

CALCUL AUTOMATIQUE DES PONTS CADRES

Assous AIT HOUSSA
PROJEMA

La direction des Routes et de la Circulation Routière a procédé à une actualisation du dossier des ouvrages d'art types CAD 79 pour les ponts cadres droits en béton armé. L'ancien programme a été complété par un programme de saisie de données et adapté sur micro-ordinateur IBM. Ce qui permettra dorénavant une large diffusion du logiciel de calcul. Les Directions provinciales disposant d'un micro-ordinateur (IBM ou Compatible) peuvent mener à bien le dimensionnement et l'établissement de plans pour les ouvrages de ce type sans faire appel à la Division Technique de la DRCR. En outre, les bureaux d'étude et les entreprises ont à leur disposition un outil de travail performant pour lequel l'administration a donné son aval. Le présent article récapitule le contenu des pièces écrites du dossier CAD 89.

I/ DOMAINE D'UTILISATION DU PONT - CADRE EN BETON ARME

Le domaine d'utilisation d'une structure de type cadre en béton armé peut se résumer ainsi :

- Ouverture inférieure à 12 m
- Biais modérés
- Sols acceptant une fondation superficielle peu chargée

Le cadre est couramment utilisé en petits ouvrages hydrauliques ou servant de passage à bétail.

Dans le cas d'ouvrages plats, on aura le plus souvent intérêt, surtout si on est sous remblai, à réaliser :

- Un cadre double si ouverture totale/gabarit ≥ 3
- Un cadre triple si ouverture totale/gabarit $\geq 4,5$

Les ponts cadres fermés sont contre-indiqués dans un certain nombre de cas :

- Ouvertures excédant 12m, pour lesquelles on peut songer au portique ouvert ou au pont dalle en béton armé.
- Sols trop médiocres pouvant entraîner des tassements excessifs.
- Sols rocheux ou de bonne portance pour lesquels le radier général perd de son utilité, la solution en portique ouvert sur semelles étant alors plus économique.

II/ DOMAINE D'UTILISATION DU DOSSIER

Le calcul des ponts cadres dans le dossier CAD 89 est effectué au moyen de programmes informatiques sur micro-ordinateurs compatibles IBM. Le logiciel de calcul n'est autre que celui de CAD 79 adapté sur micro et renforcé par un programme de saisie pour faciliter la tâche à l'utilisateur.

Le calcul est limité à des plateformes de 1 à 11m et des hauteurs de remblai ne dépassant pas 10m.

Le projeteur est appelé donc à définir un certain nombre de caractéristiques de l'ouvrage envisagé indiquées ci-après : après avoir vérifié que les hypothèses de base correspondent à celles du dossier :

- Ouverture
- Gabarit
- Largeur de la plateforme
- Caractéristiques du remblai (hauteur, pente, densité)
- Coefficients de poussée des terres sur les piedroits
- Coefficients de majoration du poids de remblai
- Poids des superstructures et de la chaussée
- Principe de tronçonnement des ouvrages larges (hauteur de remblai assez importante).

En outre, on vérifiera que la pression maximale sous l'ouvrage déterminée par le programme informatique est inférieure à la contrainte admissible du sol. La reprise de bétonnage sera évitée autant que possible.

III/ COMPOSITION DU DOSSIER

Le dossier des ponts cadres droits en béton armé est composé de la manière suivante :

1 - Pièces générales (numérotées I)

Elles comprennent :

- La méthode d'utilisation du dossier qui aide le lecteur à trouver dans le dossier les éléments concernant son projet.
- La notice générale qui résume les caractéristiques des ouvrages, les règlements appliqués, la définition générale des charges, les caractéristiques des matériaux utilisés, les vérifications générales à effectuer dans le dimensionnement des ouvrages, les points particuliers à ce type de structure.
- Les plans de coffrage définissant les données géométriques de chaque ouvrage. Les valeurs numériques correspondantes aux côtes littérales sont lues dans les tableaux de sortie du calcul informatique.
- Le plan de détail qui précise les dispositions particulières et la géométrie de divers éléments spécifiques à l'ouvrage étudié.

1 - Pièces techniques (numérotées II)

Elles comprennent :

- Les plans de ferrailage avec armature numérotées.
- Les caractéristiques des aciers sont données par les résultats du calcul informatique.
- Le bordereau de données commenté
- Un exemple de bordereau de données
- Un exemple de sortie de résultats

3 - Pièces théoriques comprenant les hypothèses de calculs théoriques, le principe de calcul.

IV/ UTILISATION DES PROGRAMMES INFORMATIQUES

A/ Présentation.

Les divers programmes et leur fonction sont les suivants :

- DONCADRE : Pour la saisie des données du cadre à calculer
- CASIMPLE : Pour le dimensionnement d'un cadre simple
- CADOUBLE : Pour le dimensionnement d'un cadre double carré
- CATRIPLE : Pour le dimensionnement d'un cadre triple carré

Les trois derniers logiciels sont des ensembles de programmes qui, à l'aide d'un fichier de données créé par le logiciel DONCADRE, permettront le calcul d'un pont cadre droit (simple, double ou triple).

B/ Fonctionnement.

A l'exécution du programme DONCADRE, trois options sont offertes :

- 1 - Pour saisir les données cas simple
- 2 - Pour saisir les données cas double
- 3 - Pour saisir les données cas triple

Après avoir effectué le choix en introduisant le n° correspondant à l'option voulue, le programme demande d'introduire le nom d'un fichier à créer.

Le programme sauve le fichier de données sous le même nom dans l'unité active (par défaut).

Si le projeteur désire sauve son fichier de données dans une autre unité, il doit le préciser au moment de l'introduction du nom de fichier (ex : A : CADREL).

L'exécution des programmes de calcul (casimple, cadouble, catriples) demande :

- Le nom de fichier de données (celui créé par le programme de saisie DONCADRE).
- Le périphérique de sortie (écran ou imprimante).

les résultats du programme sont fournis comme suit :

- Un rappel des données de base
- Un tableau des divers efforts dans la structure de l'ouvrage
- Un tableau de mètres de coffrage, de volume de béton et de tonnage d'acier
- un tableau des caractéristiques des armatures.

V/ APPLICATION PRATIQUE DU DOSSIER

A/ Vérifications.

Une fois vérifié que les hypothèses de base et les diverses caractéristiques correspondent à celles des ouvrages étudiés dans le dossier, le projeteur définit l'ouverture et le gabarit de l'ouvrage, la largeur de la plateforme routière et la hauteur de remblai sur l'ouvrage.

Une fois ces caractéristiques fixées, le projeteur aura les autres caractéristiques de l'ouvrage en consultant :

a) Le plan de coffrage suivant le type de cadre. Les données de coffrage (gabarit, ouverture, hauteur de remblai, largeur de plateforme, largeur de l'ouvrage, épaisseur) sont cotées littéralement et seule l'épaisseur est inconnue.

b) Le plan de ferrailage suivant le type de cadre. Ce plan fournit le principe du ferrailage (chaque acier étant repéré par un numéro). Il fournit également :

- Un rappel des caractéristiques mécaniques des matériaux
- Un tableau donnant les diamètres des mandrins de cintrage de l'acier TOR, en fonction du diamètre de l'acier à couder.
- L'abaque de transformation des sections d'acier permettant l'utilisation d'un diamètre de barre différent de celui donné pour le calcul du programme informatique, tout en conservant la même section d'acier résistante.

Le calcul du programme fournit sous forme de tableaux pour chaque type de cadre, chaque dimension (couverture, gabarit, largeur de la plateforme) et chaque hauteur de remblai.

- L'épaisseur du cadre
- La largeur de l'ouvrage
- Les mètres de coffrage, de volume de béton, de tonnage d'acier
- La pression maximale au sol
- Les caractéristiques des armatures principales.

Pour chaque armature considérée, repérée par son numéro sur le plan de ferrailage, les tableaux fournissent la section minimale que doit avoir l'armature considérée, le diamètre et l'espacement entre axes des barres, et la longueur et le nombre de barres.

- Les caractéristiques des étriers, s'ils sont nécessaires
- La nature de l'armature (épingle ou étrier), sa section, son diamètre, les écartements longitudinaux et transversaux entre axe des barres, la distance sur laquelle placer ces barres dans les traverses à partir du nu des piédroits, la longueur des barres et le nombre des barres lorsque l'ouvrage est découpé en trois trançons.

Ces résultats sont donnés pour le trançon central et pour un tronçon de rive. Les mètres sont donnés aussi pour l'ouvrage complet.

C) Le plan de détails fournira enfin des renseignements sur le profil en travers de la chaussée portée et sur le ferrailage de la corniche.

B/ Utilisation du programme informatique.

1) Bordereau de données commenté :

- * OUV : Ouverture du cadre en mètres
- * GAB : Gabarit du cadre en mètres
- * AB : Largeur de la plateforme routière en mètres
- * Qsup: Poids des superstructures en t/m^2
- * EMIN: Epaisseur minimale du cadre en mètres
- * IAP : Indice de test d'optimisation de l'épaisseur du cadre. Porter 1 si l'on désire optimiser l'épaisseur et 0 si l'on désire conserver les épaisseurs fournies.
- * IFER: Indice de test du calcul du ferrailage correspondant au plan type. Porter 1 si l'on désire les caractéristiques du ferrailage type, sinon porter 0 (le programme ne fournit alors que les efforts dans le cadre).
- * IRES: Dans le cas ou IAP = 0 (épaisseur imposée) porter 1 si l'on désire que lorsque le moment maximum est supérieur au moment résistant, on réduise les contraintes dans le béton par une augmentation du ferrailage, sinon porter 0.
- * NBX : Nombre de cas de hauteurs de remblai que l'on désire étudier. NBX est limité à 25.
- * XI : Hauteur du remblai en mètres. On fait figurer NBX hauteurs de remblai.
- * EP : Epaisseur du cadre en mètres. on fait figurer NBX épaisseurs correspondant aux NBX hauteurs de remblai.
Ces épaisseurs sont optimisées ou non suivant que IAP = 1 ou IAP = 0.
- * DLA1 : Largeur du tronçon central de l'ouvrage, en mètres, lorsqu'il est découpé en 3 tronçons. On fait figurer NBX largeurs, correspondant aux NBX hauteurs de remblai.
- * DLA2 : Largeur d'un des tronçons de rive (s'ils existent) en mètres. On fait figurer NBX largeurs. Porter 0 en cas de tronçon unique.
- * ITR : Indice d'existence d'un ouvrage composé de 3 tronçons.

Porter 0 si on a un seul tronçon et 1 si l'ouvrage est découpé en 3 tronçons. (ITR = 1 correspond à des valeurs nulles pour DLA1 et DLA2) on aura NBX valeurs de ITR.

* POUL : Pourcentage de la hauteur totale de remblai agissant sur les tronçons de rive, en cas d'un découpage en 3 tronçons.

On aura NBX valeurs de POUL
(POUL = 0 correspond à ITR = 0)

- * GAMMA : Densité du remblai
 - * C1 : Valeur minimale du coefficient de poussée des terres
 - * C2 : Valeur maximale du coefficient de poussée des terres
 - * ALAMB1 : Coefficient de majoration du poids du remblai, lié à C1
 - * ALAMB2 : Coefficient de majoration du poids de remblai, lié à C2
 - * SREMB : Surcharge de remblai en t/m^2
 - * HOR : Distance horizontale caractérisant la pente du remblai (sans unité)
 - * VER : Distance verticale caractérisant la pente du remblai (sans unité)
- En cas de remblai vertical, porter HOR = 0 et VER = 1
- * IRAUT : Indice caractérisant la prise en compte des charges routières.
Porter 1 si l'on désire prendre ces charges en compte, sinon porter 0.
 - * SIGB : Contrainte de compression admissible du béton en Kg/cm^2
 - * SIGE : Contrainte de compression "économique" du béton en Kg/cm^2
(contrainte à laquelle on limite le travail du béton). ($SIGE \leq SIGB$)
 - * SIGT : Contrainte de traction de référence du béton en Kg/m^2
 - * SIGA : contrainte de traction admissible des armatures en Kg/m^2
 - * SIGAT : Contrainte de traction admissible des étriers en Kg/m^2
 - * RO : Densité du béton armé
 - * ANU : Coefficient de poisson
 - * ALO : Longueur commerciale des barres en mètres
 - * EQUIV : Coefficient d'équivalence acier-béton
 - * ENROB : Enrobage en centimètres
 - * POUMI : Pourcentage minimal d'armatures par rapport à l'épaisseur du cadre, en pourcentage (avec 0,2% POUMI = 0,2)
 - * POUMA : Pourcentage maximal d'armatures par rapport à l'épaisseur du cadre
 - * NPHI : Nombre de diamètres d'armatures utilisées (limitée à 15)
 - * Nombre de diamètres d'armatures utilisées (limité à 15)
 - * PHI : Diamètre d'armatures utilisées en mm (NPHI diamètres)
 - * DMAN : Diamètres des mandrins de cintrage des armatures pour un changement de direction, en mm (NPHI diamètres)
 - * NPHET : Nombre de diamètres utilisés pour les étriers (limité à 5)
 - * PHET : Diamètres d'étriers utilisés en mm (NPHET diamètres)
 - * DMAT : Diamètres des mandrins de cintrage des étriers en mm (NPHET diamètres).

2) Exemple de bordereau de données :

Ouvrage projeté :

- Cadre simple carré d'ouverture 3m, de gabarit 3m, de plateforme routière 11m, sous une hauteur d'emblai de 7 m.

- La densité du remblai est 1,8. Les coefficients de poussée des terres extrêmes sont 0,25 et 0,50 et les coefficients de majoration du poids du remblai correspondants sont 1,3 et 1,4.

La surcharge de remblai vaut 1 t/m^2 , la pente du talus est 3 horizontalement pour 1 verticalement et on étudie l'ouvrage sous les charges routières.

- Les caractéristiques des matériaux sont :

- . Contrainte de compression admissible du béton = 135 Kg/cm^2
- . Contrainte de compression économique du béton = 100 Kg/cm^2
- . Contrainte de traction de référence du béton = $5,8 \text{ Kg/cm}^2$
- . Contrainte de traction admissible des armatures = 2800 Kg/cm^2
- . Contrainte de traction admissible des étriers = 1600 Kg/cm^2
- . Densité du béton armé = 2,5
- . Coefficient du poisson = 0,15
- . Enrobage = 3 cm
- . Coefficient d'équivalence acier-béton = 15
- . Longueur commerciale des barres = 12m
- . Pourcentage minimum d'armatures = 0,2%
- . Pourcentage maximum d'armatures = 2%

- 5 diamètres sont utilisés pour les armatures principales : 10mm, 12mm, 16mm, 20mm, 25mm.

Les diamètres des mandrins de cintrage correspondants sont 140mm, 170mm, 250mm, 320mm, 400mm.

- Les 3 diamètres sont utilisés pour les étriers 6mm, 8mm, 10mm. Les diamètres correspondants des mandrins de centrage sont 30mm, 40mm, 40mm.

3) Exemple de sortie de résultats :

On trouvera ci-après un exemple de sortie de résultats traitant le cas d'un cadre simple carré désigné ci-avant en trois tronçons avec calcul d'optimisation de l'épaisseur du cadre et détermination du ferrailage.

La sortie de résultats fournit donc :

Page 1.

un rappel de données générales indiquant :

- Les caractéristiques du remblai
- Les charges dues aux superstructures
- L'effet des terres (coefficients de poussée et de majoration du poids du remblai)
- Les caractéristiques du béton armé

Page 2.

Elle donne pour le tronçon de l'ouvrage, les moments fléchissants dans les sections critiques de calcul du cadre.

Les efforts fournis sont le maximum et le minimum pour chacun des trois types de chargement envisageables (charges permanentes, charges routières et surcharge de remblai) et pour l'ensemble des combinaisons réglementaires possibles de cas de charges (définies à l'article 1.2.3. du dossier).

On trouvera également les autres efforts nécessaires au dimensionnement de l'ouvrage soit :

- L'effort tranchant maximum obtenu dans les traverses
- Les moments transversaux maximum et minimum dans la traverse supérieure
- Les couples effort normal - moment fléchissant concomitants les plus défavorables (pour les contraintes des armatures ou dans le béton) pour le calcul en flexion composée des piédroits et du montant central
- La pression maximale sur le sol.

Page 3.

Elle donne :

- Le rappel des données de calcul principal (ouverture, gabarit, hauteur du remblai, rappel éventuel du découpage en trois tronçons).
- Les autres données de coffrage (largeur de la plateforme routière P, longueur du tronçon L, épaisseur calculée ou fournie E) et les mètres (la surface de coffrage COF, le volume de béton VOL, le tonnage d'acier ACI, dans le tronçon). Les unités sont le mètre et la tonne.
- Les caractéristiques des armatures principales. En face des numéros de l'acier de 1 à 12 (numéros correspondants à ceux des plans de ferrailage, N°II.1 du dossier), on trouve la section d'acier nécessaire SEC (en cm^2/m), le diamètre des armatures D (en mm), l'écartement EC entre axes des armatures (en m), la longueur des barres LONG (en m), le nombre de barres N. d.

La longueur des barres comporte les recouvrements éventuels. Ainsi pour un recouvrement égal à 40 D, l'acier 8 de longueur totale 13,50m est composé par exemple d'un tronçon de 12m et d'un tronçon de 1,50m, recouverts sur 0,56m. On a donc 15 tronçons de 12m et 15 tronçons de 1,50m. (La longueur commerciale des barres est 12m).

- Les caractéristiques des étriers éventuels, soit la nature de l'armature (étrier ou épingle), sa section SEC (en cm^2), son diamètre D (en mm), les écartements longitudinaux ECL et transversaux ECT (en m), la distance DIST sur laquelle placer longitudinalement les étriers (en m), la longueur LONG de l'armature (en m) et le nombre N d'étriers dans le tronçon.

Pages 4 et 5.

Elles fournissent le même résultat que les pages 2 et 3 mais pour un tronçon de rive.

Cette page fournit également les mètres de l'ouvrage complet (1 tronçon central + 2 tronçons de rive).

Conclusion

Ouvrage projeté.

Il s'agit d'un pont cadre simple carré, d'ouverture et de gabarit égaux à 3m, de 11m de plateforme routière, sous une hauteur de remblai de 7m.

La pression admissible du sol est $\sigma = 25t/m^2$.

Résultats.

- Plans de coffrage : (Plans N° I.3.)

Les caractéristiques du coffrage sont cotées littéralement, et l'on voit que l'on est dans le cas d'un ouvrage découpé en trois tronçons (hauteur de remblai > 5m). On connaît déjà :

. Ouverture	A = 3m
. Gabarit	A = 3m
. Largeur de plateforme routière	P = 11m
. Hauteur de remblai	H = 7m

- Plans de ferrailage : (plans N° II.1)

on y trouve le principe de ferrailage, avec des aciers principaux numérotés de 1 à 10, les étriers éventuels numérotés 11.

- Résultats de calculs du programme :

On vérifie d'abord si :

- . Pression maximum sous le tronçon central $22,30 \text{ t/m}^2 < \sigma = 25 \text{ t/m}^2$
(contrainte admissible du sol)
- . Pression maximum sous un tronçon de rive $19,60 \text{ t/m}^2 < \sigma = 25 \text{ t/m}^2$

a) Tronçon central :

- . Epaisseur $E = 34 \text{ cm}$
- . Largeur $L = 13 \text{ m}$ (L1 sur le plan de coffrage)
- . Surface de coffrage $\text{COF} = 222 \text{ m}^2$
- . Volume de béton $\text{VOL} = 59 \text{ m}^3$
- . Tonnage d'acier $\text{ACI} = 8,9 \text{ t}$
- . Acier n°5 par exemple (armature inférieure de la traverse supérieure)

La section minimale est $\text{SEC} = 19,78 \text{ cm}^2/\text{m}$.

Le diamètre $D = 22,64 \text{ mm}$. C'est un diamètre fictif qui veut dire que l'acier n°5 est composé de barres de diamètre 20mm et de barres de diamètre 25mm, alternées une sur deux. L'écartement entre axe des barres est de 20cm (on a donc une barre de diamètre 20mm tous les 40cm et une barre de diamètre 25mm tous les 40). Chaque barre mesure 3,62m et on a au total 66 barres n°5 (donc 33 barres de diamètre 20mm et 33 barres de diamètre 25mm).

Supposons que la fourniture du chantier ne comporte pas d'armatures de diamètre supérieur à 20mm. L'abaque de transformation montre que l'on peut remplacer l'armature précédente par des barres de diamètre 20mm, placées tous les 15cm (section $20,94 \text{ cm}^2/\text{m}$).

- Considérons la longueur de l'acier n°9 soit 13,50m. La longueur commerciale des barres étant 12m, cela veut dire que l'acier n°9 est composé d'un tronçon de 12m et d'un tronçon de 1,50m, ces deux tronçons se recouvrant sur la longueur :

$$40 D = 0,56 \text{ m}$$

b) Tronçon de rive :

- . Epaisseur $E = 34 \text{ cm}$
- . Largeur $L = 9,50 \text{ m}$
(12 sur le plan de coffrage)
- . Surface de coffrage $\text{COF} = 165 \text{ m}^2$
- . Volume du béton $\text{VOL} = 43 \text{ m}^3$
- . Tonnage d'acier $\text{ACI} = 6,1 \text{ t}$
- . Acier n° 5

Section minimale $18,69 \text{ cm}^2/\text{m}$. Formé de 47 barres de diamètre 20mm, et 25mm alternées une sur deux espacées de 21 cm, de longueur 3,62m.

- c) Mètres de l'ouvrage complet :
- . Surface de coffrage 551 m^2
 - . Volume de béton 145 m^3
 - . Tonnage d'acier 21,2 t

Remarque :

- Dans le cas où le profil en long de la voie portée présente une pente longitudinale non nulle, la traverse supérieure épouse cette pente, alors que la traverse inférieure reste horizontale.

Pour que les résultats du dossier restent utilisables, il faudra que la différence de longueur entre les piédroits reste faible. Le projeteur devra adapter les longueurs des armatures de piédroits.

PONTS CADRES EN BETON ARME

CADRE SIMPLE

Rappel des Données

CARACTERISTIQUES DU REMBLAI

Densité du remblai	1,80
Surcharge de remblai	1,00 T/m ²
Pente du remblai	
Horizontalement	3.0000
Verticalement	2.0000

CHARGE DUE AUX SUPERSTRUCTURES .24 t/m²

EFFET DES TERRES

Coefficients de poussée	.25 et .50
Coefficients de majoration du poids du remblai	1.30 et 1.40

CARACTERISTIQUES DU BETON ARME

Contrainte de compression admissible du béton	135. Kg/cm ²
Contrainte de compression économique du béton	100. Kg/cm ²
Contrainte de traction de référence du béton	5,8 Kg/cm ²
Contrainte de traction adm. des aciers principaux	2800. Kg/cm ²
Contrainte de traction admissible des étriers	2800. Kg/m ²
Densité du béton armé	2.50
Coefficient de poisson	.15
Longueur commerciale des barres	12.00 m

PONTS CADRES EN BETON ARME

CADRE SIMPLE

* * * * *

EFFORTS MAXIMUM DANS UN DEMI-OUVRAGE

TRONCON CENTRAL

MOMENTS FLECHISSANTS EN TM/M		CH. PERM.	CH. ROUT.	SCH. REMB.	COMBINAISON
DANS L'ANGLE INFERIEUR	* MAXIMUM	-8.99	-.73	-.11	-8.99
	* MINIMUM	-11.21	-.73	-.21	-12.20
DANS L'ANGLE SUPERIEUR	* MAXIMUM	-8.93	-.73	-.11	-8.93
	* MINIMUM	-11.08	-.73	-.21	-12.07
AU MILIEU DE LA TRAVERSE SUPERIEURE	* MAXIMUM	12.99	1.47	-.11	14.45
	* MINIMUM	12.44	1.47	-.21	12.19
AU MILIEU DE LA TRAVERSE INFERIEURE	* MAXIMUM	12.93	1.47	-.11	14.39
	* MINIMUM	12.32	1.47	-.21	12.06
AU MILIEU DES PIEDROITS	* MAXIMUM	-1.24	-.73	.43	-.73
	* MINIMUM	-4.00	-.73	.21	-4.74

EFFORT TRANCHANT MAXIMUM 32.16 T

MOMENT TRANSVERSAL MAXIMUM 2.48 TM/M
MOMENT TRANSVERSAL MINIMUM 1.83 TM/M

COUPLES D'EFFORTS CONCOMITANTS DANS LES PIEDROITS

MOMENT FLECHISSANT (TM/M)	-12.20	-3.75	-.73	-4.48	-1.46
EFFORT NORMAL (T/M)	32.16	27.39	29.41	30.14	32.16

PRESSION MAXIMALE AU SOL 22.30 T/M2

PONTS CADRES EN BETON ARME

CADRE SIMPLE

* * * * *

OUVERTURE 3.00 M
GABARIT 3.00 M
HAUTEUR DE REMBLAI 7.00 M

L'OUVRAGE DOIT ETRE DECOUPE EN TROIS TRONCONS

TRONCON CENTRAL

COFFRAGE, METRES

```
*****
* P * E * L * COF * VOL * ACI *
*****
* 11.00 * .34 * 13.00 * 222. * 59. * 8.9 *
*****
```

ARMATURES PRINCIPALES

```
*****
* ACIER * SEC * D * EC * LONG * N *
*****
* 1 * 16.69 * 22.64 * .20 * 5.82 * 66 *
*****
* 2 * 16.69 * 22.64 * .20 * 3.62 * 66 *
*****
* 3 * 16.69 * 22.64 * .20 * 4.32 * 132 *
*****
* 4 * 19.70 * 22.64 * .20 * 3.62 * 66 *
*****
* 5 * 19.78 * 22.64 * .20 * 3.62 * 66 *
*****
* 6 * 6.80 * 14.00 * .20 * 3.31 * 132 *
*****
* 7 * 6.80 * 14.00 * .20 * 1.20 * 132 *
*****
* 8 * 6.80 * 14.00 * .22 * 13.50 * 15 *
*****
* 9 * 6.80 * 14.00 * .22 * 13.50 * 113 *
*****
* 10 * 6.80 * 14.00 * .22 * 1.51 * 120 *
*****
```

ETRIERS (ACIER 11)

```
*****
* NATURE* SEC * D * ECL * ECT * DIST * LONG * N *
*****
* ETRIER* 1.01 * 8.0 * .11 * .20 * .55 * .75 * 1584 *
*****
```

PONTS CADRES EN BETON ARME

CADRE SIMPLE

EFFORTS MAXIMUM DANS UN DEMI-OUVRAGE

TRONCON DE RIVE

MOMENTS FLECHISSANTS EN TM/M		CH. PERM.	CH. ROUT.	SCH. REMB.	COMBINAISON
DANS L'ANGLE INFERIEUR	* MAXIMUM	-9.10	.00	-.12	-9.10
	* MINIMUM	-11.34	.00	-.23	-11.62
DANS L'ANGLE SUPERIEUR	* MAXIMUM	-9.03	.00	-.12	-9.03
	* MINIMUM	-11.20	.00	-.23	-11.48
AU MILIEU DE LA TRAVERSE SUPERIEURE	* MAXIMUM	13.15	.00	-.12	13.15
	* MINIMUM	12.57	.00	-.23	12.29
AU MILIEU DE LA TRAVERSE INFERIEURE	* MAXIMUM	13.08	.00	-.12	13.08
	* MINIMUM	12.43	.00	-.23	12.15
AU MILIEU DES PIEDROITS	* MAXIMUM	-1.23	.00	.46	-.67
	* MINIMUM	-4.05	.00	.23	-4.05

EFFORT TRANCHANT MAXIMUM 26.47 T

MOMENT TRANSVERSAL MAXIMUM 1.97 TM/M
MOMENT TRANSVERSAL MINIMUM 1.84 TM/M

COUPLES D'EFFORTS CONCOMITANTS DANS LES PIEDROITS

MOMENT FLECHISSANT (TM/M)	-11.62	-3.77	-.67
EFFORT NORMAL (T/M)	28.47	26.57	28.47

PRESSION MAXIMALE AU SOL 19.60 T/M2

TRONCON DE RIVE

COFFRAGE, METRES

```
*****
* P * E * L * COF * VOL * ACI *
*****
* 11.00 * .34 * 9.50 * 165. * 43. * 6.1 *
*****
```

ARMATURES PRINCIPALES

```
*****
* ACIER * SEC * D * EC * LONG * N *
*****
* 1 * 16.59 * 22.64 * .21 * 5.82 * 47 *
*****
* 2 * 16.59 * 22.64 * .21 * 3.62 * 47 *
*****
* 3 * 16.59 * 22.64 * .21 * 4.32 * 94 *
*****
* 4 * 18.69 * 22.64 * .21 * 3.62 * 47 *
*****
* 5 * 18.69 * 22.64 * .21 * 3.62 * 47 *
*****
* 6 * 6.80 * 14.00 * .21 * 3.31 * 94 *
*****
* 7 * 6.80 * 14.00 * .21 * 1.20 * 94 *
*****
* 8 * 6.80 * 14.00 * .22 * 9.44 * 15 *
*****
* 9 * 6.80 * 14.00 * .22 * 9.44 * 113 *
*****
* 10 * 6.80 * 14.00 * .22 * 1.51 * 120 *
*****
```

ETRIERS (ACIER 11)

IL N'EST PAS NECESSAIRE DE DISPOSER DES ETRIERS

METRES DE L'OUVRAGE COMPLET

```
*****
* COF * VOL * ACI *
*****
* 551. * 145. * 21.1 *
*****
```