

Mme SIMONET SETRA

SETRA

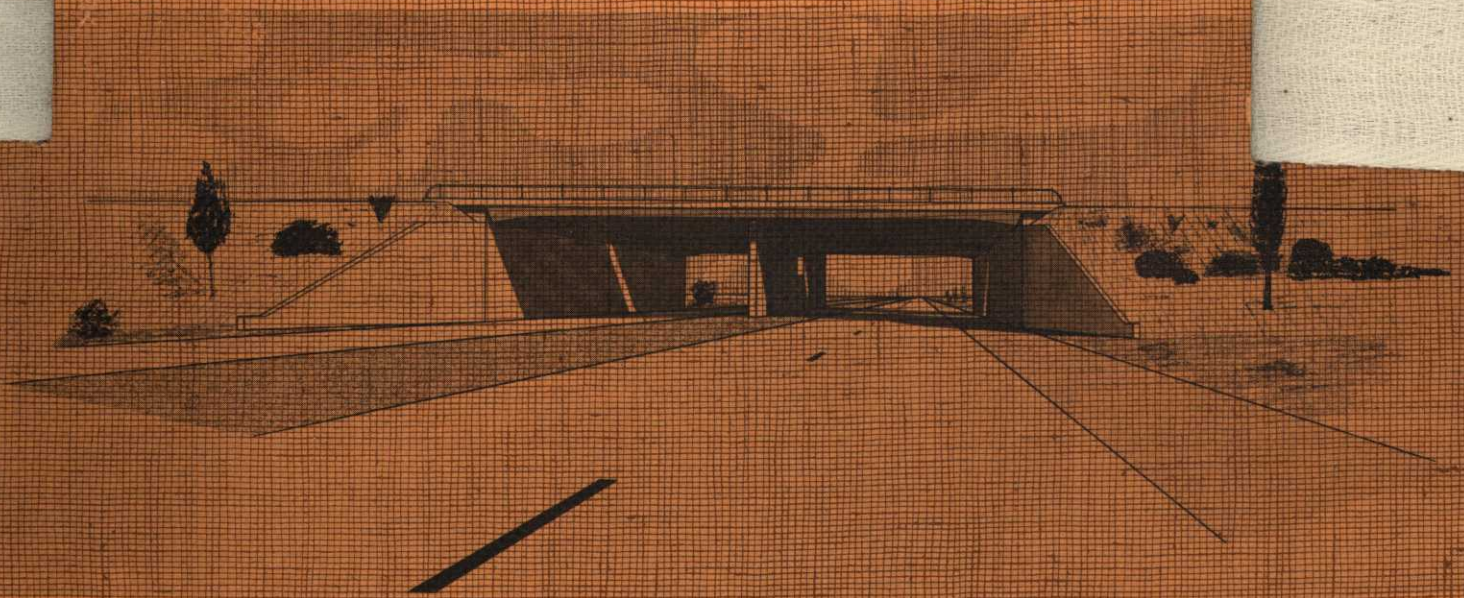
DIVISION
DES
OUVRAGES D'ART B

avec la collaboration
de

sogelerg-tp

POD 76

Portique Ouvert Double



MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT

Direction des routes et de la circulation routière

Ministère de l'Équipement

Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes

Division des Ouvrages d'Art B. 7^{ème} Arrondissement

M.H. MATHIEU Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées . Chef de Division

46, Avenue Aristide Briand BP 100 - 92 223 - BAGNEUX - Tél 655.42.42

OUVRAGES TYPES

0156306000

19-02-97: SOGELERG

tl 01 ~~45601234~~

25, rue du pont des Halles

Fax: 0146860986

94 RUNGIS

architecte:

M. GODSON

POD 76

Le présent dossier-pilote comporte les sous-dossiers suivants :

SOUS-DOSSIER 1 : Pièces pilotes.

SOUS-DOSSIER 2 : Calcul automatique .

SOUS-DOSSIER 3 : Exemple d'application.

GESTIONNAIRES :

La gestion du présent dossier est assurée par le 7^{ème} Arrondissement de la Division des Ouvrages d'Art B :

M. C. BIDAUD - I.P.C. Chef du 7^{ème} Arrondissement.

Mesdames E. HUMBERT - I.T.P.E. et D. CHASSEUX Ingénieur Auxiliaire

La gestion du programme est assurée par la SOGELERG - TP - 25, rue du Pont des Halles - 94 CHEVILLY LARUE - Code Postal CIDEX D 902 - 94536 RUNGIS CEDEX - Tél. 687.22.36 - M. A. TESTU. *h/s J*

REDACTEURS : outre les gestionnaires, ont participé à la rédaction du dossier POD 76 :

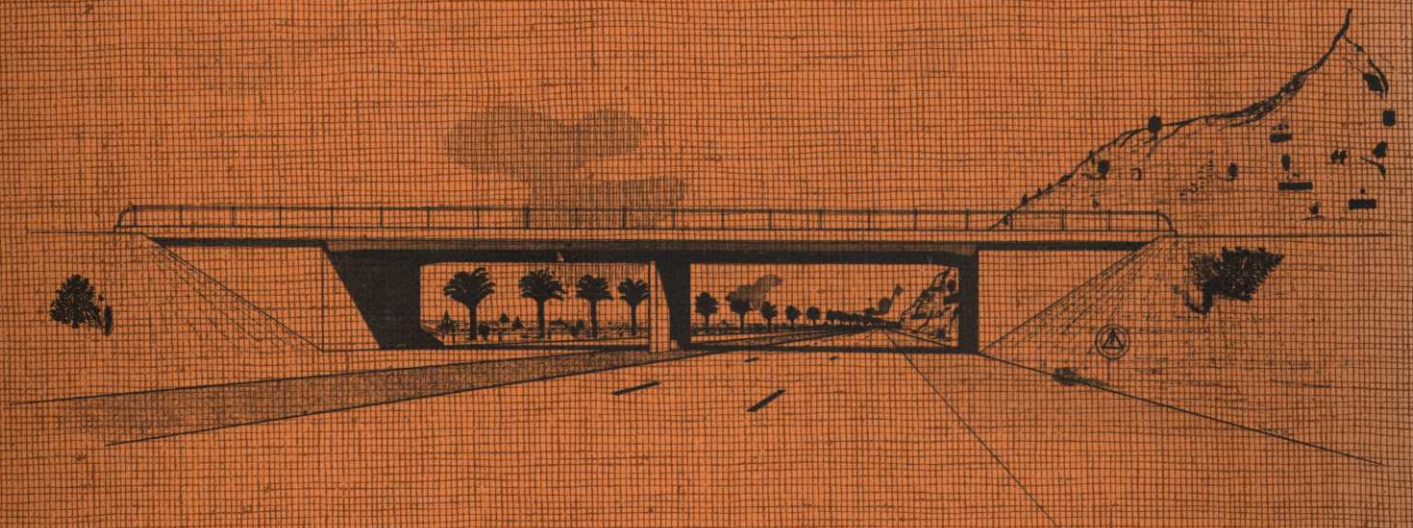
au S.E.T.R.A. : MM. LARAVOIRE, DURAND, JACOB, RIMBOEUF, LAURAS,
à la SOGELERG - TP : MM. GUIBERT, SOSSAH, BILLIARD.

POD 76

SETRA

DIVISION
DES
OUVRAGES D'ART B

Portique Ouvert Double



1

PIÈCES PILOTES

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT

Direction des routes et de la circulation routière

Ministère de l'Équipement

Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes

Division des Ouvrages d'Art B. 7^{ème} Arrondissement

M.H. MATHIEU Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées . Chef de Division

46, Avenue Aristide Briand BP 100 - 92 223 - BAGNEUX - Tél 655.42.42

OUVRAGES TYPES

POD 76

SOUS DOSSIER 1

PIECES PILOTES

Le sous dossier 1 comporte les pièces suivantes :

Pièce 1.1 : Notice.

Pièce 1.2 : Méthode de calcul.

La gestion de ce dossier est assurée par le 7ème Arrondissement de la DOA.-B (cf. verso de la couverture générale).

POD 76



Pièce **1.1**

Notice

Juillet 1976

SOMMAIRE DE LA PIECE 1.1

1. - INTRODUCTION
2. - DESCRIPTION DE L'OUVRAGE.
 - 2.1 - La structure.
 - 2.2 - Les parties.
3. - DIMENSIONNEMENT.
 - 3.1 - Dimensionnement du portique.
 - 3.2 - Les murs de tête.
4. - DOMAINE D'EMPLOI.
 - 4.1 - Possibilités techniques de la structure.
 - 4.2 - Domaine d'emploi du programme.
 - 4.3 - Domaine d'emploi économique du POD.
5. - ILLUSTRATION DU DOMAINE D'EMPLOI.

1 - INTRODUCTION

Le dossier-pilote P.O.D. (Portiques Ouverts Doubles de béton armé) constitue un prolongement du dossier-pilote P.I.P.O. (passages inférieurs en portiques ouverts), en ce qu'il présente une structure très voisine de celle du portique ouvert simple, mais capable de franchir des brèches nettement plus importantes dans d'excellentes conditions économiques, tout en restant d'une exécution simple.

On trouvera d'abord la présente notice qui décrit le type d'ouvrage, délimite son domaine d'emploi et permet de faire un dimensionnement rapide ; puis une note théorique sur le calcul de l'ouvrage, avec la présentation d'un calcul automatique dont le SETRA et le bureau d'étude SOGELERG T.P assurent l'exploitation ; et enfin un exemple d'application entièrement traité.

Dans le présent dossier, n'est traité que ce qui est spécifique du POD, en particulier, ce qui concerne son domaine d'emploi et son mode de fonctionnement. Nous renvoyons le lecteur au dossier PIPO pour tout ce qui est commun avec le portique simple dans la conception et les dispositions constructives (pièce 1.1.1).

2 - DESCRIPTION DE L'OUVRAGE.

2.1 La Structure.

L'idée du portique ouvert double vient à l'esprit lorsque l'on pense aux avantages économiques et techniques du P.I.P.O. (passage inférieur en portique ouvert), et aux limitations de ce dernier, (une seule travée, de portée maximale voisine de 22 mètres).

Pour obtenir le portique ouvert double, il suffit de créer un appui intermédiaire sous la traverse d'un portique ouvert simple. Avec ce soutien, la traverse est soumise à des efforts plus faibles pour une même surcharge, ou encore, elle peut franchir une brèche plus importante avec une même section résistante.

2.2 Les parties

Nous retrouvons d'abord dans un portique ouvert double courant les mêmes éléments que dans le portique ouvert simple :

- Les deux piédroits, verticaux, qui font office de culées incorporées, sont prolongés par des murs de tête (murs en aile ou murs en retour) et sont fondés sur semelles ou sur pieux.

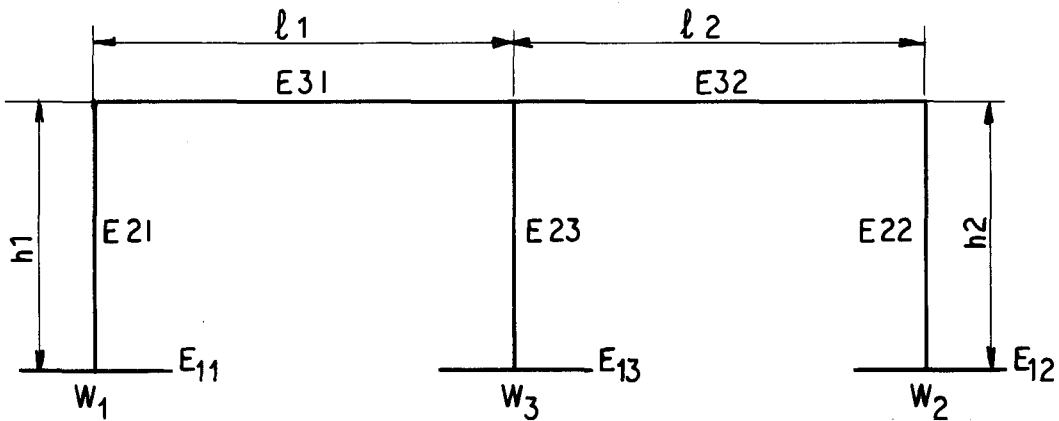
- Les traverses, qui constituent le tablier : deux dalles d'épaisseur constante (aux goussets près), encastrées chacune à une extrémité dans un piédroit.

- Un élément nouveau apparaît, l'appui intermédiaire. La présence de cet appui sous la traverse provoque dans cette dernière, au droit de l'appui, des sollicitations importantes qui peuvent, dans certains cas rendre nécessaire un épaissement sous forme de goussets. Cet appui intermédiaire sera constitué par un appui Freyssinet et sera considéré comme rotule dans les hypothèses de calcul.

3 - DIMENSIONNEMENT.

3.1 Dimensionnement du portique (cf. PIP0 pièce 1.2)

Pour le dimensionnement des traverses, des piédroits et de leurs semelles, on pourra se reporter au dossier P.I.P.O, les moments fléchissants extrêmes dans un P.O.D. à deux travées de portée l chacune étant du même ordre de grandeur que ceux que l'on trouve dans le portique ouvert simple de portée l .



Ainsi pour un P.O.D. de 2 x 13 mètres de portée biaise, on prendra les épaisseurs du P.I.P.O. de 13 mètres de portée biaise.

On aura donc au minimum ($\bar{\sigma}'_b = 1\ 500\ \text{T/m}^2$) :

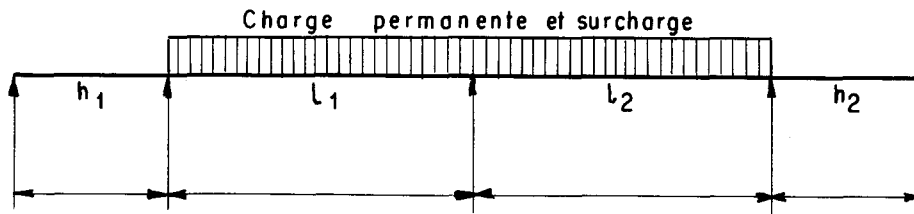
- pour les traverses $E_{31} = E_{32} = 43\ \text{cm}$
- pour les piédroits $E_{21} = E_{23} = 43\ \text{cm}$

Nota : Bien noter que dans l'ensemble du dossier et à la différence des tabliers à dalles ou poutres continues, les appuis géométriquement successifs sont numérotés 1 - 3 - 2, pour conserver l'analogie avec le PIP0.

Pour les largeurs de semelles (W_1 et W_2) sous les piédroits on prendra $W_1 = W_2 = 1,1 W_0$ où W_0 est la largeur de semelle obtenue à partir des abaques du P.I.P.O.

- Pour le dimensionnement de la pile intermédiaire on pourra dans le cas général adopter une épaisseur de 50 cm. Cependant, pour des raisons d'esthétique, lorsque les portées deviennent supérieures à 18 mètres on pourra passer à une épaisseur $E_{22} = 60$ cm, voire 65 ou 70 cm, ce qui évitera d'avoir une pile intermédiaire trop grêle supportant des traverses relativement épaisses.

- Pour la fondation de la pile centrale (W_3), on pourra utiliser les indications du dossier FOOT 67 en considérant le tablier suivant :



sans oublier de rajouter à la réaction R sur l'appui central, le poids de la pile centrale et celui de la semelle.

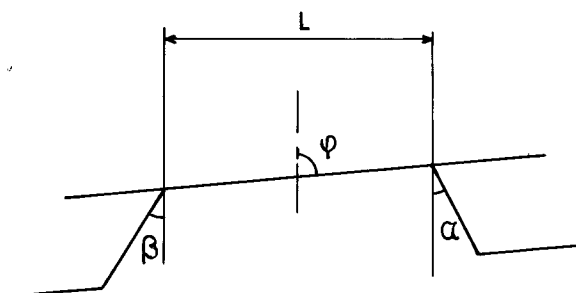
3.2 Les murs de tête.

Les murs de tête d'un portique ouvert double sont identiques à ceux d'un portique ouvert simple (PI.P0). Le lecteur se reportera donc à la pièce 1.3 du dossier PI.P0 74 pour le choix, les dispositions et les calculs.

Nous rappelons que les murs de tête doivent être indépendants de la structure P.O.D. Donc toute liaison mécanique des murs avec l'ouvrage devra être considérée comme une solution non type et faire l'objet de calculs spécifiques pour déterminer les efforts transmis.

La seule distinction que l'on peut faire entre les murs de tête d'un portique ouvert simple et un portique ouvert double est relative à l'implantation des murs en aile. En effet la formule donnant l'ouverture des murs en aile (extraite du dossier GUEST) a été établie pour des ouvrages à une travée. Il était donc normal d'examiner sa validité dans le cas des portiques à deux travées.

La formule pour une travée est la suivante :



$$\alpha = 15 + 0,03 L^2$$

$$\beta = 0,008 (\varphi + 25) \alpha$$

avec L = ouverture droite en m

φ = biais géométrique en grades φ

$$0 \leq \varphi \leq 100$$

α est du même côté que l'angle par rapport à l'axe de la voie franchie.

La principale question que l'on peut se poser pour l'application de cette formule aux portiques ouverts doubles réside dans le choix du paramètre L. On peut a priori envisager de retenir l'ouverture d'une travée ou la somme des ouvertures ou encore une valeur intermédiaire, car GUEST recommande de "proportionner les parties apparentes des murs à l'ouverture". Cette difficulté s'accroît lorsque l'ouvrage devient nettement dissymétrique.

- Ouvrages à ouvertures symétriques.

Nous avons réuni dans les pages 6 à 11 des perspectives afin de guider le choix du projeteur. De cette étude nous pourrons tirer les conclusions suivantes :

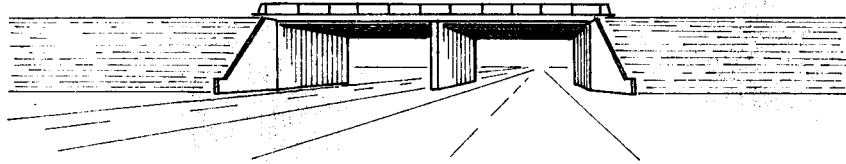
OUVERTURE = 2 x 10 m

Murs en aile

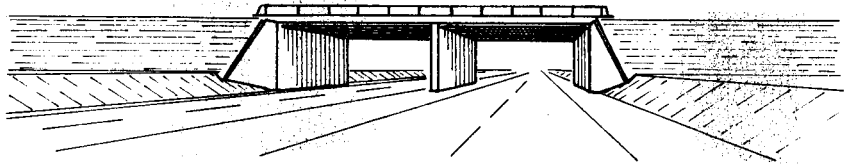
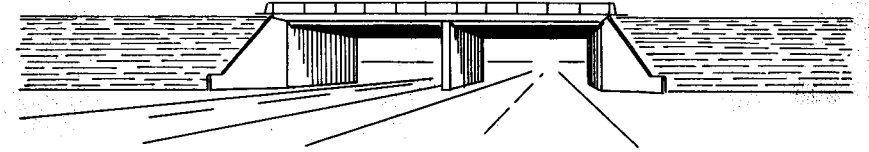
Les angles des murs en aile sont calculés selon les formules de GUEST 69 en fonction des différentes valeurs de l'ouverture fictive L.

L = 10 m

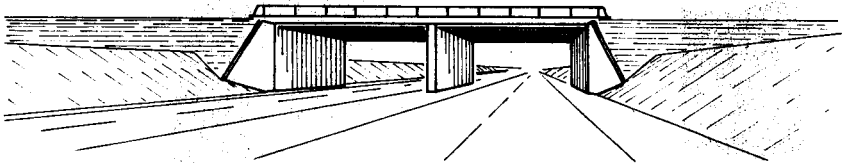
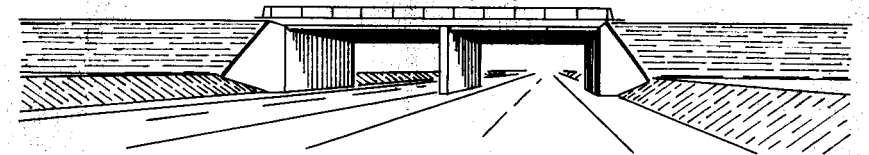
L = 20 m



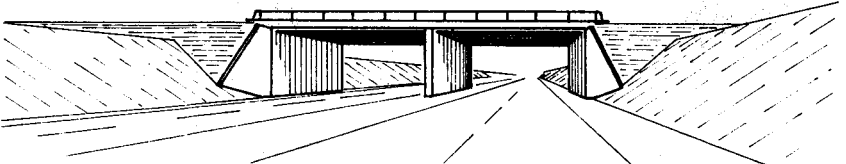
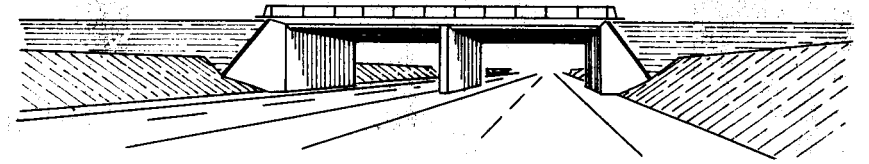
remblai



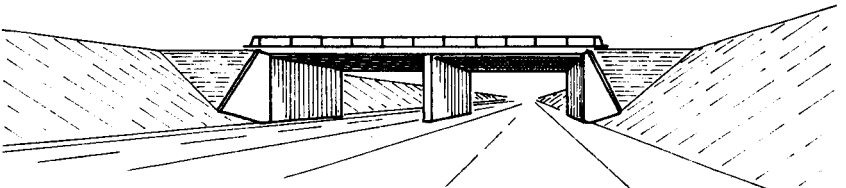
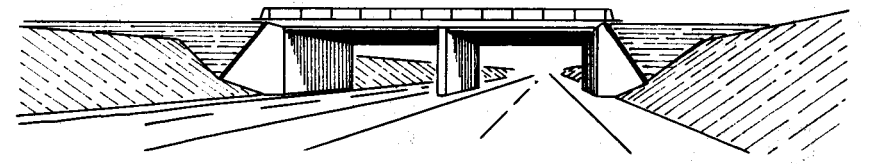
3/4 remblai
1/4 déblai



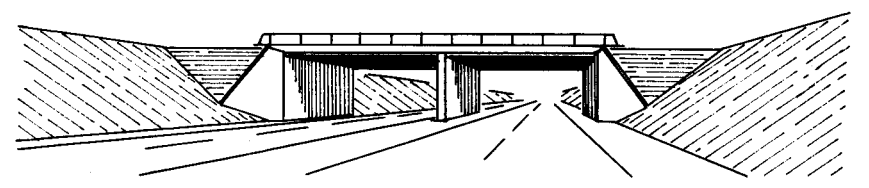
1/2 remblai
1/2 déblai



1/4 remblai
3/4 déblai

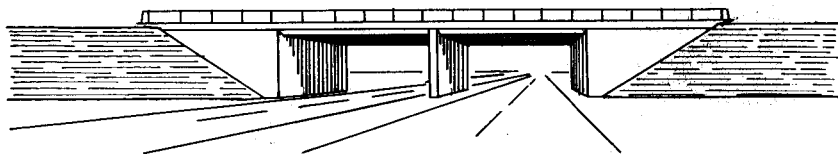


déblai

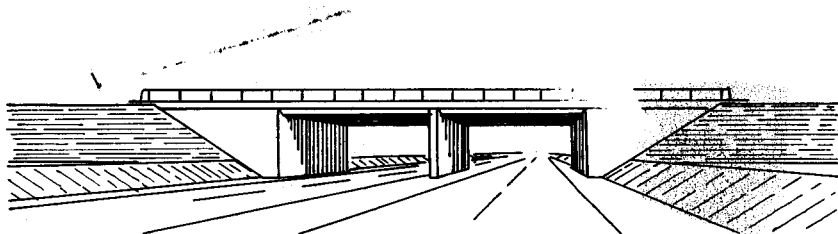


OUVERTURE = 2 x 10 m

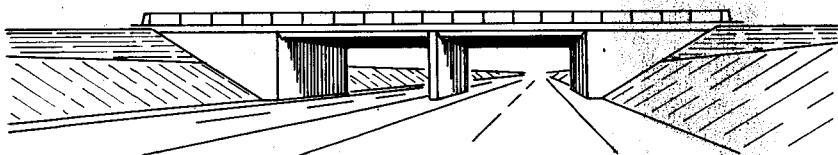
Murs en retour



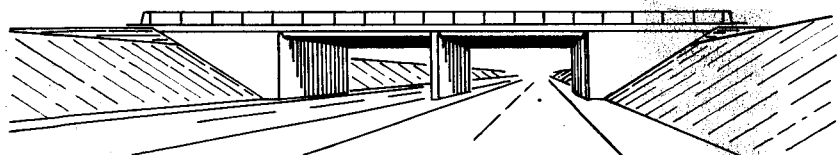
remblai



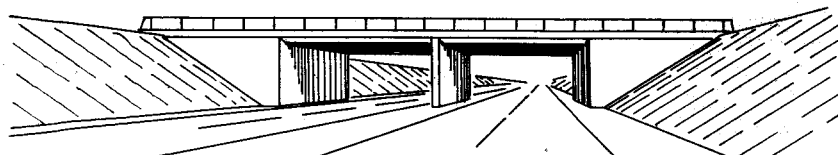
3/4 remblai
1/4 déblai



1/2 remblai
1/2 déblai



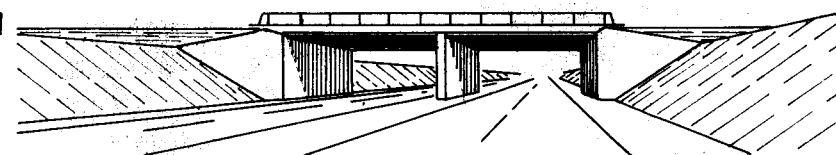
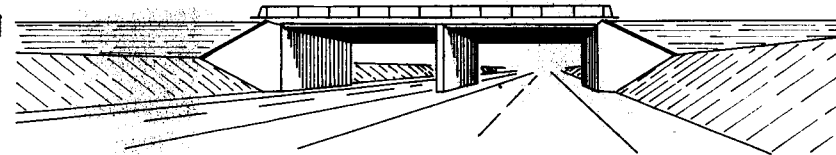
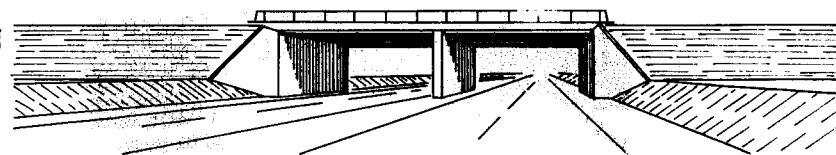
1/4 remblai
3/4 déblai



déblai

Murs en aile s'arrêtant à l'intersection de la crête du déblai et du pied du remblai (et non implantés selon GUEST).

Nota : Dès que le remblai est faible cette disposition est à proscrire.



Dans tous les cas étudiés, déblais et remblais sont à pente 3 pour 2. L'observateur est placé sur la voie de droite à une hauteur de 1 m.

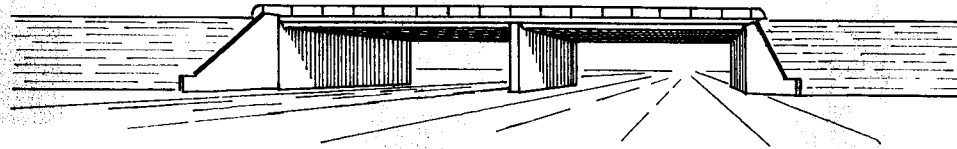
OUVERTURE = 2 x 15 m

Murs en aile

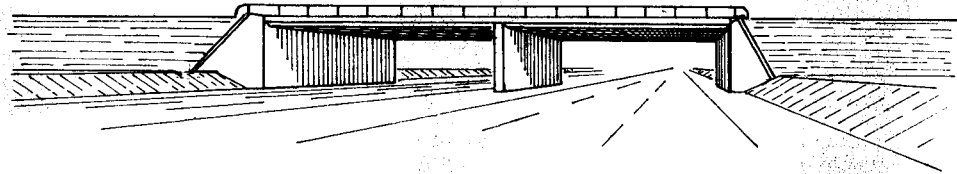
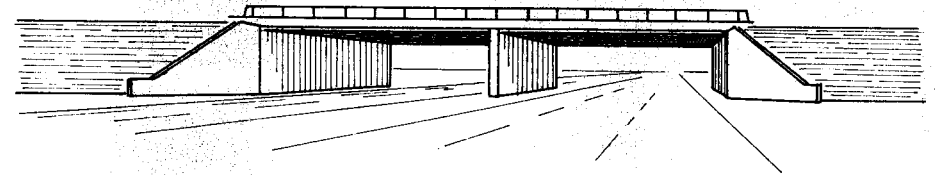
Les angles des murs en aile sont calculés selon les formules de GUEST 69 en fonction des différentes valeurs de l'ouverture fictive L.

L = 15 m

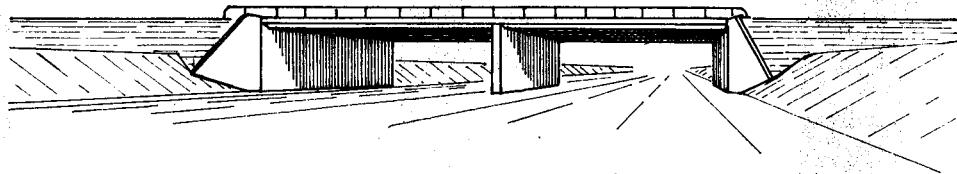
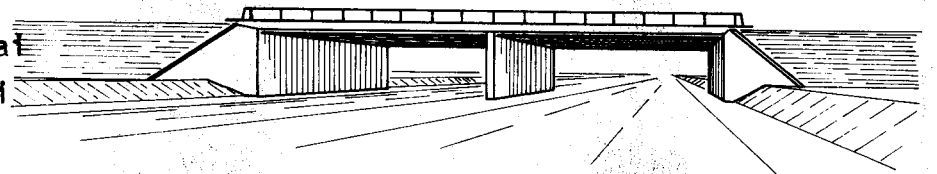
L = 30 m



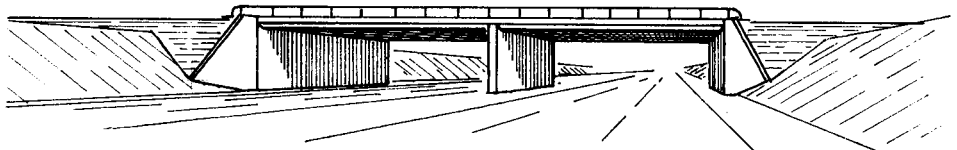
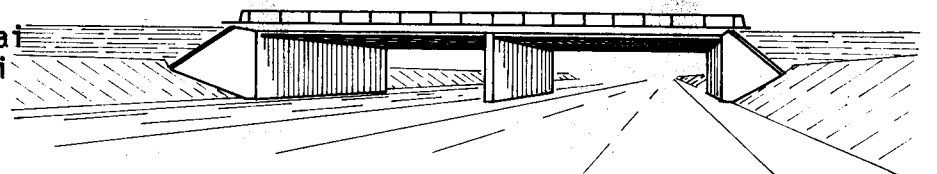
remblai



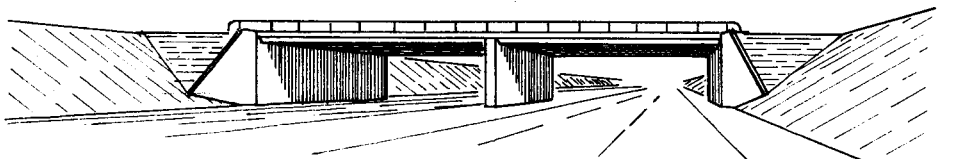
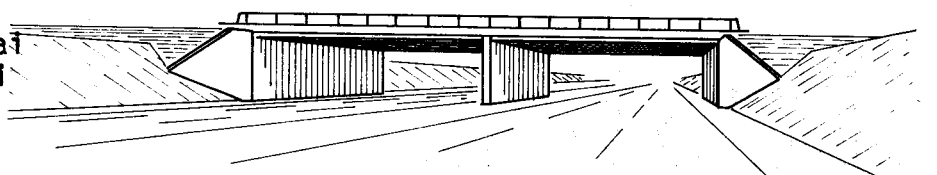
3/4 remblai
1/4 débri



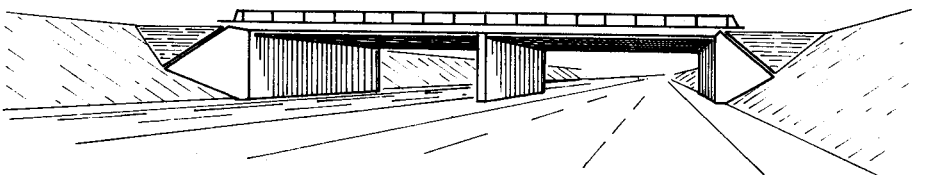
1/2 remblai
1/2 débri



1/4 remblai
3/4 débri

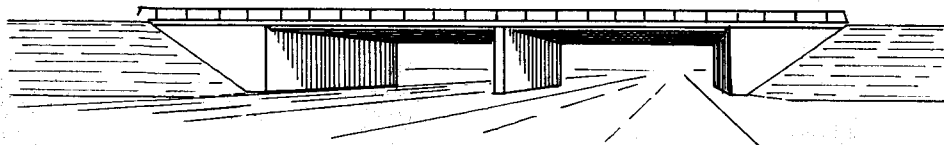


débri

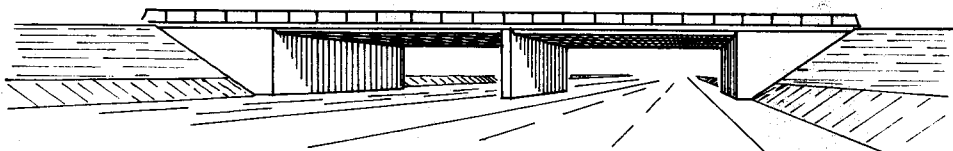


OUVERTURE = 2 x 15 m

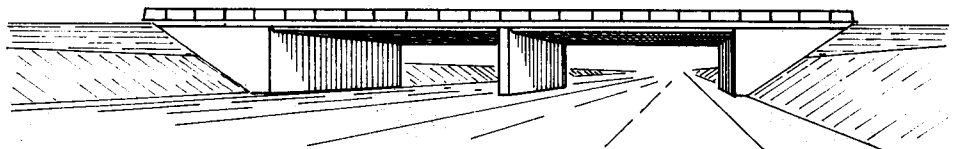
Mur en retour



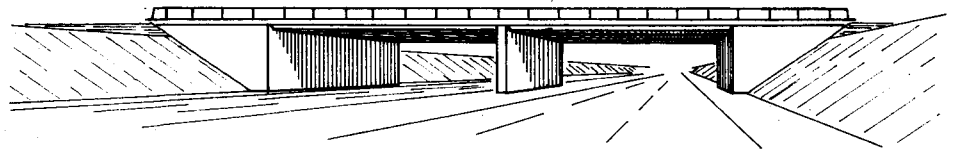
remblai



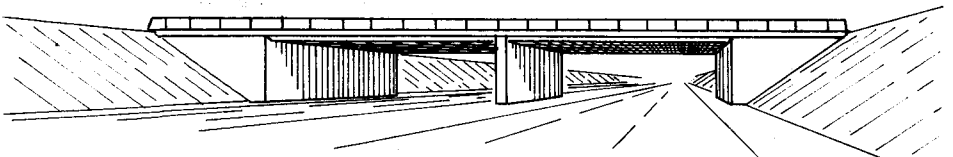
3/4 remblai
1.4 déblai



1/2 remblai
1/2 déblai



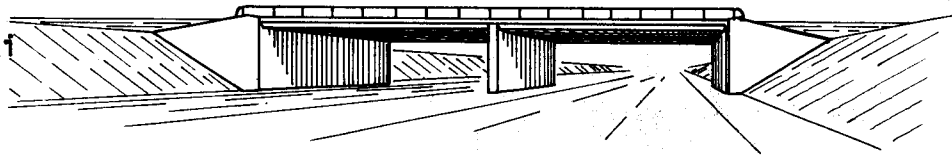
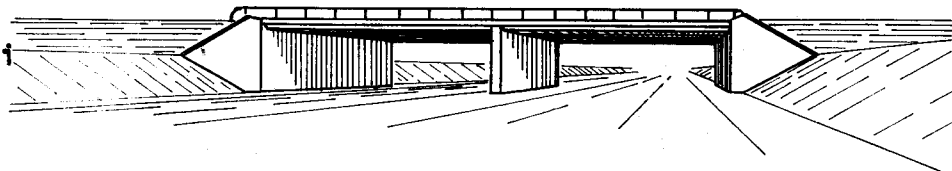
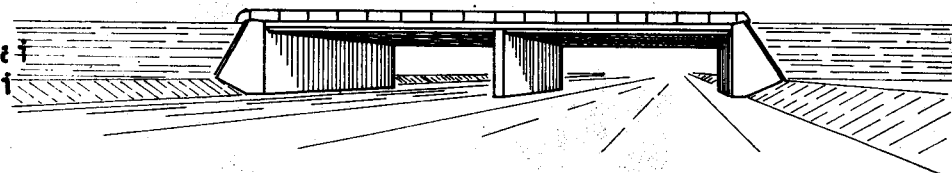
1/4 remblai
3/4 déblai



déblai

Mur en aile s'arrêtant
à l'intersection de la
crête du déblai et du pied
du remblai (et non implantés selon
GUEST).

Nota : Dès que le remblai est faible
cette disposition est à proscrire.



Dans tous les cas étudiés, déblais et remblais
sont en pente à 3 pour 2. L'observateur est placé
sur la voie de droite à une hauteur de 1 m.

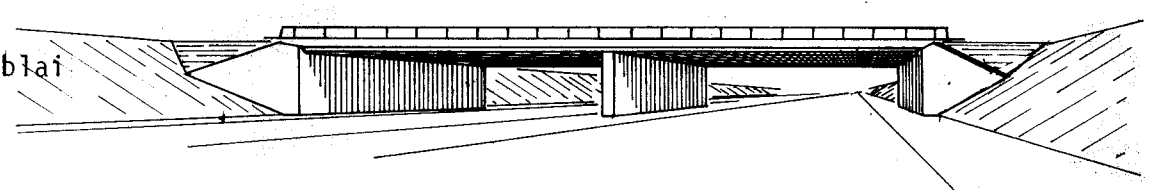
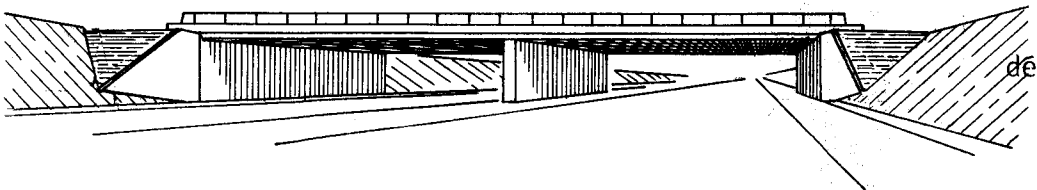
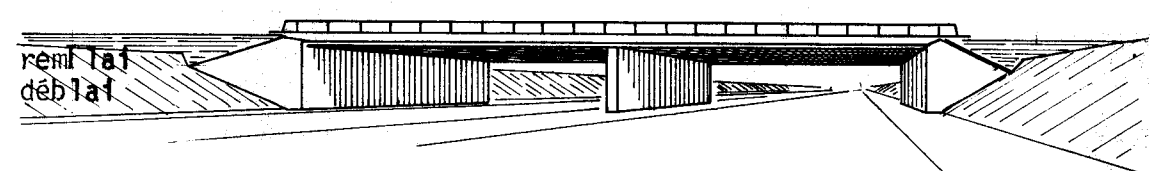
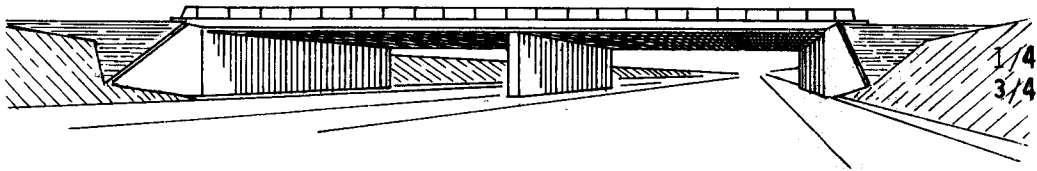
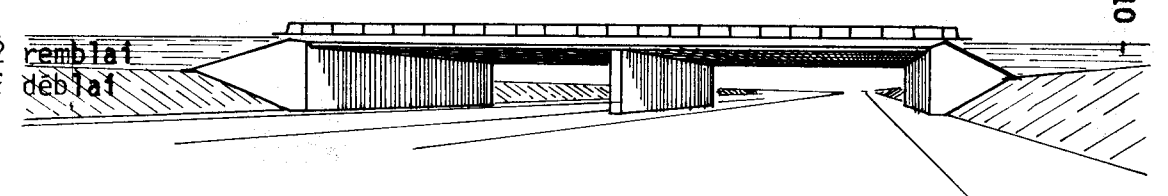
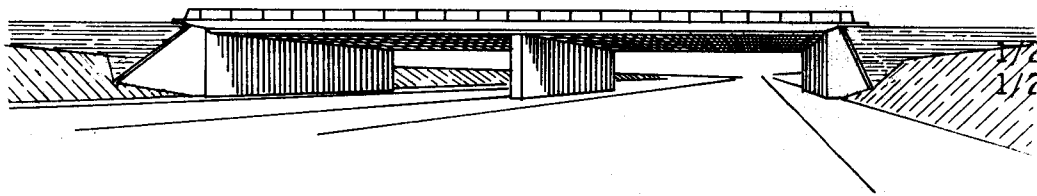
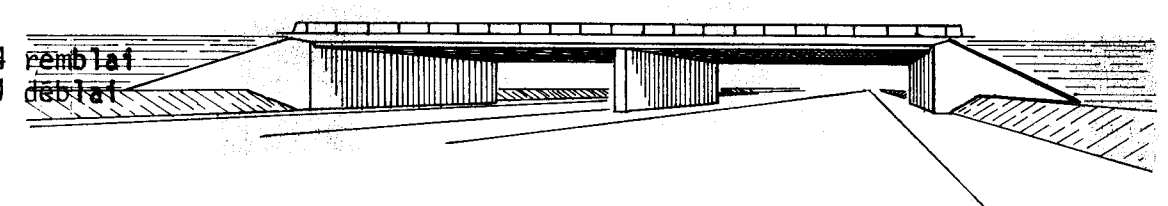
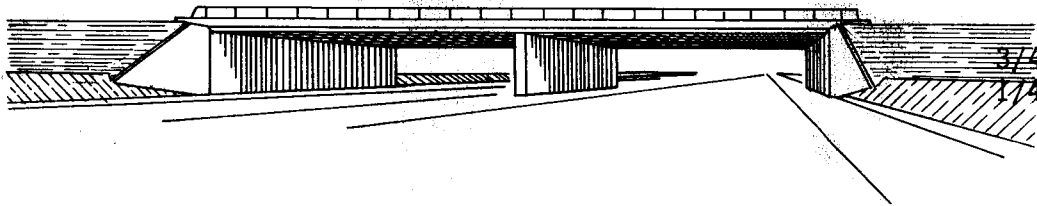
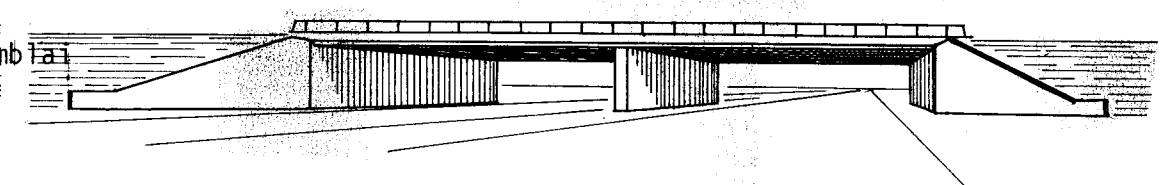
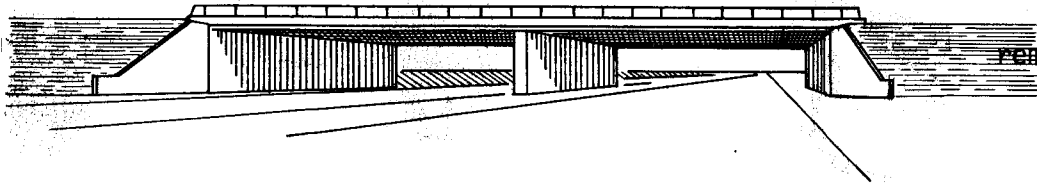
OUVERTURE = 2 x 20 m

Mur en aile

Les angles des murs en aile sont calculés selon les formules de GUEST 69 en fonction des différentes valeurs de l'ouverture fictive L.

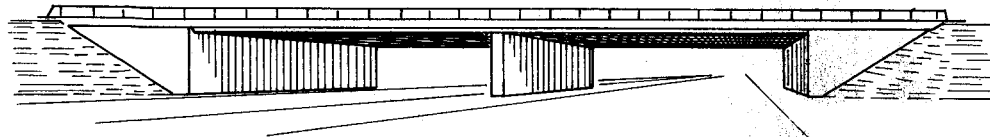
L = 20 m

L = 40 m

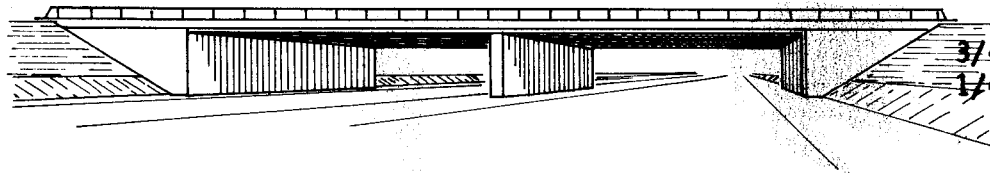


OUVERTURE = 2 x 20m

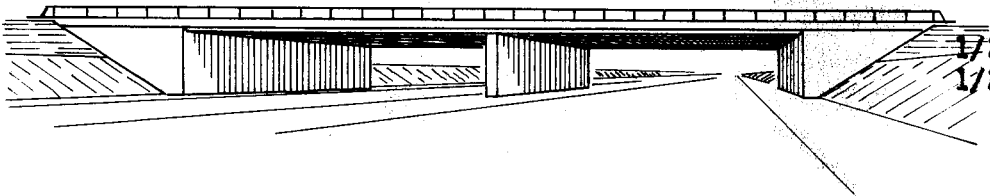
Mur en retour



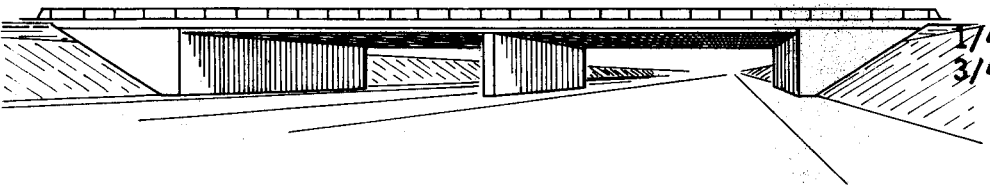
remblai



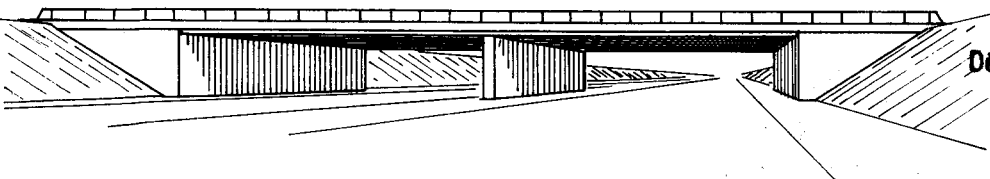
3/4 remblai
1/4 déblai



1/2 remblai
1/2 déblai



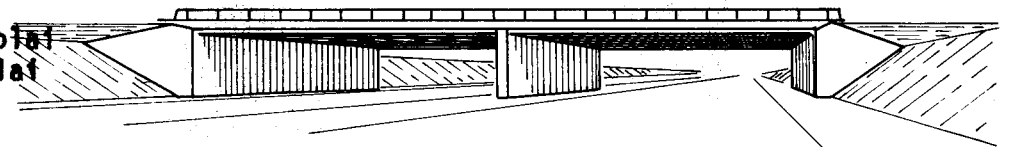
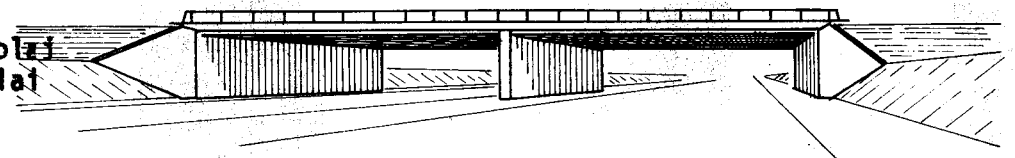
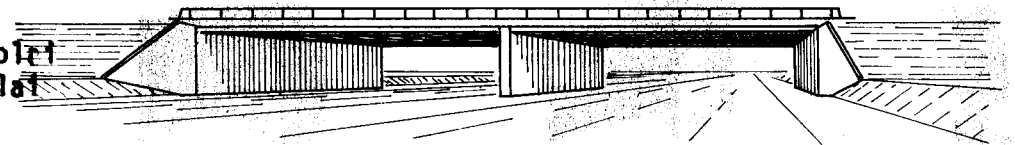
1/4 remblai
3/4 déblai



Déblai

Mur en aile s'arrêtant à l'intersection de la crête du déblai et du pied du remblai (et non implantés selon GUEST).

Nota : Dès que le remblai devient faible cette disposition est à proscrire.



Dans tous les cas étudiés, déblais et remblais sont en pente à 3 pour 2. L'observateur est placé sur la voie de droite à une hauteur de 1m.

- Les murs en retours s'associent mieux aux ouvrages de grande ouverture qu'aux ouvrages de petite ouverture.

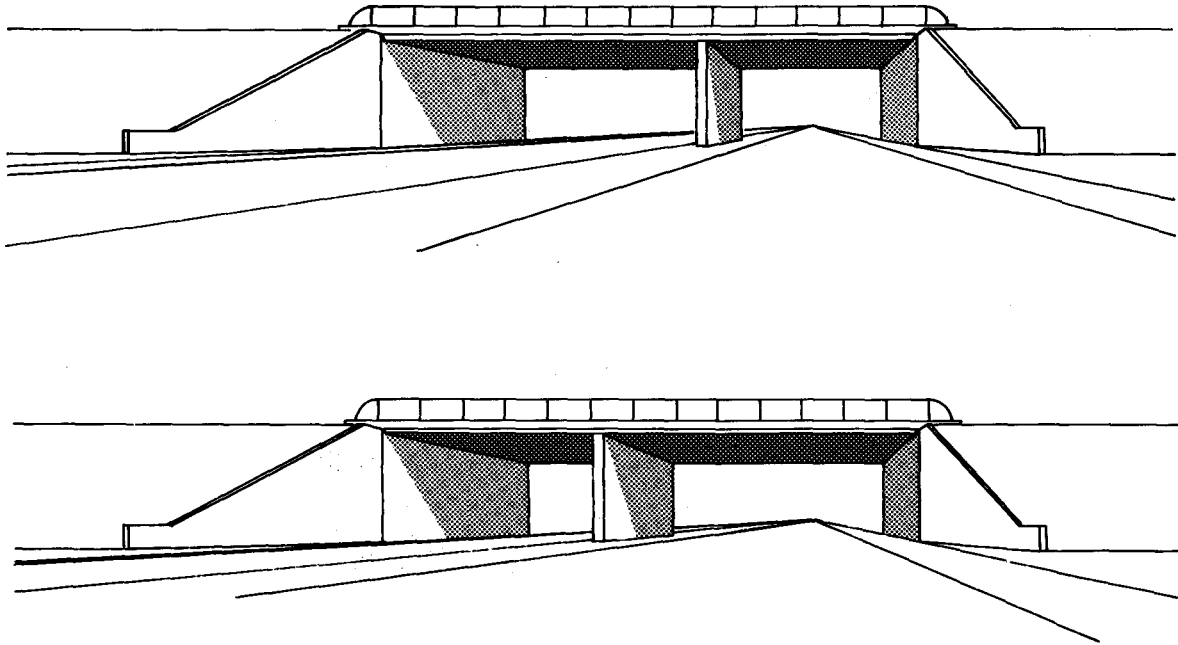
- Les formules de GUEST sont applicables aux murs en aile à condition de prendre une valeur d'ouverture comprise entre l'ouverture réelle d'une travée et 1,3 fois l'ouverture réelle d'une travée. Il apparaît clairement sur les perspectives que le fait de prendre la somme des ouvertures conduirait dans tous les cas à une solution inesthétique. On évitera donc cette disposition qui par ailleurs entraînerait une augmentation du coût des murs.

- Ouvrages à ouvertures dissymétriques.

En dehors de toute considération sur les murs il est à noter que la dissymétrie ne doit pas être trop accentuée car alors l'ouvrage lui-même n'est pas esthétique. Il faudra donc dans la mesure du possible éviter de telles solutions.

Tant que la dissymétrie reste modérée, ce qui correspond à un rapport entre l'ouverture maximale et l'ouverture minimale inférieure à 1,5, la disposition des murs en aile sera la même que pour les ouvrages symétriques. L'ouverture à retenir pour le calcul sera comprise entre l'ouverture minimale et l'ouverture moyenne. Nous donnons ci-dessous les deux perspectives d'un ouvrage dissymétrique dont les ouvertures sont de 10 et 15 m. Il faut noter que deux perspectives sont indispensables dans ce cas car l'aspect de l'ouvrage est très différent selon que l'on se situe face à la petite ouverture ou face à la grande. Cet ouvrage étant à la limite de la dissymétrie modérée on constate que le mur de droite ne pose pas de problème; par contre le mur de gauche présente une surface trop importante. Il semble donc souhaitable de réduire l'angle qu'il fait avec le piédroit, surtout si la petite ouverture est à gauche.

Les perspectives qui suivent sont établies pour un observateur situé à 1 m de hauteur et à 30 m de l'ouvrage. L'angle des murs est calculé pour l'ouverture minimale.



Lorsque l'on sera contraint d'adopter un ouvrage fortement dissymétrique la disposition des murs en aile devra faire l'objet d'un examen particulier. Disons toutefois, par extension de ce qui est dit plus haut, qu'il semble souhaitable de réduire la valeur donnée par GUEST pour l'angle du mur de gauche.

- Autres cas particuliers.

Les ouvrages ayant une pente longitudinale accentuée, ainsi que les ouvrages très biais, devront faire l'objet d'examens particuliers. Il faudra toujours rechercher un équilibre entre les surfaces vues des murs. Une ou plusieurs perspectives réalistes permettent généralement de trouver une solution satisfaisante.

4 - DOMAINE D'EMPLOI.

4.1 Possibilités techniques de la structure.

Le portique double multiplie approximativement par deux les possibilités de franchissement par rapport à un portique simple. Ses possibilités pratiques sont donc environ de 2 x 9 m à 2 x 22 m d'ouverture biaise (pour un franchissement de biais modéré), pour un élanement compris entre 1/25 ème et 1/30 ème.

En fondations superficielles, il exige un sol admettant, sans tassement notable, des pressions admissibles supérieures ou égales à 25 T/m², à des profondeurs pouvant aller jusqu'à 4 m. Sur sol médiocre, il est nécessaire d'adopter des fondations profondes.

Au point de vue du biais, le P.O.D. s'adapte comme le PI.P0 à des franchissements de biais prononcé. Plusieurs exemples pour des biais pouvant aller jusqu'à 25 grades ont déjà été réalisés.

4.2 Domaine d'emploi du programme.

Le calcul effectué par le programme est valable pour des ouvrages droits ou peu biais (angle de biais géométrique supérieur à 65 grades).

Pour les ouvrages plus biais, on pourra s'inspirer, en liaison avec le 7ème Arrondissement de la Division des Ouvrages d'Art B du S.E.T.R.A., de la méthode mise au point pour les portiques simples d'un biais prononcé (PI.P0 74 sous-dossier 5).

Le programme calcule aussi bien des structures symétriques que des structures dissymétriques : la dissymétrie peut porter à la fois sur la portée des traverses (et sur leur épaisseur en cas de présence d'un gousset sur pile intermédiaire), sur la hauteur et l'épaisseur des piédroits, (la pile intermédiaire étant également de hauteur arbitraire), sur les dimensions et excentrements de semelles.

4.3 Domaine d'emploi économique du P.O.D.

Etant donnée la gamme possible de portées du POD, cette structure peut être utilisée aussi bien en passage inférieur qu'en passage supérieur.

A titre d'exemple, nous faisons figurer ci-dessous la comparaison économique d'un P.O.D. et d'un PSI.DP, dans le cas d'un franchissement en PS.

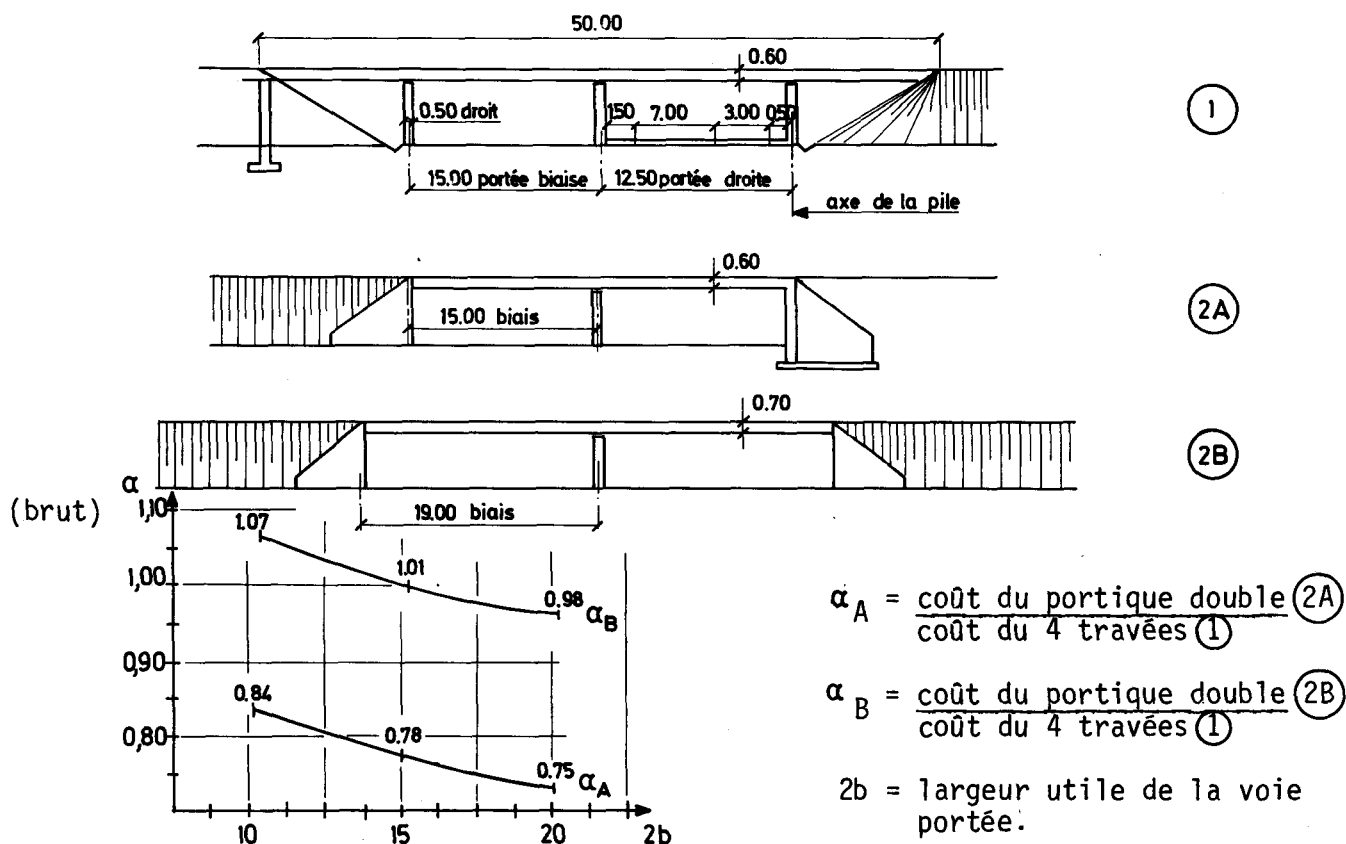
Voici ce que l'on constate, lorsque l'on compare les estimations des deux ouvrages (1) et (2A) suivants, qui sont susceptibles de rendre approximativement le même service (franchissement d'une autoroute de liaison à 2 fois 2 voies, avec terre-plein central revêtu, sous un biais géométrique de 65 grades environ) : le portique double et la dalle continue à 4 travées sont d'un coût pratiquement égal lorsque la largeur de la voie portée est moyenne; le portique double est moins cher pour une voie portée très large.

RUBRIQUES SELON EST 67	1	2A (ouverture minimale)	2B (ouverture surabondante)
1er terme (structure porteuse)	$455 \text{ F/m}^2 \times (50 \times 2b)$	$520 \text{ F/m}^2 \times (30 \times 2b)$	$570 \text{ F/m}^2 \times (38 \times 2b)$
2ème terme (parties latérales du tablier)	$500 \text{ F/ml} \times 50$	$500 \text{ F/ml} \times 30$	$500 \text{ F/ml} \times 38$
3ème terme (abouts)	$2400 \text{ F/ml} \times \frac{2b}{0,84}$ (1)	$1200 \text{ F/ml} \times \frac{2b}{0,84}$ (2)	$1200 \text{ F/ml} \times \frac{2b}{0,84}$ (2)
4ème terme (têtes)	-	43 000 F	43 000 F
TOTAL (résultat brut avant interprétation)	$25\ 600 \times 2b$ + 25 000	$17\ 000 \times 2b$ + 68 000	$23\ 100 \times 2b$ + 72 000

base : conditions économiques d'EST 67

(1) perrés supposés nécessaires

(2) dalles de transition profondes solidement goujonnées.



Il n'est pas tenu compte de la différence entre les remblais.

Il faut cependant noter que la solution à 4 travées (1) dégage mieux les vues sur le paysage situé au delà de l'ouvrage. C'est pourquoi nous avons également fait la comparaison avec un portique double de plus grande ouverture, plus satisfaisant sur le plan de la visibilité que la solution (2A), et plus intéressant sur le plan de la sécurité que la solution (1). Il s'agit de l'ouvrage (2B) (voir coût page précédente).

La solution (2B), bien que d'un coût un peu plus élevé, pourra cependant être préférée, surtout si la tendance actuelle de la réglementation, qui vise à éloigner les piles de la surface roulable, se maintient.

On voit donc que sur le plan économique, selon les ouvertures réelles choisies et le niveau de visibilité et de sécurité visé, la solution portique double est susceptible de concurrencer le PSI.DP surtout pour un pont de grande largeur. En dessous de 10 m de largeur droite le coût des têtes devient relativement trop important, et enlève tout intérêt économique à la structure P.O.D.

4.4 Conclusion.

En plus de l'aspect économique développé ci-dessus, il faut tenir compte des facteurs suivants, qui peuvent jouer dans un sens ou dans l'autre et emporter finalement la décision en matière de choix d'une structure P.O.D. :

- en rase campagne, comme il a été indiqué plus haut, le POD n'a pas la même transparence qu'un ouvrage à 4 travées

- en cas de surgabarit, le POD est défavorisé par rapport à un ouvrage à trois travées ; les têtes deviennent alors importantes donc coûteuses et inesthétiques.

- en cas de déblai, il est possible de fonder le PSI.DP superficiellement en tête de talus, alors que le POD exige un déblaiement, puis un remblaiement des culées

- en milieu urbain, le POD s'adapte bien, car il permet de limiter les emprises, par exemple près d'un carrefour de la voie supérieure; dans le cas d'une tranchée ouverte limitée par des murs de soutènement de grande longueur, le POD s'intègre parfaitement, les piédroits étant placés dans le prolongement des murs.

- comme passage supérieur, le POD peut également être avantageux en cas d'autoroute élargissable par l'extérieur ; la surlongueur nécessaire pour le POD se limite alors à la valeur de l'élargissement prévu, tandis que les travées de rives d'un PS.DP doivent aussi être allongées, pour des raisons d'équilibre.

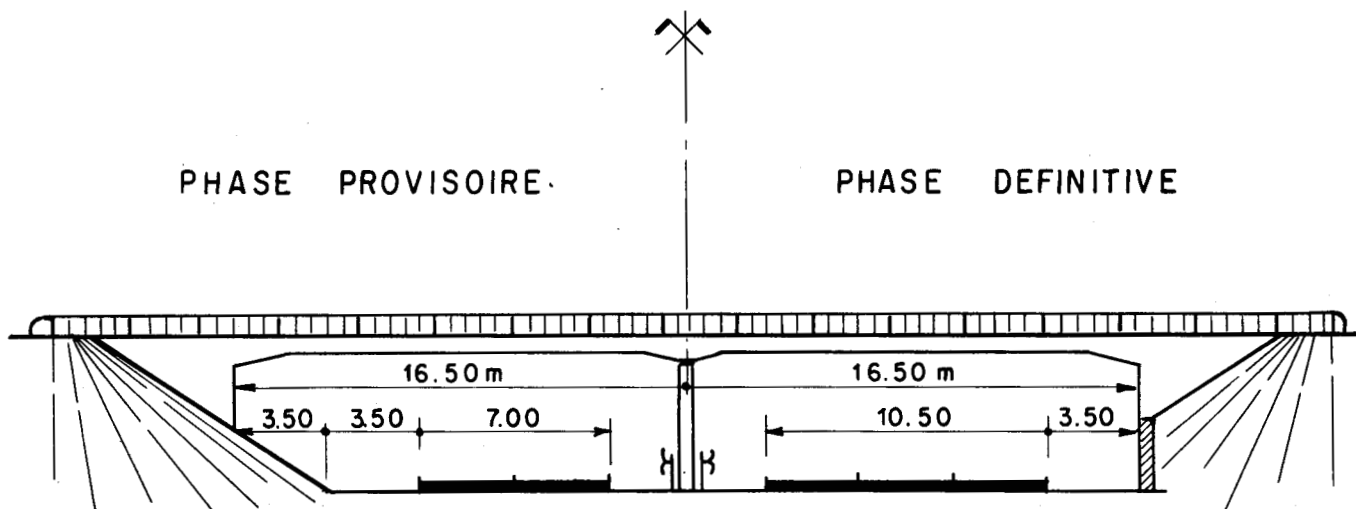


FIG: 1

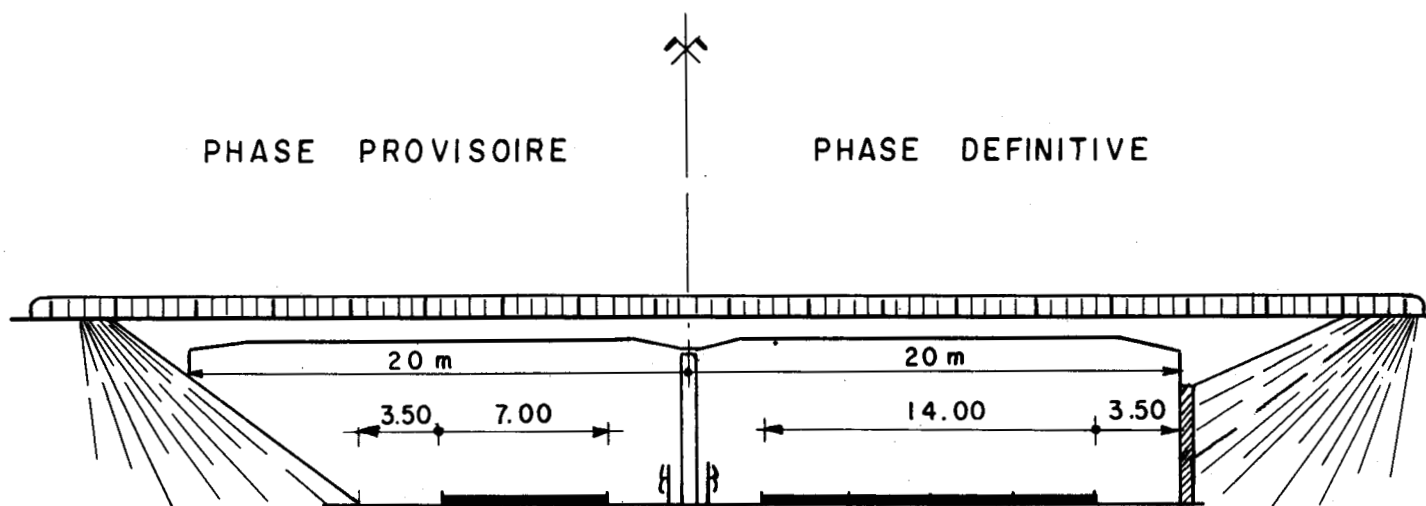


FIG: 2

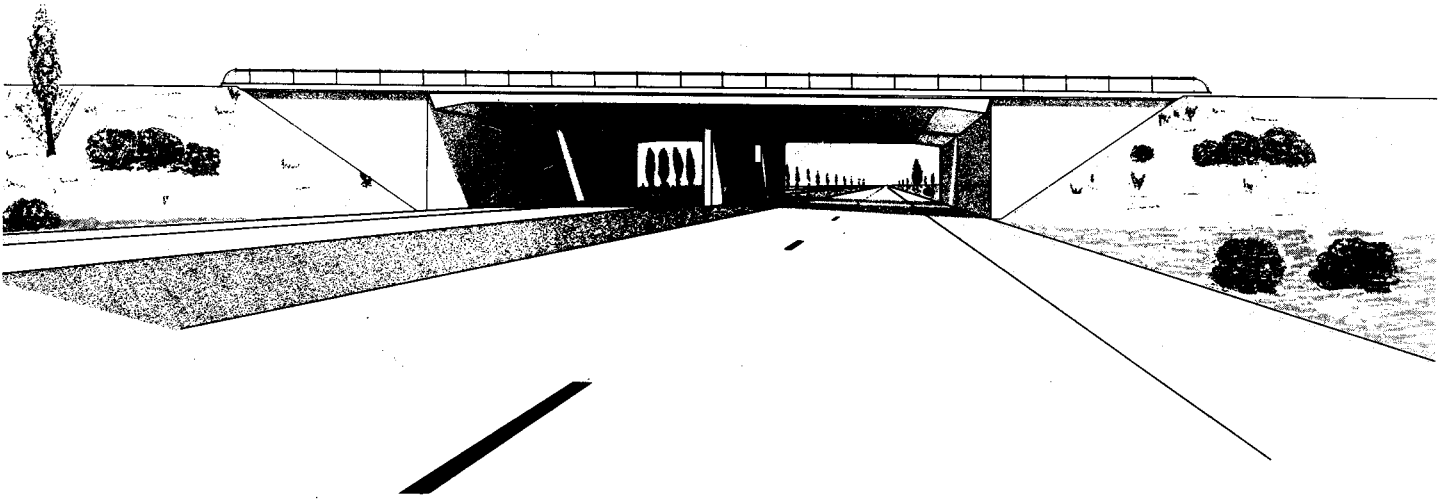
5 - ILLUSTRATION DU DOMAINE D'EMPLOI.

Nous présentons dans les pages suivantes des exemples de franchissements réalisés au moyen du Portique Ouvert Double. Ces plans et perspectives n'ont pour but que d'illustrer le domaine d'application de cette structure et ne doivent pas être considérés comme des solutions standards.

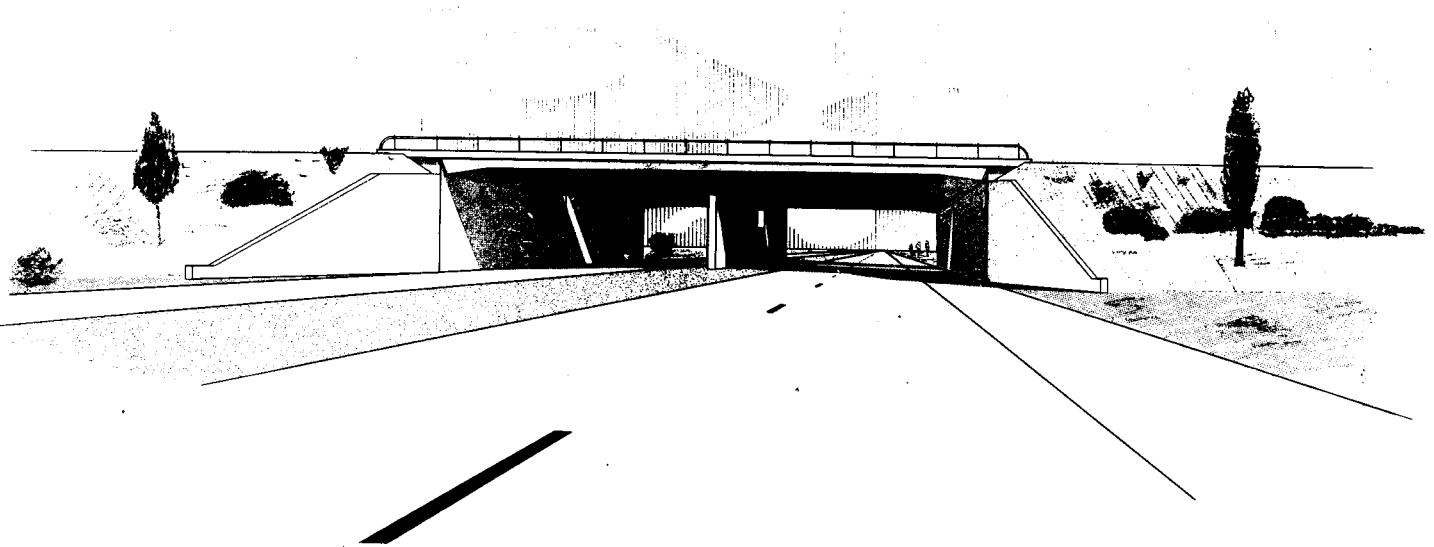
Les plans ne sont joints que pour mieux définir le franchissement représenté en perspective. Ainsi les épaisseurs des piédroits et traverses résultent de l'emploi de l'abaque de dimensionnement du dossier PIPD 74 et ne correspondent donc qu'à des valeurs de prédimensionnement. Les vues en élévation des appuis intermédiaires ne sont qu'indicatives et peuvent être modifiées selon que l'on aura une section rétrécie de béton ou des appareils en élastomères fretté. Le choix de la forme de l'appui intermédiaire sera fixé d'après les recommandations du sous-dossier 1 du Dossier-pilote PP 73 et il est déconseillé de s'inspirer des plans ci-après sans avoir examiné les relations entre l'appui intermédiaire et les appareils d'appui. Bien que cela n'apparaisse pas sur les plans, nous signalons que les appuis centraux devront dans tous les cas être conçus de façon que l'épaisseur des traverses soit constante transversalement, ce qui du fait des pentes ou des dévers entraînera une variation de leur hauteur.

Les profils en travers des voies franchies et portées sont extraits des profils types du chapitre I du Document CAT 75 ; ils ne constituent qu'un petit échantillonnage de la normalisation actuelle.

Les deux dernières perspectives présentées ci-après sont à la limite du domaine d'emploi de la structure POD. Elles ne sont donc qu'indicatives et ne préjugent pas d'une comparaison économique qui pourrait tourner à l'avantage d'une autre structure.

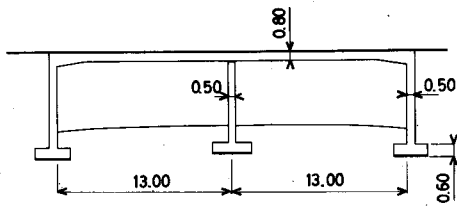


P.O.D. 2x13,00m
(en section courante)

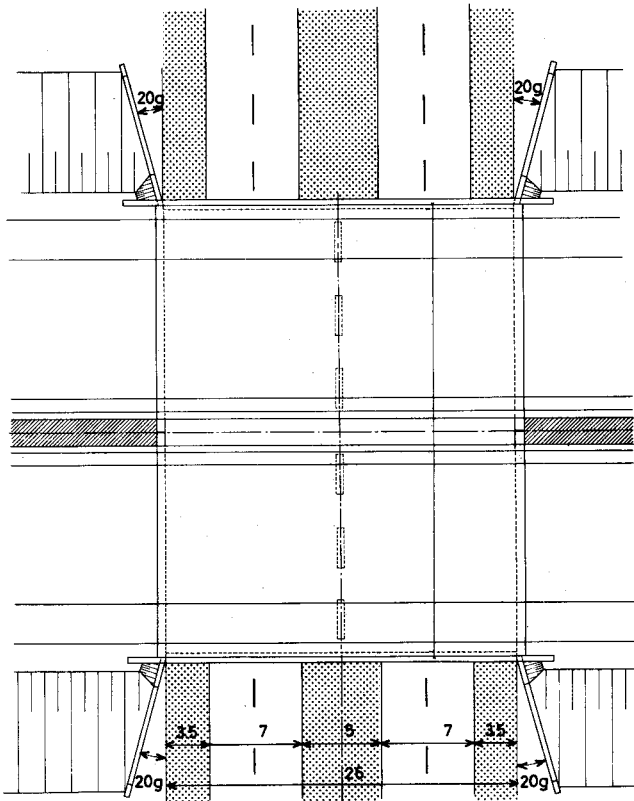
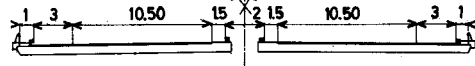


P.O.D. 2 x 13,00 m

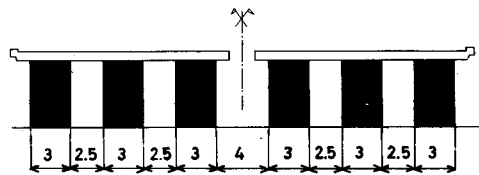
COUPE LONGITUDINALE

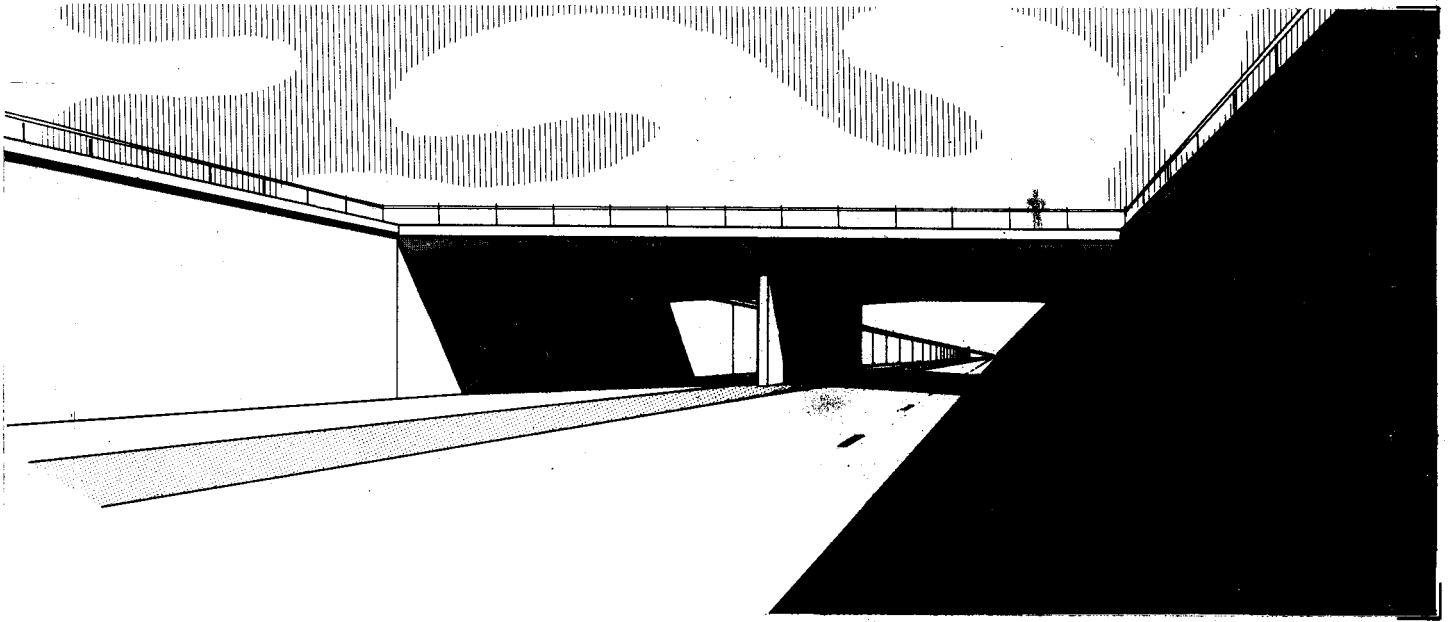


COUPE TRANSVERSALE



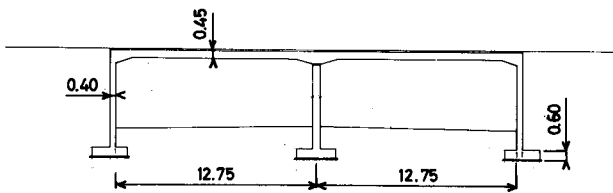
APPUI INTERMEDIAIRE



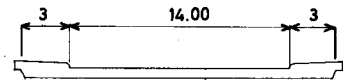


P.O.D. 2x12,75 m
(entre murs)

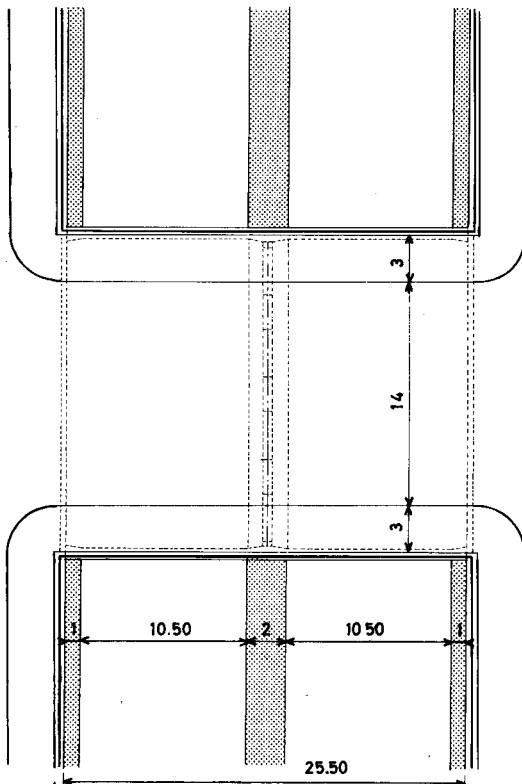
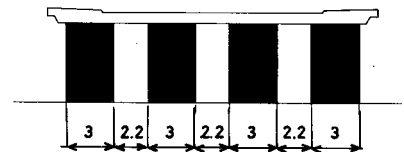
COUPE LONGITUDINALE

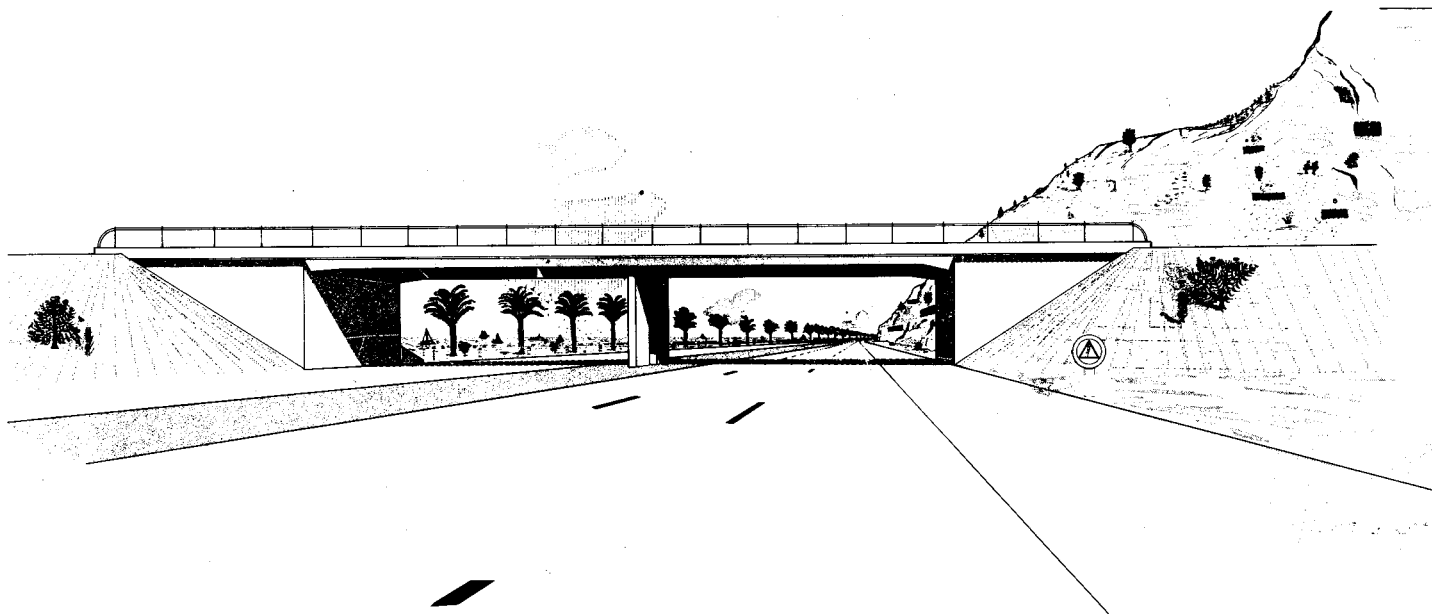


COUPE TRANSVERSALE



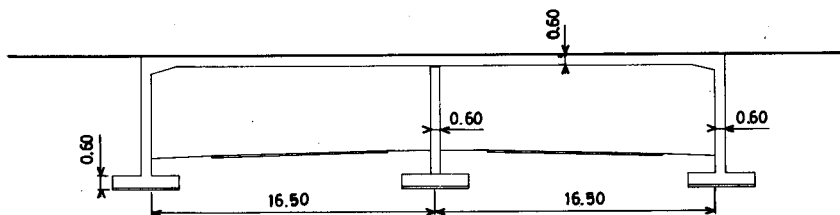
APPUI INTERMEDIAIRE



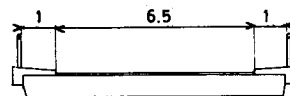


P.O.D. 2 x 16,50 m
(en section courante)

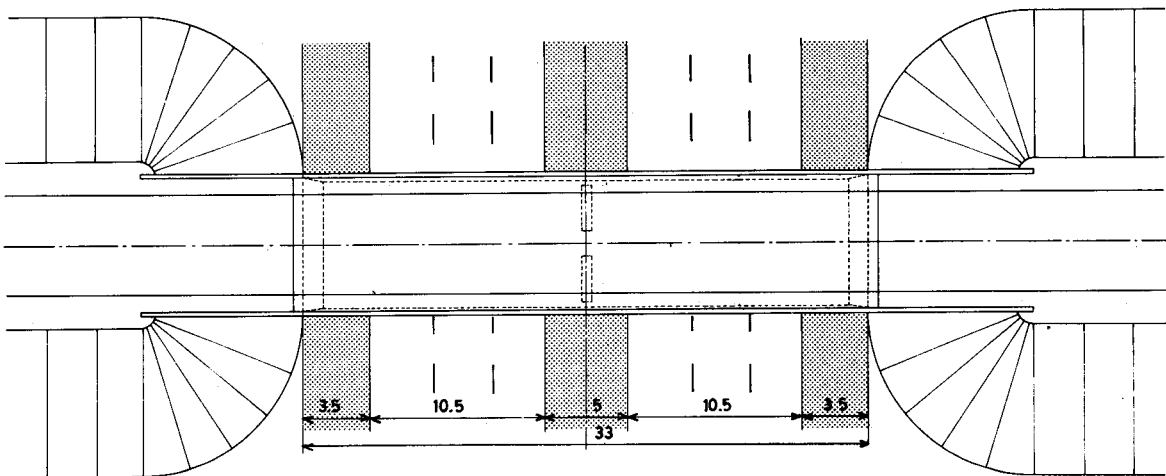
COUPE LONGITUDINALE



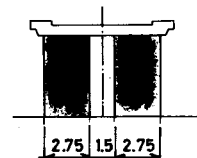
COUPE TRANSVERSALE



PLAN GENERAL



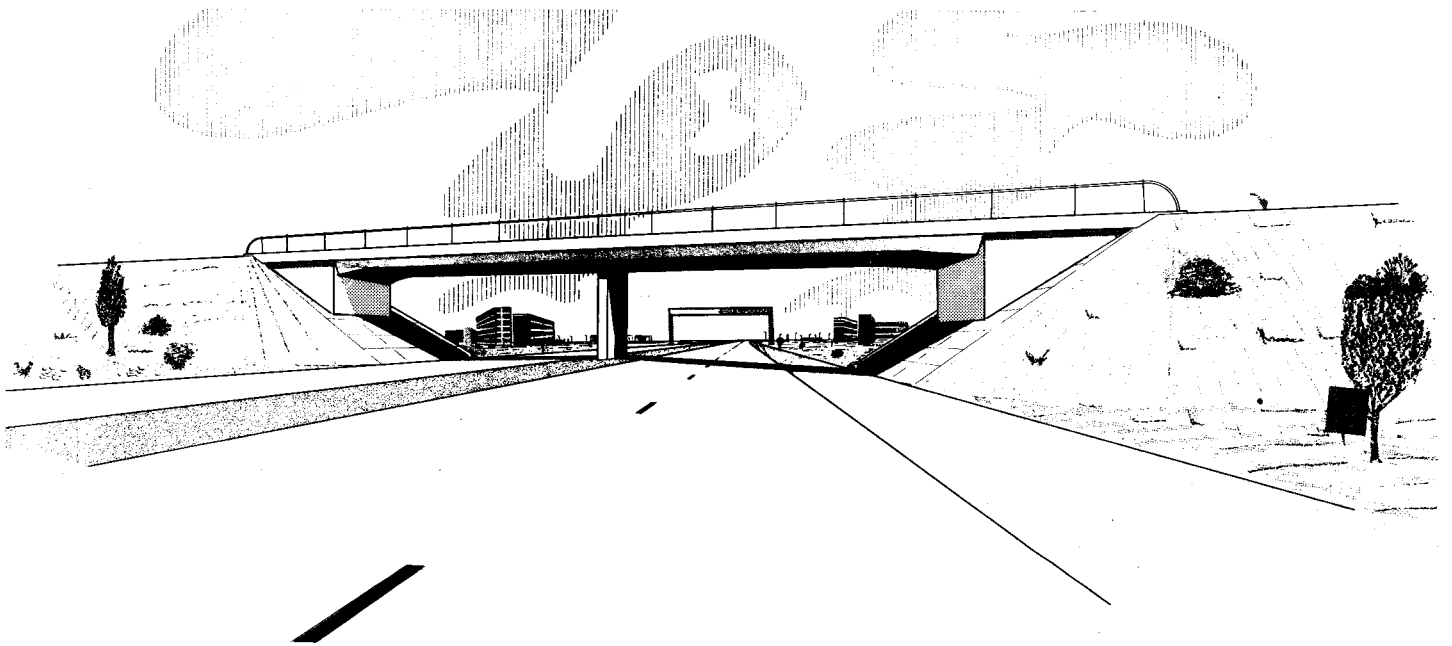
APPUI INTERMEDIAIRE

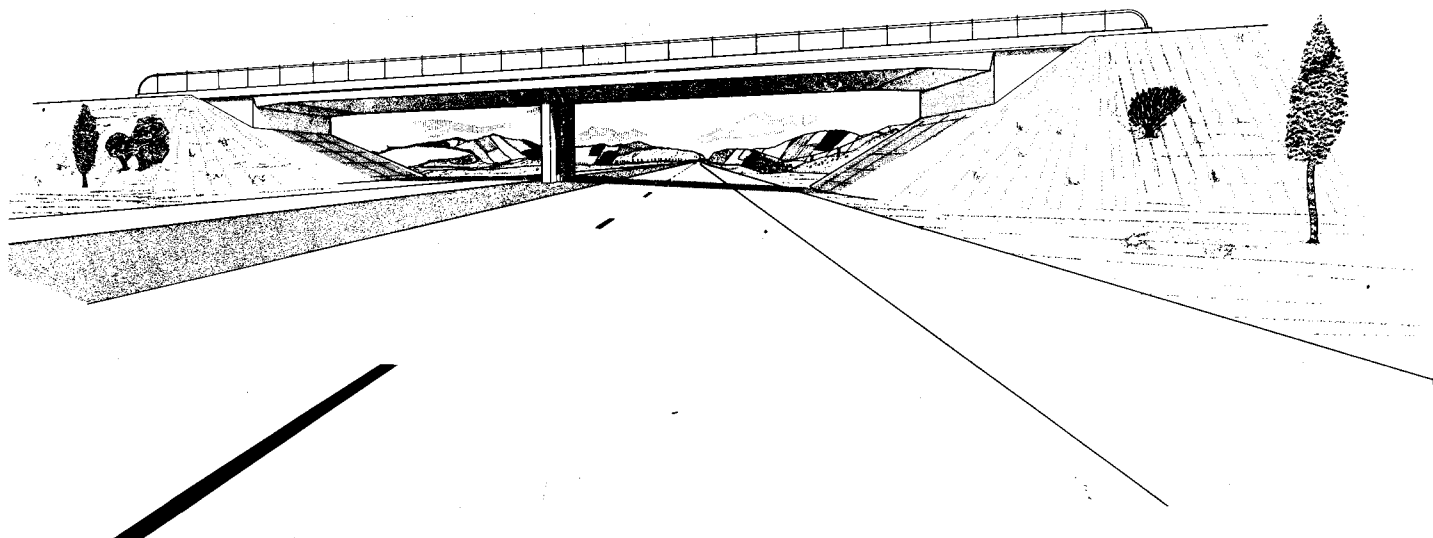


P.O.D. 2x 18,00 m

Biais 70 gr

(ouverture surabondante)

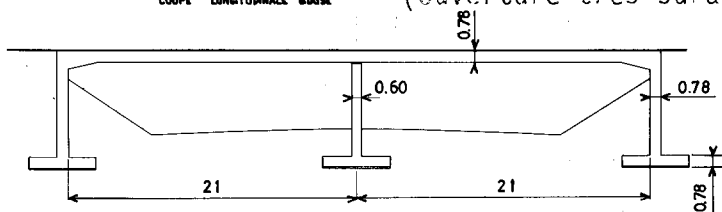




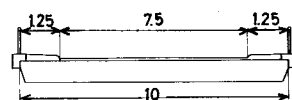
P.O.D. 2x21,00m

Biais 70gr
(ouverture très surabondante)

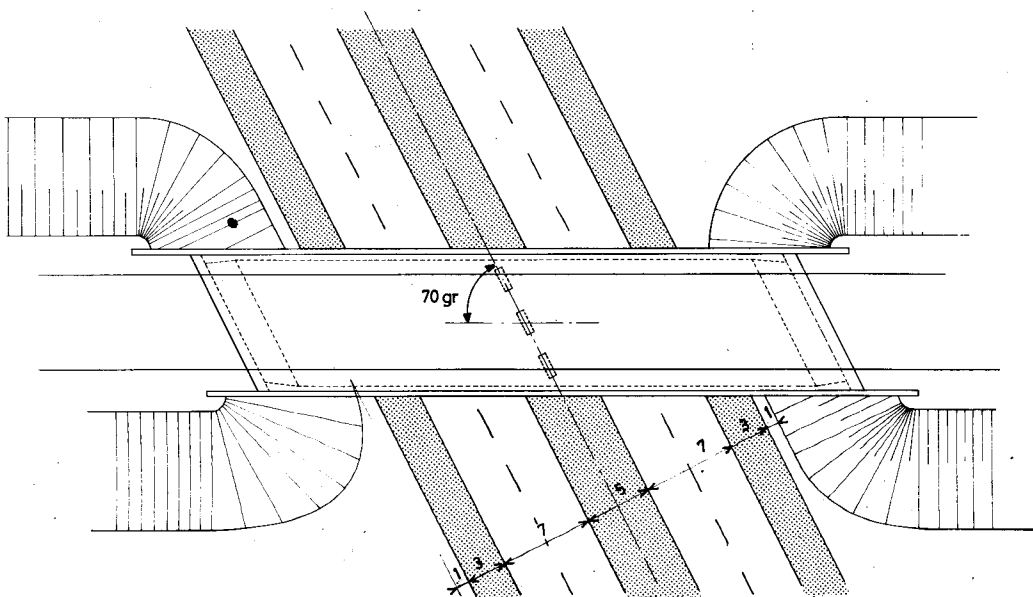
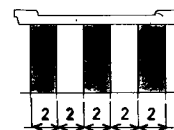
COUPE LONGITUDINALE BIAISE



COUPE TRANSVERSALE

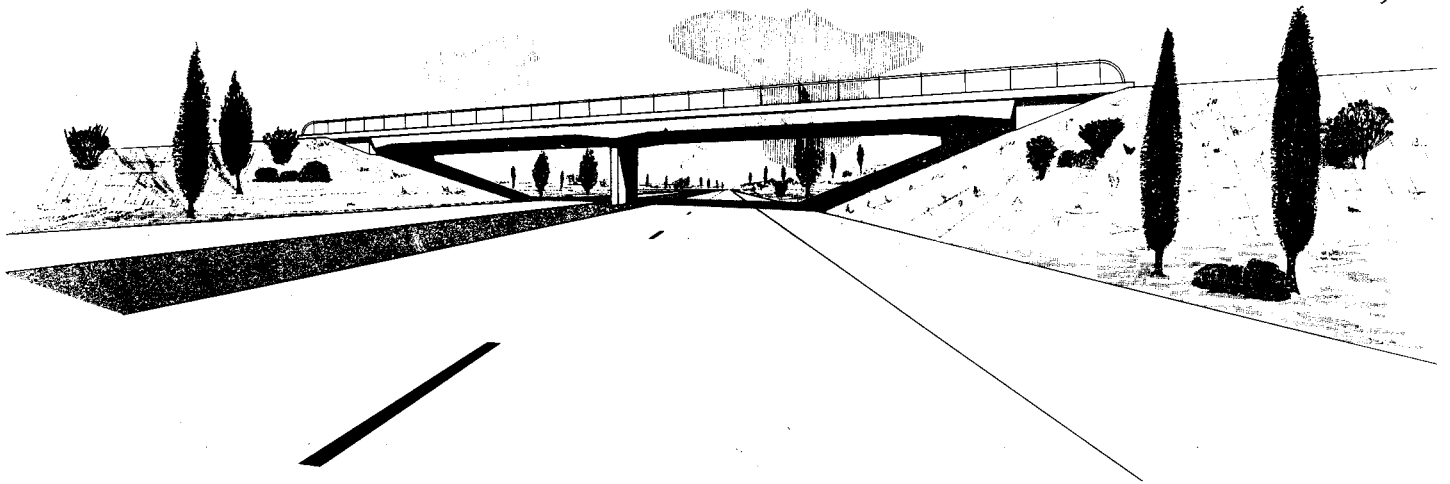


APPLI INTERMEDIAIRE

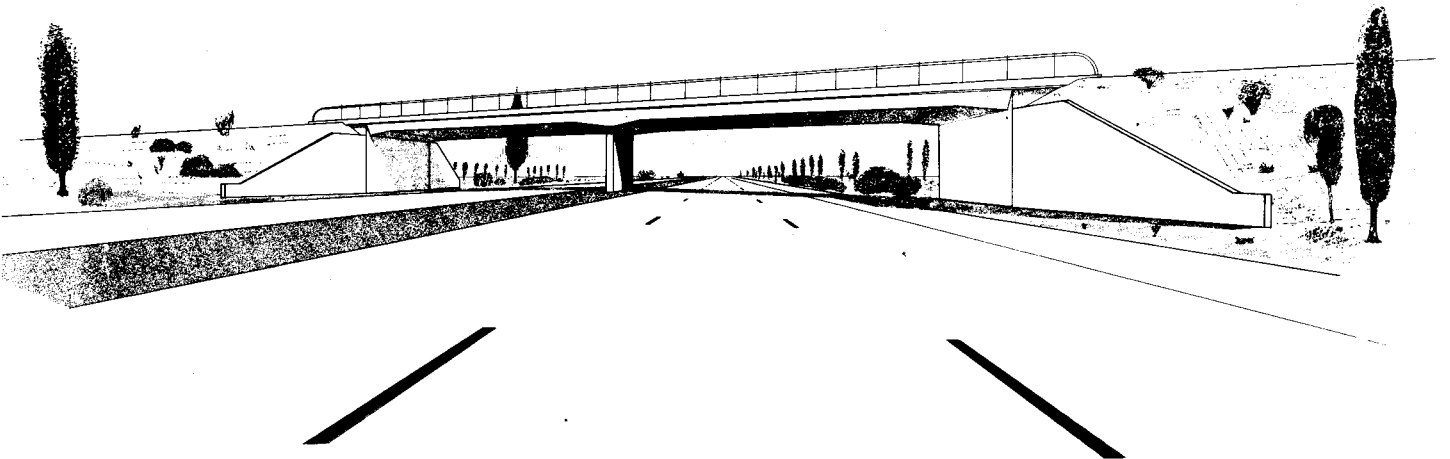


P.O.D. 2x25,00m

Biais 70 gr



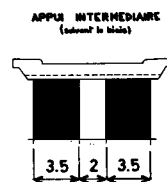
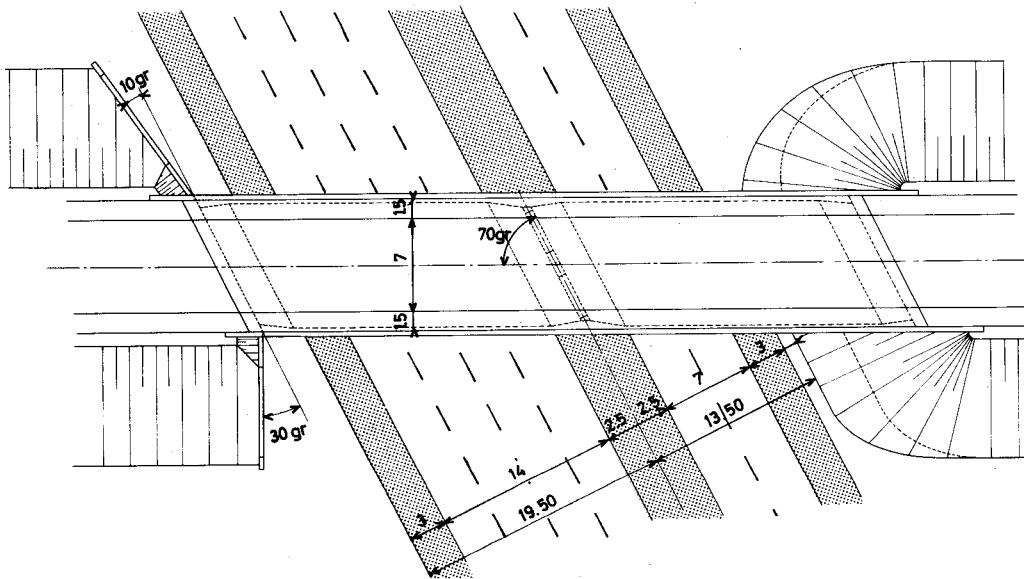
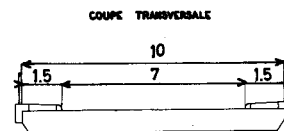
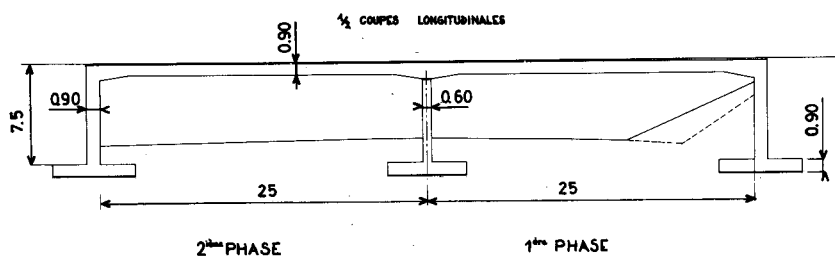
1^{ère} phase



2^{ème} phase

P.O.D. 2 x 25,00 m

Biais 70 gr



POD 76



Pièce **1.2**

Méthode de calcul

Juillet 1976

SOMMAIRE DE LA PIECE 1.2

1. - INTRODUCTION.
 - 1.1 - Régléments.
 - 1.2 - Hypothèses.
2. - DEFINITIONS ET NOTATIONS.
 - 2.1 - Données géométriques.
 - 2.2 - Caractéristiques des matériaux et du sol de fondation.
3. - ETUDE THEORIQUE - FORMULATION.
 - 3.1 - Rappels.
 - 3.2 - Présentation de la méthode.
 - 3.3 - Choix des inconnues hyperstatiques.
 - 3.4 - Mise en équation.
 - 3.5 - Cas général du portique partiellement encastré en pied.
4. - CALCUL DES COEFFICIENTS DE SOUPLESSE.
5. - ETUDES DES DIFFERENTS CAS DE CHARGE ELEMENTAIRES.
 - 5.1 - Charge unité ponctuelle placée sur la traverse.
 - 5.2a- Effet d'une charge uniformément répartie sur les 2 traverse.
 - 5.2b- Effet d'une charge uniformément répartie sur la traverse de gauche.
 - 5.3 - Poussée des terres dues aux surcharges.
 - 5.4 - Poussée des terres.
 - 5.5 - Effet du poids des terres sur les semelles et de la réaction de la dalle de transition.
 - 5.6 - Effet des variations linéaires.

1. INTRODUCTION

L'objet de ce document est la présentation des hypothèses de calcul et de l'étude théorique ayant servi de base au programme de calcul électronique. L'exposé de la méthode de calcul pourra permettre dans certains cas quelques vérifications manuelles des notes de calcul bien que cela conduise rapidement à des calculs très lourds. Il permet principalement de mieux comprendre la note de calcul en explicitant les inconnues hyperstatiques, les matrices de souplesse et de rigidité ainsi que les effets des cas de charge élémentaires.

1.1 Règlements

Cahier des Prescriptions Communes applicables aux marchés de travaux publics de l'Etat :

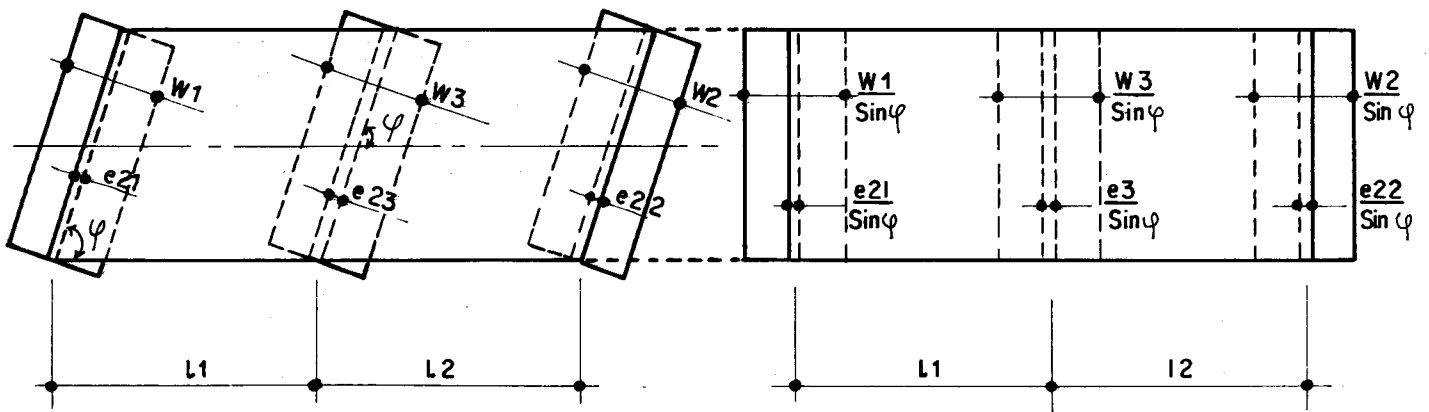
- . fascicule 61, titre II (Cirulaire n° 71.156 du 30 décembre 1971) :
Programmes de surcharges et épreuves des ponts-routes
- . fascicule 61, titre VI (Cirulaire N° 70.115 du 27 octobre 1970) :
Règles techniques de conception et de calcul des ouvrages et constructions en béton armé.

1.2 Hypothèses

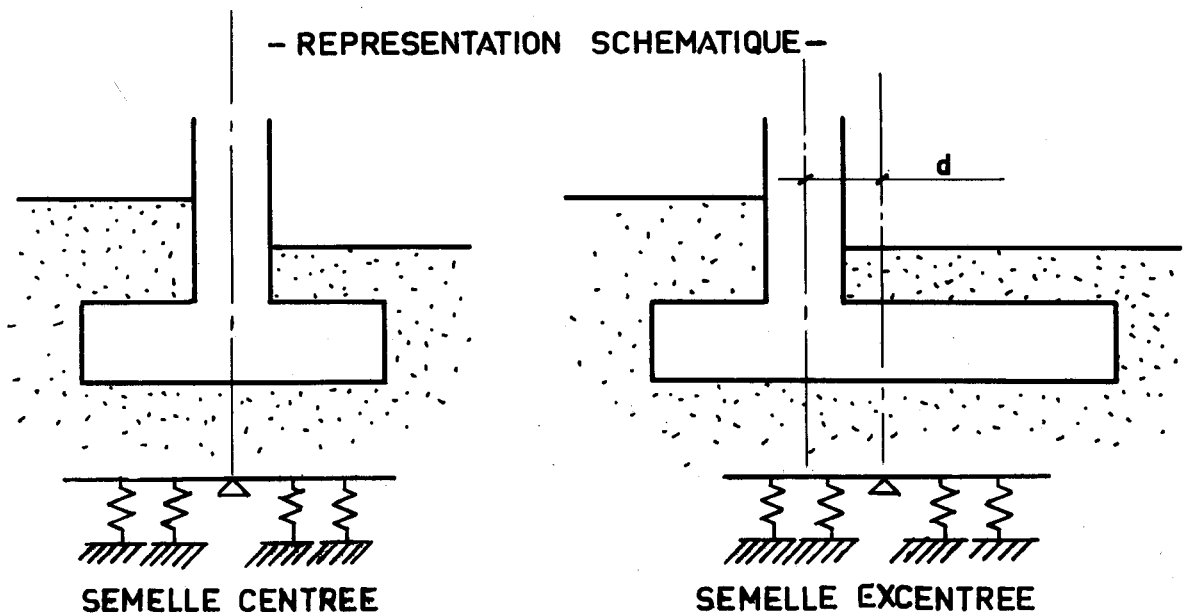
- a) sur le biais de l'ouvrage : le calcul d'une structure en portique double, tel qu'il est présenté ici, est conçu pour un ouvrage droit ou quasi droit ; cependant on peut s'en servir pour traiter le cas d'un ouvrage dont le biais géométrique est compris entre 65 et 100 grades, en remplaçant l'ouvrage réel biais par un ouvrage fictif droit comme l'indique le schéma ci-dessous.

OUVRAGE REEL

OUVRAGE FICTIF ASSOCIE



- b) symétrie : il est à préciser également que la formulation tout à fait générale, permet de calculer non seulement les portiques symétriques, mais aussi les portiques dissymétriques (à travées inégales ou avec les hauteurs de piédroits ou de pile intermédiaire différentes) ; étant entendu que les diverses épaisseurs peuvent changer d'une travée à l'autre ou d'un piédroit à l'autre.
- c) action des goussets : la formulation mathématique du calcul du portique double ne tient pas compte de la variation d'inertie dans les traverses due à la présence de goussets dans les angles et éventuellement sur appui intermédiaire. Par contre, il est tenu compte du gousset sur appui intermédiaire pour le ferrailage de la structure.
- d) liaisons : la méthode de calcul traite d'un ouvrage dont les fondations sont constituées de semelles dont le centre est fixe*, et encastrées élastiquement dans le sol (voir figures) ; les cas extrêmes de portiques articulés en pied ou au contraire encastrés rigidement dans le sol, se traitent comme des cas particuliers de ce cas général.

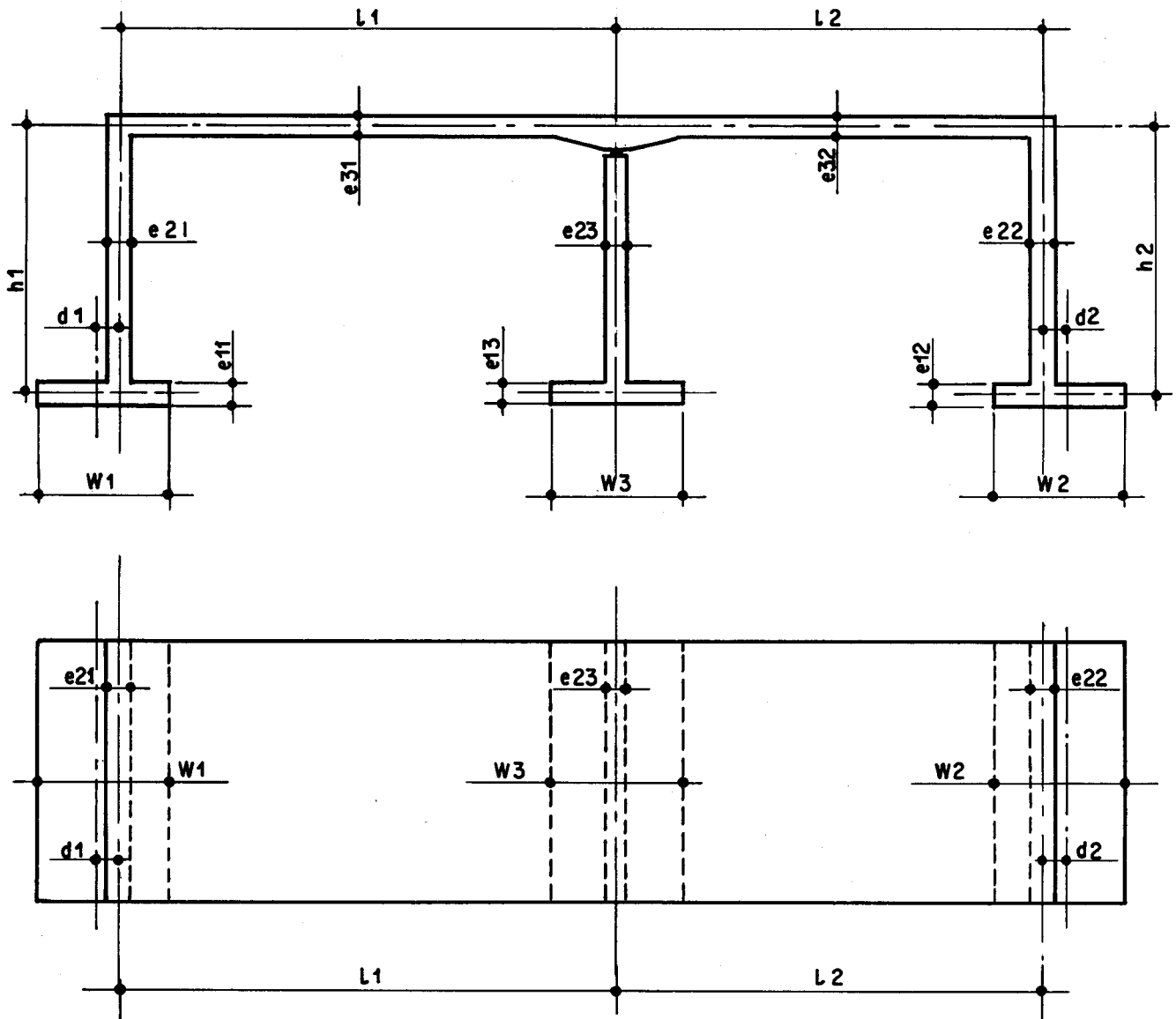


- e) appui central : la traverse est supposée articulée sur la pile intermédiaire.

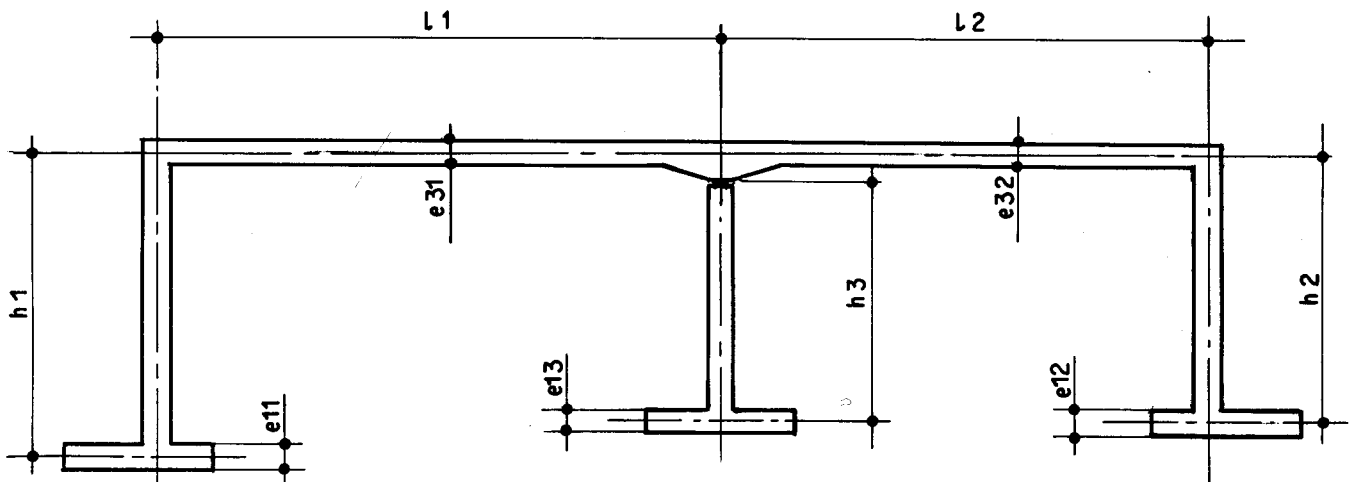
* les incidences des translations élastiques des semelles vers le bas étant normalement négligeables.

2. DEFINITIONS ET NOTATIONS

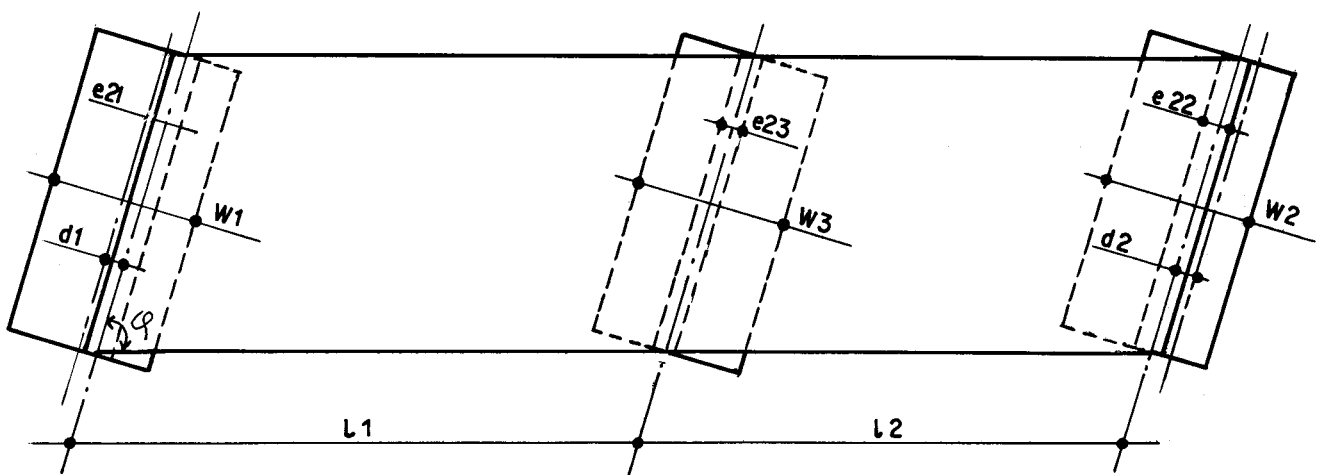
CAS D'UN OUVRAGE DROIT



CAS D'UN OUVRAGE BIAIS



COUPE BIAISE



VUE EN PLAN

Nota - Dans toute cette pièce (1.2), on utilise des notations que l'on retrouve dans le bordereau de données. On n'attachera pas d'importance au fait que ce soit ici des minuscules et là des majuscules. Il s'agit bien des mêmes variables.

2.1 Données géométriques

- Biais de l'ouvrage : ϕ exprimé en grades

 - Portées : ce sont les portées (biaises pour les ouvrages biais et droites pour les ouvrages droits), mesurées entre plans moyens des piédroits et de la pile intermédiaire.
 - l_1 portée de la travée de gauche
 - l_2 portée de la travée de droite

 - Hauteurs : les hauteurs des piédroits sont mesurées entre plans moyens des traverses et des semelles.
 - h_1 hauteur du piédroit de gauche
 - h_2 hauteur du piédroit de droite

 - la hauteur de la pile intermédiaire est mesurée entre le niveau de l'appui et le plan moyen de la semelle.
 - h_3 hauteur de la pile intermédiaire.

 - Semelles : les largeurs de semelles définies ci-dessous sont des largeurs droites (mesurées perpendiculairement au plan moyen de l'appui correspondant).
 - w_1 largeur de la semelle du piédroit de gauche
 - w_2 largeur de la semelle du piédroit de droite
 - w_3 largeur de la semelle de la pile intermédiaire
- De même pour les excentrements :
- d_1 excentrement de la semelle de gauche
 - d_2 excentrement de la semelle de droite.

Les excentrements seront comptés négativement lorsque la semelle est excentrée vers l'extérieur du portique.

- Epaisseurs : Ce sont les épaisseurs droites mesurées perpendiculairement au plan moyen des éléments considérés.

e_{31} épaisseur de la traverse de gauche
 e_{32} épaisseur de la traverse de droite
 e_{21} épaisseur du **piédroit** de gauche
 e_{22} épaisseur du piédroit de droite
 e_{23} épaisseur de la pile intermédiaire.

2.2. - Caractéristiques des matériaux et du sol de fondation

E module d'élasticité du béton sous contraintes de longue durée d'application, encore appelé module de déformation différée (E_v , cf fascicule 61 titre VI article 9.6).
 E_{sol} module d'élasticité différé du sol.

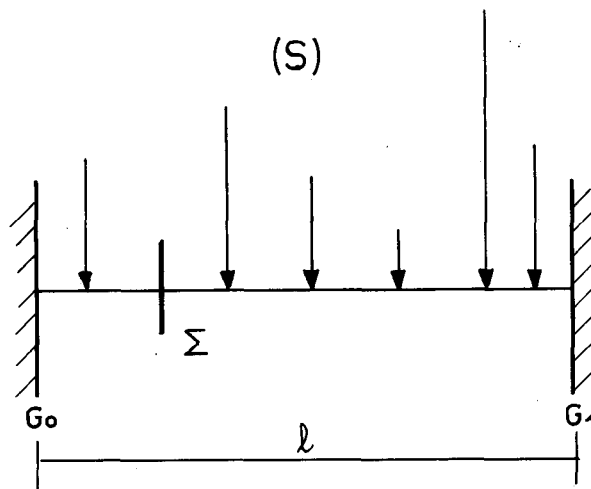
3. ETUDE THEORIQUE - FORMULATION

3.1 Rappels

a) Dans une poutre $G_0 G_1$ de longueur ℓ^* élastiquement encastrée à ses extrémités et soumise à l'action d'un système de charges (S), le moment fléchissant M et l'effort tranchant T dans une section Σ située à la distance x de l'extrémité G_0 , ont pour expression:

$$M = \mu(x) + M_0 + \frac{x}{\ell} (M_1 - M_0)$$

$$T = \frac{d\mu}{dx} + \frac{M_1 - M_0}{\ell}$$



M_0 et M_1 étant les moments d'encastrement en G_0 et G_1

μ et $\frac{d\mu}{dx}$ étant respectivement le moment fléchissant et l'effort tranchant produits par le système (S) sur la poutre $G_0 G_1$ supposée simplement appuyée en G_0 et en G_1 . Si aucun système de charge n'est appliqué à la barre. $\mu(x) = \frac{d\mu}{dx} = 0$ pour tout x .

* Le symbole ℓ , dans l'ensemble de cette pièce, représente la lettre ℓ chaque fois qu'il est indiqué.

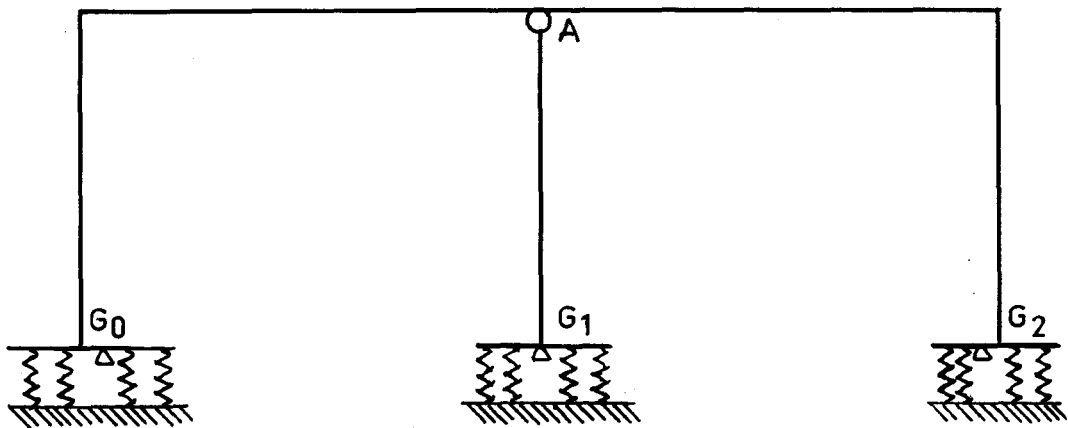
Signes : les moments fléchissants sont comptés positivement s'ils tendent la face intérieure du portique.

b) Un système isostatique (ou système statiquement déterminé) est un système cinématiquement invariable dont on peut définir :

- les réactions d'appuis à l'aide des seules équations d'équilibre de la statique.
- les éléments de réduction (M, N et T) en toute section, une fois connues les réactions d'appuis.

Le degré d'hyperstaticité d'un système (ou degré d'indétermination statique) est la différence entre le nombre total d'inconnues et le nombre d'équations (indépendantes) de la statique pouvant être formées pour le système considéré.

3.2 Présentation de la méthode



Les inconnues sont :

- . les 3 réactions horizontales en G_0, G_1, G_2 .
- . les 3 réactions verticales en G_0, G_1, G_2 .
- . les 3 moments d'encastrement en G_0, G_1, G_2 .

soit au total 9 inconnues.

- les équations de la statique pouvant être formées pour le système considéré sont :

. les 3 équations fondamentales de la statique.

. l'équation supplémentaire traduisant l'articulation en A.

soit au total 4 équations.

Le degré d'hyperstaticité du système est donc $9 - 4 = 5$

La méthode utilisée est celle des coupures. Nous allons rendre le système isostatique en supprimant autant de liaisons surabondantes qu'il existe d'inconnues hyperstatiques, c'est-à-dire 5. On obtient alors le système isostatique associé au système initial.

Ce système isostatique associé peut être placé dans le même état que le système réel, sous une action quelconque, à condition d'ajouter à cette action des efforts de coupures, déterminés en conséquence. Si la coupure est une "coupure de moment fléchissant" (c'est-à-dire si elle consiste à supprimer l'effort interne de flexion dans la section de coupure, rendant indépendants les déplacements angulaires des deux parties (1)), on aura à faire agir deux couples opposés, ainsi que le montre la figure ci-contre, pour retrouver l'état initial, c'est-à-dire l'état du système réel. De même, pour les coupures "d'effort normal" et "d'effort tranchant", on aura à faire agir respectivement deux forces normales opposées, et deux efforts tangents opposés.

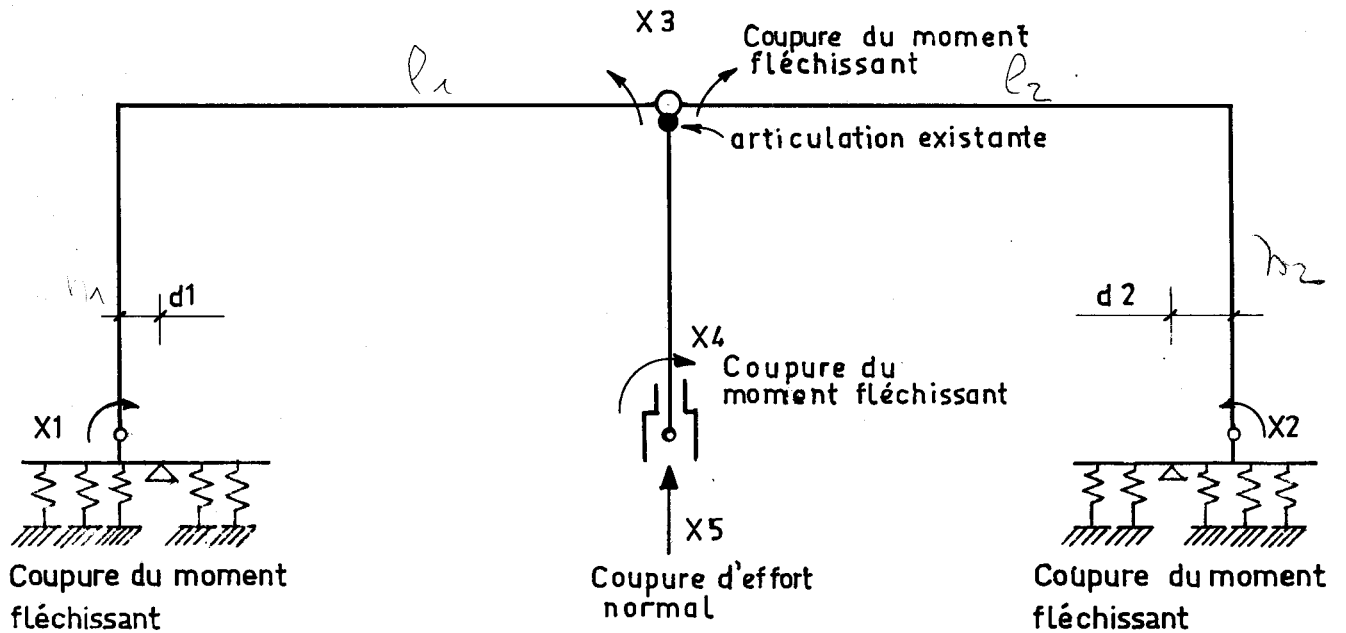
Dans l'un comme dans l'autre des cas, les inconnues - couples, efforts normaux ou efforts tangents - sont désignées par X_i , i variant de 1 à n , n étant le degré d'hyperstaticité du système initial.

3.3 Choix des inconnues hyperstatiques.

Le choix des inconnues hyperstatiques revient au choix d'un système isostatique associé au système initial.

(1) une coupure de "Moment fléchissant" est donc tout simplement une articulation.

Système isostatique associé adopté et inconnues hyperstatiques



NOTA - On a représenté ici une schématisation du cas le plus général, qui est celui de semelles latérales excentrées. Précisons que dans ce calcul ces semelles sont supposées encastrées partiellement dans le sol et non susceptibles de tassement.

Nous avons donc comme inconnues hyperstatiques

- X_1 = moment à la base du piédroit G_0
- X_2 = moment à la base du piédroit G_2
- X_3 = moment dans la traverse au-dessus de la pile
- X_4 = moment à la base de la pile
- X_5 = réaction de la pile.

} Ceci définit les indices 1 à 5 des coefficients S_{ij} calculés p. 13 à 19.

3.4 Mise en équation

Pour résoudre le problème de la recherche du comportement de la structure réelle sous une action extérieure quelconque, on procède ainsi :

- on étudie d'abord le comportement du système isostatique associé,
 - d'une part sous l'action extérieure envisagée,
 - d'autre part, sous des efforts unitaires de coupure.(cette étude est immédiate, puisque le système est isostatique).
- on se sert des résultats précédents pour expliciter les divers termes de l'équation générale de résolution du système, équation qui peut se définir comme suit :

le comportement de la structure isostatique associée, sous l'action extérieure considérée et sous l'action simultanée d'efforts de coupure égaux aux inconnues hyperstatiques de la structure réelle, est le même que celui de la structure réelle sous l'action extérieure donnée. Il suffit d'ailleurs d'écrire cette identité pour chaque déplacement relatif des deux bords des coupures. En définitive, si l'on appelle Δ_i le déplacement relatif à la coupure i , dans la structure isostatique associée, on a :

$$\Delta_i (x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, A) = 0$$

ce qui s'écrit encore $\sum_{j=1,5} \delta_{ij} x_j + \delta_{i0} = 0$

en désignant par δ_{ij} et par δ_{i0} les déplacements relatifs des deux bords de la coupure i , dans la structure isostatique associée, sous l'action respectivement d'un effort de coupure unitaire appliquée aux deux bords de la coupure j , et de l'action extérieure A .

On a finalement un système de 5 équations de la forme ci-dessus, avec les 5 inconnues hyperstatiques X_j , système que l'on peut représenter par :

$$\boxed{(\delta_{ij}) \times (X_j) = -(\delta_{i0})}$$

La matrice (δ_{ij}) est appelée matrice de souplesse de la structure.

La résolution du système s'achève en pratiquant l'inversion de la matrice de souplesse

$$(X_j) = (\delta_{ij})^{-1} \times (-\delta_{i0})$$

La matrice $(\delta_{ij})^{-1}$ est appelée matrice de rigidité de la structure.

3.5 Cas général du portique partiellement encastré en pied

Dans le cas de portique partiellement encastré en pied, il y a une rotation relative en pied proportionnelle au moment appliqué au centre de la semelle. Ce moment est égal à X_1 en G_0 , X_4 en G_1 , X_2 en G_2 si les semelles sont centrées. Pour les semelles excentrées les moments au centre des semelles à prendre en compte dans le calcul des rotations relatives doivent tenir compte de l'existence des réactions excentrées soit :

$$X'_1 = X_1 + R_1 d_1 \quad : \text{ en } G_0$$

R_1 étant la réaction d'appui et d_1 son excentrement

$$X'_2 = X_2 + R_2 d_2 \quad : \text{ en } G_2$$

R_2 étant la réaction d'appui et d_2 son excentrement

$$X'_4 = X_4 \quad : \text{ la semelle centrale étant centrée.}$$

d_1 et d_2 sont comptés algébriquement et ont des valeurs négatives lorsque la semelle est excentrée vers l'extérieur.

Il faut tenir compte aussi des dénivellations de la base des piedroits provoquées par les rotations des semelles excentrées.

On aboutit alors à des équations canoniques d'une forme analogue à celles établies plus haut (parag. 3.4).

$$\text{soit : } (X_j) = (\delta_{ij})^{-1} \times (-\delta_{i0})$$

4. Calcul des coefficients de la matrice de souplesse

L'expression générale de δ_{ij} est

$$\delta_{ij} = \int \left(\frac{M_i M_j}{EI} + \frac{N_i N_j}{E\Omega} + \frac{T_i T_j}{G\Omega^r} \right) ds$$

(structure isostatique associée)

M_i, N_i, T_i étant le moment fléchissant, l'effort normal et l'effort tranchant produits dans la structure par une sollicitation unitaire exercée en i .

M_j, N_j, T_j étant les mêmes éléments de réduction dans la structure pour une sollicitation unitaire exercée en j .

Dans les calculs nous avons négligé les effets de l'effort normal et de l'effort tranchant, et utilisé par suite la formule simplifiée :

$$\delta_{ij} = \int \frac{M_i M_j}{EI} ds$$

(structure isostatique associée)

Les valeurs des coefficients δ_{ij} s'obtiennent très facilement à l'aide des tableaux donnant les intégrales de MOHR.

On trouvera dans les pages suivantes les formules donnant les δ_{ij} et qui utilisent les coefficients suivants :

$$A = \frac{l_2}{l_1 h_2 + l_2 h_1} \qquad B = \frac{l_1}{l_1 h_2 + l_2 h_1}$$

$$k_i = 24 \frac{E}{E_{sol}} \frac{1}{\left(\frac{W_i}{\sin \phi} \right)^2}$$

$$i = 1, 2, 3$$

<p><u>Inerties (par unité de largeur)</u></p>	}	$I_{01} = \frac{1}{12} \left(\frac{e_{21}}{\sin\phi} \right)^3$
<p>- Piédroits et pile</p>	}	$I_{02} = \frac{1}{12} \left(\frac{e_{22}}{\sin\phi} \right)^3$
	}	$I_{03} = \frac{1}{12} \left(\frac{e_{23}}{\sin\phi} \right)^3$
<p>- Traverses</p>	}	$I_1 = \frac{e_{31}^3}{12}$
	}	$I_2 = \frac{e_{32}^3}{12}$

Coefficients faisant intervenir la rotation des semelles :

$$DCOM = \sin\phi (l_1 h_2 + l_2 h_1)$$

$$A11 = K_1 - \frac{2K_1 h_2 d_1}{DCOM}$$

$$A22 = K_2 - \frac{2K_2 h_1 d_2}{DCOM}$$

$$A12 = \frac{K_1 d_1 h_1 + K_2 d_2 h_2}{DCOM}$$

$$A23 = \frac{K_2 d_2 (h_1 - h_2)}{DCOM}$$

$$A13 = \frac{K_1 d_1 (h_2 - h_1)}{DCOM}$$

$$A24 = \frac{K_2 d_2 h_1 h_2}{h_3 DCOM}$$

$$A14 = - \frac{K_1 d_1 h_1 h_2}{h_3 DCOM}$$

$$A25 = - \frac{K_2 d_2 l_1 h_2}{DCOM}$$

$$A15 = - \frac{K_1 d_1 l_2 h_1}{DCOM}$$

$$\delta_{11} = \frac{h_1}{3I_{01}} (3 - 3Ah_1 + A^2h_1^2) + \frac{1}{3I_1} (Ah_1 - 1)^2 + A^2h_2^2 \left(\frac{1}{3I_2} + \frac{h_2}{3I_{01}} \right)$$

+ A11

$$\delta'_{12} = -\frac{Bh_1^2}{6I_{01}} (3 - 2Ah_1) - \frac{Bh_1^2}{3I_1} (1 - Ah_1) - \frac{Ah_2^2}{3I_2} (1 - Bh_2) - \frac{Ah_2^2}{6I_{02}} (3 - 2Bh_2)$$

+ A12

$$\delta_{13} = h_1^2 \frac{(A+B)(3 - 2Ah_1)}{6I_{01}} + \frac{1_1(1 - Ah_1)(2h_1(A+B) + 1)}{6I_1} - \frac{A1_2h_2}{6I_2} \left\{ 2h_2(A+B) + 1 \right\} - \frac{Ah_2^3(A+B)}{3I_{02}} + A13$$

$$\delta_{14} = \frac{h_1^2 h_2 B}{6 h_3 I_{01}} (3 - 2 Ah_1) + \frac{1_1 h_1 h_2}{3 h_3 I_1} B (1 - Ah_1) + \frac{1_2 A^2 h_1 h_2^2}{3 I_2 h_3}$$

$$+ \frac{h_1 h_2^3 A^2}{3 I_{02}} + A14$$

$$\delta_{15} = \frac{h_1^2 1_1 A}{6 I_{01}} (3 - 2Ah_1) + \frac{h_1 1_1^2 A}{3 I_1} (1 - Ah_1) - \frac{h_2^2 1_1 1_2 A^2}{3 I_2} - \frac{h_2^3 1_1 A^2}{3 I_{02}}$$

$$+ A15$$

$$\delta_{22} = \frac{h_1^3 B^2}{3 I_{01}} + \frac{1_1 h_1^2 B^2}{3 I_1} + 1_2 \frac{(1 - Bh_2)^2}{3 I_2} + \frac{h_2}{3 I_{02}} \left\{ (1 - Bh_2)^2 + 2 - Bh_2 \right\}$$

$$+ A22$$

$$\delta_{23} = -\frac{h_1^3}{3I_{01}} B (A + B) - \frac{1_1 h_1 B}{6I_1} \left(2h_1 (A + B) + 1 \right) + \frac{1_2}{6I_2} (1 - Bh_2) (2h_2 (A + B) + 1) \\ + \frac{h_2^2}{6I_{02}} (A + B) (3 - 2Bh_2) + A23$$

$$\delta_{24} = -\frac{h_1^3 h_2 B^2}{3I_{01} h_3} - \frac{1_1}{3I_1} \cdot \frac{h_2 h_1^2 B^2}{h_3} - \frac{1_2}{3I_2} (1 - Bh_2) \frac{h_1 h_2 A}{h_3} - \frac{h_2^2 h_1 A}{6I_{01} h_3} (3 - 2Bh_2) \\ + A24$$

$$\delta_{25} = -\frac{h_1^3}{3I_{01}} 1_1 AB - \frac{1_1^2}{3I_1} h_1^2 AB + \frac{1_2}{3I_2} 1_1 h_2 A (1 - Bh_2) \\ + \frac{h_2^2}{6I_{02}} 1_1 A (3 - 2Bh_2) + A25$$

$$\delta_{33} = -\frac{h_1^3}{3I_{01}} (A+B)^2 + \frac{1_1}{3I_1} \left\{ h_1^2 (A+B)^2 + h_1 (A+B) + 1 \right\} \\ + \frac{1_2}{3I_2} \left\{ 1 + h_2 (A+B) + h_2^2 (A+B)^2 \right\} + \frac{h_2^3}{3I_{02}} (A+B)^2$$

$$\delta_{34} = \frac{h_1^3}{3I_{01}} \cdot \frac{h_2}{h_3} B (A+B) + \frac{1_1}{6I_1} \frac{h_1 h_2}{h_3} B \left\{ 2h_1 (A+B) + 1 \right\} \\ - \frac{1_2}{6I_2} \frac{h_1 h_2}{h_3} A \left\{ 2h_2 (A+B) + 1 \right\} - \frac{h_2^3 h_1}{3I_{02} h_3} A (A+B)$$

$$\delta_{35} = \frac{h_1^3 1_1}{3I_{01}} A (A+B) + \frac{1_1^2 h_1}{6I_1} A \left\{ 2h_1 (A+B) + 1 \right\} \\ + \frac{1_1 1_2 h_2}{6I_2} A \left\{ 2h_2 (A+B) + 1 \right\} + h_2^3 \frac{1_1}{3I_{02}} A (A+B)$$

$$\delta_{44} = \frac{h_1^3}{3I_{01}} \left(\frac{h_2}{h_3} B \right)^2 + \frac{1_1}{3I_1} \left(\frac{h_1 h_2}{h_3} B \right)^2 + \frac{1_2}{3I_2} \left(\frac{h_1 h_2}{h_3} A \right)^2$$

$$+ \frac{h_2}{3I_{02}} \left(\frac{h_1 h_2}{h_3} A \right)^2 + \frac{h_3}{3I_{03}} + k_3$$

$$\delta_{45} = \frac{h_1^3}{3I_{01}} \cdot \frac{h_2}{h_3} \cdot 1_1 AB + \frac{1_1^2}{3I_1} h_1^2 \frac{h_2}{h_3} AB$$

$$- \frac{1_1 1_2 h_1 h_2^2}{3h_3 I_2} A^2 - \frac{h_3^3 1_1 h_1}{3h_2 1_0 2} A^2$$

$$\delta_{55} = \frac{h_1^3 1_1^2}{3I_{01}} A^2 + \frac{1_1^3 h_1^2}{3I_1} A^2 + \frac{1_2^2 1_1 h_2^2}{3I_2} A^2 + \frac{h_3^3 1_1^2}{3I_{02}} A^2$$

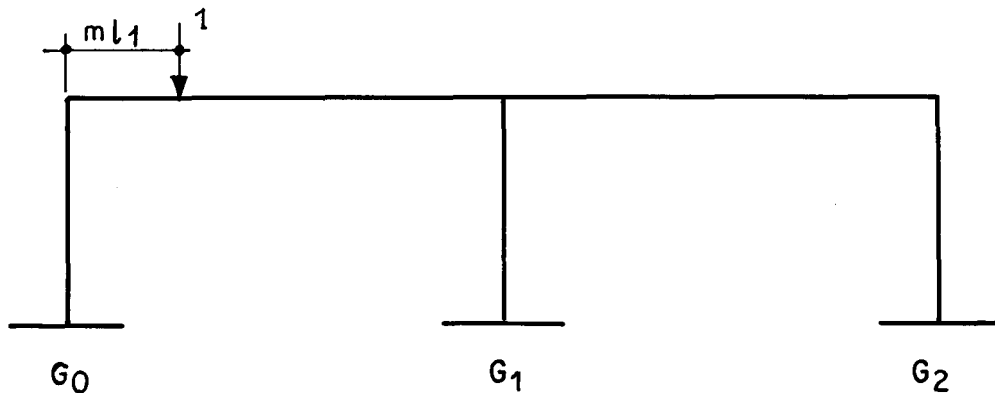
On a maintenant les coefficients du 1er membre de l'équation de la page 11. Le chapitre 5 donne les valeurs des coefficients du 2ème membre pour chaque cas de charge élémentaire.

5 - ETUDE DES DIFFERENTS CAS DE CHARGE ELEMENTAIRES

Une fois les coefficients de la matrice déterminés, les vecteurs déplacements sous les différents cas de charge se calculent de façon analogue.

Les cas de charge considérés sont:

5.1 - Charge unité ponctuelle, placée sur la traverse



Nous allons donner dans ce cas très important, les expressions des composantes du vecteur déplacement, lorsque la charge unité se déplace sur la traverse.

Les expressions qui seront données seront valables pour la charge unité se déplaçant dans la première travée.

Nous posons :

$$A = \frac{l_2}{l_1 h_2 + l_2 h_1}$$

$$B = \frac{l_1}{l_1 h_2 + l_2 h_1}$$

$$M_D = m h_1 l_1 A$$

$$M_E = m h_2 l_2 B$$

$$M_m = m l_1 (1 - A h_1 - m h_2 B)$$

Coefficients faisant intervenir la rotation des semelles

$$G_1 = - \frac{K_1 d_1 (1 - m B h_2)}{\sin \phi}$$

$$G_2 = - \frac{K_2 d_2 m B h_2}{\sin \phi}$$

$$\begin{aligned}
 - \delta_{10} &= \frac{h_1}{6I_{01}} M_D (3 - 2 Ah_1) + \frac{ml_1}{6I_1} \left\{ (1 - Ah_1) (2 M_D - M_m) \right. \\
 &\quad \left. + (1 - m) (1 - Ah_1) (M_D - 2 M_m) \right\} - \frac{l_1}{3I_1} (1 - m)^2 (1 - Ah_1) M_m
 \end{aligned}$$

$$- \frac{h_2}{3} AM_E \left(\frac{l_2}{I_2} + \frac{h_2}{I_{02}} \right) + G_1$$

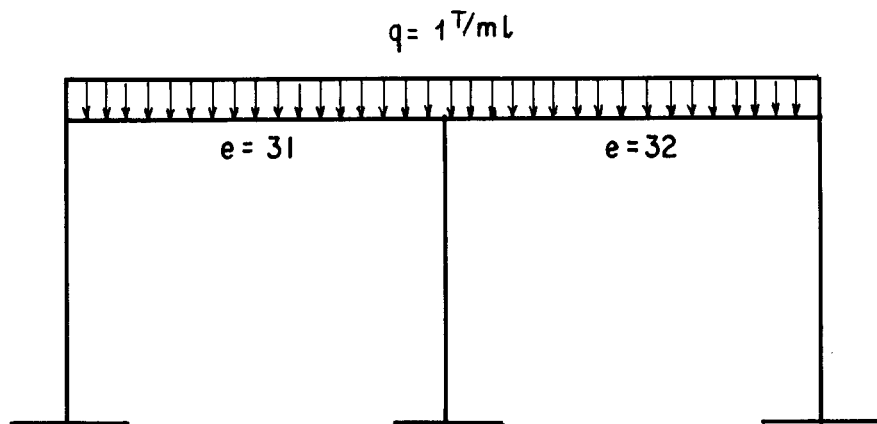
$$\begin{aligned}
 - \delta_{20} &= - \frac{h_1^2}{3I_{01}} BM_D - \frac{ml_1}{6I_1} \left\{ Bh_1 (3 - m) M_D - Bh_1 (3 - 2m) M_m \right\} \\
 &\quad + \frac{(1 - m)^2}{3I_1} l_1 h_1 BM_m + \frac{l_2}{3I_2} (1 - Bh_2) M_E + \frac{h_2}{6I_{02}} (3 - 2 Bh_2) M_E \\
 &\quad + G_2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 -\delta_{30} &= \frac{h_1^2}{3I_{01}} (A + B) M_D + \frac{m l_1}{6I_1} \left\{ (m + h_1 (A + B) (3 - m)) M_D \right. \\
 &\quad \left. - (2m + h_1 (A + B) (3 - 2m)) M_m \right\} - \frac{(1 - m)}{6I_1} l_1 \left\{ 2(m + h_1 (A + B) (1 - m)) \right. \\
 &\quad \left. + 1 \right\} M_m + \frac{l_2}{6I_1} \left\{ 2 h_2 (A + B) + 1 \right\} M_E + \frac{h_2^2}{3I_{02}} (A + B) M_E
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 -\delta_{40} &= \frac{h_1^2 h_2}{3I_{01} h_3} BM_D + \frac{m l_1}{6I_1} \left(\frac{h_1 h_2}{h_3} (3 - m) BM_D - \frac{h_1 h_2}{h_3} (3 - 3m) BM_m \right) \\
 &\quad - \frac{l_1 h_1 h_2}{3I_1 h_3} (1 - m)^2 BM_m - \frac{l_1 h_2}{3} AM_E \left(\frac{l_2}{I_2} + \frac{h_2}{I_{02}} \right)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} - \delta_{50} &= \frac{h_1^2 l_1}{3I_{01}} AM_D + \frac{ml_1}{6I_1} \left(h_1 l_1 A (3 - m) M_D - h_1 l_1 A (3 - 2m) M_m \right) \\ &\quad - \frac{l_1^2 h_1}{3I_1} (1 - m)^2 A M_m + \frac{l_1 h_2}{3} \left(\frac{l_2}{I_2} + \frac{h_2}{I_{02}} \right) A M_E \end{aligned}$$

5.2 - a) Effet d'une charge uniformément répartie sur les deux traverses



Posons : $A = \frac{l_2^2}{l_1 h_2 + l_2 h_1}$ $B = \frac{l_1^2}{l_1 h_2 + l_2 h_1}$ $z = l_1 + l_2$

$z' = \frac{l_2^2}{2} - \frac{l_1^2}{2} \frac{h_2}{h_1}$ $\Delta = l_2 + l_1 \frac{h_2}{h_1}$

$R_A = \frac{l_2 z - z'}{\Delta}$ $Q = R_A \frac{l_1}{h_1} - \frac{l_1^2}{2h_1}$

$M_A = h_1 Q$ $M_B = -h_2 Q$ $R_B = l_1 + l_2 - R_A$

$F_1 = -\frac{K_1 R_A d_1}{\sin \phi}$ $F_2 = -\frac{K_2 R_B d_2}{\sin \phi}$

$$M_D = 1 - Ah_1 \quad M_E = - Ah_2$$

$$\begin{aligned} -\delta_{10} = & -\frac{h_1}{6I_{01}} (M_A + 2 M_A M_D) - \frac{h_2}{3I_{02}} M_E M_B - \frac{1_1}{3I_1} M_D (M_A + \frac{1_1^2}{8}) \\ & - \frac{1_2}{3I_2} M_E (M_B + \frac{1_2^2}{8}) + F_1 \end{aligned}$$

$$M_D = - Bh_1 \quad M_E = 1 - Bh_2$$

$$\begin{aligned} -\delta_{20} = & -\frac{h_1}{3I_{01}} M_A M_D - \frac{h_2}{6I_{02}} (M_B + 2M_E M_B) - \frac{1_1}{3I_1} M_D (M_A + \frac{1_1^2}{8}) \\ & - \frac{1_2}{3I_2} M_E (M_B + \frac{1_2^2}{8}) + F_2 \end{aligned}$$

$$M_D = h_1 (A + B) \quad M_E = h_2 (A + B)$$

$$\begin{aligned} - \delta_{30} = & - \frac{h_1}{3I_{01}} M_D M_A - \frac{h_2}{3I_{02}} M_B M_E - \frac{1_1}{6I_1} M_A (2 M_D + 1) \\ & - \frac{1_1^3}{24I_1} (M_D + 1) - \frac{1_2}{6I_2} M_B (1 + 2 M_E) - \frac{1_2^3}{24I_2} (1 + M_E) \end{aligned}$$

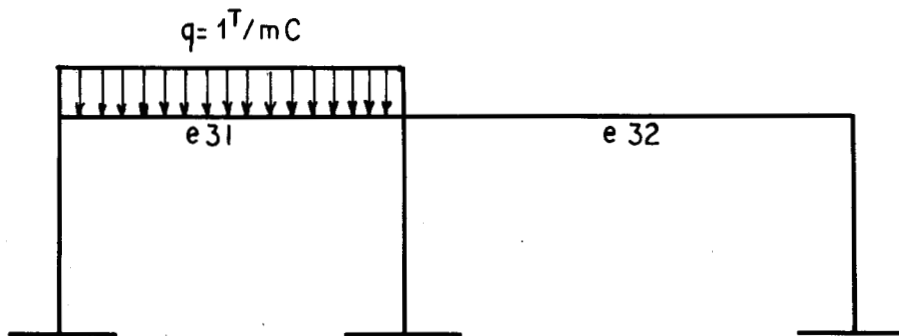
$$M_E = - \frac{h_1 h_2}{h_3} A \quad M_D = \frac{h_1 h_2}{h_3} B$$

$$\begin{aligned} - \delta_{40} = & - \frac{h_1}{3I_{01}} M_D M_A - \frac{h_2}{3I_{02}} M_E M_B - \frac{1_1}{3I_1} M_D (M_A + \frac{1_1^2}{8}) \\ & - \frac{1_2}{3I_2} M_E (M_B + \frac{1_2^2}{8}) \end{aligned}$$

$$M_D = Ah_1^1 \quad M_E = Ah_2^1$$

$$\begin{aligned} -\delta_{50} = & -\frac{h_1}{3I_{01}} M_D M_A - \frac{h_2}{3I_{02}} M_E M_B - \frac{l_1}{3I_1} M_D \left(M_A + \frac{l_1^2}{8} \right) \\ & - \frac{l_2}{3I_2} M_E \left(M_B + \frac{l_2^2}{8} \right) \end{aligned}$$

b) Effet d'une charge uniformément répartie sur la traverse de gauche



Posons :

$$A = \frac{l_2}{l_1 h_2 + l_2 h_1} \qquad B = \frac{l_1}{l_1 h_2 + l_2 h_1}$$

$$R_2 = B \frac{l_1 h_2}{2} \qquad R_1 = l_1 - R_2 \qquad Q = B \frac{l_1 l_2}{2}$$

$$M_A = - Q h_1 \qquad M_B = - Q h_2$$

$$B_1 = - \frac{K_1 d_1}{\sin \phi} \left(l_1 - \frac{l_1^2 h_2}{2 DCOM} \right)$$

$$B_2 = - \frac{K_2 d_2}{\sin \phi} \frac{l_1^2 h_2}{2 DCOM}$$

avec $DCOM = l_1 h_2 + l_2 h_1$

$$M_D = 1 - Ah_1 ; M_E = - Ah_2$$

$$-\delta_{10} = -\frac{h_1}{6I_{01}} M_A (1 + 2 M_D) - \frac{h_2}{3 I_{02}} M_E M_B - \frac{1_1}{3I_1} M_D (M_A + \frac{1_1^2}{8})$$

$$- \frac{1_2}{3I_2} M_E M_B + B_1$$

$$M_D = - Bh_1 ; M_E = 1 - Bh_2$$

$$-\delta_{20} = -\frac{h_1}{3I_{01}} M_A M_D - \frac{h_2}{6I_{02}} M_B (1 + 2 M_E) - \frac{1_1}{3I_1} M_D (M_A + \frac{1_1^2}{8})$$

$$- \frac{1_2}{3I_2} M_E M_B + B_2$$

$$M_D = h_1 (A + B) \quad M_E = h_2 (A + B)$$

$$-\delta_{30} = -\frac{h_1}{3I_{01}} M_D M_A - \frac{h_2}{3I_{02}} M_E M_B - \frac{1_1^3}{24I_1} (M_D + 1) - \frac{1_2}{6I_2} M_B (2M_E + 1)$$

$$- \frac{1_1}{6I_1} M_A (2 M_D + 1)$$

$$M_D = \frac{h_1 h_2}{h_3} B \quad M_E = - \frac{h_1 h_2}{h_3} A$$

$$-\delta_{40} = -\frac{h_1}{3I_{01}} M_D M_A - \frac{h_2}{3I_{02}} M_E M_B - \frac{1_1}{3I_1} M_D (M_A + \frac{1_1^2}{8})$$

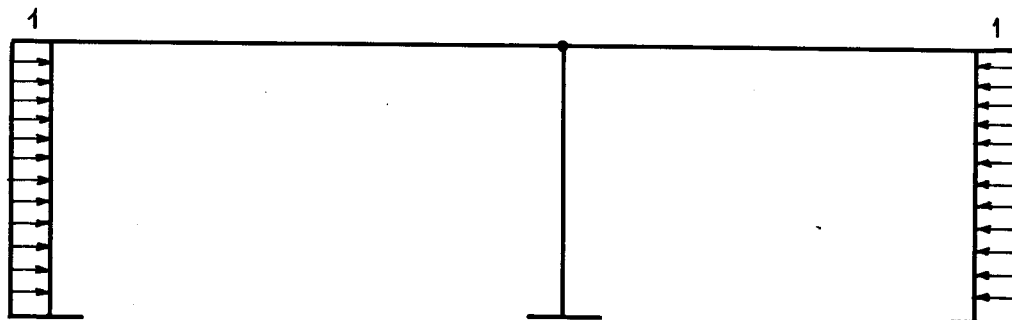
$$- \frac{1_2}{3I_2} M_E M_B$$

$$M_D = h_1 A l_1 \quad M_E = h_2 l_1 A$$

$$- \delta_{50} = \frac{-h_1}{3I_{01}} M_D M_A - \frac{h_2}{3I_{02}} M_E M_B - \frac{l_1}{3I_1} M_D \left(M_A + \frac{l_1^2}{8} \right)$$

$$- \frac{l_2}{3I_2} M_E M_B$$

5.3 - Poussée des terres due aux surcharges



Posons : $A = \frac{l_2}{l_1 h_2 + l_2 h_1}$ $B = \frac{l_1}{l_1 h_2 + l_2 h_1}$

$$M_A = \frac{1}{2} h_1 h_2 B (h_1 - h_2) \quad M_B = \frac{1}{2} h_1 h_2 A (h_2 - h_1)$$

$$C_1 = \frac{K_1 d_1}{\sin \phi} \cdot \frac{h_1 h_2 (h_1 - h_2)}{2 \text{ DCOM}}$$

$$C_2 = - \frac{K_2 d_2}{\sin \phi} \cdot \frac{h_1 h_2 (h_1 - h_2)}{2 \text{ DCOM}}$$

avec $\text{DCOM} = l_1 h_2 + l_2 h_1$

$$\begin{aligned}
 - \delta_{10} = & - \frac{h_1}{24I_{01}} (4 M_A (3 - 2 Ah_1) + h_1^2 (2 - Ah_1)) - \frac{1_1}{3I_1} (1 - Ah_1) \\
 & + \frac{1_2}{3I_2} A h_2 M_B + \frac{h_2^2}{24I_{02}} A (8 M_B + h_2^2) + C_1
 \end{aligned}$$

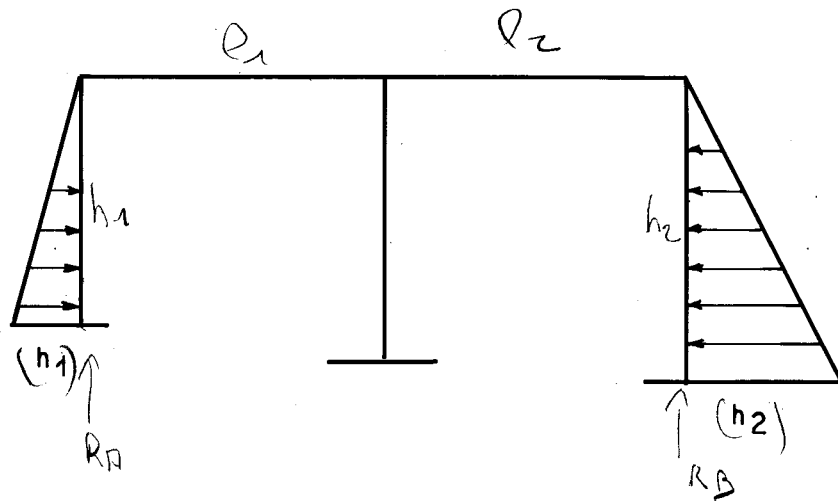
$$\begin{aligned}
 - \delta_{20} = & \frac{h_1^2}{24I_{01}} B (8 M_A + h_1^2) + \frac{1_1}{3I_1} B M_A h_1 - \frac{1_2}{3I_2} M_B (1 - Bh_2) \\
 & - \frac{h_2}{24I_{02}} (4 M_B (3 - 2 Bh_2) + h_2^2 (2 - Bh_2)) + C_2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \delta_{30} = & - \frac{h_1^2}{24I_{01}} (A + B) (8 M_A + h_1^2) - \frac{1_1}{6I_1} M_A (1 + 2h_1 (A + B)^2) \\
 & - \frac{1_2}{6I_2} M_B (1 + 2h_2 (A + B)) - \frac{h_2^2}{24I_{02}} (A + B) (8 M_B + h_2^2)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \delta_{40} = & - \frac{h_1^2}{24I_{01}} \cdot \frac{h_2}{h_3} (8 M_A + h_1^2) - \frac{1_1}{3I_1} \cdot \frac{h_1 h_2}{h_3} M_{AB} + \frac{1_2}{3I_2} \frac{h_1 h_2}{h_3} A M_B \\
 & + \frac{h_2^2}{24I_{02}} \cdot \frac{h_1}{h_3} (8 M_B + h_2^2)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \delta_{50} = & - \frac{h_1^2}{24I_{01}} 1_1 A (8 M_A + h_1^2) - \frac{1_1^2}{3I_1} h_1^A M_A - \frac{1_2^2}{3I_2} h_2^B M_B \\
 & - \frac{h_2^2}{24I_{02}} 1_1 A (8 M_B + h_2^2)
 \end{aligned}$$

.5.4 - Poussée des terres



Posons : $D = l_1 h_2 + l_2 h_1$ $A = \frac{l_2}{D}$ $B = \frac{l_1}{D}$

$$R_A = \frac{h_1 h_2}{6D} (h_2^2 - h_1^2) \quad R_B = - R_A$$

$$H_A = - \frac{l_1 h_2}{6D} (h_1^2 - h_2^2) + \frac{h_1^2}{3} / H_B = \frac{h_2^2}{3} + \frac{(h_2^2 - h_1^2)}{6D} l_2 h_1$$

$$M_A = h_1 H_A - \frac{h_1^3}{3} \quad M_B = h_2 H_B - \frac{h_2^3}{3}$$

$$E_1 = - \frac{K_1 R_A d_1}{\sin \phi} \quad E_2 = - \frac{K_2 R_B d_2}{\sin \phi}$$

$$\begin{aligned}
 - \delta_{10} = & - \frac{1}{I_{01}} \left(\frac{h_1^4}{24} - \frac{7}{360} h_1^5 A - \frac{h_1^2}{3} A M_A + \frac{h_1}{2} M_A \right) - \frac{1}{3I_1} M_A (1 - Ah_1) \\
 & + \frac{1}{3I_2} A h_2 M_B + \frac{h_2^2}{I_{02}} A \left(\frac{7}{360} h_2^3 + \frac{M_B}{3} \right) + E_1
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \delta_{20} = & \frac{h_1^2}{I_{01}} B \left(\frac{7}{360} h_1^3 + \frac{M_A}{3} \right) + \frac{1}{3I_1} B h_1 M_A - \frac{1}{3I_2} M_B (1 - Bh_2) \\
 & - \frac{1}{I_{02}} \left(\frac{h_2^4}{24} - \frac{7}{360} h_2^5 B - \frac{h_2^2}{3} B M_B + \frac{h_2}{2} M_B \right) + E_2
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \delta_{30} = & - \frac{h_1^2}{I_{01}} (A + B) \left(\frac{7}{360} h_1^3 + \frac{M_A}{3} \right) - \frac{1}{3I_1} h_1 M_A (A + B) - \frac{1}{3I_2} h_2 M_B (A+B) \\
 & - \frac{h_2^2}{I_{02}} (A + B) \left(\frac{7}{360} h_2^3 + \frac{M_B}{3} \right)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 - \delta_{40} = & - \frac{h_1^2 h_2}{I_{01} h_3} B \left(\frac{7}{360} h_1^3 + \frac{M_A}{3} \right) - \frac{1}{3I_1} \frac{h_1 h_2}{h_3} B M_A + \frac{1}{3I_2} \cdot \frac{h_1 h_2}{h_3} A M_B \\
 & + \frac{h_2^2}{I_{02}} \cdot \frac{h_1}{h_3} A \left(\frac{7}{360} h_2^3 + \frac{M_B}{3} \right)
 \end{aligned}$$

$$\delta_{50} = - \frac{h_1^2}{I_{01}} \cdot A \cdot l_1 \left(\frac{7}{360} h_1^3 + \frac{M_A}{3} \right) - \frac{l_1^2}{3I_1} A h_1 M_A - \frac{l_2^2}{3I_2} B h_2 M_B$$

$$- \frac{h_2^2}{I_{02}} l_1 A \left(\frac{7}{360} h_2^3 + \frac{M_B}{3} \right)$$

5.5 Effet du poids des terres sur les semelles et de la réaction de la dalle de transition.

Cet effet se traduit par l'application au centre des semelles des moments M_1 et M_2 .

M_1 = moment au centre de la semelle de gauche dû au poids des terres et de la réaction de la dalle de transition.

M_2 = moment au centre de la semelle de droite dû au poids des terres et de la réaction de la dalle de transition.

On pose :

$$DCOM = l_1 h_2 + l_2 h_1$$

$$PCOM = \frac{K_1 M_1 d_1}{\sin \phi} - \frac{K_2 M_2 d_2}{\sin \phi}$$

$$- \delta_{10} = - K_1 M_1 + \frac{h_2 \text{ PCOM}}{\text{DCOM}}$$

$$- \delta_{20} = - K_2 M_2 - \frac{h_1 \text{ PCOM}}{\text{DCOM}}$$

$$- \delta_{30} = (h_1 - h_2) \frac{\text{PCOM}}{\text{DCOM}}$$

$$- \delta_{40} = \frac{h_1 h_2}{h_3} \cdot \frac{\text{PCOM}}{\text{DCOM}}$$

$$- \delta_{50} = \frac{1}{\sin \phi \text{ DCOM}} \cdot (K_1 M_1 d_1 h_1 l_2 + K_2 M_2 d_2 l_1 h_2)$$

5.6 Effet des variations linéaires

Les calculs ont été faits pour un allongement uniforme sur toute la structure et avec $E\alpha = 100 \text{ t/m}^2$.

$$\text{on pose : } DCOM = l_1 h_2 + l_2 h_1$$

$$- \delta_{10} = \frac{l_2 (l_1 + l_2) - h_1 h_2 + h_2^2}{DCOM}$$

$$- \delta_{20} = \frac{l_1 (l_1 + l_2) - h_1 h_2 + h_1^2}{DCOM}$$

$$- \delta_{30} = - \frac{(l_1 l_2)^2 + (h_2 - h_1)^2}{DCOM}$$

$$- \delta_{40} = \frac{h_1 (l_2^2 + h_2^2) - h_2 (l_1^2 + h_1^2)}{h_3 DCOM}$$

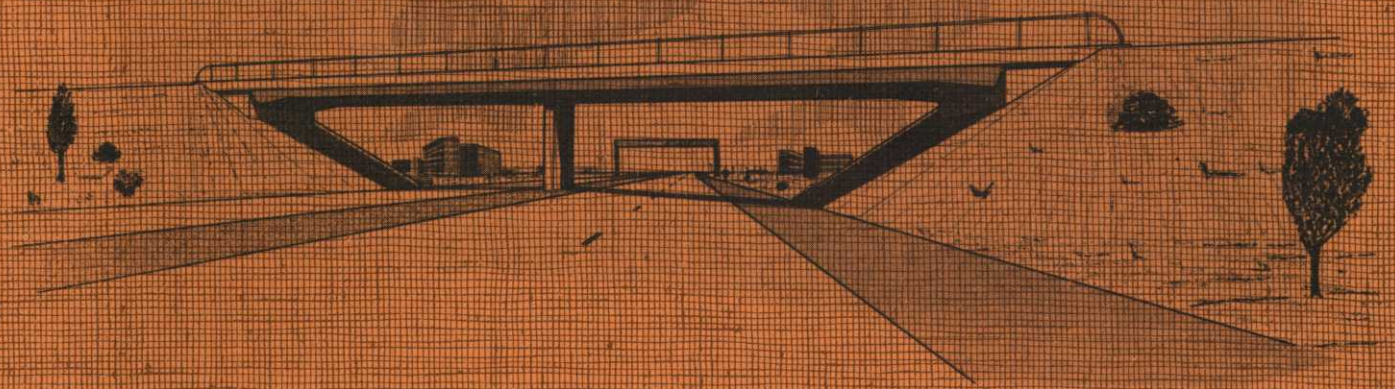
$$- \delta_{50} = - \frac{h_1^2 l_2 + l_1 l_2 (l_1 + l_2) + h_2^2 l_1}{DCOM} + h_3$$

POD 76

SETRA

DIVISION
DES
OUVRAGES D'ART B

Portique Ouvert Double



2

CALCUL AUTOMATIQUE

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT

Direction des routes et de la circulation routière

Ministère de l'Équipement

Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes

Division des Ouvrages d'Art B. 7^{ème} Arrondissement

M.H.MATHIEU Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées . Chef de Division

46 , Avenue Aristide Briand BP 100 - 92 223 - BAGNEUX - Tél 655.42.42

OUVRAGES TYPES

POD 76

SOUS DOSSIER 2

CALCUL AUTOMATIQUE

Le sous dossier 2 comporte les pièces suivantes :

Pièce 2.1 : Présentation.

Pièce 2.2 : Bordereau des données.

Pièce 2.3 : Note de calcul commentée.

La gestion de ce dossier est assurée par le 7^{ème} Arrondissement de la DOA.-B.

La gestion du programme est assurée par la Sogelerg TP.
(cf. verso de la couverture générale).

POD 76



Pièce **2.1**

Présentation

Juillet 1976

SOMMAIRE DE LA PIECE 2.1

1. - NATURE ET PRESENTATION DES DONNEES.
2. - CONSISTANCE DU PROGRAMME.
 - 2.1 - L'analyse des données.
 - 2.2 - Optimisation.
 - a - épaisseur.
 - b - largeur des semelles et excentrements.
 - 2.3 - Contenu de la note de calcul.
3. - ORGANIGRAMME DU PROGRAMME.
4. - PRESENTATION DES RESULTATS.
5. - VERIFICATIONS.
6. - COMMANDE DE LA NOTE DE CALCUL.

PRESENTATION DU CALCUL AUTOMATIQUE

Le programme électronique P.O.D, comme le programme P.I.P.O., permet de fournir à l'ingénieur d'études, le maximum de résultats utiles à l'exécution du projet, en lui évitant le maximum de calculs.

Le programme présenté traite n'importe quel type de portique double, symétrique ou non (hauteurs de piédroits différentes et traverses inégales), encastré sur le sol de fondation, sur semelles fondées sur terrain meuble, ou sur pieux.(1)

Le programme est conçu de façon à permettre son interruption à certains niveaux lors de l'exécution, ou à supprimer l'édition de certains résultats. Un programme supplémentaire d'analyse des données a été annexé au programme de structures de façon à éviter tout traitement sur des données erronées.

(1) Les conditions de fondations sont les mêmes sous tous les appuis.

.1-NATURE ET PRESENTATION DES DONNEES

Les données du programme sont de 3 types:

- Les codes qui sont des entiers, précisent le nombre de cartes de titre et les parties du programme à exécuter ou la nature de l'ouvrage.
- Les autres données numériques qui sont des nombres réels avec un point décimal définissent :

Les caractéristiques de l'ouvrage

Les caractéristiques de la voie portée

Les caractéristiques du sol de fondation

Les caractéristiques des matériaux

- Les données alphanumériques : ce sont les données portées par les dernières cartes, elles peuvent être des lettres, des chiffres ou des signes figurant sur le clavier d'une machine à écrire. Cet ensemble de caractères constitue le titre ou la désignation de l'ouvrage. Ce texte pouvant être suivi de la date.

D'autre part, pour faciliter le travail de l'ingénieur chargé de rassembler les données et pour réduire le travail de vérification de la transcription des données, certaines valeurs courantes peuvent être laissées en blanc, le programme prend alors automatiquement les valeurs habituellement utilisées et qui sont indiquées en détail dans la pièce 2.2 (Bordereau des données commenté). L'ensemble des données utilisées effectivement par le programme est restitué en tête de la note de calculs.

2 - CONSISTANCE DU PROGRAMME

Plusieurs possibilités existent au sein de ce programme, lui permettant d'optimiser les ouvrages proposés ou de les calculer en géométrie imposée.

L'optimisation porte :

- . sur les diverses épaisseurs droites des traverses et des piédroits
- . sur les largeurs de semelles et leurs excentrement

2.1 - L'Analyse des données.

Elle permet d'éviter l'exécution du programme avec l'existence de faute grossière pouvant entraîner le rejet de l'ensemble des résultats de calcul. Toutefois, pour certaines valeurs des données qui seraient hors du domaine courant d'utilisation, le programme se contente uniquement de les signaler mais poursuit l'exécution du calcul jusqu'au bout.

L'appel au programme d'analyse des données est cependant laissé au choix de l'utilisateur qui peut alors volontairement introduire certaines valeurs fausses ou non habituelles sans que pour autant, le programme arrête l'exécution.

Cette phase du programme de calcul est surtout intéressante pour le gestionnaire; pour l'utilisateur, son intérêt est secondaire.

2.2 - Optimisations.

a) Epaisseurs

L'optimisation des diverses épaisseurs de piédroits et traverses est une optimisation basée sur la comparaison des moments optimaux* et des moments sollicitants maximaux dans la structure.

* Nota : Dans une section rectangulaire de béton armé, de hauteur donnée il existe un taux de ferrailage, dit ferrailage optimal, pour lequel le moment résistant de l'acier est égal au moment résistant du béton. Cette valeur commune est appelée moment optimal de la section (cf. PIP0 pièce 2.1 et 2.5).

Lorsque le moment optimal dans une partie, piédroit ou traverse est supérieur au moment sollicitant, cette partie de la structure est considérée comme convenablement dimensionnée. Lorsque par contre, le moment optimal est plus faible que le moment sollicitant calculé, on se sert de ce moment sollicitant pour dimensionner la partie correspondante de la structure, on ajoute 2 cm à l'épaisseur minimale ainsi trouvée, et on recommence l'ensemble des calculs avec les nouvelles dimensions ainsi déterminées jusqu'à ce que dans toutes les parties de la structure on ait un moment optimal supérieur au moment sollicitant.

L'Optimisation de ces épaisseurs est donc, comme pour le PIP0, un calcul d'ajustement des épaisseurs aux efforts subis, dans le seul sens d'un renforcement. Le calcul est itératif et pour le réduire au minimum on ne calcule les efforts qu'aux points de la structure que l'on sait à priori être les plus sollicités, à savoir :

- Les angles inférieurs des piédroits (encastrement des piédroits dans les semelles)
- Les angles supérieurs des piédroits (noeud formé par les traverses et les piédroits)
- Les sections situées au milieu des traverses
- La section au droit de la pile intermédiaire

Pour une structure dissymétrique on étudie donc 7 points alors que pour une structure symétrique le nombre de points déterminants se réduit à 4.

b) Largeur des semelles et excentrements

Cette optimisation ne peut être demandée que dans le cas d'une structure fondée sur semelles ; elle consiste en un calcul complet de ces dimensions et se fait dans les mêmes hypothèses que le P.I.P.O. :

L'ouvrage placé à température moyenne, retrait effectué, supporte la surcharge A sur toute la traverse (soit de gauche, soit de droite) correspondant à la semelle à dimensionner.* La largeur et l'excentrement de cette semelle sont déterminés de façon que la pression sur le sol sous cette semelle soit uniforme et au plus égale à la contrainte admissible proposée au bordereau de données (PREMAX).**

Le calcul se fera ainsi par itérations successives, après le test sur l'optimisation de la structure elle-même; le résultat final obtenu est arrondi supérieurement à 10 cm près.

2.3 -Contenu de la note de calcul

La note de calcul électronique, fournit un certain nombre de résultats à la demande, les choix étant faits lors du remplissage du bordereau de données.

Les différents chapitres de la note de calculs s'enchaînent dans l'ordre décrit ci-dessous :

-Calcul des divers coefficients de répartition transversale et de majoration dynamique.

-Les résultats de l'optimisation de la structure : épaisseurs, semelles, excentrement.

-Les matrices de souplesse et de rigidité :

* Dans tous les sous-programmes, les surcharges sont prises en compte sur les dalles de transition, lorsqu'il y a lieu, en même temps que sur les traverses; elles sont évaluées dans l'hypothèse des dalles articulées à leurs deux extrémités.

** Ce critère unique, moins perfectionné que ceux retenus dans le programme PIPO, peut être en défaut dans certains cas (notamment en cas de pression admissible élevée); cela peut se constater au vu des résultats de la note de calcul.

-Les résultats après application des divers cas de charges permanentes :

- . poussée des terres
- . charges permanentes réparties sur la traverse
- . effet du poids des terres sur les semelles et des réactions des dalles de transition
- . effet de variations linéaires

-Récapitulation des efforts extrêmes dans la structure sous l'effet des charges permanentes.

-Les lignes d'influence des inconnues hyperstatiques, des moments (M_A et M_B) aux angles supérieurs gauche et droit du portique, et des réactions (R_A et R_B) sous les piédroits.

-Les lignes d'influence du moment fléchissant dans toute la structure.

-Les lignes d'influence de l'effort tranchant dans toute la structure.

-Les moments fléchissants extrêmes sous l'effet des surcharges civiles, militaires et exceptionnelles..

-Les efforts tranchants extrêmes sous l'effet des surcharges civiles, militaires et exceptionnelles.

-La récapitulation des efforts longitudinaux extrêmes dans la structure, sous l'effet des charges permanentes et des surcharges.

-L'étude du moment transversal.

-L'étude des réactions sur le sol.

-L'étude des contraintes sur le sol.

-L'étude des moments dans les semelles.

- Le dimensionnement de l'appui Freyssinet.
- La détermination des sections d'armatures dans toute la structure.
- L'épure d'arrêt de barres.
- Un ferrailage théorique de la pile intermédiaire.
- Le ferrailage des semelles.
- L'étude du ferrailage transversal.

- Le ferrailage à l'effort tranchant :

Cette partie de la note de calculs fournit principalement les espacements à adopter pour les étriers de diamètre PHI 3, disposés en quinconce sur les files de barres. L'espacement fourni par la note de calculs est bien entendu l'espacement maximal à adopter.

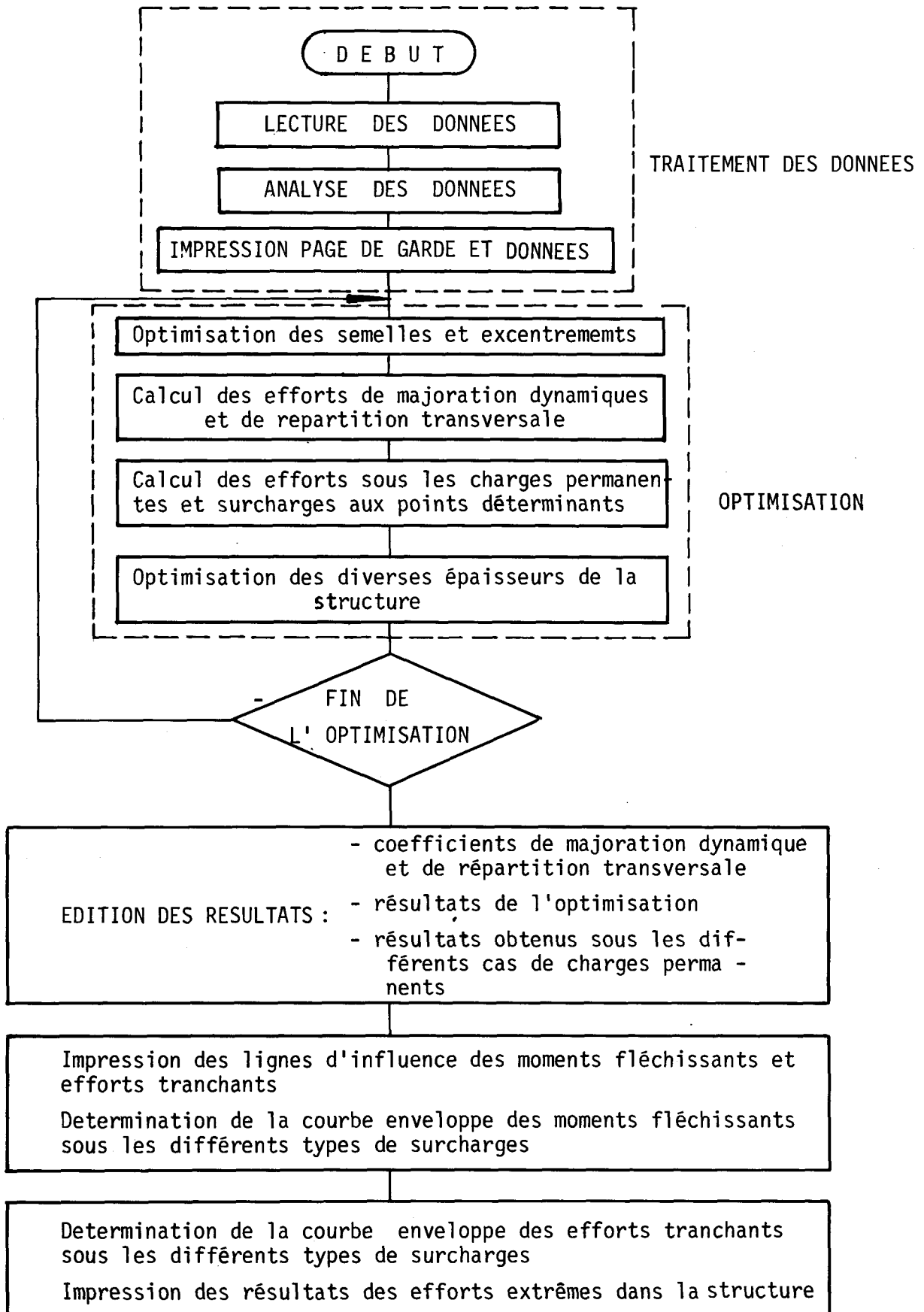
- L'avant-mètre sommaire comprenant :

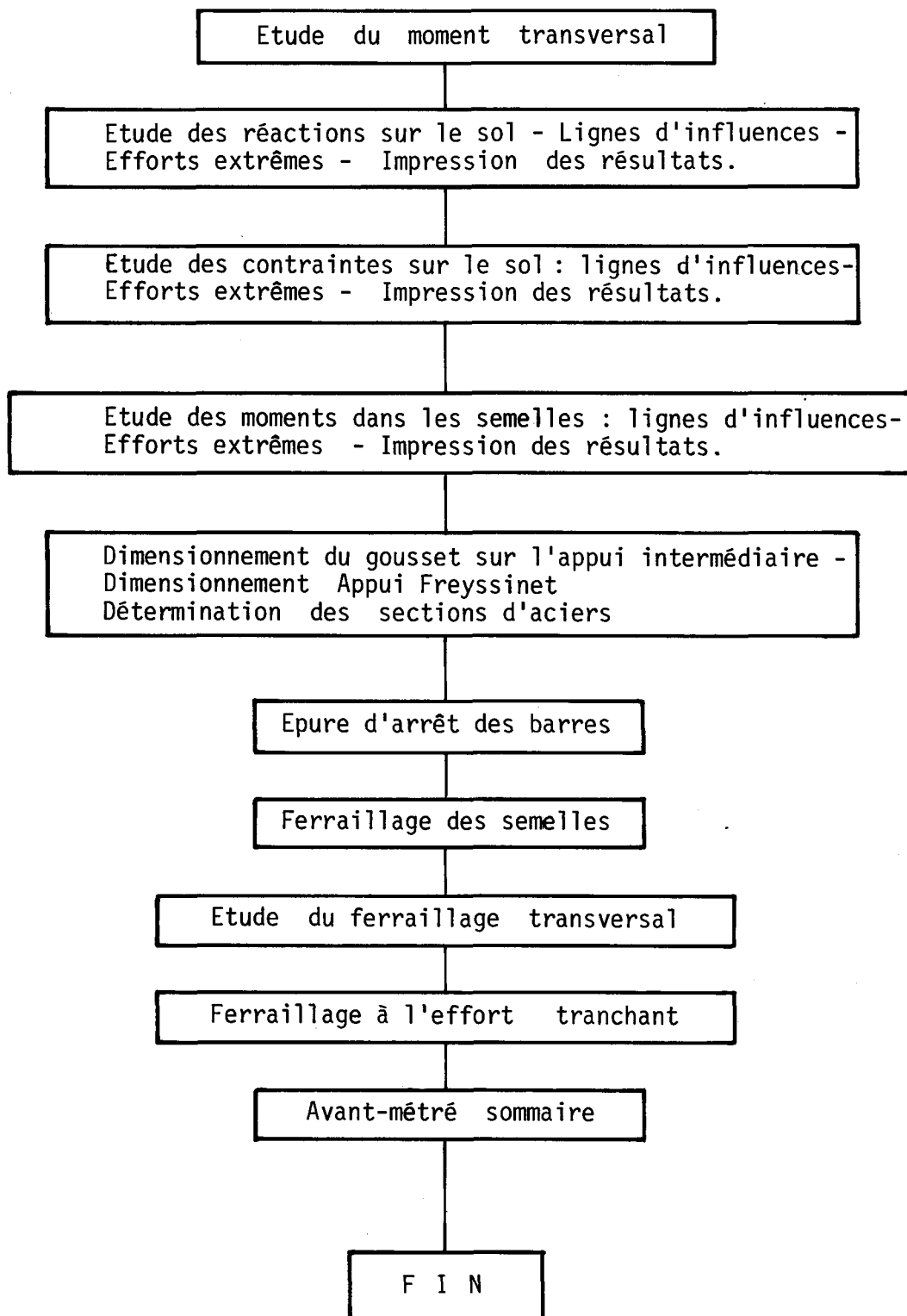
- . Les volumes de béton.
- . Le poids d'acier avec le taux de ferrailage.
- . Les coffrages.

On trouvera dans le paragraphe suivant : 2.1.3, l'organigramme du programme.

3.

ORGANIGRAMME DU PROGRAMME





4 - PRESENTATION DES RESULTATS

Cette présentation des résultats sera faite dans l'ordre d'édition de la note de calcul électronique.

La structure ayant été étudiée pour une bande de 1 mètre de largeur, les résultats sont donnés en :

- tm/ml pour les moments
- t/ml pour les efforts tranchants
- cm²/ml pour les sections d'aciers
- t/m² pour les contraintes

et en m pour les longueurs.

Chaque partie de la structure (piedroit de gauche, traverse de gauche, etc...) est divisée en 10 parties égales et comprend par conséquent 11 sections.

L'ensemble des données fournies au programme est rappelé en tête de la note de calculs. Les données sont celles qui sont fournies au bordereau de données, ou les données standards lorsque les valeurs correspondantes aux bordereaux de données sont laissées en blanc.

- Etude de la répartition transversale et calcul des divers coefficients

La structure étant calculée pour une bande de 1 m de largeur, les coefficients de répartition transversale ont été déterminés en conséquence. Dans la suite du calcul les coefficients utilisés sont AKXA, AKXBC, AKXBT, AKXMC, AKXME, AKXEX, AKXTR, pour les différents types de surcharges A, BC, BT, MC, ME, exceptionnelles et des trottoirs (cf dossier PIPO 74).

- Résultats de l'optimisation.

Les dimensions fournies : épaisseurs, largeurs, excentrements sont des dimensions droites ; les largeurs de semelles et excentrements de même que les épaisseurs de piédroits sont mesurés perpendiculairement aux plans moyens des piédroits.

- Effet de la poussée des terres

Ces résultats sont donnés pour un produit $K\gamma = 1$ (K coefficient de poussée des terres, γ densité des terres). Les résultats suivants qui donnent les efforts extrêmes dans la structure sont obtenus en multipliant les valeurs précédentes par $K_1 \gamma$ et $K_2 \gamma$: K_1 et K_2 étant les 2 valeurs proposées au bordereau de données.

- Effet des charges permanentes sur la traverse

Les résultats sont fournis pour une charge uniforme de densité égale aux charges permanentes répartie sur les 2 traverses.

- Effet d'une charge uniformément répartie sur la traverse de gauche

Ce cas n'apparaît que lorsque les 2 traverses sont d'épaisseurs différentes.

- Effet des variations linéaires

Les résultats sont donnés pour un produit $\alpha E = 100 \text{ T/m}^2$ (α : variation relative de longueur de la traverse et E module de déformation sous l'effet du retrait).

- Lignes d'influence des moments fléchissants et d'efforts tranchants

Les onze lignes d'influence correspondant à chaque partie de la structure seront lues verticalement exactement comme les lignes d'influence des inconnues hyperstatiques pour lesquelles on précise la position de la charge unité.

- Effet du moment transversal

La méthode employée est celle de MM. GUYON et MASSONNET, avec le développement en série de FOURIER de la fonction μ . Comme le développement converge lentement, il a été nécessaire pour avoir une précision convenable de calculer les cinq premières harmoniques. (1)

Le calcul a été mené pour les surcharges A, BC, BT, BR, MC, ME, exc.

Dans le développement en série de FOURIER le terme multiplicateur relatif à la position longitudinale du centre de l'étalement de la charge et à la position longitudinale de la section étudiée :

$$D_m = \sin \frac{m \Pi \phi}{\lambda} \sin \frac{\Pi x}{\lambda}$$

est nul pour les harmoniques de rang pair (m pair) lorsque l'on calcule le moment à mi-travée ($x = \frac{\lambda}{2}$).

- . les tableaux donnent les lignes d'influence du coefficient μ de flexion transversale des moments transversaux en section médiane de chaque travée uniquement pour les harmoniques 1, 3 et 5.
- . les coefficients D_m représentent pour les charges réparties, l'aire de la portion de ligne d'influence sur laquelle s'étale transversalement ces charges ; pour B_C , D_m est égal à la somme des ordonnées de la ligne d'influence donnant l'effet le plus défavorable.

- Détermination des sections d'armatures (2)

Les sections d'armatures sont fournies pour 1 m de piedroit (mesuré le long du piedroit) et pour 1 m de largeur de traverse. Ces sections sont en cm^2 .

(1) Le calcul du moment transversal est réalisé selon la méthode exposée au chapitre 4.2 de la pièce 2.5 du dossier PSI.DP 69.

(2) La consistance du programme nous conduit à recommander systématiquement un contrôle manuel défini dans la pièce 3.3.

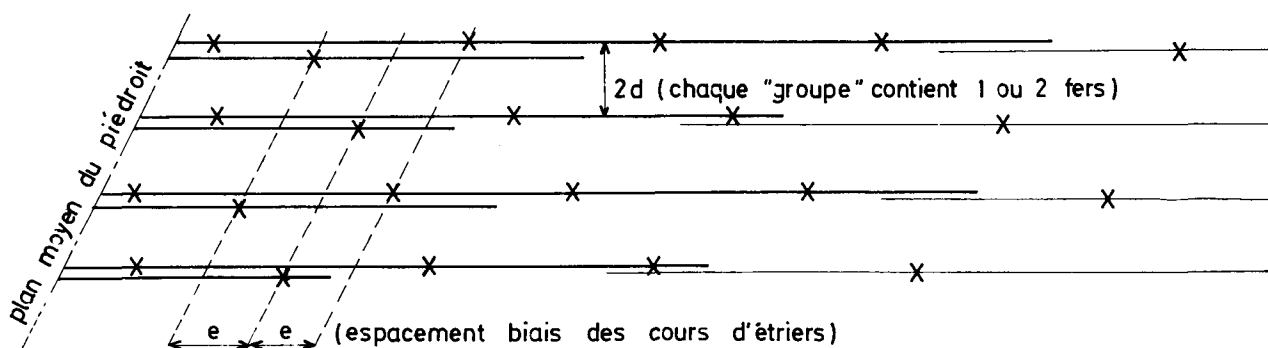
- Epure d'arrêt de barres

Les barres sont données pour une tranche de 1 m de structure et par conséquent pour une longueur de piedroit égale à $1/\sin \psi$. La note de calcul fournie dans la pièce 2.3 comporte en surimpression, un certain nombre de commentaires et notamment un schéma utile à la compréhension de l'épure d'arrêt des barres.

- Etude du ferrailage à l'effort tranchant.

Les étriers d'effort tranchant sont portés par les barres longitudinales. Celles-ci sont disposées par groupe d'une ou 2 barres (réelles ou de montage) et les étriers sont placés tous les 2 groupes de barres. L'espacement des files d'étriers est calculé en supposant des étriers en acier à haute adhérence de diamètre PHI 3.

L'espacement donné par la note de calcul est, bien sûr, l'espacement maximal à adopter. Ces espacements sont donnés en m.



Angle supérieur ferrailage extérieur dans la traverse supérieure gauche

- aciers $\phi 1$ ou $\phi 4$
- aciers $\phi 2$
- X étriers $\phi 3$

5 - VERIFICATIONS.

Comme pour tout calcul automatique l'obtention d'une note électronique ne dispense pas le projeteur de toute vérification et de tout calcul.

Il convient en premier lieu de vérifier que les données rappelées dans les trois premières pages de la note de calcul correspondent bien à celles fixées par le projeteur. Ensuite il convient de vérifier que le ferrailage extérieur des piédroits est suffisant en phase provisoire (lorsque l'ouvrage est décintré et non encore remblayé). Ce cas de charge n'est généralement pas prépondérant tant que la hauteur du piédroit reste modérée mais comme la vérification n'est pas faite automatiquement par le programme il faut la faire manuellement. Le programme donne les moments sous le poids de la traverse et des superstructures, il est donc aisé d'en déduire les moments sous le seul poids de la traverse.

Comme cela est exposé dans la pièce 3.3 le ferrailage donné par la note de calcul devra être examiné puisqu'il peut présenter certaines dispositions non exécutables et qu'il a tendance à créer une surconsommation d'armatures. Au cas où l'épure d'arrêt des barres serait modifiée il ne faudra pas oublier d'étudier les conséquences que cela entraîne pour les étriers.

Enfin, en ce qui concerne les fondations, il faut vérifier que dans le tableau récapitulatif des contraintes extrêmes sous les semelles, ces contraintes d'une part restent inférieures à la pression admissible réelle (celle-ci pouvant être plus élevée que la pression PREMAX du bordereau des données), d'autre part restent positives. Cette dernière vérification pourra conduire à utiliser d'autres modes de calcul de fondations : par exemple, la méthode de calcul de la contrainte aux 3/4 de la semelle exposée dans le dossier FOND 72 (pièce 5.3).

6 - COMMANDE DE LA NOTE DE CALCUL.

La maintenance et l'exploitation du programme sont actuellement assurées par la Société SOGELERG TP. Les commandes de calcul seront cependant faites par l'intermédiaire du S.E.T.R.A., qui transmettra les bordereaux de données à SOGELERG-TP. Cette procédure a pour but de vérifier que ce calcul commande se situe bien dans le domaine d'emploi du programme.

En cas d'urgence, les bordereaux peuvent être envoyés directement à SOGELERG-TP, avec copie d'un exemplaire au S.E.T.R.A.

Prix du passage. Le prix d'un passage du programme POD 76 est fixé à 2 000 F, taxes comprises, à la date du 1er Septembre 1976. Ce prix sera révisé annuellement.

POD 76



Pièce **2.2**

Bordereau des données

Juillet 1976

SOGELERG TP

CALCUL DE PORTIQUE OUVERT DOUBLE

DEPARTEMENT OUVRAGES D'ART

BORDEREAU DE DONNEES

Date:
Page:
Nom:
Tél.:

UNITES : La tonne, le mètre et le grade sauf pour
PHI 1, PHI 2, PHI 3 et PHI 4 où l'unité est le cm

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80

ENTIERS

Carte n°1	NTITR	REGLE	CLASSE	VOIES	GENRE	SYME-TRIE	GOUS-SET	A(l)	B _c	B _T	IMC	MC	IME	ME	IEXC	OPTE	OPML	KONTR	ARM	EPUR	PGARD	MATR	KELEM	INFLU	SURCH	ANLYZ	IE
	0,0	4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Carte n°2	BIAIS			PAS			PAS 2			entiers : valeur à cadrer à droite : exemple NTITR = 4															
							0,.,1,2,5,			réels : valeur à cadrer à gauche et faire figurer le point décimal dans une case. Exemple PAS 2 = 0.125															

Carte n°3	OUVER 1			OUVER 2			LDALT			HAUTL 1			HAUTL 2			HAUTL 3			cf. page 7											
-----------	---------	--	--	---------	--	--	-------	--	--	---------	--	--	---------	--	--	---------	--	--	------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Carte n°4	ETROTG			EGAU			ESURCH			HCHAU			EDROI			ETROTD														
-----------	--------	--	--	------	--	--	--------	--	--	-------	--	--	-------	--	--	--------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Carte n°5	E 31			E 32			E 21			E 22			E 23			E 11			E 12			E 13		
-----------	------	--	--	------	--	--	------	--	--	------	--	--	------	--	--	------	--	--	------	--	--	------	--	--

Carte n°6	W 1			W 2			W 3			D 1			D 2			HREMB 1			HREMB 2			HREMB 3		
-----------	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	-----	--	--	---------	--	--	---------	--	--	---------	--	--

Carte n°7	SPEC			ESOL			PREMAX			QDT			PSREMB			QREMI			RANKMAX			RANKMIN		
-----------	------	--	--	------	--	--	--------	--	--	-----	--	--	--------	--	--	-------	--	--	---------	--	--	---------	--	--

Carte n°8	PSTROT			HSREMB			QSUP			RACCOUR			ALONG			AN			POISS			EV		
-----------	--------	--	--	--------	--	--	------	--	--	---------	--	--	-------	--	--	----	--	--	-------	--	--	----	--	--

Carte n°9	σ' FLEX			σ _b			σ _{en 1}			PHI 1			PHI 2			PHI 3			PHI 4			σ _{en 2}		
										←			en cm			→								

Cartes n°10	(titre)																																																																															
-------------	---------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80

COMMENTAIRES DU BORDEREAU DE DONNEES

On rappelle que le programme électronique P.O.D. calcule toutes les structures en portiques ouverts doubles, symétriques ou dissymétriques, avec des hauteurs de piédroits égales ou non.

Les ouvrages peuvent être calculés avec des conditions d'appuis diverses : ouvrages encastrés ou articulés en pied ou sur semelles fondées sur terrain meuble. Le programme est conçu de façon à pouvoir l'adapter assez rapidement et pour un prix de revient réduit aux divers règlements étrangers de surcharges. Il peut à l'heure actuelle être utilisé pour le règlement américain (normes AASHO).

Afin d'éviter des erreurs dans le remplissage du bordereau, nous avons différencié les entiers des réels en réservant 3 cases aux premiers et 10 cases aux seconds; ceux-ci devant comporter explicitement un point décimal, seront calés à gauche dans les cases correspondantes. Les caractères alphanumériques qui serviront à composer le titre, la date, la référence, etc. seront portés sur les cartes N° 10 qui comportent chacune 80 colonnes.

Tous les entiers qui bien entendu ne comportent pas de point décimal seront calés à droite dans les cases correspondantes. Pour un remplissage correct, on pourra utilement se reporter au bordereau rempli de l'exemple d'application (pièce 3.1).

Le commentaire du bordereau des données est fait dans l'ordre des cartes.

Les unités utilisées sont la tonne, le mètre et le grade, sauf pour les diamètres de barres exprimés en centimètres.

CARTE N° 1

Toutes les données de cette carte sont entières et seront par conséquent calées à droite dans les cases correspondantes. Une case de 3 caractères est réservée à chaque donnée.

NTITR

Nombre de cartes de titre.

Une carte de titre comporte 80 caractères et représente une ligne de titre. Une carte de titre peut être blanche, elle permet alors de sauter une ligne.

Le texted'une carte de titre est recopié tel quel, et l'ensemble du texte formant le titre est encadré.

La date sera portée de préférence sur la dernière carte de titre et complètement à droite de celle-ci, de sorte qu'elle soit recopiée en bas et à droite dans le cadre renfermant l'ensemble du titre. La carte portant la date pourra être précédée d'une carte blanche de façon à détacher la date du reste.

Si l'on désire que le titre soit centré, il faut le centrer sur la carte de titre.

REGLE

Règlement de surcharges utilisé.

Noter 1 pour le règlement français de surcharges de 1971 (Fascicule 61 II du CPC).

Pour le règlement américain s'adresser à SOGELERG-TP (voir verso de la couverture générale).

CLASSE

Classe du pont. (cf. Fascicule 61 II du CPC, article 3).

VOIES

Nombre de voies portées par le pont (cf. Fascicule 61 II du C.P.C., article 2).

GENRE

Genre de l'ouvrage. (1)^{*}

Noter : -1 pour un ouvrage parfaitement encastré en pied; dans ce cas les variables D1 et D2 de la carte 6 sont nulles et

~~$E_{sol} = 99999999$~~

GENRE	
-	1

Noter : 0 pour un ouvrage articulé en pied; dans ce cas les variables D1 et D2 de la carte 6 sont nulles et

~~$E_{sol} = 0.00001$~~

0,0001

GENRE	
	0

Noter : 1 pour un ouvrage fondé sur semelles sur sol meuble

GENRE	
	1

SYMETRIE

Existence de symétrie longitudinale.

Noter 1 si l'ouvrage est entièrement symétrique, et 0 dans le cas contraire.

(1)^{*} Nota : pour un ouvrage parfaitement encastré en pied on ne peut demander l'optimisation des semelles.

GOUSSETS

Existence de goussets.

Noter 1 si l'ouvrage comporte des goussets dans les traverses au niveau de l'appui intermédiaire, et 0 dans le cas contraire.

A (Q)

Noter 1 pour l'application de la surcharge A du règlement français, et 0 dans le cas contraire.

BC

Noter 1 pour l'application de la surcharge Bc du règlement français et 0 dans le cas contraire.

BT

Noter 1 pour l'application de la surcharge BT du règlement français et 0 dans le cas contraire.

IMC

Noter 1 pour l'application d'une surcharge militaire Mc du règlement français, et 0 dans le cas contraire.

MC A remplir uniquement lorsque IMC = 1
Type de la surcharge militaire M à prendre en compte
Noter 80 pour Mc 80

MC
| 8 | 0

Noter 120 pour Mc 120

1 | 2 | 0

IME

Noter 1 pour l'application d'une surcharge Me et 0 dans le cas contraire.

ME

A remplir uniquement lorsque IME = 1
Noter 80 pour Me 80
Noter 120 pour Me 120

IEXC

Application d'une surcharge exceptionnelle réglementaire

- noter 0 s'il n'y a pas de surcharge exceptionnelle à prendre en compte
- noter 1 si la surcharge exceptionnelle à prendre en compte est du type D
- noter 2 si la surcharge exceptionnelle à prendre en compte est du type E.

OPTE

Optimisation des épaisseurs : noter 1 si l'on désire optimiser les épaisseurs de la structure et 0 dans le cas contraire.

OPSM (1)

Optimisation des dimensions de semelles et excentrements; dans ce cas les variables D1 et D2 de la carte N°6 sont à laisser en blanc (n'indiquer aucune valeur) On ne peut demander l'optimisation des semelles que si OPTE = 1.

KONTR

Détermination des contraintes sur le sol : noter 1 si l'on désire avoir les contraintes sur le sol. Dans le cas de structure articulée en pied on notera impérativement 0.

ARM (1)

Détermination du ferrailage.

EPUR (1)

Epure d'arrêt de barre.

PGARD (1)

Impression de la page de garde et des données.

MATR (1)

Impression de la matrice de souplesse et de rigidité.

(1) Noter 1 si l'on désire que l'opération soit effectuée et 0 dans le cas contraire.

KELEM (1)

Impression des résultats des divers cas élémentaires de charges permanentes. Cependant, quelle que soit la valeur de "KELEM" le tableau récapitulatif des effets des charges permanentes dans toute la structure est imprimé.

INFLU (1)

Impression des lignes d'influence dans les diverses parties du portique.

SURCH (1)

Impression des résultats après application des différents types de surcharges de règlement.

ANLYZ (cf pièce 2.1 page 3)

Analyse des données : noter 1 si l'on désire la vérification automatique des données ou si l'on a par endroits adopté des valeurs standards pour certaines variables en laissant les cases correspondantes en blanc et 0 dans le cas contraire.

IE Noter 1 si l'on désire avoir, après optimisation de la structure la même épaisseur pour les deux traverses, au cas où on a prévu des goussets sur pile (donnée GOUSSETS ci-dessus = 1); sinon la donnée est sans objet.

CARTE N° 2 BIAIS

Biais géométrique de l'ouvrage exprimé en grades (pour un ouvrage droit porter 100 grades)

PAS

Définit les lignes d'influence qui seront déterminées tous les "PAS" (m).

Pour le règlement français on utilisera généralement PAS = 0,50 m.

(1) Noter 1 si l'on désire que l'opération soit effectuée et 0 dans le cas contraire.

PAS 2

Définit les lignes d'influence de μ pour l'étude du moment transversal. μ est donné tous les "PAS2" (m). Pour le règlement français on utilisera généralement

PAS2 = 0,25, mais on pourra prendre aussi la valeur

PAS2 = 0,125.

Signalons que la valeur de ces 2 variables PAS et PAS2 joue sur le temps de calcul et c'est la raison pour laquelle nous conseillons de prendre les valeurs PAS = 0,5 et PAS2 = 0,25; la précision supplémentaire que l'on obtient en prenant des valeurs plus petites est assez faible.

CARTE N° 3

OUVER 1

Ouverture droite de la partie gauche de l'ouvrage (c'est la distance droite séparant les deux plans passant par l'axe de la pile intermédiaire et le nu intérieur du piédroit de gauche).

OUVER 1 \geq OUV 2
(par définition de la gauche et de la droite pour l'ensemble du bordereau)

OUVER 2

Ouverture droite de la partie droite de l'ouvrage (c'est la distance droite séparant les deux plans passant par l'axe de la pile intermédiaire et le nu intérieur du piédroit de droite).

LDALT

Portée droite de la dalle de transition

HAUTL 1

Hauteur libre du piédroit de gauche.

HAUTL 2

Hauteur libre du piédroit de droite.

Remarque : Pour permettre de déterminer la variable HAUTL 3 de la page suivante, nous donnons ci-dessous un dimensionnement approché pour le gousset de la pile intermédiaire : Longueur = $\frac{OUVER 1 + E31}{10 \times \sin(\text{BIAIS})}$

Hauteur = $\frac{\text{Longueur}}{4}$

HAUTL 3

Hauteur libre de la pile intermédiaire : distance mesurée entre le nu supérieur de la semelle et la base du gousset.

CARTE N° 4 ETROTG

Largeur droite du trottoir de gauche (le programme y appliquera la charge de trottoir retenue)

EGAU

Largeur droite de la bande non surchargeable de gauche.

ESURCH

Largeur droite chargeable (cf. article 2 du règlement) (y compris bandes d'arrêt s'il y en a).

HCHAU

Épaisseur équivalente de la chaussée (chape + revêtement) (à évaluer par défaut, la sécurité consistant à la sous-estimer).

EDROI

Largeur droite de la bande non surchargeable de droite

ETROTD

Largeur droite du trottoir de droite (le programme y appliquera la charge de trottoir retenue)

CARTE 5 (2)

- E 31 épaisseur de la traverse de gauche (1)
- E 32 épaisseur de la traverse de droite (1)
- E 21 épaisseur droite du piédroit de gauche
- E 22 épaisseur droite du piédroit de droite
- E 23 épaisseur droite de la pile intermédiaire
- E 11 épaisseur de la semelle sous le piédroit de gauche
- E 12 épaisseur de la semelle sous le piédroit de droite
- E 13 épaisseur de la semelle sous la pile intermédiaire.

(1) avec $E 31 \geq E 32$

(2) ces valeurs servent de départ à un dimensionnement par le programme. Ces valeurs sont optimisées si OPTÉ = 1. Pour le prédimensionnement, voir pièce 1.1 page 3.

REMARQUES

-Pour l'épaisseur de la pile on adoptera la règle suivante:

- . $E_{23} = 0,5$ lorsque $(OUVER\ 1 + OUVER\ 2) \leq 35\ m$
- . Pour $(OUVER\ 1 + OUVER\ 2) > 35\ m$ on pourra prendre une épaisseur de pile voisine de celle des traverses; cependant on ne devra pas dépasser pour la pile centrale une épaisseur de 0,70 m.

-Pour les épaisseurs de semelles on adoptera la règle suivante:

- . Une épaisseur de 0,6 m pour les semelles si les piédroits et pile ont une épaisseur inférieure à 0,60 m.
- . Une épaisseur de semelle identique à celle des piédroits lorsque ceux-ci ont une épaisseur supérieure à 0,60 m. Si l'épaisseur du piédroit est optimisée par le programme, l'épaisseur de la semelle sera portée égale à celle du piédroit.

CARTE N° 6

W 1	largeur droite de la semelle gauche
W 2	largeur droite de la semelle droite
W 3	largeur droite de la semelle sous la pile intermédiaire
D 1	excentrement de la semelle gauche
D 2	excentrement de la semelle droite

L'excentrement est compté positivement lorsque la semelle est excentrée vers l'intérieur du portique.

Les largeurs W1, W2 et W3 ne doivent jamais être nulles. Pour un dimensionnement entièrement automatique (cas où OPSML = 1 et OPTE = 1) on portera des valeurs nulles pour D1 et D2 uniquement.

HREMB 1

Hauteur de remblai intérieur sur la semelle de gauche, comptée à partir de la base de la semelle.

HREMB 2

Hauteur de remblai intérieur sur la semelle de droite comptée à partir de la base de la semelle.

HREMB 3

Hauteur de remblai sur la semelle de la pile intermédiaire comptée également à partir de la base de la semelle.

CARTE N° 7 SPEC

Poids spécifique des terres en remblai. Si aucune valeur n'est proposée pour cette variable le programme prendra automatiquement la valeur de 2 t/m³

ESOL

Module d'élasticité du sol de fondation
(cf. pièce 2.2 du dossier P.I.P.O. 1974)

PREMAX

Contrainte admissible sur le sol de fondation

QDT

Réaction permanente de la dalle de transition par ml de largeur droite de l'ouvrage (même principe que P.I.P.O.)

PSREMB Densité de surcharge sur le remblai extérieur de l'ouvrage
(cf. pièce 2.2 du dossier P.I.P.O.1974)

QREMI

Densité de surcharge sur le remblai intérieur de l'ouvrage
Porter normalement 0(1)

RANKMAX

Valeur maximale du coefficient de poussée de Rankine

(1) La simultanéité avec les charges maximales sur l'ouvrage présente une probabilité négligeable ; au surplus cette charge n'affecterait pas une largeur appréciable au voisinage des piédroits.

bug d'impression
mais pas de la
calcul

RANKMIN

Valeur minimale du coefficient de poussée de Rankine.

E.F. 14-01-1997 NON ! BUG!
mettre 0,150 m
présence de trottoirs

CARTE N° 8 PSTROT

Densité de surcharge des trottoirs; si aucune valeur n'est indiquée, le programme prendra automatiquement la valeur 0,15 t/m²; porter donc explicitement 0. en cas de profil autoroutier.

HSREMB

Hauteur de remblai supplémentaire sur la traverse.

QSUP

Poids de superstructure par mètre carré de tablier (valeur finale à ne pas sous-estimer). Si l'ouvrage est sous remblai il ne faut pas tenir compte de ce remblai dans QSUP. Le programme applique automatiquement la charge HSREMBxSPEC.

RACCOUR *

Cette variable a pour valeur αE (E étant le module différé E_v de déformation du béton) : variation relative de longueur sous l'effet du retrait et de la température négative. Les effets cumulés de la température négative et du retrait peuvent être diminués de 100 t/m². (cf. CCBA § 4.3).

ALONG *

Cette variable a pour valeur αE , α variation relative de longueur sous l'effet de la température positive diminuée du retrait.

AN

Coefficient d'équivalence acier béton; ~~le programme prend la valeur "15" si aucune valeur n'est indiquée.~~ est ce n'est pas la dépression ✓

POISSON

Coefficient de Poisson (prendre généralement 0,15)

Ev

Module d'élasticité différé du béton (en t/m²)

* Sur le bordereau des données, ces variables sont à indiquer en valeur absolue. (Valeurs exprimées en T/m²)

CARTE N° 9 $\bar{\sigma}$ flex

Contrainte de compression admissible du béton à la flexion

$\bar{\sigma}$ b

Contrainte de traction de référence pour le béton

σ en1

Limite élastique de traction par les aciers PHI 1 et PHI 4. Si PHI 1 et PHI 4 n'ont pas la même limite élastique on retiendra la plus faible des deux valeurs, soit celle de PHI 4.

PHI 1

Diamètre des aciers longitudinaux principaux dans la traverse en centimètres (généralement 2,5)

PHI 2

Diamètre des aciers transversaux dans la traverse en centimètres (généralement 1,4)

PHI 3

Diamètre des étriers en centimètres (généralement 0,8)

PHI 4

Diamètre à utiliser pour les aciers longitudinaux principaux au cas où les diamètres PHI 1 seraient insuffisants (généralement 3,2) (en centimètres).

σ en2

limite élastique des aciers PHI 2 et PHI 3

CARTES N° 10 Cartes de titre

Le nombre de ces cartes doit être égal à "NTITR" (carte 1). Une ligne de titre comportera au plus 80 caractères. Le texte porté sur chaque carte sera de préférence centré sur cette carte. Une carte blanche permet de sauter une ligne.

} voir
PIPO
pour
le
choix
Pièce
1.1.1

CADRE DE LETTRE DE COMMANDE
(à envoyer en 2 exemplaires)

PROGRAMME P.O.D

I - ADRESSER LA COMMANDE A :

Monsieur l'Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées
Chef de la D.O.A.-B

A l'attention de M. l'Ingénieur des Ponts et Chaussées
chargé du 7ème Arrondissement

S.E.T.R.A.
B.P. 100 - 92223 BAGNEUX

II - CADRE DE LA DEMANDE.

Prière de bien vouloir procéder au calcul de l'ouvrage dont nous vous faisons parvenir ci-joint le tableau des données dûment rempli en double exemplaire.

L'objet du calcul est le suivant : (rayer les mentions inutiles)

Projet (A.P.D.)	Contrôle ou vérification
Consultation des Entreprises	Prédimensionnement d'un pont courbe
Etude d'exécution	Prédimensionnement d'un pont biais

Indiquer si cet ouvrage a fait l'objet de calculs électroniques antérieurs et par quels programmes :

III - IMPRESSION DE LA NOTE DE CALCUL.

La note de calcul sera expédiée en trois exemplaires (l'original plus deux photoréductions au format 210 x 297).

Je vous prie de bien vouloir m'envoyer * exemplaires supplémentaires photoréduits.

IV - DEROGATIONS.

En cas d'urgence on peut adresser directement la commande à :
(en 1 exemplaire)

SOGELERG - TP
Division Ouvrages d'Art
25 rue du Pont des Halles
94 CHEVILLY LARUE
CIBEX D 902
94536 RUNGIS CEDEX

avec copie adressée au S.E.T.R.A.

* Ces exemplaires sont facturés en sus (coût des photocopies).

- Service ou organisme demandeur (Nom - Adresse)

- Ingénieur ayant rempli le bordereau des données :

Nom : Tél. :

- Désignation de l'ouvrage à calculer :

- Nom - Numéro :

- Département :

- Voie portée :

- Voie franchie :

- Expédition de la note de calcul : Nom

Adresse :

- Facturation de la note de calcul : Nom

Adresse :

- Pièces jointes (éventuellement)

Fait à le 19

(Signature du demandeur)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80

Carte n°1

NTITR	REGLE	CLASSE	VOIES	GENRE	SYME- -TRIE	GOUS- -SET	A(l)	B _c	B _T	IMC	MC	IME	ME	IEXC	OPTE	OPSML	KONTR	ARM	EPUR	PGARD	MATR	KELEM	INFLU	SURCH	ANLYZ	IE
0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		0,0		0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

Carte n°2

BIAIS	PAS	PAS 2

Carte n°3

OUVER 1	OUVER 2	LDALT	HAU TL 1	HAU TL 2	HAU TL 3

Carte n°4

ETRO TG	EGA U	ESUR CH	HCHA U	EDROI	ETRO TD

Carte n°5

E 31	E 32	E 21	E 22	E 23	E 11	E 12	E 13

Carte n°6

W 1	W 2	W 3	D 1	D 2	HREMB 1	HREMB 2	HREMB 3

Carte n°7

SPEC	ESOL	PREMAX	QDT	PSREMB	QREMI	RANKMAX	RANKMIN

Carte n°8

PSTROT	HSREMB	QSUP	RACCOUR	ALONG	AN	POISS	EV

Carte n°9

$\bar{\sigma}$ FLEX	$\bar{\sigma}_b$	$\bar{\sigma}_{en 1}$	PHI 1	PHI 2	PHI 3	PHI 4	$\bar{\sigma}_{en 2}$

Cartes n°10

(titre)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80

SOGELE RG TP

CALCUL DE PORTIQUE OUVERT DOUBLE

DEPARTEMENT OUVRAGES D'ART

BORDEREAU DE DONNEES

Date :

Page :

Nom :

Tél. :

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80

Carte n°1

NTITR	REGLE	CLASSE	VOIES	GENRE	SYME-TRIE	GOUS-SET	A(1)	Bc	B _T	IMC	MC	IME	ME	IEXC	OPTE	OPSM	KONTR	ARM	EPUR	PGARD	MATR	KELEM	INFLU	SURCH	ANLYZ	IE	
0,0	2,0	0,0	1,0	0,0	3,0	0,0	1,0	0,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	2,0	0,0	1,0	1,0	2,0	0,0	2,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,1

Carte n°2

BIAIS	PAS	PAS 2
8,0	0,50	0,25

Carte n°3

OUVER 1	OUVER 2	LDALT	HAUTL 1	HAUTL 2	HAUTL 3				
1,5	7,5	1,2	2,5	5,0	7,0	5,6	6,5	6,3	5,

Carte n°4

ETROTG	EGAU	ESURCH	HCHAU	EDROI	ETROTD		
1,0	0,0	1,1	5,0	0,0	9,0	0,0	1,0

Carte n°5

E 31	E 32	E 21	E 22	E 23	E 11	E 12	E 13	
0,5	5,5	0,5	5,5	0,5	5,0	0,6	6,6	0,6

Carte n°6

W 1	W 2	W 3	D 1	D 2	HREMB 1	HREMB 2	HREMB 3
2,0	1,5	1,5	-0,2	0,2	2,2	1,8	1,5

Carte n°7

SPEC	ESOL	PREMAX	QDT	PSREMB	QREMI	RANKMAX	RANKMIN					
2,0	8,0	0,0	0,0	3,0	0,4	7,0	0,0	0,0	1,0	0,5	0,2	5,1

Carte n°8

PSTROT	HSREMB	QSUP	RACCOUR	ALONG	AN	POISS	EV					
0,1	5,0	0,0	3,6	8,2	0,0	2,0	0,0	0,0	2,0	0,0	0,0	0,0

Carte n°9

$\bar{\sigma}$ FLEX	$\bar{\sigma}$ b	$\sigma_{en 1}$	PHI 1	PHI 2	PHI 3	PHI 4	$\sigma_{en 2}$					
1,3	0,0	6,0	4,0	0,0	0,0	2,5	1,6	0,8	3,2	4,2	0,0	0,0

Cartes n°10
(titre)

MODELE D'APPLICATION																											
PS 2,180/1,22																											

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80

POD 76



Pièce **2.3**

Note de calcul commentée

Juillet 1976

SOGELERG-TP
ETUDES GENERALES ET GENIE CIVIL

DIVISION OUVRAGES D'ART
25 RUE DU PONT DES HALLES
CHEVILLY-LARUE
94536 RUNGIS
TEL 687.22.36

*
* *
NOTE DE CALCUL DE PORTIQUE A OUVERTURE DOUBLE
(P O U)
* *
*
* *

*
* MODELE D'APPLICATION *
* PS 2180/122 *
*

LA REMISE A L'ENTREPRENEUR DE LA PRESENTE NOTE DE CALCUL N'ATTENUE EN RIEN LA RESPONSABILITE DE CELUI-CI
ET NE LE DISPENSE PAS DES OBLIGATIONS QUI LUI INCOMBENT EN VERTU DE L'ARTICLE 6 DU FASCICULE 1 DU C.P.C.

CARACTERISTIQUES DE L'OUVRAGE (Rappel des données non optimisées)

CARACTERISTIQUES DE LA STRUCTURE

Dans le rappel des données ne figurent pas :
 carte 2 : PAS et PAS 2
 carte 8 : QSUP, RACCOUR et ALONG
 carte 9 : PHI 4. Lorsque le diamètre PHI 1 est insuffisant, un message apparaît dans l'épure d'arrêt de barres.

BIAIS	80.000 GRADES	
OUVERTURES DROITES		
-COTE GAUCHE	15.75 M	
-COTE DROIT	12.25 M	
-PIEDROIT DE GAUCHE	7.05 M	
HAUTEURS LIBRES		
-PILE INTERMEDIAIRE	6.35 M	
-PIEDROIT DE DROITE	6.65 M	
PORTEE DE LA DALLE DE TRANSITION	5.26 M	] portée biaisée
EPAISSEUR DE LA TRAVERSE DE GAUCHE	0.55 M	
EPAISSEUR DE LA TRAVERSE DE DROITE	0.55 M	
EPAISSEUR DU PIEDROIT DE GAUCHE	0.55 M	
EPAISSEUR DU PIEDROIT DE DROITE	0.55 M	
EPAISSEUR DE LA PILE INTERMEDIAIRE	0.50 M	
LARGEUR DE SEMELLE SOUS LE PIEDROIT DE GAUCHE	2.00 M	
LARGEUR DE SEMELLE SOUS LE PIEDROIT DE DROITE	1.50 M	
LARGEUR DE SEMELLE SOUS LA PILE INTERMEDIAIRE	1.50 M	
EPAISSEUR DE SEMELLE SOUS LE PIEDROIT DE GAUCHE	0.60 M	
EPAISSEUR DE SEMELLE SOUS LE PIEDROIT DE DROITE	0.60 M	
EPAISSEUR DE SEMELLE SOUS LA PILE INTERMEDIAIRE	0.60 M	
EXCENTREMENT DE LA SEMELLE DE GAUCHE	-0.20 M	] comptés négativement lorsque la semelle est excentrée vers l'extérieur.
EXCENTREMENT DE LA SEMELLE DE DROITE	-0.20 M	

Nota : Les épaisseurs des piédroits et des traverses sont des épaisseurs droites les largeurs des semelles, de même que leurs excentrements sont mesurés perpendiculairement au plan moyen des piédroits

CARACTERISTIQUES DE LA VOIRIE PORTEE

CLASSE DE L'OUVRAGE	1
NOMBRE DE VOIES DE CIRCULATION	3
LARGEUR DU TROTTOIR DE GAUCHE	1.00 M
LARGEUR DU TROTTOIR DE DROITE	1.00 M
LARGEUR DE CHAUSSEE SURCHARGEABLE	11.50 M
BANDE NON SURCHARGEABLE DE GAUCHE	0.0 M
BANDE NON SURCHARGEABLE DE DROITE	0.0 M
HAUTEUR DE REMBLAI SUR LA TRAVERSE	0.0 M
EPAISSEUR EQUIVALENTE DE CHAUSSEE ET DE CHAPE	0.09 M

C A R A C T E R I S T I Q U E S D E S C H A R G E S A P P L I Q U E E S

REGLEMENT FRANCAIS

SURCHARGE A(L)

SURCHARGE BC

SURCHARGE BT

SURCHARGE MILITAIRE MC 120

SURCHARGE MILITAIRE ME 120

SURCHARGE EXCEPTIONNELLE - E

DENSITE DE SURCHARGE DE TROTTOIR

0.15 T/M2

DENSITE DE SURCHARGE SUR REMBLAI INTERIEUR ...

1.00 T/M2

(valeur choisie pour raisons pédagogiques)

DENSITE DE SURCHARGE SUR REMBLAI D'ACCES

0.0 T/M2

REACTION DE LA DALLE DE TRANSITION

2.47 T/M2

(charge permanente seule)

C A R A C T E R I S T I Q U E S D U T E R R A I N

POIDS SPECIFIQUE DU TERRAIN	2.00 T/M3				
MODULE D'ELASTICITE DU SOL	8000.00 T/M2				
COEFFICIENT DE HANKINE	<table border="0"> <tr> <td>VALEUR MAXIMALE</td> <td>0.50</td> </tr> <tr> <td>VALEUR MINIMALE</td> <td>0.25</td> </tr> </table>	VALEUR MAXIMALE	0.50	VALEUR MINIMALE	0.25
VALEUR MAXIMALE	0.50				
VALEUR MINIMALE	0.25				
HAUTEUR DE REMBLAI INTERIEUR SUR PIEDROIT DE GAUCHE	2.20 M				
HAUTEUR DE REMBLAI INTERIEUR SUR PIEDROIT DE DROITE	1.80 M				
HAUTEUR DE REMBLAI SUR PILE INTERMEDIAIRE	1.50 M				
CONTRAINTÉ ADMISSIBLE SUR LE SOL	30.00 T/M2				

C A R A C T E R I S T I Q U E S D E S M A T E R I A U X

	COEFFICIENT DE POISSON	.....	0.15	
	COEFFICIENT D'EQUIVALENCE ACIER-BETON	.....	15.00	
BETON	MODULE D'ELASTICITE	.....	1200000.00 T/M2	— module différé E_v
	CONTRAINTÉ DE COMPRESSION ADMISSIBLE	.....	1300.00 T/M2	
	CONTRAINTÉ DE TRACTION DE REFERENCE	.....	60.00 T/M2	
ACIER	LIMITE D'ELASTICITE DES ARMATURES (PRINCIPALES ET DE REPARTITION)		40000.00 T/M2	
	LIMITE D'ELASTICITE EN TRACTION DES ACIERS 'PHI 3'		42000.00 T/M2	
	DIAMETRE DES ACIERS PRINCIPAUX	.....	2.50 CM	
	DIAMETRE DES ACIERS DE REPARTITION	.....	1.60 CM	
	DIAMETRE DES ACIERS SECONDAIRES	.....	0.80 CM	

COEFFICIENTS DE MAJORATION DYNAMIQUE

SURCHARGES DE TYPE B (BC, BT, BR) 1.1825
 SURCHARGES MILITAIRES (MC, ME) 1.1560

article 5.5 du fascicule 61 titre II
 article 9.6 du fascicule 61 titre II

COEFFICIENTS K DE REPARTITION TRANSVERSALE DES MOMENTS LONGITUDINAUX

(selon la théorie de Guyon-Massonnet)

PORTEE FICTIVE 11.63 M.
 LARGEUR DROITE 13.50 M.
 PARAMETRE D'ENTRETOISEMENT LONGITUDINAL TETA = 0.580

le paramètre d'entretoisement Θ est défini à partir de l'ouvrage droit associé ayant pour largeur la largeur droite $2 b_0$ et pour portée λ la portée biaise indépendante équivalente (même flèche sous surcharge uniforme cf dossier PSI-DP 69 pièce 2.1 § 2.2.3) $\Theta = \frac{b_0}{\lambda}$

COEFFICIENTS RELATIFS AUX SURCHARGES

NOMBRE DE VOIES	A (L)	BC	BT	MC	ME	EXCEPTIONNELLE	TROTTOIR
1	0.4544	0.1310	0.1259	0.1206	0.1500	0.0934	0.1921
2	0.6895	0.2170	0.2013				
3	0.8749	0.2725					

Ces coefficients relatifs aux charges sont rapportés au ml de largeur droite de l'ouvrage - cf PIPO pièce 2.4 p. 9

COEFFICIENTS REGLEMENTAIRES

NOMBRE DE VOIES	A1	A2	BC	BT
1	1.000	0.913	1.200	1.000
2	1.000		1.100	
3	0.900		0.950	

$0.8749 \times 0.900 \times 0.913 = 0.719$

représente la combinaison la plus défavorable des produits des coefficients de Guyon-Massonnet par les coefficients réglementaires pour la surcharge A (l)

RESULTATS DE L'OPTIMISATION

moments maximaux pondérés ler
genre calculés sous les différents
cas de charge retenus pour le calcul

MOMENT MAXIMAL ----- (TXM/M)	MOMENT OPTIMAL ----- (TXM/M)	= moment résistant des sections optimisées
------------------------------------	------------------------------------	--

PIEDROIT DE GAUCHE	52.50	64.60
TRAVERSE DE GAUCHE	68.12	70.07
TRAVERSE DE DROITE	68.12	70.07
PIEDROIT DE DROITE	39.91	64.60

CARACTERISTIQUES DE L'OUVRAGE (caractéristiques optimisées)

* EPAISSEURS (droites)

PIEDROIT DE GAUCHE	0.55 M	PIEDROIT DE DROITE	0.55 M
TRAVERSE DE GAUCHE	0.60 M	TRAVERSE DE DROITE	0.60 M

* SEMELLES

(la largeur des semelles est comptée perpendiculairement au plan moyen des piédroits)

LARGEUR DE LA SEMELLE DU PIEDROIT DE GAUCHE	2.40 M
LARGEUR DE LA SEMELLE DE LA PILE CENTRALE	2.20 M
LARGEUR DE LA SEMELLE DU PIEDROIT DE DROITE	2.10 M

* EXCENTREMENTS

(les excentremets perpendiculairement au plan moyen des piédroits sont comptés négativement lorsque la semelle est excentrée vers l'extérieur du portique)

SEMELLE DU PIEDROIT DE GAUCHE	-0.03 M
SEMELLE DU PIEDROIT DE DROITE	-0.13 M

NOMBRE D'OPTIMISATIONS : 1

[cf POD pièce 1.2 p. 11; formules p. 15 à 19; les valeurs numériques]
 de i et j sont définies page 10 de cette pièce.

 * MATRICE DE SOUPLESSE DE LA STRUCTURE *
 *
 ***** = $[\delta_{ij}]$

1024.8271484	-306.9440918	215.5990906	296.0964355	1355.1870117
-306.9440918	1200.6188965	-68.4441681	-299.8105469	-190.5489502
215.5990906	-68.4441681	1990.0383301	154.2294617	8532.8750000
296.0964355	-299.8105469	154.2294617	1138.3566895	857.1577148
1355.1870117	-190.5489502	8532.8750000	857.1577148	47786.8554688

 * MATRICE DE RIGIDITE DE LA STRUCTURE *
 *
 ***** = $[\delta_{ij}]^{-1}$

0.0011480	0.0002377	0.0000830	-0.0002152	-0.0000426
0.0002377	0.0009428	0.0000825	0.0001912	-0.0000212
0.0000830	0.0000825	0.0021549	-0.0000006	-0.0003868
-0.0002152	0.0001912	-0.0000006	0.0009930	-0.0000108
-0.0000426	-0.0000212	-0.0003868	-0.0000108	0.0000913

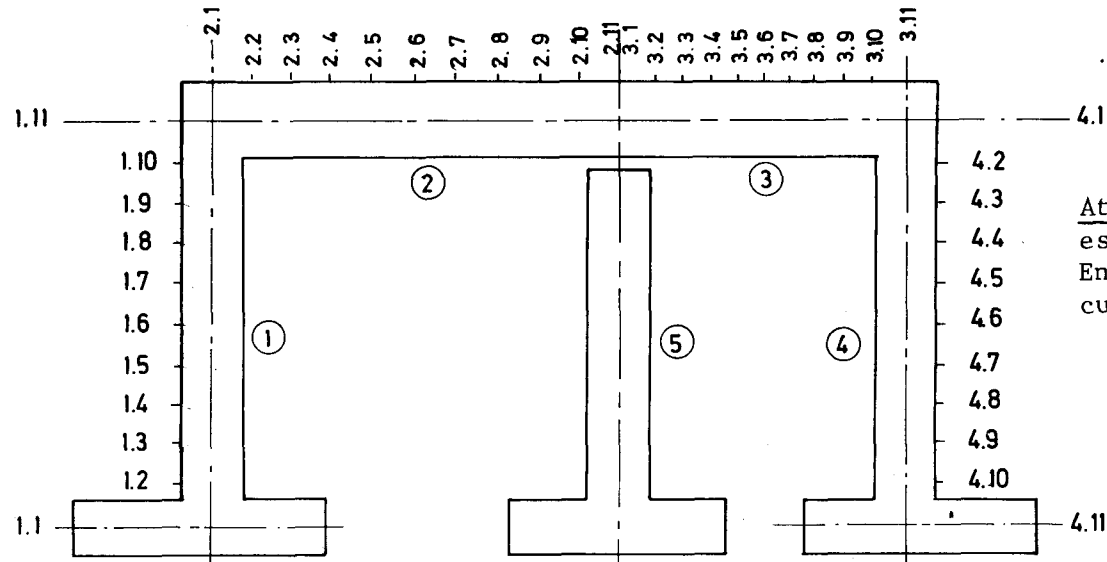
(Ces matrices sont obtenues à partir des caractéristiques optimisées de la structure de calcul)

CONVENTIONS ET NOTATIONS DE CALCUL

1 - La structure se compose de cinq éléments

- ① piédroit de gauche
- ② traverse de gauche
- ③ traverse de droite
- ④ piédroit de droite
- ⑤ pile intermédiaire

chaque élément comporte 11 sections numérotées de 1 à 11, équidistantes les unes des autres



2 - Les moments fléchissants et les efforts tranchants sont calculés pour 1m de largeur droite du pont droit équivalent.

3 - Dans les commentaires des tableaux p. 10 - 12 - 15 - 17 - 18, les chiffres en exposant (1), (2), (3), ont les significations suivantes :

- (1) valeur cumulée maximale précédente
- (2) valeur cumulée minimale précédente
- (3) valeur donnée par le tableau de la page précédente

4 - Dans les tableaux, les valeurs sont arrondies au millième. Il est donc normal qu'une différence portant sur ce chiffre intervienne parfois au cours des additions ou soustractions (Par exemple p.12 à la première ligne).

Valeurs des inconnues définies pièce 1.2 p. 10, calculées à l'aide des coefficients intermédiaires définis p. 20 à 39.

EFFET DE LA POUSSEE DES TERRES

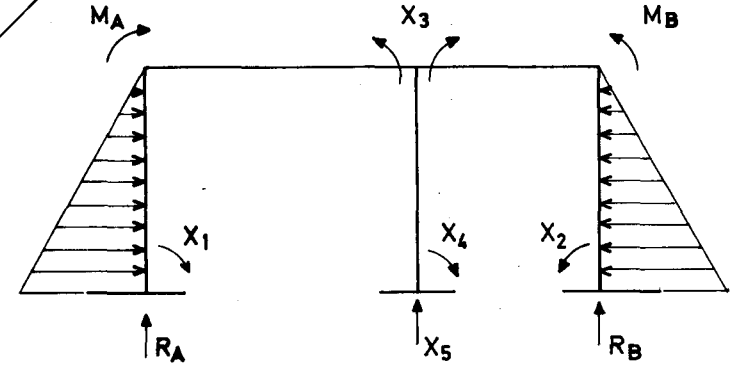
- les résultats sont donnés pour $k\gamma = 1$

INCONNUES HYPERSTATIQUES $x(1), x(2), x(3), x(4), x(5)$

-6.325	-2.608	5.129	-0.705	-2.015
--------	--------	-------	--------	--------

VALEURS DES MOMENTS M_A, M_B ET DES REACTIONS R_A, R_B

-8.296	-10.910	0.797	1.218
--------	---------	-------	-------



MOMENTS FLECHISSANTS

SECTIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PIEDROIT DE GAUCHE	-6.325	0.865	7.607	13.454	17.957	20.670 *	21.145	18.933	13.587	4.660	-8.296
TRAVERSE DE GAUCHE	-8.296	-6.954	-5.611	-4.269	-2.926	-1.583	-0.241	1.102	2.444	3.787	5.129
TRAVERSE DE DROITE	5.129	3.525	1.921	0.318	-1.286	-2.890	-4.494	-6.098	-7.702	-9.306	-10.910
PIEDROIT DE DROITE	-10.910	0.781	9.042	14.255	16.800	17.058	15.412	12.240	7.926	2.849	-2.608

EFFORTS TRANCHANTS

SECTIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PIEDROIT DE GAUCHE	19.250	13.690	8.716	4.327	0.523	-2.696 *	-5.330	-7.378	-8.841	-9.719	-10.011
TRAVERSE DE GAUCHE	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797
TRAVERSE DE DROITE	-1.218	-1.218	-1.218	-1.218	-1.218	-1.218	-1.218	-1.218	-1.218	-1.218	-1.218
PIEDROIT DE DROITE	9.905	9.643	8.854	7.540	5.700	3.335	0.444	-2.972	-6.915	-11.382	-16.376

* voir p. 10 les efforts extrêmes cumulés dans la structure avec $K = 0.5$ et $K = 0.25$

Nota : les valeurs ci-dessous tiennent compte du poids spécifique du terrain γ et des 2 valeurs possibles de la poussée des terres K . Il en résulte 2 valeurs extrêmes du moment fléchissant et de l'effort tranchant sous les charges permanentes.

EFFORTS EXTREMES DANS LA STRUCTURE AVEC $K=0.50$ ET $K=0.25$

MOMENTS FLECHISSANTS MAXIMAUX

SECTIONS	1	2	3	4	5	6	7	$20.670 = 20.670^* \times 2 \times 0.5$			
PIEDROIT DE GAUCHE	-3.163	0.865	7.607	13.454	17.957	20.670	21.145	18.933	13.587	4.660	-4.148
TRAVERSE DE GAUCHE	-4.148	-3.477	-2.806	-2.134	-1.463	-0.792	-0.120	1.102	2.444	3.787	5.129
TRAVERSE DE DROITE	5.129	3.525	1.921	0.318	-0.643	-1.445	-2.247	-3.049	-3.851	-4.653	-5.455
PIEDROIT DE DROITE	-5.455	0.781	9.042	14.255	16.800	17.058	15.412	12.240	7.926	2.849	-1.304

MOMENTS FLECHISSANTS MINIMAUX

SECTIONS	1	2	3	4	5	6	7	$10.335 = 20.670^* \times 2 \times 0.25$			
PIEDROIT DE GAUCHE	-6.325	0.432	3.803	6.727	8.979	10.335	10.572	9.467	6.794	2.330	-8.296
TRAVERSE DE GAUCHE	-8.296	-6.954	-5.611	-4.269	-2.926	-1.583	-0.241	0.551	1.222	1.893	2.565
TRAVERSE DE DROITE	2.565	1.763	0.961	0.159	-1.286	-2.890	-4.494	-6.098	-7.702	-9.306	-10.910
PIEDROIT DE DROITE	-10.910	0.391	4.521	7.127	8.400	8.529	7.706	6.120	3.963	1.425	-2.608

EFFORTS TRANCHANTS MAXIMAUX

SECTIONS	1	2	3	4	5	6	7	$1.348 = -2.696^* \times 2 \times 0.25$			
PIEDROIT DE GAUCHE	19.250	13.690	8.716	4.327	0.523	-1.348	-2.665	-3.689	-4.420	-4.859	-5.006
TRAVERSE DE GAUCHE	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797	0.797
TRAVERSE DE DROITE	-0.609	-0.609	-0.609	-0.609	-0.609	-0.609	-0.609	-0.609	-0.609	-0.609	-0.609
PIEDROIT DE DROITE	9.905	9.643	8.854	7.540	5.700	3.335	0.444	-1.486	-3.457	-5.691	-8.188

EFFORTS TRANCHANTS MINIMAUX

SECTIONS	1	2	3	4	5	6	7	$2.696 = -2.696^* \times 2 \times 0.5$			
PIEDROIT DE GAUCHE	9.625	6.845	4.358	2.163	0.261	-2.696	-5.330	-7.378	-8.841	-9.719	-10.011
TRAVERSE DE GAUCHE	0.398	0.398	0.398	0.398	0.398	0.398	0.398	0.398	0.398	0.398	0.398
TRAVERSE DE DROITE	-1.218	-1.218	-1.218	-1.218	-1.218	-1.218	-1.218	-1.218	-1.218	-1.218	-1.218
PIEDROIT DE DROITE	4.953	4.821	4.427	3.770	2.850	1.668	0.222	-2.972	-6.915	-11.382	-16.376

les valeurs suivantes tiennent compte du poids des traverses et des superstructures, mais non des dalles de transition. Elles tiennent compte aussi du poids du remblai sur la traverse lorsqu'il en existe un.

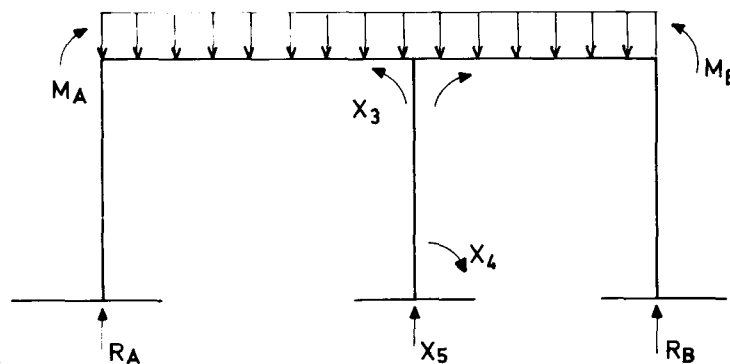
EFFET DES CHARGES PERMANENTES SUR LA TRAVERSE

INCONNUES HYPERSTATIQUES X(1) , X(2) , X(3) , X(4) , X(5)

0.614 4.796 -43.900 -2.461 31.134

VALEURS DES MOMENTS MA,MB ET DES REACTIONS RA,RB

-25.635 -17.397 14.654 10.288



MOMENTS FLECHISSANTS

SECTIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PIEDROIT DE GAUCHE	0.614	-2.011	-4.636	-7.261	-9.886	-12.511*	-15.135	-17.760	-20.385	-23.010	-25.635
TRAVERSE DE GAUCHE	-25.635	-3.596	13.140	24.572	30.701	31.526	27.048	17.266	2.181	-18.208	-43.900
TRAVERSE DE DROITE	-43.900	-26.671	-12.681	-1.931	5.579	9.849	10.880	8.670	3.221	-5.468	-17.397
PIEDROIT DE DROITE	-17.397	-15.178	-12.958	-10.739	-8.520	-6.300	-4.081	-1.862	0.358	2.577	4.796

EFFORTS TRANCHANTS

SECTIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PIEDROIT DE GAUCHE	-3.431	-3.431	-3.431	-3.431	-3.431	-3.431*	-3.431	-3.431	-3.431	-3.431	-3.431
TRAVERSE DE GAUCHE	14.654	11.506	8.359	5.211	2.064	-1.084	-4.232	-7.379	-10.527	-13.674	-16.822
TRAVERSE DE DROITE	14.313	11.853	9.393	6.933	4.473	2.012	-0.448	-2.908	-5.368	-7.828	-10.288
PIEDROIT DE DROITE	3.061	3.061	3.061	3.061	3.061	3.061	3.061	3.061	3.061	3.061	3.061

* voir efforts extrêmes cumulés dans la structure p. 12

Nota : voir p. 13, le cas où les 2 traverses sont d'épaisseurs différentes

EFFORTS EXTREMES CUMULES DANS LA STRUCTURE

(poussée des terres + charge permanente)

MOMENTS FLECHISSANTS MAXIMAUX											
SECTIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PIEDROIT DE GAUCHE	-2.549	-1.147	2.971	6.193	8.072	8.160	6.009	1.173	-6.798	-18.350	-29.783
TRAVERSE DE GAUCHE	-29.783	-7.073	10.334	22.438	29.237	30.734	26.927	18.367	4.625	-14.421	-38.771
TRAVERSE DE DROITE	-38.771	-23.145	-10.759	-1.613	4.936	8.404	8.633	5.621	-0.630	-10.121	-22.852
PIEDROIT DE DROITE	-22.852	-14.396	-3.916	3.516	8.280	10.758	11.331	10.379	8.284	5.426	3.492
						(1) 8.160 = 20.670 - 12.511 (3)					

MOMENTS FLECHISSANTS MINIMAUX											
SECTIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PIEDROIT DE GAUCHE	-5.712	-1.579	-0.833	-0.534	-0.907	-2.175	-4.563	-8.294	-13.592	-20.680	-33.931
TRAVERSE DE GAUCHE	-33.931	-10.550	7.529	20.303	27.774	29.942	26.807	17.817	3.403	-16.315	-41.335
TRAVERSE DE DROITE	-41.335	-24.908	-11.720	-1.772	4.293	6.959	6.386	2.572	-4.481	-14.774	-28.306
PIEDROIT DE DROITE	-28.306	-14.787	-8.437	-3.611	-0.120	2.229	3.625	4.259	4.321	4.002	2.188
						(2) - 2.175 = 10.335 - 12.511 (3)					

EFFORTS TRANCHANTS MAXIMAUX											
SECTIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PIEDROIT DE GAUCHE	15.819	10.259	5.285	0.895	-2.909	-4.774	-6.096	-7.120	-7.852	-8.291	-8.437
TRAVERSE DE GAUCHE	15.450	12.303	9.155	6.008	2.860	-0.267	-3.435	-6.582	-9.730	-12.877	-16.025
TRAVERSE DE DROITE	13.704	11.244	8.784	6.324	3.864	1.404	-1.057	-3.517	-5.977	-8.437	-10.897
PIEDROIT DE DROITE	12.967	12.704	11.915	10.601	8.762	6.396	3.505	1.575	-0.396	-2.630	-5.127
						(1) - 4.779 = - 1.348 - 3.431 (3)					

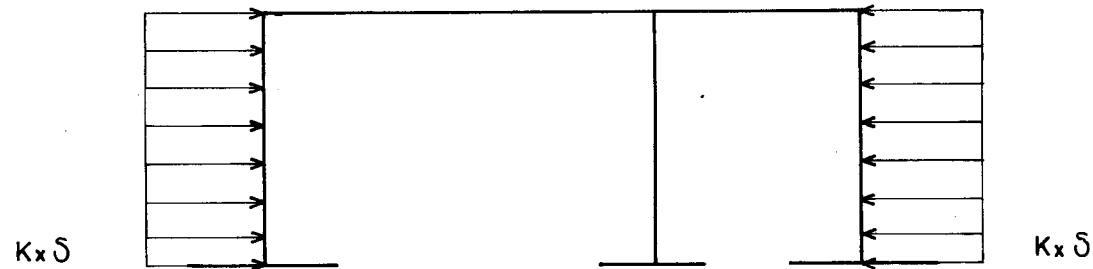
EFFORTS TRANCHANTS MINIMAUX											
SECTIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PIEDROIT DE GAUCHE	6.194	3.414	0.927	-1.268	-3.170	-6.127	-8.761	-10.809	-12.272	-13.150	-13.443
TRAVERSE DE GAUCHE	15.052	11.904	8.757	5.609	2.462	-0.686	-3.833	-6.981	-10.128	-13.276	-16.423
TRAVERSE DE DROITE	13.095	10.635	8.175	5.715	3.255	0.795	-1.665	-4.126	-6.586	-9.046	-11.506
PIEDROIT DE DROITE	8.014	7.882	7.488	6.831	5.911	4.729	3.283	0.089	-3.853	-8.321	-13.315
						(2) - 6.127 = - 2.696 - 3.431 (3)					

- REMARQUES

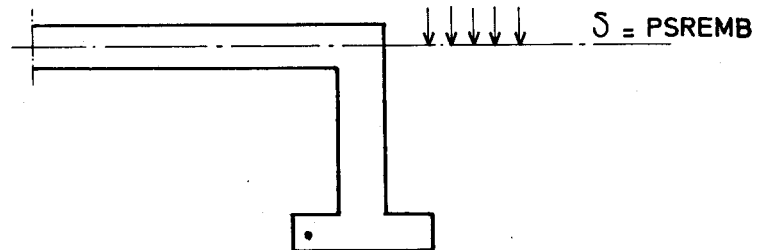
1 - Dans le cas où les 2 traverses n'ont pas la même épaisseur, ce qui peut se produire dans des cas particuliers et s'il y a un gousset au-dessus de l'appui intermédiaire, le calcul est fait en 2 temps :

- . 1 on considère une charge uniformément répartie sur les 2 traverses ($q = 2,5 \times E_{32} + Q_{SUP}$)
- . 2 on considère que la traverse de gauche reçoit des charges réparties supplémentaires ($q' = 2,5 \times (E_{31} - E_{32})$). Il faut donc OUVÉR 1 > OUVÉR 2. cf. commentaires du bordereau des données ($E_{31} \geq E_{32}$)

2 - Dans le cas d'un ouvrage sans dalle de transition et avec surcharges sur le remblai (en général $PSREMB = 1 \text{ T/m}^2$ - cf PIPO 74, pièce 2.2 § IV) nous aurions le cas de charge supplémentaire suivant :



Sur une première page, les résultats seraient donnés pour $K = 1$ (K étant le coefficient de poussée des terres) et pour une surcharge au niveau de la ligne moyenne des traverses

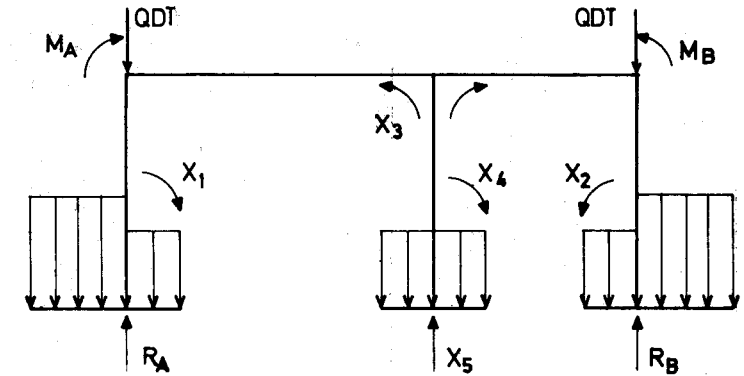


Sur la page suivante apparaîtraient "les efforts extrêmes cumulés dans la structure"; la poussée des terres due aux surcharges serait multipliée par les 2 coefficients de poussée $K = 0,25$, $K = 0,5$ et s'il y a lieu, par le coefficient réglementaire de pondération.

EFFET DU POIDS DES TERRES SUR LES SEMELLES

valeurs réelles

INCONNUES HYPERSTATIQUES X(1) , X(2) , X(3) , X(4) , X(5)					
-6.082	-5.005	-0.571	0.158	0.244	
VALEURS DES MOMENTS MA,MB ET DES REACTIONS RA,RB					
0.930	1.469	-0.089	-0.155		



MOMENTS FLECHISSANTS

SECTIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PIEDROIT DE GAUCHE	-6.082	-5.381	-4.680	-3.979	-3.277	-2.576*	-1.875	-1.174	-0.473	0.228	0.930
TRAVERSE DE GAUCHE	0.930	0.779	0.629	0.479	0.329	0.179	0.029	-0.121	-0.271	-0.421	-0.571
TRAVERSE DE DROITE	-0.571	-0.367	-0.163	0.041	0.245	0.449	0.653	0.857	1.061	1.265	1.469
PIEDROIT DE DROITE	1.469	0.821	0.174	-0.473	-1.121	-1.768	-2.415	-3.063	-3.710	-4.357	-5.005

EFFORTS TRANCHANTS

SECTIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PIEDROIT DE GAUCHE	0.917	0.917	0.917	0.917	0.917	0.917*	0.917	0.917	0.917	0.917	0.917
TRAVERSE DE GAUCHE	-0.089	-0.089	-0.089	-0.089	-0.089	-0.089	-0.089	-0.089	-0.089	-0.089	-0.089
TRAVERSE DE DROITE	0.155	0.155	0.155	0.155	0.155	0.155	0.155	0.155	0.155	0.155	0.155
PIEDROIT DE DROITE	-0.893	-0.893	-0.893	-0.893	-0.893	-0.893	-0.893	-0.893	-0.893	-0.893	-0.893

* voir efforts cumulés dans la structure p.15

Cette page donne les efforts créés par le poids des terres sur les semelles, les réactions des dalles de transition (QDT) ainsi que les surcharges sur les remblais extérieurs (PSRFMB) et intérieurs (QREMI). Ces surcharges sont considérées comme des surcharges civiles (pondérées par 1,2) et ne sont prises en compte que si leur effet est défavorable.

EFFORTS EXTRÊMES CUMULÉS DANS LA STRUCTURE

(poussée des terres + charges permanentes + poids des terres sur les semelles + réaction des dalles de transition).

MOMENTS FLECHISSANTS MAXIMAUX											
SECTIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PIEDROIT DE GAUCHE	-8.631	-6.527	-1.709	2.214	4.794	5.583	4.134	-0.001	-7.271	-18.122	-28.854
TRAVERSE DE GAUCHE	-28.854	-6.293	10.964	22.917	29.567	30.913	26.956	18.247	4.354	-14.842	-39.342
TRAVERSE DE DROITE	-39.342	-23.512	-10.922	-1.572	5.181	8.853	9.285	6.478	0.431	-8.856	-21.383
PIEDROIT DE DROITE	-21.383	-13.575	-3.742	3.043	7.160	8.990	8.915	7.316	4.574	1.069	-1.512
						$5.583 = 8.160^{(1)} - 2.576^{(3)}$					
MOMENTS FLECHISSANTS MINIMAUX											
SECTIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PIEDROIT DE GAUCHE	-11.794	-6.960	-5.512	-4.513	-4.184	-4.752	-6.438	-9.468	-14.064	-20.452	-33.002
TRAVERSE DE GAUCHE	-33.002	-9.770	8.158	20.783	28.104	30.122	26.836	17.696	3.132	-16.735	-41.906
TRAVERSE DE DROITE	-41.906	-25.275	-11.883	-1.731	4.538	7.408	7.038	3.429	-3.420	-13.509	-26.838
PIEDROIT DE DROITE	-26.838	-13.966	-8.263	-4.085	-1.240	0.461	1.209	1.196	0.611	-0.356	-2.817
						$-4.752 = -2.175^{(2)} - 2.576^{(3)}$					
EFFORTS TRANCHANTS MAXIMAUX											
SECTIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PIEDROIT DE GAUCHE	16.735	11.176	6.201	1.812	-1.992	-3.863	-5.179	-6.204	-6.935	-7.374	-7.520
TRAVERSE DE GAUCHE	15.361	12.214	9.066	5.919	2.771	-0.376	-3.524	-6.671	-9.819	-12.966	-16.114
TRAVERSE DE DROITE	13.859	11.399	8.939	6.479	4.018	1.558	-0.902	-3.362	-5.822	-8.282	-10.742
PIEDROIT DE DROITE	12.074	11.811	11.022	9.708	7.869	5.503	2.612	0.682	-1.289	-3.523	-6.020
						$-3.863 = -4.779^{(1)} + 0.917^{(3)}$					
EFFORTS TRANCHANTS MINIMAUX											
SECTIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PIEDROIT DE GAUCHE	7.110	4.330	1.843	-0.351	-2.253	-5.211	-7.844	-9.893	-11.356	-12.233	-12.526
TRAVERSE DE GAUCHE	14.963	11.815	8.668	5.520	2.373	-0.775	-3.922	-7.070	-10.217	-13.365	-16.512
TRAVERSE DE DROITE	13.250	10.790	8.330	5.870	3.410	0.949	-1.511	-3.971	-6.431	-8.891	-11.351
PIEDROIT DE DROITE	7.121	6.990	6.595	5.938	5.019	3.836	2.390	-0.804	-4.746	-9.214	-14.208
						$-5.211 = -6.127^{(2)} + 0.917^{(3)}$					

E = module d'élasticité différé du béton E_v

K = coefficient de variation linéaire du béton (il est noté Q en pièces 1.2 et 2.2)

 EFFET DES VARIATIONS LINEAIRES - E*K=100T/M2

INCONNUES HYPERSTATIQUES X(1) , X(2) , X(3) , X(4) , X(5)
 0.364 0.279 0.348 -0.011 -0.135

VALEURS DES MOMENTS MA,MB ET DES REACTIONS RA,RB
 -0.641 -0.661 0.059 0.077

MOMENTS FLECHISSANTS

SECTIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PIEDROIT DE GAUCHE	0.364	0.264	0.163	0.063	-0.038	-0.138*	-0.239	-0.339	-0.440	-0.540	-0.641
TRAVERSE DE GAUCHE	-0.641	-0.542	-0.443	-0.344	-0.245	-0.146	-0.047	0.052	0.150	0.249	0.348
TRAVERSE DE DROITE	0.348	0.247	0.146	0.045	-0.056	-0.157	-0.258	-0.359	-0.460	-0.561	-0.661
PIEDROIT DE DROITE	-0.661	-0.567	-0.473	-0.379	-0.285	-0.191	-0.097	-0.003	0.091	0.185	0.279

Valeurs réelles
 pour
 EK = 100 t/m2

EFFORTS TRANCHANTS

SECTIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PIEDROIT DE GAUCHE	-0.131	-0.131	-0.131	-0.131	-0.131	-0.131*	-0.131	-0.131	-0.131	-0.131	-0.131
TRAVERSE DE GAUCHE	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059
TRAVERSE DE DROITE	-0.077	-0.077	-0.077	-0.077	-0.077	-0.077	-0.077	-0.077	-0.077	-0.077	-0.077
PIEDROIT DE DROITE	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130	0.130

* voir p. 17 les efforts extrêmes cumulés dans la structure.

Pour les moments fléchissants dus à ces phénomènes on retient la plus défavorable des 2 combinaisons { RACCOUR
 ALONG

les valeurs des variables RACCOUR et ALONG sont extraites du fascicule 61 titre VI article 4.

Dans le cas traité les variables RACCOUR et ALONG ont pour valeur 200 T/m² (qui seront pris en compte avec respectivement les signes - et +)

(poussée des terres + charges permanente + poids des terres sur les semelles + réaction des dalles de transition + effet des variations linéaires)

EFFORTS EXTREMES CUMULES DANS LA STRUCTURE

MOMENTS FLECHISSANTS MAXIMAUX

SECTIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PIEDROIT DE GAUCHE	-7.902	-6.000	-1.382	2.340	4.870	5.860	4.612	0.677	-6.391	-17.041	-27.572
TRAVERSE DE GAUCHE	-27.572	-5.209	11.850	23.605	30.057	31.206	27.051	18.350	4.655	-14.343	-38.645
TRAVERSE DE DROITE	-38.645	-23.017	-10.630	-1.482	5.292	9.166	9.801	7.195	1.350	-7.735	-20.060
PIEDROIT DE DROITE	-20.060	-12.440	-2.795	3.801	7.730	9.373	9.110	7.323	4.755	1.439	-0.955

$$5.860 = 5.583 - \left(-0.138 \times \frac{200}{100}\right)$$

MOMENTS FLECHISSANTS MINIMAUX

SECTIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PIEDROIT DE GAUCHE	-12.522	-7.487	-5.839	-4.638	-4.260	-5.028	-6.916	-10.146	-14.944	-21.532	-34.283
TRAVERSE DE GAUCHE	-34.283	-10.854	7.272	20.094	27.613	29.829	26.741	17.593	2.831	-17.234	-42.603
TRAVERSE DE DROITE	-42.603	-25.769	-12.176	-1.822	4.426	7.095	6.523	2.712	-4.339	-14.630	-28.161
PIEDROIT DE DROITE	-28.161	-15.101	-9.210	-4.844	-1.811	0.078	1.015	1.189	0.429	-0.725	-3.374

$$-5.028 = -4.752 - \left(0.138 \times \frac{200}{100}\right)$$

EFFORTS TRANCHANTS MAXIMAUX

SECTIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PIEDROIT DE GAUCHE	16.998	11.438	6.464	2.075	-1.729	-3.600	-4.917	-5.941	-6.672	-7.111	-7.258
TRAVERSE DE GAUCHE	15.479	12.331	9.184	6.036	2.889	-0.259	-3.406	-6.554	-9.701	-12.849	-15.996
TRAVERSE DE DROITE	14.012	11.552	9.092	6.632	4.172	1.712	-0.748	-3.208	-5.669	-8.129	-10.589
PIEDROIT DE DROITE	12.333	12.070	11.282	9.968	8.128	5.763	2.872	0.942	-1.030	-3.263	-5.760

$$-3.600 = -3.863 - \left(-0.131 \times \frac{200}{100}\right)$$

EFFORTS TRANCHANTS MINIMAUX

SECTIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PIEDROIT DE GAUCHE	6.847	4.068	1.580	-0.614	-2.516	-5.474	-8.107	-10.155	-11.618	-12.496	-12.789
TRAVERSE DE GAUCHE	14.846	11.698	8.550	5.403	2.255	-0.892	-4.040	-7.187	-10.335	-13.482	-16.630
TRAVERSE DE DROITE	13.096	10.636	8.176	5.716	3.256	0.796	-1.664	-4.124	-6.584	-9.044	-11.504
PIEDROIT DE DROITE	6.862	6.730	6.336	5.679	4.759	3.576	2.131	-1.063	-5.006	-9.473	-14.467

$$-5.474 = -5.211 - \left(0.131 \times \frac{200}{100}\right)$$

cette page reprend les résultats de la page précédente

 * RECAPITULATION DES EFFORTS EXTRÊMES DANS LA STRUCTURE *
 * SOUS L'EFFET DES CHARGES PERMANENTES *

MOMENTS FLECHISSANTS MAXIMAUX

PIEDROIT DE GAUCHE	-7.902	-6.000	-1.382	2.340	4.870	-5.860	4.612	0.677	-6.391	-17.041	-27.572
TRAVERSE DE GAUCHE	-27.572	-5.209	11.850	23.605	30.057	31.206	27.051	18.350	4.655	-14.343	-38.645
TRAVERSE DE DROITE	-38.645	-23.017	-10.630	-1.482	5.292	9.166	9.801	7.195	1.350	-7.735	-20.060
PIEDROIT DE DROITE	-20.060	-12.440	-2.795	3.801	7.730	9.373	9.110	7.323	4.755	1.439	-0.955

MOMENTS FLECHISSANTS MINIMAUX

PIEDROIT DE GAUCHE	-12.522	-7.487	-5.839	-4.638	-4.260	-5.028	-6.916	-10.146	-14.944	-21.532	-34.283
TRAVERSE DE GAUCHE	-34.283	-10.854	7.272	20.094	27.613	29.829	26.741	17.593	2.831	-17.234	-42.603
TRAVERSE DE DROITE	-42.603	-25.769	-12.176	-1.822	4.426	7.095	6.523	2.712	-4.339	-14.630	-28.161
PIEDROIT DE DROITE	-28.161	-15.101	-9.210	-4.844	-1.811	0.078	1.015	1.189	0.429	-0.725	-3.374

EFFORTS TRANCHANTS MAXIMAUX

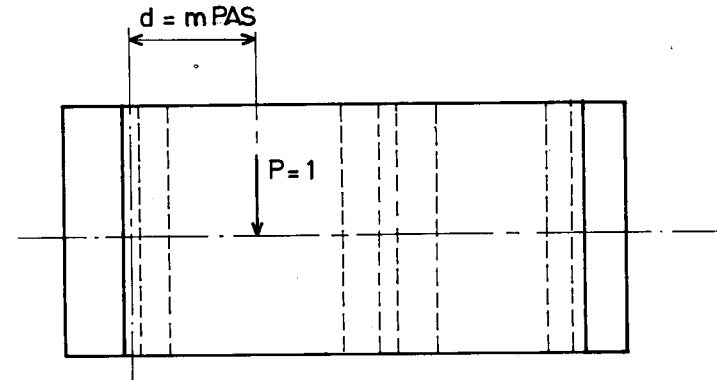
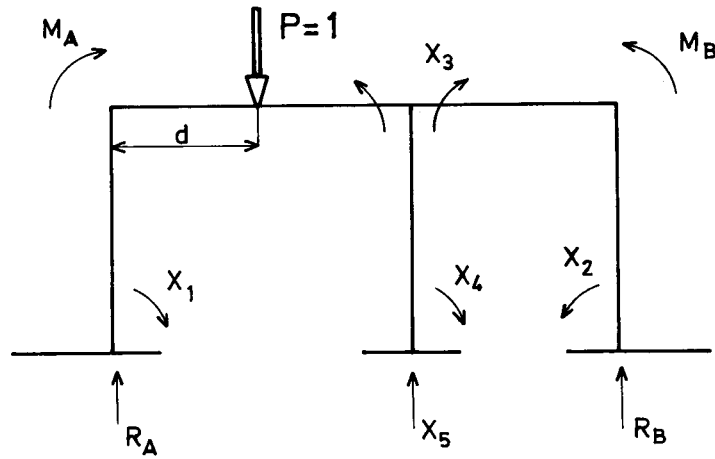
PIEDROIT DE GAUCHE	16.998	11.438	6.464	2.075	-1.729	-3.600	-4.917	-5.941	-6.672	-7.111	-7.258
TRAVERSE DE GAUCHE	15.479	12.331	9.184	6.036	2.889	-0.259	-3.406	-6.554	-9.701	-12.849	-15.996
TRAVERSE DE DROITE	14.012	11.552	9.092	6.632	4.172	1.712	-0.748	-3.208	-5.669	-8.129	-10.589
PIEDROIT DE DROITE	12.333	12.070	11.282	9.968	8.128	5.763	2.872	0.942	-1.030	-3.263	-5.760

EFFORTS TRANCHANTS MINIMAUX

PIEDROIT DE GAUCHE	6.847	4.068	1.580	-0.614	-2.516	-5.474	-8.107	-10.155	-11.618	-12.496	-12.789
TRAVERSE DE GAUCHE	14.846	11.698	8.550	5.403	2.255	-0.892	-4.040	-7.187	-10.335	-13.482	-16.630
TRAVERSE DE DROITE	13.096	10.636	8.176	5.716	3.256	0.796	-1.664	-4.124	-6.584	-9.044	-11.504
PIEDROIT DE DROITE	6.862	6.730	6.336	5.679	4.759	3.576	2.131	-1.063	-5.006	-9.473	-14.467

Lignes d'influence des inconnues hyperstatiques X_1, X_2, X_3, X_4, X_5 ,
 des moments M_A, M_B , des réactions R_A, R_B , des moments fléchissants
 et des efforts tranchants dans la structure

Une charge unité se déplace sur le tablier dans le sens longitudinal. La distance d , de son point d'application
 au plan moyen du piédroit de gauche mesurée parallèlement, à l'axe du pont est un multiple entier m du pas :
 $d = m \times \text{PAS}$ (ici $\text{PAS} = 0,50 \text{ m}$).



LIGNES D'INFLUENCE DES INCONNUES HYPERSTATIQUES X(1),X(2),X(3),X(4),X(5)

ET LIGNES D'INFLUENCE DES MOMENTS MA,MB ET DES REACTIONS RA,RB

ABSCISSE DE LA CHARGE	INCONNUES HYPERSTATIQUES X(1),X(2),X(3),X(4),X(5)					MOMENTS MA ET MB		REACTIONS RA ET RB	
0.0	0.019	0.004	0.001	-0.004	-0.001	0.002	-0.009	1.000	0.001
0.50	-0.005	0.053	-0.058	-0.050	0.018	-0.217	-0.093	0.980	0.003
1.00	-0.028	0.096	-0.126	-0.093	0.039	-0.412	-0.166	0.958	0.003
1.50	-0.049	0.135	-0.202	-0.131	0.065	-0.583	-0.227	0.934	0.002
2.00	-0.069	0.170	-0.285	-0.166	0.093	-0.732	-0.278	0.908	-0.001
2.50	-0.087	0.200	-0.373	-0.196	0.124	-0.859	-0.318	0.880	-0.004
3.00	-0.104	0.226	-0.465	-0.223	0.157	-0.966	-0.348	0.852	-0.009
3.50	-0.119	0.247	-0.560	-0.246	0.193	-1.053	-0.369	0.822	-0.014
4.00	-0.133	0.265	-0.657	-0.266	0.231	-1.122	-0.383	0.790	-0.021
4.50	-0.145	0.279	-0.755	-0.283	0.270	-1.174	-0.388	0.758	-0.028
5.00	-0.155	0.290	-0.852	-0.296	0.311	-1.210	-0.387	0.725	-0.035
5.50	-0.164	0.298	-0.947	-0.306	0.353	-1.231	-0.379	0.690	-0.043
6.00	-0.172	0.302	-1.039	-0.313	0.395	-1.237	-0.366	0.656	-0.051
6.50	-0.178	0.304	-1.127	-0.318	0.439	-1.231	-0.348	0.620	-0.059
7.00	-0.182	0.302	-1.210	-0.320	0.482	-1.213	-0.326	0.585	-0.067
7.50	-0.186	0.299	-1.286	-0.319	0.526	-1.184	-0.300	0.549	-0.075
8.00	-0.187	0.293	-1.354	-0.316	0.569	-1.145	-0.271	0.513	-0.082
8.50	-0.188	0.284	-1.414	-0.310	0.612	-1.098	-0.240	0.477	-0.089
9.00	-0.187	0.274	-1.464	-0.303	0.654	-1.043	-0.207	0.441	-0.095
9.50	-0.184	0.262	-1.502	-0.293	0.696	-0.981	-0.174	0.405	-0.101
10.00	-0.181	0.249	-1.528	-0.281	0.735	-0.914	-0.140	0.370	-0.105
10.50	-0.176	0.234	-1.540	-0.268	0.773	-0.843	-0.106	0.335	-0.109
11.00	-0.169	0.217	-1.537	-0.253	0.810	-0.768	-0.074	0.302	-0.111
11.50	-0.161	0.200	-1.518	-0.237	0.844	-0.690	-0.043	0.268	-0.112

I	12.00I	-0.152	0.182	-1.482	-0.219	0.875I	-0.612	-0.015I	0.236	-0.111I
I	12.50I	-0.142	0.163	-1.428	-0.200	0.904I	-0.533	0.010I	0.205	-0.109I
I	13.00I	-0.131	0.144	-1.354	-0.179	0.930I	-0.455	0.032I	0.175	-0.105I
I	13.50I	-0.118	0.124	-1.259	-0.158	0.953I	-0.379	0.049I	0.147	-0.099I
I	14.00I	-0.104	0.105	-1.143	-0.136	0.972I	-0.307	0.061I	0.119	-0.091I
I	14.50I	-0.088	0.085	-1.003	-0.113	0.987I	-0.238	0.067I	0.094	-0.081I
I	15.00I	-0.072	0.066	-0.839	-0.090	0.998I	-0.174	0.067I	0.070	-0.069I
I	15.50I	-0.054	0.047	-0.649	-0.066	1.005I	-0.116	0.060I	0.048	-0.054I
I	16.00I	-0.035	0.029	-0.432	-0.042	1.008I	-0.066	0.045I	0.029	-0.036I
I	16.50I	-0.015	0.012	-0.188	-0.017	1.005I	-0.024	0.022I	0.011	-0.016I
I	16,85	0.007	-0.005	-0.065	0.007	0.997I	0.009	-0.011I	-0.004	0.007I
I	17.00I	0.029	-0.020	-0.262	0.032	0.984I	0.032	-0.052I	-0.017	0.033I
I	17.50I	0.052	-0.034	-0.431	0.056	0.966I	0.046	-0.101I	-0.028	0.062I
I	18.00I	0.075	-0.047	-0.574	0.080	0.944I	0.052	-0.156I	-0.037	0.094I
I	18.50I	0.099	-0.058	-0.692	0.103	0.917I	0.050	-0.217I	-0.044	0.127I
I	19.00I	0.123	-0.068	-0.786	0.125	0.886I	0.042	-0.281I	-0.049	0.163I
I	19.50I	0.146	-0.077	-0.859	0.146	0.852I	0.029	-0.347I	-0.053	0.200I
I	20.00I	0.168	-0.085	-0.910	0.166	0.815I	0.011	-0.414I	-0.055	0.239I
I	20.50I	0.189	-0.091	-0.943	0.184	0.775I	-0.010	-0.480I	-0.055	0.280I
I	21.00I	0.209	-0.095	-0.959	0.200	0.733I	-0.035	-0.544I	-0.055	0.322I
I	21.50I	0.227	-0.098	-0.958	0.215	0.689I	-0.061	-0.605I	-0.053	0.364I
I	22.00I	0.242	-0.100	-0.943	0.228	0.643I	-0.088	-0.661I	-0.051	0.408I
I	22.50I	0.256	-0.099	-0.915	0.238	0.596I	-0.116	-0.711I	-0.047	0.452I
I	23.00I	0.267	-0.098	-0.875	0.245	0.548I	-0.143	-0.754I	-0.043	0.496I
I	23.50I	0.275	-0.094	-0.825	0.250	0.499I	-0.169	-0.787I	-0.039	0.540I
I	24.00I	0.279	-0.089	-0.767	0.252	0.450I	-0.192	-0.811I	-0.034	0.584I
I	24.50I	0.281	-0.082	-0.702	0.251	0.401I	-0.212	-0.822I	-0.029	0.628I
I	25.00I	0.278	-0.073	-0.631	0.246	0.353I	-0.228	-0.821I	-0.024	0.671I
I	25.50I	0.271	-0.063	-0.556	0.238	0.305I	-0.239	-0.805I	-0.019	0.714I
I	26.00I	0.259	-0.050	-0.479	0.226	0.259I	-0.243	-0.773I	-0.014	0.755I
I	26.50I	0.243	-0.036	-0.401	0.211	0.214I	-0.242	-0.724I	-0.009	0.795I
I	27.00I	0.221	-0.020	-0.323	0.191	0.171I	-0.232	-0.657I	-0.005	0.834I

lorsque la charge passe au droit de la pile intermédiaire $X_5=1, X_1, X_2, X_3, X_4=0$ ceci du fait qu'il n'est pas tenu compte du tassement de la pile.

I	I										
I	28.00	0.194	-0.001	-0.247	0.166	0.131	-0.214	-0.569	-0.002	0.871	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	28.50	0.162	0.019	-0.175	0.137	0.093	-0.187	-0.461	0.001	0.906	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	29.00	0.123	0.042	-0.107	0.104	0.058	-0.149	-0.329	0.002	0.939	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	29.50	0.078	0.066	-0.047	0.065	0.027	-0.100	-0.173	0.003	0.970	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	30.00	0.026	0.093	0.006	0.021	-0.001	-0.039	0.008	0.003	0.998	I
I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
I	30.02	0.024	0.094	0.008	0.019	-0.002	-0.037	0.016	0.003	0.999	I

cette valeur correspondant au cas où la charge se trouve au droit du plan moyen du piédroit de droite. La distance d est alors égale à :

$$\left[\text{OUVER 1} + \text{OUVER 2} + \frac{1}{2} (E_{21} + E_{22}) \right] \times \frac{1}{\sin \phi}$$

Cette valeur n'est pas en général un multiple du pas

LIGNES D'INFLUENCE DES MOMENTS FLECHISSANTS DANS LES DIVERSES SECTIONS DU PIEDROIT DE GAUCHE (charge sur la traverse)

SECTIONS	X ₁										MA
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,00	0.019	0.018	0.016	0.014	0.012	0.011	0.009	0.007	0.005	0.004	0.002
0,50	-0.005	-0.026	-0.048	-0.069	-0.090	-0.111	-0.132	-0.154	-0.175	-0.196	-0.217
1,00	-0.028	-0.066	-0.105	-0.143	-0.182	-0.220	-0.258	-0.297	-0.335	-0.374	-0.412
1,50	-0.049	-0.103	-0.156	-0.210	-0.263	-0.316	-0.370	-0.423	-0.476	-0.530	-0.583
2,00	-0.069	-0.135	-0.202	-0.268	-0.334	-0.400	-0.467	-0.533	-0.599	-0.665	-0.732
2,50	-0.087	-0.164	-0.242	-0.319	-0.396	-0.473	-0.550	-0.627	-0.705	-0.782	-0.859
3,00	-0.104	-0.190	-0.276	-0.362	-0.449	-0.535	-0.621	-0.707	-0.793	-0.879	-0.966
3,50	-0.119	-0.212	-0.306	-0.399	-0.493	-0.586	-0.679	-0.773	-0.866	-0.960	-1.053
4,00	-0.133	-0.232	-0.330	-0.429	-0.528	-0.627	-0.726	-0.825	-0.924	-1.023	-1.122
4,50	-0.145	-0.248	-0.350	-0.453	-0.556	-0.659	-0.762	-0.865	-0.968	-1.071	-1.174
5,00	-0.155	-0.261	-0.366	-0.472	-0.577	-0.683	-0.788	-0.894	-0.999	-1.104	-1.210
5,50	-0.164	-0.271	-0.377	-0.484	-0.591	-0.697	-0.804	-0.911	-1.017	-1.124	-1.231
6,00	-0.172	-0.278	-0.385	-0.491	-0.598	-0.705	-0.811	-0.918	-1.024	-1.131	-1.237
6,50	-0.178	-0.283	-0.388	-0.494	-0.599	-0.704	-0.810	-0.915	-1.021	-1.126	-1.231
7,00	-0.182	-0.285	-0.389	-0.492	-0.595	-0.698	-0.801	-0.904	-1.007	-1.110	-1.213
7,50	-0.186	-0.285	-0.385	-0.485	-0.585	-0.685	-0.785	-0.885	-0.984	-1.084	-1.184
8,00	-0.187	-0.283	-0.379	-0.475	-0.571	-0.666	-0.762	-0.858	-0.954	-1.050	-1.145
8,50	-0.188	-0.279	-0.370	-0.461	-0.552	-0.643	-0.734	-0.825	-0.916	-1.007	-1.098
9,00	-0.187	-0.272	-0.358	-0.444	-0.529	-0.615	-0.701	-0.786	-0.872	-0.957	-1.043
9,50	-0.184	-0.264	-0.344	-0.424	-0.503	-0.583	-0.663	-0.742	-0.822	-0.902	-0.981
10,00	-0.181	-0.254	-0.327	-0.401	-0.474	-0.547	-0.621	-0.694	-0.768	-0.841	-0.914
10,50	-0.176	-0.242	-0.309	-0.376	-0.442	-0.509	-0.576	-0.643	-0.709	-0.776	-0.843
11,00	-0.169	-0.229	-0.289	-0.349	-0.409	-0.468	-0.528	-0.588	-0.648	-0.708	-0.768
11,50	-0.161	-0.214	-0.267	-0.320	-0.373	-0.426	-0.479	-0.532	-0.585	-0.638	-0.690
12,00	-0.152	-0.198	-0.244	-0.290	-0.336	-0.382	-0.428	-0.474	-0.520	-0.566	-0.612
12,50	-0.142	-0.181	-0.220	-0.259	-0.299	-0.338	-0.377	-0.416	-0.455	-0.494	-0.533
13,00	-0.131	-0.163	-0.195	-0.228	-0.260	-0.293	-0.325	-0.358	-0.390	-0.423	-0.455

13,50	-0.118	-0.144	-0.170	-0.196	-0.222	-0.249	-0.275	-0.301	-0.327	-0.353	-0.379
14,00	-0.104	-0.124	-0.144	-0.164	-0.185	-0.205	-0.225	-0.246	-0.266	-0.286	-0.307
14,50	-0.088	-0.103	-0.118	-0.133	-0.148	-0.163	-0.178	-0.193	-0.208	-0.223	-0.238
15,00	-0.072	-0.082	-0.092	-0.102	-0.113	-0.123	-0.133	-0.143	-0.153	-0.164	-0.174
15,50	-0.054	-0.060	-0.066	-0.073	-0.079	-0.085	-0.091	-0.098	-0.104	-0.110	-0.116
16,00	-0.035	-0.038	-0.041	-0.044	-0.047	-0.050	-0.054	-0.057	-0.060	-0.063	-0.066
16,50	-0.015	-0.016	-0.017	-0.018	-0.018	-0.019	-0.020	-0.021	-0.022	-0.023	-0.024
17,00	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.008	0.008	0.008	0.008	0.009	0.009
17,50	0.029	0.029	0.029	0.030	0.030	0.030	0.031	0.031	0.031	0.031	0.032
18,00	0.052	0.051	0.051	0.050	0.049	0.049	0.048	0.048	0.047	0.046	0.046
18,50	0.075	0.073	0.071	0.068	0.066	0.064	0.061	0.059	0.056	0.054	0.052
19,00	0.099	0.094	0.089	0.084	0.080	0.075	0.070	0.065	0.060	0.055	0.050
19,50	0.123	0.115	0.107	0.099	0.091	0.083	0.074	0.066	0.058	0.050	0.042
20,00	0.146	0.134	0.122	0.111	0.099	0.087	0.076	0.064	0.052	0.041	0.029
20,50	0.168	0.152	0.137	0.121	0.105	0.090	0.074	0.058	0.043	0.027	0.011
21,00	0.189	0.169	0.149	0.129	0.109	0.089	0.069	0.050	0.030	0.010	-0.010
21,50	0.209	0.184	0.160	0.136	0.111	0.087	0.063	0.038	0.014	-0.010	-0.035
22,00	0.227	0.198	0.169	0.140	0.112	0.083	0.054	0.025	-0.003	-0.032	-0.061
22,50	0.242	0.209	0.176	0.143	0.110	0.077	0.044	0.011	-0.022	-0.055	-0.088
23,00	0.256	0.219	0.182	0.144	0.107	0.070	0.033	-0.005	-0.042	-0.079	-0.116
23,50	0.267	0.226	0.185	0.144	0.103	0.062	0.021	-0.020	-0.061	-0.102	-0.143
24,00	0.275	0.230	0.186	0.142	0.097	0.053	0.009	-0.036	-0.080	-0.125	-0.169
24,50	0.279	0.232	0.185	0.138	0.091	0.044	-0.003	-0.051	-0.098	-0.145	-0.192
25,00	0.281	0.231	0.182	0.133	0.084	0.034	-0.015	-0.064	-0.113	-0.163	-0.212
25,50	0.278	0.227	0.177	0.126	0.076	0.025	-0.026	-0.076	-0.127	-0.177	-0.228
26,00	0.271	0.220	0.169	0.118	0.067	0.016	-0.035	-0.086	-0.137	-0.188	-0.239
26,50	0.259	0.209	0.159	0.108	0.058	0.008	-0.042	-0.093	-0.143	-0.193	-0.243
27,00	0.243	0.194	0.146	0.097	0.049	0.001	-0.048	-0.096	-0.145	-0.193	-0.242
27,50	0.221	0.176	0.131	0.085	0.040	-0.005	-0.051	-0.096	-0.141	-0.187	-0.232
28,00	0.194	0.153	0.113	0.072	0.031	-0.010	-0.051	-0.092	-0.132	-0.173	-0.214
28,50	0.162	0.127	0.092	0.057	0.022	-0.013	-0.047	-0.082	-0.117	-0.152	-0.187
29,00	0.123	0.096	0.068	0.041	0.014	-0.013	-0.040	-0.067	-0.095	-0.122	-0.149
29,50	0.078	0.060	0.042	0.024	0.006	-0.011	-0.029	-0.047	-0.065	-0.082	-0.100
30,00	0.026	0.019	0.013	0.006	-0.000	-0.007	-0.013	-0.020	-0.026	-0.033	-0.039

Charge



LIGNES D'INFLUENCE DES MOMENTS FLECHISSANTS DANS LES DIVERSES SECTIONS DE LA TRAVERSE DE GAUCHE

SECTION	M_A										X_3
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
0,00	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.001	0.001
0,50	-0.217	0.249	0.215	0.180	0.146	0.112	0.078	0.044	0.010	-0.024	-0.058
1,00	-0.412	0.517	0.445	0.374	0.302	0.231	0.159	0.088	0.017	-0.055	-0.126
1,50	-0.583	0.805	0.693	0.581	0.469	0.357	0.245	0.133	0.021	-0.090	-0.202
2,00	-0.732	0.798	0.958	0.802	0.647	0.492	0.336	0.181	0.026	-0.130	-0.285
2,50	-0.859	0.625	1.238	1.037	0.835	0.634	0.433	0.231	0.030	-0.172	-0.373
3,00	-0.966	0.469	1.534	1.285	1.035	0.785	0.535	0.285	0.035	-0.215	-0.465
3,50	-1.053	0.331	1.715	1.545	1.244	0.943	0.643	0.342	0.041	-0.259	-0.560
4,00	-1.122	0.209	1.541	1.817	1.464	1.110	0.757	0.403	0.050	-0.304	-0.657
4,50	-1.174	0.103	1.380	2.102	1.694	1.286	0.878	0.470	0.061	-0.347	-0.755
5,00	-1.210	0.011	1.232	2.398	1.933	1.469	1.005	0.541	0.077	-0.387	-0.852
5,50	-1.231	-0.067	1.096	2.259	2.183	1.661	1.140	0.618	0.096	-0.425	-0.947
6,00	-1.237	-0.133	0.972	2.077	2.442	1.862	1.282	0.702	0.121	-0.459	-1.039
6,50	-1.231	-0.186	0.860	1.905	2.710	2.071	1.431	0.792	0.152	-0.487	-1.127
7,00	-1.213	-0.228	0.757	1.743	2.728	2.289	1.589	0.889	0.190	-0.510	-1.210
7,50	-1.184	-0.259	0.665	1.590	2.515	2.515	1.755	0.995	0.234	-0.526	-1.286
8,00	-1.145	-0.281	0.583	1.447	2.311	2.750	1.929	1.108	0.287	-0.534	-1.354
8,50	-1.098	-0.295	0.509	1.312	2.115	2.919	2.112	1.231	0.349	-0.532	-1.414
9,00	-1.043	-0.300	0.443	1.186	1.929	2.672	2.305	1.363	0.421	-0.522	-1.464
9,50	-0.981	-0.298	0.384	1.067	1.750	2.433	2.506	1.504	0.502	-0.500	-1.502
10,00	-0.914	-0.291	0.333	0.957	1.580	2.204	2.718	1.656	0.595	-0.466	-1.528
10,50	-0.843	-0.277	0.288	0.853	1.418	1.984	2.549	1.819	0.700	-0.420	-1.540
11,00	-0.768	-0.260	0.248	0.756	1.264	1.772	2.280	1.994	0.817	-0.360	-1.537
11,50	-0.690	-0.238	0.214	0.666	1.118	1.570	2.023	2.180	0.947	-0.286	-1.518
12,00	-0.612	-0.214	0.184	0.582	0.980	1.378	1.776	2.174	1.092	-0.195	-1.482
12,50	-0.533	-0.188	0.158	0.503	0.849	1.194	1.540	1.885	1.251	-0.089	-1.428
13,00	-0.455	-0.160	0.135	0.430	0.725	1.020	1.315	1.610	1.426	0.036	-1.354

13,50	-0.379	-0.132	0.115	0.361	0.608	0.855	1.102	1.349	1.596	0.179	-1.259
14,00	-0.307	-0.105	0.096	0.298	0.499	0.700	0.902	1.103	1.304	0.341	-1.143
14,50	-0.238	-0.079	0.079	0.238	0.396	0.555	0.713	0.872	1.030	0.524	-1.003
15,00	-0.174	-0.055	0.063	0.182	0.300	0.419	0.537	0.656	0.774	0.728	-0.839
15,50	-0.116	-0.035	0.047	0.129	0.211	0.292	0.374	0.456	0.537	0.619	-0.649
16,00	-0.066	-0.018	0.031	0.079	0.127	0.176	0.224	0.272	0.321	0.369	-0.432
16,50	-0.024	-0.005	0.013	0.032	0.050	0.069	0.087	0.106	0.124	0.143	-0.188
17,00	0.009	0.001	-0.006	-0.013	-0.021	-0.028	-0.036	-0.043	-0.050	-0.058	-0.065
17,50	0.032	0.002	-0.027	-0.056	-0.086	-0.115	-0.145	-0.174	-0.203	-0.233	-0.262
18,00	0.046	-0.002	-0.050	-0.097	-0.145	-0.193	-0.241	-0.288	-0.336	-0.384	-0.431
18,50	0.052	-0.011	-0.074	-0.136	-0.199	-0.261	-0.324	-0.387	-0.449	-0.512	-0.574
19,00	0.050	-0.024	-0.098	-0.173	-0.247	-0.321	-0.395	-0.469	-0.544	-0.618	-0.692
19,50	0.042	-0.040	-0.123	-0.206	-0.289	-0.372	-0.455	-0.538	-0.621	-0.703	-0.786
20,00	0.029	-0.060	-0.148	-0.237	-0.326	-0.415	-0.503	-0.592	-0.681	-0.770	-0.859
20,50	0.011	-0.081	-0.173	-0.265	-0.357	-0.450	-0.542	-0.634	-0.726	-0.818	-0.910
21,00	-0.010	-0.103	-0.197	-0.290	-0.383	-0.477	-0.570	-0.663	-0.757	-0.850	-0.943
21,50	-0.035	-0.127	-0.219	-0.312	-0.404	-0.497	-0.589	-0.681	-0.774	-0.866	-0.959
22,00	-0.061	-0.151	-0.240	-0.330	-0.420	-0.509	-0.599	-0.689	-0.779	-0.868	-0.958
22,50	-0.088	-0.174	-0.259	-0.345	-0.430	-0.516	-0.601	-0.686	-0.772	-0.857	-0.943
23,00	-0.116	-0.196	-0.276	-0.356	-0.436	-0.515	-0.595	-0.675	-0.755	-0.835	-0.915
23,50	-0.143	-0.216	-0.290	-0.363	-0.436	-0.509	-0.582	-0.655	-0.729	-0.802	-0.875
24,00	-0.169	-0.235	-0.300	-0.366	-0.431	-0.497	-0.563	-0.628	-0.694	-0.760	-0.825
24,50	-0.192	-0.250	-0.307	-0.365	-0.422	-0.480	-0.537	-0.595	-0.652	-0.709	-0.767
25,00	-0.212	-0.261	-0.310	-0.359	-0.408	-0.457	-0.506	-0.555	-0.604	-0.653	-0.702
25,50	-0.228	-0.268	-0.308	-0.349	-0.389	-0.429	-0.470	-0.510	-0.550	-0.591	-0.631
26,00	-0.239	-0.270	-0.302	-0.334	-0.366	-0.397	-0.429	-0.461	-0.493	-0.525	-0.556
26,50	-0.243	-0.267	-0.291	-0.314	-0.338	-0.361	-0.385	-0.408	-0.432	-0.456	-0.479
27,00	-0.242	-0.258	-0.273	-0.289	-0.305	-0.321	-0.337	-0.353	-0.369	-0.385	-0.401
27,50	-0.232	-0.241	-0.250	-0.259	-0.268	-0.278	-0.287	-0.296	-0.305	-0.314	-0.323
28,00	-0.214	-0.217	-0.221	-0.224	-0.227	-0.231	-0.234	-0.237	-0.241	-0.244	-0.247
28,50	-0.187	-0.186	-0.184	-0.183	-0.182	-0.181	-0.180	-0.178	-0.177	-0.176	-0.175
29,00	-0.149	-0.145	-0.141	-0.137	-0.132	-0.128	-0.124	-0.120	-0.116	-0.112	-0.107
29,50	-0.100	-0.095	-0.090	-0.084	-0.079	-0.073	-0.068	-0.063	-0.057	-0.052	-0.047
30,00	-0.039	-0.035	-0.030	-0.026	-0.021	-0.017	-0.012	-0.007	-0.003	0.002	0.006

LIGNES D'INFLUENCE DES MOMENTS FLECHISSANTS DANS LES DIVERSES SECTIONS DE LA TRAVERSE DE DROITE

SECTIONS	X_3										M_B
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,00	0.001	0.000	-0.001	-0.002	-0.003	-0.004	-0.005	-0.006	-0.007	-0.008	-0.009
0,50	-0.058	-0.062	-0.065	-0.069	-0.072	-0.076	-0.079	-0.083	-0.086	-0.090	-0.093
1,00	-0.126	-0.130	-0.134	-0.138	-0.142	-0.146	-0.150	-0.154	-0.158	-0.162	-0.166
1,50	-0.202	-0.205	-0.207	-0.210	-0.212	-0.215	-0.217	-0.220	-0.222	-0.225	-0.227
2,00	-0.285	-0.284	-0.283	-0.283	-0.282	-0.281	-0.281	-0.280	-0.279	-0.278	-0.278
2,50	-0.373	-0.367	-0.362	-0.356	-0.351	-0.345	-0.340	-0.334	-0.329	-0.323	-0.318
3,00	-0.465	-0.453	-0.442	-0.430	-0.418	-0.406	-0.395	-0.383	-0.371	-0.360	-0.348
3,50	-0.560	-0.541	-0.522	-0.503	-0.484	-0.465	-0.446	-0.427	-0.408	-0.388	-0.369
4,00	-0.657	-0.630	-0.602	-0.575	-0.547	-0.520	-0.492	-0.465	-0.438	-0.410	-0.383
4,50	-0.755	-0.718	-0.681	-0.645	-0.608	-0.571	-0.535	-0.498	-0.462	-0.425	-0.388
5,00	-0.852	-0.805	-0.759	-0.712	-0.666	-0.619	-0.573	-0.526	-0.480	-0.433	-0.387
5,50	-0.947	-0.890	-0.833	-0.777	-0.720	-0.663	-0.606	-0.550	-0.493	-0.436	-0.379
6,00	-1.039	-0.972	-0.904	-0.837	-0.770	-0.703	-0.635	-0.568	-0.501	-0.434	-0.366
6,50	-1.127	-1.049	-0.971	-0.893	-0.816	-0.738	-0.660	-0.582	-0.504	-0.426	-0.348
7,00	-1.210	-1.121	-1.033	-0.945	-0.856	-0.768	-0.679	-0.591	-0.503	-0.414	-0.326
7,50	-1.286	-1.187	-1.089	-0.990	-0.892	-0.793	-0.694	-0.596	-0.497	-0.399	-0.300
8,00	-1.354	-1.246	-1.138	-1.029	-0.921	-0.813	-0.705	-0.596	-0.488	-0.380	-0.271
8,50	-1.414	-1.297	-1.179	-1.062	-0.944	-0.827	-0.710	-0.592	-0.475	-0.357	-0.240
9,00	-1.464	-1.338	-1.212	-1.087	-0.961	-0.836	-0.710	-0.584	-0.459	-0.333	-0.207
9,50	-1.502	-1.369	-1.236	-1.103	-0.971	-0.838	-0.705	-0.572	-0.439	-0.307	-0.174
10,00	-1.528	-1.389	-1.250	-1.111	-0.973	-0.834	-0.695	-0.556	-0.417	-0.279	-0.140
10,50	-1.540	-1.396	-1.253	-1.110	-0.966	-0.823	-0.680	-0.536	-0.393	-0.250	-0.106
11,00	-1.537	-1.391	-1.244	-1.098	-0.952	-0.806	-0.659	-0.513	-0.367	-0.220	-0.074
11,50	-1.518	-1.371	-1.223	-1.076	-0.928	-0.781	-0.633	-0.486	-0.338	-0.191	-0.043
12,00	-1.482	-1.336	-1.189	-1.042	-0.895	-0.749	-0.602	-0.455	-0.309	-0.162	-0.015
12,50	-1.428	-1.284	-1.140	-0.997	-0.853	-0.709	-0.565	-0.421	-0.277	-0.134	0.010
13,00	-1.354	-1.216	-1.077	-0.938	-0.800	-0.661	-0.523	-0.384	-0.245	-0.107	0.032

13,50	-1.259	-1.129	-0.998	-0.867	-0.736	-0.605	-0.475	-0.344	-0.213	-0.082	0.049
14,00	-1.143	-1.022	-0.902	-0.782	-0.661	-0.541	-0.421	-0.300	-0.180	-0.060	0.061
14,50	-1.003	-0.896	-0.789	-0.682	-0.575	-0.468	-0.361	-0.254	-0.147	-0.040	0.067
15,00	-0.839	-0.748	-0.658	-0.567	-0.476	-0.386	-0.295	-0.205	-0.114	-0.024	0.067
15,50	-0.649	-0.578	-0.507	-0.436	-0.365	-0.295	-0.224	-0.153	-0.082	-0.011	0.060
16,00	-0.432	-0.385	-0.337	-0.289	-0.242	-0.194	-0.146	-0.098	-0.051	-0.003	0.045
16,50	-0.188	-0.167	-0.146	-0.125	-0.104	-0.083	-0.062	-0.041	-0.020	0.001	0.022
17,00	-0.065	0.076	0.066	0.057	0.047	0.037	0.028	0.018	0.008	-0.001	-0.011
17,50	-0.262	0.344	0.300	0.256	0.212	0.168	0.124	0.080	0.036	-0.008	-0.052
18,00	-0.431	0.637	0.555	0.473	0.391	0.309	0.227	0.145	0.063	-0.019	-0.101
18,50	-0.574	0.619	0.830	0.706	0.583	0.460	0.337	0.213	0.090	-0.033	-0.156
19,00	-0.692	0.457	1.123	0.956	0.788	0.621	0.453	0.286	0.118	-0.049	-0.217
19,50	-0.786	0.316	1.419	1.221	1.006	0.792	0.577	0.363	0.148	-0.066	-0.281
20,00	-0.859	0.194	1.248	1.500	1.236	0.972	0.709	0.445	0.181	-0.083	-0.347
20,50	-0.910	0.091	1.093	1.794	1.479	1.163	0.848	0.532	0.217	-0.098	-0.414
21,00	-0.943	0.005	0.953	1.902	1.732	1.364	0.995	0.626	0.258	-0.111	-0.480
21,50	-0.959	-0.065	0.828	1.722	1.997	1.574	1.150	0.727	0.303	-0.121	-0.544
22,00	-0.958	-0.121	0.717	1.554	2.273	1.794	1.314	0.834	0.354	-0.125	-0.605
22,50	-0.943	-0.163	0.617	1.397	2.178	2.023	1.486	0.949	0.413	-0.124	-0.661
23,00	-0.915	-0.192	0.530	1.252	1.974	2.262	1.668	1.073	0.478	-0.117	-0.711
23,50	-0.875	-0.211	0.453	1.117	1.781	2.445	1.858	1.205	0.552	-0.101	-0.754
24,00	-0.825	-0.219	0.386	0.992	1.598	2.203	2.058	1.346	0.635	-0.076	-0.787
24,50	-0.767	-0.219	0.328	0.876	1.423	1.971	2.267	1.498	0.728	-0.041	-0.811
25,00	-0.702	-0.212	0.278	0.768	1.258	1.748	2.237	1.659	0.832	0.005	-0.822
25,50	-0.631	-0.198	0.235	0.668	1.101	1.534	1.967	1.831	0.947	0.063	-0.821
26,00	-0.556	-0.179	0.198	0.575	0.952	1.329	1.706	2.015	1.075	0.135	-0.805
26,50	-0.479	-0.157	0.166	0.488	0.811	1.133	1.456	1.778	1.216	0.221	-0.773
27,00	-0.401	-0.131	0.138	0.408	0.677	0.947	1.217	1.486	1.370	0.323	-0.724
27,50	-0.323	-0.104	0.114	0.333	0.551	0.770	0.988	1.207	1.425	0.441	-0.657
28,00	-0.247	-0.077	0.092	0.262	0.432	0.601	0.771	0.941	1.110	0.578	-0.569
28,50	-0.175	-0.051	0.072	0.195	0.319	0.442	0.565	0.689	0.812	0.733	-0.461
29,00	-0.107	-0.028	0.052	0.132	0.212	0.291	0.371	0.451	0.531	0.611	-0.329
29,50	-0.047	-0.007	0.032	0.071	0.111	0.150	0.189	0.228	0.268	0.307	-0.173
30,00	0.006	0.008	0.011	0.013	0.015	0.017	0.019	0.021	0.023	0.025	0.008

LIGNES D'INFLUENCE DES MOMENTS FLECHISSANTS DANS LES DIVERSES SECTIONS DU PIEDROIT DE DROITE

SECTIONS	M_B										X_2
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,00	-0.009	-0.007	-0.006	-0.005	-0.004	-0.002	-0.001	0.000	0.002	0.003	0.004
0,50	-0.093	-0.079	-0.064	-0.050	-0.035	-0.020	-0.006	0.009	0.023	0.038	0.053
1,00	-0.166	-0.140	-0.114	-0.087	-0.061	-0.035	-0.009	0.018	0.044	0.070	0.096
1,50	-0.227	-0.191	-0.155	-0.119	-0.082	-0.046	-0.010	0.027	0.063	0.099	0.135
2,00	-0.278	-0.233	-0.188	-0.143	-0.099	-0.054	-0.009	0.036	0.080	0.125	0.170
2,50	-0.318	-0.266	-0.214	-0.162	-0.111	-0.059	-0.007	0.045	0.096	0.148	0.200
3,00	-0.348	-0.291	-0.233	-0.176	-0.119	-0.061	-0.004	0.053	0.111	0.168	0.226
3,50	-0.369	-0.308	-0.246	-0.184	-0.123	-0.061	0.001	0.062	0.124	0.186	0.247
4,00	-0.383	-0.318	-0.253	-0.188	-0.124	-0.059	0.006	0.071	0.136	0.200	0.265
4,50	-0.388	-0.321	-0.255	-0.188	-0.121	-0.054	0.012	0.079	0.146	0.213	0.279
5,00	-0.387	-0.319	-0.252	-0.184	-0.116	-0.048	0.019	0.087	0.155	0.222	0.290
5,50	-0.379	-0.312	-0.244	-0.176	-0.109	-0.041	0.027	0.095	0.162	0.230	0.298
6,00	-0.366	-0.299	-0.233	-0.166	-0.099	-0.032	0.035	0.102	0.168	0.235	0.302
6,50	-0.348	-0.283	-0.218	-0.153	-0.087	-0.022	0.043	0.108	0.173	0.238	0.304
7,00	-0.326	-0.263	-0.200	-0.137	-0.075	-0.012	0.051	0.114	0.177	0.240	0.302
7,50	-0.300	-0.240	-0.180	-0.120	-0.061	-0.001	0.059	0.119	0.179	0.239	0.299
8,00	-0.271	-0.215	-0.158	-0.102	-0.046	0.011	0.067	0.123	0.180	0.236	0.293
8,50	-0.240	-0.188	-0.135	-0.083	-0.030	0.022	0.075	0.127	0.179	0.232	0.284
9,00	-0.207	-0.159	-0.111	-0.063	-0.015	0.033	0.082	0.130	0.178	0.226	0.274
9,50	-0.174	-0.130	-0.087	-0.043	0.001	0.044	0.088	0.131	0.175	0.219	0.262
10,00	-0.140	-0.101	-0.062	-0.023	0.016	0.054	0.093	0.132	0.171	0.210	0.249
10,50	-0.106	-0.072	-0.038	-0.004	0.030	0.064	0.098	0.132	0.166	0.200	0.234
11,00	-0.074	-0.045	-0.016	0.013	0.043	0.072	0.101	0.130	0.159	0.188	0.217
11,50	-0.043	-0.019	0.005	0.030	0.054	0.078	0.103	0.127	0.151	0.176	0.200
12,00	-0.015	0.005	0.024	0.044	0.064	0.083	0.103	0.123	0.143	0.162	0.182
12,50	0.010	0.025	0.041	0.056	0.071	0.087	0.102	0.117	0.133	0.148	0.163
13,00	0.032	0.043	0.054	0.065	0.077	0.088	0.099	0.110	0.122	0.133	0.144

13,50	0.049	0.056	0.064	0.071	0.079	0.087	0.094	0.102	0.109	0.117	0.124
14,00	0.061	0.065	0.070	0.074	0.078	0.083	0.087	0.092	0.096	0.100	0.105
14,50	0.067	0.069	0.071	0.072	0.074	0.076	0.078	0.080	0.082	0.083	0.085
15,00	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066
15,50	0.060	0.059	0.057	0.056	0.055	0.053	0.052	0.051	0.050	0.048	0.047
16,00	0.045	0.043	0.042	0.040	0.039	0.037	0.035	0.034	0.032	0.031	0.029
16,50	0.022	0.021	0.020	0.019	0.018	0.017	0.016	0.015	0.014	0.013	0.012
17,00	-0.011	-0.010	-0.010	-0.009	-0.008	-0.008	-0.007	-0.007	-0.006	-0.005	-0.005
17,50	-0.052	-0.049	-0.046	-0.042	-0.039	-0.036	-0.033	-0.030	-0.026	-0.023	-0.020
18,00	-0.101	-0.094	-0.088	-0.081	-0.074	-0.068	-0.061	-0.054	-0.047	-0.041	-0.034
18,50	-0.156	-0.145	-0.134	-0.124	-0.113	-0.102	-0.091	-0.080	-0.069	-0.058	-0.047
19,00	-0.217	-0.201	-0.185	-0.169	-0.153	-0.138	-0.122	-0.106	-0.090	-0.074	-0.058
19,50	-0.281	-0.259	-0.238	-0.217	-0.196	-0.175	-0.153	-0.132	-0.111	-0.090	-0.068
20,00	-0.347	-0.320	-0.293	-0.266	-0.239	-0.212	-0.185	-0.158	-0.131	-0.104	-0.077
20,50	-0.414	-0.381	-0.348	-0.315	-0.282	-0.249	-0.216	-0.183	-0.150	-0.118	-0.085
21,00	-0.480	-0.441	-0.402	-0.363	-0.324	-0.285	-0.246	-0.207	-0.168	-0.130	-0.091
21,50	-0.544	-0.499	-0.454	-0.409	-0.365	-0.320	-0.275	-0.230	-0.185	-0.140	-0.095
22,00	-0.605	-0.554	-0.504	-0.453	-0.402	-0.352	-0.301	-0.250	-0.200	-0.149	-0.098
22,50	-0.661	-0.605	-0.549	-0.493	-0.437	-0.380	-0.324	-0.268	-0.212	-0.156	-0.100
23,00	-0.711	-0.650	-0.589	-0.528	-0.467	-0.405	-0.344	-0.283	-0.222	-0.161	-0.099
23,50	-0.754	-0.688	-0.623	-0.557	-0.491	-0.426	-0.360	-0.294	-0.229	-0.163	-0.098
24,00	-0.787	-0.718	-0.649	-0.579	-0.510	-0.441	-0.371	-0.302	-0.233	-0.163	-0.094
24,50	-0.811	-0.739	-0.666	-0.594	-0.522	-0.450	-0.378	-0.305	-0.233	-0.161	-0.089
25,00	-0.822	-0.748	-0.674	-0.600	-0.526	-0.452	-0.378	-0.304	-0.230	-0.156	-0.082
25,50	-0.821	-0.746	-0.671	-0.597	-0.522	-0.447	-0.372	-0.298	-0.223	-0.148	-0.073
26,00	-0.805	-0.731	-0.657	-0.582	-0.508	-0.434	-0.360	-0.285	-0.211	-0.137	-0.063
26,50	-0.773	-0.701	-0.629	-0.556	-0.484	-0.412	-0.339	-0.267	-0.195	-0.123	-0.050
27,00	-0.724	-0.656	-0.587	-0.518	-0.449	-0.380	-0.311	-0.242	-0.174	-0.105	-0.036
27,50	-0.657	-0.593	-0.529	-0.466	-0.402	-0.338	-0.274	-0.211	-0.147	-0.083	-0.020
28,00	-0.569	-0.513	-0.456	-0.399	-0.342	-0.285	-0.228	-0.172	-0.115	-0.058	-0.001
28,50	-0.461	-0.413	-0.365	-0.317	-0.269	-0.221	-0.173	-0.125	-0.077	-0.029	0.019
29,00	-0.329	-0.292	-0.255	-0.218	-0.181	-0.144	-0.107	-0.070	-0.033	0.005	0.042
29,50	-0.173	-0.149	-0.125	-0.101	-0.077	-0.053	-0.030	-0.006	0.018	0.042	0.066
30,00	0.008	0.017	0.025	0.034	0.042	0.051	0.059	0.067	0.076	0.084	0.093

LIGNES D'INFLUENCE DES EFFORTS TRANCHANTS DANS LES DIVERSES SECTIONS DU PIEDROIT DE GAUCHE

SECTIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,00	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
0,50	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028
1,00	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050	-0.050
1,50	-0.070	-0.070	-0.070	-0.070	-0.070	-0.070	-0.070	-0.070	-0.070	-0.070	-0.070
2,00	-0.087	-0.087	-0.087	-0.087	-0.087	-0.087	-0.087	-0.087	-0.087	-0.087	-0.087
2,50	-0.101	-0.101	-0.101	-0.101	-0.101	-0.101	-0.101	-0.101	-0.101	-0.101	-0.101
3,00	-0.113	-0.113	-0.113	-0.113	-0.113	-0.113	-0.113	-0.113	-0.113	-0.113	-0.113
3,50	-0.122	-0.122	-0.122	-0.122	-0.122	-0.122	-0.122	-0.122	-0.122	-0.122	-0.122
4,00	-0.129	-0.129	-0.129	-0.129	-0.129	-0.129	-0.129	-0.129	-0.129	-0.129	-0.129
4,50	-0.135	-0.135	-0.135	-0.135	-0.135	-0.135	-0.135	-0.135	-0.135	-0.135	-0.135
5,00	-0.138	-0.138	-0.138	-0.138	-0.138	-0.138	-0.138	-0.138	-0.138	-0.138	-0.138
5,50	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139
6,00	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139	-0.139
6,50	-0.138	-0.138	-0.138	-0.138	-0.138	-0.138	-0.138	-0.138	-0.138	-0.138	-0.138
7,00	-0.135	-0.135	-0.135	-0.135	-0.135	-0.135	-0.135	-0.135	-0.135	-0.135	-0.135
7,50	-0.131	-0.131	-0.131	-0.131	-0.131	-0.131	-0.131	-0.131	-0.131	-0.131	-0.131
8,00	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125	-0.125
8,50	-0.119	-0.119	-0.119	-0.119	-0.119	-0.119	-0.119	-0.119	-0.119	-0.119	-0.119
9,00	-0.112	-0.112	-0.112	-0.112	-0.112	-0.112	-0.112	-0.112	-0.112	-0.112	-0.112
9,50	-0.104	-0.104	-0.104	-0.104	-0.104	-0.104	-0.104	-0.104	-0.104	-0.104	-0.104
10,00	-0.096	-0.096	-0.096	-0.096	-0.096	-0.096	-0.096	-0.096	-0.096	-0.096	-0.096
10,50	-0.087	-0.087	-0.087	-0.087	-0.087	-0.087	-0.087	-0.087	-0.087	-0.087	-0.087
11,00	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078	-0.078
11,50	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069	-0.069
12,00	-0.060	-0.060	-0.060	-0.060	-0.060	-0.060	-0.060	-0.060	-0.060	-0.060	-0.060
12,50	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051
13,00	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042

LIGNES D'INFLUENCE DES EFFORTS TRANCHANTS DANS LES DIVERSES SECTIONS DE LA TRAVERSE DE GAUCHE

SECTIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,00	1.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000	-0.000
0,50	0.980	-0.020	-0.020	-0.020	-0.020	-0.020	-0.020	-0.020	-0.020	-0.020	-0.020
1,00	0.958	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042	-0.042
1,50	0.934	-0.066	-0.066	-0.066	-0.066	-0.066	-0.066	-0.066	-0.066	-0.066	-0.066
2,00	0.908	0.908	-0.092	-0.092	-0.092	-0.092	-0.092	-0.092	-0.092	-0.092	-0.092
2,50	0.880	0.880	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120	-0.120
3,00	0.852	0.852	-0.148	-0.148	-0.148	-0.148	-0.148	-0.148	-0.148	-0.148	-0.148
3,50	0.822	0.822	0.822	-0.178	-0.178	-0.178	-0.178	-0.178	-0.178	-0.178	-0.178
4,00	0.790	0.790	0.790	-0.210	-0.210	-0.210	-0.210	-0.210	-0.210	-0.210	-0.210
4,50	0.758	0.758	0.758	-0.242	-0.242	-0.242	-0.242	-0.242	-0.242	-0.242	-0.242
5,00	0.725	0.725	0.725	-0.275	-0.275	-0.275	-0.275	-0.275	-0.275	-0.275	-0.275
5,50	0.690	0.690	0.690	0.690	-0.310	-0.310	-0.310	-0.310	-0.310	-0.310	-0.310
6,00	0.656	0.656	0.656	0.656	-0.344	-0.344	-0.344	-0.344	-0.344	-0.344	-0.344
6,50	0.620	0.620	0.620	0.620	-0.380	-0.380	-0.380	-0.380	-0.380	-0.380	-0.380
7,00	0.585	0.585	0.585	0.585	0.585	-0.415	-0.415	-0.415	-0.415	-0.415	-0.415
7,50	0.549	0.549	0.549	0.549	0.549	-0.451	-0.451	-0.451	-0.451	-0.451	-0.451
8,00	0.513	0.513	0.513	0.513	0.513	-0.487	-0.487	-0.487	-0.487	-0.487	-0.487
8,50	0.477	0.477	0.477	0.477	0.477	0.477	-0.523	-0.523	-0.523	-0.523	-0.523
9,00	0.441	0.441	0.441	0.441	0.441	0.441	-0.559	-0.559	-0.559	-0.559	-0.559
9,50	0.405	0.405	0.405	0.405	0.405	0.405	-0.595	-0.595	-0.595	-0.595	-0.595
10,00	0.370	0.370	0.370	0.370	0.370	0.370	-0.630	-0.630	-0.630	-0.630	-0.630
10,50	0.335	0.335	0.335	0.335	0.335	0.335	0.335	-0.665	-0.665	-0.665	-0.665
11,00	0.302	0.302	0.302	0.302	0.302	0.302	0.302	-0.698	-0.698	-0.698	-0.698
11,50	0.268	0.268	0.268	0.268	0.268	0.268	0.268	-0.732	-0.732	-0.732	-0.732
12,00	0.236	0.236	0.236	0.236	0.236	0.236	0.236	0.236	-0.764	-0.764	-0.764
12,50	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	-0.795	-0.795	-0.795
13,00	0.175	0.175	0.175	0.175	0.175	0.175	0.175	0.175	-0.825	-0.825	-0.825

discontinuité l
quand la charge
passe par la section

13,50	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	0.147	-0.853	-0.853
14,00	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	0.119	-0.881	-0.881
14,50	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	-0.906	-0.906
15,00	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	0.070	-0.930	-0.930
15,50	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	0.048	-0.952
16,00	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	-0.971
16,50	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	-0.989
17,00	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004	-0.004
17,50	-0.017	-0.017	-0.017	-0.017	-0.017	-0.017	-0.017	-0.017	-0.017	-0.017	-0.017
18,00	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028	-0.028
18,50	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037	-0.037
19,00	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044	-0.044
19,50	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049	-0.049
20,00	-0.053	-0.053	-0.053	-0.053	-0.053	-0.053	-0.053	-0.053	-0.053	-0.053	-0.053
20,50	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055
21,00	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055
21,50	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055	-0.055
22,00	-0.053	-0.053	-0.053	-0.053	-0.053	-0.053	-0.053	-0.053	-0.053	-0.053	-0.053
22,50	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051	-0.051
23,00	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047	-0.047
23,50	-0.043	-0.043	-0.043	-0.043	-0.043	-0.043	-0.043	-0.043	-0.043	-0.043	-0.043
24,00	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039	-0.039
24,50	-0.034	-0.034	-0.034	-0.034	-0.034	-0.034	-0.034	-0.034	-0.034	-0.034	-0.034
25,00	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029	-0.029
25,50	-0.024	-0.024	-0.024	-0.024	-0.024	-0.024	-0.024	-0.024	-0.024	-0.024	-0.024
26,00	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019	-0.019
26,50	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014	-0.014
27,00	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009	-0.009
27,50	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005	-0.005
28,00	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
28,50	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
29,00	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
29,50	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003
30,00	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003	0.003

LIGNES D'INFLUENCE DES EFFORTS TRANCHANTS DANS LES DIVERSES SECTIONS DE LA TRAVERSE DE DROITE

SECTIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,00	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001	-0.001
0,50	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
1,00	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003	-0.003
1,50	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002	-0.002
2,00	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001	0.001
2,50	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004	0.004
3,00	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
3,50	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014
4,00	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021
4,50	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028
5,00	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035	0.035
5,50	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043	0.043
6,00	0.051	0.051	0.051	0.051	0.051	0.051	0.051	0.051	0.051	0.051	0.051
6,50	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059	0.059
7,00	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067	0.067
7,50	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075	0.075
8,00	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082	0.082
8,50	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089
9,00	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095	0.095
9,50	0.101	0.101	0.101	0.101	0.101	0.101	0.101	0.101	0.101	0.101	0.101
10,00	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105
10,50	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109
11,00	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111
11,50	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112	0.112
12,00	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111	0.111
12,50	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109	0.109
13,00	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105	0.105

13,50	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099	0.099
14,00	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091	0.091
14,50	0.081	0.081	0.081	0.081	0.081	0.081	0.081	0.081	0.081	0.081	0.081
15,00	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069	0.069
15,50	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
16,00	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036
16,50	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016	0.016
17,00	0.993	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007	-0.007
17,50	0.967	-0.033	-0.033	-0.033	-0.033	-0.033	-0.033	-0.033	-0.033	-0.033	-0.033
18,00	0.938	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062	-0.062
18,50	0.906	0.906	-0.094	-0.094	-0.094	-0.094	-0.094	-0.094	-0.094	-0.094	-0.094
19,00	0.873	0.873	-0.127	-0.127	-0.127	-0.127	-0.127	-0.127	-0.127	-0.127	-0.127
19,50	0.837	0.837	0.837	-0.163	-0.163	-0.163	-0.163	-0.163	-0.163	-0.163	-0.163
20,00	0.800	0.800	0.800	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200	-0.200
20,50	0.761	0.761	0.761	-0.239	-0.239	-0.239	-0.239	-0.239	-0.239	-0.239	-0.239
21,00	0.720	0.720	0.720	0.720	-0.280	-0.280	-0.280	-0.280	-0.280	-0.280	-0.280
21,50	0.678	0.678	0.678	0.678	-0.322	-0.322	-0.322	-0.322	-0.322	-0.322	-0.322
22,00	0.636	0.636	0.636	0.636	-0.364	-0.364	-0.364	-0.364	-0.364	-0.364	-0.364
22,50	0.592	0.592	0.592	0.592	0.592	-0.408	-0.408	-0.408	-0.408	-0.408	-0.408
23,00	0.548	0.548	0.548	0.548	0.548	-0.452	-0.452	-0.452	-0.452	-0.452	-0.452
23,50	0.504	0.504	0.504	0.504	0.504	0.504	-0.496	-0.496	-0.496	-0.496	-0.496
24,00	0.460	0.460	0.460	0.460	0.460	0.460	-0.540	-0.540	-0.540	-0.540	-0.540
24,50	0.416	0.416	0.416	0.416	0.416	0.416	-0.584	-0.584	-0.584	-0.584	-0.584
25,00	0.372	0.372	0.372	0.372	0.372	0.372	0.372	-0.628	-0.628	-0.628	-0.628
25,50	0.329	0.329	0.329	0.329	0.329	0.329	0.329	-0.671	-0.671	-0.671	-0.671
26,00	0.286	0.286	0.286	0.286	0.286	0.286	0.286	-0.714	-0.714	-0.714	-0.714
26,50	0.245	0.245	0.245	0.245	0.245	0.245	0.245	0.245	-0.755	-0.755	-0.755
27,00	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	0.205	-0.795	-0.795	-0.795
27,50	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	0.166	-0.834	-0.834
28,00	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129	0.129	-0.871	-0.871
28,50	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	0.094	-0.906	-0.906
29,00	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	0.061	-0.939
29,50	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	-0.970
30,00	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	-0.998

LIGNES D'INFLUENCE DES EFFORTS TRANCHANTS DANS LES DIVERSES SECTIONS DU PIEDROIT DE DROITE

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
0,00	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002	0.002
0,50	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020	0.020
1,00	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036	0.036
1,50	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050	0.050
2,00	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062	0.062
2,50	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071	0.071
3,00	0.079	0.079	0.079	0.079	0.079	0.079	0.079	0.079	0.079	0.079	0.079
3,50	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085	0.085
4,00	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089	0.089
4,50	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092
5,00	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
5,50	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093	0.093
6,00	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092	0.092
6,50	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090	0.090
7,00	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087	0.087
7,50	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083	0.083
8,00	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078	0.078
8,50	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072	0.072
9,00	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066	0.066
9,50	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060	0.060
10,00	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054	0.054
10,50	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047	0.047
11,00	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040	0.040
11,50	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034	0.034
12,00	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027
12,50	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021	0.021
13,00	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015

Efforts pour une tranche de 1 ml de largeur droite

MOMENTS FLECHISSANTS EXTRÊMES SOUS L'EFFET DES SURCHARGES CIVILES ET MILITAIRES

(Pondérés par le coefficient 1,2 ou 1)

SECTION	A(L)		BC		BT		CHAR		ME		EXC		TROTTOIRS	
	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN
PIEDROIT DE GAUCHE														
1- 1	3.00	-2.66	2.89	-2.32	2.35	-1.58	3.94	-2.75	2.71	-1.84	3.01	-2.53	0.09	-0.07
1- 2	2.53	-3.97	2.42	-3.51	1.95	-2.41	3.28	-4.16	2.25	-2.79	2.54	-3.80	0.07	-0.11
1- 3	2.06	-5.28	1.95	-4.70	1.56	-3.28	2.65	-5.64	1.81	-3.79	2.07	-5.07	0.06	-0.14
1- 4	1.59	-6.60	1.51	-5.89	1.21	-4.16	2.05	-7.13	1.40	-4.81	1.60	-6.35	0.05	-0.18
1- 5	1.30	-7.92	1.12	-7.07	0.93	-5.04	1.55	-8.65	1.08	-5.84	1.13	-7.63	0.03	-0.21
1- 6	0.90	-9.23	0.84	-8.26	0.74	-5.94	1.17	-10.16	0.85	-6.87	0.66	-8.91	0.02	-0.25
1- 7	0.66	-10.55	0.62	-9.45	0.62	-6.83	0.87	-11.67	0.70	-7.89	0.18	-10.18	0.01	-0.29
1- 8	0.50	-11.87	0.45	-10.64	0.53	-7.73	0.65	-13.19	0.59	-8.92	0.0	-11.46	0.01	-0.34
1- 9	0.40	-13.19	0.30	-11.83	0.47	-8.62	0.46	-14.70	0.51	-9.95	0.0	-12.74	0.01	-0.39
1- 10	0.34	-14.50	0.17	-13.11	0.42	-9.52	0.30	-16.21	0.45	-10.99	0.0	-14.02	0.01	-0.43
1- 11	0.29	-15.82	0.05	-14.61	0.38	-10.41	0.16	-17.74	0.40	-12.03	0.0	-15.30	0.00	-0.48
TRAVERSE DE GAUCHE														
2- 1	0.29	-15.82	0.05	-14.61	0.38	-10.41	0.16	-17.74	0.40	-12.03	0.0	-15.30	0.00	-0.48
2- 2	3.34	-3.90	5.62	-5.17	5.62	-2.50	5.18	-3.98	5.90	-2.86	1.20	-2.64	0.07	-0.14
2- 3	10.75	-3.27	14.61	-3.08	12.72	-2.60	17.72	-4.33	14.18	-2.99	11.90	-3.28	0.33	-0.09
2- 4	18.28	-4.04	21.61	-3.81	18.51	-3.08	27.23	-5.20	20.81	-3.55	20.25	-4.06	0.57	-0.11
2- 5	22.65	-4.81	25.43	-4.56	21.61	-3.67	32.87	-6.21	24.27	-4.24	25.06	-4.85	0.70	-0.14
2- 6	23.89	-5.59	26.60	-5.32	22.36	-4.34	34.44	-7.32	25.03	-5.00	26.41	-5.64	0.74	-0.16
2- 7	21.90	-6.36	24.61	-6.08	20.85	-5.04	31.84	-8.48	23.40	-5.82	24.23	-6.43	0.68	-0.18
2- 8	16.77	-7.13	20.07	-6.85	16.98	-5.78	25.25	-9.65	18.97	-6.65	18.56	-7.21	0.52	-0.20
2- 9	8.52	-7.91	12.61	-7.62	11.23	-6.52	15.28	-10.85	12.43	-7.51	9.44	-8.00	0.26	-0.22
2- 10	3.12	-11.41	3.14	-13.21	4.22	-7.27	2.88	-12.07	4.16	-8.38	0.0	-8.79	0.05	-0.39
2- 11	0.04	-22.07	0.06	-24.71	0.05	-12.97	0.0	-22.18	0.06	-14.98	0.0	-19.43	0.00	-0.81

- 10.16* = Min [- 9.23; - 8.26; - 5.94; - 10.16; -6.87; -8.91]

La charge de trottoirs sera cumulée avec la plus défavorable des charges de chaussée, y compris le convoi exceptionnel, ce qui est contraire aux prescriptions du fascicule 61 II du CPC, mais sans grande incidence.

1.17* = MAX [0.90; 0.84; 0.74; 1,17; 0.85; 0.66] est donc prépondérant dans cette section.

* Voir récapitulation des efforts extrêmes dans la structure sous l'effet des charges permanentes et des surcharges:p.44)
Les sollicitations dues aux surcharges incluent l'effet des surcharges sur les dalles de transition.

MOMENTS FLECHISSANTS EXTREMES SOUS L'EFFET DES SURCHARGES CIVILES ET MILITAIRES (pondérés par le coefficient 1.2 ou 1)

SECTION	A(L)		BC		BT		CHAR		ME		EXC		TROTTOIRS	
	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN
TRaverse DE DROITE														
3- 1	0.04	-22.07	0.06	-24.71	0.05	-12.97	0.0	-22.18	0.06	-14.98	0.0	-19.43	0.00	-0.81
3- 2	2.88	-18.47	3.78	-16.56	4.23	-11.76	2.96	-20.13	4.35	-13.60	0.25	-17.81	0.05	-0.54
3- 3	7.93	-14.72	11.05	-15.07	10.26	-10.56	13.05	-18.13	11.37	-12.21	7.99	-16.19	0.22	-0.46
3- 4	13.34	-13.27	15.89	-13.59	14.44	-9.37	20.58	-16.13	16.10	-10.83	13.51	-14.57	0.38	-0.41
3- 5	16.69	-11.82	19.32	-12.10	17.48	-8.20	25.39	-14.16	19.52	-9.50	16.91	-12.95	0.47	-0.37
3- 6	17.94	-10.37	20.42	-10.62	18.29	-7.07	27.18	-12.23	20.28	-8.19	18.15	-11.35	0.51	-0.32
3- 7	16.98	-8.92	19.48	-9.13	17.45	-6.00	25.79	-10.41	19.46	-6.95	17.20	-9.76	0.48	-0.28
3- 8	13.94	-7.47	16.49	-7.65	14.91	-5.04	21.52	-8.73	16.68	-5.83	14.12	-8.16	0.39	-0.23
3- 9	8.78	-6.02	11.71	-6.16	10.56	-4.25	14.22	-7.30	11.63	-4.91	8.86	-6.60	0.25	-0.19
3- 10	2.84	-4.62	4.67	-5.21	4.63	-3.66	4.35	-6.18	4.86	-4.23	1.59	-5.06	0.06	-0.16
3- 11	0.42	-9.37	0.22	-11.42	0.52	-6.89	0.41	-11.35	0.55	-7.91	0.0	-8.11	0.01	-0.33
PIEDROIT DE DROITE														
4- 1	0.42	-9.37	0.22	-11.42	0.52	-6.89	0.41	-11.35	0.55	-7.91	0.0	-8.11	0.01	-0.33
4- 2	0.46	-8.54	0.32	-10.07	0.54	-6.27	0.51	-10.32	0.58	-7.20	0.0	-7.36	0.01	-0.29
4- 3	0.53	-7.71	0.44	-8.72	0.56	-5.64	0.63	-9.29	0.62	-6.49	0.0	-6.62	0.01	-0.25
4- 4	0.62	-6.87	0.60	-7.42	0.59	-5.02	0.75	-8.28	0.66	-5.78	0.0	-5.87	0.01	-0.21
4- 5	0.74	-6.04	0.82	-6.14	0.65	-4.40	0.91	-7.27	0.73	-5.07	0.0	-5.13	0.02	-0.17
4- 6	0.92	-5.21	1.08	-4.88	0.73	-3.78	1.13	-6.25	0.83	-4.35	0.38	-4.39	0.02	-0.14
4- 7	1.22	-4.38	1.40	-3.73	0.86	-3.17	1.43	-5.24	1.00	-3.64	1.04	-3.66	0.03	-0.11
4- 8	1.60	-3.55	1.84	-2.95	1.11	-2.56	1.92	-4.23	1.29	-2.94	1.74	-2.93	0.06	-0.08
4- 9	2.26	-2.72	2.42	-2.25	1.52	-1.95	2.64	-3.24	1.76	-2.25	2.47	-2.20	0.08	-0.06
4- 10	2.93	-1.91	3.09	-1.57	2.02	-1.37	3.49	-2.27	2.34	-1.58	3.21	-1.47	0.10	-0.04
4- 11	3.61	-1.14	3.79	-0.93	2.56	-0.83	4.40	-1.37	2.96	-0.96	3.95	-0.74	0.12	-0.03

* Nota : lorsque la surcharge exceptionnelle est prépondérante, celle-ci n'est pas cumulée avec la surcharge de trottoir

 BASE DE LA PILE INTERMEDIAIRE

4- 11	2.96	-3.92	2.76	-4.02	2.12	-2.70	3.56	-4.66	2.44	-3.12	2.91	-4.29	0.06	-0.09
-------	------	-------	------	-------	------	-------	------	-------	------	-------	------	-------	------	-------

EFFORTS TRANCHANTS EXTREMES SOUS L'EFFET DES SURCHARGES CIVILES ET MILITAIRES

(pondérés par le coefficient 1.2 ou 1)

SECTION	A(L)	BC	BT	CHAR	ME	EXC	TROTTOIRS							
	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN		
PIEDROIT DE GAUCHE														
1- 1	0.00	-1.52	0.0	-1.99	0.0	-1.17	0.0	-1.99	0.0	-1.36	0.0	-1.67	0.00	-0.05
1- 2	0.00	-1.52	0.0	-1.99	0.0	-1.17	0.0	-1.99	0.0	-1.36	0.0	-1.67	0.00	-0.05
1- 3	0.00	-1.52	0.0	-1.99	0.0	-1.17	0.0	-1.99	0.0	-1.36	0.0	-1.67	0.00	-0.05
1- 4	0.00	-1.52	0.0	-1.99	0.0	-1.17	0.0	-1.99	0.0	-1.36	0.0	-1.67	0.00	-0.05
1- 5	0.00	-1.52	0.0	-1.99	0.0	-1.17	0.0	-1.99	0.0	-1.36	0.0	-1.67	0.00	-0.05
1- 6	0.00	-1.52	0.0	-1.99	0.0	-1.17	0.0	-1.99	0.0	-1.36	0.0	-1.67	0.00	-0.05
1- 7	0.00	-1.52	0.0	-1.99	0.0	-1.17	0.0	-1.99	0.0	-1.36	0.0	-1.67	0.00	-0.05
1- 8	0.00	-1.52	0.0	-1.99	0.0	-1.17	0.0	-1.99	0.0	-1.36	0.0	-1.67	0.00	-0.05
1- 9	0.00	-1.52	0.0	-1.99	0.0	-1.17	0.0	-1.99	0.0	-1.36	0.0	-1.67	0.00	-0.05
1- 10	0.00	-1.52	0.0	-1.99	0.0	-1.17	0.0	-1.99	0.0	-1.36	0.0	-1.67	0.00	-0.05
1- 11	0.00	-1.52	0.0	-1.99	0.0	-1.17	0.0	-1.99	0.0	-1.36	0.0	-1.67	0.00	-0.05
- 1.99* = Min [- 1.52; - 1.99; - 1.117; - 1.99; - 1.36; - 1.67]														
TRAVERSE DE GAUCHE														
2- 1	11.97	-0.58	12.74	-0.52	8.25	-0.46	13.45	-0.74	9.49	-0.53	12.29	-0.47	0.29	-0.01
2- 2	8.71	-0.65	10.18	-0.76	7.39	-0.46	10.98	-0.74	8.46	-0.53	8.12	-0.47	0.17	-0.01
2- 3	7.28	-0.72	8.45	-1.41	6.61	-0.88	9.42	-0.74	7.55	-0.89	6.43	-0.47	0.14	-0.02
2- 4	5.46	-1.19	6.24	-2.47	5.47	-1.89	7.27	-1.65	6.20	-2.03	4.36	-0.47	0.10	-0.03
2- 5	4.21	-1.94	5.09	-3.40	4.56	-2.74	5.68	-2.90	5.15	-3.01	3.00	-0.47	0.07	-0.04
2- 6	3.08	-2.71	3.96	-4.49	3.65	-3.64	4.16	-4.35	4.09	-4.04	1.85	-1.42	0.05	-0.06
2- 7	1.81	-4.12	2.57	-6.01	2.47	-4.86	2.35	-6.44	2.74	-5.46	0.73	-3.69	0.03	-0.09
2- 8	1.06	-5.42	1.65	-7.15	1.66	-5.75	1.23	-8.06	1.81	-6.50	0.16	-5.02	0.01	-0.12
2- 9	0.50	-6.59	0.87	-8.53	0.95	-6.58	0.35	-9.66	1.01	-7.48	0.0	-6.54	0.01	-0.15
2- 10	0.08	-8.36	0.10	-10.92	0.21	-7.55	0.03	-11.66	0.18	-8.64	0.0	-8.78	0.00	-0.20
2- 11	0.02	-8.08	0.02	-12.63	0.02	-8.13	0.03	-12.99	0.03	-9.34	0.0	-10.51	0.00	-0.24

EFFORTS TRANCHANTS EXTREMES SOUS L'EFFET DES SURCHARGES CIVILES ET MILITAIRES

(pondérés par le coefficient 1.2 ou 1)

SECTION	A(L)	BC	BT	CHAR	ME	EXC	TROTTOIRS							
TRaverse DE DROITE														
	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN						
3- 1	6.81	-0.01	10.82	-0.02	8.11	-0.02	12.05	-0.01	9.30	-0.02	8.60	0.0	0.20	-0.00
3- 2	6.75	-0.09	9.44	-0.02	7.30	-0.16	10.25	-0.01	8.33	-0.07	6.73	0.0	0.17	-0.00
3- 3	5.77	-0.32	8.64	-0.49	6.67	-0.64	8.99	-0.01	7.58	-0.60	5.49	0.0	0.14	-0.00
3- 4	4.39	-1.08	7.29	-1.45	5.63	-1.51	7.03	-0.80	6.36	-1.57	3.82	0.0	0.11	-0.01
3- 5	3.13	-1.77	5.90	-2.60	4.53	-2.51	5.07	-2.20	5.08	-2.71	1.95	-0.02	0.08	-0.02
3- 6	2.58	-2.48	4.98	-3.44	3.78	-3.23	3.81	-3.28	4.21	-3.53	1.23	-0.65	0.07	-0.04
3- 7	1.96	-3.88	3.77	-4.79	2.68	-4.35	2.18	-5.09	2.93	-4.82	1.23	-1.89	0.05	-0.06
3- 8	1.51	-5.16	2.70	-6.18	1.64	-5.46	1.57	-7.02	1.74	-6.12	1.23	-3.39	0.04	-0.08
3- 9	1.34	-6.19	2.05	-7.10	1.01	-6.18	1.57	-8.33	1.08	-6.96	1.23	-4.64	0.03	-0.10
3- 10	1.34	-7.94	1.32	-8.60	0.94	-7.19	1.57	-10.28	1.08	-8.15	1.23	-6.51	0.03	-0.14
3- 11	1.34	-11.02	1.13	-10.91	0.94	-8.06	1.57	-12.96	1.08	-9.20	1.23	-10.90	0.03	-0.24
PIEDROIT DE DROITE														
	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN	MAX	MIN
4- 1	1.37	-0.01	1.87	0.0	0.86	-0.01	1.42	0.0	0.99	-0.00	1.03	0.0	0.04	-0.00
4- 2	1.37	-0.01	1.87	0.0	0.86	-0.01	1.42	0.0	0.99	-0.00	1.03	0.0	0.04	-0.00
4- 3	1.37	-0.01	1.87	0.0	0.86	-0.01	1.42	0.0	0.99	-0.00	1.03	0.0	0.04	-0.00
4- 4	1.37	-0.01	1.87	0.0	0.86	-0.01	1.42	0.0	0.99	-0.00	1.03	0.0	0.04	-0.00
4- 5	1.37	-0.01	1.87	0.0	0.86	-0.01	1.42	0.0	0.99	-0.00	1.03	0.0	0.04	-0.00
4- 6	1.37	-0.01	1.87	0.0	0.86	-0.01	1.42	0.0	0.99	-0.00	1.03	0.0	0.04	-0.00
4- 7	1.37	-0.01	1.87	0.0	0.86	-0.01	1.42	0.0	0.99	-0.00	1.03	0.0	0.04	-0.00
4- 8	1.37	-0.01	1.87	0.0	0.86	-0.01	1.42	0.0	0.99	-0.00	1.03	0.0	0.04	-0.00
4- 9	1.37	-0.01	1.87	0.0	0.86	-0.01	1.42	0.0	0.99	-0.00	1.03	0.0	0.04	-0.00
4- 10	1.37	-0.01	1.87	0.0	0.86	-0.01	1.42	0.0	0.99	-0.00	1.03	0.0	0.04	-0.00
4- 11	1.37	-0.01	1.87	0.0	0.86	-0.01	1.42	0.0	0.99	-0.00	1.03	0.0	0.04	-0.00

Moments fléchissants - Efforts tranchants extrêmes
sous l'effet des charges d'exploitation

Les résultats ci-après sont obtenus en intégrant les lignes d'influence précédentes. Les charges sont déplacées par pas de 0.50 m dans le sens longitudinal et de 0.25 m dans le sens transversal.

Les valeurs sont données pour un mètre de largeur droite du modèle de calcul après application du coefficient de répartition transversale pour les efforts longitudinaux.

Dans le commentaire des tableaux p. 44-45 , les chiffres entre parenthèses ont les significations suivantes

- (1) valeur cumulée maximale sous l'effet des charges permanentes
- (2) valeur cumulée minimale sous l'effet des charges permanentes
- (3) valeur maximale sous l'effet des charges d'exploitation sauf charges de trottoirs
- (4) valeur minimale sous l'effet des charges d'exploitation sauf charges de trottoirs
- (5) valeur maximale sous l'effet des charges de trottoirs
- (6) valeur minimale sous l'effet des charges de trottoirs

 * RECAPITULATION DES EFFORTS EXTREMES DANS LA STRUCTURE *
 * SOUS L'EFFET DES CHARGES PERMANENTES ET DES SURCHARGES *

(Pondérés genre 1)

$7.045 = 5.860^{(1)} + 1.17^{(3)} + 0.02^{(5)}$

MOMENTS FLECHISSANTS MAXIMAUX

SECTIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PIEDROIT DE GAUCHE	-3.874	-2.645	1.324	4.439	6.452	7.045	5.500	1.335	-5.875	-16.585	-27.171
TRAVERSE DE GAUCHE	-27.171	0.758	29.900	51.406	63.627	66.386	59.574	44.124	20.202	-10.073	-38.586
TRAVERSE DE DROITE	-38.586	-18.615	2.640	19.473	31.156	36.848	36.065	29.110	15.817	-2.812	-19.500
PIEDROIT DE DROITE	-19.500	-11.846	-2.156	4.570	8.661	10.524	10.579	9.296	7.469	5.029	3.565

$-15.441 = -5.028^{(2)} - 10.16^{(4)} - 0.25^{(6)}$

MOMENTS FLECHISSANTS MINIMAUX

SECTIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PIEDROIT DE GAUCHE	-15.339	-11.754	-11.620	-11.951	-13.122	-15.441	-18.884	-23.673	-30.031	-38.181	-52.504
TRAVERSE DE GAUCHE	-52.504	-16.167	2.854	14.779	21.268	22.355	18.086	7.738	-8.242	-30.829	-68.125
TRAVERSE DE DROITE	-68.125	-46.442	-30.763	-18.365	-10.099	-5.458	-4.159	-6.251	-11.830	-20.972	-39.910
PIEDROIT DE DROITE	-39.910	-25.711	-18.754	-13.334	-9.250	-6.310	-4.330	-3.121	-2.875	-3.042	-4.773

 BASE DE LA PILE INTERMEDIAIRE

MOMENT MAXIMUM 0.993
 MOMENT MINIMUM -7.782

] calculés de la même façon que pour les sections des autres éléments de la structure; cependant, les résultats intermédiaires ne figurent pas.

$-3.599 = -3.600^{(1)} + 0.00^{(3)} + 0.00^{(5)}$

EFFORTS TRANCHANTS MAXIMAUX											
SECTIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PIEDROIT DE GAUCHE	16.999	11.439	6.465	2.076	-1.728	-3.599	-4.916	-5.940	-6.672	-7.110	-7.257
TRAVERSE DE GAUCHE	29.218	23.490	18.746	13.405	8.636	3.948	-0.644	-4.726	-8.687	-12.641	-15.970
TRAVERSE DE DROITE	26.268	21.968	18.222	14.031	10.153	6.761	3.075	-0.470	-3.585	-6.526	-8.987
PIEDROIT DE DROITE	14.250	13.987	13.198	11.884	10.045	7.679	4.789	2.858	0.887	-1.347	-3.844

$-7.515 = -5.474^{(2)} - 1.99^{(4)} - 0.05^{(6)}$

EFFORTS TRANCHANTS MINIMAUX											
SECTIONS	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
PIEDROIT DE GAUCHE	4.806	2.026	-0.461	-2.656	-4.558	-7.515	-10.148	-12.197	-13.660	-14.538	-14.830
TRAVERSE DE GAUCHE	14.097	10.927	7.124	2.910	-1.184	-5.439	-10.574	-15.370	-20.143	-25.336	-29.855
TRAVERSE DE DROITE	13.079	10.475	7.533	4.132	0.523	-2.772	-6.809	-11.226	-15.023	-19.467	-24.700
PIEDROIT DE DROITE	6.854	6.723	6.328	5.671	4.752	3.569	2.123	-1.071	-5.013	-9.481	-14.474

- 1 - Le calcul est effectué au centre de chaque traverse - c'est-à-dire pour $x = \frac{l_i}{2}$
- 2 - Le modèle de calcul est une plaque rectangulaire dont la longueur est la portée biaise équivalente $\lambda_i = l_i \sqrt{1 - 4,8 \frac{(M_{ii} + M_{jj})}{l_i^2}}$ et la largeur, la largeur droite équivalente $2b/\sin \psi$ (ϕ et ψ étant respectivement les biais géométriques et mécaniques de l'ouvrage).
- 3 - Le calcul du moment transversal dû aux charges d'exploitation est conduit selon la théorie de Guyon et Massonet (cf. PSIDP 69 pièce 2.5 § 4.2.2). Ce moment est calculé au centre de la dalle en chargeant la ligne d'influence du moment transversal qui tient compte du coefficient de POISSON. Pour tenir compte en outre du biais, on ajoute à ce moment le produit par $\cos^2 \psi$ du moment longitudinal produit par le même cas de charge.

Le moment transversal dû aux charges permanentes est obtenu par la formule suivante :

$$M_{xQl} (0,15 + \cos^2 \psi)$$

Le moment transversal dû aux charges d'exploitation est donc calculé par les mêmes principes que celui calculé par le programme PSIDP, alors que pour le moment dû aux **charges permanentes**, ce sont les principes du programme PIPO qui ont été retenus.

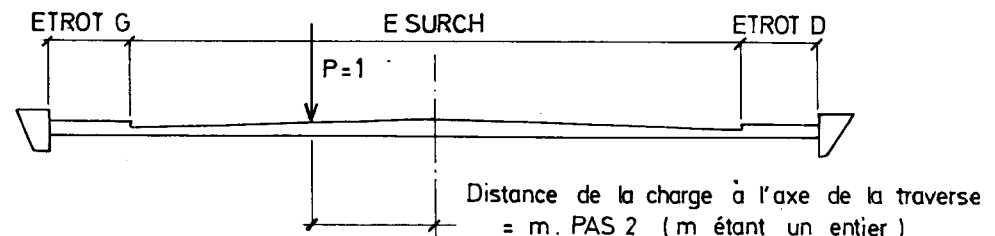
Le moment transversal total est alors :

$$M_t = M_{yQc} + [M_{xQc} \cos^2 \psi + M_{xQl} (0,15 + \cos^2 \psi)] = M_{yQc} + M_{x'}$$

Ce sont ces valeurs M_t , $M_y Q_c$ et $M_{x'}$ qui sont données pages 45 et 52.

- 4 - Dans la note de calcul POD, les tableaux des pages 47 et 50 donnent les valeurs des ordonnées de la lignes d'influence du coefficient μ de flexion transversale pour les harmoniques $m = 1, 3$ et 5 lorsqu'une charge unité se déplace de la gauche vers la droite perpendiculairement à l'axe de l'ouvrage avec un pas égal à PAS 2 (PAS 2 = 0,25 m)

Le coefficient μ calculé tient compte de l'influence du coefficient de Poisson.



Le nombre d'éléments des tableaux est $2N + 1$ (dans le cas étudié 55) N est la partie entière du quotient de la $1/2$ largeur totale de la traverse par le pas. Le terme de rang $N + 1$ (dans le cas étudié 28) correspond au cas où la charge se trouve au centre de la traverse. La lecture des tableaux se fait ligne par ligne de gauche à droite.

- 5 - Les coefficients DM représentent pour les charges réparties, l'aire de la portion de la ligne d'influence sur laquelle s'étalent transversalement ces charges. Pour les charges à effet ponctuel, DM correspond à la somme des n données de la ligne d'influence donnant l'effet le plus défavorable.

 * ETUDE DU MOMENT TRANSVERSAL *
 * *****

ETUDE DU MOMENT TRANSVERSAL DANS LA TRAVÉE DE GAUCHE

PLAQUE RECTANGULAIRE EQUIVALENTE

LONGUEUR 14.33 M = $l_i \sqrt{1-4,8 \frac{M_{ii} + M_{ij}}{l_i^2}}$
 LARGEUR 13.80 M = $2b / \sin \psi$

DETERMINATION DU MOMENT TRANSVERSAL
 AU CENTRE DE LA DALLE

charge sur le bord gauche

HARMONIQUE 1 m = 1									
TETA = 0.492									
-0.0596	-0.0551	-0.0507	-0.0463	-0.0417	-0.0372	-0.0324	-0.0276	-0.0226	-0.0173
-0.0118	-0.0061	0.0001	0.0065	0.0134	0.0207	0.0286	0.0370	0.0460	0.0557
0.0662	0.0774	0.0896	0.1026	0.1168	0.1321	0.1485	0.1664*	0.1485	0.1321
0.1168	0.1026	0.0896	0.0774	0.0662	0.0557	0.0460	0.0370	0.0286	0.0207
0.0134	0.0065	0.0001	-0.0061	-0.0118	-0.0173	-0.0226	-0.0276	-0.0324	-0.0372
-0.0417	-0.0463	-0.0507	-0.0551	-0.0596					

valeur obtenue lorsque la charge est au centre de la traverse.

* COEFFICIENTS D(M)

DM(AL)= 0.434 DM(BC)= 0.411 DM(BT)= 0.345 DM(BR)= 0.166 DM(CH)= 0.163 DM(ME)= 0.422 DM(EXC)= 0.374

HARMONIQUE 3 m = 3									
TETA = 1.476									
-0.0026	-0.0027	-0.0028	-0.0030	-0.0031	-0.0033	-0.0035	-0.0037	-0.0039	-0.0041
-0.0043	-0.0045	-0.0046	-0.0046	-0.0046	-0.0044	-0.0039	-0.0032	-0.0020	-0.0004
0.0020	0.0052	0.0095	0.0153	0.0229	0.0327	0.0455	0.0619*	0.0455	0.0327
0.0829	0.0153	0.0095	0.0052	0.0020	-0.0004	-0.0020	-0.0032	-0.0039	-0.0044
-0.0046	-0.0046	-0.0046	-0.0045	-0.0043	-0.0041	-0.0039	-0.0037	-0.0035	-0.0033
-0.0031	-0.0030	-0.0028	-0.0027	-0.0026					

Les DM sont données pour des nombres entiers de voies ou de véhicules et pour la combinaison la plus défavorable compte tenu du nombre de voies chargées.

* COEFFICIENTS D(M)

DM(AL)= 0.055 DM(BC)= 0.084 DM(BT)= 0.072 DM(BR)= 0.062 DM(CH)= 0.042 DM(ME)= 0.082 DM(EXC)= 0.081

HARMONIQUE 5 m = 5									
TETA = 2.459									
-0.0001	-0.0001	-0.0002	-0.0002	-0.0002	-0.0003	-0.0003	-0.0004	-0.0005	-0.0006

-0.0008	-0.0009	-0.0011	-0.0013	-0.0016	-0.0018	-0.0021	-0.0024	-0.0026	-0.0026
-0.0024	-0.0018	-0.0005	0.0018	0.0058	0.0121	0.0220	0.0372*	0.0220	0.0121
0.0058	0.0018	-0.0005	-0.0018	-0.0024	-0.0026	-0.0026	-0.0024	-0.0021	-0.0018
-0.0016	-0.0013	-0.0011	-0.0009	-0.0008	-0.0006	-0.0005	-0.0004	-0.0003	-0.0003
-0.0002	-0.0002	-0.0002	-0.0001	-0.0001					

* COEFFICIENTS D(M)

DM(AL)= 0.018 DM(BC)= 0.041 DM(BT)= 0.035 DM(BR)= 0.037 DM(CH)= 0.022 DM(ME)= 0.027 DM(EXC)= 0.029

MOMENT DE FLEXION TRANSVERSAL MY POSITIF (pondéré par 1,2 ou 1)
(CALCULÉ AU CENTRE DE LA DALLE)

SURCHARGES A(L)	4.733
-ROUE BR	2.915
SURCHARGES B -CAMIONS BC	6.469
-ESSIEU BT	7.708
SURCHARGES MILITAIRES	
-MC 120	9.495
-ME 120	3.818
SURCHARGES EXCEPTIONNELLES	12.243

MOMENT TRANSVERSAL PRINCIPAL DE SURCHARGE
compte tenu du coefficient de Poisson
mais non du biais

MOMENT COMPLEMENTAIRE PONDERE DE CHARGE PERMANENTE ET DE SURCHARGE
COMPTE TENU DU BIAIS, et du coefficient de Poisson

pour ce qui concerne la charge permanente

*MOMENT TRANSVERSAL TOTAL par mètre
COMPTE TENU DU COEFFICIENT DE POISSON ET DU BIAIS

12.243 = $M_y Q_c$ ←

+ 7.149 = $M_{x'} = M_x Q_c \cos^2 \psi + M_{xQ} (0,15 + \cos^2 \psi)$

= 19.391 = M_t en t.m/ml

DETERMINATION DU MOMENT TRANSVERSAL
AU CENTRE DE LA DALLE

HARMONIQUE 1

TETA = 0.618

-0.0397	-0.0372	-0.0348	-0.0323	-0.0298	-0.0272	-0.0245	-0.0217	-0.0187	-0.0155
-0.0121	-0.0084	-0.0043	0.0001	0.0049	0.0101	0.0160	0.0224	0.0295	0.0373
0.0460	0.0556	0.0662	0.0780	0.0910	0.1054	0.1214	0.1390	0.1214	0.1054
0.0910	0.0780	0.0662	0.0556	0.0460	0.0373	0.0295	0.0224	0.0160	0.0101
0.0049	0.0001	-0.0043	-0.0084	-0.0121	-0.0155	-0.0187	-0.0217	-0.0245	-0.0272
-0.0298	-0.0323	-0.0348	-0.0372	-0.0397					

cf. page 47

* COEFFICIENTS D(M)

DM(AL)= 0.322 DM(BC)= 0.311 DM(BT)= 0.264 DM(BR)= 0.139 DM(CH)= 0.127 DM(ME)= 0.326 DM(EXC)= 0.292

HARMONIQUE 3

TETA = 1.853

-0.0008	-0.0009	-0.0009	-0.0010	-0.0011	-0.0013	-0.0014	-0.0016	-0.0018	-0.0020
-0.0023	-0.0025	-0.0028	-0.0030	-0.0033	-0.0034	-0.0035	-0.0034	-0.0031	-0.0024
-0.0013	0.0006	0.0034	0.0075	0.0135	0.0218	0.0335	0.0494	0.0335	0.0218
0.0135	0.0075	0.0034	0.0006	-0.0013	-0.0024	-0.0031	-0.0034	-0.0035	-0.0034
-0.0033	-0.0030	-0.0028	-0.0025	-0.0023	-0.0020	-0.0018	-0.0016	-0.0014	-0.0013
-0.0011	-0.0010	-0.0009	-0.0009	-0.0008					

* COEFFICIENTS D(M)

DM(AL)= 0.042 DM(BC)= 0.060 DM(BT)= 0.051 DM(BR)= 0.049 DM(CH)= 0.031 DM(ME)= 0.051 DM(EXC)= 0.052

HARMONIQUE 5

TETA = 3.089

-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0002
-0.0002	-0.0003	-0.0004	-0.0005	-0.0007	-0.0009	-0.0011	-0.0013	-0.0016	-0.0019

-0.0021	-0.0020	-0.0016	-0.0004	0.0020	0.0068	0.0152	0.0296	0.0152	0.0068
0.0020	-0.0004	-0.0016	-0.0020	-0.0021	-0.0019	-0.0016	-0.0013	-0.0011	-0.0009
-0.0007	-0.0005	-0.0004	-0.0003	-0.0002	-0.0002	-0.0001	-0.0001	-0.0001	-0.0001
-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000	-0.0000					

• COEFFICIENTS D(M)

DM(AL) = 0.014 DM(BC) = 0.032 DM(BT) = 0.026 DM(BR) = 0.030 DM(CH) = 0.016 DM(ME) = 0.016 DM(EXC) = 0.017

MOMENT DE FLEXION TRANSVERSAL MY POSITIF
(CALCULE AU CENTRE DE LA DALLE)

SURCHARGES A(L)	4.271
-ROUE BR	2.932
SURCHARGES B -CAMIONS BC	5.847
-ESSIEU BT	7.031
SURCHARGES MILITAIRES	
-MC 120	8.118
-ME 120	3.437
SURCHARGES EXCEPTIONNELLES	9.667

cf. page 49

MOMENT TRANSVERSAL PRINCIPAL DE SURCHARGE 9.667

MOMENT COMPLEMENTAIRE PONDERE DE CHARGE PERMANENTE ET DE SURCHARGE 3.023
COMPTE TENU DU BIAIS

*MOMENT TRANSVERSAL TOTAL 12.690
COMPTE TENU DU COEFFICIENT DE POISSON ET DU BIAIS

ETUDE DES REACTIONS SUR LE SOL

A) LIGNES D'INFLUENCE DES REACTIONS SUR LE SOL (charge appliquée 1 t pour 1 ml d'ouvrage)

(POUR UNE TRANCHE DE UN METRE DE SEMELLE PRISE PERPENDICULAIRE AU PLAN MOYEN DU PIEDROIT)

(du fait du biais 1 ml de semelle porte seulement $\sin \emptyset$ ml d'ouvrage)

POSITION DE LA CHARGE UNITE	PIEDROIT DE GAUCHE	PILE CENTRALE	PIEDROIT DE DROITE	
0.0	0.951	-0.001	0.001	= 1 $\sin \emptyset$
0.50	0.932	0.017	0.003	
1.00	0.911	0.037	0.003	$R_A^* \sin \emptyset$
1.50	0.888	0.061	0.002	
2.00	0.863	0.088	-0.000	$X_5^* \sin \emptyset$
2.50	0.837	0.118	-0.004	
3.00	0.810	0.149	-0.008	$R_B^* \sin \emptyset$
3.50	0.781	0.183	-0.014	
4.00	0.752	0.219	-0.020	
4.50	0.721	0.257	-0.026	
5.00	0.689	0.295	-0.034	
5.50	0.657	0.335	-0.041	
6.00	0.624	0.376	-0.049	
6.50	0.590	0.417	-0.056	
7.00	0.556	0.459	-0.064	
7.50	0.522	0.500	-0.071	
8.00	0.488	0.542	-0.078	
8.50	0.453	0.582	-0.085	
9.00	0.419	0.622	-0.091	
9.50	0.385	0.661	-0.096	
10.00	0.352	0.699	-0.100	
10.50	0.319	0.735	-0.103	
11.00	0.287	0.770	-0.106	

* les lignes d'influence de R_A , R_B , X_5 sont données p. 20

11.50	0.255	0.802	-0.107
12.00	0.225	0.832	-0.106
12.50	0.195	0.860	-0.104
13.00	0.167	0.885	-0.100
13.50	0.139	0.906	-0.094
14.00	0.114	0.924	-0.087
14.50	0.089	0.939	-0.077
15.00	0.067	0.950	-0.065
15.50	0.046	0.956	-0.051
16.00	0.027	<u>0.958</u>	-0.034
16.50	0.010	0.956	-0.015
17.00	-0.004	0.948	0.007
17.50	-0.017	0.936	0.032
18.00	-0.027	0.919	0.059
18.50	-0.035	0.897	0.089
19.00	-0.042	0.872	0.121
19.50	-0.047	0.843	0.155
20.00	-0.050	0.811	0.191
20.50	-0.052	0.775	0.228
21.00	-0.053	0.737	0.266
21.50	-0.052	0.697	0.306
22.00	-0.051	0.655	0.346
22.50	-0.048	0.612	0.388
23.00	-0.045	0.567	0.429
23.50	-0.041	0.521	0.472
24.00	-0.037	0.474	0.514
24.50	-0.032	0.428	0.556
25.00	-0.028	0.381	0.597
25.50	-0.023	0.335	0.638
26.00	-0.018	0.290	0.679
26.50	-0.013	0.246	0.718
27.00	-0.009	0.204	0.756

27.50	-0.005	0.163	0.793
28.00	-0.002	0.124	0.829
28.50	0.001	0.088	0.862
29.00	0.002	0.055	0.893
29.50	0.003	0.025	0.923
30.00	0.003	-0.001	0.950
30.02	0.003	-0.002	0.951

Nota : les surcharges de type A et B sont pondérées par le coefficient 1.2

B) CALCUL DES REACTIONS EXTREMES SOUS CHARGES PERMANENTES ET SURCHARGES (toujours pour 1 ml mesuré perpendiculairement) aux appuis

CHARGES PERMANENTES

	PIEDROIT DE GAUCHE	PILE CENTRALE	PIEDROIT DE DROITE
REACTIONS MAXIMALES	59.205	44.763	51.400
REACTIONS MINIMALES	58.603	43.290	50.530

SURCHARGES

11.695 = Max(9.484; 4.269; 6.539; 11.068; 9.027, 11.695)

	A(L)	CAMIONS BC	BT	MC	ME	EXCEPTIONNELLE	TROTTOIR
PIEDROIT DE GAUCHE -MAXI	9.484	4.270	6.541	11.075	9.033	11.695	0.294
PIEDROIT DE GAUCHE -MINI	-0.462	-0.173	-0.365	-0.607	-0.502	-0.444	-0.011
PIEDROIT DE DROITE -MAXI	8.738	3.658	6.391	10.666	8.751	10.370	0.246
PIEDROIT DE DROITE -MINI	-1.062	-0.379	-0.745	-1.296	-1.031	-1.174	-0.027
PILE INTERMEDIAIRE -MAXI	12.400	5.575	6.756	12.340	9.412	15.141	0.457
PILE INTERMEDIAIRE -MINI	-0.009	-0.005	-0.011	0.0	-0.015	0.0	-0.000

- 0.607 = Min (-0.462; - 0.173; - 0.365; - 0.607; - 0.502; - 0.444)

VALEURS EXTREMES DES REACTIONS

	PIEDROIT DE GAUCHE	PILE INTERMEDIAIRE	PIEDROIT DE DROITE
REACTIONS MAXIMALES	71.194	60.361	62.313
REACTIONS MINIMALES	57.985	43.276	49.206

57.985 = 58.603 - 0.607 - 0.011

71.194 = 59.205 + 11.695 + 0.294

ETUDE DES CONTRAINTES SUR LE SOL

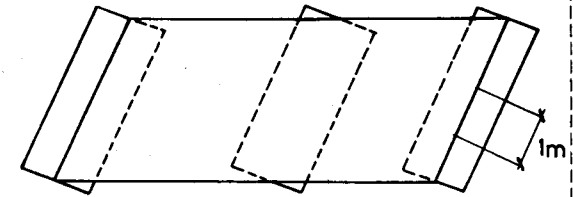
A) LIGNES D'INFLUENCE DES CONTRAINTES SUR LE SOL

(POUR UNE TRANCHE DE UN METRE DE SEMELLE PRISE PERPENDICULAIREMENT AU PLAN MOYEN DU PIEDROIT

POSITION DE LA CHARGE UNITE	PIEDROIT DE GAUCHE		PILE CENTRALE		PIEDROIT DE DROITE	
	PAT AV	PAT AR	PAT AV	PAT AR	PAT AV	PAT AR
0.0	0.406	0.387	-0.005	0.004	-0.005	0.006
0.50	0.421	0.355	-0.055	0.071	-0.067	0.069
1.00	0.435	0.324	-0.097	0.133	-0.123	0.126
1.50	0.446	0.294	-0.134	0.192	-0.174	0.176
2.00	0.454	0.265	-0.163	0.248	-0.220	0.220
2.50	0.461	0.237	-0.187	0.300	-0.261	0.258
3.00	0.465	0.210	-0.205	0.348	-0.298	0.290
3.50	0.467	0.184	-0.218	0.393	-0.329	0.316
4.00	0.467	0.159	-0.225	0.435	-0.356	0.337
4.50	0.465	0.135	-0.228	0.473	-0.379	0.354
5.00	0.461	0.113	-0.226	0.508	-0.398	0.366
5.50	0.456	0.091	-0.219	0.540	-0.412	0.373
6.00	0.449	0.071	-0.209	0.568	-0.423	0.377
6.50	0.440	0.052	-0.195	0.594	-0.430	0.376
7.00	0.429	0.034	-0.177	0.616	-0.433	0.372
7.50	0.417	0.018	-0.156	0.635	-0.433	0.365
8.00	0.404	0.003	-0.133	0.650	-0.430	0.355
8.50	0.389	-0.011	-0.106	0.663	-0.423	0.343
9.00	0.372	-0.023	-0.078	0.673	-0.414	0.328
9.50	0.355	-0.034	-0.047	0.679	-0.402	0.311
10.00	0.336	-0.043	-0.015	0.683	-0.387	0.292
10.50	0.317	-0.051	0.019	0.684	-0.370	0.271
11.00	0.296	-0.057	0.054	0.682	-0.350	0.250

$$0.461 + 0.237 = \frac{2 \times 0.837}{2.4}$$

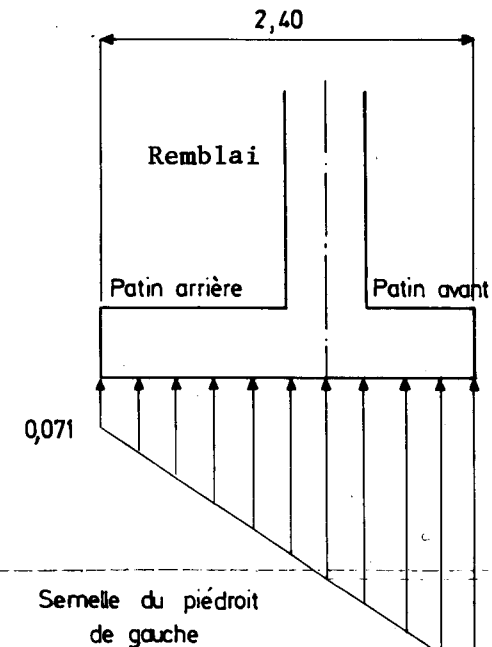
valeur donnée p.53



les valeurs des pressions sur les bords extérieurs et intérieurs de la semelle sont obtenus à partir de la relation suivante :

$$p = \frac{R_v}{w} \left(1 \pm 6 \frac{\epsilon + M/R_v}{w} \right)$$

w est la largeur de la semelle.
 ε est l'excentrement de la semelle.
 M le moment fléchissant.
 R_v la réaction verticale



11.50	0.274	-0.061	0.090	0.677	-0.328	0.227
12.00	0.251	-0.064	0.127	0.669	-0.305	0.204
12.50	0.228	-0.065	0.164	0.658	-0.279	0.180
13.00	0.204	-0.065	0.200	0.645	-0.252	0.156
13.50	0.179	-0.063	0.237	0.629	-0.223	0.133
14.00	0.153	-0.059	0.273	0.610	-0.192	0.109
14.50	0.127	-0.053	0.308	0.589	-0.161	0.087
15.00	0.101	-0.045	0.343	0.565	-0.128	0.066
15.50	0.074	-0.036	0.375	0.539	-0.094	0.046
16.00	0.047	-0.024	0.406	0.510	-0.060	0.027
16.50	0.019	-0.011	0.436	0.478	-0.025	0.010
17.00	-0.008	0.005	0.462	0.444	0.011	-0.004
17.50	-0.036	0.022	0.487	0.408	0.047	-0.016
18.00	-0.064	0.041	0.509	0.370	0.083	-0.026
18.50	-0.091	0.061	0.528	0.330	0.118	-0.034
19.00	-0.117	0.082	0.544	0.289	0.154	-0.039
19.50	-0.142	0.103	0.558	0.248	0.189	-0.042
20.00	-0.167	0.125	0.568	0.206	0.224	-0.043
20.50	-0.190	0.146	0.576	0.165	0.258	-0.041
21.00	-0.211	0.167	0.581	0.124	0.291	-0.037
21.50	-0.230	0.187	0.582	0.085	0.322	-0.031
22.00	-0.247	0.205	0.580	0.046	0.353	-0.023
22.50	-0.262	0.222	0.574	0.010	0.381	-0.012
23.00	-0.274	0.236	0.566	-0.024	0.408	0.001
23.50	-0.283	0.249	0.553	-0.055	0.433	0.016
24.00	-0.289	0.258	0.537	-0.084	0.456	0.033
24.50	-0.292	0.265	0.517	-0.108	0.477	0.052
25.00	-0.290	0.267	0.494	-0.129	0.495	0.074
25.50	-0.285	0.267	0.466	-0.145	0.511	0.097
26.00	-0.276	0.261	0.434	-0.157	0.523	0.123
26.50	-0.263	0.252	0.399	-0.163	0.533	0.151
27.00	-0.245	0.237	0.359	-0.164	0.539	0.181

27.50	-0.222	0.217	0.314	-0.159	0.542	0.214
28.00	-0.194	0.192	0.266	-0.147	0.541	0.248
28.50	-0.160	0.161	0.213	-0.128	0.537	0.284
29.00	-0.121	0.123	0.155	-0.102	0.528	0.323
29.50	-0.076	0.078	0.093	-0.069	0.515	0.363
30.00	-0.025	0.027	0.026	-0.027	0.498	0.406
30.02	-0.023	0.025	0.023	-0.025	0.498	0.408

B) CALCUL DES CONTRAINTES EXTREMES SUR LE SOL SOUS CHARGES PERMANENTES ET SURCHARGES

CHARGES PERMANENTES (les plus défavorables)

	PIEDROIT DE GAUCHE		PILE INTERMEDIAIRE		PIEDROIT DE DROITE	
PATIN AVANT (PAV)	24.808		16.837		20.007	
PATIN ARRIERE (PAR)	19.369		23.187		22.771	

Les surcharges sont pondérées (1,2 pour les surcharges civiles et 1 pour les surcharges militaires et exceptionnelles) mais ne sont pas affectées de majoration dynamique.

SURCHARGES

	A(L)		BC		BT		CHAR		ME		EXC		TROTTOIR		
	$3.76 = \text{Max} (3.53; 2.01; 2.45; 3.76; 3.29; 2.86)$														
	PAV	PAR	PAV	PAR	PAV	PAR	PAV	PAR	PAV	PAR	PAV	PAR	PAV	PAR	
PIEDROIT DE GAUCHE	-MAXI	6.09	3.53	2.59	2.01	3.30	2.45	6.04	3.76	4.59	3.29	7.21	2.86	0.19	0.13
	-MINI	-2.64	-0.54	-1.05	-0.19	-2.04	-0.45	-3.56	-0.73	-2.82	-0.62	-3.19	-0.04	-0.07	-0.01
	$0.73 = \text{Min} (-0.54; -0.19; -0.45; -0.73; -0.62; -0.04)$														
	PAV	PAR	PAV	PAR	PAV	PAR	PAV	PAR	PAV	PAR	PAV	PAR	PAV	PAR	
PILE INTERMEDIAIRE	-MAXI	6.55	8.22	2.96	3.88	4.10	4.83	7.45	8.84	5.71	6.72	8.61	10.75	0.22	0.29
	-MINI	-1.73	-1.09	-0.74	-0.50	-1.58	-1.12	-2.64	-1.70	-2.18	-1.53	-1.93	-0.77	-0.04	-0.03
	PAV	PAR	PAV	PAR	PAV	PAR	PAV	PAR	PAV	PAR	PAV	PAR	PAV	PAR	
PIEDROIT DE DROITE	-MAXI	6.25	4.45	2.46	2.46	3.82	2.65	6.87	4.70	5.30	3.67	7.34	4.78	0.18	0.18
	-MINI	-4.46	-0.28	-1.93	-0.08	-3.05	-0.29	-5.48	-0.38	-4.24	-0.38	-5.85	0.0	-0.14	-0.01

VALEURS EXTREMES DES CONTRAINTES

	PIEDROIT DE GAUCHE		PILE CENTRALE		PIEDROIT DE DROITE	
CONTRAINTES MAXIMALES	PATIN AVANT	PATIN ARRIERE	PATIN AVANT	PATIN ARRIERE	PATIN AVANT	PATIN ARRIERE
	32.203	23.266	25.666	34.230	27.527	27.729
CONTRAINTES MINIMALES	21.169	18.632	14.149	21.462	14.016	22.382
			$23.266 = 19.369 + 3.76 + 0.13$			
			$18.632 = 19.369 - 0.73 - 0.01$			

Il est nécessaire de vérifier que les contraintes extrêmes ne sont pas négatives (cf. pièce 2.1 § 5).

les moments dans les semelles sont calculées au nu des pénétrations.

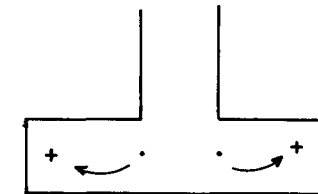
Ils sont positifs lorsque la fibre inférieure est tendue.

ETUDE DES MOMENTS DANS LES SEMELLES

A) LIGNES D'INFLUENCE DES MOMENTS DANS LES SEMELLES

(POUR UNE TRANCHE DE UN METRE DE SEMELLE PRISE PERPENDICULAIREMENT AU PLAN MOYEN DU PIEDROIT)

POSITION DE LA CHARGE UNITE	PIEDROIT DE GAUCHE		PILE CENTRALE		PIEDROIT DE DROITE	
	PAT AV	PAT AR	PAT AV	PAT AR	PAT AV	PAT AR
0.0	0.162	0.178	-0.001	0.001	-0.001	0.002
0.50	0.165	0.166	-0.014	0.020	-0.011	0.020
1.00	0.169	0.155	-0.024	0.037	-0.020	0.037
1.50	0.171	0.143	-0.033	0.054	-0.029	0.051
2.00	0.173	0.132	-0.040	0.070	-0.036	0.064
2.50	0.173	0.122	-0.045	0.086	-0.043	0.075
3.00	0.173	0.111	-0.048	0.100	-0.049	0.084
3.50	0.173	0.101	-0.050	0.114	-0.055	0.091
4.00	0.172	0.091	-0.051	0.126	-0.059	0.097
4.50	0.170	0.082	-0.050	0.138	-0.063	0.102
5.00	0.167	0.073	-0.047	0.149	-0.066	0.105
5.50	0.164	0.064	-0.044	0.160	-0.069	0.107
<u>6.00</u>	<u>0.161</u>	<u>0.055</u>	-0.039	0.169	-0.071	0.107
6.50	0.157	0.047	-0.034	0.178	-0.072	0.107
7.00	0.152	0.040	-0.027	0.186	-0.073	0.105
7.50	0.147	0.032	-0.020	0.192	-0.073	0.103
8.00	0.142	0.026	-0.011	0.198	-0.073	0.099
8.50	0.136	0.019	-0.003	0.204	-0.072	0.095
9.00	0.129	0.013	0.007	0.208	-0.070	0.091
9.50	0.123	0.008	0.017	0.212	-0.068	0.085
10.00	0.116	0.003	0.027	0.214	-0.066	0.080
10.50	0.108	-0.001	0.038	0.216	-0.063	0.073
11.00	0.101	-0.005	0.049	0.217	-0.060	0.067



11.50	0.093	-0.008	0.060	0.217	-0.056	0.060
12.00	0.085	-0.010	0.071	0.216	-0.053	0.054
12.50	0.077	-0.012	0.082	0.215	-0.048	0.047
13.00	0.068	-0.013	0.093	0.212	-0.044	0.040
13.50	0.060	-0.014	0.104	0.209	-0.039	0.033
14.00	0.051	-0.014	0.114	0.205	-0.034	0.027
14.50	0.042	-0.013	0.124	0.200	-0.028	0.021
15.00	0.033	-0.012	0.134	0.194	-0.022	0.016
15.50	0.024	-0.010	0.143	0.187	-0.017	0.010
16.00	0.015	-0.007	0.152	0.179	-0.011	0.006
16.50	0.006	-0.003	0.159	0.171	-0.004	0.002
17.00	-0.003	0.001	0.166	0.161	0.002	-0.001
17.50	-0.012	0.007	0.172	0.151	0.008	-0.003
18.00	-0.020	0.012	0.177	0.140	0.015	-0.004
18.50	-0.029	0.019	0.181	0.128	0.021	-0.005
19.00	-0.037	0.025	0.185	0.116	0.028	-0.005
19.50	-0.045	0.032	0.187	0.104	0.034	-0.004
20.00	-0.052	0.039	0.188	0.091	0.041	-0.002
20.50	-0.059	0.046	0.189	0.079	0.047	0.001
21.00	-0.066	0.053	0.188	0.066	0.053	0.004
21.50	-0.071	0.060	0.187	0.054	0.060	0.008
22.00	-0.076	0.066	0.185	0.042	0.065	0.013
22.50	-0.081	0.072	0.181	0.030	0.071	0.018
23.00	-0.084	0.077	0.177	0.019	0.076	0.024
23.50	-0.087	0.081	0.172	0.008	0.081	0.031
24.00	-0.088	0.085	0.165	-0.001	0.086	0.038
24.50	-0.089	0.087	0.158	-0.010	0.090	0.046
25.00	-0.089	0.088	0.149	-0.018	0.094	0.055
25.50	-0.087	0.088	0.140	-0.024	0.097	0.064
26.00	-0.084	0.087	0.129	-0.029	0.100	0.074
26.50	-0.080	0.084	0.118	-0.033	0.103	0.084
27.00	-0.074	0.079	0.105	-0.035	0.105	0.095

27.50	-0.067	0.073	0.092	-0.035	0.106	0.107
28.00	-0.058	0.064	0.077	-0.034	0.106	0.119
28.50	-0.048	0.054	0.061	-0.030	0.106	0.131
29.00	-0.036	0.041	0.044	-0.025	0.105	0.144
29.50	-0.023	0.026	0.026	-0.017	0.104	0.158
30.00	-0.007	0.009	0.007	-0.007	0.102	0.172
30.02	-0.007	0.008	0.006	-0.007	0.102	0.172

B) CALCUL DES MOMENTS EXTREMES DANS LES SEMELLES SOUS CHARGES PERMANENTES ET SURCHARGES

CHARGES PERMANENTES

	PIEDROIT DE GAUCHE	PILE INTERMEDIAIRE	PIEDROIT DE DROITE
PATIN AVANT (PAV)	8.552	4.824	4.467
PATIN ARRIERE (PAR)	2.149	6.542	4.066

SURCHARGES

	A(L)		BC		BT		CHAR		ME		EXC		TROTTOIR		
	PAV	PAR	PAV	PAR	PAV	PAR	PAV	PAR	PAV	PAR	PAV	PAR	PAV	PAR	
PIEDROIT DE GAUCHE	-MAXI	2.23	1.45	0.95	0.83	1.22	1.15	2.25	1.80	1.71	1.56	2.65	1.53	0.07	0.06
	-MINI	-0.81	-0.09	-0.32	-0.03	-0.62	-0.09	-1.09	-0.13	-0.86	-0.13	-0.98	0.0	-0.02	-0.00
$2.65 = \text{Max} (2.23; 0.95; 1.22; 2.25; 1.71; 2.65)$ $- 1.09 = \text{Min} (-0.81; - 0.32; - 0.62; - 1.09; - 0.86; - 0.98)$															
PILE INTERMEDIAIRE	-MAXI	2.19	2.65	1.01	1.26	1.33	1.53	2.43	2.81	1.86	2.14	2.87	3.46	0.08	0.10
	-MINI	-0.35	-0.21	-0.15	-0.11	-0.35	-0.24	-0.56	-0.32	-0.48	-0.32	-0.34	0.0	-0.01	-0.00
PIEDROIT DE DROITE	-MAXI	1.21	1.52	0.48	0.87	0.75	1.08	1.35	1.68	1.04	1.45	1.42	1.35	0.03	0.06
	-MINI	-0.76	-0.02	-0.33	0.0	-0.51	-0.03	-0.92	0.0	-0.71	-0.03	-0.99	0.0	-0.02	-0.00

VALEURS EXTREMES DES MOMENTS

	PIEDROIT DE GAUCHE		PILE CENTRALE		PIEDROIT DE DROITE	
	PATIN AVANT	PATIN ARRIERE	PATIN AVANT	PATIN ARRIERE	PATIN AVANT	PATIN ARRIERE
MOMENTS MAXIMAUX	11.267	4.006	7.773	10.096	5.925	5.809
MOMENTS MINIMAUX	7.439	2.017	4.258	6.214	3.453	4.031
		11.267 = 8.552 + 2.65 + 0.07				
		7.439 = 8.552 - 1.09 - 0.02				

// GOUSSET SUR APPUI INTERMEDIAIRE //

DIMENSIONNEMENT DU GOUSSET

LONGUEUR (SUIVANT LE BIAIS) 1.80
 EPAISSEUR (SUR APPUI) 0.45

$$\text{longueur biaise} = \frac{1}{10} \left[\text{partie entière } 0.9 \times \max(l_1, l_2) + Z_1 + 1 \right]$$

l_1 et l_2 sont les longueurs biaises des traverses de gauche et de droite comptée entre axes d'appui théoriques, Z_1 est le bras de levier de la traverse de plus grande épaisseur ($Z_1 = 0,9 \times \text{Max}(E 31, E 32) - 0,055$)

épaisseur = longueur biaise/4 , à ajouter à la traverse la plus épaisse

DIMENSIONNEMENT DE L'APPUI FREYSSINET

DIMENSIONS EN PLAN D'UN ELEMENT D'APPUI (EN MILLIMETRES) = 450. • 70

NOMBRE TOTAL D'ELEMENTS D'APPUI = 4

```

*****
*
SOIT = • 4 • ( 450. • 70 ) •
*
*****
    
```

Nota :-la largeur des appuis Freyssinet est fixée à 7 cm

- le nombre d'appuis Freyssinet est fixé à : 3 lorsque la largeur totale droite du tablier est inférieure ou égale à 9 m
- 4 lorsque la largeur totale droite du tablier est supérieur à 9m
- pour les divers cas de charge la contrainte de compression est comprise entre 200 et 600 kg/cm²

} un ajustement est donc à faire dans les cas de largeurs extrêmes

- FERRAILLAGE -

1 - Les sections d'armature Ω présentées dans les tableaux suivants sont calculées :

[pour 1 ml de piédroit (mesuré le long du piédroit)
pour 1 m de largeur droite de la traverse

Les sections d'armatures sont données en cm^2

2 - Le schéma de ferrailage est donné pour une tranche de 1 ml de structure et par conséquent pour une largeur de piédroit égale à $\frac{1}{\sin \theta}$ ml.

3 - Le schéma de ferrailage déduit de l'épure d'arrêt des barres ne constitue qu'une base de départ dans l'élaboration du plan de ferrailage. (cf POD pièce 3.3)

4 - Les sections minimales d'armatures à mettre en oeuvre sont pour chaque élément de la structure (piédroit ou traverse) voisines du quart de la section maximale calculée pour l'élément considéré (cf. PIPO pièce 1.1.1 § 2.5.2 d). Cela afin de pouvoir disposer les étriers et à la base des piédroits reprendre les efforts dus à des déplacements ou rotation des semelles (cf. PIPO pièce 1.1.1 § 2.5.2. c).

 • DETERMINATION DES SECTIONS D'ARMATURES •

ARMATURES DU PIEDROIT DE GAUCHE

SECTION CONSIDEREE	ARMATURES INTERIEURES (moments positifs)	ARMATURES EXTERIEURES (moments négatifs)
1- 1	0.0	12.2098
1- 2	0.0	9.3537
1- 3	1.0714	9.2502
1- 4	3.5528	9.5170
1- 5	5.1555	10.4544
1- 6	5.6260	12.3074
1- 7	4.3907	15.0569
1- 8	1.0670	18.8802
1- 9	0.0	23.9543
1-10	0.0	30.4583
1-11	0.0	41.8846 *

* voir page suivante

ARMATURES DE LA TRAVERSE DE GAUCHE

<u>SECTION CONSIDEREE</u>	<u>ARMATURES INTERIEURES</u>	<u>ARMATURES EXTERIEURES</u>
2- 1	0.0	42.0583 *
2- 2	0.6075	12.9533
2- 3	23.9513	0.0
2- 4	41.1785	0.0
2- 5	50.9688	0.0
2- 6	53.1800	0.0
2- 7	47.7241	0.0
2- 8	35.3481	0.0
2- 9	16.1872	6.6040
2-10	0.0	24.6873
2-11	0.0	54.5561

Le gousset n'est pas pris en compte ici (voir page 70)

* les sections d'armatures extérieures nécessaires dans les sections 2.1 et 1.11 se déduisent l'une de l'autre par la relation :

$$A_{1.11} = A_{2.1} \times \sin^2 \theta \times \frac{E_{31} - d}{E_{21} - d}$$

d = 0.055 m est la distance du centre de gravité des armatures au parement.

ARMATURES DE LA TRAVERSE DE DROITE

<u>SECTION CONSIDEREE</u>	<u>ARMATURES INTERIEURES</u>	<u>ARMATURES EXTERIEURES</u>
3- 1	0.0	54.5562
3- 2	0.0	37.1987
3- 3	2.1218	24.6432
3- 4	15.6050	14.7150
3- 5	24.9633	8.0950
3- 6	29.5215	4.3789
3- 7	28.8937	3.3390
3- 8	23.3209	5.0147
3- 9	12.6719	9.4833
3-10	0.0	16.8060
3-11	0.0	31.9697

Lorsque les traverses ne sont pas de même épaisseur les sections d'armatures sont différentes en 3.1 et en 2.11. Il conviendra de rétablir la continuité du ferrailage lors de la réalisation du plan de ferrailage.

ARMATURES DU PIEDROIT DE DROITE

<u>SECTION CONSIDEREE</u>	<u>ARMATURES INTERIEURES</u>	<u>ARMATURES EXTERIEURES</u>
4- 1	0.0	31.8377
4- 2	0.0	20.5099
4- 3	0.0	14.9583
4- 4	3.6456	10.6327
4- 5	6.9111	7.3717
4- 6	8.3986	5.0243
4- 7	8.4448	3.4415
4- 8	7.4241	2.4738
4- 9	5.9702	2.2749
4-10	4.0276	2.4058
4-11	2.8623	3.7842

ARMATURES A LA BASE DE LA PILE CENTRALE

3-11	0.8854	6.9075
------	--------	--------

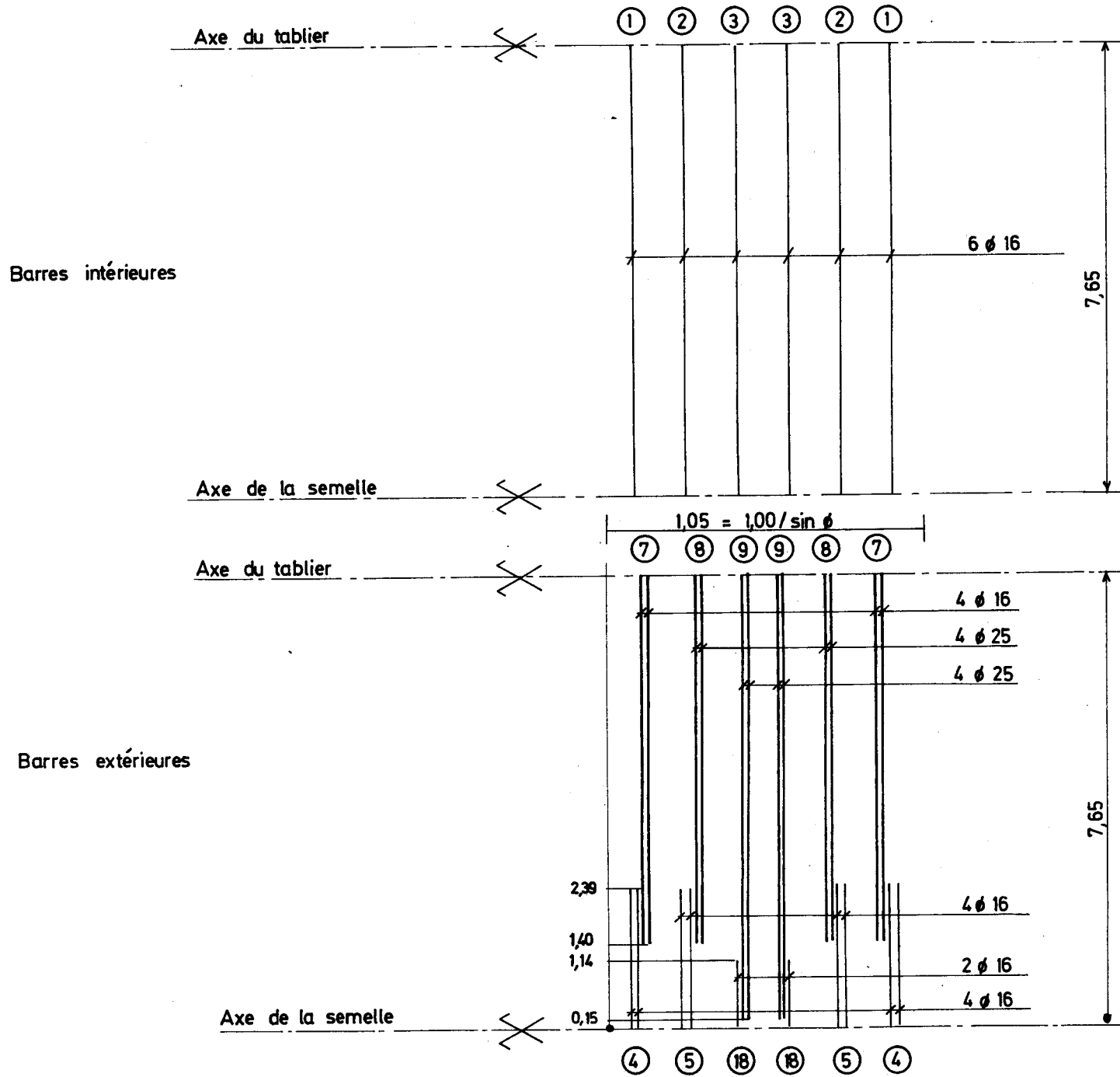
*NOTA

EN TENANT COMPTE DU GOUSSET SUR APPUI INTERMEDIAIRE , LES SECTIONS D'ACIER STRICTEMENT NECESSAIRES
DANS LA SECTION DE LA TRAVERSE SITUEE AU DROIT DE CET APPUI DEVIENNENT

ACIERS TENDUS = 42.2193 CM2

ACIERS COMPRIMES = 0.0 CM2

cette section d'acier est la moyenne entre les sections d'aciers calculées dans
la traverse, avec et sans prise en compte du gousset (il serait imprudent de
prendre en compte l'épaisseur maximale)



 * EPURE D'ARRET DES BARRES *

Les blancs signifient que les fers se prolongent dans l'élément précédent s'ils sont dans la colonne origine et dans l'élément suivant s'ils sont dans la colonne extrémité.

PIEDROIT DE GAUCHE

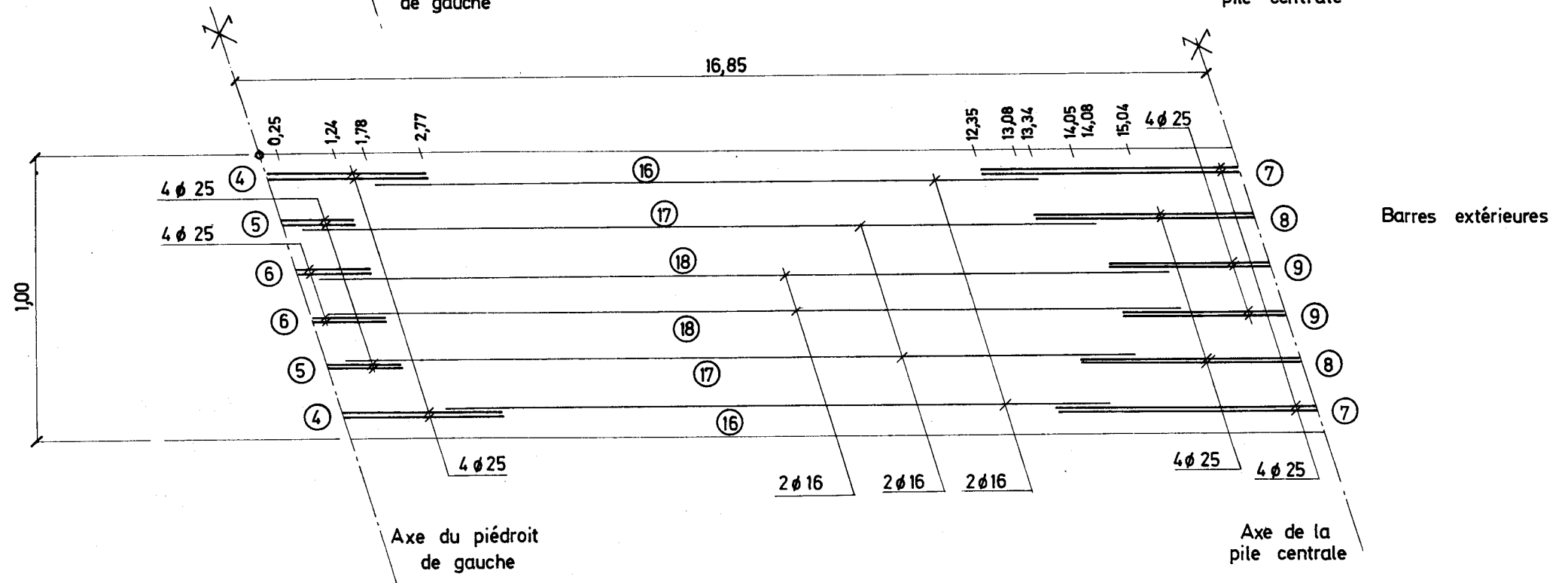
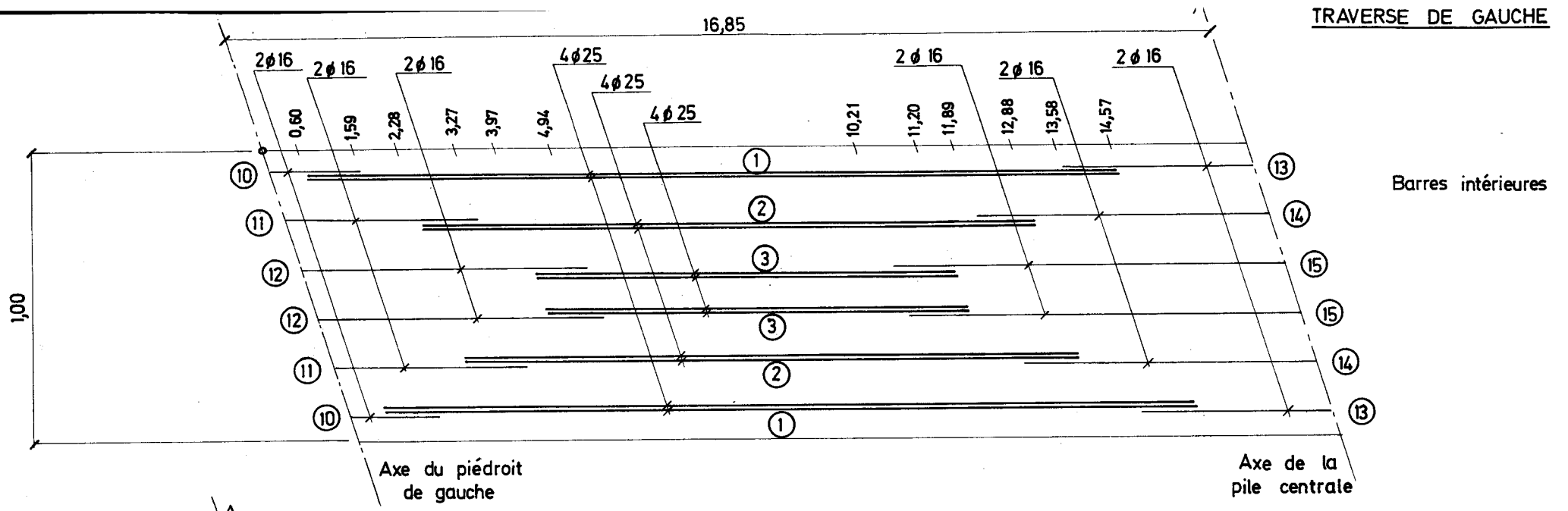
A) BARRES INTERIEURES

NO DES BARRES	DIAMETRE	NOMBRE	ORIGINE	EXTREMITE	LONGUEUR
10	16.	0		0.0	0.0
11	16.	0		0.0	0.0
12	16.	0		0.0	0.0
1	16.	2	0.0	7.65	7.65
2	16.	2	0.0	7.65	7.65
3	16.	2	0.0	7.65	7.65
13	16.	0	7.65		0.0
14	16.	0	7.65		0.0
15	16.	0	7.65		0.0

B) BARRES EXTERIEURES

4	16.	4		2.39	2.39
5	16.	4		2.39	2.39
6	16.	4		0.0	0.0
16	16.	0	0.0	0.0	0.0
17	16.	0	0.0	0.0	0.0
18	16.	2	0.0	1.14	1.14
7	16.	4	1.40		6.25
8	25.	4	1.40		6.25
9	25.	4	0.15		7.50

Longueurs théoriques correspondant à l'épure compte tenu des recouvrements, mais non des prolongements nécessaires aux extrémités des pièces.



TRAVERSE DE GAUCHE

cf. page 73

A) BARRES INTERIEURES

NO DES BARRES	DIAMETRE	NOMBRE	ORIGINE	EXTREMITE	LONGUEUR
10	16.	2		1.59	1.59
11	16.	2		3.27	3.27
12	16.	2		4.96	4.96
1	25.	4	0.60	14.57	13.97 = 14.57 - 0.60
2	25.	4	2.28	12.88	10.60
3	25.	4	3.97	11.20	7.23
13	16.	2	13.58	16.85	3.27
14	16.	2	11.89	16.85	4.96
15	16.	2	10.21	16.85**	6.64

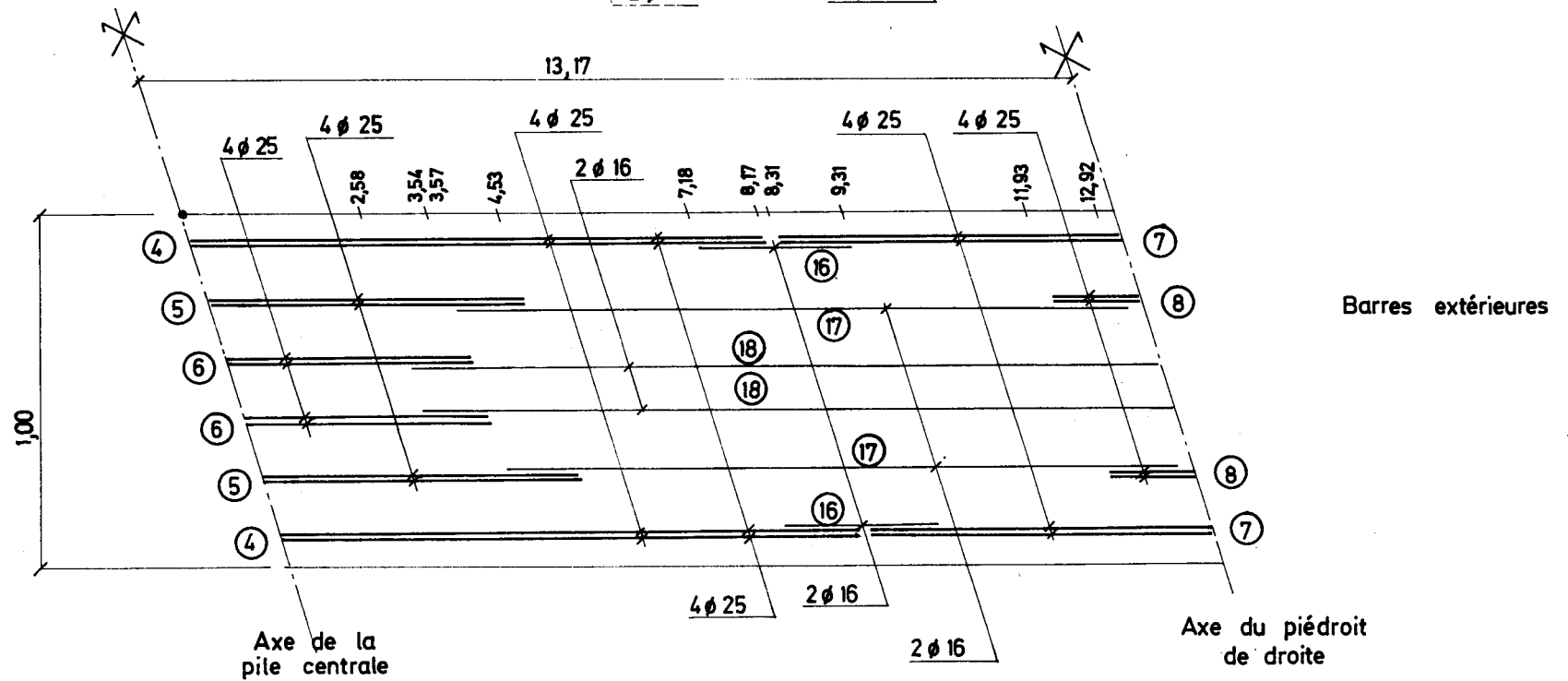
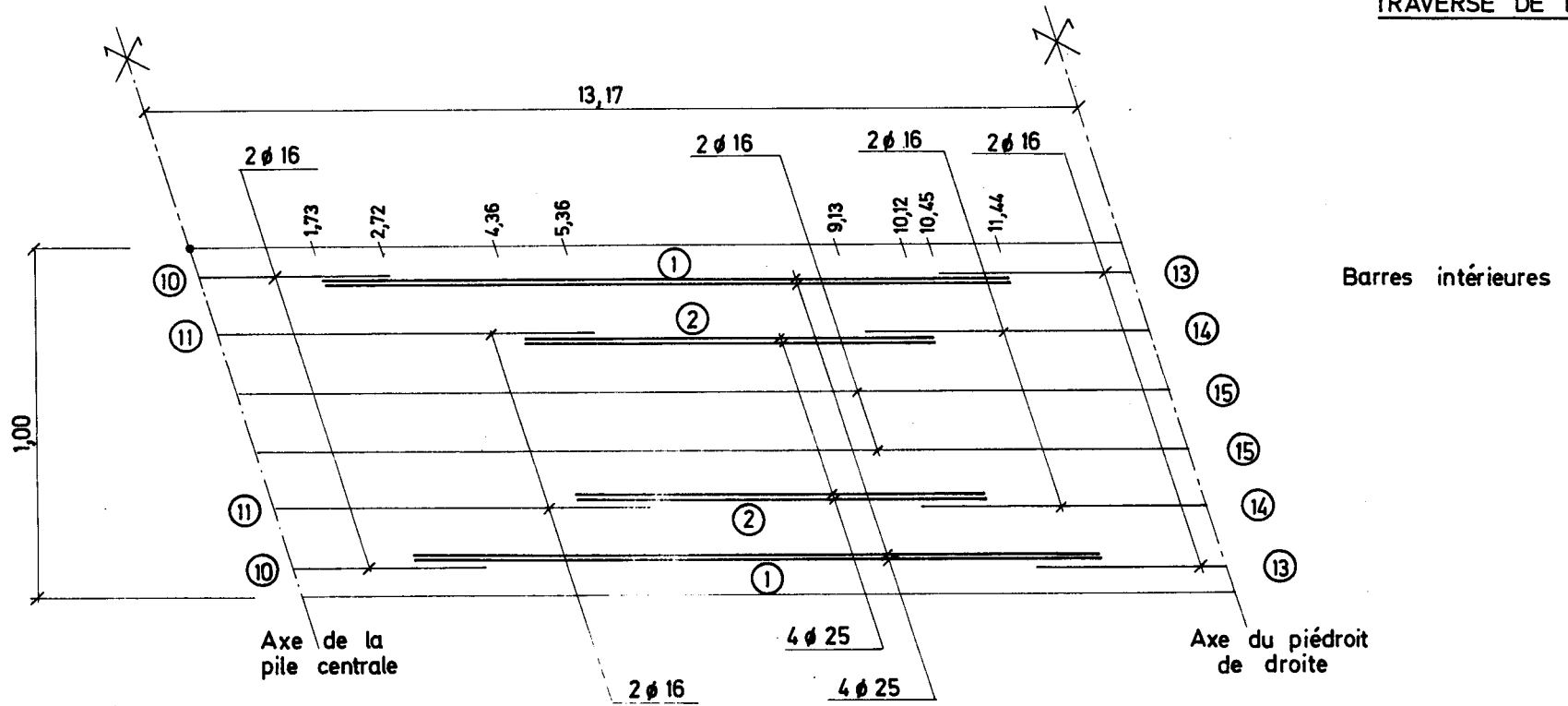
$$16.85 = \left(15.75 + \frac{0.55}{2} \right) \frac{1}{\sin \emptyset}$$

B) BARRES EXTERIEURES

4	25.	4		2.77	2.77
5	25.	4		1.24	1.24
6	25.	4		1.24	1.24
16	16.	2	1.78	13.34	11.56
17	16.	2	0.25	14.08	13.83
18	16.	2	0.25	15.04	14.80
7	25.	4	12.35	16.85	4.50
8	25.	4	13.08	16.85	3.76
9	25.	4	14.05	16.85	2.80

Nota : 1 - l'origine correspond à l'axe du piédroit de gauche
 l'extrémité correspond à l'axe de la pile centrale

2 - 16.85** correspond à la distance biaise entre l'axe du piédroit et l'axe de la pile centrale



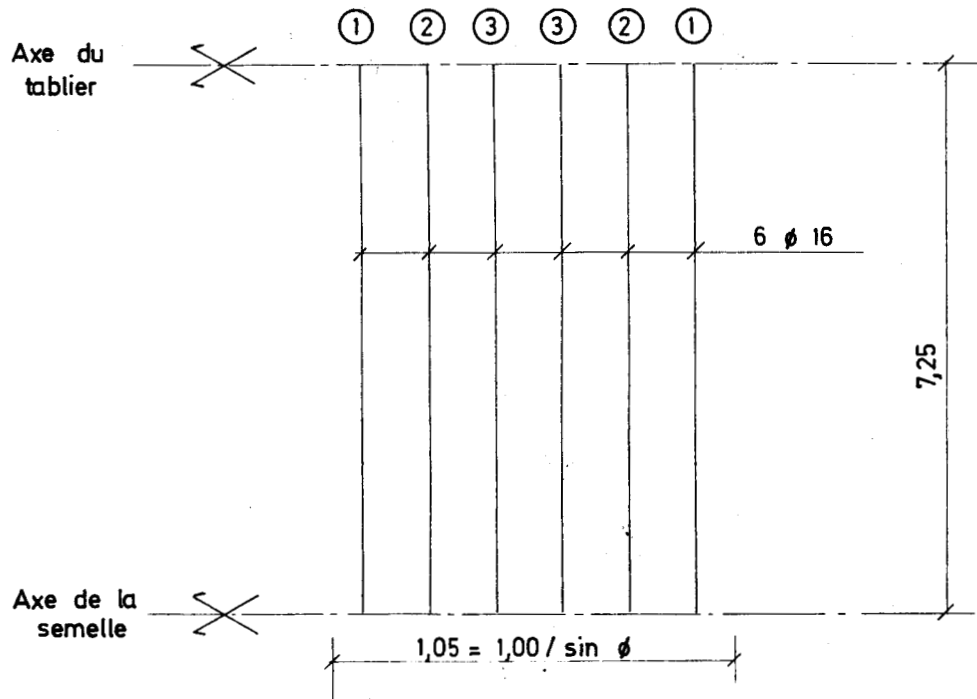
TRAVERSE DE DROITE

cf. page 73

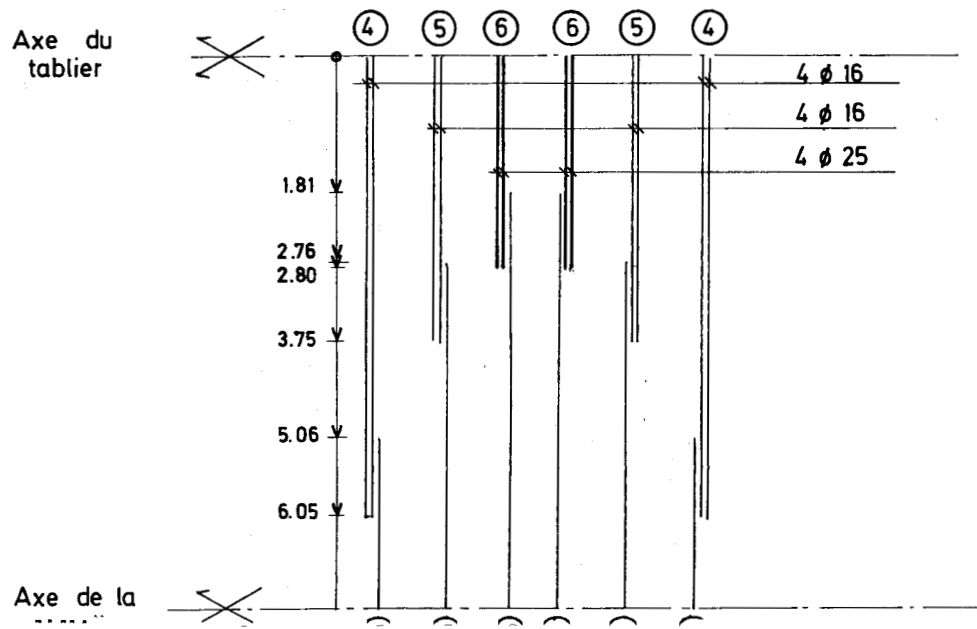
A) BARRES INTERIEURES					
NO DES BARRES	DIAMETRE	NOMBRE	ORIGINE	EXTREMITE	LONGUEUR
10	16.	2		2.72	2.72
11	16.	2		5.36	5.36
12	16.	0		0.0	0.0
1	25.	4	1.73	11.44	9.71
2	25.	4	4.36	10.12	5.76
3	25.	0	0.0	0.0	0.0
13	16.	2	10.45		2.72
14	16.	2	9.13		4.04
15	16.	2	0.0		13.17
B) BARRES EXTERIEURES					
4	25.	4		8.17	8.17
5	25.	4		4.53	4.53
6	25.	4		3.57	3.57
16	16.	2	7.18	9.31	2.13
17	16.	2	3.54	12.92	9.39
18	16.	2	2.58	13.17	10.59
7	25.	4	8.31		4.85
8	25.	4	11.93		1.24
9	25.	4	13.17		0.0

Si les traverses n'ont pas même épaisseur cf page 69

PIEDROIT DE DROITE



Barres intérieures



Barres extérieures

PIEDROIT DE DROITE

cf. page 73

A) BARRES INTERIEURES

NO DES BARRES	DIAMETRE	NOMBRE	ORIGINE	EXTREMITE	LONGUEUR
10	16.	0		0.0	0.0
11	16.	0		0.0	0.0
12	16.	0		0.0	0.0
1	16.	2	0.0	7.25	7.25
2	16.	2	0.0	7.25	7.25
3	16.	2	0.0	7.25	7.25
13	16.	0	7.25		0.0
14	16.	0	7.25		0.0
15	16.	0	7.25		0.0

B) BARRES EXTERIEURES

4	16.	4		6.05	6.05
5	16.	4		3.75	3.75
6	25.	4		2.80	2.80
16	16.	2	5.06	7.25	2.19
17	16.	2	2.76	7.25	4.49
18	16.	2	1.81	7.25	5.44
7	16.	4	7.25		0.0
8	16.	4	7.25		0.0
9	16.	4	7.25		0.0

* FERRAILLAGE LONGITUDINAL DE LA PILE INTERMEDIAIRE *

NOMBRE DE BARRES A ADOPTER PAR METRE LINEAIRE POUR CHAQUE FACE = 2
DIAMETRE DES BARRES CHOISIES = 16.

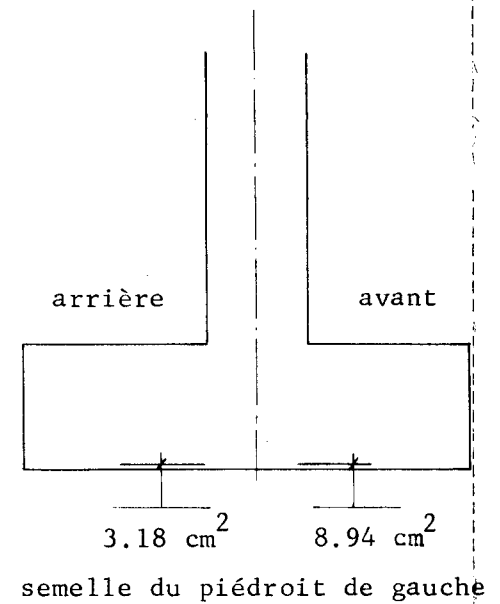
] soit 2 Ø 16 par ml

Ferraillage théorique
(voir pièce 3.4)

Nota : Ce résultat est donné pour le voile plein de même inertie que la pile réelle défini au bordereau des données

FERRAILLAGE DES SEMELLES

		<u>ACIERS INFÉRIEURS</u>	<u>ACIERS SUPÉRIEURS</u>
PIEDROIT DE GAUCHE	-PATIN AVANT	<u>8.94</u>	0.0
	-PATIN ARRIERE	<u>3.18</u>	0.0
PILE INTERMEDIAIRE	-PATIN AVANT	6.17	0.0
	-PATIN ARRIERE	8.01	0.0
PIEDROIT DE DROITE	-PATIN AVANT	4.70	0.0
	-PATIN ARRIERE	4.61	0.0



les barres doivent être disposées parallèlement au plan moyen des piédroits.
les barres sont groupées par 2 lorsque leur nombre excède 6 au ml.

ETUDE DU FERRAILLAGE TRANSVERSAL INFERIEUR

FERRAILLAGE DE LA TRAVÉE DE GAUCHE

DIAMÈTRE DES BARRES À ADOPTER POUR LE FERRAILLAGE TRANSVERSAL = T 16.

NOMBRE DE BARRES PAR ML = 8 BARRES

ESPACEMENT À ADOPTER = 12.5 CM [espacement droit]

FERRAILLAGE DE LA TRAVÉE DE DROITE

DIAMÈTRE DES BARRES À ADOPTER POUR LE FERRAILLAGE TRANSVERSAL = T 16.

NOMBRE DE BARRES PAR ML = 6 BARRES

ESPACEMENT À ADOPTER = 16.7 CM [espacement droit]

ETUDE DU FERRAILLAGE A L'EFFORT TRANCHANT

le diamètre des étriers est PHI 3 soit 8 mm

PIEDROIT DE GAUCHE

NO SECTION	EFFORT TRANCHANT	ESPACEMENT DES ETRIERIS
1- 1	16.995	0.217
1- 2	11.436	0.323
1- 3	6.461	0.463
1- 4	2.662	0.485
1- 5	4.564	0.474
1- 6	7.521	0.457
1- 7	10.155	0.364
1- 8	12.203	0.303
1- 9	13.666	0.270
1-10	14.544	0.254
1-11	14.836	0.249

Il est rappelé qu'on considère qu'on place dans chaque section 1 étrier par groupe de 1 ou 2 fers.

les espacements maximum réglementaires \bar{t}_1 et \bar{t}_2 (Article 25.1.2 du titre VI du fascicule 61) sont pris en compte par le programme.

TRAVERSE DE GAUCHE

cf. page 83

NO SECTION	EFFORT TRANCHANT	ESPACEMENT DES ETRIERS
2- 1	29.226	0.185
2- 2	23.497	0.236
2- 3	18.752	0.302
2- 4	13.410	0.431
2- 5	8.639	0.501
2- 6	5.439	0.519
2- 7	10.578	0.490
2- 8	15.374	0.373
2- 9	20.148	0.279
2-10	25.342	0.217
2-11	29.861	0.181

TRAVERSE DE DROITE

cf. page 83

NO SECTION	EFFORT TRANCHANT	ESPACEMENT DES ETRIERS
3- 1	26.274	0.209
3- 2	21.974	0.254
3- 3	18.226	0.311
3- 4	14.032	0.411
3- 5	10.153	0.492
3- 6	6.761	0.511
3- 7	6.813	0.511
3- 8	11.231	0.486
3- 9	15.028	0.382
3-10	19.473	0.290
3-11	24.708	0.223

PIEDROIT DE DROITE

cf. page 83

NO SECTION	EFFORT TRANCHANT	ESPACEMENT DES ETRIERS
4- 1	14.256	0.259
4- 2	13.993	0.264
4- 3	13.204	0.280
4- 4	11.890	0.311
4- 5	10.051	0.368
4- 6	7.685	0.456
4- 7	4.794	0.473
4- 8	2.864	0.484
4- 9	5.010	0.471
4-10	9.477	0.390
4-11	14.471	0.255

*
* METRE SOMMAIRE *
*

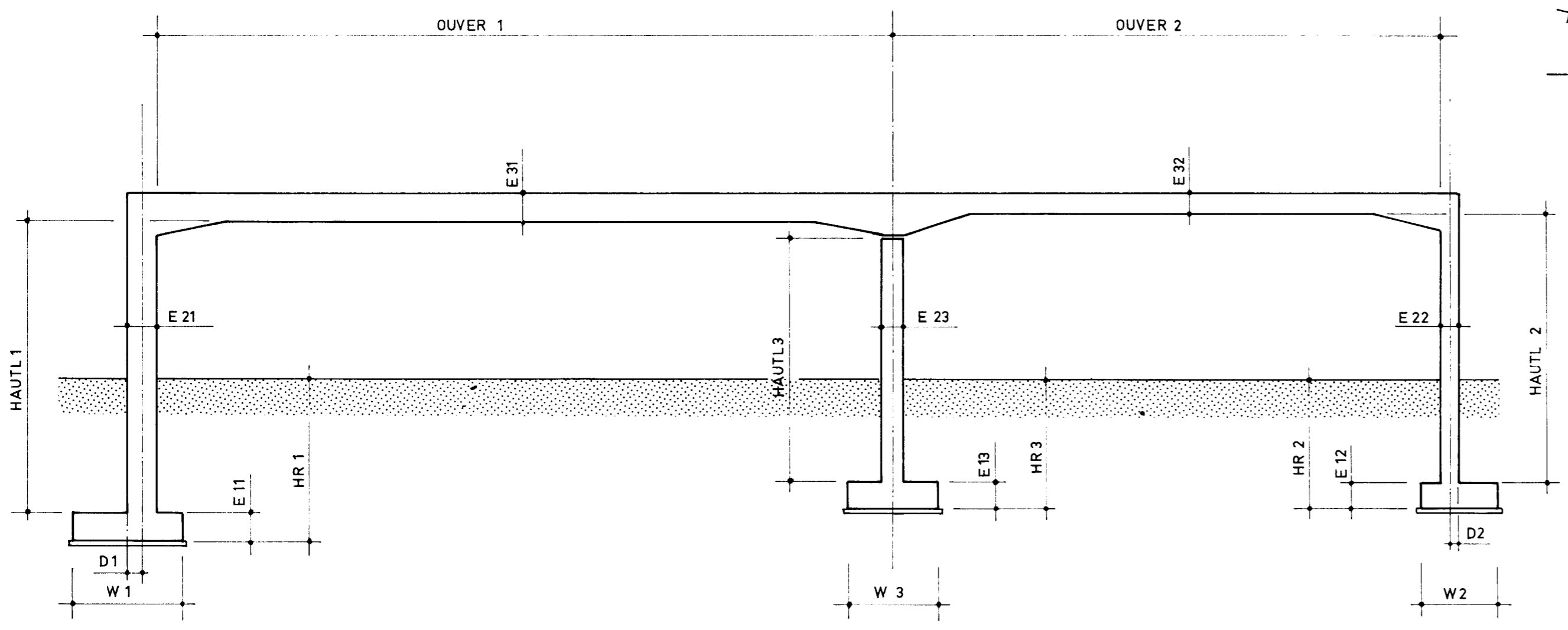
pour l'ouvrage calculé (c'est un demi-ouvrage pour les
PI autoroutiers)

VOLUME DE BETON	468.41 M3
BETON DE PROPRIETE	11.05 M3
POIDS D'ACIER	46.803 T
TAUX DE FERRAILLAGE	100. KG/M3

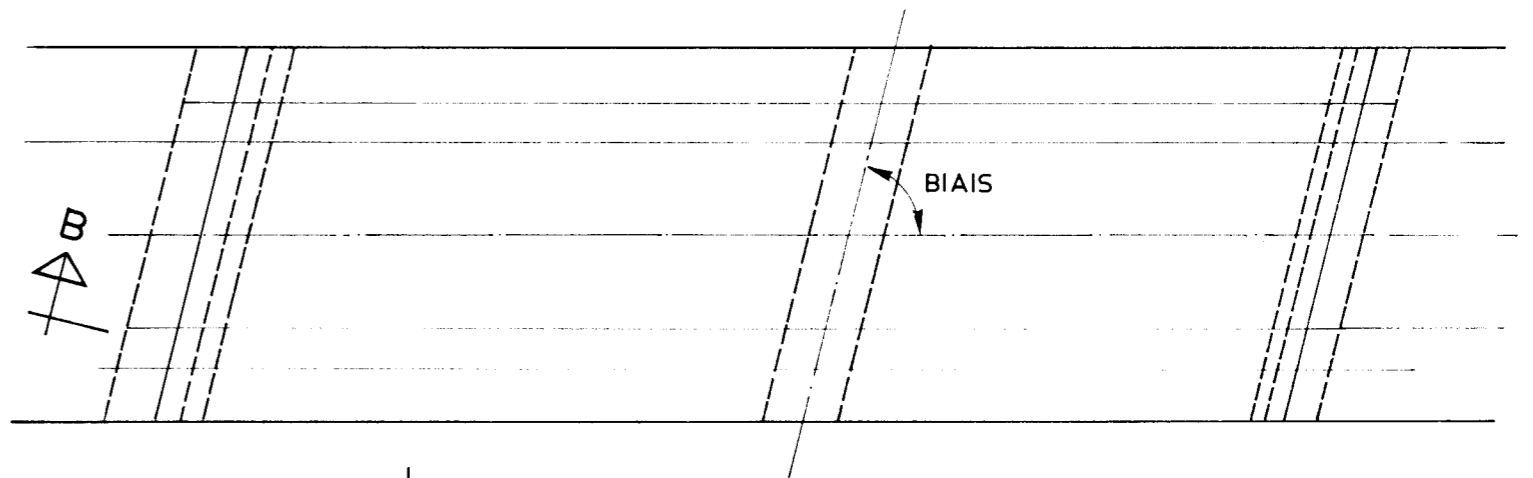
COFFRAGE DES SEMELLES	62.18 M2
COFFRAGE DES PIEDROITS	522.02 M2
COFFRAGE DES TRAVERSES	488.17 M2

Nota : le métré ne tient pas compte des murs de tête, des corbeaux, des dalles de transition, des corniches, ni des masques et murettes porte-caillebotis des ouvrages autoroutiers. Il ne comprend pas non plus les fers de montage.
-Ce métré est déterminé à partir de l'épure d'arrêt des barres des pages précédentes. Celle-ci présente une certaine surabondance comme cela est exposé en pièce 3.3

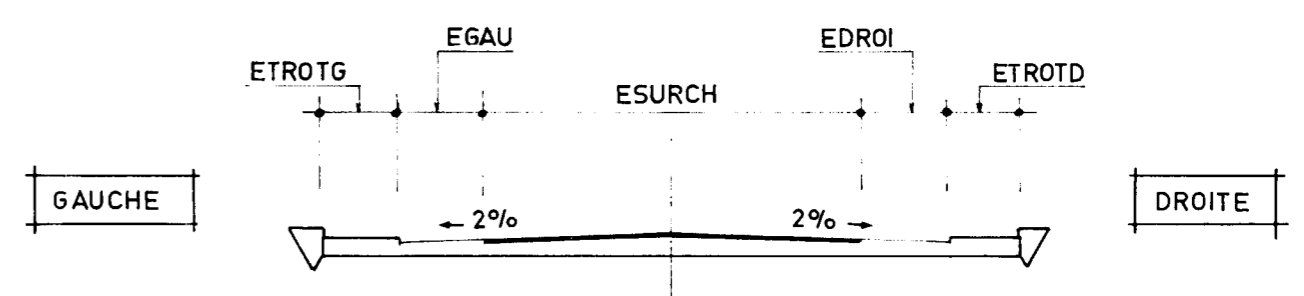
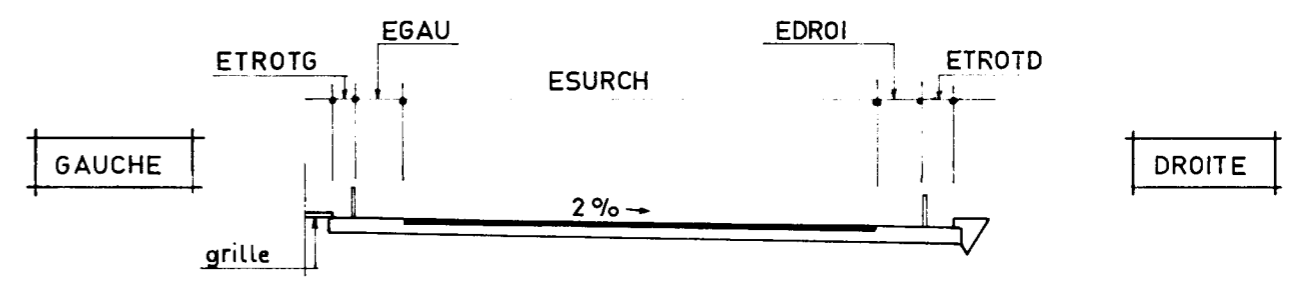
COUPE LONGITUDINALE DROITE B.B



VUE EN PLAN



COUPE TRANSVERSALE DROITE A.A



POD 76

SETRA

DIVISION
DES
OUVRAGES D'ART B

Portique Ouvert Double



3

EXEMPLE D'APPLICATION

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT

Direction des routes et de la circulation routière

Ministère de l'Équipement

Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes

Division des Ouvrages d'Art B. 7^{ème} Arrondissement

M.H.MATHIEU Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées . Chef de Division

46, Avenue Aristide Briand BP 100 - 92 223 - BAGNEUX - Tél 655.42.42

OUVRAGES TYPES

POD 76

SOUS DOSSIER 3

Le sous dossier 3 comporte les pièces suivantes :

Pièce 3.1 : Notice.

Pièce 3.2 : Plan général, élévation et plan de coffrage.

Pièce 3.3 : Complément au plan de ferrailage.

Pièce 3.4 : Plan de ferrailage.

La gestion de ce dossier est assurée par le 7^{ème} Arrondissement de la DOA.-B (cf. verso de la couverture générale).

POD 76



Pièce **3.1**

Notice

Juillet 1976

L'ouvrage traité en exemple est destiné à assurer le franchissement d'une autoroute comportant une chaussée de 2 voies et une chaussée de 3 voies par une route de profil 1 (cf. CAT 75).

1 - Description de l'ouvrage.

1.1 - Dispositions Générales.

L'ouvrage est un portique double.

En plan, les axes de l'autoroute et de la voie franchissante font un angle de 80 grades. Les profils en long sont horizontaux. Le gabarit dégagé sous l'ouvrage est de 5,50 m.

utile

L'ouvrage a une largeur/droite de 13,50 m. La traverse supérieure présente un profil en toit avec des pentes de 2 %. Elle comporte de chaque côté une corniche de type C 1 D coulée en place. Les semelles sont horizontales mais sont fondées à des cotes différentes, ce qui explique la différence de hauteur des piédroits.

Le détail de ces dispositions est présenté dans la pièce 3.2.

1.2 - Dispositions Particulières.

Dalles de transition : il est prévu pour chaque ouvrage 2 dalles de transition de 5 m de longueur droite et de 12,50 m de largeur droite (soit un débord de 0,50 m de part et d'autre de la chaussée). Nous avons retenu des dalles de transition profondes appuyées, côté ouvrage, sur des corbeaux solidaires des piédroits. Elles sont fixées aux corbeaux par des goujons constitués de \emptyset 25 de 40 cm de longueur espacés de 1 m (cf. pièce 3.4). Pour les dispositions générales des dalles de transition, le projeteur pourra se reporter au dossier JADE et à la pièce 2.2 du dossier PIP0 74.

Garde-corps : le garde corps prévu est du type S7 (cf. dossier GC)

Gargouilles : Ce dispositif peut éventuellement être prévu pour faciliter l'évacuation des eaux de ruissellement cf. JADE 68. Dans le cas présent nous n'en avons pas retenu. L'évacuation des eaux de ruissellement sera réalisée par des caniveaux prolongés au delà de l'ouvrage et raccordés à des descentes constituées de tuiles emboîtables allant jusqu'au pied du talus.

1.3 - Murs de tête.

Du fait des dimensions géométriques de l'ouvrage les murs en aile constituent une solution esthétique.

L'ouvrage étudié présente un biais de 80 gr, les ouvertures droites sont de 15.50 m et 12 m. Les angles que font les murs en aile avec les plans des piédroits sont conformément à la pièce 1.1 § 3 :

$$\alpha = 15 + 0.03 L^2 = 20 \text{ gr}$$

$$\beta = 0.008 (80 + 25) \alpha = 16,5 \text{ gr}$$

L'ouverture considérée dans le calcul est l'ouverture minimale, ce qui constitue en fait un cas d'étude extrême, l'ouverture prise en compte pouvant être comprise entre l'ouverture minimale et l'ouverture moyenne.

2 - Prescriptions Particulières.

2.1 - Nature et qualité des matériaux.

Le béton.

Le dosage en ciment CPA 325 ou CPA 400 (cf. article II.02 de la mise à jour n° 2 du CPS type) sera en principe de (cf. art. 3.11,11 du CPS type) :

- 200 kg par m³ en oeuvre pour le béton de propreté sous semelles de fondation

- 400 kg par m³ en oeuvre pour les autres bétons.

Le béton choisi pour l'ouvrage présente une résistance nominale de 3 000 T/m².

Les armatures.

Les aciers pour armatures seront des ronds à haute adhérence (H.A.) pour les armatures principales du portique et des murs en aile, y compris les étriers. Les limites élastiques de ces aciers sont :

- 42000 T/m² pour les barres de diamètre inférieur ou égal à 20 mm
- 40000 T/m² pour les barres de diamètre supérieur à 20 mm.

Il est impérieusement nécessaire que tous les aciers utilisés dans cet ouvrage soient très bien façonnables. Cette nécessité conduirait à les prévoir exclusivement de la classe Fe E 40 A selon le fascicule 4.

2.2 - Exécution des bétons.

Chaque élément (semelles, piédroits et traverse) sera bétonné en continu. Les reprises de bétonnage se feront aux emplacements indiqués sur les dessins ; on évitera dans la mesure du possible toute reprise dans la partie vue des piédroits. Dans le cas exceptionnel où l'on serait conduit à avoir des reprises de bétonnage supplémentaires on veillera à assurer une bonne couture du béton et à renforcer le ferrailage transversal pour reprendre les efforts de retrait différentiel.

La corniche ne sera bétonnée qu'après décoffrage de la dalle supérieure, les armatures correspondantes étant laissées en attente, suivant les indications figurées aux dessins. (pièce 3.4)

Pour la vibration du béton des piédroits il sera nécessaire de prévoir des fenêtres dans les coffrages coté terre .

2.3 - Coffrages et Parements.

Les parements vus de la corniche, les faces du portique vues en élévation seront réalisés au moyen de coffrages pour parements fins tels qu'ils sont définis au § 16 de l'article 17 du fascicule 65 du C.P.C.

Les autres parements vus (faces intérieures du portique, murs masques, faces vues des murs en aile) seront traités en coffrages soignés tels qu'ils sont définis au § 14 de l'article 17 du fascicule 65 du CPC.

Les parements cachés ainsi que les parements vus des ouvrages hydrauliques seront réalisés au moyen de coffrages ordinaires tels qu'ils sont définis au § 17.1,4 du fascicule 65 du C.P.C.

2.4 - Joints.

Les joints ayant pour rôle essentiel de permettre le libre jeu des éléments les uns par rapport aux autres (portique et murs en aile) devront être traités avec le plus grand soin. Ils devront, en outre, présenter une étanchéité convenable vis-à-vis de la terre de façon à éviter notamment la formation de vides dans le remblai. Un dispositif efficace et économique consiste en un simple empilement de "pierres sèches" en arrière du joint. Si par ailleurs il est recherché une étanchéité vis-à-vis des eaux d'infiltration, on pourra avoir recours à des joints profilés. Le § 4.2 de la pièce 2.2 du dossier MUR 73 présente les différents types de joint.

2.5 - Protection contre les eaux d'infiltration.

La première précaution à prendre est d'assurer leur évacuation (cf. § 3 de la pièce 2.2 de MUR 73). Cela sera généralement réalisé par des dalles poreuses préfabriquées (ou en béton poreux coulé en place) disposées sur un système de collecte des eaux relié aux barbacanes. Celles-ci devront déboucher soit dans un caniveau soit au dessus du trottoir de la voie franchie. Cette protection règne sur l'ensemble des murs de tête

et des piédroits. Pour éviter que les trous laissés par les dispositifs d'écartement des coffrages n'assurent l'évacuation de ces eaux il sera bon de les boucher côté terres.

Les faces des piédroits et des murs de tête situées du côté du remblai pourront recevoir une protection contre l'infiltration des eaux dans leur épaisseur. Si le parement est de bonne qualité et que le milieu n'est pas agressif, cette protection (généralement coaltarisation) n'est pas indispensable et conduit à une dépense inutile. Par contre lorsque le parement est de mauvaise qualité (reprises de bétonnage, nids de cailloux) un badigeonnage est conseillé après ragréage du mur. Cette opération sera réalisée conformément à l'article 3.16,3 du C.P.S. type sous peine de constituer une illusion de protection et une dépense inutile. Dans un milieu agressif ce type de protection n'est plus suffisant ; il faut donc avoir recours à des enduits mis en place par une entreprise qualifiée.

2.6 - Appareil d'appui sur la pile centrale.

Le programme prévoit la mise en place de sections rétrécies de béton allongées selon la ligne d'appui, et au nombre de 3 ou 4 selon que la largeur du tablier est inférieure ou supérieure à 9 m, mais on peut également faire appel à des appareils d'appui en élastomère frettés (le bulletin technique n° 4 : appareil d'appui en élastomère fretté présente les différentes caractéristiques de ces appareils d'appui ainsi que leur calcul et dimensionnement).

3 - Calculs relatifs à l'ouvrage.

Le calcul électronique est effectué à partir des données rassemblées dans un bordereau (cf. pièce 2.2). Nous présentons ci-après le bordereau des données rempli relatif au modèle d'application.

SOGELERG TP

DEPARTEMENT OUVRAGES D'ART

CALCUL DE PORTIQUE OUVERT DOUBLE

BORDEREAU DE DONNEES

Date:

Page:

Nom:

Tél.:

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80

Carte n°1

NTITR	REGLE	CLASSE	VOIES	GENRE	SYME-TRIE	GOUS-SET	A(L)	Bc	B _T	IMC	MC	IME	ME	IEXC	OPTE	OPSM	KONTR	ARM	EPUR	PGARD	MATR	KELEM	INFLU	SURCH	ANLYZ	IE	
0,0	2,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	3,0	0,0	1,0	0,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	0,0	1,0	1,0

Carte n°2

BIAIS	PAS	PAS 2
8,0	0,5	0,25

Carte n°3

OUVER 1	OUVER 2	LDALT	HAUTL 1	HAUTL 2	HAUTL 3					
1,5	7,5	1,2	2,5	5,0	7,0	5,0	6,6	5,0	6,3	5,0

Carte n°4

ETROTG	EGAU	ESURCH	HCHAU	EDROI	ETROTD		
1,0	0,0	1,1	5,0	0,0	9,0	0,0	1,0

Carte n°5

E 31	E 32	E 21	E 22	E 23	E 11	E 12	E 13	
0,5	5,5	0,5	5,5	0,5	5,0	0,6	0,6	0,6

Carte n°6

W 1	W 2	W 3	D 1	D 2	HREMB 1	HREMB 2	HREMB 3
2,0	1,5	1,5	-0,2	0,0	2,2	1,8	1,5

Carte n°7

SPEC	ESOL	PREMAX	QDT	PSREMB	QREMI	RANKMAX	RANKMIN							
2,0	8,0	0,0	0,0	3,0	0,0	2,4	7,0	0,0	0,0	1,0	0,0	0,5	0,2	5,0

Carte n°8

PSTROT	HSREMB	QSUP	RACCOUR	ALONG	AN	POISS	EV								
0,1	5,0	0,0	0,3	6,8	2,0	0,0	2,0	0,0	1,5	0,0	1,5	1,2	0,0	0,0	0,0

Carte n°9

$\bar{\sigma}$ FLEX	$\bar{\sigma}$ b	$\bar{\sigma}$ en 1	PHI 1	PHI 2	PHI 3	PHI 4	$\bar{\sigma}$ en 2					
1,3	0,0	6,0	4,0	0,0	0,0	2,5	1,6	0,8	3,2	4,2	0,0	0,0

Cartes n°10
(titre)

MODELE D'APPLICATION																											
PS 2180/1122																											

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23 24 25 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35 36 37 38 39 40 41 42 43 44 45 46 47 48 49 50 51 52 53 54 55 56 57 58 59 60 61 62 63 64 65 66 67 68 69 70 71 72 73 74 75 76 77 78 79 80

POD 76



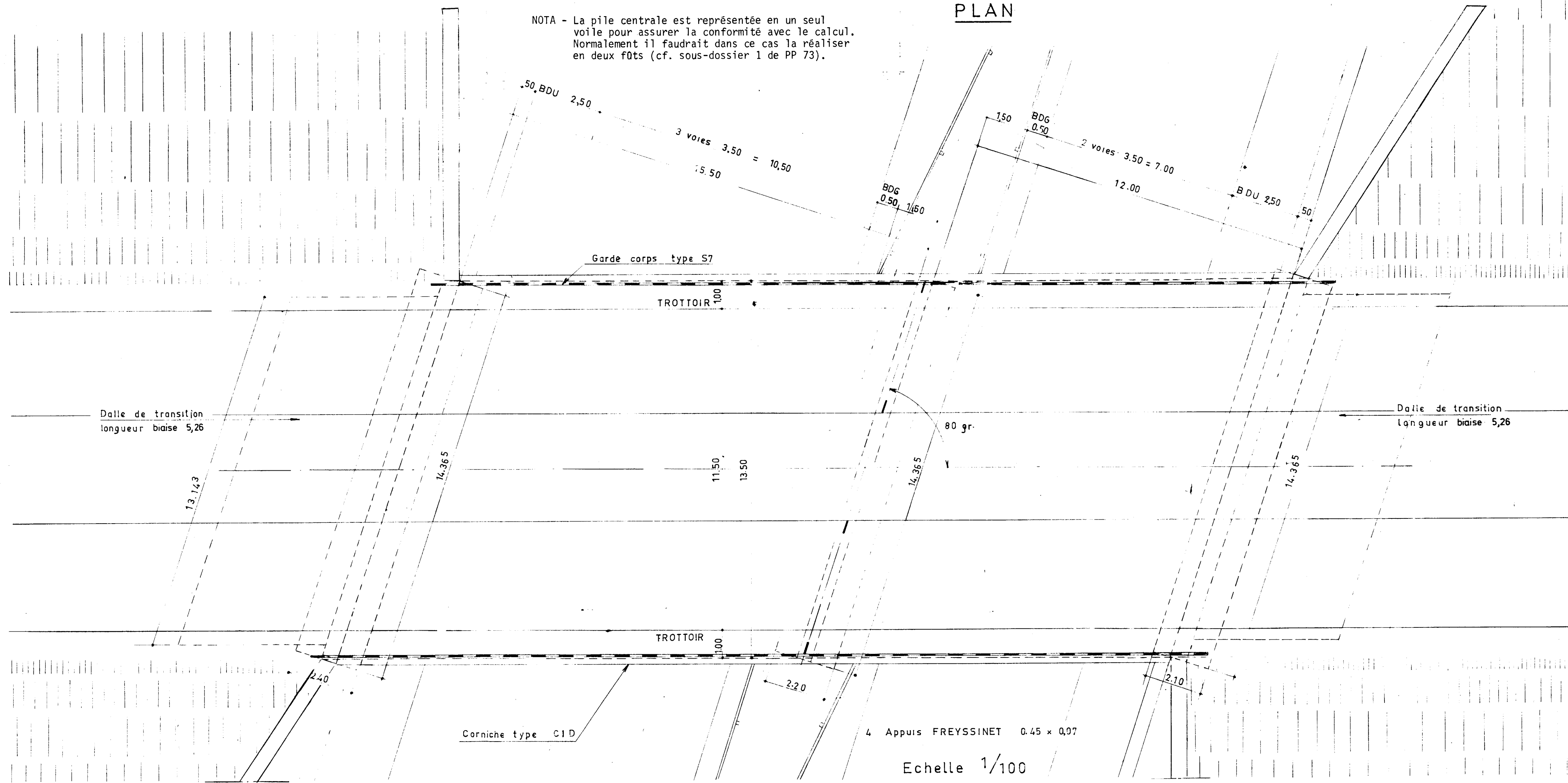
Pièce **3.2**

Plan général, élévation et plan de coffrage

Juillet 1976

PLAN

NOTA - La pile centrale est représentée en un seul voile pour assurer la conformité avec le calcul. Normalement il faudrait dans ce cas la réaliser en deux fûts (cf. sous-dossier 1 de PP 73).



4 Appuis FREYSSINET 0.45 x 0.97

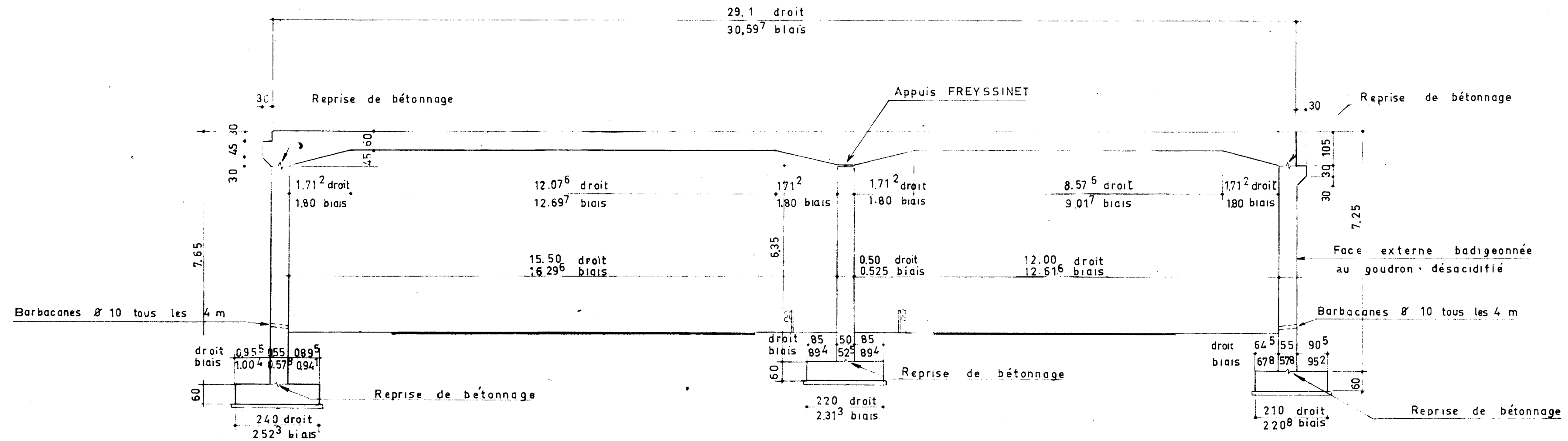
Echelle 1/100

COUPE LONGITUDINALE DANS L'AXE DE L'OUVRAGE

Echelle 1/100

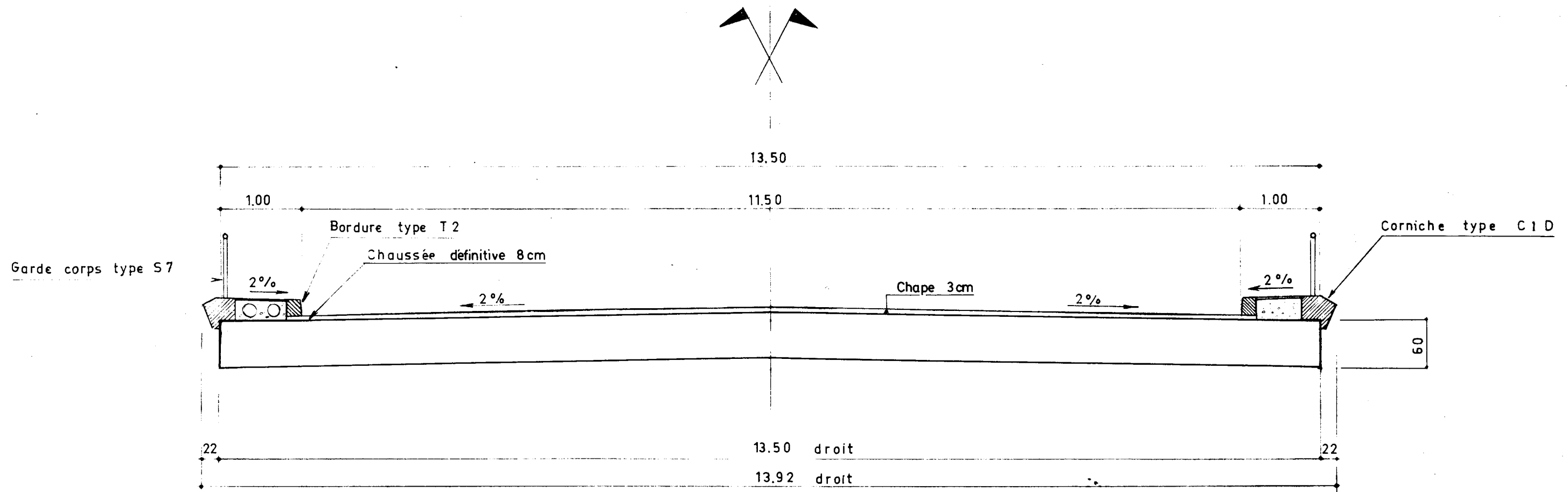
CAS D'UNE DALLE DE TRANSITION SUPERFICIELLE

CAS D'UNE DALLE DE TRANSITION PROFONDE



COUPE TRANSVERSALE DE LA TRAVERSE

Echelle 1/100



POD 76



Pièce **3.3**

Complément au plan de ferrailage
(correction manuelle du dimensionnement automatique)

Juillet 1976

1 - Principe de l'élaboration de l'épure d'arrêt de barres dans le calcul automatique.

L'épure d'arrêt des barres calculée par le programme est déterminée selon le principe illustré par les schémas de ferrailage (cf. p. 2 face supérieure et p. 3 face inférieure) concernant une tranche de 1 m de structure ou $\frac{1}{\sin \theta}$ m de longueur de piédroit. Selon que les barres sont ou non groupées par deux, on obtient donc les possibilités suivantes : soit 12 barres (ou 6), soit 10 barres (ou 5) soit 8 barres (ou 4) principales. L'espacement entre les barres est de ce fait déterminé à l'avance et ne peut être que 8,33 cm, 10 cm ou 12,5 cm ou l'espacement double.

Le diamètre des barres est fixé par le bordereau des données. Dans les traverses les fers principaux ne sont choisis que parmi les fers de premier diamètre c'est-à-dire PHI 1 ou PHI 4, contrairement au piédroit où ceux-ci peuvent être en outre choisis parmi les fers de deuxième diamètre (PHI 2).

2 - Inconvénients de la méthode.

Les principes énoncés plus haut sont la source de problèmes lorsqu'il s'agit de réaliser un plan de ferrailage, car du fait des hypothèses concernant le choix des aciers principaux dans les divers éléments du portique on obtient parfois des incohérences telles que : des aciers PHI 2 principaux dans le piédroit se prolongeant par des PHI 1 ou des PHI 4 dans la traverse. Le choix restreint des espacements des barres conduit d'autre part à une surconsommation d'acier.

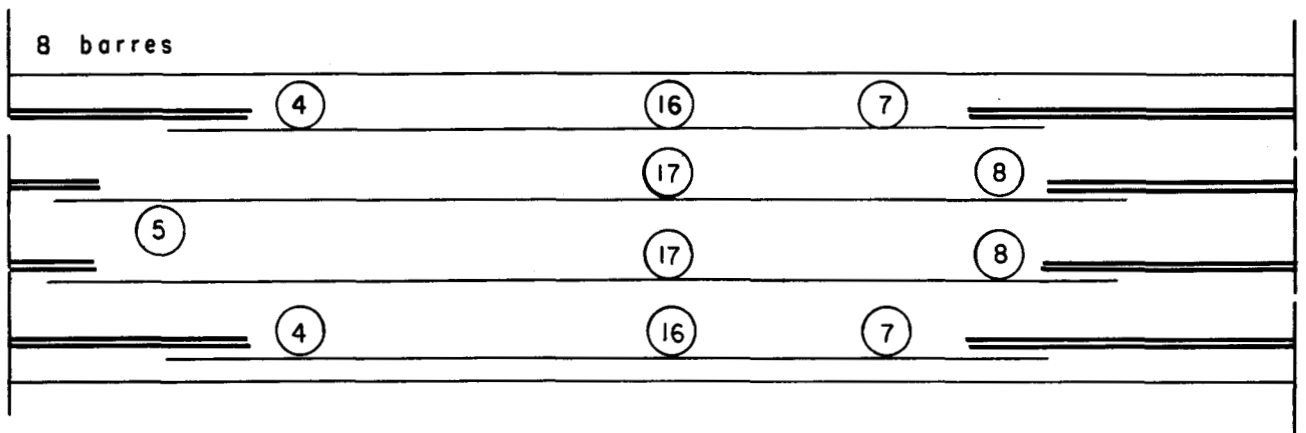
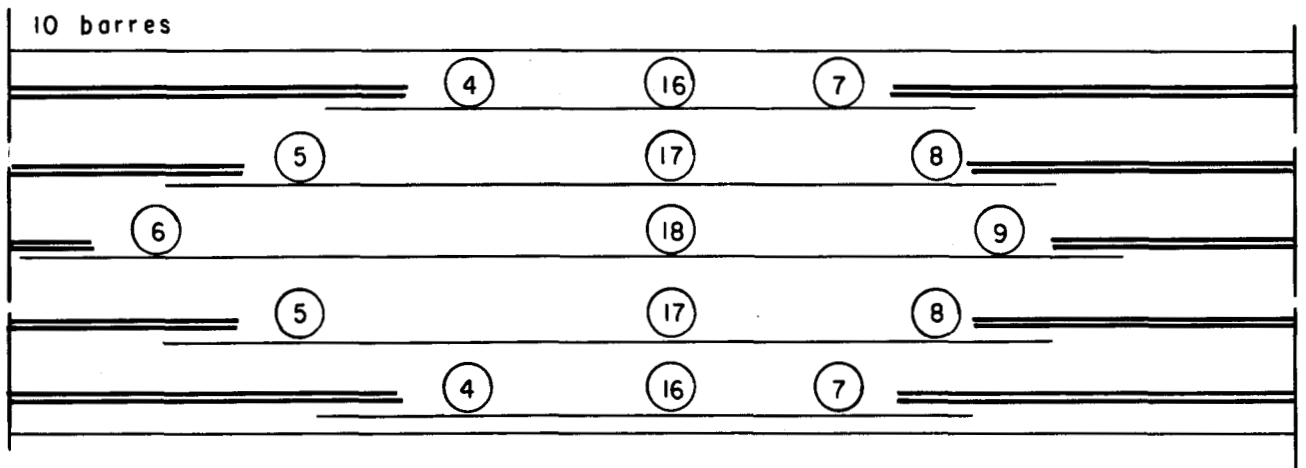
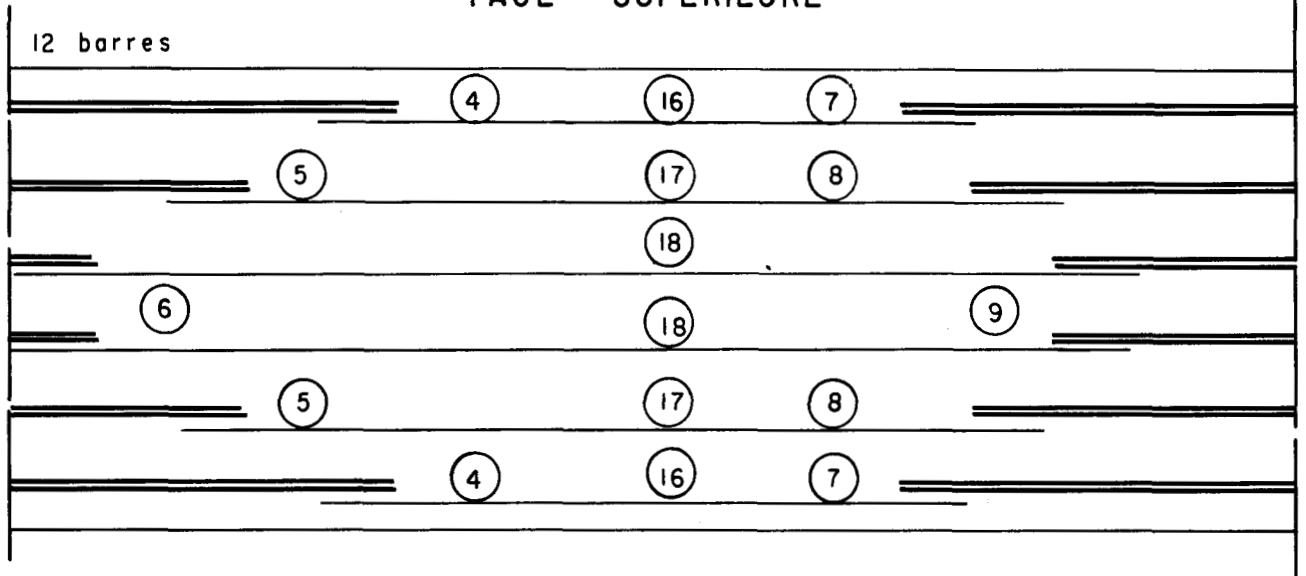
Nous proposons ci-après la démarche à suivre pour passer de l'épure d'arrêt des barres fournie par la note de calcul au dessin de ferrailage.

3 - Ferrailage réel adopté.

3.1 - Tracer la courbe enveloppe des moments (issue des résultats donnés par la note de calcul pièce 2.2 p. 44 et la courbe des moments résistants des aciers déterminée à partir de l'épure d'arrêt des barres.

PRINCIPE DE FERRAILLAGE

FACE SUPERIEURE



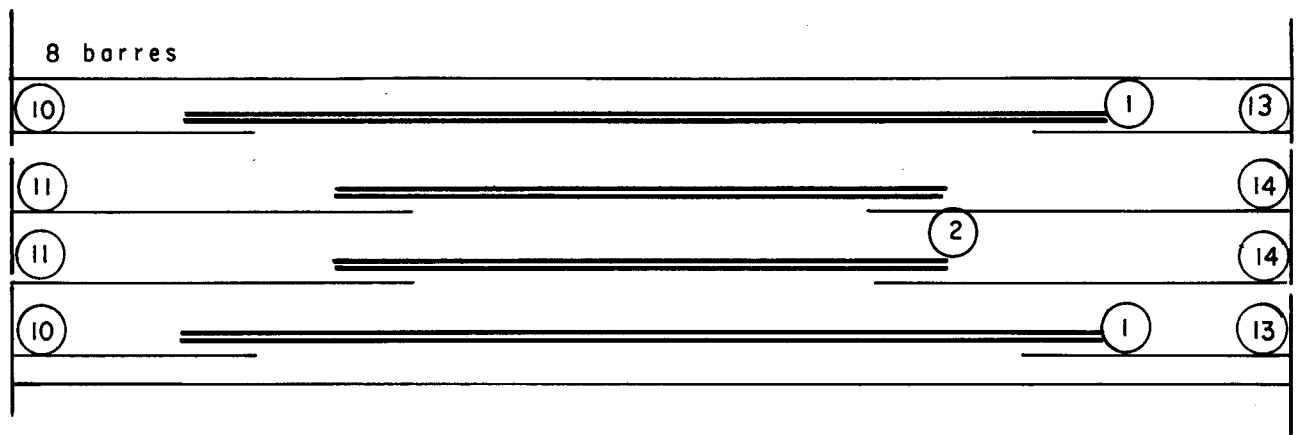
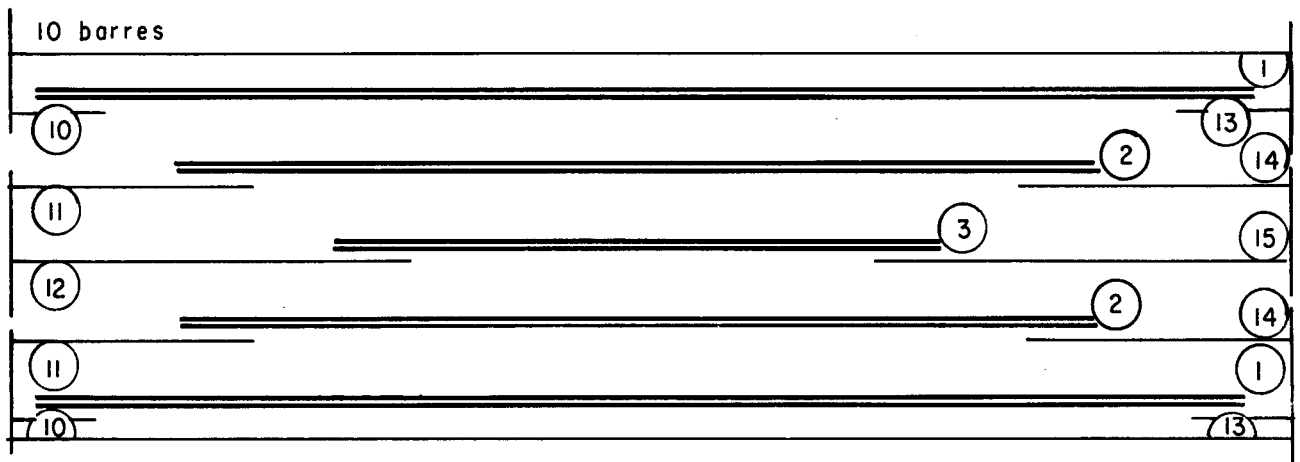
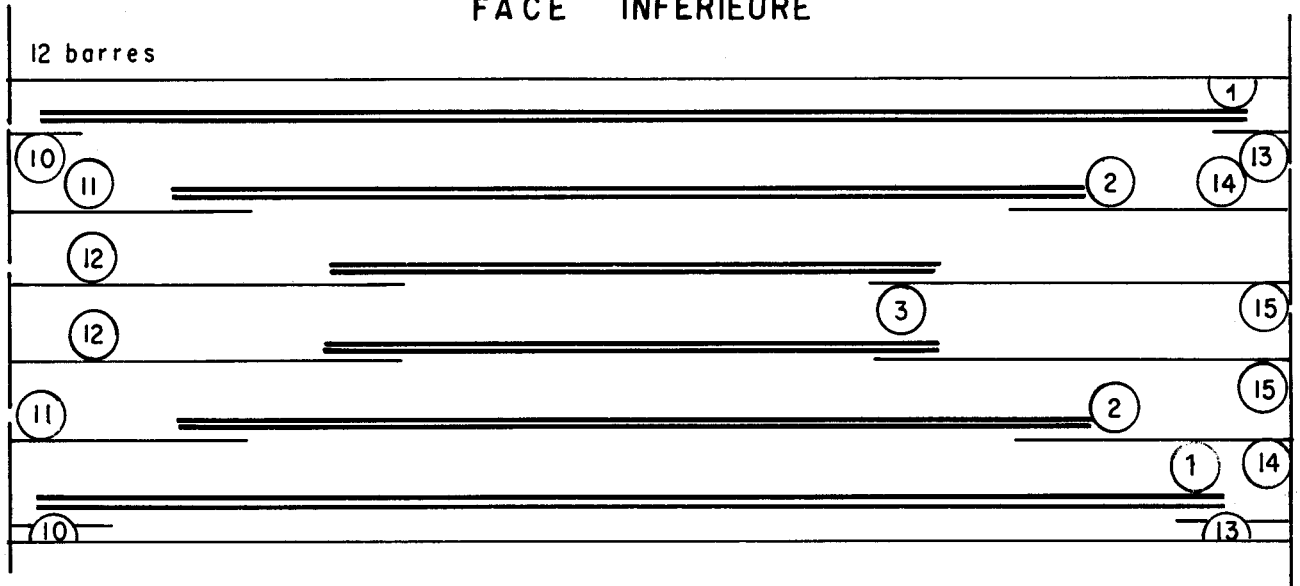
⑥ = 0

⑱ = 0

⑨ = 0

PRINCIPE DE FERRAILLAGE

FACE INFERIEURE



(12) = 0

(3) = 0

(15) = 0

3.2 - Détermination de l'espacement de base.

Lorsque dans la section déterminante les 2 courbes précédentes ne s'ajustent pas, il conviendra de déterminer à partir du ferrailage minimum nécessaire dans cette section un espacement des aciers (PHI 1 ou PHI 4) qui sera reconduit dans tout l'ouvrage. Il suffit pour cela de faire une règle de trois.

3.3 - Adaptation du diamètre des aciers utilisés dans les autres sections.

L'espacement des aciers étant fixé, on déterminera dans les autres sections les plus ferraiillées le diamètre des aciers à utiliser pour que la courbe enveloppe des moments et la courbe des moments résistants coïncide le plus possible.

3.4 - Tracer la nouvelle courbe des moments résistants. On rappelle qu'à la base des piédroits, afin de tenir compte de phénomènes non pris en compte dans les calculs telles que la rotation ou le tassement des semelles, il faut adopter un moment résistant supérieur à celui exigé par la Note de calcul (cf. PIPO Pièce 1.1.1 § 2.52.c)

3.5 - Tracer l'épure d'arrêt des barres.

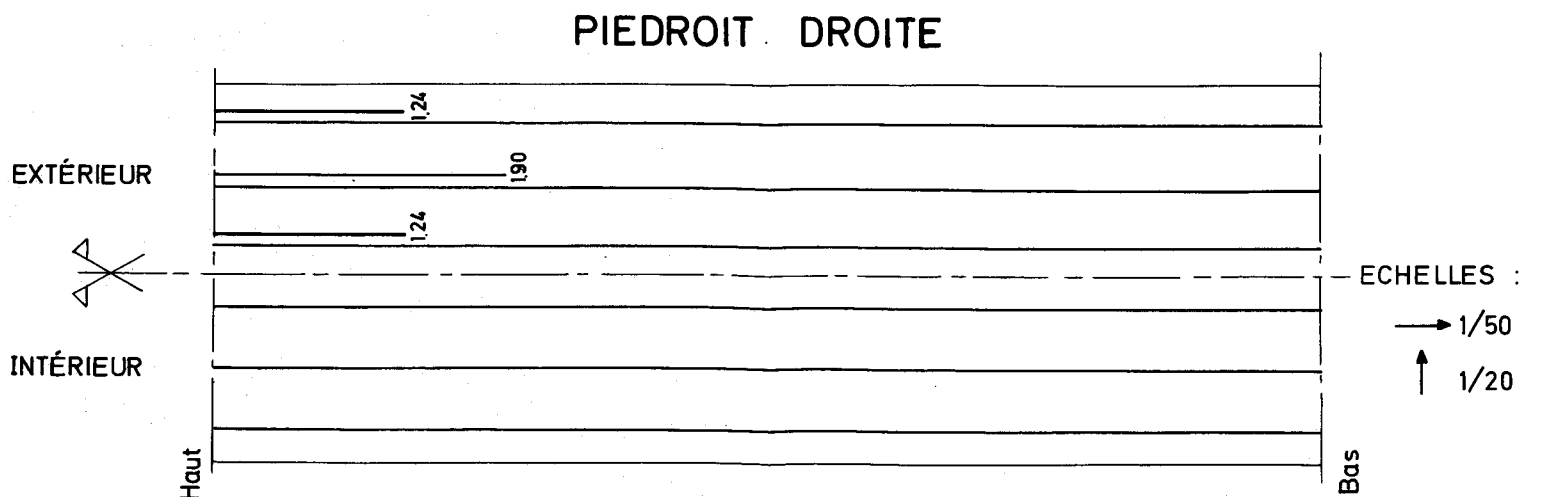
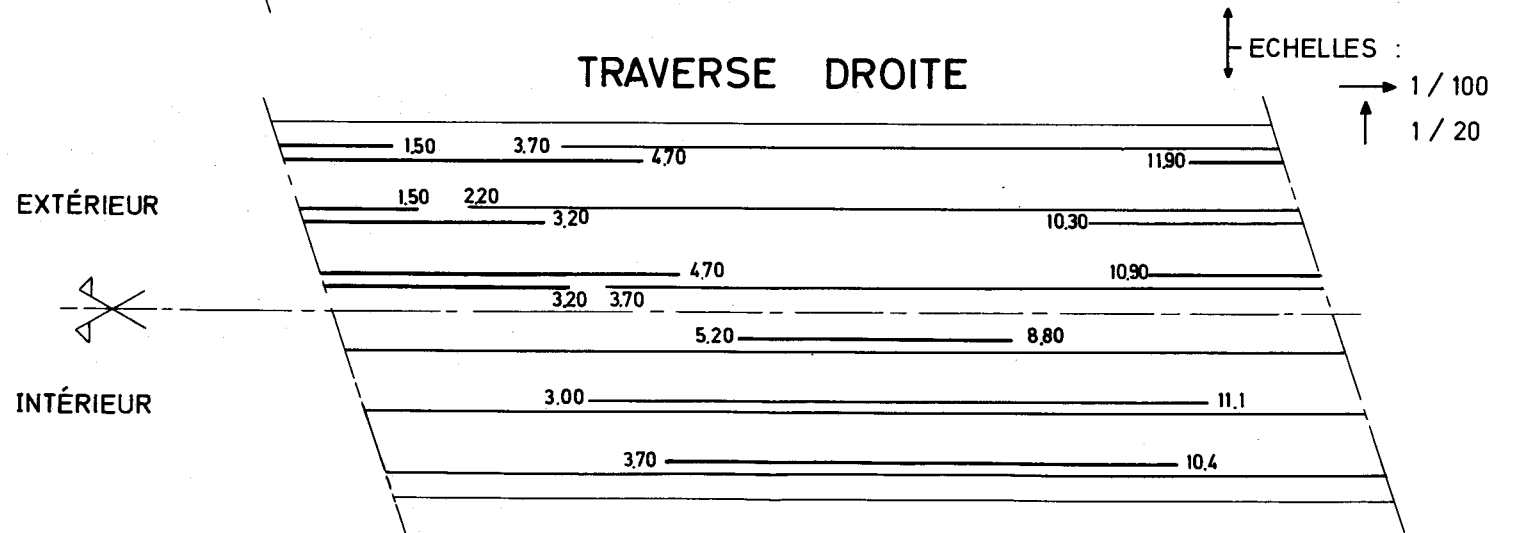
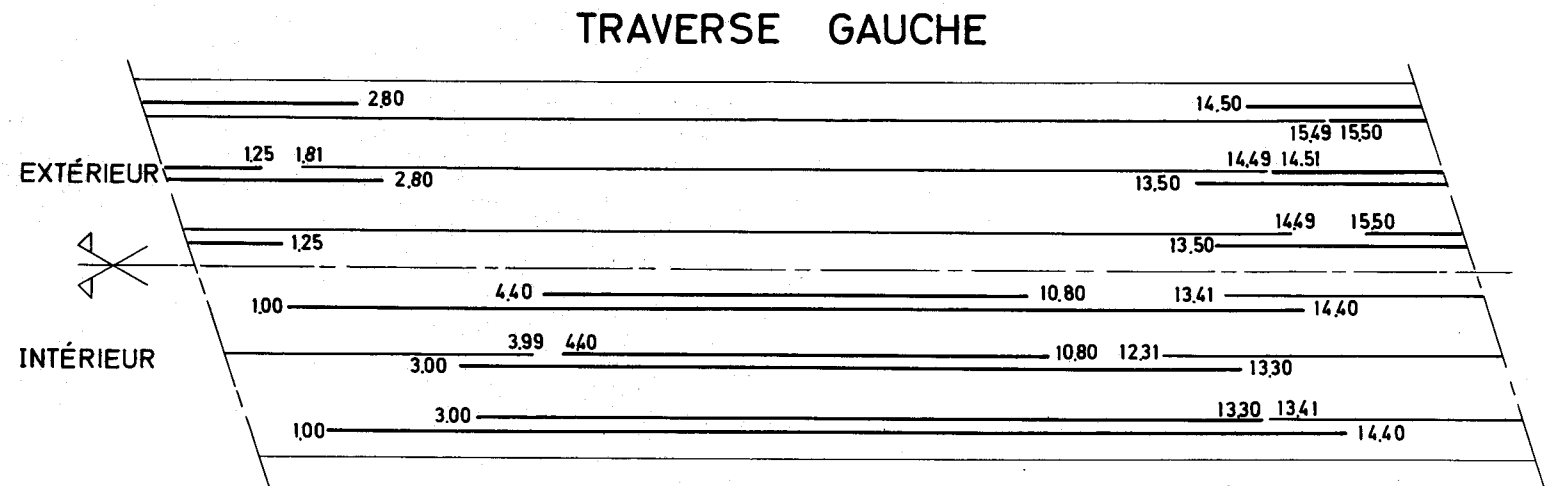
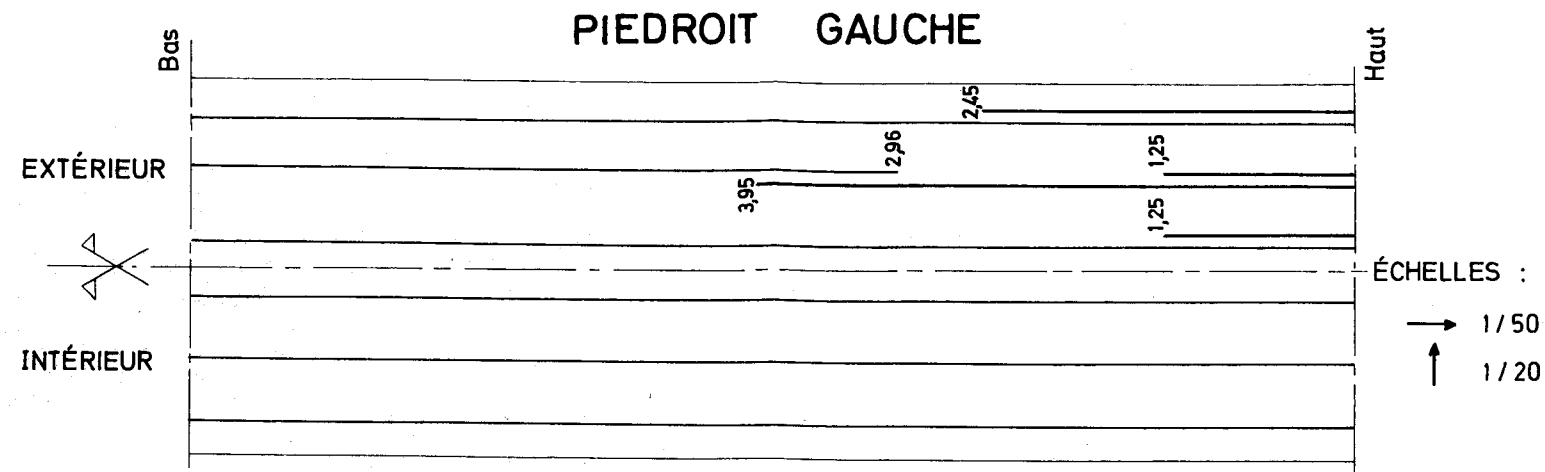
4 - Exemple d'application.

La courbe enveloppe des moments et la courbe des moments résistants des aciers sont tracées p. 7 - 8.

On constate que dans la section déterminante (milieu de travée de la traverse de gauche) les 2 courbes coïncident pratiquement. On conserve donc l'espacement de base de 0.167 cm (12 Ø au mètre). Pour chaque élément du portique on a ensuite recalculé une courbe des moments résistants aussi proche que possible de la courbe enveloppe décalée de $Z/2$, d'où on a déduit une épure d'arrêt de barres (voir courbes p. 7 - 8).

5 - Les étriers.

La note de calcul électronique donne pour chaque section de calcul un espacement longitudinal des cours d'étriers. Il est préférable pour des questions de mise en oeuvre, d'adopter comme espacement des chiffres entiers (par exemples 20 cm, 25 cm etc...) et de réduire au maximum le nombre des plages différentes d'étriers. Lorsque l'espacement des fers longitudinaux aura été modifié il conviendra d'adapter la répartition des étriers.



POD 76



Pièce **3.4**

Plan de ferrailage

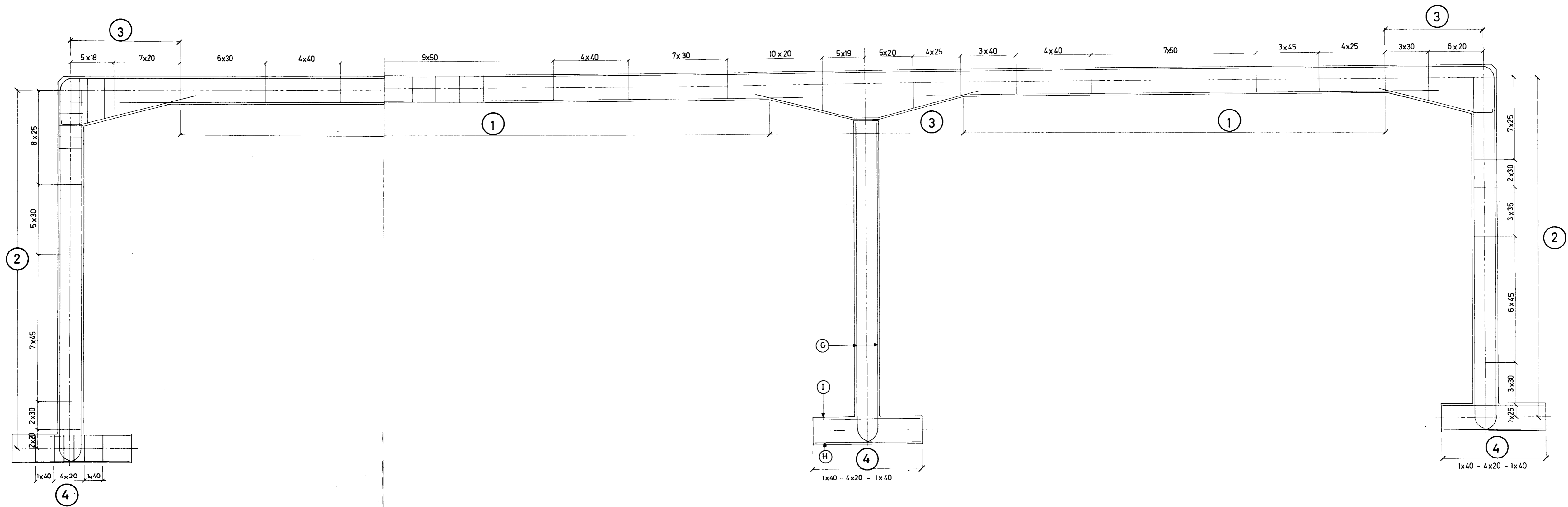
Juillet 1976

Le ferrailage présenté dans cette pièce est le ferrailage réel résultant des calculs exposés dans la pièce 3.3. Le dessin comprend le ferrailage de toute la structure, éléments annexes compris (corbeaux, corniches, ...). Seules les dalles de transition et leur ferrailage n'ont pas été représentés.

Le ferrailage de la pile intermédiaire n'est qu'un ferrailage de principe, qui reproduit celui fourni par la note de calcul électronique pour un voile unique. Si l'on avait choisi de concevoir deux ou plusieurs voiles à la place du voile unique décrit dans la note de calcul, il aurait fallu revoir le ferrailage en conséquence. Lorsque la dimension d'un voile est inférieur à 2,50 m x 0,50 m, et que ce voile est exposé à un risque de chocs par des véhicules lourds, il y a lieu de calculer sa résistance vis-à-vis de ces chocs (cf. § 3.05,242 de la mise à jour n° 2 du CPS Type des Ponts Courants), ce qui peut rapidement conduire à des taux de ferrailage de 1 % pour la section d'encastrement.

Métré - Eléments annexes (sauf dalles de transition) compris, le tonnage d'acier est de 43,10 tonnes, pour un volume de béton de 48 m³ soit 89 kg/m³. Le taux moyen est donc inférieur à celui d'un PIP0 de même portée unitaire. Cela s'explique par le fait que la pile intermédiaire est peu sollicitée, et peu ferrillée. Dans ces conditions, le prix au mètre carré de structure porteuse, qui constitue le premier terme de l'estimation selon EST 67, peut être pris égal à 535 F/m². Ce prix est donc légèrement supérieur à celui de l'exemple 2A (2 x 15 m) décrit dans la pièce 1.1 (page 15), qui a à peu près la même longueur biaise totale, mais dont les travées sont égales.

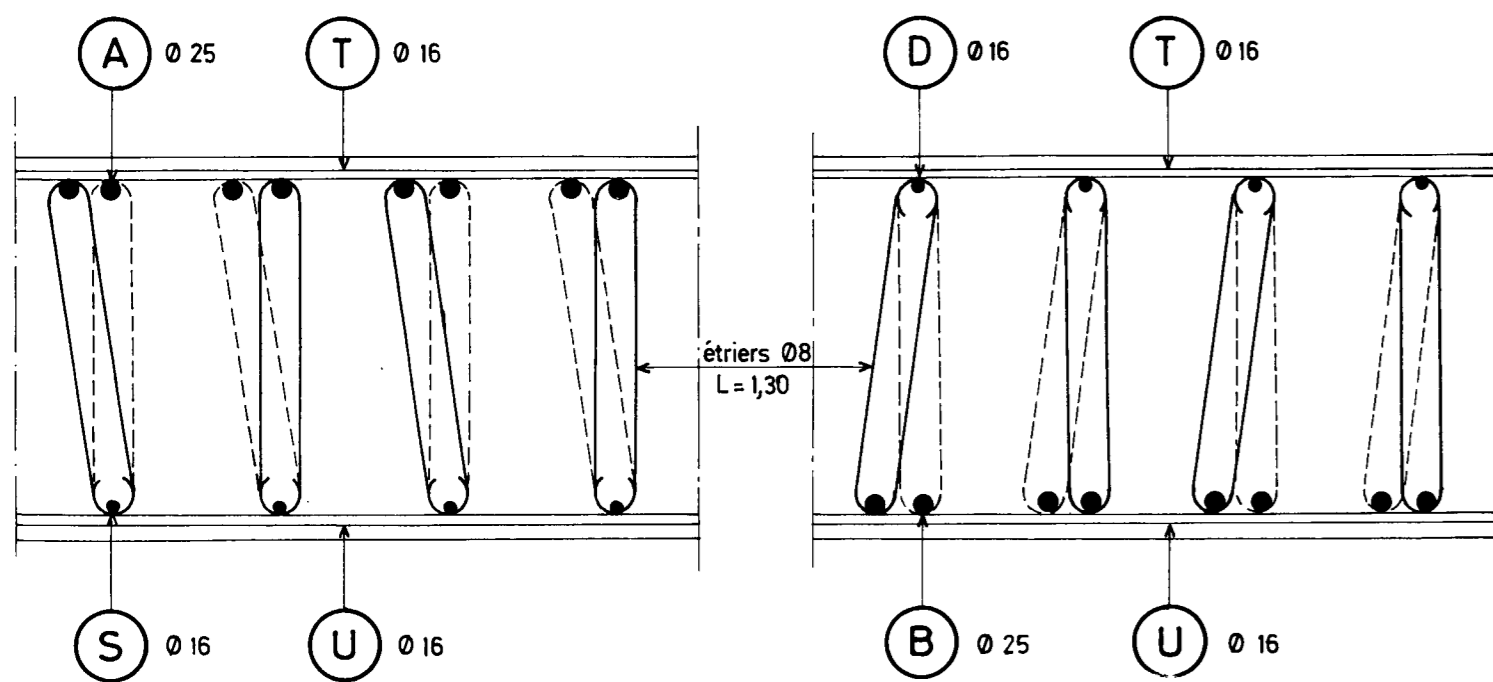
RÉPARTITION DES ÉTRIERS : SCHÉMA D'ENSEMBLE



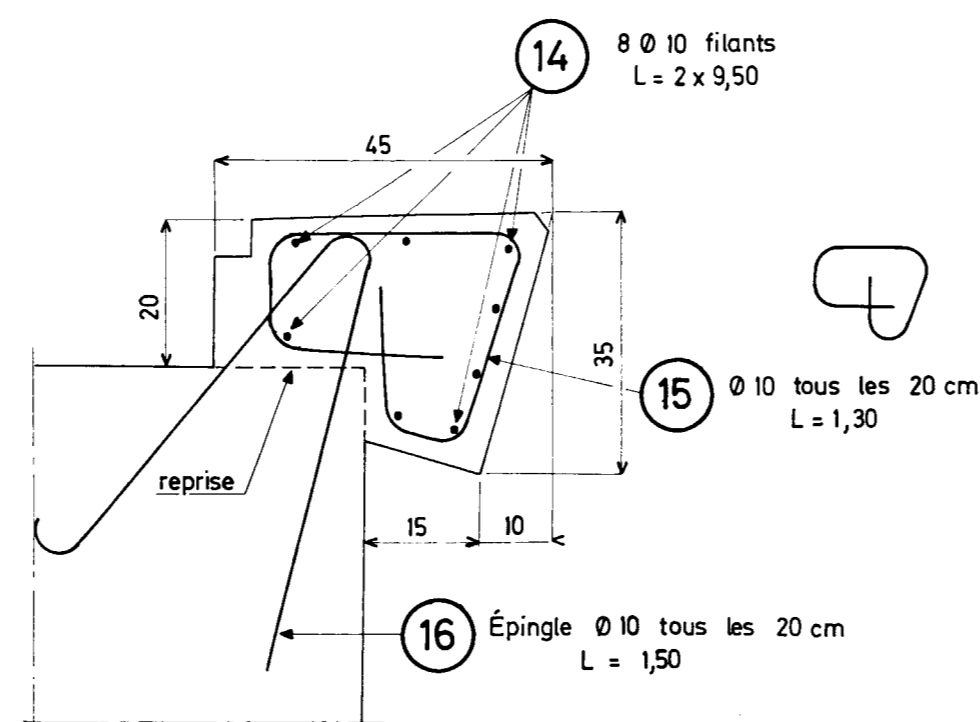
DISPOSITION DES ARMATURES
DANS LA TRAVERSE

au voisinage de l'angle
(le gousset n'est pas représenté)

en milieu de travée



FERRAILLAGE DE LA CORNICHE



MÉTRÉ DES ACIERS

PORTIQUE

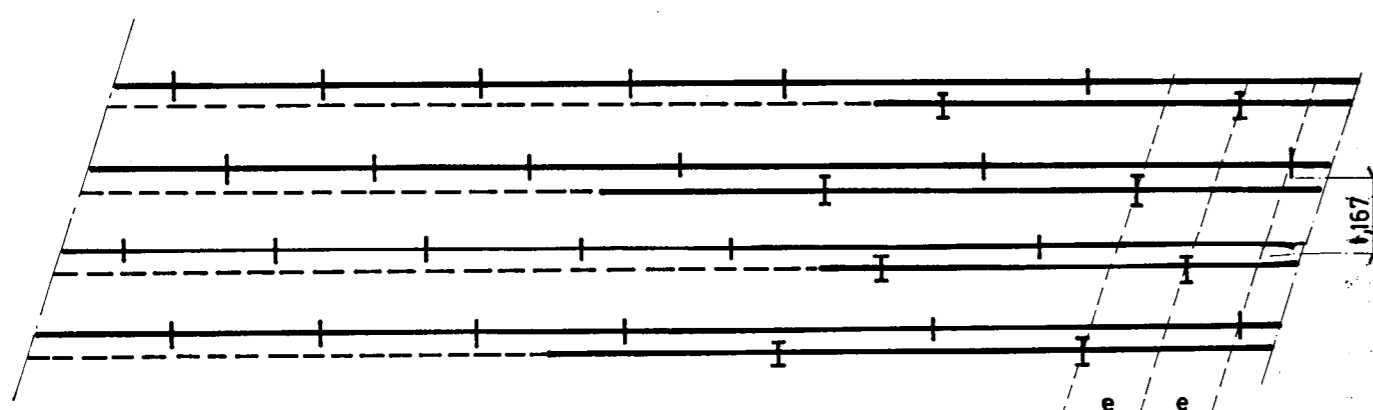
DIAMÈTRES	NOMEN-CLATURE	LONGUEUR D'UNE BARRE	NOMBRE DE BARRES	LONGUEUR TOTALE	POIDS
Ø 25 (3,853)	Ag	4,90	54	264,60	
		6,05	27	163,35	
	Ad	4,65	27	125,55	
		3,36	27	90,72	
	Bg	6,40	54	345,60	
		13,40	54	723,60	
		10,40	54	561,60	
	Bd	3,60	27	97,20	
		6,70	27	180,90	
	C	3,85	54	207,90	
		6,05	54	326,70	
		6,55	54	353,70	
				3559,14	13,71 T
Ø 16 (1,578)	A'd	5,62	27	151,74	
	B'd	10,87	81	880,47	
	Dg	12,00	54	648,00	
		12,68	27	342,36	
	Dd	6,70	27	180,90	
		10,10	27	272,70	
		7,70	27	207,90	
	E	2,14	27	57,78	
		2,25	27	60,75	
		3,24	27	87,48	
	E'	5,50	81	445,50	
	Fg	2,90	27	80,73	
	G	7,65	68	520,20	
	H	2,82	134	377,88	
	I	2,15	68	146,20	
	Lg	12,44	27	335,88	
		4,46	27	120,42	
	Ld	11,47	27	309,69	
		10,27	54	554,58	
	Mg	9,37	27	252,99	
7,42		81	601,02		
Md	6,95	81	562,95		
Og	2,90	81	234,90		
Od	2,91	81	235,71		
Pg	2,90	81	234,90		
Pd	2,65	81	214,65		
Rg	2,35	40	94,00		
Rd	2,05	40	82,00		
Sg	2,90	81	234,90		
Sd	2,90	81	234,90		
				8982,78	14,18 T

Ø 16 (1,578)	Vg	14,14	49	692,86		
	Vd	14,14	47	664,58		
	Tg	14,14	65	919,10		
	Td	14,14	37	523,18		
	Xg	14,14	13	183,82		
	Xd	14,14	7	98,98		
	Wg	14,14	7	98,98		
	Wd	14,14	6	84,84		
	Y	14,14	6	84,84		
	Z	14,14	12	169,68		
	I	14,14	10	141,40		
	Ug	14,14	134	1894,76		
U'g	14,14	134	1894,76			
				U'd	14,14	78	1102,92
				6659,94	10,51 T	
Ø 8 (0,394)	1	1,30	2227	2895,10		
	2	1,20	1863	2235,60		
	3	1,30 à 2,20	1660	2905,00		
	4	1,30	330	429,00		
	5	1,10	567	623,70		
					3,58 T	
					POIDS TOTAL	41,89 T

ÉLÉMENTS ANNEXES

Ø 25	10	0,40	26	10,40	0,04
Ø 10	12	13,50	16	216,00	0,13
Ø 10	13	1,70	268	455,60	0,28
Ø 10	14	30,55	16	488,80	0,20
Ø 10	15	1,50	308	462,00	0,28
Ø 10	16	1,50	308	462,00	0,28
					1,21 T

SCHEMA DE RÉPARTITION DES ÉTRIERS
DANS LA TRAVERSE



FERRAILLAGE DES CORBEAUX

Cas d'une dalle de transition superficielle

Cas d'une dalle de transition profonde

