour former une série de caissons interreliés à face fermée, lesquels serviront de murs-caissons de soutènement. Les éléments ondulés doivent être formés de tôle en acier galvanisé produite conformément à la norme CSA G401-01. Les tôles doivent être recouvertes de zinc selon un processus de galvanisation à chaud continu, et la masse de zinc ne doit pas être inférieure à 610g/m<sup>2</sup> (Z610) lors d'un essai visant trois endroits. Les longerons et les entretoises sont aussi disponibles en acier aluminisé de type II pour améliorer la protection contre la corrosion.

Le mur doit être composé de pièces qui respectent les dimensions et l'épaisseur précisées sur les plans et il doit présenter une apparence uniforme une fois assemblé. Toutes les pièces doivent être fabriquées de manière à ce que les pièces ayant les mêmes dimensions nominales soient interchangeables. Il est interdit de corriger les erreurs de fabrication par perforage, poinçonnage ou mandrinage.



LE RECOURS À UN MUR-CAISSON PLUTÔT QU'UN MUR DE BÉTON COULÉ EN PLACE A PERMIS DE RÉALISER DES ÉCONOMIES DE PLUS DE 30 % PAR RAPPORT AUX COÛTS DE LA CONCEPTION INITIALE DANS LE CADRE DE CE PROJET.



LES LONGERONS ET LES ENTRETOISES SONT AUSSI DISPONIBLES EN ACIER ALUMINISÉ DE TYPE II POUR AMÉLIORER LA PROTECTION CONTRE LA CORROSION.

## INSTALLATION

Les murs-caissons d'Armtéc s'assemblent rapidement et facilement par une équipe d'ouvriers non spécialisés. Il n'y a aucun coffrage à construire, aucun délai de mûrissage de béton, aucun décoffrage et aucun traitement de surface apparente. Comme les pièces détachées sont légères, elles se manipulent facilement et se mettent en place avec un équipement léger.

## EXCAVATION MINIMALE

Il n'est pas nécessaire d'excaver la zone entière jusqu'à la base du mur. Il faut cependant déblayer un espace suffisant pour exécuter adéquatement les travaux de boulonnage et de remblayage. Il est extrêmement important de poser le mur sur une assise bien droite afin d'obtenir un mur horizontal et une inclinaison uniforme.

## ASSEMBLAGE BOULONNÉ

Le seul outil nécessaire à l'érection d'un mur-caisson est une clé. Une clé à chocs et un appareil de levage peuvent également s'avérer utiles, en particulier pour l'érection de murs hauts et imposants. On peut ériger les petits murs sur place. Cependant, on recommande d'assembler les grands murs au sol en sections et de soulever les sections pour les mettre en place. On recommande d'assembler les sous-ensembles sur des chevalets de sciage pour faciliter l'accès aux deux côtés de la section à préassembler.

## MATÉRIAUX DE REMBLAI

Le rendement du mur à long terme dépend essentiellement du choix d'un remblai structural de qualité et de propriétés de compactage adéquates. Ainsi, un matériau granulaire bien étalé contenant moins de 10 % de particules fines passant le tamis # 200 (0,075 mm) constitue un excellent matériau de remblai. Un bon gravier et une bonne pierre concassée propre sont aussi adéquats. Si le mur doit servir de quai, de jetée, de brise-lame ou autres applications marines, la granulométrie du remblai doit être modifiée pour éliminer les particules d'un calibre inférieur à 3 mm. Sinon, on peut revêtir l'intérieur des caissons d'un géotextile non tissé avant le remblayage.



## COMPACTAGE

Le remblai doit être compacté jusqu'à l'obtention d'une densité correspondant à au moins 95 % de la densité sèche mesurée à l'essai Proctor standard, tant à l'intérieur des caissons que derrière.

## DRAINAGE

Le matériau de remblai doit être drainant, autant à l'intérieur du mur que derrière celui-ci. On doit placer derrière et sous la base arrière un tuyau perforé entouré d'un géotextile non tissé et d'un agrégat poreux avec une sortie en pente positive. La pente au-dessus et devant le mur devrait être nivelée pour s'assurer que l'eau ne s'accumule ni ne s'infiltré dans le remblai. Le sol au pied du mur ne doit pas être amolli par l'accumulation d'eau, car c'est cet endroit qui supporte la charge maximale.

## REMBLAYAGE

Le matériau de remblai doit être placé à l'intérieur et derrière les caissons par couches d'une épaisseur maximale de 200 mm, et doit être bien compacté. Il importe d'éviter la séparation des matériaux du remblai, et de remplir et damer les ondulations pour éliminer les espaces vides.



LES MURS-CAISSONS PEUVENT ÊTRE BOULONNÉS SUR PLACE OU LIVRÉS PRÉASSEMBLÉS SUR LE CHANTIER.

## FICHE DE DEMANDES DE RENSEIGNEMENTS POUR UN PROJET DE MURS-CAISSONS

### Coupe transversale

Hauteur maximale du mur (A) \_\_\_\_\_ mm

(voir le tableau 4 ci-dessous pour connaître les hauteurs standards des murs-caissons)

Inclinaison du mur (B) : Vertical (O / N) – Sinon, indiquer l'inclinaison : \_\_\_\_\_  
(l'inclinaison standard d'Armtec est de 1:6)

Inclinaison du talus (C) : Aucune pente (O / N) – Sinon, indiquer la pente : \_\_\_\_\_

Longueur du talus (le cas échéant) (D) : \_\_\_\_\_ m

Charges vives (E): \_\_\_\_\_ kPa ou charge routière : \_\_\_\_\_ (p. ex., CL-625)

Enfouissement minimal (F) : \_\_\_\_\_ m

Capacité portante du sol (G) : \_\_\_\_\_ kPa

Rapport géotechnique disponible : O / N

Niveau d'eau sous la base du mur : O / N

### Disposition

Longueur du mur-caisson : \_\_\_\_\_ m (un mur caisson est disponible avec des longueurs en multiple de 3.048m).

Possibilité de longueurs sur mesure. **Veillez communiquer avec un représentant des ventes d'Armtec.**

Plauques de nivellement requises : O / N

Coins intérieurs ou extérieurs le long du mur : O / N

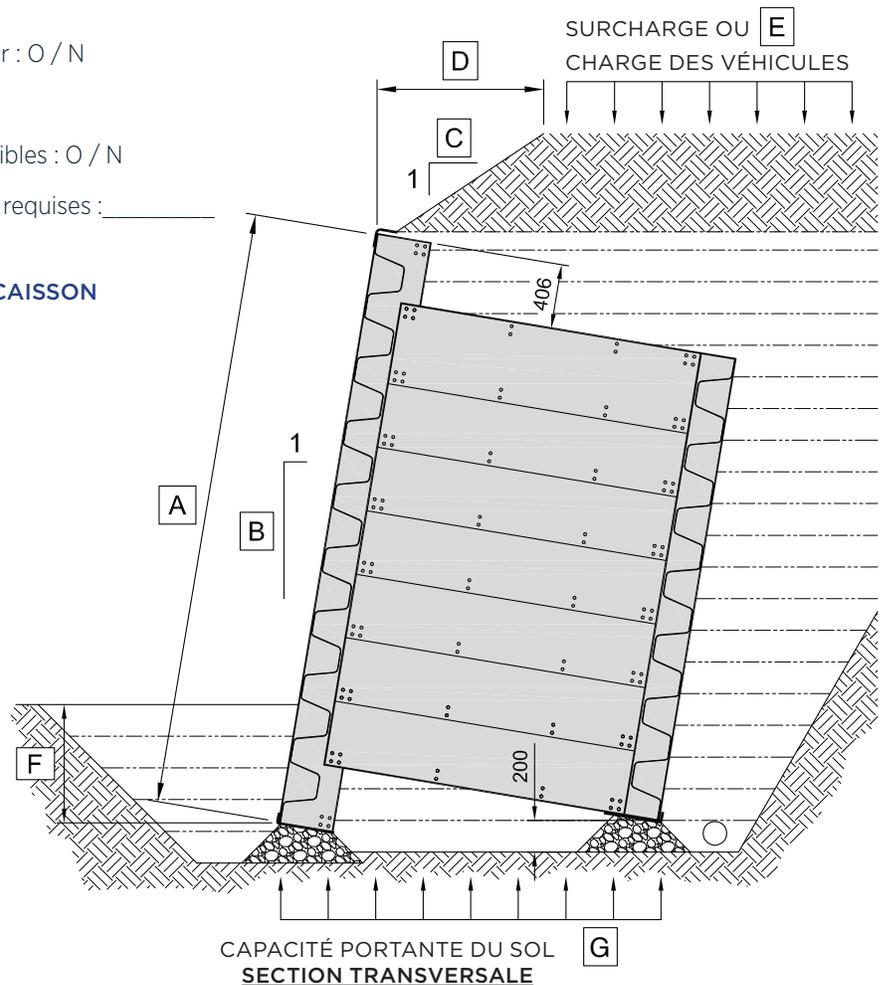
Vue en plan disponible : O / N

Élévations au haut et au bas du mur disponibles : O / N

Autres détails ou caractéristiques spéciales requises : \_\_\_\_\_

**Table 4 : Hauteurs standards d'un MUR-CAISSON**

Nombre de longerons avant	Hauteur standard du mur (mm)
3	1 320
4	1 728
5	2 134
6	2 539
7	2 947
8	3 353
9	3 758
10	4 167
11	4 572
12	4 977
13	5 386
14	5 791
15	6 197
16	6 605
17	7 010
18	7 416
19	7 824
20	8 230
21	8 635







Armtec est soucieux de l'environnement en soutenant une utilisation limitée du papier.



#### **ATLANTIQUE**

Shediac, NB  
Sackville, NB  
Truro, NS  
Bishop's Falls, NL  
St. John's, NL

#### **CENTRALE**

Cambridge, ON  
Comber, ON  
Forest, ON  
Guelph, ON  
Orangeville, ON  
Peterborough, ON  
Sudbury, ON  
Thunder Bay, ON  
Walkerton, ON  
Woodstock, ON  
St-Augustin, QC  
St-Clet, QC

#### **PRAIRIES**

Calgary, AB  
Edmonton, AB  
Grande Prairie, AB  
Ponoka, AB  
Redwater, AB  
Winnipeg, MB  
Regina, SK  
Saskatoon, SK

#### **OUEST**

Dawson Creek, BC  
Genelle, BC  
Langley, BC  
Nanaimo, BC  
Prince George, BC



Membre platine

Découvrez comment de soutènement en **MURS-CAISSONS** peuvent être utilisées pour votre prochain projet.

Composez le **1-800-565-1152** ou visitez **armtec.com**