

MANUEL DE CONCEPTION DES STRUCTURES

VOLUME 2

NOVEMBRE 2004

Québec 

La présente confirme que suite à une revue, le directeur de la Direction des structures, le chef du Service de la conception, les chefs de section et le chef d'équipe du même service approuvent cette nouvelle édition.

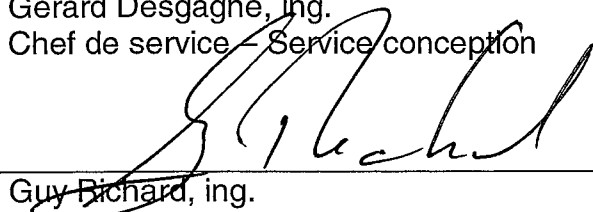
Édition novembre 2004



Gérard Desgagné, ing.
Chef de service – Service conception

12/11/04

Date



Guy Richard, ing.
Directeur – Direction des structures

12/11/04

Date

MISE À JOUR

MÉMO DE MISE À JOUR
Manuel de conception des structures – Volume 2

Date :	2004-11-15
--------	------------

Version :	Novembre 2004
-----------	---------------

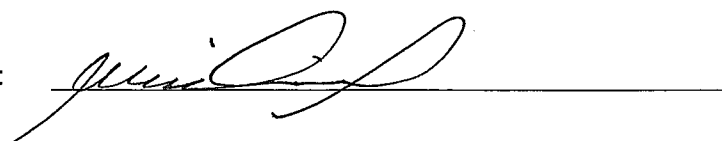
Veuillez trouver ci-joint les plus récentes modifications apportées au manuel, bien vouloir retirer les pages actuelles et les remplacer par les pages révisées tel que décrit ci-après:

SECTION	RETIRER Page	AJOUTER Page	REMARQUES
1 – Généralités	Toutes	Toutes	1.3.1 : Remplacement « appuis de ponts » par « culées ».
2 – Plan d'ensemble	Toutes	Toutes	Correction de la date pour toutes les figures reproduisant des plans types.
3 – Culées	Toutes	Toutes	Remplacement « appuis de ponts » par « culées » au titre et partout dans le texte, les formulaires et l'exemple. 3.4.1.2 et 3.4.2.2 : Correction; référence à la figure 8.2-11 au lieu de 8.6-1. 3.7.2 : Correction de la valeur de $a = 31\ 700$ au lieu de 30 000. Correction de la date pour toutes les figures reproduisant des plans types.
4 – Tabliers	Toutes	Toutes	4.2.2.3 : Précision à la figure : Torons droits Tableau 4.2-2 : Correction; « Position du rang inférieur ... » au lieu de « Portion du rang inférieur... ». Correction de variables; s pour le nombre de poutre et ajout de k au nombre de diaphragmes intermédiaires. Tableau 4.2-2 (suite) : Ajout des données sur l'effet de la cambrure résiduelle des poutres.

SECTION	RETIRER Page	AJOUTER Page	REMARQUES
5 – Joint de tablier	Toutes	Toutes	4.2.3.1 : À la définition de a1; ajout de « fixe » à appareil d'appui, remplacement de « appuis de ponts » par « culées », ajout de « (tableau 3.4.1) » à la fin de la définition, pour faciliter la compréhension. À la définition de h1 à h3 : ajout de l'équation ($h_i = f_i \times g_i$). 4.2.6.1 : Barre D2 pour poutres NEBT : pour le nombre du rang supérieur sans joint de tablier, remplacer « longueur de la travée nominale » par « longueur de la dalle ». Barre D2 pour poutres en acier : pour le nombre du rang inférieur sans joint de tablier, remplacer « ... - 500 et ... + 5 » par « ... - 1100 et ... + 9 ». Barre D5 : pour la longueur, il faut remplacer l'équation donnée par « distance entre le côté extérieur de la dalle et le centre de la poutre de rive + 900/cos alpha ». Ceci annule également l'info-structures 2004-03. Exemple : tableau 4.2-2 à réviser suivant la mention précédente. Tableau 4.3-6 : Correction pour les tabliers à travée de 8 à 14 m et une hauteur de poutre ≥ 600, diamètre d'ancrage 38,1 mm pour tous les cas (le minimum exigé par S6 étant de 30 mm, un diamètre de 25,4 mm n'est pas conforme). 4.2.7.5 : Les exemples de calculs d'armatures transversale, longitudinale et en porte-à-faux ont été corrigés pour tenir compte des modifications apportées au MCS 1 sur les définitions de la portée utile des dalles et de la longueur du porte-à-faux dans le cas de tabliers à poutres NEBT. Les figures tirées des plans types révisés en conséquence des changements sur ces plans. Correction de la date pour toutes les figures reproduisant des plans types. Correction de la date pour toutes les figures reproduisant des plans types.

SECTION	RETIRER Page	AJOUTER Page	REMARQUES
6 – Dispositifs de retenue chasse-roues et trottoirs	Toutes	Toutes	6.1 : Ajout de glissière 211 au texte. Tableau 6.2-1 : Ajout du plan type PT1DR-20 pour la glissière 211A. 6.3.2 et 6.4 : Correction; référence à la section 12.2 au lieu de 12.2.1 du Manuel de conception, volume 1. 6.4 Essai 1 : Correction de la 1^{re} équation : « = 500 mm » au lieu de « = 1000 mm ». 6.4 Essai 2 : Correction de la 1^{re} équation : Ajout d'un « - » après 37 000. Correction de la date pour toutes les figures reproduisant des plans types.
7 – Portiques en béton armé	Toutes	Toutes	7.3 : Correction de l'équation sur la limite du biais; LT (largeur du tablier) au lieu de B et « $\leq 20^\circ$ » au lieu de « $< 20^\circ$ ». Tableau 7.4-2 (suite): Ajout du texte « perpendiculaire à l'axe de la semelle » pour la cote B. Correction au cartouche (remplacement de Direction territoriale par Direction des structures, ajout de la signature du vérificateur ... comme les autres formulaires). 7.5.3.3 : Pour la barre GR1, texte plus précis sur la façon de calculer sa longueur « j ». Pour les barres GR2 et GR3, précision à l'effet qu'il faut tenir compte du nombre de mur en retour pour obtenir le nombre total de barre. Correction de la date pour toutes les figures reproduisant des plans types.
8 – Autres plans	Toutes	Toutes	Aucun changement.

Responsable du document :



MANUEL DE CONCEPTION DES STRUCTURES

Volume 2

TABLE DES MATIÈRES

CHAPITRE 1
GÉNÉRALITÉS

CHAPITRE 2
PLAN D'ENSEMBLE

CHAPITRE 3
CULÉES

CHAPITRE 4
TABLIERS

CHAPITRE 5
JOINT DE TABLIER

CHAPITRE 6
DISPOSITIFS DE RETENUE, CHASSE-ROUES ET TROTTOIRS

CHAPITRE 7
PORTIQUES EN BÉTON ARMÉ

CHAPITRE 8
AUTRES PLANS

CHAPITRE 1

GÉNÉRALITÉS

TABLE DES MATIÈRES

1.1	INTRODUCTION	1-1
1.2	DÉFINITIONS	1-1
1.3	TYPES ET LIMITES D'UTILISATION DES PONTS NORMALISÉS	1-2
1.3.1	Ponts de type tablier à poutres et dalle	1-2
1.3.2	Ponts de type portique en béton armé	1-3
1.4	PLANS TYPES	1-3
1.4.1	Codification	1-3
1.4.2	Disponibilité	1-4
1.4.3	Utilisation des plans types	1-4
1.5	PLANS DE SOUMISSIONS	1-6
1.6	DEVIS SPÉCIAL	1-6
1.7	RESPONSABILITÉ	1-6

1.1 INTRODUCTION

Les plans types et le contenu intégral du volume 2 du Manuel de conception des structures sont la propriété du ministère des Transports du Québec. Le présent manuel est réservé à l'emploi du MTQ. Tout autre emploi ne peut l'être qu'à titre indicatif.

Les plans types et les procédures d'utilisation ont été préparés par la Direction des structures selon les normes de conception généralement reconnues et en tenant compte de l'expérience acquise au cours des ans.

La Direction des structures est d'avis que les contrôles de conception et de préparation de ces documents fournissent un haut degré de certitude quant à leur fiabilité et à leur exactitude aux fins de la préparation de plans de ponts normalisés, s'ils sont utilisés conformément aux fins pour lesquelles ils ont été conçus et préparés.

1.2 DÉFINITIONS

Pont normalisé

Un pont normalisé est un pont à une seule travée pour lequel tous les calculs sont faits, ou qui peut être calculé à l'aide de logiciels spécialisés et pour lequel des plans types à compléter sont disponibles.

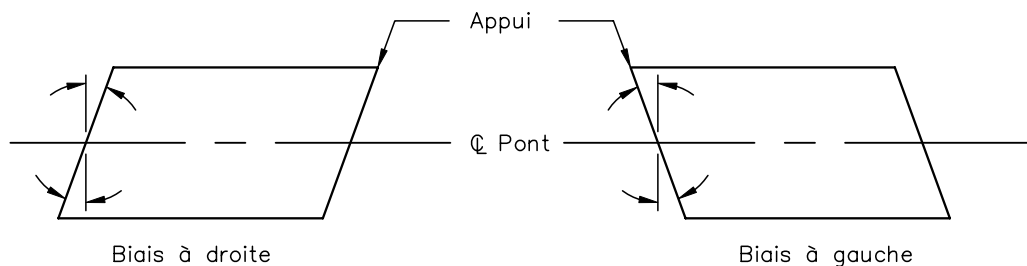
Plan type

Un plan type est un plan d'un élément de pont qui doit être complété pour le cas particulier à l'aide des données fournies dans la procédure d'utilisation.

Biais de pont

Le biais d'un pont est l'angle formé par une ligne perpendiculaire à son axe longitudinal et l'axe des appuis. Le biais est nul dans le cas d'un pont à angle droit.

Le biais est dit à droite lorsque l'angle se trouve dans le 1^{er} ou 3^e quadrant, à gauche lorsque l'angle se trouve dans le 2^e ou 4^e quadrant.



1.3 TYPES ET LIMITES D'UTILISATION DES PONTS NORMALISÉS

Les ponts normalisés étudiés dans le présent manuel se limitent à ceux d'une seule travée, répartis en deux catégories :

- les ponts de type tablier à poutre et dalle
- les ponts de type portique en béton armé

Pour chacun de ces ponts, la largeur carrossable peut-être adaptée aux caractéristiques géométriques du profil en travers des routes selon la classification fonctionnelle. Cependant, la largeur totale du pont mesurée perpendiculairement à son axe longitudinal doit être inférieure à 15 m. L'épaisseur d'enrobé considérée est de 65 mm.

Les unités de fondation de ces ponts sont conçues pour s'appuyer sur des fondations superficielles (sol ou roc).

La méthode d'analyse utilisée pour le calcul des efforts dus à la surcharge routière est la méthode simplifiée décrite à l'article 5.3 du Manuel de conception des structures, volume 1.

1.3.1 Ponts de type tablier à poutres et dalle

Ces ponts sont constitués de poutres préfabriquées en béton précontraint ou de poutres d'acier sur lesquelles reposent une dalle en béton armé de 200 mm d'épaisseur.

La longueur du tablier (T) est inférieure à 35 m et le biais doit respecter les limites suivantes :

$$\text{Biais} \leq \arctg (L/18S) \leq \begin{matrix} 20^\circ & (\text{poutre en acier}) \\ 30^\circ & (\text{poutre en béton}) \end{matrix}$$

où L est la portée de calcul

et S est l'espacement des poutres

Ces tabliers, décrits au chapitre 4 du manuel, reposent sur des culées décrites au chapitre 3.

1.3.2 Ponts de type portique en béton armé

Ces ponts sont constitués d'une dalle épaisse en continuité avec des béquilles.

La longueur face à face des béquilles est inférieure à 20 m et le biais doit respecter les limites suivantes :

$$\text{Biais} \leq \arctan L/6B \leq 20^\circ$$

où L est la portée de calcul

et B la largeur du pont

Les portiques en béton armé sont décrits au chapitre 7 du présent manuel.

1.4 PLANS TYPES

Les différents éléments de ponts normalisés sont traités dans des chapitres distincts du manuel. Chaque chapitre contient une liste des plans types pertinents à l'élément qui y est traité, ainsi que certaines copies des plans types correspondants utilisées à titre d'exemples.

Les plans types, élaborés par le Ministère pour la construction de ponts normalisés et faisant l'objet du présent manuel, ont été préparés pour des feuilles de format A1.

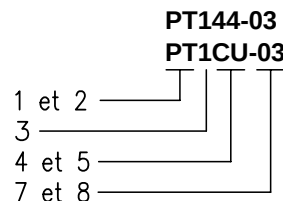
La série de ces plans types couvre tous les éléments nécessaires à la construction d'un pont normalisé : appuis de pont, tabliers de types divers, joints de tablier et dispositifs de retenue.

L'utilisation d'un plan type n'est pas une fin en soi et ne doit pas constituer une limite au jugement du concepteur, qui est essentiel à l'étude de tout projet de construction d'un pont.

1.4.1 Codification

L'exemple suivant explique la méthode de codification des plans types :

Regroupement selon la position à l'intérieur du code :



1 et 2	Toujours PT, qui signifie plan type
3	Indique le format du plan original Exemple : 1 pour A1, 2 pour A2
4 et 5	Deux chiffres indiquent le type de pont, en fonction du tablier, selon la classification en vigueur au Ministère Exemple : 44 pour poutres en acier Deux lettres identifient un élément normalisé autre que les tabliers Exemple : CU pour culée
7 et 8	Numéro séquentiel

1.4.2 Disponibilité

Les plans types sont disponibles sur support informatique (format AUTOCAD).

On peut se procurer les plans en s'adressant à :

Direction des structures
930, chemin Sainte-Foy, 7^e étage
Québec (Québec) G1S 4X9

Tél. : (418) 643-1398 ou Fax : (418) 646-5415

1.4.3 Utilisation des plans types

Les plans types ont été élaborés en respectant les règles de dessin (épaisseur des traits, hauteur des textes, types de lignes, etc.) spécifiées à l'annexe A « Dessin assisté par ordinateur » du volume 1 du Manuel de conception des structures. L'utilisateur des plans normalisés, doit se référer à cette annexe pour la mise en plan finale.

Les fichiers de dessin des plans types comportent le cadre du feuillet, le cartouche et le dessin principal.

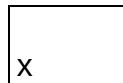
Les plans doivent être complétés en ajoutant les données dans les boîtes d'information et, dans certains cas, en introduisant des blocs de détails appropriés au projet. Ces blocs, inclus au fichier de dessin, se retrouvent à la périphérie du cadre.

Ces blocs montrent plusieurs variantes d'un même détail. L'utilisateur doit sélectionner le bloc adapté au projet suivant ses caractéristiques (biais, fixité du tablier, etc.) et l'incorporer au dessin principal, à l'intérieur du cadre. Il doit ensuite compléter les boîtes d'information pour finaliser le plan selon les indications données aux autres chapitres du manuel.

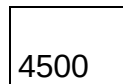
Les boîtes d'information sont dessinées sur la couche BOÎTE. L'information à y inscrire sera donnée sur la couche DIM03.

Méthode au clavier :

- Command : TEXT
- Justify/Style/<Start point> : **Insertion**
 - *(pointez la boîte)*



- Height <3.00> : *(Retour)*
- Rotation Angle <90d0'0"> : *(Retour)*
- Text : *(écrivez votre texte)*



Note : Lorsque les boîtes sont remplies, vous pouvez les rendre invisibles en désactivant la couche BOÎTE.

Bordereau d'armature :

- rendre la couche BORD04 visible;
- le chiffre 0 apparaît dans le bordereau aux endroits nécessitant une valeur;
- l'utilisateur n'a qu'à changer le chiffre 0 par le chiffre approprié.

1.5 PLANS DE SOUMISSIONS

Les plans servant de documents contractuels pour un projet de construction d'un nouveau pont ou de remplacement d'un tablier de pont, sont reproduits à partir de plans types élaborés par le Ministère en version « Autocad ». De façon générale, le format ISOA1 (594 x 841 mm) est utilisé. Le support est constitué d'un papier ayant les caractéristiques suivantes :

- poids = 20 lb/75.2 gr/m²
- épaisseur = 3,3 mil
- opacité = 59 %
- rugosité (Sheffield Smoothness) = 170
- brillance = 95

1.6 DEVIS SPÉCIAL

La préparation du devis spécial pour un projet de pont normalisé se fait suivant la procédure habituelle. On utilisera le devis type et les annexes indiqués au chapitre 18 du volume 1 du Manuel de conception des structures.

1.7 RESPONSABILITÉ

L'ingénieur concepteur du projet signe et scelle le plan type réalisé dans la case « préparé par ». L'ingénieur qui vérifie le projet signe dans la case « vérifié par ».

La responsabilité assumée par l'utilisateur d'un plan type se limite à l'utilisation du plan type (choix du bon plan pour le projet spécifique) et aux valeurs qu'il inscrit sur le plan type.

Le Ministère, pour sa part, assume la responsabilité du contenu initial des plans types, des tableaux et des données fournis dans la procédure d'utilisation.

CHAPITRE 2

PLAN D'ENSEMBLE

TABLE DES MATIÈRES

2.1	INTRODUCTION	2-1
2.2	DONNÉES PRÉALABLES	2-1
2.3	CONTENU DU PLAN D'ENSEMBLE	2-2
2.4	CONCEPTION DU PLAN D'ENSEMBLE	2-4

2.1 INTRODUCTION

Le plan d'ensemble d'un projet de construction de pont est d'une grande utilité. Ce document présente les principales informations qui permettent :

- de situer le projet (route, chemin, rue);
- d'identifier l'obstacle à franchir (rivière, route, etc.);
- d'apprécier l'envergure de l'ouvrage à construire (longueur, largeur, hauteur);
- de connaître ses principales composantes.

2.2 DONNÉES PRÉALABLES

Les données nécessaires à la préparation du plan d'ensemble d'un projet de pont sont dans différents documents :

- Le plan de la géométrie et du profil de la route. Ce plan montre habituellement une section transversale de la route au droit du pont qui montre la largeur carrossable pour la classe de route choisie, ainsi que les chasse-roues, trottoirs et services publics requis. Dans le cas d'un pont d'étagement, il montre également le gabarit des voies inférieures à franchir.
- Les plans de topographie et de bathymétrie, pour les ponts sur cours d'eau, qui fournissent le relevé du terrain et du cours d'eau avec les élévations. Les limites d'emprise sont habituellement indiquées sur ces plans.
- Le rapport de l'étude hydraulique, qui fournit les exigences sur l'ouverture hydraulique, la hauteur des eaux de conception, le dégagement du soffite, les empièvements pour la protection contre l'affouillement et l'érosion.
- Le rapport de l'étude géotechnique, qui contient les informations sur la nature et la capacité du sol et formule les recommandations sur les types de fondations appropriés. Dans certains cas, la profondeur de pénétration du gel selon la localisation y est donnée au besoin.
- Le rapport de l'étude d'impact, qui peut contenir, lorsqu'il s'agit d'un pont sur rivière, les restrictions concernant la période de travaux en rivière, le type de batardeaux, les chemins d'accès et les ponts temporaires.

2.3 CONTENU DU PLAN D'ENSEMBLE

Le plan d'ensemble doit contenir les informations qui permettent de cerner les grandes caractéristiques du projet qui viennent d'être mentionnées. Il comprend également les données et autres informations qui identifient les composantes structurales du tablier, des unités de fondation et les normes et chargements utilisés pour la conception.

Le plan d'ensemble est habituellement établi à partir du plan type PT1PE-01 montré à la figure 2.3-1.

Pour faciliter la description du contenu du plan d'ensemble, nous nous référons aux exemples de plans d'ensembles montrés aux figures 2.3-2 à 2.3-4.

La partie gauche du plan d'ensemble est utilisée pour la vue en plan et la vue en élévation du pont et des approches.

La vue en plan, située dans la partie supérieure, elle comprend :

- le tablier, les murs en retour, les dalles de transition;
- la ligne de centre de la route avec les chaînages, le chaînage de la face du mur garde-grève et l'élévation du dessus du pavage à cet endroit;
- l'identification de la route : numéro, chemin, etc., les noms des municipalités les plus rapprochées de part et d'autre;
- les approches et les talus avec les pentes et les revêtements de protection en pierres;
- le cours d'eau avec la direction de l'écoulement et la position des rives telles que données au plan topographique;
- les positions des drains du tablier;
- les limites d'emprise;
- le nord.

La vue en élévation est située sous la vue en plan et alignée avec celle-ci. Elle comprend les informations suivantes :

- le tablier, les murs en retour, ainsi que la cote de longueur de ces éléments et de longueur totale du pont;
- le profil final à la ligne de centre projetée et la pente longitudinale;
- le profil du terrain naturel et le niveau des eaux hautes de conception;
- la face du garde-grève de chaque culée;
- le mode d'appui du tablier aux culées : F = fixe, M = mobile;
- la position des semelles avec les élévations au-dessus, ainsi que les pieux éventuels, montrant toutes les rangées et les inclinaisons;
- les remblais des approches, les talus et les protections en pierres;
- une échelle des élévations;
- le dispositif de retenue.

La partie à droite de la feuille du plan d'ensemble comprend, habituellement dans la partie du haut, une coupe transversale du tablier.

On retrouve sur cette coupe :

- la composition structurale du tablier : dalle, poutres (nombre, espacement, section);
- les cotes de largeur du tablier, des voies carrossables, chasse-roues, trottoirs ou glissières;
- la position de la ligne de centre projetée;
- les pentes transversales ou dévers de la chaussée;
- l'épaisseur de l'enrobé et de la dalle;
- les services d'utilité publique;
- les dispositifs de retenue.

Dans cette partie du plan, on retrouve aussi les éléments suivants :

- une coupe type du revêtement de protection de talus en pierre;
- un tableau des caractéristiques du béton de chaque partie de l'ouvrage;
- un tableau des élévations des niveaux d'eau pour différentes périodes de récurrence;
- la norme de conception : CAN/CSA-S6;
- le chargement : CL-625;
- les facteurs d'essieu;
- des notes et une légende comme celles montrées aux figures 2.3-2 à 2.3-4.

2.4 CONCEPTION DU PLAN D'ENSEMBLE

La conception du plan d'ensemble se fait en tenant compte des exigences propres à l'ouvrage projeté, mentionnées précédemment, et celles du chapitre 2 du Tome III des normes du Ministère.

Une conception est adéquate lorsqu'elle apporte une solution bien adaptée aux conditions du site, qu'elle satisfait aux exigences, qu'elle est conforme aux normes et qu'elle préconise l'ouvrage réalisable au moindre coût. On obtient généralement un ouvrage économique en concevant un tablier de longueur minimale.

Pour une longueur totale donnée d'un pont, on aura avantage à utiliser des murs en retour (en console, ou indépendants) de longueurs suffisantes pour optimiser la longueur de la travée. On évitera cependant d'utiliser des culées de grandes dimensions, donc volumineuses et coûteuses, avec de courtes travées. Il s'agit de conserver un équilibre économique entre ces deux éléments.

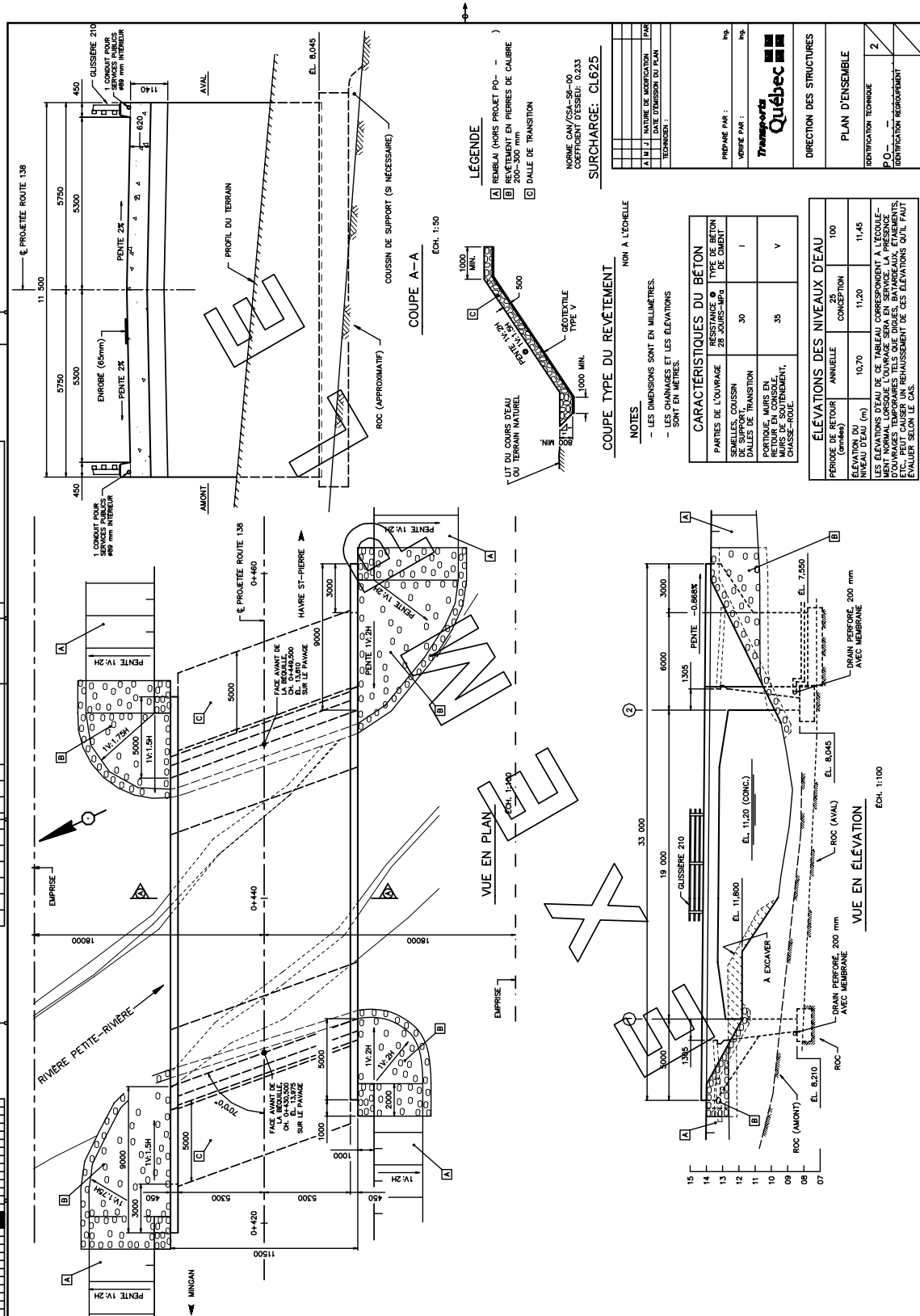
La position des culées, avec semelles s'appuyant sur le sol, est conditionnée par le niveau (profondeur) nécessaire pour assurer la capacité portante suffisante ainsi que par l'épaisseur de sol nécessaire pour protéger les fondations contre le gel. De façon générale on considère qu'une épaisseur de 1,8 m de remblai procure une protection suffisante. Cependant, le concepteur doit prévoir une protection adéquate pour les conditions climatiques et la nature du sol au site de l'ouvrage. L'épaisseur de remblai de protection est mesurée à partir du dessous de la semelle, perpendiculairement à la surface du talus.

Sur le plan d'ensemble, on montre le pont existant lorsqu'il est touché en partie ou en totalité par la construction du nouveau pont. Cette information devient pertinente pour l'enregistrement légal du nouveau pont.

Figure 2.3-3



Figure 2.3-4
Exemple de plan d'ensemble



CHAPITRE 3

CULÉES

TABLE DES MATIÈRES

3.1	GÉNÉRALITÉS	3-1
3.2	CONCEPTION DES CULÉES	3-1
3.3	LISTE DES PLANS TYPES DE CULÉES	3-5
3.3.1	Choix du plan type de culée	3-6
3.4	PROCÉDURE D'UTILISATION DES PLANS TYPES DE CULÉE	3-6
3.4.1	Culée avec joint de tablier	3-7
3.4.2	Culée sans joint de tablier	3-13
3.5	LISTE DES PLANS TYPES DE SEMELLES SUR LE SOL	3-17
3.5.1	Choix du plan type des semelles sur le sol	3-17
3.6	PROCÉDURE D'UTILISATION DES PLANS TYPES DE SEMELLE	3-17
3.6.1	Semelle pour culée sans biais	3-17
3.6.2	Semelle pour culée avec biais	3-19
3.7	EXEMPLE	3-22
3.7.1	Culée	3-22
3.7.2	Semelle	3-28

3.1 GÉNÉRALITÉS

Les culées et les semelles sur le sol ont été normalisées pour être utilisées avec les tabliers normalisés constitués de poutres précontraintes NEBT ou de poutres en acier avec dalle en béton armé. Ces plans types sont limités à des culées dont la hauteur totale (semelle, mur de front, garde-grève) ne dépasse pas 9 m.

Il existe 2 séries de plans types de culée :

- ceux pour culée avec joint de tablier (culée galerie);
- ceux pour culée sans joint de tablier.

Chacune de ces séries comprend deux plans distincts, un pour les dimensions et un pour l'armature.

Pour les semelles, il existe une seule série de plans, les dimensions et l'armature des semelles étant présentées sur le même plan.

Enfin, pour chaque série de culée et les semelles, il existe des plans types différents pour les ponts :

- sans biais;
- avec biais à droite;
- avec biais à gauche.

3.2 CONCEPTION DES CULÉES

Les calculs nécessaires à la conception des culées doivent être faits pour chaque projet.

Le concepteur d'un pont normalisé doit préparer les données d'entrée selon les indications du tableau 3.2-1 et les faire parvenir au Service de la conception. Un ingénieur de la Direction des structures procède à l'analyse nécessaire et retransmet, par télécopieur, les résultats que le concepteur inscrit au formulaire représenté au tableau 3.2-2 et dont il aura besoin pour compléter le plan type du projet.

Si la différence entre les hauteurs totales des deux culées est supérieure à 1 m, un calcul distinct par culée est nécessaire. Le concepteur doit remplir un exemplaire du tableau 3.2-1 pour chacune des culées et deux exemplaires du tableau 3.2-2 lui seront transmis par la Direction des structures. Si cette différence n'est pas supérieure à 1 m, il lui suffira de remplir le tableau 3.2-1 en un seul exemplaire, pour la culée la plus haute.

Une copie du rapport géotechnique doit être transmise avec la demande.

Tableau 3.2-1 (partie 1)

Culées sur le sol

Données d'entrée de l'analyse géotechnique et structurale

Projet de pont sur :		_____
Au-dessus de :		_____
Municipalité :		_____
Dossier :		_____
Direction des structures		Télécopieur : 418-646-5415
Caractéristiques géométriques du tablier		
Portée de calcul (entr'axe des appareils d'appuis) (L') :		_____ (m)
Largeur hors tout du tablier (LT) :		_____ (mm)
Biais du pont :		_____ (°)
Type de poutre (acier ou béton) :		_____
Poids linéaire de la poutre :		_____ (kN/m)
Nombre de poutres :		_____
Espacement des poutres :		_____ (mm)
Pente transversale du tablier :		_____ (%)
Nombre de chasse-roues :		côté droit : _____ gauche : _____
Nombre de trottoirs :		côté droit : _____ gauche : _____
Type de glissière(s) :		côté droit : _____ gauche : _____
Épaisseur de la dalle :		_____ (mm)
Épaisseur de l'enrobé :		_____ (mm)
Note : Une copie du rapport d'étude géotechnique (conforme à la norme CAN/CSA-S6-00) doit être transmise avec la présente demande.		

Tableau 3.2-1 (partie 2)

Culées sur le sol

Données d'entrée de l'analyse géotechnique et structurale

Caractéristiques géométriques de la culée

Hauteur totale (semelle comprise) : (Ht) _____ (mm)

Hauteur du garde grève :
(de l'assise à l'extrémité supérieure) (hg) _____ (mm)

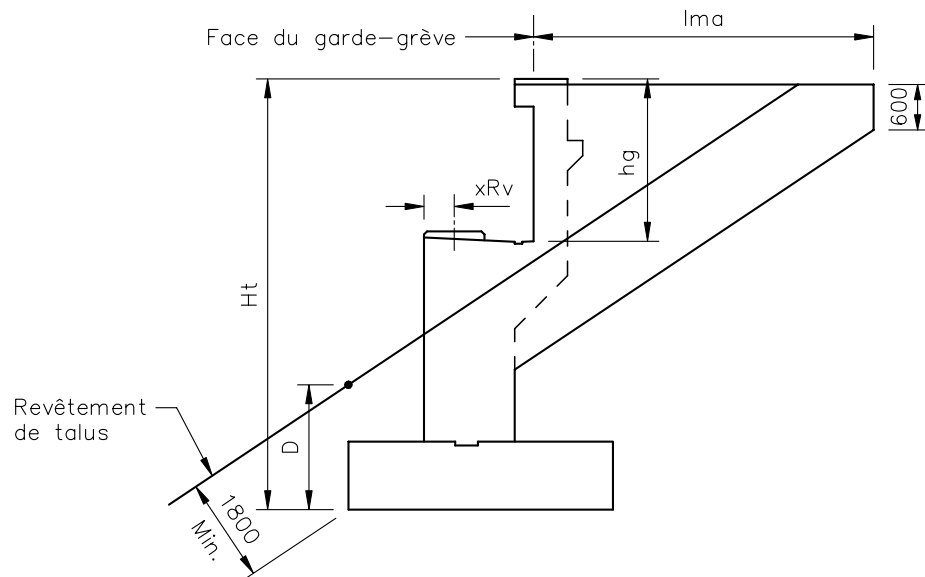
Longueur moyenne des murs en aile : (lma) _____ (mm)

Position du centre de l'appui : (xRv) _____ (mm)

Profondeur d'encastrement : (D) _____ (mm)

Niveau du dessous des semelles : _____ (m)

Niveau des basses eaux : _____ (m)



Direction territoriale requérante : _____

Chargé de projet : _____ (signature) _____ ing.
(en lettres moulées)

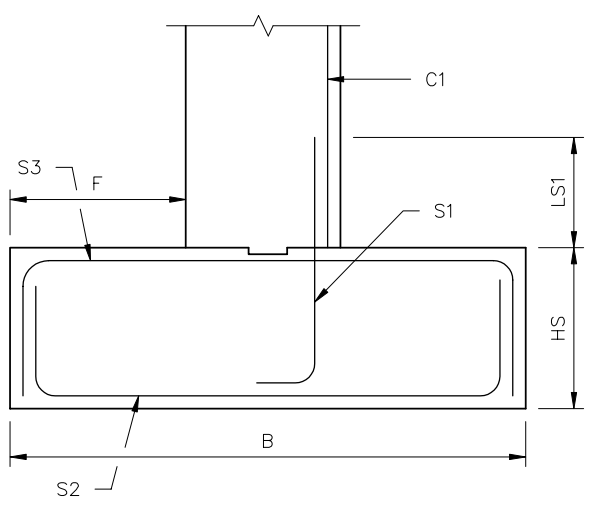
Chef de service : _____

Date : _____

Tableau 3.2-2

Culée sur le sol

Résultats de l'analyse géotechnique et structurale

Projet de pont sur : _____	
Au-dessus de : _____	
Municipalité : _____	
Dossier : _____	
Direction des structures Télécopieur : 418-646-5415	
	
Cases plans types	
Largeur de la semelle (B) :	_____ (mm) g, k
Longueur de la pince avant (F) :	_____ (mm) j, m
Épaisseur de la semelle (HS) :	_____ (mm) h, l
Armatures du fût (barre C1) :	No : _____
	Espacement : _____ (mm) ar
Armatures de la semelle et du fût (S1) :	No : _____
	Espacement : _____ (mm) ar1, ar4
	Longueur (LS1) : _____ (mm)
Armatures inférieure de la semelle (S2) :	No : _____
	Espacement : _____ (mm) ar2, ar5
Armatures supérieure de la semelle (S3) :	No : _____
	Espacement : _____ (mm) ar3, ar6
Préparé par :	(signature) _____
	(en lettre moulées) _____ Date
Vérifié par :	(signature) _____
	(en lettre moulées) _____ Date
Service de la conception Direction des structures	

3.3 LISTE DES PLANS TYPES DE CULÉES

Culée avec joint de tablier

- Sans biais :
 - dimensions PT1CU-01
 - armature PT1CU-02
- Biais à droite :
 - dimensions PT1CU-03
 - armature PT1CU-04
- Biais à gauche :
 - dimensions PT1CU-05
 - armature PT1CU-06

Culée sans joint de tablier

- Sans biais :
 - dimensions PT1CU-07
 - armature PT1CU-08
- Biais à droite :
 - dimensions PT1CU-09
 - armature PT1CU-10
- Biais à gauche :
 - dimensions PT1CU-11
 - armature PT1CU-12

3.3.1 Choix du plan type de culée

Le choix d'un plan type de culée diffère suivant qu'il faut prévoir un joint de tablier ou non et est aussi fonction du biais du pont.

Un joint de tablier doit être prévu à l'extrémité mobile d'un pont ayant une travée de plus de 25 m.

La valeur maximale du biais pour les ponts à poutres en acier est de 20°; elle est de 30° pour ceux à poutres NEBT en béton précontraint.

Le tableau 3.3-1 indique les critères de choix d'un plan type de culée

Tableau 3.3-1
Choix du plan type de culée

Type de tablier	Nombre de culées	Joint de tablier	Biais	Plan type	
Travée > 25 m	1	oui	non	PT1CU-01 PT1CU-02	
			à droite	PT1CU-03 PT1CU-04	
			à gauche	PT1CU-05 PT1CU-06	
Travée > 25 m	1	non	non	PT1CU-07 PT1CU-08	
Travée ≤ 25 m	2		à droite	PT1CU-09 PT1CU-10	
			à gauche	PT1CU-11 PT1CU-12	

3.4 PROCÉDURE D'UTILISATION DES PLANS TYPES DE CULÉE

Le concepteur complète les plans types en inscrivant aux endroits prévus, identifiés par un rectangle, les informations et les valeurs pertinentes au projet. Les figures 3.4-1 à 3.4-6 sont les copies réduites de plans types sur lesquelles apparaissent des lettres et des chiffres assortis à des flèches pointant vers les rectangles. Ces indicateurs montrent les endroits où inscrire les informations suivantes.

L'utilisateur sélectionne les blocs de dessin appropriés pour les incorporer au plan principal aux points d'insertion indiqués dans le fichier.

Comme les culées sont vues de face sur les plans, on notera qu'un même côté du pont apparaît sur des côtés opposés du plan d'une culée à l'autre.

3.4.1 Culée avec joint de tablier

3.4.1.1 Dimensions

Toutes les dimensions sont en millimètres.

Les chaînages et les élévations sont exprimés en mètres.

Les informations suivantes doivent être précisées sur les plans types « Dimensions », en se référant aux figures 3.4-1, 3.4-2 et au tableau 3.4-1 relatif à la dimension des assises :

Tableau 3.4-1

Dimension des assises

Type de poutre	NEBT		ACIER	
Type de culée	Sans joint	Avec joint	Sans joint	Avec joint
Biais « z1 » degré	X	x	x	x
≤ 15	525	1125	500	1100
> 15 et ≤ 20	550	1150		
> 20 et ≤ 25	565	1165		
> 25 et ≤ 30	600	1200		

a : numéro de l'unité de fondation, inscrire 1 ou 2

b, c : longueur entre la face du mur garde-grève et l'extrémité du mur en retour en console

d, e : élévation extérieure de l'extrémité du mur en retour en console

f, g : élévation extérieure du mur en retour en console à la face du garde-grève

h : largeur hors tout de la culée

i, j : distance entre le trottoir ou le chasse-roue et la ligne du centre projetée

i', j' : distance entre le trottoir ou le chasse-roue et la ligne du centre projetée mesurée au niveau du joint de tablier

k, l : élévation à la base du trottoir ou du chasse-roue sur le mur garde-grève

- m : élévation du garde-grève à la ligne de centre projetée
- n, o : élévation extérieure de l'assise
- p : correspond à la même lettre du tableau intitulé « ÉL. DES ASSISES »
représentant l'élévation du dessus du bloc d'assise d'une poutre de rive
- q : distance entre le bord extérieur de la culée et la ligne de centre de l'assise de la poutre de rive
- r : nombre de poutres
- s : espacement des poutres, perpendiculairement à l'axe longitudinal du pont
- t : distance d'entr'axe des poutres de rive, perpendiculairement à l'axe longitudinal du pont = $(r-1)*s$
- u : élévation du dessus de la semelle
- x : distance entre le centre de l'appareil d'appui et la face du garde-grève, mesurée suivant l'axe longitudinal du pont (tableau 3.4-1)
- y : élévations des blocs d'assise à inscrire au tableau intitulé « ÉL. DES ASSISES »
- q1: distance entre le bord extérieur de la culée et la ligne de centre de la poutre de rive, suivant le biais
= $q/\cos(z1)$
- s1 : espacement des poutre suivant le biais
= $s/\cos(z1)$
- t1 : distance entre la ligne de centre des poutres de rive suivant le biais
= $t/\cos(z1)$
- z1 : angle du biais, en degrés
- z2 : distance suivant le biais du bord de la culée à la ligne de centre projetée
= $(450 + i)/\cos(z1)$ ou $(1800 + i)/\cos(z1)$
- z3 : distance suivant le biais de la ligne de centre projetée au bord de la culée
= $(450 + j)/\cos(z1)$ ou $(1800 + j)/\cos(z1)$
- z4 : largeur de l'asise suivant l'axe longitudinal du pont
= $1450/\cos(z1)$

- z5 : épaisseur du garde-grève suivant l'axe longitudinal du pont
= $450/\cos(z1)$
- z6 : extension du garde-grève au niveau du joint de tablier suivant l'axe longitudinal du pont = $250/\cos(z1)$
- z7 : longueur des blocs d'assise suivant l'axe longitudinal du pont = $800/\cos(z1)$

3.4.1.2 Armature

En se référant à la figure 3.4-3, le concepteur inscrit les informations suivantes sur le plan type « Armature ».

a, z1 : inscrire les mêmes données qu'à l'article 3.4.1.1 ci-dessus

ar : espacement de la barre C1, selon le tableau 3.2-2

Le concepteur remplit le bordereau d'armature en choisissant les barres selon les indications suivantes. Il calcule la longueur des barres, leur nombre et la masse de chacune pour en déterminer la masse totale en fonction de leurs dimensions.

Barre C1 : Le tableau 3.2-2 « Résultats de l'analyse géotechnique et structurale » donne le numéro et l'espacement de cette barre.

Barres C2 à C4 : Pour ces barres, le concepteur utilise la figure 11.3-6 « Culée-galerie (armature) » du chapitre 11 « Joints et appareils d'appui » du volume 1 du Manuel de conception.

La barre C8 doit être prolongée de 450 mm sous l'élévation de l'assise.

Barres : A4, A5, A6, A8, et A14, A15, A16, A18 dans les murs en retour en console.

Pour ces barres, le concepteur utilise la figure 8.2-11 « Disposition type de l'armature » du chapitre 8 « Béton armé » du volume 1 du Manuel de conception.

Protection contre la corrosion :

Les armatures devant être protégées contre la corrosion doivent être galvanisées. Pour les repérer, on inscrit la lettre G près du bordereau, vis-à-vis les barres concernées.

Figure 3.4-1



Figure 3.4-2

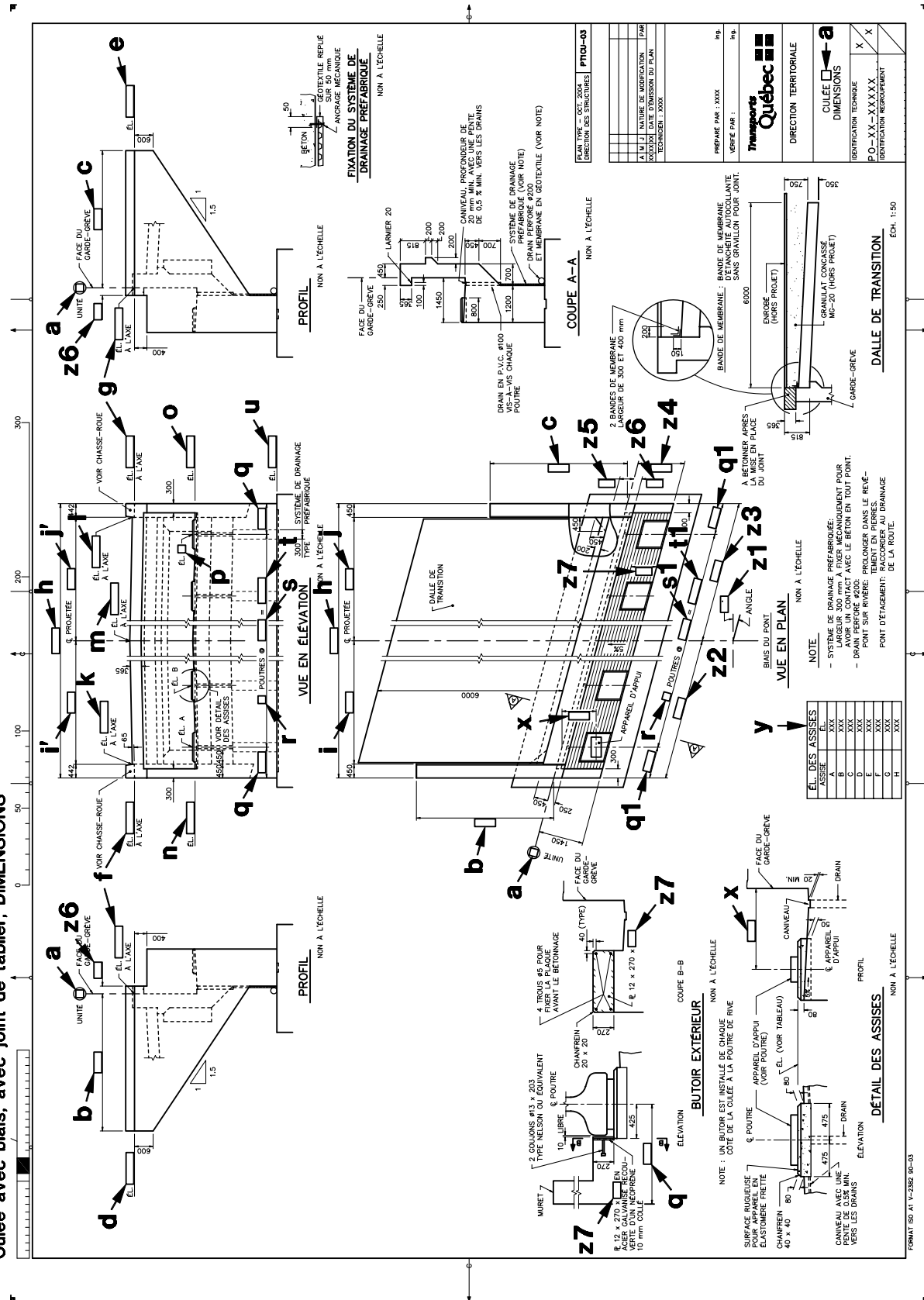
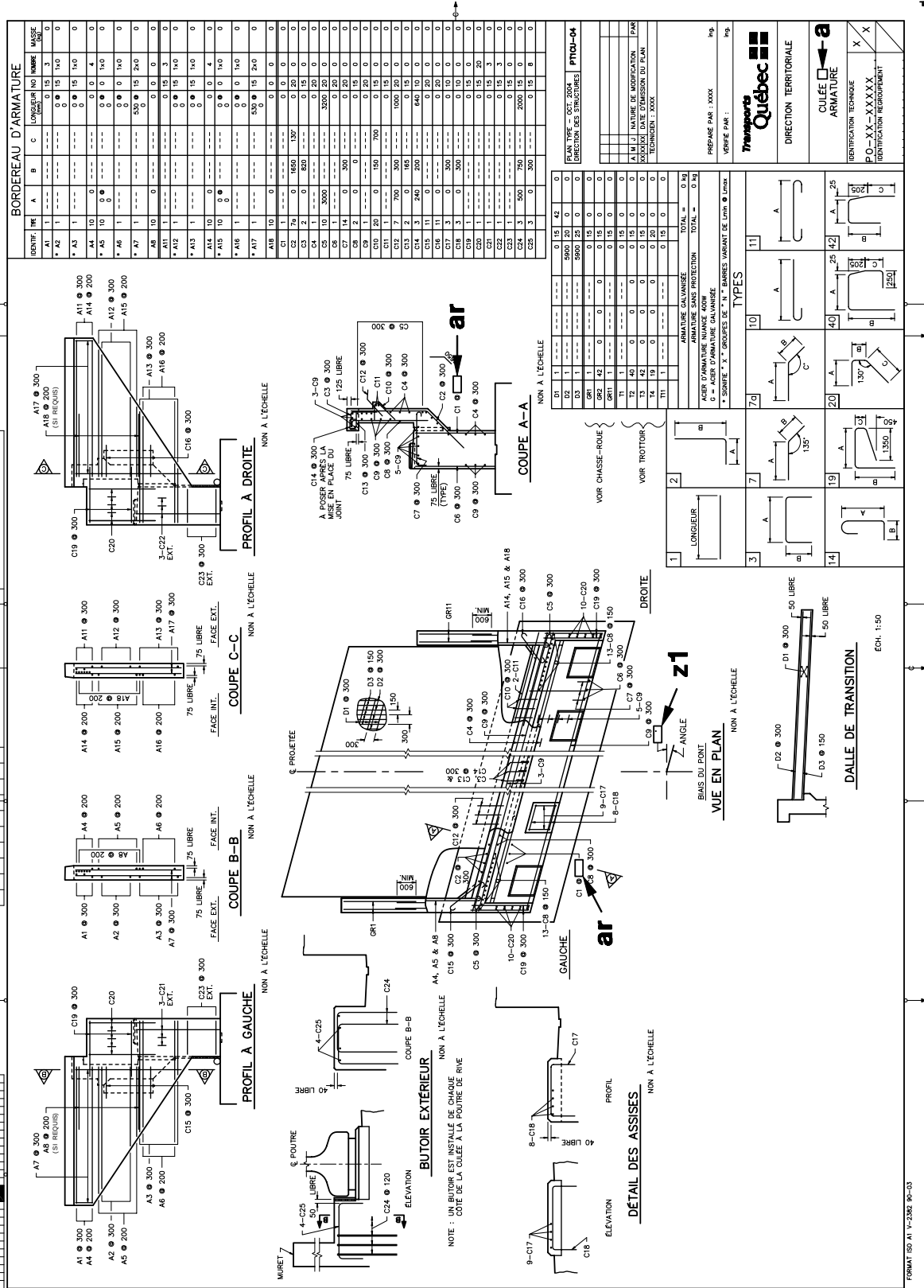


Figure 3.4-3
Culée avec joint de tablier, ARMATURE



3.4.2 Culée sans joint de tablier

3.4.2.1 Dimensions

Toutes les dimensions sont en millimètres.

Les chaînages et les élévations sont exprimés en mètres.

Le concepteur inscrit les informations suivantes sur le plan type « Dimensions », en se référant aux figures 3.4-4 et 3.4-5.

Les mêmes indicateurs que ceux définis à l'article 3.4.1.1 sont utilisés sur ces figures, avec les précisions et ajouts suivants :

f, g : élévations extérieures mais données au début du mur en retour en console

k, l : élévations à la base du trottoir ou du chasse-roue mais au début du mur en retour en console

v, w : élévations extérieures du garde-grève à la face de celui-ci (au niveau du dessous de la dalle)

z4 : largeur de l'assise suivant l'axe longitudinal du pont = $910/\cos(z1)$

z8 : longueur entre la face du mur garde-grève et le début du mur en retour en console = $(450 + 65)/\cos(z1)$

3.4.2.2 Armature

La figure 3.4-6 montre un plan type à compléter pour l'armature de ce type de culée. Les informations à préciser sont les mêmes que celles décrites à l'article 3.4.1.2.

Les barres A8 et A18 dans les murs en retour en console sont également choisies selon la figure 8.2-11 du volume 1 du Manuel de conception.

Figure 3.4-4
Culée sans biais, sans joint de tablier, DIMENSIONS

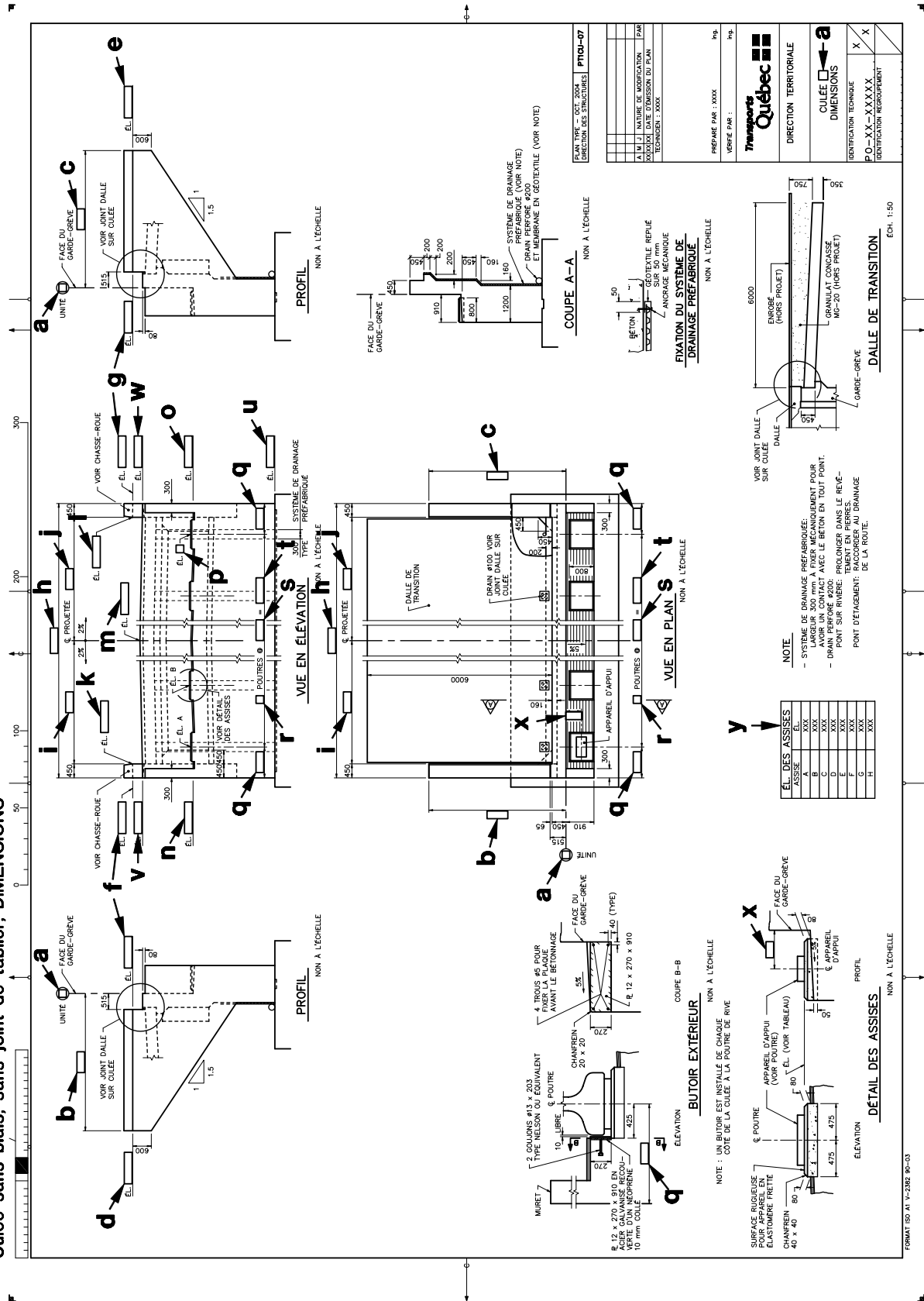


Figure 3.4-5

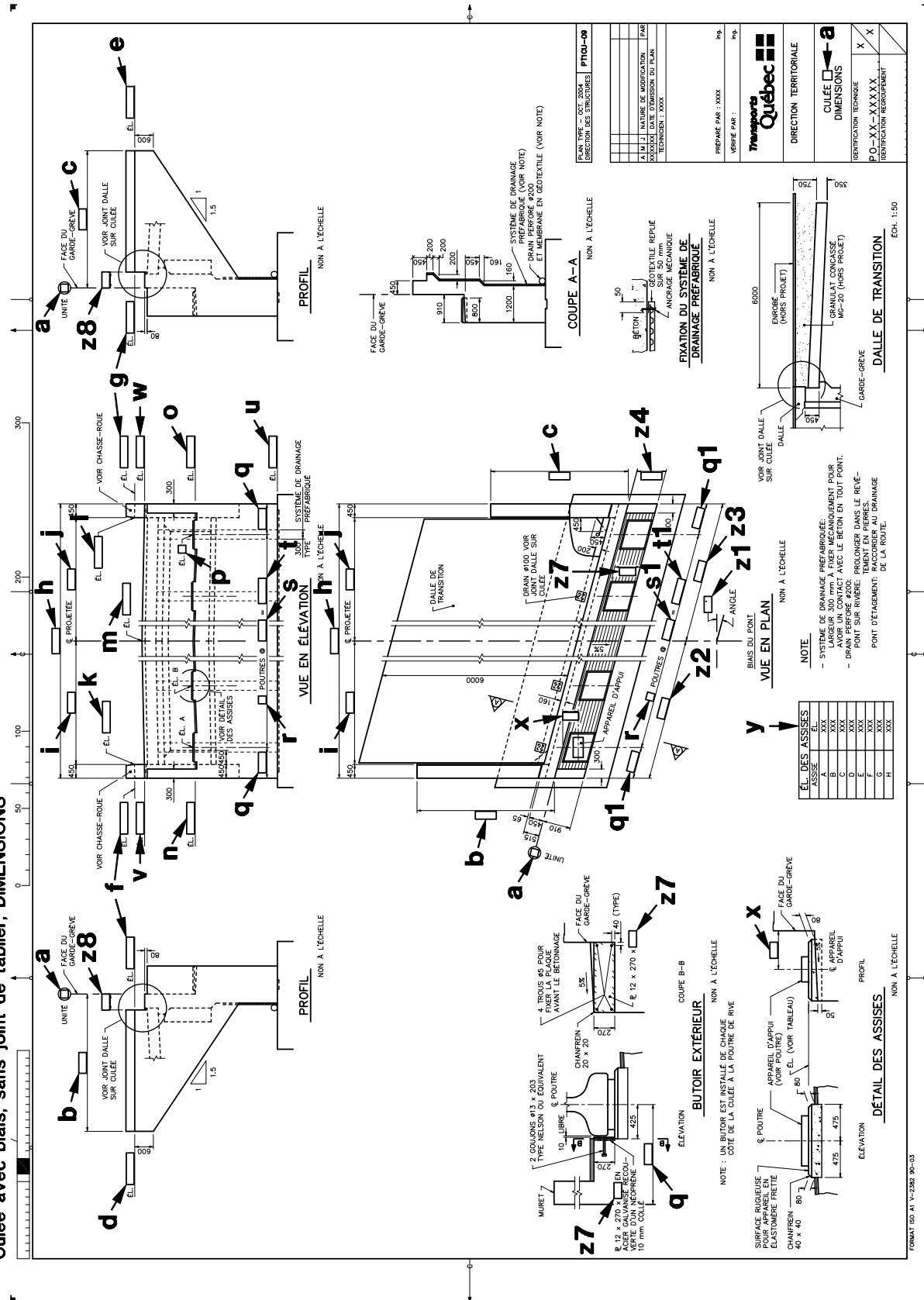
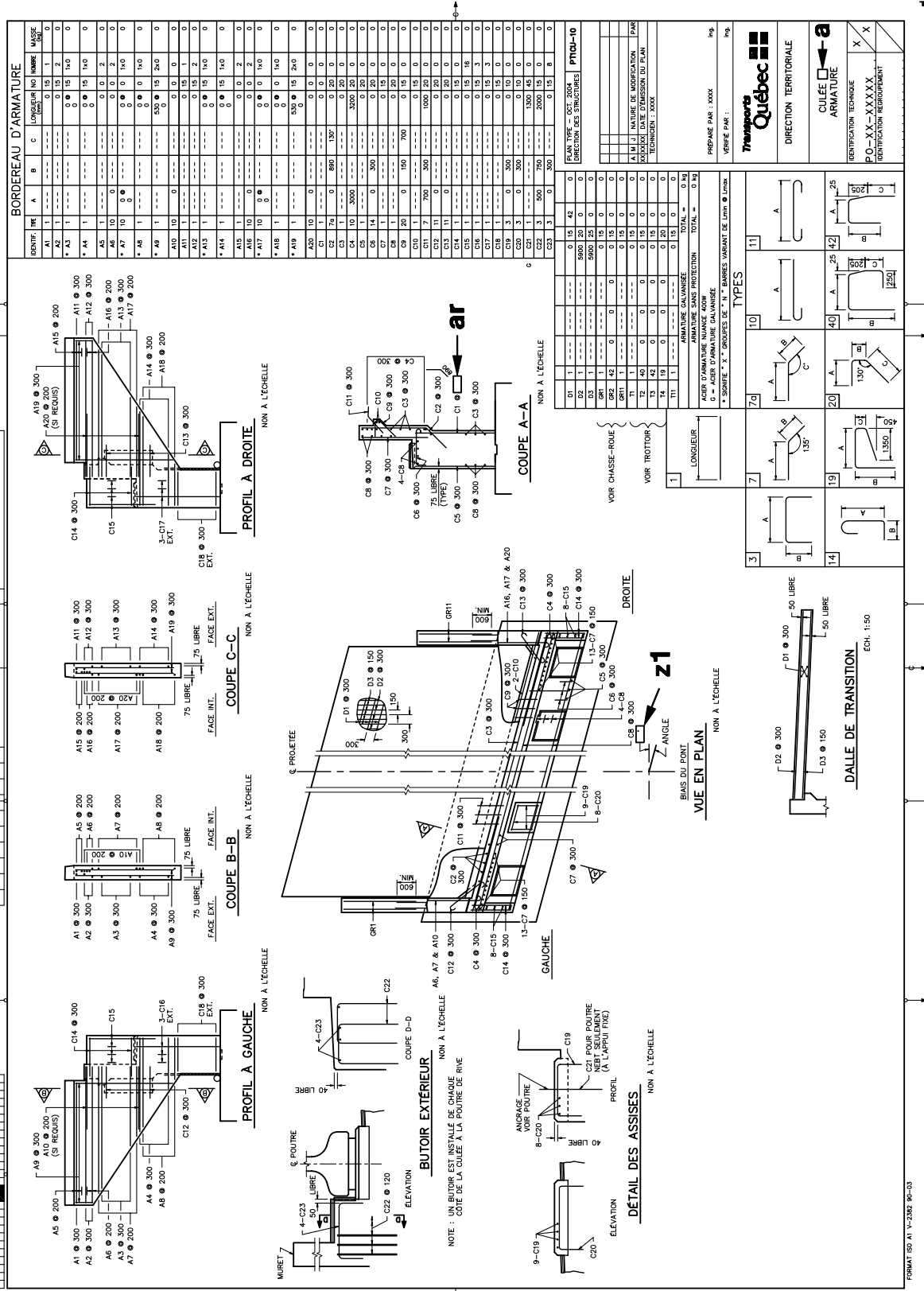


Figure 3.4-6
Culée sans joint de tablier, ARMATURE



3.5 LISTE DES PLANS TYPES DE SEMELLES SUR LE SOL

Semelle sur le sol

- Sans biais : PT1CU-13
- Biais à droite : PT1CU-14
- Biais à gauche : PT1CU-15

3.5.1 Choix du plan type des semelles sur le sol

Le choix d'un plan type des semelles sur le sol dépend du biais du pont.

3.6 PROCÉDURE D'UTILISATION DES PLANS TYPES DE SEMELLE

Le concepteur complète les plans types en inscrivant aux endroits prévus, identifiés par un rectangle, les informations et valeurs pertinentes au projet. Les figures 3.7-1 et 3.7-2 sont des formats réduits de plans types de semelles sur lesquels apparaissent des indicateurs (lettres et chiffres en caractères gras) assortis à des flèches pointant vers les endroits (rectangles) où inscrire les informations précisées ci-dessous.

L'utilisateur sélectionne les blocs de dessin appropriés pour les incorporer au plan principal aux points d'insertion indiqués dans le fichier.

Les données relatives aux dimensions et à l'armature des semelles de culées sont données au tableau 3.2-2 (culées sur le sol, résultats de l'analyse géotechnique et structurale).

3.6.1 Semelle pour culée sans biais

Toutes les dimensions sont en millimètres.

Les chaînages et les élévations sont exprimés en mètres.

En se référant à la figure 3.6-1, le concepteur complète le plan type selon les indicateurs suivants :

- a : distance entre les faces des murs garde-grève
- b, c : distance entre la ligne de centre projetée et les bords extérieurs de la culée
- d, e : distance entre la ligne de centre projetée et les bords extérieurs de la semelle
= (b ou c) + 300 mm respectivement

- f : longueur de la semelle
- g, k : largeur des semelles
- h, l : épaisseur des semelles
- i : distance entre le bord extérieur de la semelle et l'axe de référence (face du garde- grève) pour culée avec joint
- n : largeur des semelles à l'arrière des culées (talon) pour culée sans joint
- j, m : largeur des semelles à l'avant des culées (pince)
- y1, y2 : élévations du dessus des semelles
- x1 : chaînage à l'axe 1, sur la ligne de centre projetée

Bordereau d'armature :

Le concepteur complète le bordereau d'armature en précisant les détails des barres s1, s2, s3 et s11, s12, s13 et leurs espacements respectifs ar1, ar2, ar3 et ar4, ar5, ar6 selon les résultats du tableau 3.2-2. Il calcule la longueur des barres, leur nombre et leur masse pour en déterminer la masse totale.

La longueur verticale des barres s4 et s14 est obtenue en additionnant l'épaisseur de la semelle (h ou l) à 1000 mm.

3.6.2 Semelle pour culée avec biais

Toutes les dimensions sont en millimètres.

En se référant à la figure 3.6-2, le concepteur complète le plan type de la même façon que pour une semelle sans biais, mais en précisant les cotes suivant le biais et suivant l'axe longitudinal du pont pour chacune des semelles sur la vue en plan et en indiquant l'angle du biais, selon les indicateurs suivants :

b1, c1 : distance entre la ligne de centre projetée et les bords extérieurs de la culée

d1, e1 : distance entre la ligne de centre projetée et les bords extérieurs de la semelle

f1 : longueur des semelles

g1, k1 : largeur des semelles

i1 : distance entre le bord extérieur de la semelle et l'axe de référence (face du garde-grève) pour culée avec joint

n1 : largeur des semelles derrière les culées (talon) pour culée sans joint

j1, m1 : largeur des semelles à l'avant des semelles (pince)

z1 : angle du biais, en degré

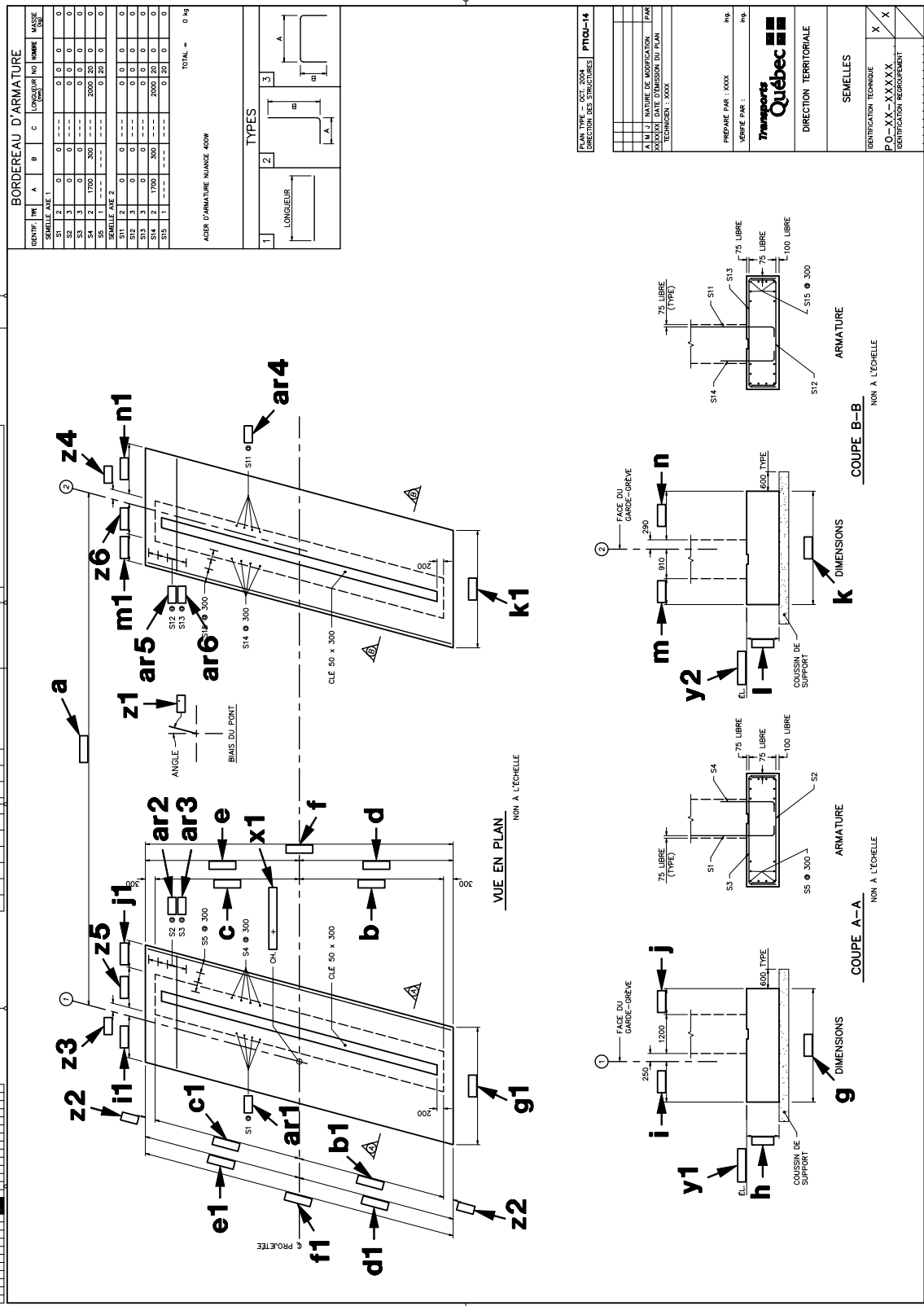
z2 : distance entre le bord extérieur de la semelle et le bord extérieur de la culée

z3, z4 : distance de l'axe de référence (face du garde-grève) à la face arrière de la culée

z5 : largeur du mur de front de la culée

z6 : distance entre l'axe de référence (face du garde-grève) et la face avant de la culée

Figure 3.6-2
Semelle pour culée avec joint de tablier à l'unité 1, avec biais



3.7 EXEMPLE

Nous devons préparer les plans des culées et des semelles sur le sol pour un pont à une travée de 30 mètres dont le tablier est constitué de poutres NEBT 1600 avec dalle en béton armé. Le tablier a un biais à droite de 20 degrés.

Pour ce type de tablier, nous avons une culée sans joint à l'appui n° 2 et une culée avec joint de tablier à l'appui n° 1.

À titre d'exemple nous allons compléter les plans types nécessaires pour l'unité de fondation n° 1.

3.7.1 Culée

Suivant les indications du tableau 3.3-1, nous choisissons les plans types numéros PT1CU-03 « Dimensions » et PT1CU-04 « Armature ».

Nous remplissons le tableau 3.2-1.

À la lumière des renseignements du tableau 3.2-2 qui nous avons rempli et qui nous a été retourné par la Direction des structures, nous suivons ensuite la procédure décrite à la section 3.4.

EXEMPLE

Tableau 3.2-1 (partie 1)

Culées sur le sol

Données d'entrée de l'analyse géotechnique et structurale

Projet de pont sur :	<u>LA ROUTE 88</u>	
Au-dessus de :	<u>LA RIVIÈRE AU BROCHET</u>	
Municipalité :	<u>LA PATRIE</u>	
Dossier :	<u>P-18888</u>	
Direction des structures Télécopieur : 418-646-5415		
Caractéristiques géométriques du tablier		
Portée de calcul (entr'axe des appareils d'appuis) (L') :	<u>30</u>	(m)
Largeur hors tout du tablier (LT) :	<u>9900</u>	(mm)
Biais du pont :	<u>20</u>	(°)
Type de poutre (acier ou béton) :	<u>NEBT 1600 (BÉTON)</u>	
Poids linéaire de la poutre :	<u>14,43 kN/m</u>	(kN/m)
Nombre de poutres :	<u>4</u>	
Espacement des poutres :	<u>2500</u>	(mm)
Pente transversale du tablier :	<u>2</u>	(%)
Nombre de chasse-roues :	côté droit : <u>0</u>	gauche : <u>1</u>
Nombre de trottoirs :	côté droit : <u>1</u>	gauche : <u>0</u>
Type de glissière(s) :	côté droit : <u>301</u>	gauche : <u>301</u>
Épaisseur de la dalle :	<u>200</u>	(mm)
Épaisseur de l'enrobé :	<u>65</u>	(mm)
Note : Une copie du rapport d'étude géotechnique (conforme à la norme CAN/CSA-S6-00) doit être transmise avec la présente demande.		

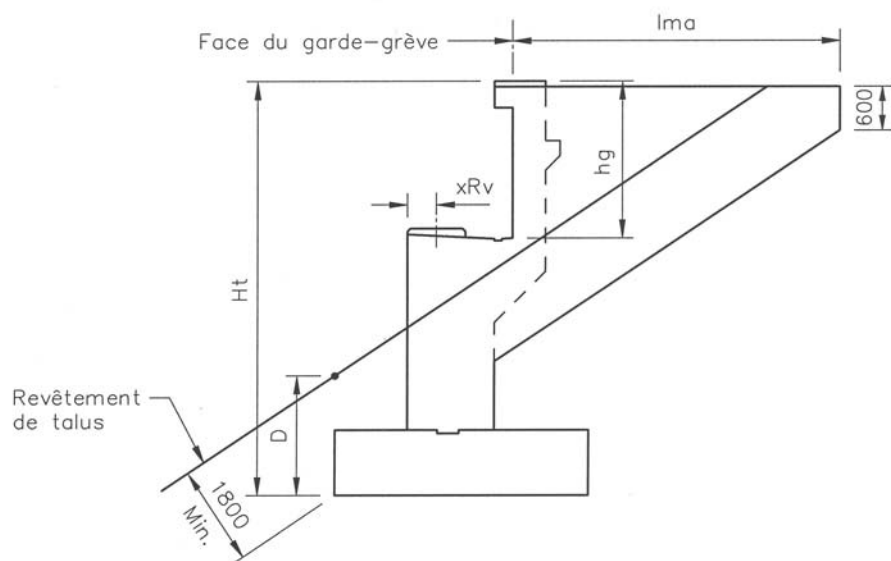
Tableau 3.2-1 (partie 2)

Culées sur le sol

Données d'entrée de l'analyse géotechnique et structurale

Caractéristiques géométriques de la culée

Hauteur totale (semelle comprise) :	(Ht)	<u>8000</u>	(mm)
Hauteur du garde grève : (de l'assise à l'extrémité supérieure)	(hg)	<u>2100</u>	(mm)
Longueur moyenne des murs en aile :	(lma)	<u>5500</u>	(mm)
Position du centre de l'appui :	(xRv)	<u>370</u>	(mm)
Profondeur d'encastrement :	(D)	<u>2400</u>	(mm)
Niveau du dessous des semelles :		<u>8,75</u>	(m)
Niveau des basses eaux :		<u>7,00</u>	(m)



Direction territoriale requérante :

Chargé de projet :

(signature)

ing.

(en lettres moulées)

Chef de service :

Date :

EXEMPLE

Tableau 3.2-2

Culée sur le sol

Résultats de l'analyse géotechnique et structurale

Projet de pont sur :	<u>LA ROUTE 88</u>		
Au-dessus de :	<u>LA RIVIÈRE AU BROCHET</u>		
Municipalité :	<u>LA PATRIE</u>		
Dossier :	<u>P-18888</u>		
Direction des structures		Télécopieur : 418-646-5415	
Largeur de la semelle (B) :		<u>4100</u> (mm)	Cases plans types g, k
Longueur de la pince avant (F) :		<u>1700</u> (mm)	j, m
Épaisseur de la semelle (HS) :		<u>1100</u> (mm)	h, l
Armatures du fût (barre C1) :	No :	<u>25</u>	ar
	Espacement :	<u>200</u> (mm)	
Armatures de la semelle et du fût (S1) :	No :	<u>25</u>	ar1, ar4
	Espacement :	<u>200</u> (mm)	
	Longueur (LS1) :	<u>2000</u> (mm)	
Armatures inférieure de la semelle (S2) :	No :	<u>20</u>	ar2, ar5
	Espacement :	<u>190</u> (mm)	
Armatures supérieure de la semelle (S3) :	No :	<u>15</u>	ar3, ar6
	Espacement :	<u>300</u> (mm)	
Préparé par : (signature) _____			
(en lettre moulées) _____			Date _____
Vérifié par : (signature) _____			
(en lettre moulées) _____			Date _____
Service de la conception Direction des structures			

3.7.1.1 Plan type PT1CU-03 dimensions

En nous référant à la figure 3.4-2, nous inscrivons les données suivantes :

PROFIL GAUCHE

a = 1, numéro de l'unité
b = 5 500
d = 16,480
f = 16,480
z6 = $250/\cos 20^\circ = 266$

VUE EN ÉLÉVATION

h = 9 900
i' = 3 833
j' = 3 833
k = 16,553
l = 16,553
m = 16,630
n = 14,498
o = 14,498
p = D
q = 1200
r = 4
s = 2500
t = 7500
u = 9850

PROFIL DROIT

a = 1, numéro de l'unité
c = 5 500
e = 16,453
g = 16,453
z6 = $250/\cos 20^\circ = 266$

DÉTAILS DES ASSISES

Selon le tableau 3.4-1, pour un biais $z1 > 15^\circ$ et $\leq 20^\circ$

$$x = 1150$$

BUTOIRS EXTÉRIEUR OU INTÉRIEUR

$$q = 1200$$

$$z7 = 800/\cos(20^\circ)$$

VUE EN PLAN

$$i = 3825$$

$$j = 3825$$

$$q1 = 1\,200/\cos(20^\circ) = 1277$$

$$s1 = 2500/\cos(20^\circ) = 2660$$

$$t1 = 7500/\cos(20^\circ) = 7980$$

$$x = 1150 \text{ (tableau 3.4-1)}$$

$$z1 = 20^\circ$$

$$z2 = (450+3825)/\cos(20^\circ) = 4549$$

$$z3 = (1800+3825)/\cos(20^\circ) = 5986$$

$$z4 = 1450/\cos(20^\circ)$$

$$z5 = 450/\cos(20^\circ)$$

$$z7 = 851$$

TABLEAU « ÉL. DES ASSISES »

$$Y = A = 14,578$$

$$B = 14,628$$

$$C = 14,628$$

$$D = 14,578$$

DANS LE CARTOUCHE CULÉE-DIMENSIONS

$$a = 1$$

3.7.1.2 Plan type PT1CU-04 Armature

Dans le tableau 3.2-2, nous avons :

$$C1 = \text{No 25 et } ar = 200$$

VUE EN PLAN

$$\begin{aligned} z1 &= 20^\circ \\ ar &= 200 \end{aligned}$$

COUPE A-A

$$ar = 200$$

Dans le cartouche : $a = 1$

3.7.2 Semelle

Suivant la section 3.5, nous choisissons le plan type PT1CU-14, pour semelle de culée avec biais à droite et choisissons le bloc de dessin qui correspond à notre exemple (culée avec joint de tablier à l'unité 1).

Les valeurs et informations à inscrire sur le plan type sont les suivantes :

VUE EN PLAN

$$\begin{aligned} a &= 30\,000 + 1150 + 550 = 31\,700 \\ b &= 4275 \\ c &= 5625 \\ d &= 4275 + 300 = 4575 \\ e &= 5625 + 300 = 5925 \\ f &= 4575 + 5925 = 10500 \\ b1 &= 4275/\cos(20^\circ) = 4549 \\ c1 &= 5625/\cos(20^\circ) = 5986 \\ d1 &= 4575/\cos(20^\circ) = 4869 \\ e1 &= 5925/\cos(20^\circ) = 6305 \\ f1 &= 10\,500/\cos(20^\circ) = 11174 \\ g1 &= 4100/\cos(20^\circ) = 4363 \\ i1 &= 950/\cos(20^\circ) = 1011 \\ j1 &= 1700/\cos(20^\circ) = 1809 \\ x1 &= 11 + 350,5 \end{aligned}$$

z1 = 20°
z2 = 300/cos (20°) = 319
z3 = 250/cos (20°) = 266
z5 = 1200/cos (20°) = 1277
ar1= 200
ar2= 190
ar3= 300

COUPE A-A DIMENSIONS

g = 4100
h = 1100
l = 950
j = 1700
y1 = 9850

CHAPITRE 4

TABLIERS

TABLE DES MATIÈRES

4.1	GÉNÉRALITÉS	4-1
4.1.1	Choix de tablier	4-1
4.1.2	Chasse-roues, trottoirs et glissières	4-2
4.1.3	Drain de tablier	4-2
4.1.4	Joint de tablier	4-2
4.1.5	Appareils d'appui	4-2
4.1.6	Membrane d'étanchéité et enrobé	4-2
4.1.7	Nombre minimal de poutres	4-2
4.2	TABLIER À POUTRES PRÉFABRIQUÉES EN BÉTON PRÉCONTRAIT	4-3
4.2.1	Généralités	4-3
4.2.2	Choix du type de poutre	4-4
4.2.3	Procédure d'utilisation des plans types des poutres	4-11
4.2.4	Choix des plans types du tablier	4-15
4.2.5	Procédure d'utilisation des plans types du tablier – Dimensions	4-17
4.2.6	Procédure d'utilisation des plans types du tablier – Armature	4-20
4.2.7	Exemple de conception d'un tablier de pont	4-25
4.3	TABLIER À POUTRES EN ACIER ET DALLE EN BÉTON ARMÉ	4-33
4.3.1	Généralités	4-33
4.3.2	Conception des poutres assemblées	4-34
4.3.3	Travée nominale d'un tablier	4-34
4.3.4	Choix des plans types des poutres	4-37
4.3.5	Procédure d'utilisation des plans types des poutres	4-37
4.3.6	Paramètres de conception	4-47
4.3.7	Choix du plan type de la dalle	4-50
4.3.8	Procédure d'utilisation des plans types de la dalle	4-50
4.3.9	Exemple	4-53

4.1 GÉNÉRALITÉS

4.1.1 Choix de tablier

Le présent chapitre porte sur deux sortes de tabliers de ponts :

- ceux à poutres préfabriquées en béton précontraint de type NEBT avec dalle et diaphragmes en béton armé coulés en place;
- ceux à poutres en acier avec diaphragmes ou contreventements en acier et dalle en béton armé coulée en place.

Lorsqu'il faut choisir, du fait de la longueur de la travée, entre un tablier à poutres préfabriquées en béton précontraint de type NEBT et un tablier à poutres d'acier, on compare leurs avantages respectifs, en considérant les aspects suivants :

- la nature du milieu : air salin, proximité d'usines rejetant des matières polluantes corrosives, etc.;
- la disponibilité des matériaux et les temps de livraison;
- les possibilités de transport des poutres : longueurs, poids;
- les facilités de mise en place : circulation des grues au chantier;
- les besoins d'entretien à moyen et long terme;
- l'intensité des charges sismiques (capacité du système de retenue du tablier);
- le poids propre du tablier, lorsque la capacité portante des fondations est limitée : par exemple lorsqu'on conserve les unités existantes;
- la profondeur du tablier (dégagement vertical sous le pont).

Si, une fois cette comparaison faite, plusieurs options demeurent possibles, on procédera à une étude comparative des coûts liés à la construction et à l'entretien de l'ouvrage pour arrêter le choix sur la solution la plus économique.

Les plans du tablier d'un pont normalisé sont élaborés à l'aide des plans types et de la procédure d'utilisation donnés dans ce chapitre pour chaque type de tablier.

4.1.2 Chasse-roues, trottoirs et glissières

Pour les deux sortes de tablier, le concepteur peut prévoir les combinaisons indiquées au chapitre 2 du Tome III des Normes en respectant les dimensions des chasse-roues et des trottoirs données sur les plans types, au chapitre 6 du présent manuel.

Les glissières sont prises en compte sur les dessins types et le concepteur doit adapter les plans types dimensions et armatures en conséquence.

4.1.3 Drain de tablier

Lorsqu'il faut prévoir des drains de tablier, le détail du drain doit être intégré au plan type chasse-roue et trottoir PT1CR-01 et PT1CR-02.

4.1.4 Joint de tablier

Les tabliers dont la travée nominale T (face-à-face des murs garde-grève) est supérieure à 25 m doivent être dotés d'un joint de tablier à une de leurs extrémités (joint de tablier à une garniture en élastomère).

Au joint de tablier, on utilise la culée-galerie.

Un joint dalle sur culée est prévu aux appuis de tous les tabliers qui ne comportent pas de joint.

4.1.5 Appareils d'appui

Les appareils d'appui des poutres des ponts normalisés sont en élastomère fretté. Les dimensions des appareils sont données aux plans types des poutres.

4.1.6 Membrane d'étanchéité et enrobé

La dalle de béton des tabliers à poutres doit être protégée par une membrane d'étanchéité, puis recouverte d'enrobé, selon les prescriptions du chapitre 2 du Tome III des Normes.

4.1.7 Nombre minimal de poutres

Les tabliers de ponts normalisés doivent comporter un minimum de quatre poutres. Cette exigence a pour but d'assurer une certaine flexibilité à l'ouvrage au cas où la dalle doit être remplacée.

4.2 TABLIER À POUTRES PRÉFABRIQUÉES EN BÉTON PRÉCONTRAIT

4.2.1 Généralités

Le présent article traite des tabliers de pont normalisés constitués d'une dalle en béton armé qui repose sur des poutres préfabriquées en béton précontraint.

Les poutres préfabriquées de type NEBT (1000, 1200, 1400, 1600 et 1800) peuvent être utilisées pour des travées simples jusqu'à 33,35 m de portée (entr'axe des appuis). Dans un pont normalisé, les poutres constituant le tablier sont toutes identiques (type et quantité de précontrainte).

Les éléments structuraux sont conformes aux exigences de la norme CAN/CSA-S6-00 et à celles du Manuel de conception des structures, volume 1.

Les principaux composants et les critères de construction des tabliers à poutres préfabriquées sont décrits au chapitre 8 du Manuel de conception des structures, volume 1.

Le concepteur doit respecter les critères parasismiques énoncés à la section 4.4.5.2 de la norme CAN/CSA-S6-00 en ce qui concerne les diaphragmes d'extrémité et les éléments de retenue du tablier (butoirs en béton armé et tiges d'ancrage).

Les diaphragmes et les éléments de retenue sont normalisés et leur résistance propre aux charges horizontales a été déterminée.

Il peut arriver que ce type de tablier soit inapproprié pour certaines zones sismiques. Dans ce cas, le concepteur doit envisager d'autres types (à charpente métallique, par exemple).

Les limites suivantes s'appliquent à ce type de tablier normalisé, outre celles définies au chapitre 1 « Généralités » et à la section 4.1 du chapitre 4 « Généralités » du présent manuel.

- Travée nominale : 8 m à 35 m
- Largeur carrossable minimale : 8 m
- Largeur maximale du tablier : 15,0 m
- Espacement d'entr'axe des poutres (S) : 2000 mm à 3500 mm
- Longueur maximale du porte-à-faux de la dalle : $0.5 S$ et $\leq 1\,500$ mm
- Longueur minimale du porte-à-faux de la dalle : $0.40 S$
- Pente longitudinale maximale : 3 %
- Biais maximal du pont : $\tan^{-1} \left(\frac{L'}{18S} \right) \leq 30^\circ$

- Nombre minimal de poutres : 4
- Épaisseur de la dalle mince en béton armé : 200 mm
- Épaisseur de l'enrobé : 65 mm
- Joint de tablier requis : si travée nominale > 25 m

Des plans types ont été élaborés pour la préparation des plans et devis complets nécessaires aux appels d'offres.

4.2.2 Choix du type de poutre

Le choix du type de poutre préfabriquée à utiliser est fonction de la portée de calcul « L' » (distance c/c des appuis) et de la hauteur maximale admissible du tablier. Les caractéristiques géométriques des poutres NEBT sont données à la figure 4.2-2.

Pour choisir le type de poutres le plus économique à utiliser, il faut comparer le coût de chacune des solutions étudiées; la solution la plus économique sera normalement celle qui exige le minimum de poutres pour le tablier du pont.

La liste des plans types des poutres NEBT est donnée à l'article 4.2.4.1.

4.2.2.1 Travée nominale et portée de calcul

La travée nominale « T » est définie comme étant la distance, mesurée selon l'axe des poutres, comprise entre les faces des murs garde-grève des culées. Les poutres forment une travée simple; leur longueur totale « L » mesure 400 mm de moins que la travée nominale « T » d'un pont sans joint de tablier et 1000 mm de moins que celle d'un pont avec joint de tablier. La portée de calcul mesure 650 mm de moins que la longueur totale « L » de la poutre. Ces paramètres géométriques sont illustrés à la figure 4.2-1.

4.2.2.2 Conception des poutres

Les calculs nécessaires à la conception des poutres préfabriquées de type NEBT doivent être faits pour chaque projet au moyen d'un logiciel d'analyse spécialisé.

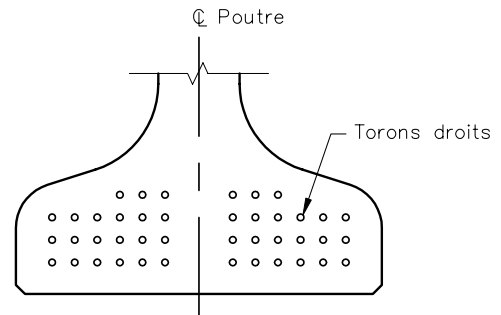
Le concepteur à la Direction territoriale doit préciser les données de saisie selon les indications du tableau 4.2-1 et les faire parvenir au Service de la conception de la Direction des structures. Un ingénieur concepteur spécialisé procède à l'analyse et transmet les résultats au demandeur, qui dispose ainsi des données requises pour compléter les plans types du projet. Le formulaire présenté au tableau 4.2-2 est utilisé à cette fin.

4.2.2.3 Disposition des torons

La disposition des torons dans une poutre précontrainte doit être conforme aux instructions qui suivent et aux dessins.

Torons droits

Disposer le nombre maximal de torons droits par rang à partir du rang inférieur; les torons d'un rang incomplet seront généralement regroupés vers le centre de la poutre, symétriquement par rapport à l'axe. Le nombre de torons doit toujours être pair.



POUTRE NEBT

Torons inclinés

Au centre de la poutre, disposer le nombre maximal de torons inclinés par rang à partir du rang inférieur. Aux extrémités, placer le rang supérieur de torons inclinés à 70 mm du dessus de la poutre.

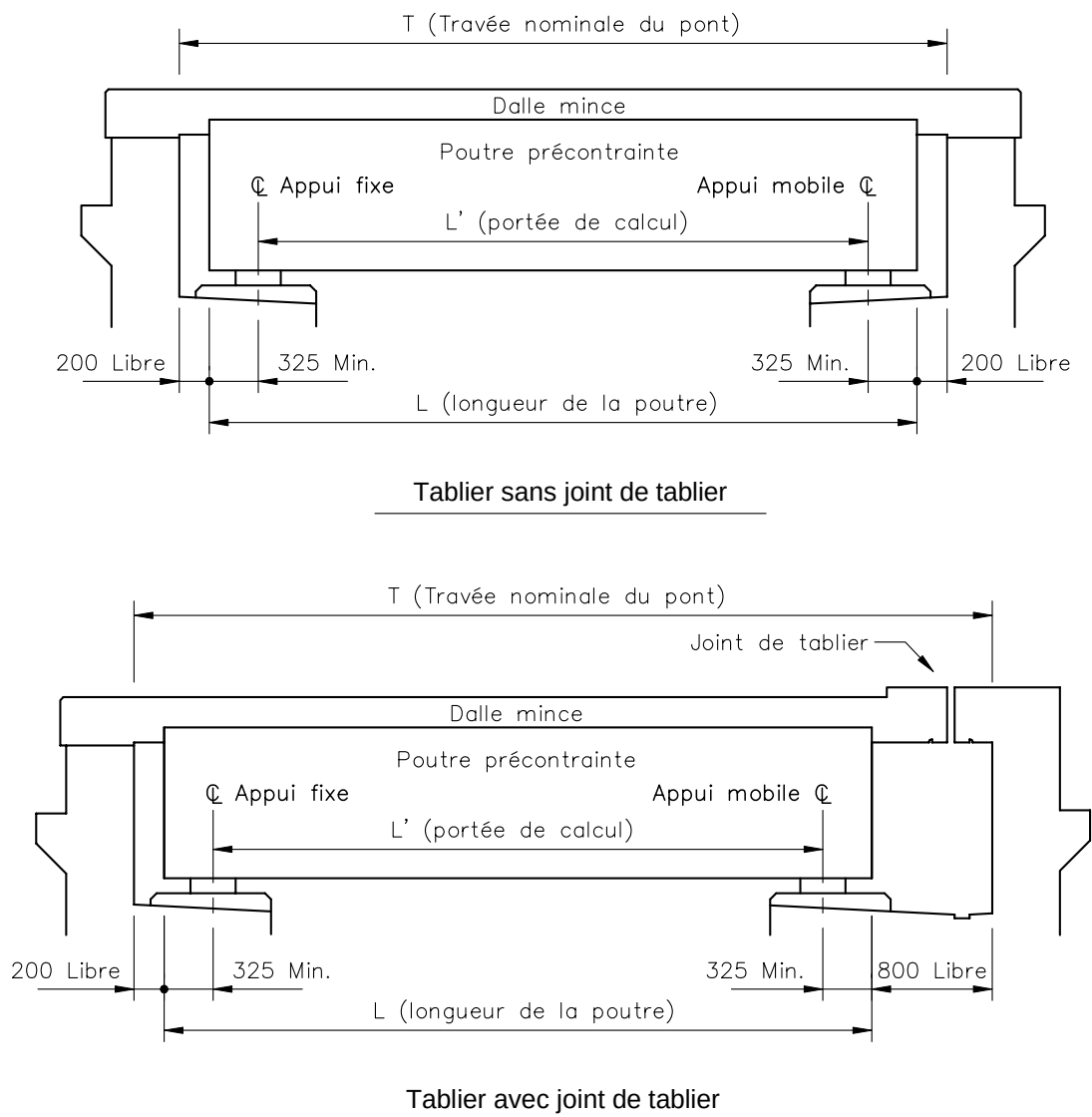
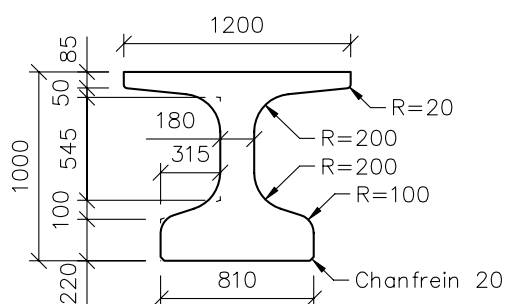
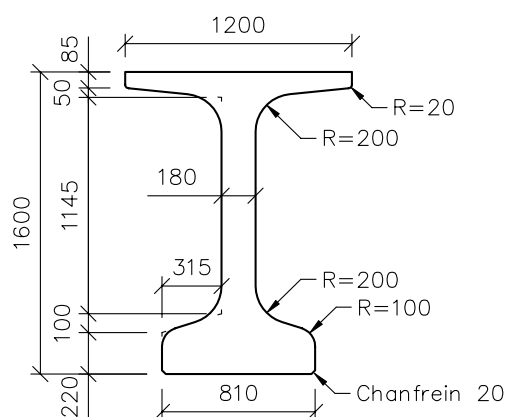


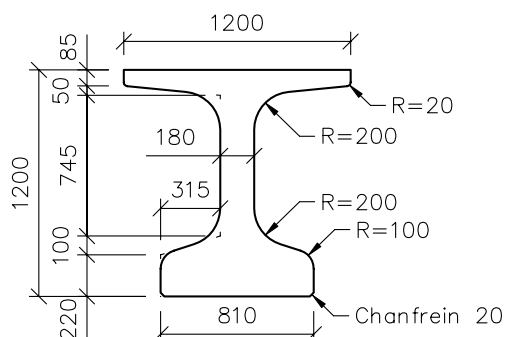
Figure 4.2-1
Ponts normalisés à poutres NEBT



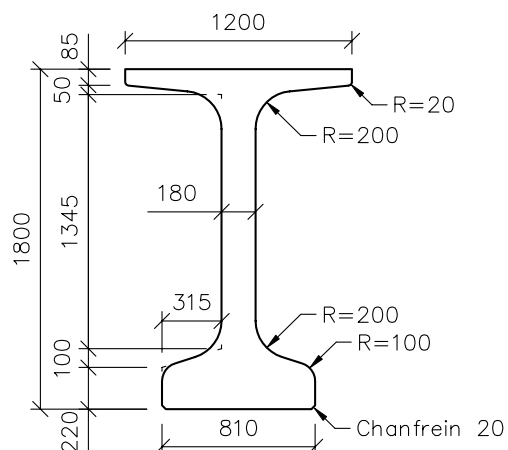
NEBT 1000



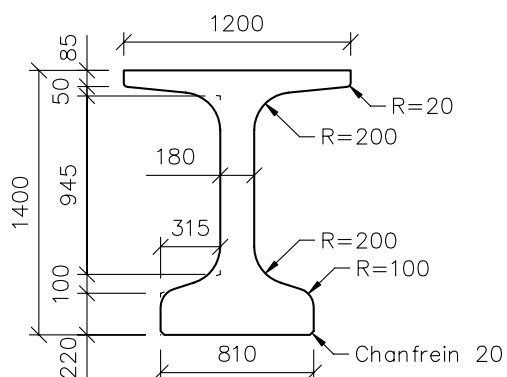
NEBT 1600



NEBT 1200



NEBT 1800



NEBT 1400

Type	Aire	Yb	Moment d'inertie	Poids linéique
NEBT	$\text{mm}^2 \times 10^3$	mm	$\text{mm}^4 \times 10^9$	kN/m
NEBT 1000	481	483.2	62.1	11.78
NEBT 1200	517	574.8	99.1	12.67
NEBT 1400	553	667.3	146.5	13.55
NEBT 1600	589	760.9	204.8	14.43
NEBT 1800	625	855.1	274.9	15.31

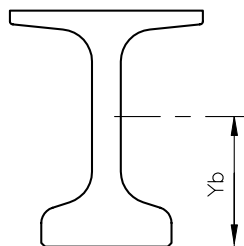


Figure 4.2-2
Caractéristiques des poutres préfabriquées de type NEBT

Tableau 4.2-1

Tablier à poutres préfabriquées de type NEBT
Données de saisie de l'analyse structurale

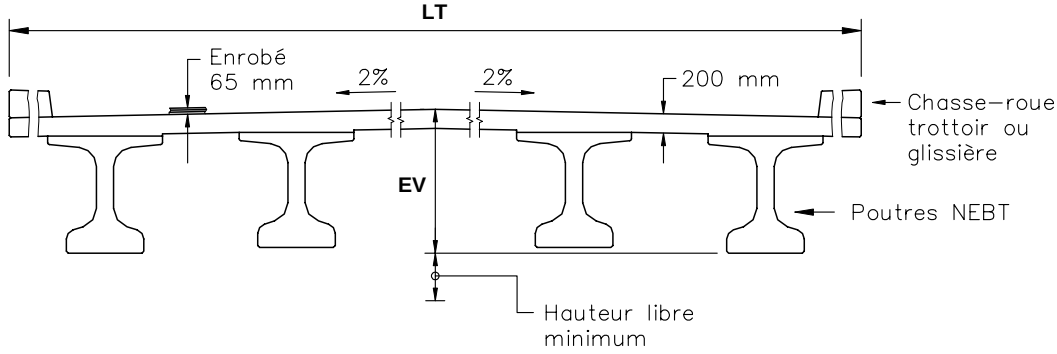
Projet de pont sur :			
Au-dessus de :			
Municipalité :			
Dossier :			
Direction des structures		Télécopieur : 418-646-5415	
Travée nominale :	T =		(mm)
Portée de calcul :	L' =		(mm)
Largeur hors tout du tablier :	LT =		(mm)
Biais du pont :			(°)
Nombre de chasse-roues :			
Nombre de trottoirs :			
Nombre et type de glissière(s) :			
Espace vertical disponible pour l'épaisseur du tablier :	EV =		(mm)
Drains de tablier :	oui ☐	non ☐	
			
Autres particularités : (ex. : bande médiane, tuyaux d'aqueduc, d'égout, portés par le tablier..., etc.)			
Direction territoriale requérante :			
Chargé de projet :	(signature)		ing.
	(en lettres moulées)		
Chef de service :			
Date :			

Tableau 4.2-2

Tablier à poutres préfabriquées de type NEBT
Résultats de l'analyse structurale

Projet de pont sur : _____		
Au-dessus de : _____		
Municipalité : _____		
Dossier : _____		
<u>Surcharge routière CL-625</u>		<u>Cases plans types</u>
Coefficients d'essieu à ÉLUL :	Flexion : _____	
	Effort tranchant : _____	
<u>Dalle</u>		
Résistance du béton à 28 jours f'_c :	_____ (MPa)	
<u>Poutres</u>		
Type :	_____	
Nombre :	_____	
Longueur L :	_____ (mm)	s
Espacement c/c :	_____ (mm)	h
Espacement extérieur (porte-à-faux) :	_____ (mm)	f
Nombre de diaphragmes intermédiaires :	_____	b et k
<u>Béton des poutres</u>		<u>Cases plans types</u>
Résistance à 28 jours f'_c :	_____ (MPa)	t
Résistance à l'application de la précontrainte f'_{ci} :	_____ (MPa)	u
Type de béton de ciment (Norme 3101) :	_____	v
<u>Acier de précontrainte</u>		
Type de torons (diamètre, aire) :	_____ (mm, mm ²)	x, y
Nombre de torons droits :	_____	i
Nombre de torons inclinés :	_____	j
Contrainte de traction finale f_{se} :	_____ (MPa)	z
Distance du point de relèvement a_r :	_____ (mm)	n
Position du rang inférieur des torons inclinés Y_r :	_____ (mm)	m
<u>Étriers</u>		
Nombre d'espacements :	_____	f1 à f3
Valeur des espacements :	_____ (mm)	g1 à g3
Distance couverte par les étriers :	_____ (mm)	h1 à h3
Dernière cote :	_____ (mm)	h4
Perte de cambrure des poutres	_____ (mm)	z1 à z5

Tableau 4.2-2 (suite)

Tablier à poutres préfabriquées de type NEBT
Résultats de l'analyse structurale

<u>Appareils d'appui</u>		
– Charges verticales		
· P_{cc} (charges constantes)	Utilisation (ÉLUT 1) : _____ kN	Ultime (ÉLUL) : _____ kN
· P_{totale} (charges constantes + surcharge avec CMD)	Utilisation (ÉLUT 1) : _____ kN	Ultime (ÉLUL) : _____ kN
– Mouvements		
· Rotation	Utilisation (ÉLUT 1) : _____ radian	
· Translation à l'appui mobile (température de pose à 15 °C)	Utilisation : _____ mm	
<u>Effet de la cambrure résiduelle des poutres</u>		
– Abaissement estimé des assises aux culées :		_____ mm
Préparé par :	(signature) _____	_____
	(en lettre moulées) _____	Date
Vérifié par :	(signature) _____	_____
	(en lettre moulées) _____	Date
Service de la conception Direction des structures		

4.2.3 Procédure d'utilisation des plans types des poutres

4.2.3.1 Dimensions et précontrainte des poutres

Le concepteur remplit les cases montrées au plan des poutres en se référant aux lettres les identifiant. On trouvera ci-dessous, pour chacune de ces lettres, des indications sur les informations à inscrire dans les cases; se référer au feuillet de format réduit du plan des poutres de la figure 4.2-3

Note : Toutes les dimensions sont en millimètres.

Identification des cases à remplir sur le plan type

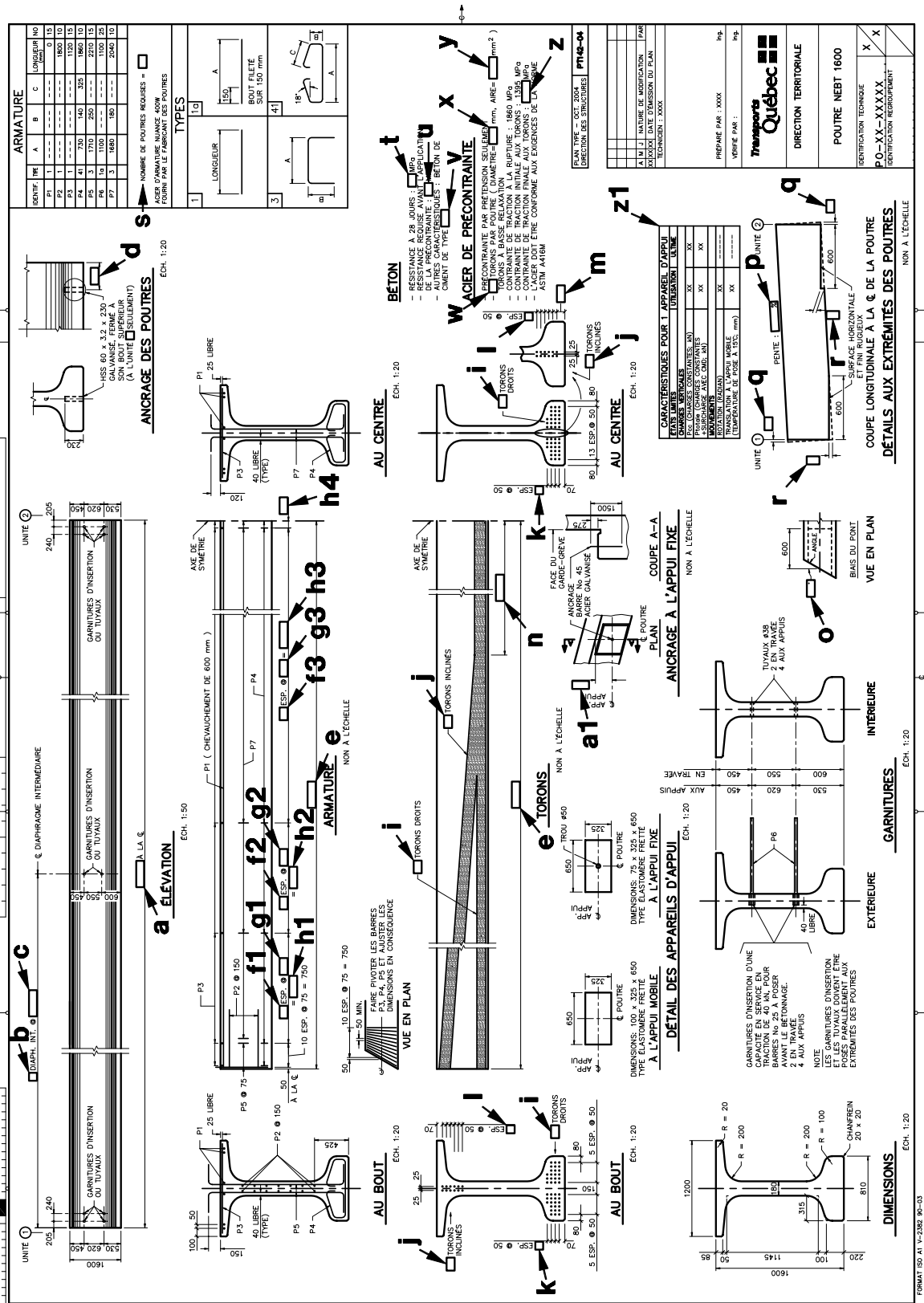
- a : longueur de la poutre (valeur de L)
- a1 : distance entre la face du mur garde-grève de la culée et le centre de l'appareil d'appui fixe, mesurée selon l'axe du pont; cette valeur est donnée dans le texte explicatif du chapitre 3 traitant de la conception des culées, où elle est identifiée « x » (tableau 3.4-1)
- b : nombre de diaphragmes intermédiaires (voir tableau 4.2-2 complété)
- c : espacement entre les diaphragmes intermédiaires; à calculer
- d : distance entre l'extrémité de la poutre et son ancrage à la culée, correspondant à la valeur dans la case a1 - 200 mm (soit 325 mm pour un tablier sans biais)
- e : demi-longueur de la poutre (soit $L/2$)
- f1 à f3 : nombre d'espacements requis pour les étriers
- g1 à g3 : valeur des espacements requis pour les étriers
- h1 à h3 : distance couverte par les étriers ($h_i = f_i \times g_i$)
- h4 : dernier espacement avec l'étrier central
- i : nombre de torons droits
- j : nombre de torons inclinés
- k : nombre d'espacements entre les torons droits, disposés à 50 c/c
- l : nombre d'espacements entre les torons inclinés, disposés à 50 c/c
- m : au centre de la poutre, distance mesurée entre le dessous de la poutre et le centre du rang inférieur du groupe de torons inclinés (distance y_r)

- n : distance du point de relève des torons inclinés, mesurée à partir du centre de la poutre (axe de symétrie de la poutre)
- o : angle du biais du pont, en degrés; indiquer dans la case l'angle de biais orienté vers la droite ou vers la gauche selon le cas
- p : pente de la poutre, en pourcentage; lorsque l'ancrage de la poutre est situé au point haut de la poutre et que le tablier est en biais, vérifier que le dégagement entre le dessous de la poutre et l'assise de la culée est suffisant et utiliser au besoin un appui fixe fretté d'une plus grande épaisseur ou corriger la forme de l'assise de la culée en conséquence
- q : correction verticale des extrémités de la poutre en fonction de sa pente ; négliger la correction de la verticalité si elle est inférieure à 25 mm
 $q = \text{profondeur poutre} \times \text{pente} \ll p \gg$
- r : correction de la semelle inférieure de la poutre en fonction de sa pente; vérifier l'enrobage minimal des armatures de la poutre, qui doit être d'au moins 10 mm
 $r = 600 \text{ mm} \times \text{pente} \ll p \gg$
 le dessous, à l'endroit des appuis, doit être parfaitement de niveau
- s : nombre de poutres préfabriquées qui composent le tablier du pont
- t : résistance du béton de la poutre spécifiée à 28 jours, f'_c en MPa
- u : résistance du béton de la poutre requise avant l'application de la précontrainte, f'_{ci} en MPa
- v : type de béton de ciment (type VIII en général)
- w : nombre total de torons droits et inclinés de la poutre = $i + j$
- x : diamètre d'un toron (15,24 mm en général)
- y : aire d'un toron en mm^2 (140 mm^2 en général)
- z : contrainte de traction finale dans les torons, après les pertes à long terme, f_{se} en MPa

z1 : caractéristiques des appareils d'appui

- tableau des charges verticales et des mouvements appliqués aux appareils d'appui en élastomère fretté
- le tableau doit être complété à partir des données du tableau de résultats 4.2-2
- charges verticales constantes (P_{cc}) à l'ÉLUT 1 (utilisation), en kN
- charges verticales totales (P_{totale}) à l'ÉLUT 1 (utilisation), en kN
- charges verticales constantes (P_{cc}) aux ÉLUL (ultime), en kN
- charges verticales totales (P_{totale}) aux ÉLUL (ultime), en kN
- mouvement de rotation à l'ÉLUT 1 (utilisation), en radians
- mouvement de translation à l'appui mobile à l'ÉLUT (utilisation), température de pose à 15 °C, en mm

Figure 4.2-3



4.2.4 Choix des plans types du tablier

Le choix des plans types est fonction du type de poutres préfabriquées utilisées et du biais du tablier.

Pour élaborer les plans d'un tablier de pont avec poutres préfabriquées de types NEBT et dalle en béton armé, le concepteur choisit les plans types appropriés parmi la liste qui suit.

4.2.4.1 Liste des plans types

POUTRES NEBT	1000	PT142-01
	1200	PT142-02
	1400	PT142-03
	1600	PT142-04
	1800	PT142-05

TABLIER À POUTRES NEBT 1000

- Sans biais :
 - dimensions PT142-06
 - armature PT142-07
- Biais à droite :
 - dimensions PT142-08
 - armature PT142-09
- Biais à gauche :
 - dimensions PT142-10
 - armature PT142-11

TABLIER À POUTRES NEBT 1200

- Sans biais :
 - dimensions PT142-12
 - armature PT142-13
- Biais à droite :
 - dimensions PT142-14
 - armature PT142-15
- Biais à gauche :
 - dimensions PT142-16
 - armature PT142-17

TABLIER À POUTRES NEBT 1400

- Sans biais :
 - dimensions PT142-18
 - armature PT142-19
- Biais à droite :
 - dimensions PT142-20
 - armature PT142-21
- Biais à gauche :
 - dimensions PT142-22
 - armature PT142-23

TABLIER À POUTRES NEBT 1600

- Sans biais :
 - dimensions PT142-24
 - armature PT142-25
- Biais à droite :
 - dimensions PT142-26
 - armature PT142-27
- Biais à gauche :
 - dimensions PT142-28
 - armature PT142-29

TABLIER À POUTRES NEBT 1800

- Sans biais :
 - dimensions PT142-30
 - armature PT142-31
- Biais à droite :
 - dimensions PT142-32
 - armature PT142-33
- Biais à gauche :
 - dimensions PT142-34
 - armature PT142-35

4.2.5 Procédure d'utilisation des plans types du tablier – Dimensions

4.2.5.1 Dalle en béton armé

A) Dalle continue sur plusieurs poutres

Le concepteur détermine l'espacement des armatures de la dalle en béton armé du tablier, en se référant à la section 8.2.3 du chapitre 8 du Manuel de conception des structures, volume 1.

B) Dalle en porte-à-faux

En se référant au chapitre 8 du Manuel de conception des structures, volume 1, le concepteur vérifie si l'armature principale de la dalle est suffisante pour une dalle en porte-à-faux. Au besoin, il prévoit une armature supplémentaire dans la partie en porte-à-faux.

4.2.5.2 Drainage du tablier

Le concepteur vérifie si le tablier du pont doit être doté d'un système de drainage et s'assure en conséquence la disposition des poutres afin d'éviter tout conflit avec la position des drains. Pour le drainage du tablier d'un pont, se référer aux chapitres 2 et 8 du Manuel de conception des structures, volume 1.

Il est possible qu'un système de drainage du tablier ne soit pas nécessaire sur un pont à chaussée de largeur normale si la travée « T » ne dépasse pas 35 m et si le profil supérieur de la route possède une pente suffisante pour assurer ce drainage.

4.2.5.3 Dimensions du tablier

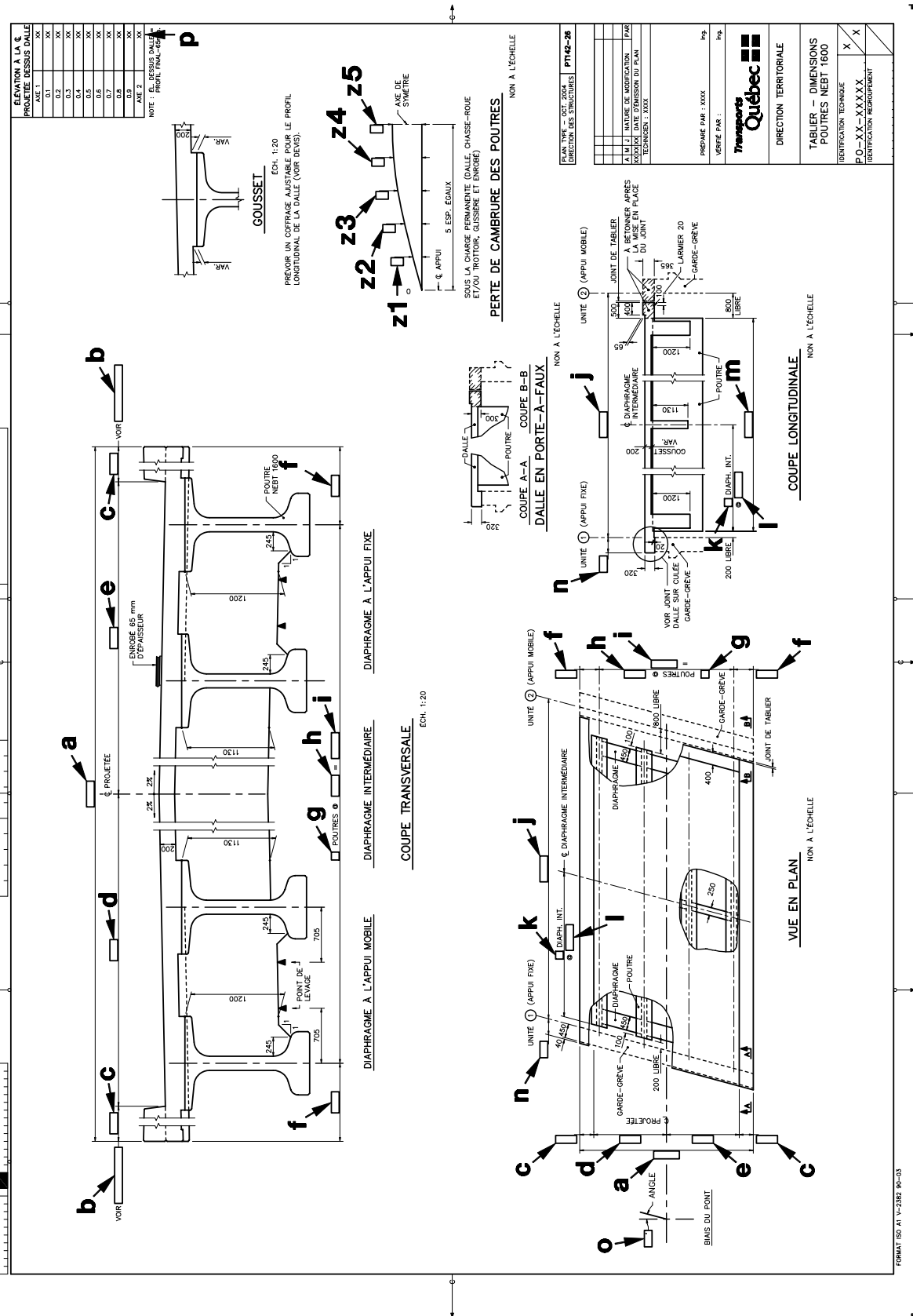
Le concepteur remplit les cases montrées au plan des dimensions du tablier du pont, en se référant aux lettres les identifiant. On trouvera ci-dessous, pour chacune de ces lettres, des indications sur les informations à inscrire dans les cases; se référer au feuillet de format réduit du plan, sur la figure 4.2-4.

Note : sauf indication contraire, toutes les dimensions sont en millimètres.

Identification des cases à remplir sur le plan type

- a : largeur totale du tablier
- b : inscrire « trottoir » ou « chasse-roue »
- c : largeur du chasse-roue (450 mm), du trottoir (1 800 mm) ou de la glissière
- d : partie de la largeur carrossable située à gauche de la ligne de centre projetée, suivant la coupe transversale
- e : partie de la largeur carrossable située à droite de la ligne de centre projetée, suivant la coupe transversale
- f : distance entre le bord extérieur de la dalle et le centre de la poutre de rive (porte-à-faux)
- g : nombre de poutres
- h : entr'axe des poutres
- i : entr'axe des deux poutres de rive
- j : longueur de la travée nominale « T » du pont; se référer au plan d'ensemble
- k : nombre de diaphragmes intermédiaires
- l : espacement des diaphragmes intermédiaires
cette valeur doit concorder avec celle du plan type des poutres
- m : longueur de la poutre; valeur de « L » (voir tableau 4.2-2)
- n :
 - épaisseur du garde-grève + 40 mm, mesurée suivant l'axe longitudinal du pont = $(490/\cos \alpha)$
 - valide seulement avec un joint dalle sur culée
- o : angle du biais du pont « alpha », en degrés
- p : élévation projetée du dessus de la dalle à la ligne de centre (m)
- z1 à z5 : perte de cambrure des poutres sous les charges permanentes (excluant le poids propre de la poutre) à une distance de l'appui égale au dixième de la longueur de la poutre (voir tableau 4.2-2)

Figure 4.2-4



4.2.6 Procédure d'utilisation des plans types du tablier – Armature

4.2.6.1 Armature du tablier

Le concepteur remplit les cases montrées au plan de l'armature du tablier du pont, en se référant aux lettres les identifiant. Il complète également le bordereau d'armature. On trouvera ci-dessous, pour chacune de ces lettres, des indications sur les informations à inscrire dans les cases; se référer au feuillet de format réduit du plan, sur la figure 4.2-5.

- Notes :
- 1- Toutes les dimensions sont en millimètres.
 - 2- La longueur des barres ne doit pas dépasser 18 m pour les barres sans protection et 12 m pour les barres galvanisées.
 - 3- Le chevauchement des barres n° 15 est de 600 mm et celui des barres n° 20 est de 700 mm; au besoin, la longueur et le nombre des barres d'armature du bordereau indiquées ci-après doivent être modifiées en conséquence.

Identification des cases à remplir sur le plan type

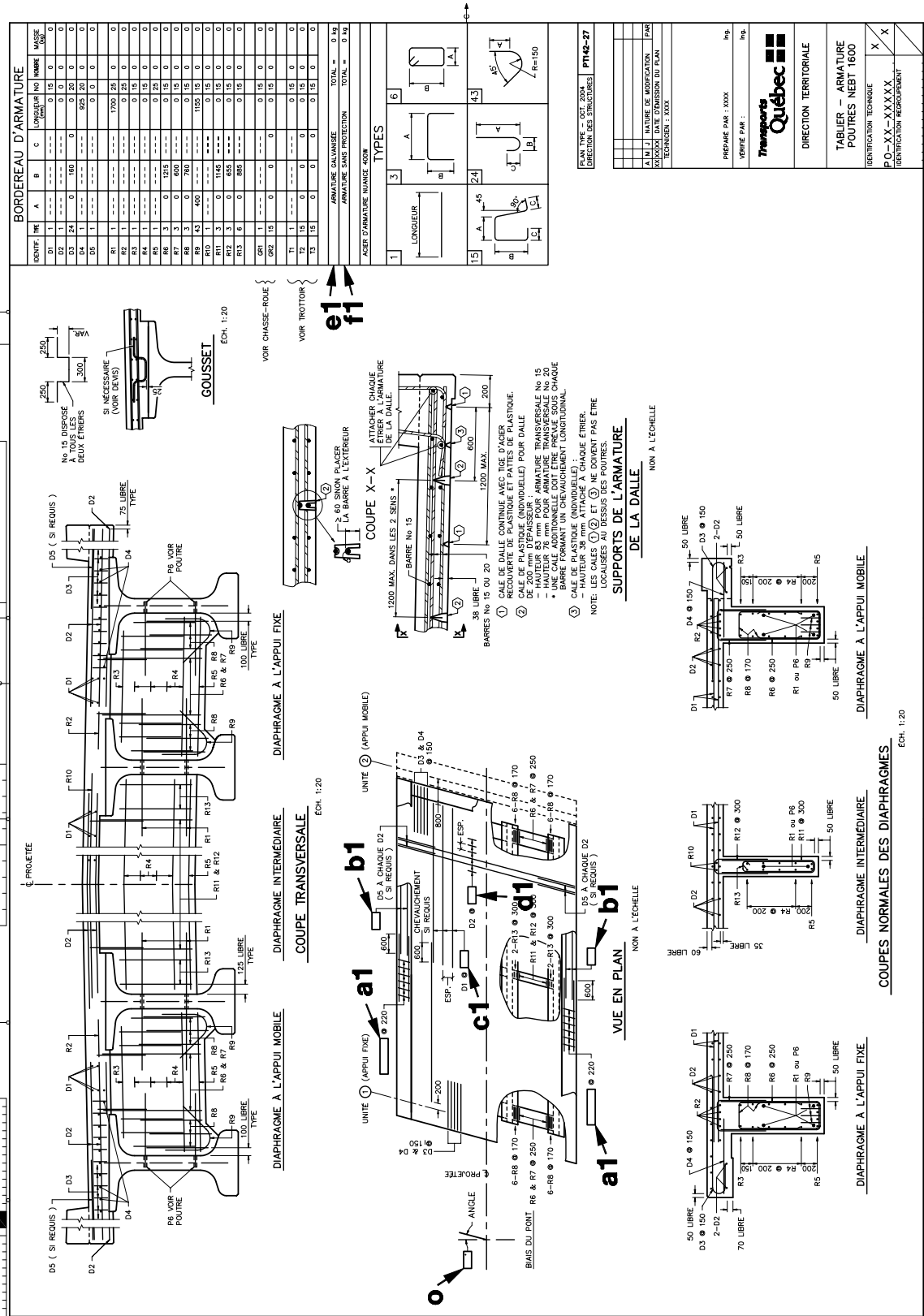
- a1 : inscrire « GR2 » pour un chasse-roue, « T2 » ou « T3 » pour un trottoir
- b1 : inscrire « GR1 » pour un chasse-roue ou « T1 » pour un trottoir
- c1 : espacement des barres D1 de l'armature longitudinale de la dalle
- d1 : espacement des barres D2 de l'armature transversale de la dalle, disposées suivant le biais du pont
- e1 : masse totale des barres d'armature galvanisées, en kg
- f1 : masse totale des barres d'armature sans protection contre la corrosion, en kg
- o : angle du biais du pont « alpha », en degrés

Bordereau d'armature

Protection contre la corrosion (galvanisation)

Lorsqu'une barre d'armature doit être protégée contre la corrosion, le concepteur inscrit la lettre « G » immédiatement à gauche de l'identification de la barre et à l'extérieur du bordereau; se référer au chapitre 2, tome III des Normes.

Figure 4.2-5



Bordereau d'armature (suite)

A) Armatures de la dalle, des chasse-roues ou trottoirs

Les instructions qui suivent permettent de déterminer la longueur et le nombre de barres d'armature contenues dans la dalle, les chasse-roues et les trottoirs des tabliers à poutres préfabriquées en béton et les tabliers à poutres en acier.

Identification des barres d'armature inscrites au bordereau d'armature

D1 : Barre longitudinale de la dalle (voir notes 2 et 3)

Tabliers à poutres NEBT & tabliers à poutres en acier

- longueur = longueur de la poutre
- nombre = $\left(\left[\frac{\text{largeur de la dalle} - 150}{\text{esp. des barres D1}}\right] + 1\right) \times 2$

D2 : Barre transversale de la dalle (voir notes 2 et 3)

Tabliers à poutres NEBT

- longueur = $(\text{largeur de la dalle} - 150) / \cos \alpha$
- nombre (*sans joint de tablier*)
 - rang supérieur = $([\text{longueur de la dalle} - 100] / \text{esp. des barres D2}) + 1$
 - rang inférieur = nombre de barres du rang supérieur - 6
- nombre (*avec 1 joint de tablier*)
 - rang supérieur = $([\text{longueur de la dalle} - 350] / \text{esp. des barres D2}) + 1$
 - rang inférieur = nombre de barres du rang supérieur - 2

Tabliers à poutres en acier

- longueur = $(\text{largeur de la dalle} - 150) / \cos \alpha$
- nombre (*sans joint de tablier*)
 - rang supérieur = $([\text{longueur de la travée nominale} - 1100] / \text{esp. des barres D2}) + 7$
 - rang inférieur = $([\text{longueur de la travée nominale} - 1100] / \text{esp. des barres D2}) + 9$
- nombre (*avec 1 joint de tablier*)
 - rang supérieur = $([\text{longueur de la travée nominale} - 1700] / \text{esp. des barres D2}) + 4$
 - rang inférieur = $([\text{longueur de la travée nominale} - 1100] / \text{esp. des barres D2}) + 5$

D3 : Barre longitudinale supérieure de la dalle, aux appuis

Tabliers à poutres NEBT & tabliers à poutres en acier

- longueur = $A + C + 90$
 - $A = 1450/\cos \alpha$
 - $C = 350/\cos \alpha$
- nombre = $((\text{largeur de la dalle} - 150)/150 + 1) \times 2$

D4 : Barre longitudinale inférieure de la dalle, aux appuis

Tabliers à poutres NEBT

- longueur = 925
- nombre = $((\text{largeur de la dalle} - 150)/150 + 1) \times 2$

Tabliers à poutres en acier

- longueur = 990 mm
- nombre (*sans joint de tablier*)
 $((\text{largeur de la dalle} - 150)/150 + 1) \times 2$
- nombre (*avec 1 joint de tablier*)
 $((\text{largeur de la dalle} - 150)/150) + 1$

D5 : Barre supérieure de la dalle, disposée suivant le biais du pont (si requise pour la dalle en porte-à-faux)

Tabliers à poutres NEBT & tabliers à poutres en acier

- longueur = (distance entre le côté extérieur de la dalle et le centre de la poutre de rive + 900)/ $\cos \alpha$ + 600
- nombre = (nombre de barres D2 rang supérieur) $\times 2$

D6 : Barre inférieure de l'armature de la dalle, disposée suivant le biais du pont et située au niveau de l'extrémité des poutres d'acier

Tabliers à poutres en acier seulement

- longueur = entr'axe des poutres – largeur de la semelle supérieure de la poutre assemblée
- nombre = (nombre de poutres - 1) $\times 10$

D7 : Barre supérieure de l'armature de la dalle, disposée suivant le biais du pont et située au niveau de l'extrémité des poutres d'acier

Tabliers à poutres en acier seulement

- longueur = longueur de la barre D2
- nombre = 10

D8 : Barre longitudinale inférieure de la dalle au niveau du garde-grève (avec joint de tablier)

Tabliers à poutres en acier seulement

- longueur = 800 mm
- nombre = $(\lceil \text{largeur de la dalle} - 150 \rceil / 150) + 1$

GR1 : Barre longitudinale du chasse-roue (longueur maximale = 6000)
– longueur = (longueur du chasse-roue - 150)
– nombre = $(5 \times [\text{nombre de chevauchements requis} + 1]) \times (\text{nombre de chasse-roues})$

GR2 : Étrier du chasse-roue disposé suivant le biais du pont
– longueur = (dimension A) + 2 x (dimension B + dimension C)
– nombre = $(\lceil (\text{longueur du chasse-roue} - 150) / 220 \rceil + 1) \times (\text{nombre de chasse-roues})$

T1 : Barre longitudinale du trottoir (longueur maximale 6000)
– longueur = longueur du trottoir - 150
– nombre = $9 \times (\text{nombre de chevauchements requis} + 1) \times (\text{nombre de trottoir})$

T2 et T3 : Étriers du trottoir disposés suivant le biais du pont
– longueur = (dimension A) + 2 x (dimension B + dimension C)
– nombre = $(\lceil (\text{longueur du tablier} - 150) / 220 \rceil + 1) \times (\text{nombre de trottoir})$

Les dimensions A, B et C des barres GR2, T1 et T2 sont définies sur les feuilles intitulées « chasse-roue » et « trottoir » respectivement.

B) Armatures des diaphragmes

L'armature des diaphragmes en béton armé est décrite à la section 8.2.4 du Manuel de conception des structures, volume 1. Le concepteur doit remplir le bordereau des armatures R1 à R13 selon les instructions du volume 1.

4.2.7 Exemple de conception d'un tablier de pont

4.2.7.1 Géométrie

L'étude préliminaire d'un pont sans biais au-dessus d'un cours d'eau spécifie une profondeur de tablier inférieure à 1 900 mm, une largeur carrossable de 12,0 m et une travée nominale « T » de 31,65 m. De plus, le tablier comporte un joint de tablier et des chasse-roues en rive.

À l'étape préliminaire, la sélection du type de tablier le plus économique se fait à partir des figures 8.3-5 à 8.3-9 du Manuel de conception des structures, volume 1. Quoique ces figures permettent d'estimer le nombre de poutres composant le tablier, le concept retenu doit être validé par une analyse structurale complète par le concepteur.

Avec une portée d'entr'axe des appuis L' de 30,0 m, seules les poutres de type NEBT 1400 et NEBT 1600 sont admissibles pour l'étude comparative des coûts de construction.

4.2.7.2 Choix du type de poutres préfabriquées

A) Poutres de type NEBT 1400

Selon la figure 8.3-7 du Manuel de conception des structures, volume 1, l'entr'axe des poutres, pour une portée de 30 m, doit être inférieur à 2 750 mm.

Cinq poutres NEBT 1400 sont nécessaires.

$$\text{Entr'axe « s » des poutres} = \frac{12\,900\text{ mm}}{5\text{ poutres}} = 2\,580\text{ mm} < 2\,750\text{ mm}$$

$$\text{Longueur des porte-à-faux} = \frac{s}{2} = \frac{2\,580\text{ mm}}{2} = 1\,290\text{ mm}$$

La liste des prix « conception – entretien » consultée sur le site internet de la Direction des structures indique un coût unitaire de 800 \$/m pour les poutres NEBT 1400. Le coût total des poutres est donc :

$$\text{Coût} = 5\text{ poutres} \times 30,65\text{ m/poutre} \times 800\text{ \$/m} = 122\,600\text{ \$}$$

D) Drainage du tablier

Si le drainage du tablier doit être assuré par des drains, le concepteur doit vérifier si leur disposition est compatible avec la disposition des poutres.

Dans le cas de chasse-roue, la distance libre minimale entre le bord intérieur du chasse-roue et la semelle supérieure de la poutre doit être de 203 mm. Dans notre exemple, la distance libre est de 450 mm.

S'il y avait un trottoir, la longueur maximale du porte-à-faux pour loger le drain serait de 1 429 mm. De plus, un cadre de renforcement en acier devrait être placé dans la poutre.

4.2.7.3 Précontrainte des poutres

Pour compléter le plan type PT142-04, le concepteur inscrit l'information voulue dans les cases selon les consignes de la section 4.2.3. Un exemple de formulaire de résultats complété (tableau 4.2-2) est inclus à la fin de l'article 4.2.7.3.

a :	30 650 mm
b :	1 diaphragme intermédiaire
c :	$\frac{30\,650\text{ mm}}{2} = 15\,325\text{ mm}$
d :	325 mm
e :	$\frac{30\,650\text{ mm}}{2} = 15\,325\text{ mm}$
f1 :	10
f2 :	13
f3 :	33
g1 :	150 mm
g2 :	225 mm
g3 :	300 mm

h1 :	1 500 mm
h2 :	2 925 mm
h3 :	9 990 mm
h4 :	200 mm
i :	26
j :	6
k :	2
l :	2
m :	70 mm
n :	3 000 mm
o :	0°
p :	3 %
q :	48 mm
r :	18 mm
s :	4
t :	50 MPa
u :	40 MPa
v :	VIII
w :	$26 + 6 = 32$
x :	15,24 mm
y :	140 mm^2
z :	1 097 MPa

4.2.7.4 Dimensions du tablier

Pour compléter le plan type PT142-24, le concepteur inscrit l'information voulue dans les cases selon les consignes de la section 4.2-5.

a : 12 900 mm

b : Chasse-roue

c : 450 mm

d = e : $\frac{12\,000\text{ mm}}{2} = 6\,000\text{ mm}$

f : 1 500 mm

g : 4

h : 3 300 mm

i : 9 900 mm

j : 31 650 mm

k : 1

l : $\frac{30\,650\text{ mm}}{2} = 15\,325\text{ mm}$

m : 30 650 mm

n : 490 mm

o : 0°

p : Indiquer les élévations (voir plan d'ensemble)

z1 : 9,9 mm

z2 : 18,1 mm

z3 : 24,7 mm

z4 : 28,8 mm

z5 : 30,2 mm

EXEMPLE

Tableau 4.2-2

Tablier à poutres préfabriquées de type NEBT
Résultats de l'analyse structurale

Projet de pont sur :		<u>Exemple d'un tablier à poutres préfabriquées</u>	
Au-dessus de :		_____	
Municipalité :		_____	
Dossier :		_____	

<u>Surcharge routière CL-625</u>		<u>Cases plans types</u>	
Coefficients d'essieu à ÉLUL :	Flexion :	<u>0.848</u>	
	Effort tranchant :	<u>0.974</u>	
<u>Dalle</u>			
Résistance du béton à 28 jours f'_c :		<u>50</u> (MPa)	
<u>Poutres</u>			
Type :		<u>NEBT 1600</u>	
Nombre :		<u>4</u>	
Longueur L :		<u>30650</u> (mm)	s
Espacement c/c :		<u>3300</u> (mm)	h
Espacement extérieur (porte-à-faux) :		<u>1500</u> (mm)	f
Nombre de diaphragmes intermédiaires :		<u>1</u>	b et k

<u>Béton des poutres</u>		<u>Cases plans types</u>	
Résistance à 28 jours f'_c :	<u>50</u> (MPa)		t
Résistance à l'application de la précontrainte f'_{ci} :	<u>40</u> (MPa)		u
Type de béton de ciment (Norme 3101) :	<u>VIII</u>		v
<u>Acier de précontrainte</u>			
Type de torons (diamètre, aire) :	<u>15.24, 140</u> (mm, mm ²)		x, y
Nombre de torons droits :	<u>26</u>		i
Nombre de torons inclinés :	<u>6</u>		j
Contrainte de traction finale f_{se} :	<u>1097</u> (MPa)		z
Distance du point de relèvement a_r :	<u>3000</u> (mm)		n
Position du rang inférieur des torons inclinés Y_r :	<u>70</u> (mm)		m
<u>Étriers</u>			
Nombre d'espacements :	<u>10, 13, 33</u>		f1 à f3
Valeur des espacements :	<u>150, 225, 300</u> (mm)		g1 à g3
Distance couverte par les étriers :	<u>1500, 2925, 9900</u> (mm)		h1 à h3
Dernière cote :	<u>200</u> (mm)		h4
Perte de cambrure des poutres	<u>10, 18, 25, 29, 30</u> (mm)		z1 à z5

Tableau 4.2-2 (suite)

Tablier à poutres préfabriquées de type NEBT
Résultats de l'analyse structurale

<u>Appareils d'appui</u>			
– Charges verticales			
· P_{cc} (charges constantes)	Utilisation (ÉLUT 1) :	<u>830</u> kN	Ultime (ÉLUL) : <u>993</u> kN
· P_{totale} (charges constantes + surcharge avec CMD)	Utilisation (ÉLUT 1) :	<u>1376</u> kN	Ultime (ÉLUL) : <u>2026</u> kN
– Mouvements			
· Rotation	Utilisation (ÉLUT 1) :	<u>0.015</u>	radian
· Translation à l'appui mobile (température de pose à 15 °C)	Utilisation :	<u>34</u>	mm
<u>Effet de la cambrure résiduelle des poutres</u>			
– Abaissement estimé des assises aux culées :		<u>20</u>	mm
Préparé par :	(signature) <u>XX</u>	<u>Oct. 2004</u>	Date
	(en lettre moulées) _____		
Vérifié par :	(signature) <u>YY</u>	<u>Oct. 2004</u>	Date
	(en lettre moulées) _____		
Service de la conception Direction des structures			

4.2.7.5 Dalle en béton armé

Le concepteur se réfère à la section 8.2.3 du Manuel de conception des structures, volume 1, pour faire la conception de la dalle de 200 mm d'épaisseur.

A) Dalle continue sur plusieurs poutres

Le concepteur calcule l'armature transversale et longitudinale de la dalle en se référant à la section 8.2.3 du Manuel de conception des structures, volume 1. Ainsi, dans notre exemple de calcul de la section 4.2.7, nous aurons :

Armature transversale

La portée utile « s » de la dalle est égale à :

$$s = 3\,300\text{ mm} - 650\text{ mm} = 2\,650\text{ mm}$$

À l'aide de l'abaque de la figure 8.2-3, on trouve que les barres de l'armature transversale n° 20 doivent avoir un espacement de 180 mm c/c, soit $1\,667\text{ mm}^2/\text{m}$ sur chaque rang.

Armature longitudinale

L'armature longitudinale représente 67 % de l'armature transversale, soit des barres d'armature n° 15 espacées de 180 mm c/c.

B) Dalle en porte-à-faux

En se référant à la section 8.2.3.3 du Manuel de conception des structures, volume 1, on vérifie si la barre D5 est requise.

Dans notre exemple, la longueur effective du porte-à-faux L est égale à :

$$L = 1\,500\text{ mm} - 325 = 1\,175\text{ mm}$$

Selon la figure 8.2-5, $2\,200\text{ mm}^2/\text{m}$ d'armature sont requis sur le rang supérieur pour une dalle de 200 mm^2 d'épaisseur, soit 32 % de plus que l'armature transversale obtenue.

En juxtaposant une barre n° 15 supplémentaire à chaque armature D2 du rang supérieur de la dalle, on obtient $2\,778\text{ mm}^2/\text{m}$ d'armature.

4.3 TABLIER À POUTRES EN ACIER ET DALLE EN BÉTON ARMÉ

4.3.1 Généralités

Cette section traite de la conception d'un tablier de pont normalisé constitué d'une dalle en béton armé qui repose sur des poutres en acier.

Les éléments structuraux sont conformes aux exigences de la norme CAN/CSA-S6-00 et à celles du chapitre 10 du Manuel de conception des structures, volume 1.

Les plans types des tabliers à poutres en acier et dalle en béton armé sont répartis en cinq groupes :

- Poutre assemblée : $600 \text{ mm} \leq \text{hauteur totale de la poutre} < 745 \text{ mm}$
- Poutre assemblée : $910 \text{ mm} \leq \text{hauteur totale de la poutre} < 1200 \text{ mm}$
- Poutre assemblée : $1200 \text{ mm} \leq \text{hauteur totale de la poutre} \leq 1855 \text{ mm}$
- Dalle : sans joint de tablier
- Dalle : avec joint de tablier

Chaque groupe comprend les plans pour trois types de biais (aucun biais, biais à droite et biais à gauche).

Parmi les plans disponibles, seulement trois sont nécessaires à la préparation d'un tablier particulier; 2 plans types pour la charpente métallique et 1 plan type pour la dalle.

Les limites suivantes s'appliquent à ce type de tablier normalisé, outre celles définies au chapitre 1 « Généralités » et à la section 4.1 du chapitre 4 « Généralités » du présent manuel.

- Travée nominale : 8 m à 35 m
- Largeur carrossable minimale : 8 m
- Largeur maximale hors tout du tablier : 15,0 m
- Espacement c/c des poutres (S) : 2300 mm à 3000 mm
- Longueur maximale du porte-à-faux de la dalle : 0.5 S
- Longueur minimale du porte-à-faux de la dalle : 0.35 S
- Pente longitudinale maximale : 3 %
- Biais maximal du pont : 20°
- Nombre minimal de poutres : 4
- Épaisseur de la dalle mince en béton armé : 200 mm
- Épaisseur de l'enrobé : 65 mm
- Joint de tablier requis : si travée nominale $> 25 \text{ m}$
- Les diaphragmes aux appuis sont calculés pour supporter la charge permanente et la surcharge due aux véhicules automobiles de 5 kN/m / voie, sans impact.
- Les diaphragmes aux appuis et les ancrages des appareils d'appui sont également conçus pour le transfert de la charge sismique, qui correspond à 80 % de la charge permanente.

4.3.2 Conception des poutres assemblées

Les calculs nécessaires à la conception des poutres d'acier doivent être faits pour chaque projet au moyen d'un logiciel d'analyse spécialisé.

Le chargé de projet d'un pont normalisé doit préciser les données de saisie selon les indications du tableau 4.3-1 et les faire parvenir au Service de la conception. Un ingénieur concepteur spécialisé procède à l'analyse et transmet les résultats selon les indications du tableau 4.3-2. Le chargé de projet dispose ainsi des données requises pour compléter les plans types du projet. Les formulaires utilisés à cette fin sont présentés aux tableaux 4.3-1 et 4.3-2.

4.3.3 Travée nominale d'un tablier

La travée nominale « T » est définie comme étant la distance, mesurée selon l'axe des poutres, comprise entre les faces des murs garde-grève des culées.

Tableau 4.3-1

Tablier à poutres en acier

Données de saisie de l'analyse structurale

Projet de pont sur :			
Au-dessus de :			
Municipalité :			
Dossier :			
Direction des structures		Télécopieur : (418) 646-5415	
Travée nominale :	T =	_____ m	
Largeur hors tout du tablier (LT) :		_____ mm	
Nombre de chasse-roues :		_____	
Nombre de trottoirs :		_____	
Nombre et type de glissière(s) :		_____	
Espace vertical disponible pour l'épaisseur du tablier (EV) :		_____ mm	
Pente longitudinale du tablier :		_____ %	
Biais du pont :		_____ °	
Direction territoriale requérante : _____			
Chargé de projet :	(signature)	_____	ing.
	(en lettres moulées)	_____	
Chef de service : _____			
Date : _____			

Tableau 4.3-2**Tablier à poutres en acier – Résultats de l'analyse structurale**

Projet de pont sur : _____				
Au-dessus de : _____				
Municipalité : _____				
Dossier : _____				
Direction des structures		Télécopieur : (418) 646-5415		
<u>Surcharge routière (CL625)</u>				
Coefficients d'essieu à ÉLUL : Moment de flexion _____ Cisaillement _____				
<u>Dalle</u>				
Résistance minimum en compression à 28 jours : f'_c : 35 MPa				
<u>Poutres assemblées</u>				
Nombre : _____				
Espacement c/c : _____ mm				
Longueur du porte-à-faux de la dalle : _____ mm				
Semelle supérieure :		Épaisseur : _____ mm	Largeur : _____ mm	
Semelle inférieure :		Épaisseur : _____ mm	Largeur : _____ mm	
Âme :		Épaisseur : _____ mm	Hauteur : _____ mm	
Hauteur totale : _____ mm				
<u>Diaphragmes ou contreventements intermédiaires</u>				
Nombre : _____				
<u>Diaphragme d'extrémité</u>				
Hauteur totale : _____ mm				
<u>Goujons</u>				
Espacement des rangs de goujons (e1) : _____ mm				
Nombre d'espacement (e1) : _____				
Distance entre le rang de goujons situé au centre de la poutre et le rang adjacent (e2) : _____ mm				
<u>Cambrure</u>				
Cambrure de la poutre au $\frac{1}{10}$ de la travée de calcul				
0.1	0.2	0.3	0.4	0.5
mm	mm	mm	mm	mm
<u>Ancrages</u>				
Appui fixe :		Nombre : _____	Diamètre : _____ mm	
Appui mobile :		Nombre : _____	Diamètre : _____ mm	
<u>Appareils d'appui</u>				
– Charges verticales				
• P_{cc} (charges constantes)		Utilisation (ÉLUT 1) : _____ kN	Ultime (ÉLUL) : _____ kN	
• P_{totale} (charges constantes + surcharge avec CMD)		Utilisation (ÉLUT 1) : _____ kN	Ultime (ÉLUL) : _____ kN	
– Mouvements				
• Rotation		Utilisation (ÉLUT 1) : _____ radian		
• Translation à l'appui mobile (température de pose à 15 °C)		Utilisation : _____ mm		
Préparé par : _____				
(signature) _____				Date _____
(en lettre moulées) _____				
Vérifié par : _____				
(signature) _____				Date _____
(en lettre moulées) _____				
Service de la conception Direction des structures				

4.3.4 Choix des plans types des poutres

Le choix des plans types à utiliser est fonction de la hauteur totale de la poutre, conformément au tableau 4.3-3.

Tableau 4.3-3

Choix des plans types des poutres

Poutre assemblée	Biais	Plan type
$600 \text{ mm} \leq \text{hauteur totale} < 745 \text{ mm}$	aucun à droite à gauche	PT144-01 et 02 PT144-03 et 04 PT144-05 et 06
$910 \text{ mm} \leq \text{hauteur totale} < 1200 \text{ mm}$	aucun à droite à gauche	PT144-07 et 08 PT144-09 et 10 PT144-11 et 12
$1200 \text{ mm} \leq \text{hauteur totale} \leq 1855 \text{ mm}$	aucun à droite à gauche	PT144-13 et 14 PT144-15 et 16 PT144-17 et 18

4.3.5 Procédure d'utilisation des plans types des poutres

L'utilisateur sélectionne les blocs de dessin appropriés pour les incorporer au dessin principal aux points d'insertion indiqués dans le fichier.

Les figures qui doivent servir de guide pour compléter les plans types des poutres doivent être choisies parmi la liste suivante :

Figures 4.3-1a et b « Identification des cases des plans types PT144-01 à PT144-06 »

Figures 4.3-2a et b « Identification des cases des plans types PT144-07 à PT144-12 »

Figures 4.3-3a et b « Identification des cases des plans types PT144-13 à PT144-18 »

Sur ces figures, les cases des plans types de poutres à remplir ont été identifiées par des lettres. On trouvera ci-dessous des détails sur l'information à inscrire dans ces cases.

Identification des cases à remplir des plans types de poutres

- a : largeur totale du tablier, en mm
- b : inscrire « chasse-roue » ou « trottoir »
- c : largeur de chasse-roue (450 mm) ou du trottoir (1800 mm)
- d : partie de la largeur carrossable située à gauche de la ligne de centre projetée, suivant la coupe transversale, en mm
- e : partie de la largeur carrossable située à droite de la ligne de centre projetée, suivant la coupe transversale, en mm
- f : longueur du porte-à-faux de la dalle = distance entre le bord extérieur de la dalle et le centre de la poutre de rive, en mm (tableau 4.3-2)
- g : nombre de poutres (tableau 4.3-2)
- h1 : dimensions de la semelle supérieure de la poutre assemblée, en mm (tableau 4.3-2)
- h2 : dimensions de l'âme de la poutre assemblée, en mm (tableau 4.3-2)
- h3 : dimensions de la semelle inférieure de la poutre assemblée, en mm (tableau 4.3-2)
- i : entr'axe des poutres, en mm (tableau 4.3-2)
- j : distance c/c entre les deux poutres de rive, en mm
- k : espacement des diaphragmes intermédiaires ou des contreventements intermédiaires, en mm
- l : longueur de la poutre en mm (L)
– sans joint de tablier (travée nominale $T \leq 25$ m) : $L \text{ (mm)} = T \text{ (mm)} - 400 \text{ mm}$
– avec joint de tablier (travée nominale $T > 25$ m) : $L \text{ (mm)} = T \text{ (mm)} - 1000 \text{ mm}$
- m : nombre d'espacements « e1 » des rangs de goujons (tableau 4.3-2)
- n : espacement des rangs de goujons (e1) en mm (tableau 4.3-2)
- o : valeur égale à (m x n), en mm
- p : distance entre le rang de goujons situé au centre de la poutre et le rang adjacent (e2), en mm (tableau 4.3-2)

- q : inscrire « 800 mm » s'il faut un joint de tablier, autrement inscrire « 200 mm »
- r : température d'essai T_t pour l'essai de résilience Charpy (voir Manuel de conception des structures, volume 1, section 10.5.2)
- s : pente de la poutre, en pourcentage
- t1 : hauteur totale du diaphragme d'extrémité, en mm (voir tableau 4.3-2)
- t2 : espacement des boulons, en mm. Cette valeur doit être conforme au tableau 4.3-4

Tableau 4.3-4
Valeur de « t2 »

Travée nominale T	Hauteur poutre (mm)	t2 (mm)
22,6 m à 35 m	≤ 1855 ≥ 1200	$70 \leq t2 \leq 120$
14,4 m à 22,6 m	< 1200 ≥ 910	$70 \leq t2 \leq 105$

- t3 : nombre maximal d'espacements de boulons indiqué au plan dans la partie centrale du diaphragme
- u : angle du biais du pont, en degrés
- v : correction verticale des extrémités de la poutre en fonction de sa pente = (hauteur totale de la poutre x pente), en mm

Note : Négliger la correction de la verticalité si elle est inférieure à 10 mm.

- w : caractéristiques des appareils d'appui
- charges verticales constantes (P_{cc}) à l'ÉLUT 1 (utilisation), en kN (voir tableau 4.3-2)
 - charges verticales totales (P_{totale}) à l'ÉLUT 1 (utilisation), en kN (voir tableau 4.3-2)
 - charges verticales constantes (P_{cc}) aux ÉLUL (ultime), en kN (voir tableau 4.3-2)
 - charges verticales totales (P_{totale}) aux ÉLUL (ultime), en kN (voir tableau 4.3-2)
 - mouvement de rotation à l'ÉLUT 1 (utilisation), en radians (voir tableau 4.3-2)
 - mouvement de translation à l'appui mobile à l'ÉLUT (utilisation), température de pose à 15 °C, en mm (voir tableau 4.3-2)
- x : nombre de diaphragmes intermédiaires ou de contreventements intermédiaires (tableau 4.3-2)
- y1 à y5 : cambrure de la poutre à une distance de l'appui égale au dixième de la longueur de la portée, en mm (tableau 4.3-2)

Figure 4.3-1a

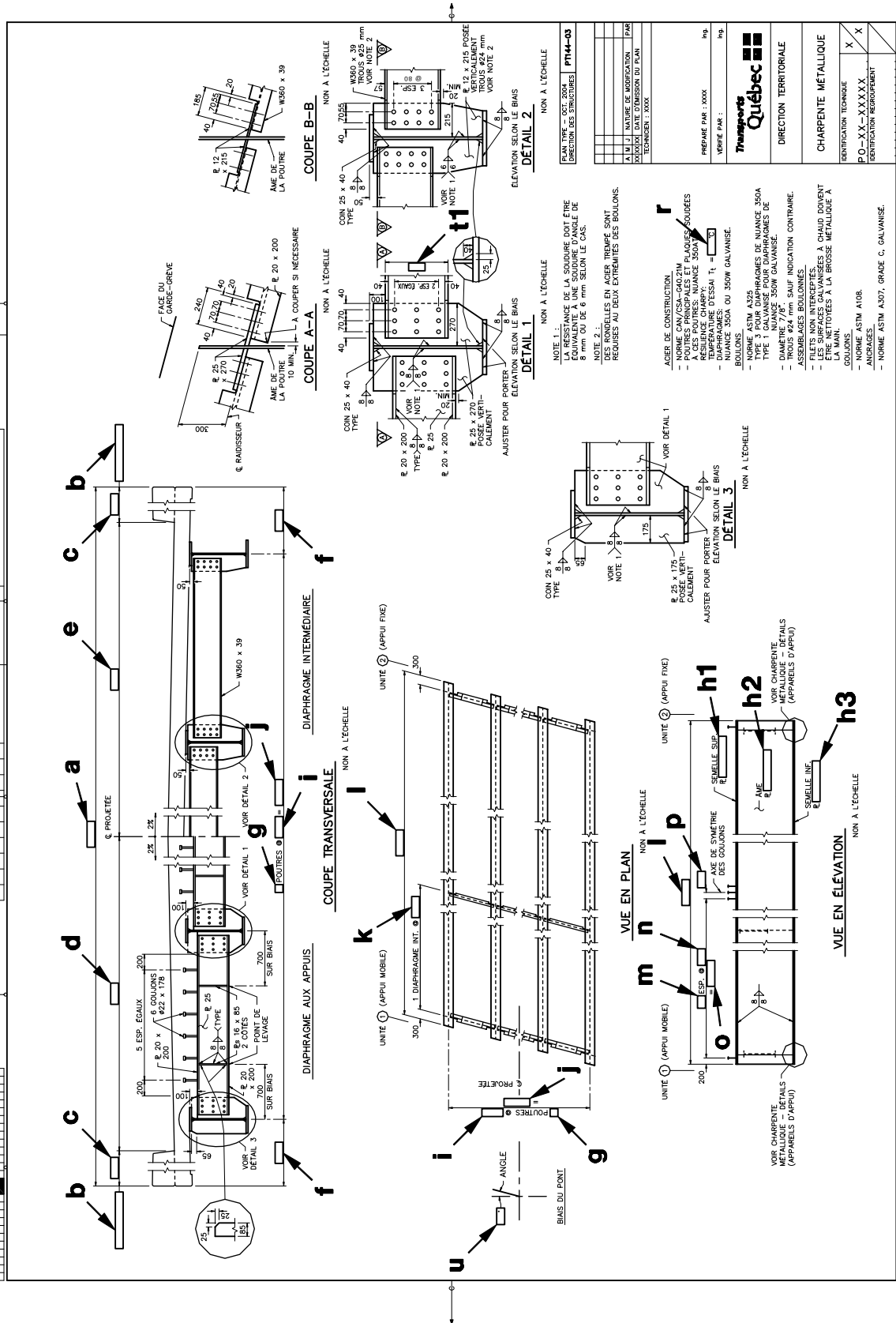


Figure 4.3-2a



Figure 4.3-2b

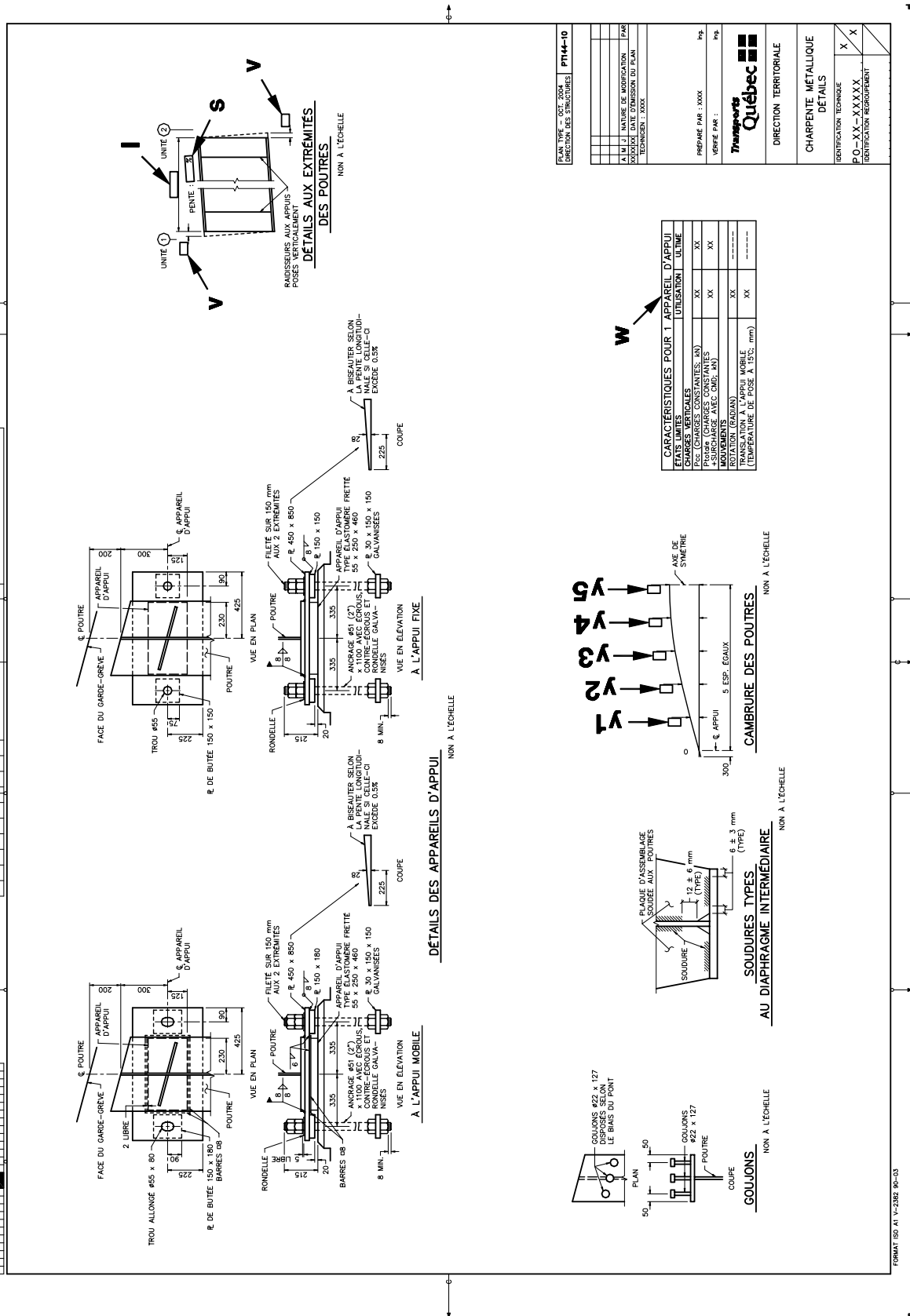


Figure 4.3-3a
Identification des cases des plans types PT144-13, PT144-15 et PT144-17

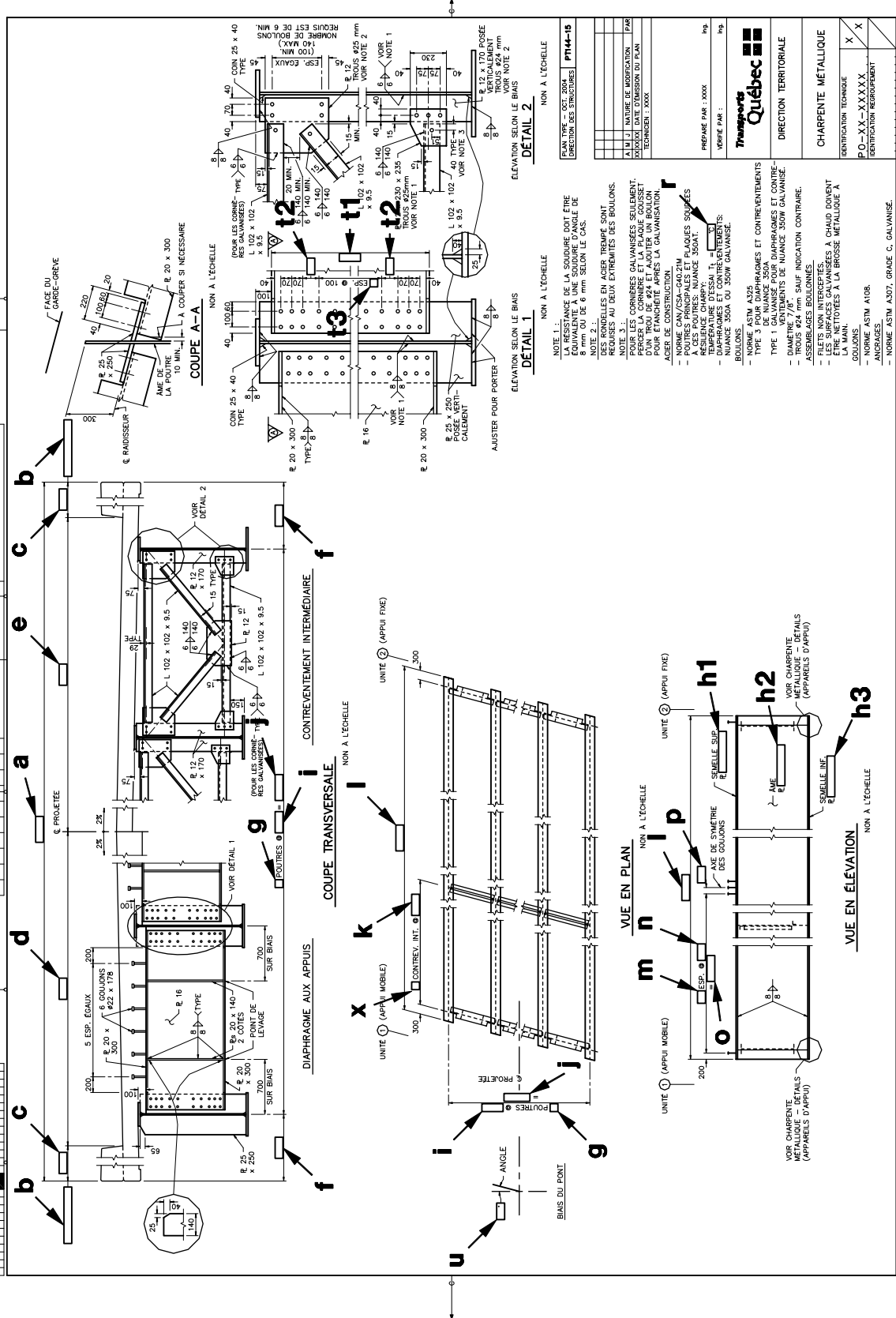
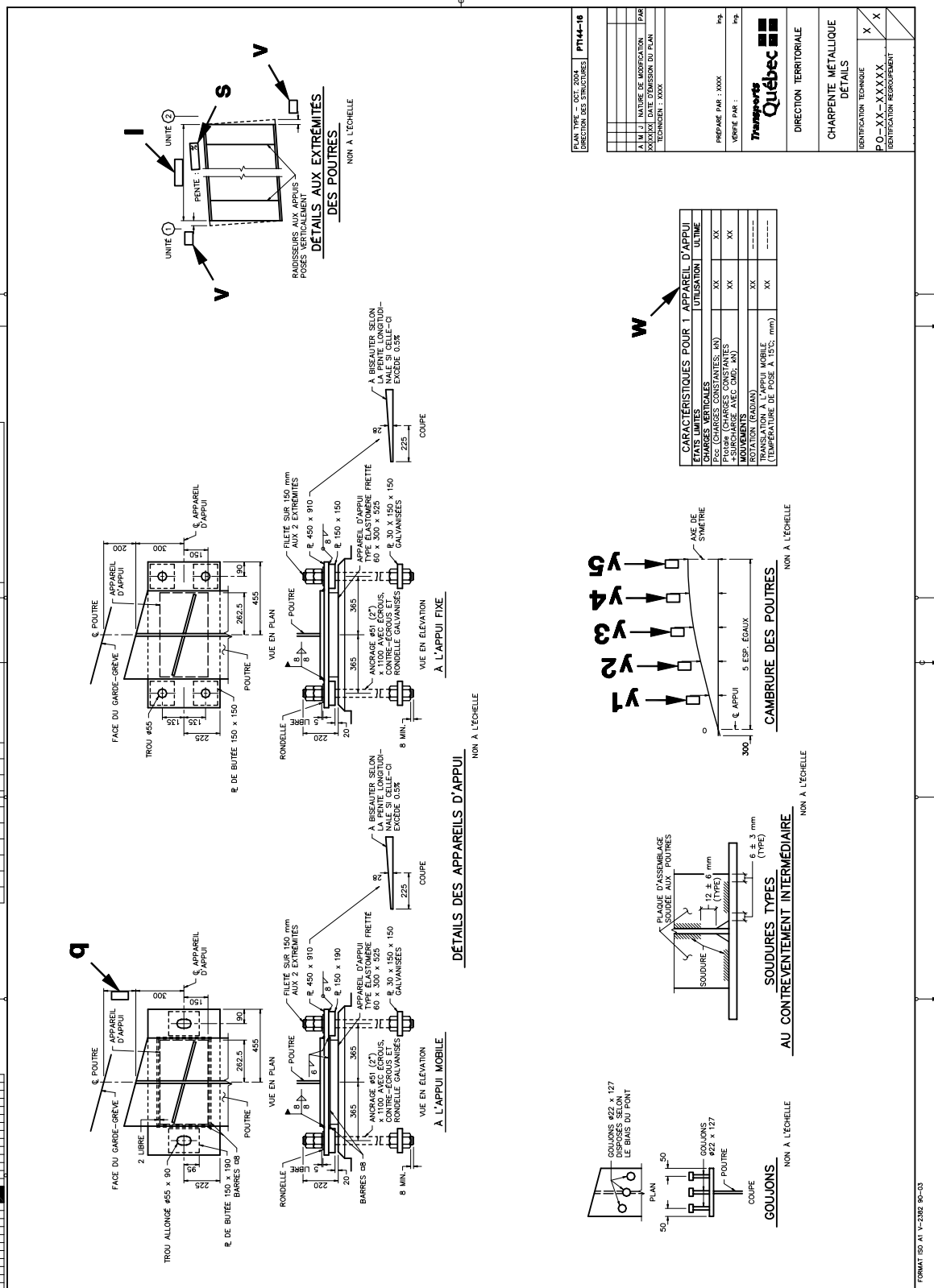


Figure 4.3-3b



4.3.6 Paramètres de conception

4.3.6.1 Généralités

Cette sous-section, qui s'adresse à l'ingénieur concepteur spécialisé, précise les principaux paramètres de conception nécessaires à l'analyse des poutres d'acier ainsi que certaines informations nécessaires pour remplir le formulaire du tableau 4.3-2.

4.3.6.2 Travée de calcul

La travée de calcul est définie comme étant la distance mesurée selon l'axe des poutres comprise entre le centre des appareils d'appui (mobiles ou fixes).

Sans joint de tablier (travée nominale $(T) \leq 25$ m) : T_c (m) = T (m) - 1,0 m

Avec joint de tablier (travée nominale $(T) > 25$ m) : T_c (m) = T (m) - 1,6 m

4.3.6.3 Biais

Conformément à la section 1.3.1 du manuel, le biais doit respecter la limite suivante :

$$\text{Biais} \leq \arctg (T_c / 18S) \leq 20^\circ$$

où T_c est la travée de calcul

et S est l'espacement des poutres

4.3.6.4 Dimensions des poutres d'acier

Généralement, le rapport de la travée de calcul (T_c) à la hauteur totale de la poutre d'acier doit se situer entre 18 et 23. Cependant, comme l'indique le tableau 4.3-5, en raison de la hauteur minimale du diaphragme d'extrémité, ce rapport doit être diminué dans certains cas.

Les dimensions des semelles supérieure et inférieure ainsi que l'âme de la poutre assemblée doivent être conformes au tableau 4.3-5. De plus, les semelles inférieure et supérieure doivent avoir la même épaisseur et les poutres de rive et intérieures doivent être similaires.

Tableau 4.3-5

Dimensions des composantes de la poutre assemblée

Travée nominale T	Travée de calcul T _c	Hauteur poutre (mm)	Plaque d'âme (mm)		Plaque semelle supérieure (mm)		Plaque semelle inférieure (mm)	
			Hauteur	Épaisseur	Largeur	Épaisseur	Largeur	Épaisseur
22,6 m à 35 m	21,6 m à 33,4 m	≤ 1855 ≥ 1200	Variable	12-16-18	300 à 350	20-25-35	450 à 550	20-25-35
14,4 m à 22,6 m	13,4 m à 21,6 m	< 1200 ≥ 910	Variable	12	300	20-25-35	300 à 475	20-25-35
8 m à 14,4 m	7 m à 13,4 m	< 745 ≥ 600	Variable	12	250 à 300	16-20-25	250 à 425	16-20-25

4.3.6.5 Espacement des contreventements ou des diaphragmes intermédiaires

L'espacement maximal des contreventements ou des diaphragmes intermédiaires est de 8 mètres.

4.3.6.6 Choix des ancrages aux appareils d'appui

Le choix du diamètre des ancrages doit être fait conformément au tableau 4.3-6, en fonction de la réaction appliquée à l'appareil d'appui sous les charges verticales constantes (P_{cc}) à l'ÉLUT 1 pour différentes travées nominales.

Tableau 4.3-6

Choix des ancrages aux appareils d'appui

Travée nominale T	Hauteur poutre (mm)	Charges verticales constantes à l'ÉLUT 1 (P_{cc}) (kN)	Diamètre Ancrage	Quantité Appui mobile	Quantité Appui fixe
22,6 m à 35 m	≤ 1855 ≥ 1200	≤ 540	50,8 mm (2 po)	2	4
		≤ 380	38,1 mm (1,5 po)	2	4
14,4 m à 22,6 m	< 1200 ≥ 910	≤ 320	50,8 mm (2 po)	2	2
		≤ 192	38,1 mm (1,5 po)	2	2
8 m à 14,4 m	< 745 ≥ 600	≤ 192	38,1 mm (1,5 po)	2	2

4.3.6.7 Diaphragme d'extrémité

La hauteur totale du diaphragme d'extrémité doit être calculée selon les indications du tableau 4.3-7.

Tableau 4.3-7

Hauteur totale des diaphragmes d'extrémité

Travée nominale T	Hauteur poutre (mm)	Hauteur totale du diaphragme (mm)
22,6 m à 35 m	≤ 1855 ≥ 1200	Hauteur totale de la poutre assemblée - 395 mm
14,4 m à 22,6 m	< 1200 ≥ 910	Hauteur totale de la poutre assemblée - 385 mm
8 m à 14,4 m	< 745 ≥ 600	Hauteur totale de la poutre assemblée - 343 mm

4.3.6.8 Informations supplémentaires

- Nuance et type d'acier utilisés pour l'analyse des poutres assemblées : 350 AT, conforme à la norme CAN/CSA-G40.21.
- Résistance en compression du béton (f'_c) considérée dans les calculs : 35 MPa.
- L'analyse des poutres principales doit satisfaire les exigences des routes de classe « A ».
- L'analyse de la résistance à la fatigue des poutres assemblées doit satisfaire les exigences de la catégorie de détail indiquée au tableau 4.3-8.

Tableau 4.3-8

Exigences de fatigue – Catégorie de détail

Longueur totale de la poutre (L)	Catégorie de détail
$L < 20 \text{ m}$	C1
$L \geq 20 \text{ m}$	C

4.3.7 Choix du plan type de la dalle

Le plan type de la dalle est choisi à l'aide du tableau 4.3-9 « Choix du plan type de la dalle ».

Tableau 4.3-9
Choix du plan type de la dalle

Travée nominale T	Biais	Plan type
≤ 25 m	aucun à droite à gauche	PT144-19 PT144-20 PT144-21
> 25 m	aucun à droite à gauche	PT144-22 PT144-23 PT144-24

4.3.8 Procédure d'utilisation des plans types de la dalle

L'utilisateur sélectionne les blocs de dessin appropriés pour les incorporer au dessin principal aux points d'insertion indiqués dans le fichier.

La figure qui doit servir de guide pour compléter le plan type de la dalle doit être choisie parmi la liste suivante :

Figure 4.3-4 « Identification des cases des plans types PT144-19 à PT144-21 »

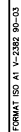
Figure 4.3-5 « Identification des cases des plans types PT144-22 à PT144-24 »

Sur ces figures, les cases du plan type de dalle sont identifiées par des lettres. On trouvera le détail des l'information à inscrire dans ces cases aux sections 4.2.5 et 4.2.6 du manuel.

On trouvera également à la section 4.2.6 du manuel les informations nécessaires pour remplir le bordereau d'armature.

Figure 4.3-4

Figure 4.3-5



4.3.9 Exemple

4.3.9.1 Données

Selon les données de saisie du formulaire présenté au tableau 4.3-1, on trouve les informations suivantes :

- Travée nominale = 28 m
- Largeur transversale totale du tablier = 12 850 mm
- Largeur carrossable = 10 600 mm
(5 300 mm de chaque côté de la ligne de centre projetée)
- Nombre de trottoir = 1 (côté droit)
- Nombre de chasse-roue = 1 (côté gauche)
- Glissières 210B et 210
- Biais du pont = 20° (on suppose que le biais est à droite)
- Pente longitudinale = 1,5 %
- Espace vertical disponible pour l'épaisseur du tablier = 3 000 mm

4.3.9.2 Choix des plans types des poutres

À partir des données de saisie et des informations présentées à la section 4.3-6 « Paramètres de conception », l'ingénieur concepteur spécialisé procède à l'analyse structurale et transmet les résultats à partir desquels on pourra remplir les cases des plans types des poutres à la lumière du formulaire du tableau 4.3-2.

EXEMPLE

Tableau 4.3-2

Tablier à poutres en acier – Résultats de l'analyse structurale

Projet de pont sur : <u>EXEMPLE - CHARPENTE METALLIQUE</u>													
Au-dessus de : _____													
Municipalité : _____													
Dossier : _____													
Direction des structures Télécopieur : (418) 646-5415													
<u>Surcharge routière (CL625)</u> Coefficients d'essieu à ÉLUL : Moment de flexion <u>0.705</u> Cisaillement <u>0.767</u> <u>Dalle</u> Résistance en compression à 28 jours : f'_c : 35 MPa <u>Poutres assemblées</u> Nombre : <u>5</u> Espacement c/c : <u>2600</u> mm Longueur du porte-à-faux de la dalle : <u>1225</u> mm Semelle supérieure : Épaisseur : <u>35</u> mm Largeur : <u>300</u> mm Semelle inférieure : Épaisseur : <u>35</u> mm Largeur : <u>450</u> mm Âme : Épaisseur : <u>16</u> mm Hauteur : <u>1390</u> mm Hauteur totale : <u>1460</u> mm <u>Diaphragmes ou contreventements intermédiaires</u> Nombre : <u>3</u> <u>Diaphragme d'extrémité</u> Hauteur totale : <u>1065</u> mm <u>Goujons</u> Espacement des rangs de goujons (e1) : <u>190</u> mm Nombre d'espacement (e1) : <u>69</u> Distance entre le rang de goujons situé au centre de la poutre et le rang adjacent (e2) : <u>190</u> mm <u>Cambrure</u> Cambrure de la poutre au $1/10$ de la travée de calcul <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>0.1</td> <td>0.2</td> <td>0.3</td> <td>0.4</td> <td>0.5</td> </tr> <tr> <td><u>20</u> mm</td> <td><u>36</u> mm</td> <td><u>47</u> mm</td> <td><u>53</u> mm</td> <td><u>56</u> mm</td> </tr> </table> <u>Ancrages</u> Appui fixe : Nombre : <u>4</u> Diamètre : <u>38,1</u> mm Appui mobile : Nombre : <u>2</u> Diamètre : <u>38,1</u> mm <u>Appareils d'appui</u> – Charges verticales · P_{cc} (charges constantes) Utilisation (ÉLUT 1) : <u>340</u> kN Ultime (ÉLUL) : <u>459</u> kN · P_{totale} (charges constantes + surcharge avec CMD) Utilisation (ÉLUT 1) : <u>716</u> kN Ultime (ÉLUL) : <u>1126</u> kN – Mouvements · Rotation Utilisation (ÉLUT 1) : <u>0,015</u> radian · Translation à l'appui mobile (température de pose à 15 °C) Utilisation : <u>13</u> mm <tr> <td colspan="2"> Préparé par : (signature) <u>X X</u> <u>oct. 2003</u> Date (en lettre moulées) _____ Vérifié par : (signature) <u>Y Y</u> <u>oct. 2003</u> Date (en lettre moulées) _____ Service de la conception Direction des structures </td> </tr>		0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	<u>20</u> mm	<u>36</u> mm	<u>47</u> mm	<u>53</u> mm	<u>56</u> mm	Préparé par : (signature) <u>X X</u> <u>oct. 2003</u> Date (en lettre moulées) _____ Vérifié par : (signature) <u>Y Y</u> <u>oct. 2003</u> Date (en lettre moulées) _____ Service de la conception Direction des structures	
0.1	0.2	0.3	0.4	0.5									
<u>20</u> mm	<u>36</u> mm	<u>47</u> mm	<u>53</u> mm	<u>56</u> mm									
Préparé par : (signature) <u>X X</u> <u>oct. 2003</u> Date (en lettre moulées) _____ Vérifié par : (signature) <u>Y Y</u> <u>oct. 2003</u> Date (en lettre moulées) _____ Service de la conception Direction des structures													

Pour l'analyse structurale, l'ingénieur concepteur doit déterminer l'entr'axe des poutres (S) qui satisfait aux trois conditions suivantes :

- Nombre minimal de poutres : 4
- Entr'axe des poutres (S) compris entre 2 300 mm et 3 000 mm
- Longueur du porte-à-faux de la dalle comprise entre 0,35 S et 0,5 S

Essai 1

Fixons le nombre de poutres à 4 (minimum requis).

Sachant que l'entr'axe maximal des poutres correspond à un porte-à-faux égal à 0,35 S et l'entr'axe minimal, à un porte-à-faux égal à 0,5 S, on trouve :

$$S_{\max} = 12\,850 / 3,7 = 3\,473 \text{ mm}$$

$$S_{\min} = 12\,850 / 4 = 3\,213 \text{ mm}$$

Le nombre de poutres utilisées est insuffisant car $S_{\max}$ et $S_{\min}$ dépassent la limite supérieure permise.

Essai 2

Fixons le nombre de poutres à 5.

On obtient alors :

$$S_{\max} = 12\,850 / 4,7 = 2\,734 \text{ mm}$$

$$S_{\min} = 12\,850 / 5 = 2\,570 \text{ mm}$$

Le nombre de poutres utilisées est adéquat car au moins une des deux valeurs calculées se situe dans les limites permises.

L'entr'axe des 5 poutres doit donc se situer entre 2 570 mm et 2 734 mm.

Du point de vue structural, on aura avantage à avoir un porte-à-faux qui se rapproche de 0,5 S. On choisit alors $S = 2\,600 \text{ mm}$.

Selon la section 1.3.1 du manuel, le biais doit respecter les limites suivantes :

$$\text{Biais} \leq \arctan T_c / 18 S \leq 20^\circ \quad \text{où } T_c = \text{travée de calcul} \\ S = \text{espacement}$$

$$20^\circ < \arctan \left(\frac{26,4 \text{ m}}{18 \times 2,6 \text{ m}} \right)$$

$$< 29.42^\circ$$

Choix final : 5 poutres espacées de 2 600 mm.

À l'aide du tableau 4.3-3, on choisit les plans types des poutres à partir de la hauteur totale de la poutre assemblée de 1 460 mm, comme l'indique le tableau 4.3-2.

Poutre assemblée	Biais	Plan type
Hauteur totale $\geq 1\,200$ mm	à droite	PT144-15 PT144-16

4.3.9.3 Utilisation des plans types des poutres

L'utilisateur sélectionne d'abord les blocs de dessin appropriés pour les incorporer au dessin principal aux points d'insertion indiqués dans le fichier.

Pour compléter les plans types PT144-15 et PT144-16, il se sert de la figure 4.3-3a « Identification des cases des plans types PT144-13, PT144-15 et PT144-17 » et de la figure 4.3-3b « Identification des cases des plans types PT144-14, PT144-16 et PT144-18 ».

Il inscrit l'information voulue dans les cases des plans types PT144-15 et PT144-16, en se référant aux définitions données à la section 4.3.5 pour chacune des lettres qui correspondent à ces cases.

a : 12 850 mm

b : chasse-roue (côté gauche); trottoir (côté droit)

c : 450 mm (côté gauche); 1 800 mm (côté droit)

d :	5 300 mm
e :	5 300 mm
f :	$(12\,850 - [4 \text{ esp.} \times 2\,600])/2 = 1\,225 \text{ mm}$ (tableau 4.3-2)
g :	5 (tableau 4.3-2)
h1 :	35 x 300 (tableau 4.3-2)
h2 :	16 x 1 390 (tableau 4.3-2)
h3 :	35 x 450 (tableau 4.3-2)
i :	2 600 mm (tableau 4.3-2)
j :	$4 \text{ esp.} \times 2\,600 = 10\,400 \text{ mm}$
k :	$(28\,000 - 1\,600)/(3 \text{ contrev. int.} + 1) = 6\,600 \text{ mm}$
l :	$28\,000 - 1\,000 = 27\,000 \text{ mm}$
m :	69 (tableau 4.3-2)
n :	190 mm (tableau 4.3-2)
o :	$69 \times 190 = 13\,110 \text{ mm}$
p :	190 mm (tableau 4.3-2)
q :	800 mm
r :	- 20 °C
s :	1,5 %
t1 :	1 065 mm (tableau 4.3-2)
t2 :	82,5 mm
t3 :	5 (5 espacements de 100 mm c/c)

- u : 20°
- v : $1\,460 \times 1,5\, \% = 22\text{ mm}$ (tableau 4.3-2)
- w : Caractéristiques pour un appareil d'appui (voir tableau 4.3-2)
- charges verticales constantes (P_{cc}) à l'ÉLUT 1 (utilisation) : 340 kN
 - charges verticales totales (P_{totale}) à l'ÉLUT 1 (utilisation) : 716 kN
 - charges verticales constantes (P_{cc}) aux ÉLUL (ultime) : 459 kN
 - charges verticales totales (P_{totale}) aux ÉLUL (ultime) : 1 126 kN
 - mouvement de rotation à l'ÉLUT 1 (utilisation) : 0,015 radian
 - mouvement de translation à l'appui mobile à l'ÉLUT (utilisation), température de pose à 15 °C : 13 mm
- x : 3 (tableau 4.3-2)
- y1 : 20 mm (tableau 4.3-2)
- y2 : 36 mm (tableau 4.3-2)
- y3 : 47 mm (tableau 4.3-2)
- y4 : 53 mm (tableau 4.3-2)
- y5 : 56 mm (tableau 4.3-2)

Les plans types PT144-15 et PT144-16 ont été complétés d'après cet exemple (figures 4.3-6a et 4.3-6b « Exemple – Charpente métallique »).

4.3.9.4 Choix du plan type de la dalle

À l'aide du tableau 4.3-9, on choisit le plan type de la dalle.

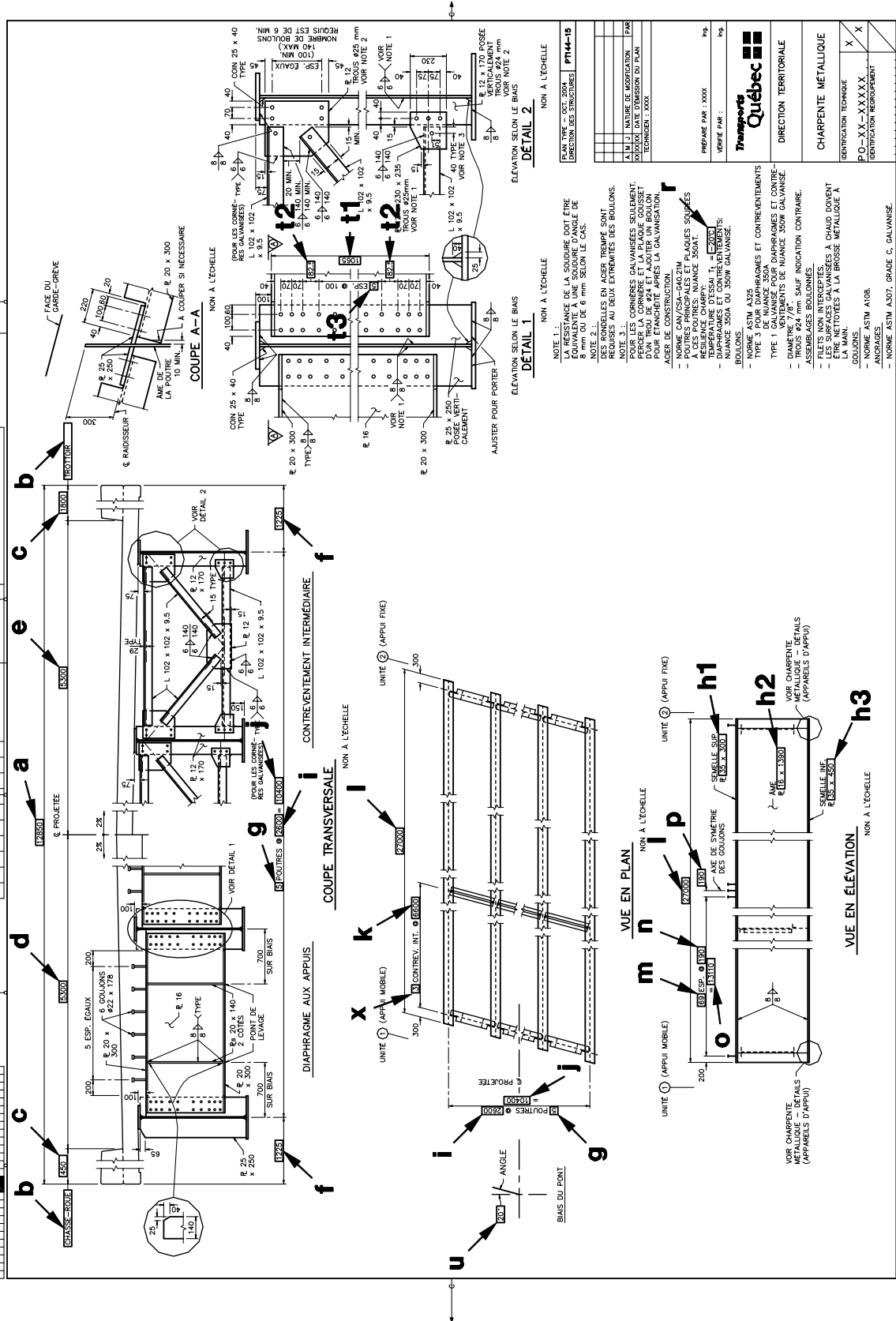
Travée nominale T	Biais	Plan type
> 25 m	à droite	PT144-23

4.3.9.5 Utilisation du plan type de la dalle

Pour compléter le plan type PT144-23, on se sert de la figure 4.3-5 « Identification des cases des plans types PT144-22 à PT144-24 ».

L'utilisateur inscrit ensuite l'information voulue dans les cases du plan type et dans le bordereau d'armature en se référant aux sections 4.2.5 et 4.2.6 du manuel. On trouvera un exemple complet de la démarche à suivre à la section 4.2.7 du manuel.

Figure 4.3-6a
Exemple - Charpente métallique



CHAPITRE 5

JOINT DE TABLIER

TABLE DES MATIÈRES

5.1	GÉNÉRALITÉS	5-1
5.2	CHOIX DU PLAN TYPE	5-1
5.2.1	Joint de tablier avec garniture en élastomère	5-1
5.2.2	Joint dalle sur culée	5-1
5.3	PROCÉDURE D'UTILISATION DES PLANS TYPES	5-2
5.3.1	Joint de tablier avec garniture en élastomère	5-2
5.3.2	Joint dalle sur culée	5-2

5.1 GÉNÉRALITÉS

Un « joint de tablier avec garniture en élastomère » est prévu à l'une des extrémités du tablier des ponts à poutres dont la travée nominale dépasse 25 mètres. Un « joint dalle sur culée » doit alors être prévu à l'autre extrémité.

Si la longueur de la travée de ce type de pont ne dépasse pas 25 mètres, un « joint dalle sur culée » sera prévu à chaque extrémité.

Le « joint dalle sur culée » est essentiellement constitué d'une membrane d'étanchéité entre la dalle et le dessus du garde-grève, de systèmes de drainage et de garnitures compressibles aux joints des chasse-roues et trottoirs.

Le concepteur doit consulter la section 11.3 du Manuel de conception des structures, volume 1, ainsi que la section 2.11.3, du chapitre 2, tome III des Normes.

5.2 CHOIX DU PLAN TYPE

5.2.1 Joint de tablier avec garniture en élastomère

Il existe trois plans types de joint de tablier avec garniture en élastomère; ces plans types diffèrent selon le biais du pont :

- sans biais : PT1JT-01
- avec biais à droite : PT1JT-02
- avec biais à gauche : PT1JT-03

5.2.2 Joint dalle sur culée

Il existe un seul plan type pour ce joint, identifié comme suit :

- joint dalle sur culée : PT1JT-04

5.3 PROCÉDURE D'UTILISATION DES PLANS TYPES

5.3.1 Joint de tablier avec garniture en élastomère

La figure 5.3-1 « Identification des cases des plans types PT1JT-01 à PT1JT-03 » sert de guide pour compléter le plan type du joint de tablier.

L'utilisateur doit d'abord sélectionner les blocs appropriés selon le type de bordure (trottoirs ou chasse-roues) de chaque côté et les incorporer au dessin principal aux points d'insertion indiqués dans le fichier.

Sur cette figure, les cases du plan type ont été identifiées par des lettres. En se référant à la définition donnée ci-après pour chacune de ces lettres, l'utilisateur inscrit dans ces cases l'information correspondante.

Sur le plan type du joint de tablier, les côtés gauche et droit de la vue en élévation correspondent aux mêmes côtés que ceux de la vue en élévation sur le plan de la culée mobile.

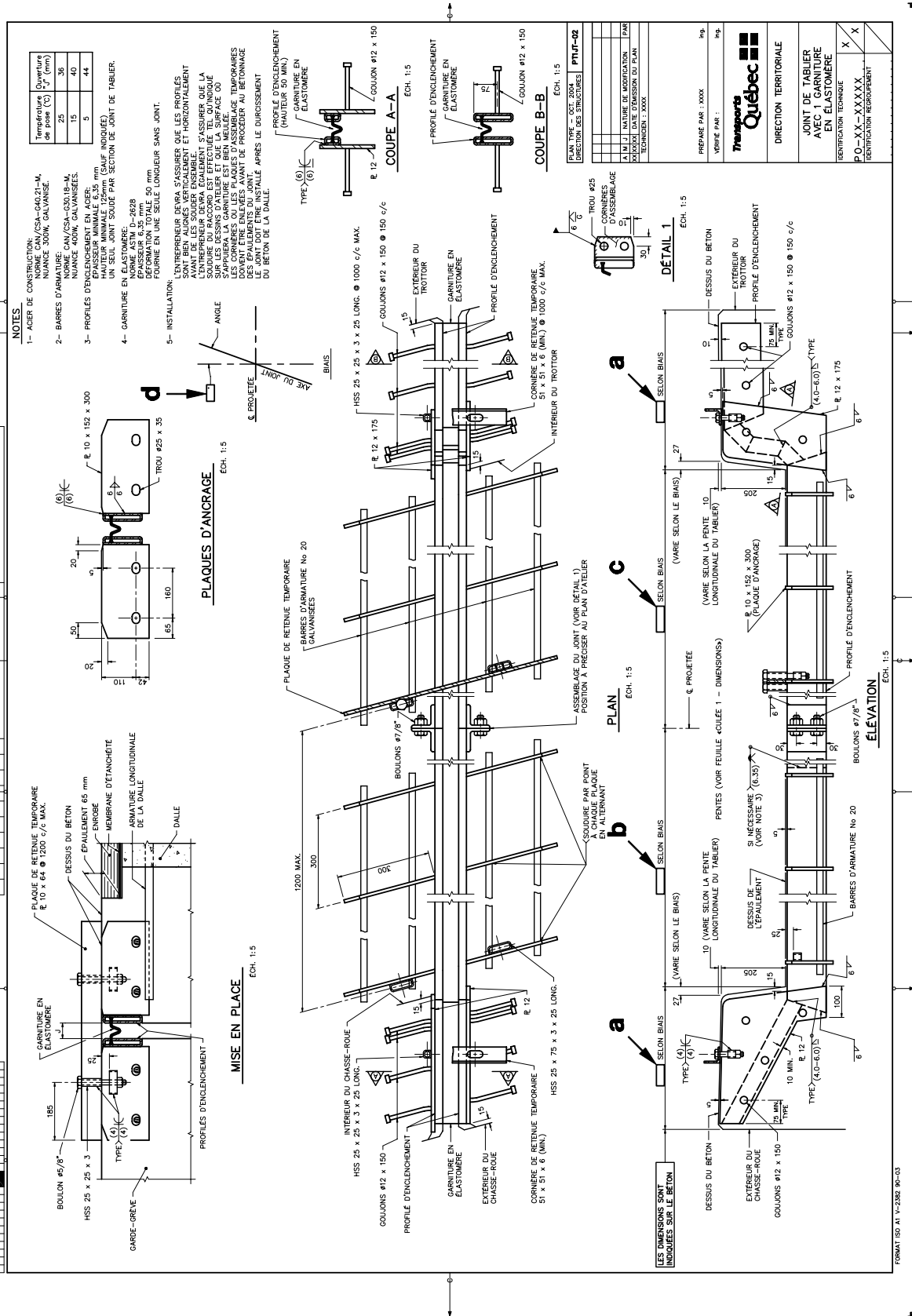
Identification des cases à remplir du plan type du joint de tablier

- a : largeur à l'endroit du chasse-roue ou du trottoir, mesurée selon le biais du pont, en mm
cette valeur est égale à : $(442/\cos d)$ pour un chasse-roue
 $(1\ 792/\cos d)$ pour un trottoir
- b : partie de la largeur carrossable située à gauche de la ligne de centre projetée, mesurée suivant le biais du pont = $([\text{valeur indiquée sur la vue en élévation du plan de la culée mobile}]/\cos d)$
- c : partie de la largeur carrossable située à droite de la ligne de centre projetée, mesurée suivant le biais du pont = $([\text{valeur indiquée sur la vue en élévation du plan de la culée mobile}]/\cos d)$
- d : angle du biais du pont, en degrés

5.3.2 Joint dalle sur culée

Aucune donnée n'est requise pour compléter le plan type PT1JT-04.

Figure 5.3-1
Identification des cases des plans types PT1JT-01 à PT1JT-03



CHAPITRE 6

DISPOSITIFS DE RETENUE, CHASSE-ROUES ET TROTTOIRS

TABLE DES MATIÈRES

6.1	GÉNÉRALITÉS	6-1
6.2	CHOIX DU PLAN TYPE	6-1
6.2.1	Dispositifs de retenue	6-1
6.2.2	Chasse-roues et trottoirs	6-2
6.3	PROCÉDURE D'UTILISATION DES PLANS TYPES	6-2
6.3.1	Chasse-roues et trottoirs	6-2
6.3.2	Dispositifs de retenue	6-2
6.4	EXEMPLE	6-2

6.1 GÉNÉRALITÉS

Le présent chapitre traite des dispositifs de retenue – glissières en acier et garde-fous – utilisés pour les ponts normalisés et de la partie en acier (211A et 311A) des glissières 211 et 311.

Le chapitre traite également des plans types des chasse-roues et trottoirs utilisés sur les tabliers et les murs en retour des ponts normalisés.

Le concepteur doit consulter la section 12.2 du Manuel de conception des structures, volume 1, ainsi que la section 2.12.1, chapitre 2, tome III des Normes.

6.2 CHOIX DU PLAN TYPE

6.2.1 Dispositifs de retenue

La section 2.12.1 du chapitre 2, tome III des normes, permet de choisir le type de glissière ou de garde-fou approprié à un pont particulier.

Le plan type du dispositif de retenue est choisi à partir du tableau 6.2-1 « Choix du plan type du dispositif de retenue ».

Tableau 6.2-1
Choix du plan type du dispositif de retenue

Type de dispositif de retenue		Plan type
Glissière :	311A* 210 210B 210C 211A*	PT1DR-14 PT1DR-15 PT1DR-16 PT1DR-17 PT1DR-20
Garde-fou :	20 20C	PT1DR-18 PT1DR-19

* Partie en acier de la glissière 311 ou 211 selon le cas

6.2.2 Chasse-roues et trottoirs

Plans types à insérer au cahier des plans pour un pont normalisé, selon les particularités du projet :

- Chasse-roue PT1CR-01
- Trottoir PT1CR-02

Tel que précisé au chapitre 4, lorsque des drains de tablier sont requis, les détails doivent être inclus au plan de chasse-roue ou de trottoir. Un bloc de dessin de drain a été prévu à cette fin en périphérie du cadre de chacun des plans types précédents. L'utilisateur doit l'inclure au plan type lorsque cela est nécessaire.

6.3 PROCÉDURE D'UTILISATION DES PLANS TYPES

6.3.1 Chasse-roues et trottoirs

À l'exception du cartouche, les plans types des chasse-roues et trottoirs sont complets.

6.3.2 Dispositifs de retenue

Le plan type du dispositif de retenue ne nécessite que des modifications mineures pour être adapté à un pont particulier. Il suffit en effet d'ajouter un dessin montrant la disposition des poteaux.

La disposition des poteaux doit respecter les exigences de la section 12.2 du volume 1 du Manuel de conception des structures.

6.4 EXEMPLE

Soit un pont ayant une travée de 28 m, un biais à droite de 15°, un joint de tablier à la culée 1 et un joint dalle sur culée à l'autre extrémité. Un trottoir non séparé de la chaussée se trouve du côté aval du pont et la longueur des murs en retour est telle qu'indiquée à la figure 6.4-1 « Vue en plan du pont ».

Le programme « Détermination du niveau de performance des dispositifs de retenue sur les ponts » (gli-sec.xls) stipule un niveau de performance NP-2. Le tableau 2.12-1 du tome III des normes indique que des glissières en acier 210, 210B, 210C et 211 peuvent être utilisées.

Choix du plan type

Une glissière 210 du côté du chasse-roue et une glissière 210B du côté du trottoir sont les dispositifs de retenue les plus appropriés. À partir du tableau 6.2-2, on choisit les plans types PT1DR-15 et PT1DR-16 correspondant aux glissières 210 et 210B respectivement.

Disposition des poteaux

A) GLISSIÈRE 210B

Longueur du pont incluant les murs en retour :

$$(4\,000 + 28\,000 + 5\,000) = 37\,000 \text{ mm}$$

Position du joint de tablier, déterminée à partir de l'extrémité du mur en retour de la culée 1 :

$$(4\,000 + [250/\cos 15^\circ]) = 4\,259 \text{ mm}$$

Position de la discontinuité du tablier à la culée 2, déterminée à partir de l'extrémité du mur en retour de la culée 1 :

$$(4\,000 + 28\,000 + [490/\cos 15^\circ]) = 32\,507 \text{ mm}$$

On doit autant que possible conserver une disposition symétrique des poteaux et, s'il est nécessaire de rapprocher les poteaux d'extrémités du pont, minimiser le nombre d'espacements différents.

Essai 1

Considérons 18 espacements à 2 000 mm centrés sur la longueur hors tout du pont. Donc, il reste à chaque extrémité :

$$(37\,000 - [18 \times 2\,000])/2 = 500 \text{ mm}$$

Sachant que la distance entre le poteau d'extrémité et le bout du mur en retour doit être comprise entre 250 mm et 800 mm et que l'espacement entre deux poteaux de glissière 210B situés aux extrémités du pont ne doit pas être inférieur à 1 000 mm, on choisit la disposition des poteaux d'extrémité suivante :

- distance entre le bout du mur en retour et le premier poteau d'extrémité : 500 mm
- distance entre les autres poteaux : 2 000 mm

Position des deux poteaux situés de part et d'autre du joint de tablier, déterminée à partir de l'extrémité du mur en retour de la culée 1 :

$$(500 + 2\,000) = 2\,500 \text{ mm}$$

$$(2\,500 + 2\,000) = 4\,500 \text{ mm}$$

Donc, la distance séparant le joint de tablier et le poteau le plus près est de :

$$(4\,500 - 4\,259) = 241 \text{ mm} < 700 \text{ mm (minimum requis)}$$

Cette disposition des poteaux n'est pas acceptable, car ce critère n'est pas respecté.

Essai 2

Considérons 17 espacements à 2 000 mm centrés sur la longueur hors tout du pont. Donc, il reste à chaque extrémité :

$$(37\,000 - [17 \times 2\,000])/2 = 1\,500 \text{ mm}$$

On choisit la disposition des poteaux d'extrémité suivante :

- distance entre le bout du mur en retour et le premier poteau d'extrémité : 300 mm
- distance entre le premier et le deuxième poteau d'extrémité : 1 200 mm
- distance entre les autres poteaux : 2 000 mm

Position des deux poteaux situés de part et d'autre du joint de tablier, déterminée à partir de l'extrémité du mur en retour de la culée 1 :

$$(300 + 1\,200 + 2\,000) = 3\,500 \text{ mm}$$

$$(3\,500 + 2\,000) = 5\,500 \text{ mm}$$

Donc, la distance séparant le joint de tablier et le poteau le plus près est de :

$$(4\,259 - 3\,500) = 759 \text{ mm} > 700 \text{ mm (minimum requis)}$$

La position des deux poteaux situés de part et d'autre de la discontinuité du tablier à l'axe 2, déterminée à partir de l'extrémité du mur en retour de la culée 1, est de :

$$(1\ 500 + [15 \times 2\ 000]) = 31\ 500\ \text{mm}$$

$$(31\ 500 + 2\ 000) = 33\ 500\ \text{mm}$$

Donc, la distance séparant la discontinuité du tablier et le poteau le plus près est de :

$$(33\ 500 - 32\ 507) = 993\ \text{mm} > 450\ \text{mm (minimum requis)}$$

Cette disposition des poteaux est acceptable, car tous les critères sont respectés.
Elle se résume comme suit :

300 mm; 1 esp. de 1 200 mm; 17 esp. de 2 000 mm; 1 esp. de 1 200 mm; 300 mm

B) GLISSIÈRE 210

Longueur du pont incluant les murs en retour :

$$(5\ 000 + 28\ 000 + 5\ 000) = 38\ 000\ \text{mm}$$

Position du joint de tablier, déterminée à partir de l'extrémité du mur en retour de la culée 1 :

$$(5\ 000 + [250/\cos 15^\circ]) = 5\ 259\ \text{mm}$$

Position de la discontinuité du tablier à la culée 2, déterminée à partir de l'extrémité du mur en retour de la culée 1 :

$$(5\ 000 + 28\ 000 + [490/\cos 15^\circ]) = 33\ 507\ \text{mm}$$

Essai 1

Considérons 17 espacements à 2 000 mm centrés sur la longueur hors tout du pont.
Il reste à chaque extrémité :

$$(38\ 000 - [17 \times 2\ 000])/2 = 2\ 000\ \text{mm}$$

Sachant que la distance entre le poteau d'extrémité et le bout du mur en retour doit être comprise entre 250 mm et 800 mm et que l'espacement entre deux poteaux de glissière 210 situés aux extrémités du pont ne doit pas être inférieur à 1 000 mm, on choisit la disposition des poteaux d'extrémité suivante :

- distance entre le bout du mur en retour et le premier poteau d'extrémité : 800 mm
- distance entre le premier et le deuxième poteau d'extrémité : 1 200 mm
- distance entre les autres poteaux : 2 000 mm

Position des deux poteaux situés de part et d'autre du joint de tablier, déterminée à partir de l'extrémité du mur en retour de la culée 1 :

$$(800 + 1\,200 + 2\,000) = 4\,000 \text{ mm}$$

$$(4\,000 + 2\,000) = 6\,000 \text{ mm}$$

Donc, la distance séparant le joint de tablier et le poteau le plus près est de :

$$(6\,000 - 5\,259) = 741 \text{ mm} > 700 \text{ mm (minimum requis)}$$

À la culée 2, la position des deux poteaux situés de part et d'autre de la discontinuité du tablier, déterminée à partir de l'extrémité du mur en retour de la culée 1, est de :

$$(2\,000 + [15 \times 2\,000]) = 32\,000 \text{ mm}$$

$$(32\,000 + 2\,000) = 34\,000 \text{ mm}$$

Donc, la distance séparant la discontinuité du tablier et le poteau le plus près est de :

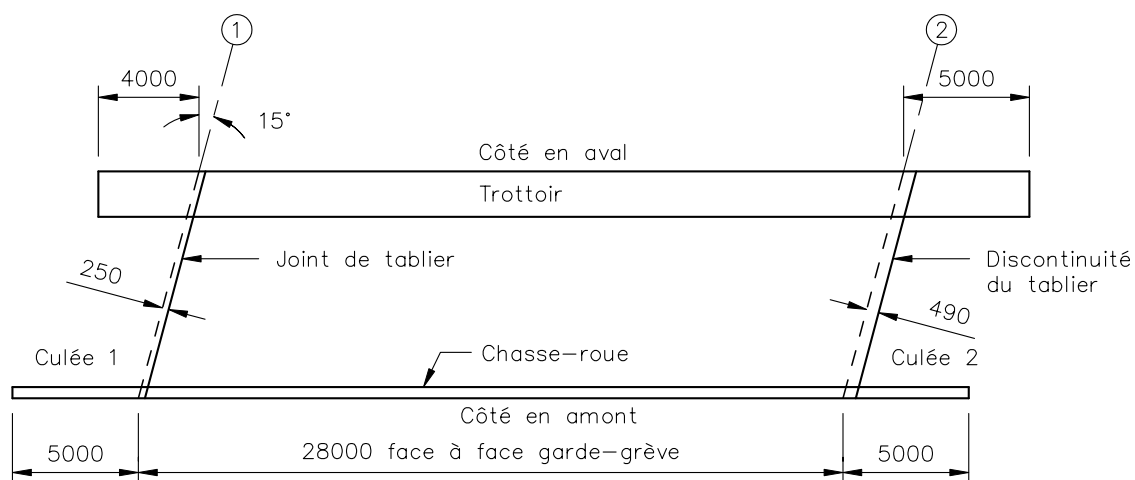
$$(34\,000 - 33\,507) = 493 \text{ mm} > 450 \text{ mm (minimum requis)}$$

Cette disposition des poteaux est acceptable, car tous les critères sont respectés. Elle se résume comme suit :

800 mm; 1 esp. de 1 200 mm; 17 esp. de 2 000 mm; 1 esp. de 1 200 mm; 800 mm

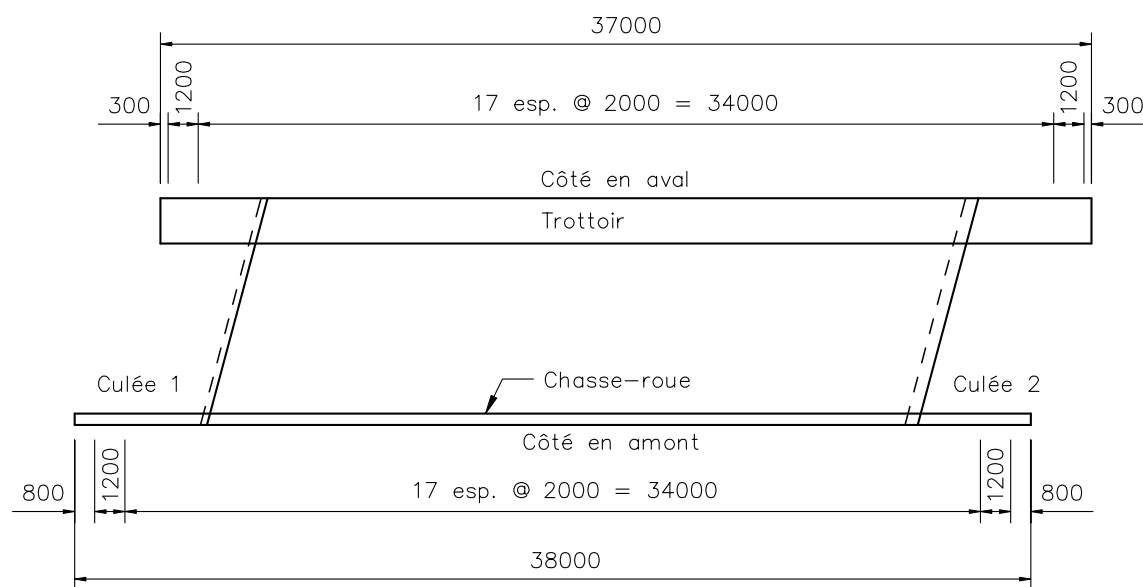
C) PLANS TYPES

La figure 6.4-2 « Disposition des poteaux » montre la disposition des poteaux des dispositifs de retenue. Ce dessin doit être reproduit sur le plan type des glissières dans l'espace prévu à cette fin.



VUE EN PLAN

Figure 6.4-1
Vue en plan du pont



DISPOSITION DES POTEUX

Figure 6.4-2
Disposition des poteaux

CHAPITRE 7

PORTIQUES EN BÉTON ARMÉ

TABLE DES MATIÈRES

7.1	INTRODUCTION	7-1
7.2	CARACTÉRISTIQUES	7-1
7.3	LIMITES D'UTILISATION	7-1
7.4	CONCEPTION	7-2
7.5	PORTIQUE (TABLIER ET BÉQUILLES)	7-6
7.5.1	Généralités	7-6
7.5.2	Choix des plans types	7-6
7.5.3	Procédure d'utilisation des plans types du portique	7-7
7.6	CHOIX DU PLAN TYPE DES SEMELLES	7-22
7.6.1	Procédure d'utilisation des plans types de semelles	7-22

7.1 INTRODUCTION

Le chapitre 7 couvre la conception des ponts normalisés de type portique en béton armé. La procédure est conforme aux prescriptions du code canadien sur le calcul des ponts routiers CAN/CSA-S6-00 et au tome III de la norme du Ministère et du Manuel de conception des structures volume 1.

Des plans types ont été élaborés pour la préparation des plans et devis complets nécessaires aux appel d'offres.

7.2 CARACTÉRISTIQUES

Un pont de type portique en béton armé est constitué d'un tablier à dalle pleine et goussets, structuralement continu avec les béquilles qui tiennent lieu de culées. Les béquilles s'appuient directement sur les semelles et sont considérées rotulées à cet endroit.

Ainsi, les « culées » et le « tablier » sont construits de façon monolithique et ne nécessitent donc pas de joint de dilatation et d'appareils d'appui. La rigidité de l'ensemble permet d'obtenir, au centre, des épaisseurs de dalle relativement minces de l'ordre de $L/30$ à $L/35$, L étant la portée. Les portiques sont des structures économiques pour des portées inférieures à 21 mètres.

Le coût total de ce type de structure – construction et entretien – est relativement bas par rapport à celui d'autres types de ponts. L'entretien est réduit au minimum du fait de l'absence de joint et d'appareil d'appui, qui doivent être remplacés périodiquement.

Essentiellement, donc, les portiques en béton armé sont des structures qui présentent un excellent comportement structural en ce qui concerne la résistance, la flèche et la résistance aux vibrations et qui en outre ont une grande durée de vie.

7.3 LIMITES D'UTILISATION

Les portiques en béton armé normalisés sont des structures à une travée coulées en place sur des étalements dont le tablier n'est pas sous remblai.

Les limites suivantes s'appliquent à ce type d'ouvrage normalisé, outre celles énoncées au chapitre 1 « Généralités » du présent manuel.

Portée intérieure : $8 \text{ m} \leq L \leq 20 \text{ m}$

Largeur maximale du portique : 15 m ($\perp$ à la ligne de centre projetée)

Biais maximal : $\tan^{-1} \left(\frac{L}{6LT} \right) \leq 20^\circ$

L : portée intérieure (m)

LT : largeur du pont (m)

Hauteur des béquilles : $2,5 \text{ m} \leq HG \leq 8,0 \text{ m}$

$2,5 \text{ m} \leq HD \leq 8,0 \text{ m}$

Note : Il est recommandé de limiter à 1,00 m, la différence de hauteur entre les 2 béquilles.

Longueur maximale des murs
en retour en console : 6,0 m

Pente longitudinale maximale : 3,0 %

Fondations : Semelles sur sol uniquement (pas de pieux)

Les dimensions doivent être prises selon la ligne de centre projetée du pont (voir tableau 7.4-1).

Les ponts de type portique en béton armé dont l'une ou plusieurs des limites énoncées ne sont pas respectées, ne sont pas couverts par le présent chapitre et doivent être étudiés séparément.

7.4 CONCEPTION

Les calculs nécessaires à la conception des portiques en béton armé normalisés doivent être faits pour chaque projet au moyen d'un logiciel d'analyse spécialisé.

Le concepteur à la Direction territoriale doit préciser les données de saisie selon les indications du tableau 7.4-1 et les faire parvenir, accompagnées d'une copie du rapport de l'étude géotechnique, au Service de la conception de la Direction des structures. Un ingénieur concepteur spécialisé procède à l'analyse et transmet, selon les indications du tableau 7.4.2, les résultats au demandeur, qui dispose ainsi des données requises pour compléter les plans types du projet.

Tableau 7.4-1**Portique en béton armé****Données de saisie de l'analyse structurale et géotechnique**

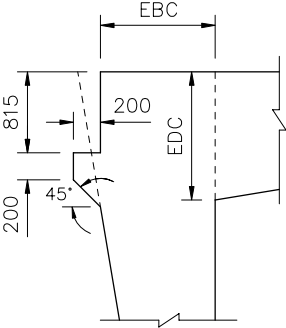
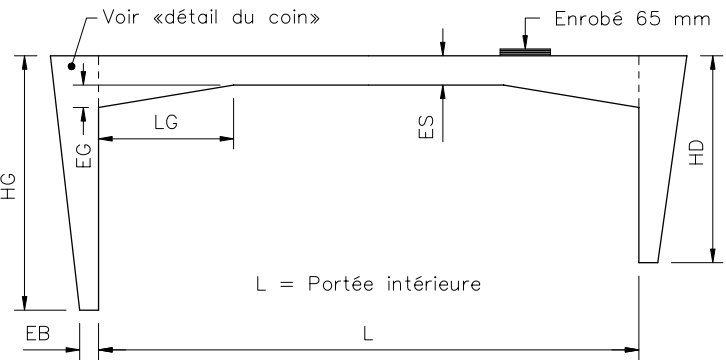
Projet de pont sur :			
Au-dessus de :			
Municipalité :			
Dossier :			
Direction des structures		Télécopieur : 418 646-5415	
 Détail du coin  Géométrie GÉOMÉTRIE DU PORTIQUE (À LA Ȳ DU PONT)			
Portée intérieure L :		mm	
Hauteur de la béquille gauche HG :		mm	
Hauteur de la béquille droite HD :		mm	
Largeur hors tout du pont LT :		mm	
Angle du biais du portique θ :		°	
Pente longitudinale du tablier :		%	
Chasse-roues :	côté gauche : oui ☐ non ☐	côté droit : oui ☐ non ☐	
Trottoirs :	côté gauche : oui ☐ non ☐	côté droit : oui ☐ non ☐	
Type de glissière(s) :	côté gauche : _____ côté droit : _____		
Résistance du béton f'_c :		MPa	
Note : Une copie du rapport de l'étude géotechnique (conforme à la norme CAN/CSA-S6-00) doit être transmise avec la présente demande.			
Direction territoriale requérante :			
Chargé de projet :	(signature)	ing.	
	(en lettres moulées)		
Chef de service :			
Date :			

Tableau 7.4-2

Portique en béton armé

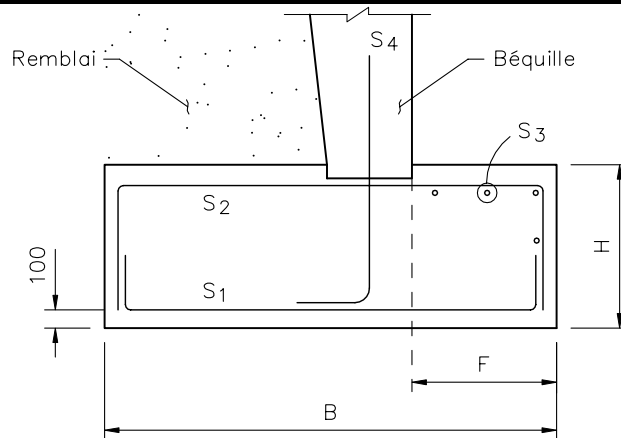
Résultats de l'analyse structurale et géotechnique

Projet de pont sur :			
Au-dessus de :			
Municipalité :			
Dossier :			

GÉOMÉTRIE DU PORTIQUE				Cases plans types
Épaisseur de la dalle ES :	_____ mm			t
	Gauche (axe 1)	Droit (axe 2)		
Épaisseur de la béquille au coin supérieur EBC	_____ mm	_____ mm	r1, r2	
Épaisseur de la béquille partie inférieure EB	_____ mm	_____ mm	v1, v2	
Épaisseur de la dalle au coin supérieur EDC	_____ mm	_____ mm	s1, s2	
Longueur des goussets LG	_____ mm	_____ mm	p1, p2	
Joint construction j _i	_____ mm	_____ mm	j1, j2	
Joint construction k _i	_____ mm	_____ mm	k1, k2	
Cambrure de construction	_____ mm	_____ mm	z1 à z5	

BORDEREAU D'ARMATURE									Espacement c/c (mm)
IDENTIF.	TYPE	A	B	C	LONGUEUR (mm)	NO	NOMBRE	MASSE (kg)	
P0	1	- - -	- - -	- - -					
P1	1	- - -	- - -	- - -					
P2	25								
P3	25								
P4	1	- - -	- - -	- - -					
P5	1	- - -	- - -	- - -					
P6	25								
P7	25								
P8	1	- - -	- - -	- - -					
P9	1	- - -	- - -	- - -					
P10	1	- - -	- - -	- - -					
P11	1	- - -	- - -	- - -					
P12	1	- - -	- - -	- - -		15			
P13	3		600	- - -		20			
P14	3		600	- - -		20			
P15	8	1000	1000		2000	15			
P16	8	1000	1000		2000	15			

Tableau 7.4-2 (suite)



Géométrie et armature

SEMELLES DU PORTIQUE

Largeur de la semelle B _____ mm
(perpendiculaire à l'axe de la semelle)

Longueur de la pince avant F _____ mm

Épaisseur de la semelle H _____ mm

Cases plans types

g, w

i1, x1

k1, m1

BORDEREAU D'ARMATURE									Espacement c/c (mm)
IDENTIF.	TYPE	A	B	C	LONGUEUR (mm)	NO	NOMBRE	MASSE (kg)	
SEMELLE AXE 1									
S1	3			---					
S2	3			---		20			
S3	1	---	---	---		20			300
S4	2			---					
SEMELLE AXE 2									
S11	3			---					
S12	3			---		20			
S13	1	---	---	---		20			300
S14	2			---					

Préparé par : _____ (signature) _____
 (en lettre moulées) _____ Date

Vérifié par : _____ (signature) _____
 (en lettre moulées) _____ Date

Service de la conception
 Direction des structures

7.5 PORTIQUE (TABLIER ET BÉQUILLES)

7.5.1 Généralités

La présente section concerne les procédures à suivre pour la préparation des plans des portiques en béton armé normalisés. Les plans types proposés doivent être complétés par des données préparées par un logiciel de calcul.

Chaque pont est conçu pour les conditions particulières de chaque projet : portée, largeur, hauteur, trottoir(s), chasse-roue(s), etc.

Le pont de type portique convient particulièrement bien lorsque l'espace est restreint, entre le profil de la route et le dégagement au-dessus des eaux, pour recevoir un tablier. En effet, le portique permet de réaliser les tabliers les plus minces dans la gamme des travées qu'il couvre. Son usage n'est cependant pas limité à ces cas particuliers.

Le tablier-dalle du portique, comme la dalle de pont, doit être protégé par une membrane d'étanchéité, puis recouvert d'enrobé bitumineux, conformément au chapitre 2, tome III, des Normes du ministère des Transports (voir dessin normalisé 010).

7.5.2 Choix des plans types

Les plans types nécessaires à la préparation d'un projet (excluant les semelles des fondations) sont choisis parmi les 7 plans énumérés au tableau 7.5-1 et dont on trouvera des spécimens à la fin de la présente section.

Trois plans sont nécessaires à chaque projet : le plan des dimensions et celui des armatures, choisis en fonction du biais du pont, et le plan des murs en retour, qui est le même dans tous les cas.

Tableau 7.5-1

Liste des plans types de portique

Description	Codification
PORTIQUE EN BÉTON ARMÉ	
– Sans biais	
- Dimensions	PT135-01
- Armature	PT135-02
– Biais à droite	
- Dimensions	PT135-03
- Armature	PT135-04
– Biais à gauche	
- Dimensions	PT135-05
- Armature	PT135-06
MURS EN RETOUR EN CONSOLE	PT135-07

7.5.3 Procédure d'utilisation des plans types de portique

7.5.3.1 Dimensions du portique

Le concepteur remplit les cases montrées au plan « Portique – Dimensions » en se référant aux lettres les identifiant. On trouvera ci-dessous, pour chacune de ces lettres, des indications sur l'information à inscrire dans les cases; se référer aux feuillets de format réduit du plan « Portique – Dimensions » des figures 7.5-1 et 7.5-2. Les dimensions à inscrire proviennent des résultats inscrits au formulaire des résultats (tableau 7.4-2).

Note : Sauf indication contraire, toutes les dimensions sont en millimètres.

Identification des cases à remplir sur le plan type

- a : largeur totale du tablier (⊥ à la ligne de centre projetée)
- b : inscrire « chasse-roue » ou « trottoir »
- c : largeur du chasse-roue (450) ou du trottoir (1 800)

- d : partie de la largeur carrossable située à gauche de la ligne de centre projetée, suivant la coupe transversale; à calculer
- e : partie de la largeur carrossable située à droite de la ligne de centre projetée, suivant la coupe transversale; à calculer
- f1, f2 : distance entre la face de la béquille et l'extrémité du mur en retour en console
- g1, g2 : élévation extérieure de l'extrémité du mur en retour en console gauche (m)
- h1, h2 : élévation extérieure de l'extrémité du mur en retour en console droit (m)
- i1, i2 : élévation du dessus de la dalle à la ligne de centre projetée (m)
- j1, j2 : emplacement du joint de construction p/r au-dessus du tablier (tableau 7.4-2)
- k1, k2 : emplacement du support de la dalle de transition et de la face inclinée de la béquille (tableau 7.4-2)
- l : portée libre du pont = distance face à face des béquilles, suivant l'axe longitudinal du pont; (L dans le tableau 7.4-1)
- o : angle du biais du pont, en degrés
- p1, p2 : longueur des goussets; (LG dans le tableau 7.4-2)
- q1, q2 : élévation du dessus de la semelle (m)
- r1, r2 : épaisseur de la béquille au niveau du tablier (EBC dans le tableau 7.4-2)
- s1, s2 : épaisseur du tablier à la face de la béquille (EDC dans le tableau 7.4-2)
- t : épaisseur du tablier dans la partie centrale du pont (c.-à-d. entre les goussets) (ES dans le tableau 7.4-2)
- u : demi-largeur du joint de construction ($k1 \div 2$ ou $k2 \div 2$)
- v1, v2 : épaisseur de la béquille à la base (EB dans le tableau 7.4-2)

- w : chaînage à l'axe 1, sur la ligne de centre projetée (m)
- x : largeur de l'assise du corbeau pour la dalle de transition suivant l'axe longitudinal du pont = $200/\cos \alpha$
- z1 à z5 : cambrure du tablier à une distance de la face de la béquille égale à 0,1, 0,2, 0,3, 0,4, et 0,5 de la portée libre (tableau 7.4-2)

7.5.3.2 Armature du portique

Le concepteur doit inscrire sur le plan type « Portique – Armature » l'espacement des armatures sur la vue en plan et la coupe A-A et compléter le bordereau d'armature. Ces informations sont contenues dans le formulaire des résultats (tableau 7.4-2) pour les armatures P0 à P16. Le reste des armatures doit être déterminé par le concepteur, à la Direction territoriale, selon les instructions qui suivent. Le lecteur doit se référer aux feuillets de format réduit du plan de l'armature des figures 7.5-3 et 7.5-4. Pour plus de clarté, l'armature principale est schématisée à la figure 7.5-5.

P17, P18, P19 Armatures du corbeau de la dalle de transition

P17 Nombre = $\frac{(a - 150)}{300} + 1$

a : largeur totale du tablier

P18 Longueur = $\frac{a - 150}{\cos \theta}$

P19 Voir armature P17

P20 Armature dans le gousset du mur en retour

Le nombre de barres d'armature P20 dans un mur en retour en console dépend de la longueur du mur (voir chapitre 8 du volume I du Manuel de conception).

Longueur du mur L (m)	Armature P20 Nombre
3	5
4	7
5	9
6	11

D1 Armature transversale de la dalle de transition

Longueur = $(a - 1\ 050) / \cos \theta$

D2, D3 Armature longitudinale de la dalle de transition

Le nombre de barres d'armature de chaque type se calcule comme suit :

$$D2 \text{ nombre} = \frac{(a - 1050)}{300} + 1 \text{ (arrondi à l'entier supérieur)}$$

$$D3 \text{ nombre} = \frac{(a - 1050)}{150} + 1 \text{ (arrondi à l'entier supérieur)}$$

Masse de l'armature

La masse de chaque type de barres d'armature doit être inscrite au bordereau; elle se calcule comme suit :

$$\text{Masse (kg)} = \text{longueur} \times \text{nombre} \times \text{masse linéique}$$

La masse linéique des barres d'armature n^{os} 15 à 30 est donnée au tableau ci-dessous.

Tableau
Masse linéique

Barre n°	Masse linéique (kg/mm)
15	0,001570
20	0,002355
25	0,003925
30	0,005495
35	0,007850

S1, S2, S3 Supports de l'armature de la nappe supérieure

Le calcul des supports d'armature se fait selon la procédure suivante.
Le nombre de supports S1 sur la partie du tablier à épaisseur constante est limité, du fait que leur espacement ne doit pas dépasser 1 800 mm.

k : hauteur hors tout des supports S1, S2 et S3 en mm

Support (type)	Hauteur des supports K
S1	$t - 100 - \varnothing PO - \varnothing P2$
S2	$\frac{s1 + t}{2} - 100 - \varnothing P2 - \varnothing P11$
S3	$s1 - 100 - \varnothing P2 - \varnothing P11$

exemple $\varnothing P2$: diamètre de la barre d'armature type P2 (mm)

l : distance entre les deux montants des cadres extérieurs des supports
 $= ((a - 150)/\cos \alpha) - [m \times 1\,000]/2$, en mm
(cette valeur doit être comprise entre 200 mm et 1 200 mm)

m : nombre de cadres intérieurs des supports
(cette valeur doit être un nombre pair, supérieur ou égal à 8)

n : longueur totale couverte par les cadres intermédiaires du support pour armature supérieure, en mm
 $= (m \times 1\,000)$, en mm

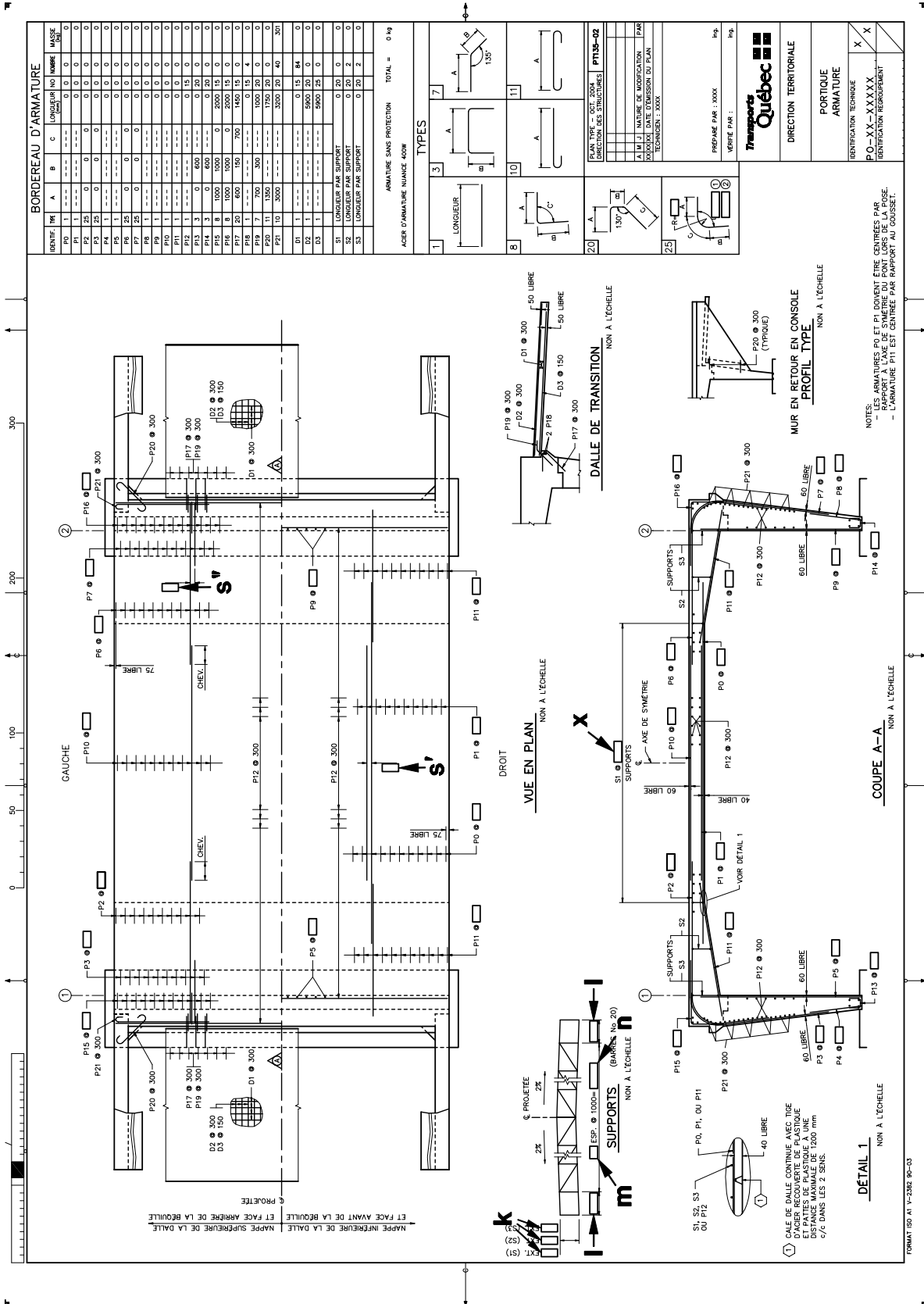
x : espacement des supports type S1 (mm) (maximum 1 800 mm)

S1, S2, S3 : support des barres supérieures du tablier, disposé suivant le biais du pont

longueur = $[(k - 40) \times (m + 3)] + (2 \times [(a - 150)/\cos \alpha]) +$

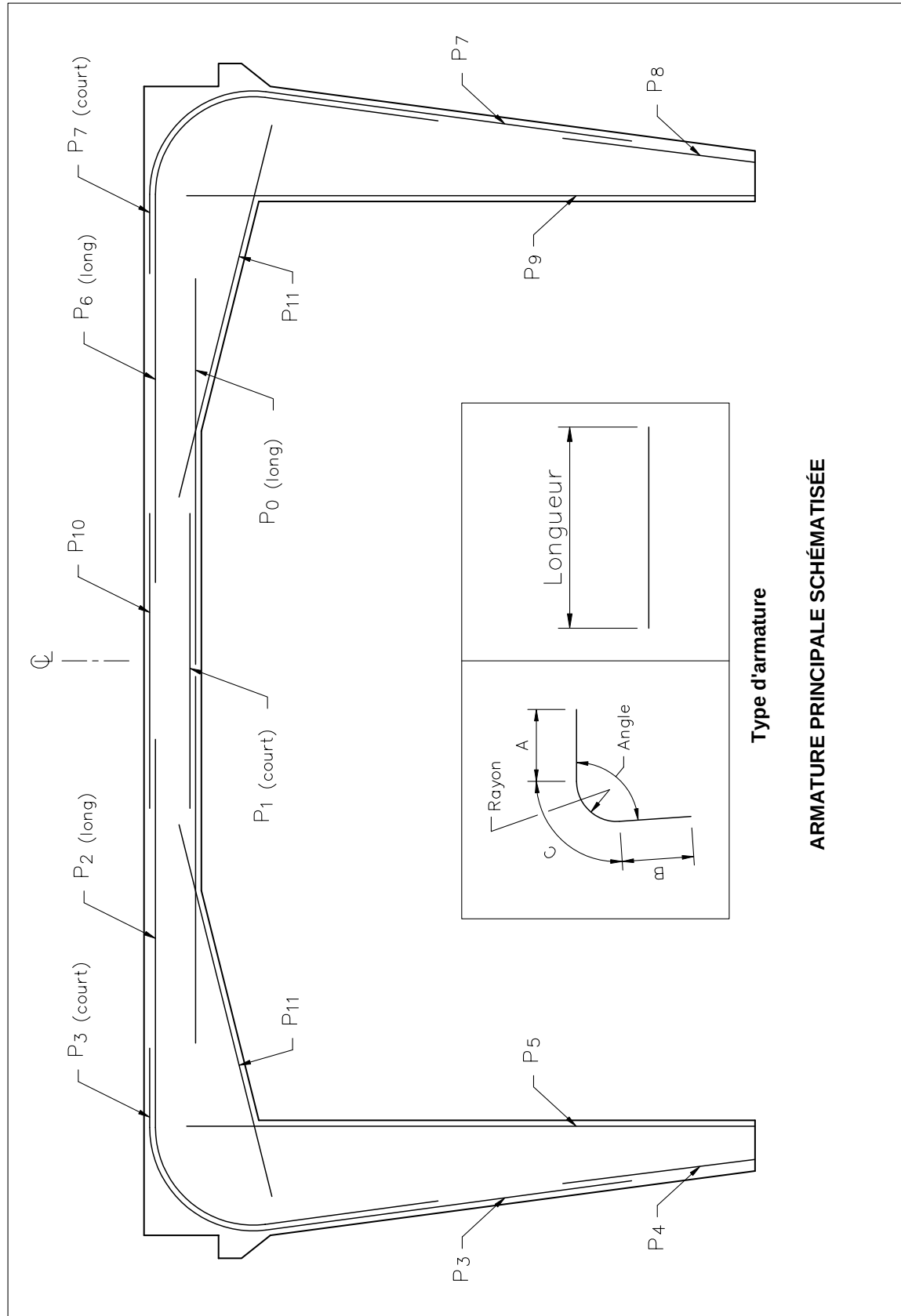
$$\left(m \times \sqrt{(k - 40)^2 + (1\,000)^2} \right)$$

Figure 7.5-3
Portique, sans biais



[illegible]

Figure 7.5-5
Armature principale d'un portique



7.5.3.3 Murs en retour en console

Il n'y a qu'un plan type de « Murs en retour en console – Armature ». Ce plan, utilisé pour les portiques avec ou sans biais, illustre les armatures des murs en retour en console, les armatures des chasse-roues et des trottoirs sur le portique et sur les murs en retour en console.

Le concepteur remplit le bordereau d'armature et les cases montrées au plan type « Mur en retour en console – Armature » en se référant aux lettres les identifiant.

On trouvera ci-dessous, pour chacune de ces lettres, des indications sur l'information à inscrire dans les cases; se référer au feuillet de format réduit du plan « Mur en retour en console – Armature » de la figure 7.5-7.

Identification des cases à remplir sur le plan type

- a, c, f, h : étriers sur le mur en retour en console
inscrire GR2 si chasse-roue
ou
inscrire T2, T3 et T4 si trottoir
- b, g : étriers sur le portique
inscrire GR3 si chasse-roue
ou
inscrire T5 et T6 si trottoir
- d, e, i, j : armature longitudinale
inscrire GR1 si chasse-roue
ou
inscrire T1 si trottoir

Bordereau d'armature

Informations pour remplir le bordereau d'armature selon l'identification de chacune des barres.

Note : La définition des symboles est la même que celle définie à l'article 7.5.3.1.

GR1 : Barre longitudinale du chasse-roue

$$j = f1 + l + f2 - 150$$

À partir de la dimension « j » déterminez le nombre de barres GR1 sachant que la longueur maximale de celles-ci est de 6 000 mm et que la longueur de chevauchement est de 600 mm.

– nombre = 5 x (nombre de chevauchements requis + 1) x nombre de chasse-roues

GR2 : Étrier du chasse-roue sur le mur en retour en console

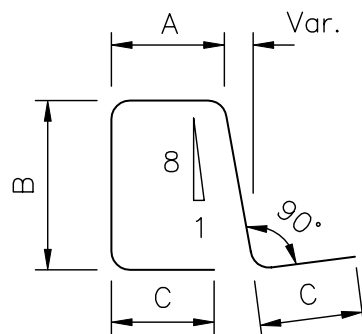
Murs à l'axe 1 par exemple

– nombre = 2 murs x $\frac{(f1 - r1 - 75)}{220} + 1$

GR3 : Étrier du chasse-roue sur le portique

voir figure 7.5-6

– nombre = $\frac{l + r1 + r2}{220}$ (de chaque côté)



ARMATURE GR3, T5 & T6
SUR DALLE

A = 275 / COS ALPHA (GR3 & T6)
1625 / COS ALPHA (T5)

B = 140+dalle

C = 250

Figure 7.5-6

Armature GR3, T5 & T6 sur dalle

T1 : Barre longitudinale du trottoir

- longueur maximale des barres = 6 000 mm
- chevauchement minimal des barres = 600 mm

Portique (sur dalle)

- nombre = 9 x (nombre de chevauchements requis + 1) x (nombre de trottoirs)

Mur en retour en console

- nombre = 15 x (nombre de chevauchements requis + 1) x (nombre de trottoirs)

T2 : Étrier du trottoir sur le mur en retour en console

- dimension A = 1 625
- longueur = (dimension A) + 1 300
- nombre = $\frac{(f1 - r1 - 75)}{220} + 1$ (pour 1 mur)

T3 : Étrier du trottoir sur le mur en retour en console

- dimension A = 275
- longueur = (dimension A) + 1 405
- nombre = armature T2 (pour 1 mur)

T4 : Étrier du trottoir sur le mur en retour en console

- dimension A = 1 650
- longueur = (dimension A) + 2 825

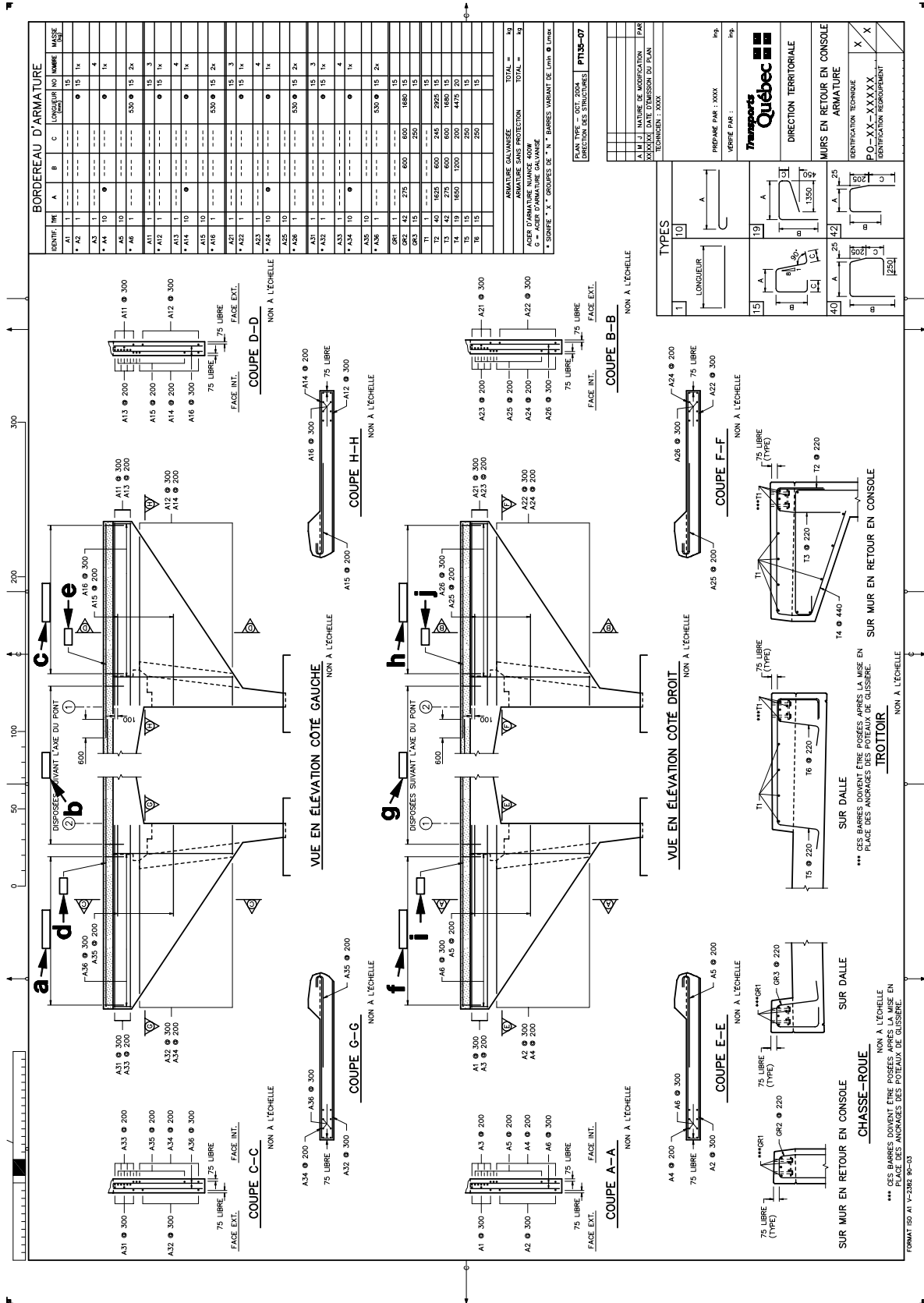
T5, T6 : Étrier du trottoir sur le portique
voir figure 7.5-6
même nombre de barres que GR3

Barres de type « A »

Les barres identifiées dans le bordereau par la lettre A se trouvent dans les murs en retour en console. On utilise les indications de la figure 8.2-11 du Manuel de conception des structures, volume I, pour choisir ces barres.

On évitera d'établir une relation entre l'identification des barres sur le plan type et celle sur la figure 8.2-11 du volume I.

Figure 7.5-7



7.6 CHOIX DU PLAN TYPE DES SEMELLES

Le choix du plan type de la semelle, parmi ceux indiqués ci-dessous, dépend uniquement du biais du pont. On en trouvera des spécimens dans la présente section.

Semelles sur le sol

- Sans biais : PT135-08
- Biais à droite : PT135-09
- Biais à gauche : PT135-10

7.6.1 Procédure d'utilisation des plans types de semelles

Le concepteur complète le plan type en inscrivant aux endroits prévus, identifiés par un rectangle, les informations et les valeurs pertinentes au projet. Les figures 7.6-1 et 7.6-2 sont des copies réduites de plans types de semelles sur lesquelles apparaissent des lettres et des chiffres en caractère gras, assortis à des flèches pointant vers les rectangles à compléter. Ces indicateurs permettent de repérer rapidement les endroits où inscrire les informations suivantes, qui proviennent en grande partie du formulaire des résultats (tableau 7.4-2). En général, les semelles 1 et 2 d'un portique normalisé sont identiques (dimensions et armature), ce qui facilite d'autant leur conception.

7.6.1.1 Semelle sans biais

Toutes les dimensions sont en millimètres.

Les chaînages et les élévations sont exprimés en mètres.

Les informations suivantes doivent être précisées sur le plan type, en se référant à la figure 7.6-1:

- a : distance entre les faces des béquilles, parallèle à la ligne de centre projetée
- b, c : distances entre la ligne de centre projetée et les bords extérieurs de la béquille
- d : distance entre la face de la béquille n° 1 et le bord intérieur de la semelle
- e : distance entre la face de la béquille n° 1 et le bord extérieur de la semelle

f :	longueur de la semelle
g, w :	largeurs des semelles (perpendiculaire)
i1, x1 :	longueur des pinces des semelles du côté intérieur
i2, x2 :	longueur des pinces des semelles du côté extérieur (côté remblai)
j, y :	largeurs des clés (largeur de la béquille + 20 mm)
l1, n1 :	élevations du dessus des semelles (m)
o1 :	chaînage à l'axe 1, sur la ligne de centre projetée (m)
p1, q1 :	largeurs des coussins de support (de façon générale, le coussin de support dépasse de 600 mm le pourtour de la semelle)
k1, m1 :	épaisseurs des semelles
k :	distance entre la face de la béquille n° 2 et le bord intérieur de la semelle
l :	distance entre la face de la béquille n° 2 et le bord extérieur de la semelle
z1, z2, z3 :	largeurs des bandes de membrane au joint d'articulation (voir dessin normalisé 010 du chapitre 2 du tome III des Normes du Ministère)
S1, S2, S4, S11, S12, S14 :	espacement des armatures de même identification

Le concepteur remplit le bordereau d'armature à partir des informations contenues dans le formulaire des résultats du tableau 7.4-2.

Figure 7.6-1



7.6.1.2 Semelle avec biais

Toutes les dimensions sont en millimètres.

En se référant à la figure 7.6-2, on complète le plan type de la même façon que pour une semelle sans biais, mais cette fois, en précisant les cotes suivant le biais et suivant l'axe longitudinal du pont pour chacune des semelles sur la vue en plan et en indiquant l'angle du biais, selon les indicateurs suivants :

α : angle du biais, en degrés

b_1, c_1 : distances entre la ligne de centre projetée et les bords extérieurs de la béquille
 $b_1 = b/\cos \alpha$ et $c_1 = c/\cos \alpha$

f_1 : longueur des semelles = $f/\cos \alpha$

v : distance entre le bord extérieur de la semelle et le bord extérieur de la béquille = $300/\cos \alpha$

g_1, w_1 : largeurs des semelles = $g/\cos \alpha$ et $w/\cos \alpha$ respectivement

i_1, x_1 : longueur des pinces des semelles du côté intérieur

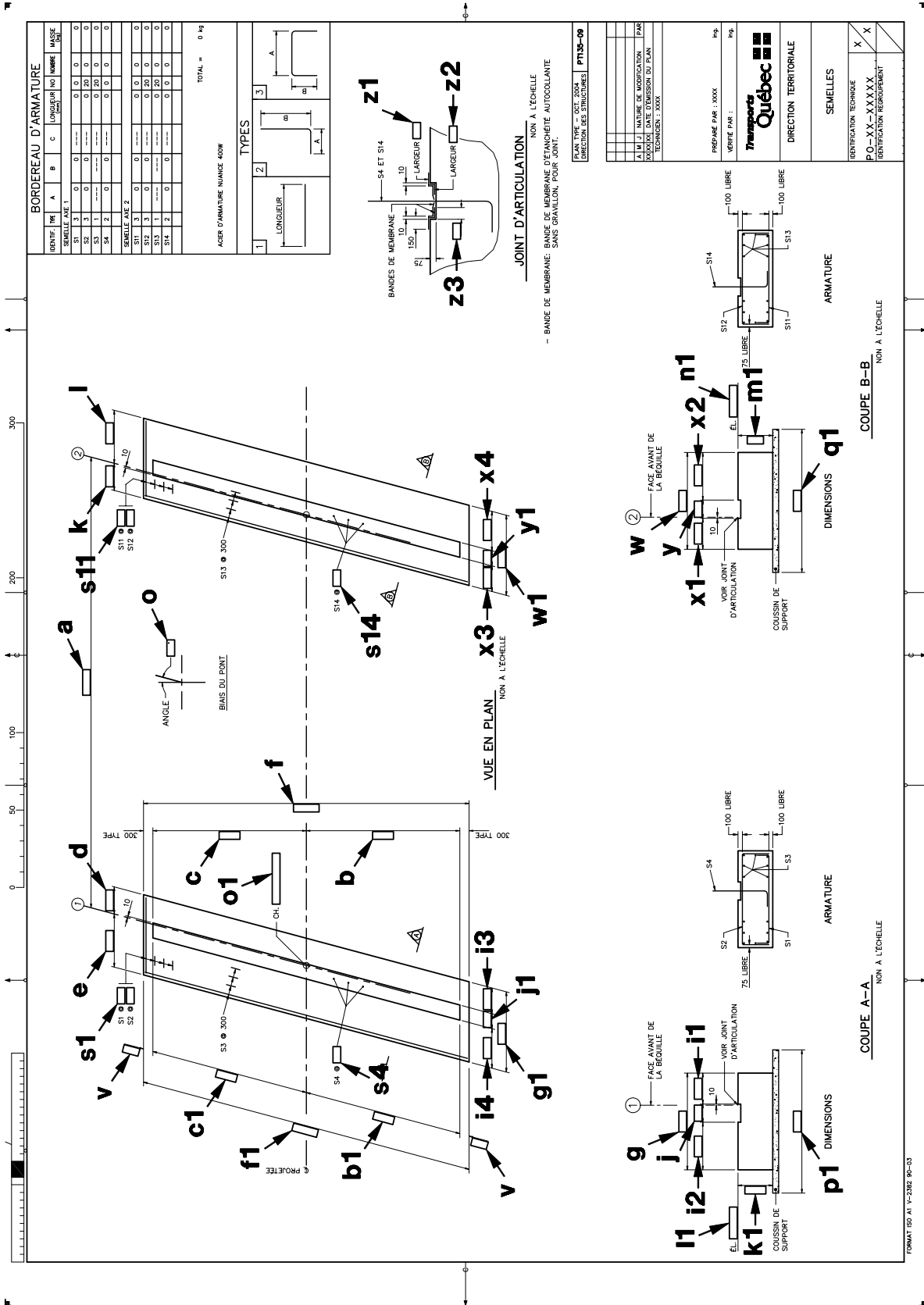
i_2, x_2 : longueur des pinces des semelles du côté extérieur (côté remblai)

i_3, x_3 : longueur des pinces des semelles du côté intérieur = $i_1/\cos \alpha$ et $x_1/\cos \alpha$ respectivement

i_4, x_4 : longueur des pinces des semelles du côté extérieur = $i_2/\cos \alpha$ et $x_2/\cos \alpha$ respectivement

j_1, y_1 : largeurs des clés = $j/\cos \alpha$ et $y/\cos \alpha$ respectivement

Figure 7.6-2
Semelle pour portique, avec biais



CHAPITRE 8

AUTRES PLANS

TABLE DES MATIÈRES

8.1	INTRODUCTION	8-1
8.2	FRONTISPICE	8-1
8.3	PLANS DE TOPOGRAPHIE ET DE SONDAGES	8-1
8.4	FEUILLETS POUR PLANS	8-2

8.1 INTRODUCTION

Le cahier des plans d'un projet de pont normalisé comprend un certain nombre de feuillets que le concepteur a sélectionné parmi les plans types qui ont été présentés aux chapitres 1 à 7 du présent manuel. Le cahier des plans doit être complété par une page frontispice et, selon les besoins de chaque projet, par d'autres feuillets mentionnés dans la liste suivante.

Liste des autres plans :

Frontispice	PT1FR-01
Feuillet pour plan	
– petit cartouche	PT1FE-01
– cartouche avec localisation du projet	PT1FE-02

8.2 FRONTISPICE

En se référant à la figure 8.2-1 « Page frontispice », le concepteur complète le plan type PT1FR-01 en faisant les ajouts suivants :

- plan de localisation mettant en évidence le site du projet;
- identification : route, obstacle;
- table des matières : numéros et description des feuillets;
- cartouche.

8.3 PLANS DE TOPOGRAPHIE ET DE SONDAGES

Les plans de topographie et de sondages contiennent des informations nécessaires à la préparation des plans et devis d'un projet de pont. Ces informations sont également très utiles pour la réalisation de l'ouvrage. On doit donc les inclure au cahier des plans. Les seules inscriptions à faire sur ces feuillets sont l'identification technique et la pagination séquentielle.

8.4 FEUILLETS POUR PLANS

Le plan type PT1FE-01 peut être utilisé lorsque des dessins particuliers sont nécessaires pour compléter l'information des feuillets sélectionnés parmi les plans types présentés aux chapitres 1 à 7 du présent manuel.

Le plan type PT1FE-02 peut être utilisé pour un projet comportant un très petit nombre de feuillets. Il sert à la fois de plan d'ensemble et de page frontispice.

Figure 8.2-1
Page frontispice

