

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DU LOGEMENT
SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

CALCUL ÉLECTRONIQUE DES STRUCTURES

CALCUL DES EFFORTS DANS LES PONTS-DALLES
D'ÉPAISSEUR CONSTANTE OU VARIABLE,
DROITS OU PEU BIAIS, PLEINS OU ÉLÉGIS,
A TRAVÉES SOLIDAIRES OU INDÉPENDANTES

C. E. D. 66

1 - PIÈCES PILOTES

2 - EXEMPLES D'APPLICATION

NOTA: le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA) regroupe depuis le 1-1-1968 le Service Spécial des Autoroutes (SSAR) et plusieurs autres services centraux d'étude dont le SCET. Dans l'attente d'une organisation définitive les ouvrages standardisables relèvent de la DOA B.

Ce document est propriété de l'administration et ne peut être utilisé ou reproduit même partiellement, sans l'autorisation du Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes ou de son représentant autorisé.	DIVISION DES OUVRAGES D'ART B 46, Avenue Aristide BRIAND, 46 B. P. 100 92 - BAGNEUX Tél : 655.42.42		DIRECTEUR DU SERVICE
	R. ALBAS Ingénieur des T P E Gestionnaire	G. MONNERET Ingénieur en Chef	M. HUET Ingénieur en Chef
	J.C. LERAY Ingénieur des P et Ch	H. MATHIEU Ingénieur en Chef Chef de la Division	ÉDITION MARS 66 RÉIMPRESSION MARS 69

Le dossier-pilote CED - 66 détermine les efforts dans les ponts dalles de biais modérés. Ces ponts dalles peuvent avoir jusqu'à 6 travées continues, être d'épaisseur constante ou variable, être pleins ou élégis.

La méthode de calcul simplifiée, sur laquelle repose le programme électronique, est aussi d'une grande généralité et donne des résultats d'une précision suffisante dans d'assez larges limites géométriques, pour un coût d'exploitation très réduit.

B O R D E R E A U

1 - PIECES PILOTES

- 1.1 Objet de C.E.D.
- 1.2 Génèse de la méthode de calcul : Notice
- 1.3 Genèse de la méthode de calcul : Dessins annexés à la Notice
- 1.4 Présentation des données avec commentaires
- 1.5 Présentation des données sans commentaire
- 1.6 Analyse du programme et commentaire de la Note de Calcul
- 1.7 Organigramme
- 1.8 Ferrailage des dalles

2 - EXEMPLES D'APPLICATION

- 2.1 Passage inférieur en dalle armée 3170\I avec note de calcul électronique
- 2.2 Passage supérieur en dalle armée 3670/IV D (pour mémoire)
- 2.3 Passage supérieur en dalle précontrainte 2670/III avec note de calcul électronique
- 2.4 Passage supérieur en dalle élégie à 3 travées d'inertie variable

3 - PIECES COMPLEMENTAIRES

Il pourra être fourni ultérieurement des documents d'étude intéressant quelques sujets annexes, tels par exemple que les dalles à encorbellements ou les dalles à nervures multiples.

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DU LOGEMENT
SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

CALCUL ÉLECTRONIQUE DES STRUCTURES

CALCUL DES EFFORTS DANS LES PONTS-DALLES
D'ÉPAISSEUR CONSTANTE OU VARIABLE,
DROITS OU PEU BIAIS, PLEINS OU ÉLÉGIS,
A TRAVÉES SOLIDAIRES OU INDÉPENDANTES

C. E. D. 66

PIÈCES PILOTES

1

NOTA: le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA) regroupe depuis le 1-1-1968 le Service Spécial des Autoroutes (SSAR) et plusieurs autres services centraux d'étude dont le SCET. Dans l'attente d'une organisation définitive les ouvrages standardisables relèvent de la DOA B.

Ce document est propriété de l'administration et ne peut être utilisé ou reproduit même partiellement, sans l'autorisation du Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes ou de son représentant autorisé.	DIVISION DES OUVRAGES D'ART B B.P. 235 - Orly Aerogare (Seine) Tél: 587 51.41		DIRECTEUR DU SERVICE 38, rue Liancourt PARIS 14 ^e - Tél: 734 37.74
	R. ALBAS Ingénieur des T P E Gestionnaire	G. MONNERET Ingénieur en Chef	M. HUET Ingénieur en Chef
	J.C. LERAY Ingénieur des Pet Ch	H. MATHIEU Ingénieur en Chef Chef de la Division	ÉDITION MARS 66 RÉIMPRESSION MARS 69

1 _ PIÈCES PILOTES

BORDEREAU

- 1.1 OBJET DU C.E.D. 66
- 1.2 GENÈSE DE LA MÉTHODE DE CALCUL : NOTICE
- 1.3 GENÈSE DE LA MÉTHODE DE CALCUL : DESSINS ANNEXES A LA NOTICE
- 1.4 PRÉSENTATION DES DONNÉES AVEC COMMENTAIRES
- 1.5 PRÉSENTATION DES DONNÉES SANS COMMENTAIRE
- 1.6 ANALYSE DU PROGRAMME ET COMMENTAIRE DE LA NOTE DE CALCUL
- 1.7 ORGANIGRAMME
- 1.8 FERRAILLAGE DES DALLES

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DU LOGEMENT
SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

CALCUL ÉLECTRONIQUE DES STRUCTURES

**CALCUL DES EFFORTS DANS LES PONTS-DALLES
D'ÉPAISSEUR CONSTANTE OU VARIABLE,
DROITS OU PEU BIAIS, PLEINS OU ÉLÉGIS,
A TRAVÉES SOLIDAIRES OU INDÉPENDANTES**

C. E. D. 66

PIÈCES PILOTES

Objet du C.E.D 66

1.1

NOTA: le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA) regroupe depuis le 1-1-1968 le Service Spécial des Autoroutes (SSAR) et plusieurs autres services centraux d'étude dont le SCET. Dans l'attente d'une organisation définitive les ouvrages standardisables relèvent de la DOA B.

Ce document est propriété de l'administration et ne peut être utilisé ou reproduit même partiellement, sans l'autorisation du Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes ou de son représentant autorisé.	DIVISION DES OUVRAGES D'ART D B.P. 235 - Orly Aérogare (Seine) Tél: 587 51.41		DIRECTEUR DU SERVICE 38, rue Liancourt PARIS 14 ^e - Tél: 734.37.74
	R. ALBAS Ingénieur des T P E Gestionnaire	G. MONNERET Ingénieur en Chef	M. HUET Ingénieur en Chef
	J.C. LERAY Ingénieur des Pet Ch	H. MATHIEU Ingénieur en Chef Chef de la Division	ÉDITION MARS 66 RÉIMPRESSION MARS 69

LA PRESENTE NOTICE TIENT COMPTE DE LA MISE A JOUR
EFFECTUEE EN MARS 1969 DU DOSSIER INITIAL CED 66

O B J E T D E C . E . D . 66

S O M M A I R E

- 1 - Apports de la réimpression 59 du dossier 66
- 2 - Les prescriptions dont C.E.D. 66 fait application
- 3 - C.E.D. 66 estime avec une précision suffisante en pratique les efforts d'un pont-dalle prédimensionné
- 4 - C'est un calcul pragmatique et approximatif
- 5 - Mais ce calcul ouvre la porte à l'automatisme intégral
- 6 - Ferrailage des dalles
- 7 - Commande de calcul par le programme C.E.D.
- 8 - Etablissement et contrôle des données, exploitation et contrôle des résultats, règlement des frais

1 - APPORTS DE LA REIMPRESSION 69 DU C.E.D. 66

La présente réimpression complète l'édition antérieure C.E.D. 66 par le fait que le programme évalue l'influence des efforts hyperstatiques d'une précontrainte.

Les résultats correspondants permettent de vérifier aisément à la main l'influence d'un système de précontrainte.

Il est tenu compte dans le présent dossier des retouches de détail contenues dans l'Additif n° 1 de Mars 1969.

2 - LES PRESCRIPTIONS DONT C.E.D. 66 FAIT APPLICATION

Le programme tient compte :

- du Titre II du Fascicule 61 du Cahier des Prescriptions Communes (programmes des surcharges et épreuves des ponts-routes).

- du Titre VI du Fascicule 61 du Cahier des Prescriptions Communes (conception et calcul des ouvrages en béton armé).

- de l'Instruction provisoire relative à l'emploi du béton précontraint approuvé par la circulaire du 12 Août 1965.

3 - C.E.D. ESTIME AVEC UNE PRECISION SUFFISANTE LES EFFORTS D'UN PONT-DALLE PRÉDIMENSIONNÉE

C.E.D., abréviation de Calcul des Efforts dans les Dalles, concerne essentiellement les dalles prédimensionnées.

La dalle, pleine ou élégiée, peut être à travées indépendantes ou continues (6 au maximum dans ce cas). La chaussée peut comporter une bande d'arrêt d'urgence. L'inertie peut être constante ou variable. L'angle de biais mécanique ne doit en aucun cas descendre au-dessous de 70 grades, sinon l'Ingénieur doit faire obligatoirement appel au programme M.R.B. qui intègre par une méthode mathématique rigoureuse, les équations aux dérivées partielles de la déformée d'une bande élastique et isotrope, quelles que soient ses conditions d'appuis : biais, nature mécanique, disposition exacte. C.E.D. ne comporte pour l'instant aucune procédure d'ajustement des sections aux efforts qui leur sont appliqués ; cela équivaut à dire que le projeteur doit prédimensionner la plaque, aussi bien dans le sens transversal que dans le sens longitudinal. Ainsi, pour une dalle d'épaisseur constante, le demandeur devra présumer cette épaisseur.

Toutefois, le programme C.E.D. libère le demandeur des calculs de définition les plus fastidieux, notamment en cas de structures d'inertie variable.

C'est ainsi que dans le cas d'un pont-dalle d'épaisseur variable dont les courbes d'intrados et d'extrados sont des coniques, la définition de l'épaisseur, section par section, dans chacune des travées par différence de cote entre ces deux courbes est une opération longue et qui demande des calculs précis : le programme C.E.D. l'effectue automatiquement.

En outre, dans le cas extrêmement fréquent de calcul d'un P.S. à 4 travées continues ou d'un P.I à 3 travées continues, le programme C.E.D. peut procéder aux calculs d'implantation préalables : moyennant le simple report sur un bordereau des caractéristiques du site et des gabarits à respecter, la machine calcule les portées automatiquement, pour un tablier d'élancement donné.

La note de calcul délivre les efforts principaux qui sont nécessaires au dimensionnement définitif, au renforcement du tablier ou à l'étude des appuis, à savoir :

- les courbes enveloppes des moments principaux longitudinaux,
- les moments principaux transversaux,
- les efforts tranchants sur appuis,
- les réactions d'appuis,
- les effets d'une dénivellation d'appui de 0,01 m par appui,
- la déformation de l'ouvrage sous charge permanente et les lignes d'influence des déformations en milieu de travée,
- l'effet d'une charge uniforme en encorbellement sur les bords,
- l'influence d'un courbeur - unité sur les moments hyperstatiques sur appuis intermédiaires,
- l'influence d'un courbeur - unité sur l'effort tranchant hyperstatique dans chaque travée,
- l'influence d'un courbeur - unité sur les réactions hyperstatiques des appuis.

La précision des calculs est essentiellement fonction de l'angle de biais mécanique, lequel ne doit en aucun cas descendre au dessous de 70 gr si on veut espérer une précision de l'ordre de 10 % dans les efforts principaux .

4 - C'EST UN CALCUL PRAGMATIQUE ET APPROXIMATIF

Moyennant certaines conventions, le calcul des efforts se ramène :

- d'une part au calcul d'une poutre continue ayant mêmes portées biaises et même variation d'inertie,

- d'autre part, au calcul d'une dalle rectangulaire sur appuis simples dont on néglige le coefficient de Poisson.

La pièce 1.2 expose en détail la méthode et ses diverses approximations. Ses principales étapes sont :

a) - réduction de l'étude des plaques épaisses de hauteur constante à l'étude des plaques minces homogènes et isotropes,

b) - réduction de l'étude des plaques minces homogènes et isotropes à l'étude de la bande homogène isotrope à bords libres par la méthode des réflexions biharmoniques : M.R.B. en langage abrégé,

c) - réduction à la lumière de M.R.B. de l'étude de la bande homogène isotrope à bords libres, à l'étude de la poutre continue d'inertie constante et à l'étude de la dalle rectangulaire, dont on néglige le coefficient de Poisson (Méthode de GUYON-MASSONNET),

d) - généralisation au calcul des dalles anisotropes,

e) - généralisation au calcul des dalles d'inertie variable en coupe longitudinale.

5 - MAIS CE CALCUL ECONOMIQUE OUVRE LA PORTE A L'AUTOMATISME INTEGRAL

Bien que le programme M.R.B soit puissant, général et précis, il n'est pas toujours judicieux d'y recourir, surtout dans les cas courants, pour des raisons pratiques (coût des calculs, travail d'exploitation). La rédaction d'un programme simplifié et approché comme le programme C.E.D. répondra donc à trois nécessités :

1) - la première, économique : la durée du calcul par le programme C.E.D. est invariablement de l'ordre d'une minute alors qu'elle oscille entre 5 min et 25 min avec M.R.B.,

2) - la seconde, pratique : dans des structures bien connues, les résultats de C.E.D. sont d'un dépouillement direct puisqu'on obtient, grâce au programme, les lignes enveloppes des efforts,

3) - la troisième, également pratique : conserver à l'utilisateur ses habitudes, ses réflexes traditionnels, l'usage des régléments et des méthodes courantes.

Sur ce point le programme C.E.D. n'est qu'un perfectionnement des calculs classiques (poutre continue et étude transversale) qui conserve leur formalisme mais améliore leur précision.

6 - FERRAILLAGE DES DALLES

La dalle est un élément constructif dont une des dimensions est petite devant les deux autres. C'est déjà une première approximation de l'assimiler à un être à deux dimensions.

Cette assimilation faite (et elle laisse en suspens le problème des étriers) l'armer autour d'un point consiste à s'assurer que la dalle est suffisamment renforcée dans toutes les directions partant de ce point pour supporter les efforts qu'on y a diagnostiqués. Il reste ensuite à étendre ce ferrailage en tenant compte de sujétions techniques et de considérations économiques.

Si le pont est droit, il suffit de calculer le moment principal longitudinal maximal, puis le moment principal transversal maximal et de disposer deux armatures, longitudinale et transversale, pour résister exactement à ces efforts au centre de la dalle. Nous sommes dans le cas où les directions des moments principaux coïncident avec les directions des armatures.

Si l'ouvrage est biais, les directions des moments principaux sont biaisées, c'est-à-dire par rapport à l'axe longitudinal de l'ouvrage. Si l'on désire, comme c'est le cas dans la pratique, avoir une armature parallèle à l'axe longitudinal il s'agit de choisir la direction de la seconde armature et de dimensionner l'une et l'autre; la pièce intitulée "ferrailage des dalles" envisage diverses solutions à ce problème, dans le cas du béton armé, selon que le matériau est supposé non fissuré ou fissuré.

7 - COMMANDE DE CALCUL PAR LE PROGRAMME C.E.D.

7.1 - Demande émanant d'un Service des Ponts et Chaussées

L'Ingénieur désirant procéder à un calcul par le programme C.E.D. envoie les bordereaux de données (tirés à l'aide de la pièce 1.5) dûment remplis en double exemplaire et accompagnés si possible d'un profil en long et d'une coupe en travers à l'adresse suivante :

Monsieur le Directeur du SERVICE D'ETUDES TECHNIQUES DES ROUTES
ET AUTOROUTES

Division des Ouvrages d'Art B
à l'attention de

M. l'Ingénieur des Ponts et Chaussées chargé du 4ème Arrondissement
Boite postale n° 235
94 - ORLY-AEROCARE

((Lorsque'il s'agit d'un calcul d'ouvrage relevant d'une voirie natio-
)) nale, départementale ou communale l'Ingénieur indique de manière précise
((le nom et l'adresse de l'organisme devant assurer le paiement du calcul
)) ainsi que le nombre de factures qui seront adressées à cet organisme par la
((Cie I.B.M. - FRANCE.

7.2 - Demande émanant d'une entreprise ou de bureaux d'études privés

Toute demande émanant d'une entreprise ou de bureaux d'études privés doit être rédigée conformément au Catalogue CAT. 67 édité par le S.E.T.R.A. (cf. chapitre IX - Conditions d'utilisation des programmes électroniques) et en particulier comporter les renseignements demandés.

La demande ainsi rédigée doit être adressée à la Division des Ouvrages d'art à ORLY.

8 - ETABLISSEMENT ET CONTROLE DES DONNEES, EXPLOITATION ET CONTROLE DES RESULTATS, REGLEMENT DES FRAIS

8.1 - Etablissement des données

La pièce 1.4 "PRESENTATION DES DONNEES AVEC COMMENTAIRES" et la pièce 1.7 "ORGANIGRAMME", définissent les symboles et les principes, attachés à l'établissement des bordereaux de données. L'utilisateur tire en triple exemplaire les bordereaux de données dont il fera usage, à partir des contre-calques de la pièce 1.5, et les envoie à l'adresse du S.E.T.R.A. (cf. § 7.1 ci-dessus).

8.2 - Contrôle des données

Au reçu des bordereaux, un Ingénieur du S.E.T.R.A. vérifie si les données ont été portées conformément aux prescriptions des commentaires et s'il n'y a pas d'anomalie apparente dans le dimensionnement de l'ouvrage. Il suggère, si nécessaire, des modifications à l'utilisateur avant de procéder au traitement sur ordinateur : en l'occurrence le système I.B.M. 360 modèle 75-50.

8.3 - Envoi de la note de calcul

Le centre de calcul adresse directement la note à l'utilisateur à raison de deux exemplaires dont un sur calque. Le troisième exemplaire est acheminé aux archives de l'Ingénieur chargé du 4ème Arrondissement du S.E.T.R.A.

8.4 - Contrôle de la note de calcul

L'inexactitude des résultats obtenus provient généralement d'une erreur de donnée; soit que le bordereau ait été mal établi ou mal vérifié soit que les cartes-données aient été mal perforées ou mal vérifiées.

Comme les données sont reproduites sur la note de calcul, il incombe à l'utilisateur de vérifier que les données imprimées en tête de la note de calcul et prises en compte par l'ordinateur correspondant au tablier envisagé.

Conformément à l'article 6 du fascicule n° 1 du C.P.C. la remise de cette note de calcul n'atténue en rien la responsabilité de l'Entrepreneur. D'ailleurs la pièce 1.6 donne à ce dernier la possibilité de vérifier chaque étape du traitement.

8.5 - Règlement des frais

Le règlement des frais s'effectue dans les conditions définies par le Catalogue CAT 67 et par les textes complémentaires qui pourraient s'y rattacher par la suite.

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DU LOGEMENT
SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

CALCUL ÉLECTRONIQUE DES STRUCTURES

CALCUL DES EFFORTS DANS LES PONTS-DALLES
D'ÉPAISSEUR CONSTANTE OU VARIABLE,
DROITS OU PEU BIAIS, PLEINS OU ÉLÉGIS,
A TRAVÉES SOLIDAIRES OU INDÉPENDANTES

C. E. D. 66

PIÈCES PILOTES

Genèse de la méthode de calcul : Notice

1.2

NOTA: le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA) regroupe depuis le 1-1-1968 le Service Spécial des Autoroutes (SSAR) et plusieurs autres services centraux d'étude dont le SCET. Dans l'attente d'une organisation définitive les ouvrages standardisables relèvent de la DOA B.

Ce document est propriété de l'administration et ne peut être utilisé ou reproduit même

partiellement, sans l'autorisation du Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes ou de son représentant autorisé.

DIVISION DES OUVRAGES D'ART B
B.P. 235 - Orly Aérogare (Seine)
Tél: 587 51.41

DIRECTEUR DU SERVICE
38, rue Liancourt
PARIS 14^e - Tél: 734.37.74

R. ALBAS
Ingénieur des T P E
Gestionnaire

G. MONNERET
Ingénieur en Chef

M. HUET
Ingénieur en Chef

J.C. LERAY
Ingénieur des Pet Ch

H. MATHIEU
Ingénieur en Chef
Chef de la Division

ÉDITION MARS 66
RÉIMPRESSION MARS 69

CENESE DE LA METHODE DE CALCUL

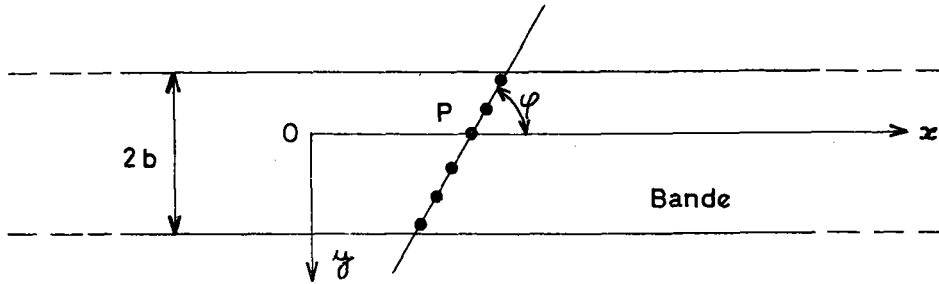
SOMMAIRE

- 0 Notations.
- 1 Réduction du problème de la dalle épaisse, homogène et isotrope au problème de la plaque mince homogène et isotrope.
- 2 Principe de Saint - Venant. Réduction du problème de la plaque mince homogène et isotrope au problème de la bande infinie homogène, isotrope à bords libres.
- 3 Calcul de la bande à l'aide du programme M R B (Méthode des Réflections Biharmoniques).
- 4 Enseignements de M R B sur le comportement des plaques isotropes et homogènes.
- 5 Réduction du calcul de la bande homogène et isotrope au calcul de poutre et de la dalle rectangulaire homogène, isotrope et $\nu = 0$.
- 6 Extension du problème de la bande au problème de la bande homogène, "para-isotrope" à bords libres.
- 7 Extension du problème de la bande au problème de la bande homogène, anisotrope à bords libres.
- 8 Extension au problème du pont-dalle d'inertie variable en coupe longitudinale.
- 9 Conclusions.
- 10 Bibliographie.

=====

GENESE DE LA METHODE DE CALCUL

0 - Notations



Bande : Plaque homogène isotrope en forme de bande infinie dont les bords sont libres et parallèles, prolongeant la dalle rectangulaire de référence.

P : Point courant de la bande.

P_x : Direction parallèle aux bords libres de la bande.

P_y : Direction perpendiculaire aux bords libres de la bande.

2b : Largeur droite de la bande.

2a : Portée de la dalle rectangulaire de référence.

φ : "Biais géométrique", c'est-à-dire l'angle que fait une ligne d'appui avec ox.

W : Déformation de la plaque.

$\frac{\partial^2 W}{\partial x^2}$: Courbure longitudinale.

$\frac{\partial^2 W}{\partial y^2}$: Courbure transversale.

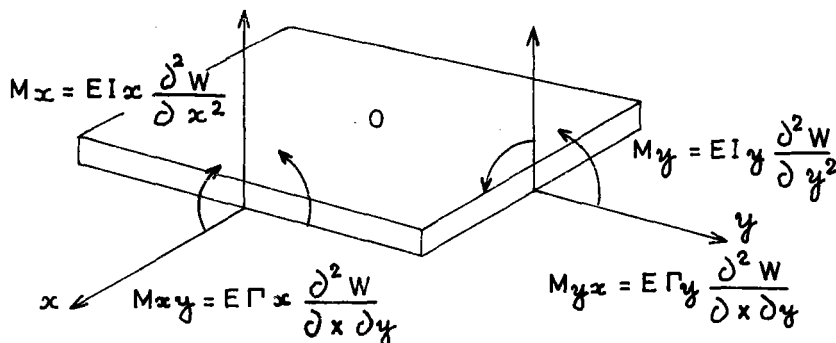
$\frac{\partial^2 W}{\partial x \partial y}$: Torsion.

I_x : Inertie à la flexion longitudinale.

I_y : Inertie à la flexion transversale.

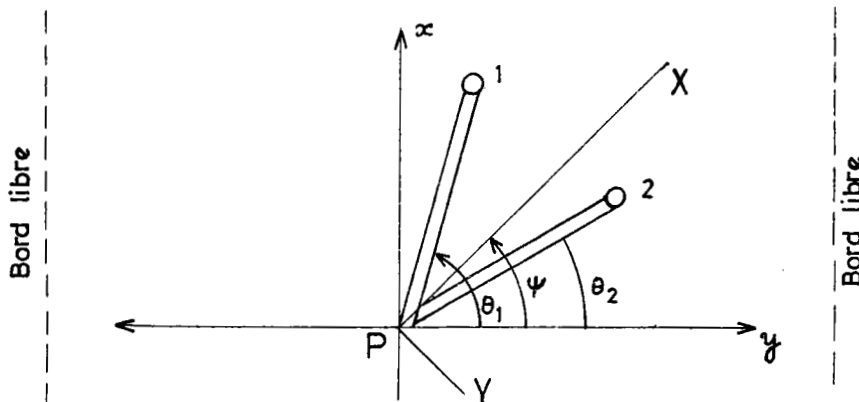
Γ_x : Demi-inertie à la torsion longitudinale.

Γ_y : Demi-inertie à la torsion transversale.



α	: Paramètre de torsion $(\Gamma_x + \Gamma_y) / 2 \sqrt{I_x I_y}$) Paramètres de
β	: Paramètre de flexion I_x / I_y) M. MASSONNET
ν	: Coefficient de Poisson)
E	: Module d'Young)
M_x	: Moment de flexion longitudinal)
M_y	: Moment de flexion transversal)
M_{xy}	: Moment de torsion longitudinal) Par unité de
M_{yx}	: Moment de torsion transversal) longueur
M_X	: Moment de flexion principal longitudinal)
M_Y	: Moment de flexion principal transversal)

"Direction d'un moment" : c'est la direction perpendiculaire au vecteur couple représentant ce moment, c'est aussi la direction idéale de l'armature destinée à résister à ce moment.



ψ : Biais des directions principales : mesure en grade que fait en P la direction du moment principal longitudinal avec Oy , ou la direction des armatures longitudinales idéales avec Ox .
Par extension, sa valeur au centre de la travée principale sera le "biais mécanique" de l'ouvrage .

PX et PY : Directions des moments principaux en P

1 et 2 : Numéros repérant les armatures longitudinales et transversales respectivement.

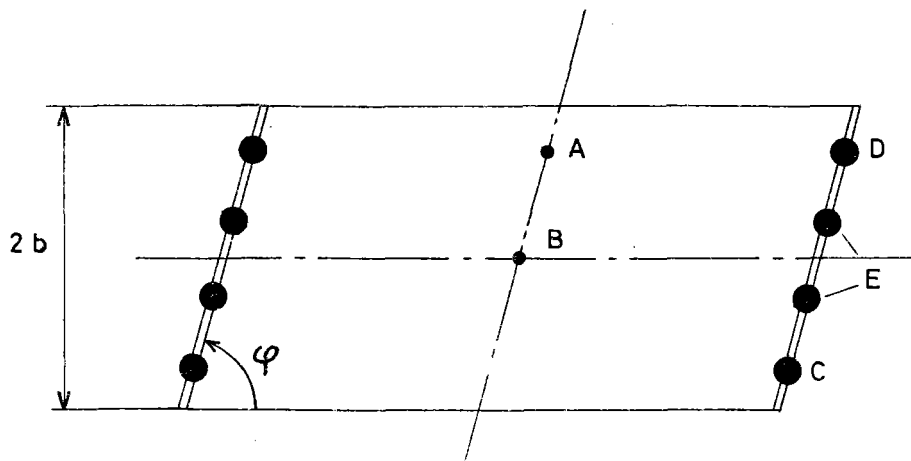
M_1 et M_2 : Moment résistant de l'armature 1 (ou 2) suivant une coupure de la plaque perpendiculaire à l'armature 1 (ou 2)

A : Point en milieu de travée appartenant à une fibre voisine d'un bord libre

B : Point central d'une travée

C et D : Appuis d'angle d'une ligne d'appuis

E : Appui central ou appui intermédiaire d'une ligne d'appuis.



Nous allons exposer et justifier les approximations successives qui nous ont permis de réduire le calcul du pont-dalle anisotrope biais et d'inertie variable au calcul de la poutre d'inertie variable et à celui de la plaque rectangulaire homogène et isotrope sur appuis simples.

1 - Réduction du problème de la dalle épaisse, homogène et isotrope, au problème de la plaque mince homogène et isotrope.

Proposant de traiter tout d'abord le problème du pont-dalle homogène isotrope épais, nous assimilons cette dalle à une plaque mince homogène et isotrope à deux dimensions dont l'analyse du comportement est abordable en calcul numérique. Cette approximation nous paraît très valable du fait que la dalle est soumise exclusivement à des forces perpendiculaires à son plan. Il en serait tout autrement d'une dalle de couverture de pont qui, trouvant des butées sur leur pourtour, peut être soumise à des forces ayant des composantes dans le plan de la dalle (fig. 1.1.).

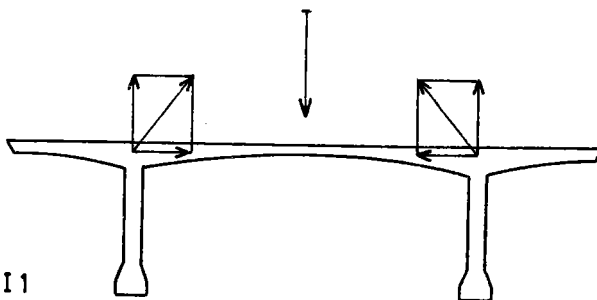


Fig. 11

2 - Principe de St-Venant - Réduction du problème de la plaque mince homogène et isotrope au problème de la bande infinie, homogène et isotrope, à bords libres.

La théorie de la poutre doit sa simplicité au principe de Saint-Venant : au delà des appuis et charges extrêmes, les deux bouts infinis non pesants de la poutre n'interviennent pas.

Aussi est-il naturel d'énoncer ainsi le principe de Saint-Venant pour les plaques minces.

Principe : La flexion de la bande homogène, isotrope, non pesante, à bords libres et reposant sur un système d'appuis quelconques diffère peu de celle de la plaque qui s'en déduit en supprimant ses deux bouts, au delà des appuis et charges extrêmes (fig. 1.2).

L'intérêt de ce principe est de réduire le calcul d'une plaque de forme quelconque à celui de la bande ; or la bande homogène et isotrope ne dépend d'aucun paramètre et sa flexion est donnée par la méthode des réflexions bi-harmoniques sous forme de formules explicites.

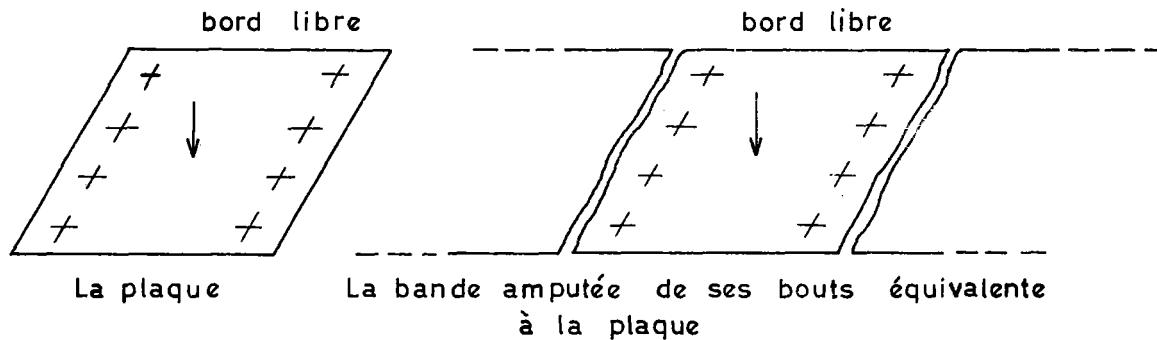


Fig. 12

3 - Calcul de la bande à l'aide du programme M.R.B. (Méthode des Réflexions Biharmoniques).

M.R.B. est un programme en mesure de calculer la déformation et la flexion d'une bande homogène isotrope infinie ayant deux bords libres reposant sur des appuis ponctuels quelconques et soumise à des charges ponctuelles ou uniformes. La flexion et la déformation de la partie de la bande située entre les appuis et charges extrêmes équivaut à la plaque qui s'en déduit en faisant les coupures au-delà des bouts extrêmes sous réserve que les contraintes de flexions décroissent rapidement dans ces régions (fig. 1.2).

Les schémas 3.1 à 3.10 (pièce 1.3) représentent l'état de flexion de bandes infinies reposant sur différents systèmes d'appuis et soumises à différents cas de charge. En chaque noeud du maillage de maille carrée nous avons porté deux segments : leur longueur est proportionnelle à l'un des moments principaux et leur direction est orthogonale au vecteur-moment principal associé.

Suivant que le trait est simple ou double le moment est positif ou négatif.

La décroissance des moments est extrêmement rapide au-delà des appuis extrêmes pour chacun des cas de charges ou des cas de plaques envisagés. Dans ces conditions, les dessins 3.1, 3.2, et 3.3 représentent à peu près rigoureusement l'état de flexion d'une travée isostatique biaise à 50 gr les dessins 3.4 à 3.7 représentent une plaque à 3 travées continues biaises à 70 gr. (Nous reconnaissons le modèle 3170\I du dossier PI-D3-63). Les dessins 3.10 et 3.9 représentent deux ponts-plaques à 4 travées continues-biaises à 50 gr ; et 70 gr. (Ce dernier correspond au modèle 3670/IV).

4 - Enseignements de la M.R.B. sur le comportement des plaques isotropes et homogènes.

Nous avons étudié à propos du modèle PI-D3 - 3170\I l'influence du biais géométrique et du coefficient de Poisson par la méthode des réflexions bi-harmoniques.

Précisons que la dalle I a des portées géométriques biaisées égales aux portées géométriques des dalles II, III, IV à savoir : 10,50 m 16,84 m et 11,70 m et que les largeurs droites des quatre dalles sont égales à 16 m.

Méthode numérique	:	M.R.B.	:	M.R.B.	:	M.R.B.	:	C. E. D.
N° de cas	:	I	:	II	:	III	:	IV
Biais géométrique ψ	:	70 gr	:	100 gr	:	100 gr	:	100 gr
Biais mécanique au centre de la dalle ψ	:	70 gr	:	100 gr	:	100 gr	:	100 gr
Coefficient de Poisson ν	:	0,20	:	0,20	:	0,00	:	0,00

Pour ce faire nous avons comparé 4 calculs numérotés de I à IV. La comparaison de I et II rend compte de l'influence du biais géométrique ; la comparaison de II et III indique ce qu'est l'influence du coefficient de Poisson. La comparaison de I et IV donne une idée des imprécisions commises en utilisant les recettes de C.E.D. énumérées au § 5.

Nous avons analysé le comportement des points suivants cf. Fig 3.8

- en A une fibre latérale en milieu de travée 2.
- en B au centre de la travée 2.
- en C et D appuis d'angle d'une ligne d'appuis intermédiaires.
- en E appui central d'une ligne d'appuis intermédiaires.

4.1 - Connaissance du "biais mécanique"

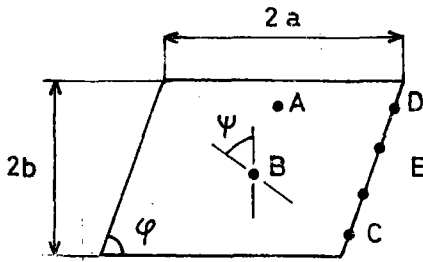
Que la charge soit uniforme (fig. 3.3) ou concentrée, que cette dernière soit placée au centre (fig. 3.1) ou au voisinage d'un bord libre (fig. 3.2) le biais des directions des moments principaux est quasiment invariant pour un point donné. Nous pouvons donc introduire valablement la notion de "biais mécanique" attaché à un point donné et à une plaque de forme donnée.

- en A, au voisinage d'un bord libre, le biais mécanique est quasiment droit

$$\psi \simeq 100 \text{ gr en A}$$

- en B, au voisinage de l'axe longitudinal :

Un relevé systématique portant sur une quinzaine de calculs de ponts-plaques par le programme M.R.B., nous a montré que le biais mécanique peut être déterminé de la manière suivante, avec les notations ci-après :



ψ biais géométrique en grades

$$\lambda = \frac{\text{Largeur droite de la dalle}}{\text{Portée droite de la travée}} = \frac{2b}{2a \sin \psi} \quad (\text{cf. figure})$$

1 ^{er} cas	$2 < \lambda$	$\psi = \varphi$
2 ^e cas	$0,37 < \lambda < 2$	$\psi = \varphi + \frac{(1-0,5\lambda)(100-\varphi)}{2,2 \lambda}$
3 ^e cas	$\lambda < 0,37$	$\psi = 100$

A l'avenir nous entendrons par biais mécanique le biais des directions des moments pour un point B voisin de l'axe longitudinal.

4.2 - Intensité des moments principaux longitudinaux M_x^A et M_x^B en A et B

M_x est pratiquement insensible à la variation du coefficient de Poisson.

La comparaison de IA et IV A (cf. tableau 3.8) montre qu'en A la dalle se comporte comme la plaque continue ayant les mêmes portées géométriques biaisées, la même largeur et la même charge ; la comparaison de IB et IV B montre qu'en B la dalle présente le même moment principal qu'une plaque continue ayant les mêmes portées mécaniques et portant la même charge totale sur la même largeur droite ; le moment principal longitudinal en B est ainsi dans la plaque biaisée un peu plus faible qu'en A.

M.R.B. nous a appris par ailleurs que les courbures principales étaient peu influencées par le coefficient de Poisson. Ainsi l'erreur commise est faible si le calcul des courbures principales $\frac{\partial^2 W}{\partial x^2} \nu=0$ et $\frac{\partial^2 W}{\partial y^2} \nu=0$ ne tient pas compte du coefficient de Poisson, et si par contre l'évaluation finale des moments principaux est faite comme suit :

$$M_x = EI \left(\frac{\partial^2 W \nu=0}{\partial x^2} + h \nu \frac{\partial^2 W \nu=0}{\partial y^2} \right)$$

$$M_y = EI \left(\frac{\partial^2 W \nu=0}{\partial y^2} + h \nu \frac{\partial^2 W \nu=0}{\partial x^2} \right)$$

Le terme $h \nu \frac{\partial^2 W \nu=0}{\partial y^2}$ est faible par rapport à $\frac{\partial^2 W \nu=0}{\partial x^2}$

et par conséquent nous retrouvons bien la relation pour le moment principal longitudinal :

$$M_x \approx EI \frac{\partial^2 W \nu=0}{\partial x^2}$$

Par contre, la valeur de M_y est très influencée par le terme $h \nu \frac{\partial^2 W \nu=0}{\partial x^2}$ qui est souvent prépondérant.

La comparaison de II M_x^B et III M_x^B + III M_x^B démontre la précision de l'approximation des formules (1) : γ

	CP	CP + A	Bc	Char
III M_y^B	- 1,15	1,24	5,01	6,77
\vee III M_x^B	5,03	10,61	3,72	3,20
III M_y^B + \vee II M_x^B	3,88	11,85	8,73	9,97
II M_y^B	2,92	9,81	7,81	9,65

4.3 - Intensité des moments principaux longitudinaux M_x^C , M_x^D , M_x^E sur appuis.

Les résultats obtenus par M.R.B. tiennent compte de la disposition exacte des appuis et de la dimension des surfaces de contact : ce sont ici des cercles de 1,15 m de diamètre ; c'est la raison pour laquelle les résultats peuvent paraître erratiques.

La comparaison de I C et I D montre que l'appui appartenant à l'angle obtus de la travée la plus longue est le plus sollicité; plus l'angle de biais géométrique diminue et plus la sollicitation en D est forte, ce qui nous amène une fois de plus à recommander le calcul par M.R.B. dès que le biais mécanique est inférieur à 70 gr.

La comparaison de II D et III D montre combien l'influence mécanique du coefficient de Poisson est considérable au droit des appuis de rive dès que l'on tient compte effectivement de la distribution des points d'appui.

Au droit du point D les moments dans les cas I et II sont de 10 à 15 % supérieurs aux moments dans la poutre (point E cas IV) mais les états de flexion (fig. 3-7) font apparaître que cette dernière valeur enveloppe avec une large sécurité la moyenne des moments longitudinaux le long de la ligne d'appuis.

En définitive, la comparaison de IC et IV C montre qu'en C la dalle se comporte comme une poutre continue de mêmes portées mécaniques cette fois.

Nous retrouvons les conclusions du paragraphe précédent qui concernaient les moments en travée.

4.4 - Intensité des moments principaux transversaux M_y^B en travée.

La comparaison de IB et II B montre combien est faible l'influence du biais géométrique. La comparaison de III $M_y^B + \vee$ III M_x^B et II M_y^B montre une concordance suffisante entre eux, alors que la différence entre III M_y^B et II M_y^B ne pourrait être négligée.

M.R.B nous a appris parallèlement qu'il y a une quasi-identité entre la surface d'influence du moment transversal au point B d'une travée indépendante et la ligne d'influence d'une travée de même forme mais encadrée par deux travées solidaires : ainsi l'effet de la solidarisation d'une travée peut être négligé pour l'évaluation du moment transversal au centre de cette travée.

4.5 - Intensité des moments principaux transversaux M_Y^E sur appuis.

Intéressons-nous tout d'abord à la fibre de l'appui médian E.

Dans la zone où M_X^E est négatif, le moment principal transversal M_Y^E l'est aussi et il est perpendiculaire au biais mécanique puisqu'il s'agit d'un moment principal.

M_Y^E vérifie grosso-modo la relation :

$$M_Y^E \neq \frac{\lambda}{n} M_X^E \quad \text{où :}$$

- n - représente le nombre des appuis par ligne d'appuis.
- λ - un coefficient dépendant du coefficient de forme de la travée la plus longue encadrant l'appui :

Soient : 2 b la largeur droite de la dalle
2 a' la portée géométrique de la travée indépendante qui, sous l'effet d'une charge uniforme, accuse la même déformation que la travée en question dont la portée géométrique biaisée est 2 a

$$\lambda = 2 \text{ pour } \frac{b}{2 a'} \geq 0,5 \quad (\text{cas des PI, ouvrages larges})$$

$$\lambda = \frac{4}{3} \text{ pour } \frac{b}{2 a'} \leq 0,25 \quad (\text{cas des PS, ouvrages étroits})$$

Le lecteur pourra vérifier à l'aide de l'état de flexion figurant à la pièce 1.3, cas d'application n° 1.

$$M_X^E = - 55,91 \text{ tm}$$

$$\lambda = 2$$

$$n = 4$$

$$M_Y^E \neq \frac{2}{4} (- 55,91) = - 28 \text{ tm}$$

Intéressons-nous maintenant à la fibre de l'appui de rive D :

- sur l'appui même, le moment est positif : le lecteur peut vérifier expérimentalement ce phénomène sur une feuille de papier tendue : une pointe de stylo appliquée au centre de la feuille engendre une déformation dont la courbure transversale est dirigée vers le haut ; si la pointe est suffisamment proche d'un bord libre la courbure est inverse,

- ailleurs il redevient négatif mais reste toujours faible.

4.6 - Apparition de moments parasites dans les angles obtus.

Les schémas 3.1 et 3.2 concernent un pont-plaque isostatique biais à 50gr ; nous constatons le développement de moments longitudinaux négatifs puissants dans la région des angles obtus ; c'est ce que la littérature habituelle appelle, à tort, un "effet d'encastrement", nous donnerons de cela une explication scientifique au § suivant. En pratique, l'Ingénieur n'a pas à craindre ce comportement singulier tant que l'angle de biais mécanique reste supérieur à 70 gr. (cf. fig. 3.4). Sinon il doit avoir recours aux calculs de M.R.B.

4.7 - Réactions d'appuis et risques de poinçonnement pour les angles de biais supérieurs à 70 gr.

M.R.B. évalue avec précision les réactions d'appuis en tenant compte de leur disposition et de leur dimension ; c'est un avantage précieux sur les autres méthodes numériques qui les ignorent. De fait, la connaissance des réactions d'appuis permet d'appréhender immédiatement le fonctionnement mécanique de la plaque. Reprenons l'exemple du schéma 3.1 : la zone d'appui d'une ligne d'appui se limite étroitement à l'angle obtus ; les corrolaires sont les suivants :

- l'appui de l'angle obtus risque de poinçonner la plaque,
- l'élément porteur de la plaque uniformément chargée est la bande joignant les angles obtus ; sa direction est aussi celle du moment longitudinal principal,
- la réaction d'appui de l'angle obtus équivaut, à une force appliquée négative extrêmement puissante, laquelle placée près d'un bord libre développe des moments longitudinaux négatifs tout aussi puissants ; la notion d'effet d'encastrement s'évanouit d'elle-même au profit de la notion de force appliquée.

Les inégalités entre les réactions d'appuis d'une même ligne d'appuis s'amoindrissent rapidement dès que l'angle de biais augmente ; elles sont déjà insensibles pour un biais géométrique de 70 gr comme l'illustre le schéma 3.4 qui a trait à une charge uniforme.

4.8 - Réactions d'appuis globales;

Les réactions d'appuis globales, insensibles au biais et au coefficient de Poisson, sont aussi celles de la poutre continue équivalente.

5 - Réduction du calcul de la bande homogène et isotrope au calcul de la poutre et de la dalle rectangulaire homogène, isotrope et $\nu = 0$.

Les observations faites à l'aide de M.R.B. nous permettent d'énoncer une série de règles pratiques qui ramènent le calcul de la bande au calcul de la poutre continue et de la dalle rectangulaire par la méthode de Guyon.

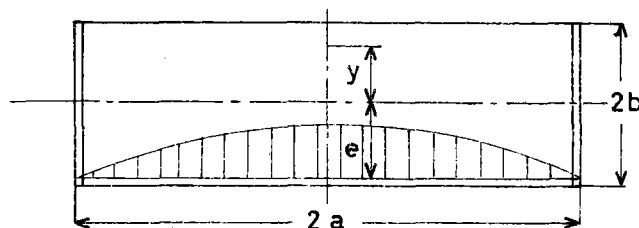
5.1 - Réactions d'appuis et efforts tranchants : nous calculerons les efforts globaux qui s'exercent dans une même section transversale en assimilant la plaque à la poutre continue équivalente de mêmes portées biaisées géométriques.

5.2 - Directions des moments principaux. Elles sont données par le § 4.

5.3 - Moment principal longitudinal : on calculera le moment principal le plus défavorable, soit :

M_x^A au point A au voisinage d'un bord libre en assimilant la dalle à la poutre continue équivalente M_x^A sera majoré par le coefficient $K(\theta, \gamma, e)$ introduit dans la théorie de GUYON.

$K(\theta, \gamma, e)$ est calculé pour la fibre la plus sollicitée d'une dalle rectangulaire de dimensions $(2a$ et $2b)$ définies ci-après sur appuis simples et dont le coefficient de Poisson est nul.



$\theta = \frac{b}{2a}$ rend compte de la forme du rectangle

e rend compte de l'excentricité de la surcharge

γ rend compte de l'excentricité de la fibre considérée.

5.3.1 - Prise en compte du biais : nous prendrons pour l'évacuation de θ le rectangle ayant mêmes dimensions que la travée dans la direction des moments principaux au point A ; c'est-à-dire que $2a$ sera la portée biaise géométrique et $2b$ la largeur droite. De même, e et γ sont les excentricités droites.

5.3.2 - Prise en compte de la continuité : si la travée intéressée est continue on prendra pour $2a$, non la portée biaise géométrique, mais la portée de la dalle rectangulaire isostatique qui sous l'effet d'une surcharge uniforme accuse la même déformation que la travée en question sous l'effet de la précédente surcharge.

5.3.3. - Influence du coefficient de Poisson : Il sera tenu pour négligeable.

5.4 - Moment principal transversal en travée M_y^B

Le calcul de M_y^B sera fait pour les points B voisins de l'axe longitudinal, là où ils sont censés avoir quelque importance.

Nous assimilerons la travée où se situe B à une dalle rectangulaire homogène, isotrope, $\nu = 0$, dont nous calculerons le moment transversal par la théorie de Guyon ; cette dernière fait intervenir le coefficient $\mu(\theta, \gamma, e)$; θ, γ, e ayant la même signification que dans $K(\theta, \gamma, e)$.

5.4.1 - Prise en compte du biais : Nous assimilerons la travée à la dalle rectangulaire ayant mêmes dimensions dans les directions des moments principaux ; ainsi 2a et 2b seront comptés selon les directions du biais mécanique. Il en sera de même de ϵ et η .

5.4.2 - Influence de la continuité : Nous la négligerons et ainsi commettrons une erreur absolue faible, qui est d'ailleurs dans le sens de la sécurité.

5.4.3 - Influence du coefficient de Poisson : nous évaluerons les courbures principales $\frac{\partial^2 W_{v=0}}{\partial x^2}$ et $\frac{\partial^2 W_{v=0}}{\partial y^2}$ en négligeant le coefficient de Poisson et nous évaluerons comme suit M_Y^B

$$M_Y^B = EI \left(\frac{\partial^2 W_{v=0}}{\partial y^2} + k \nu \frac{\partial^2 W_{v=0}}{\partial x^2} \right)$$

avec

$$k = 1 \quad \text{si} \quad \frac{2b}{2a} \geq 1$$

$$k = \frac{2b}{2a} \quad \text{si} \quad \frac{2b}{2a} < 1$$

5.5 - Moment principal transversal sur appui M_Y^E

Ce sera très simplement la fraction suivante du moment principal longitudinal

$$M_Y^E = \frac{\lambda}{n} M_X^E$$

n représente ici le nombre d'appuis par ligne d'appuis

$$\lambda = 2 \quad \text{pour les PI}$$

$$\lambda = \frac{4}{3} \quad \text{pour les PS}$$

Il est bien entendu que cette formule donne les moments au droit des points d'appui et ne représente pas les moments entre ces points.

6 - Extension du problème de la bande isotrope au problème de la bande homogène et "para-isotrope" à bords libres.

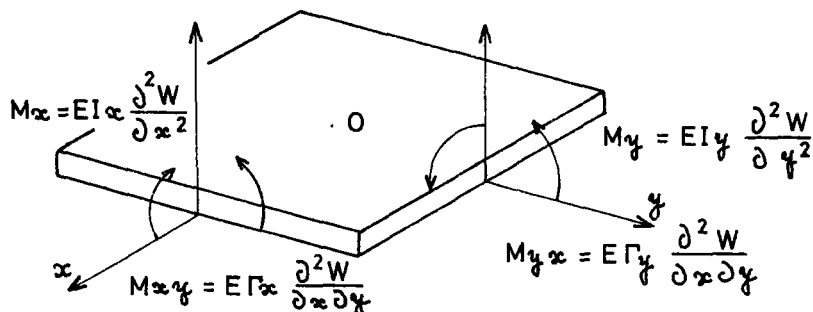
6.1 - Flexion des dalles "para-isotropes"

Etant donné une bande anisotrope dont les bords libres sont $y = \pm b$ désignons par

$E I_x$ la rigidité à la flexion suivant $O x$ au mètre linéaire
 $E I_y$ " " " " suivant $O y$ au mètre linéaire
 $G \Gamma_x = \frac{1}{2} E \Gamma_x$ la demi-rigidité à la torsion suivant $O x$ au mètre linéaire
 $G \Gamma_y = \frac{1}{2} E \Gamma_y$ la demi-rigidité à la torsion suivant $O y$ au mètre linéaire
 la demi-rigidité à la torsion suivant $O y$ au mètre linéaire.

β le paramètre de flexion ; $\beta = I_x / I_y$

α le paramètre de torsion ; $\alpha = (\Gamma_x + \Gamma_y) / 2 \sqrt{I_x I_y}$



Négligeons d'autre part l'équivalent des coefficients de Poisson dans les sens $O x$ et $O y$.

Les relations suivantes relient la déformation w et les efforts s'exerçant sur des sections perpendiculaires aux axes.

- Moment fléchissant : $M_x = E I_x \frac{\partial^2 W}{\partial x^2}$
- Moment de torsion : $M_{xy} = -E \Gamma_x \frac{\partial^2 W}{\partial x \partial y}$) on remarquera qu'en ce
- Moment fléchissant : $M_y = E I_y \frac{\partial^2 W}{\partial y^2}$) cas, les grandeurs de M_{xy}
- Moment de torsion : $M_{yx} = E \Gamma_y \frac{\partial^2 W}{\partial x \partial y}$) et de M_{yx} sont différentes.
- Effort tranchant : $T_y = E I_y \frac{\partial^3 W}{\partial y^3} + E \Gamma_x \frac{\partial^3 W}{\partial x^2 \partial y}$
- Réaction d'appui : $R_y = E I_y \frac{\partial^3 W}{\partial y^3} + E (\Gamma_x + \Gamma_y) \frac{\partial^3 W}{\partial x^2 \partial y}$

En tout point intérieur les moments satisfont à l'équation aux dérivées

(2) (partielles :

$$\frac{\partial^2 M_x}{\partial x^2} - \frac{\partial^2 M_{xy}}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 M_{yx}}{\partial x \partial y} + \frac{\partial^2 M_y}{\partial y^2} = p(x, y)$$

(avec les conditions aux limites suivantes sur les bords $y = \pm b$

($M_y = 0$

($R_y = 0$

Par définition, sont para-isotropes les plaques dont les caractéristiques mécaniques sont liées par la relation :

$$\Gamma_x + \Gamma_y = 2\sqrt{I_x I_y}, \text{ ou } \alpha = 1$$

Le système (2) devient en se rapportant à la déformation

$$I_x \frac{\partial^4 W}{\partial x^4} + 2\sqrt{I_x I_y} \frac{\partial^4 W}{\partial x^2 \partial y^2} + I_y \frac{\partial^4 W}{\partial y^4} = \frac{1}{E} p(x, y)$$

avec les conditions aux limites :

$$I_y \frac{\partial^2 W}{\partial y^2} = 0$$

$$I_y \frac{\partial^3 W}{\partial y^3} + 2\sqrt{I_x I_y} \frac{\partial^3 W}{\partial x^2 \partial y} = 0$$

Faisons le changement de variable :

$$x' = x$$

$$y' = y \sqrt[4]{I_x I_y} = y \beta^{\frac{1}{4}}$$

Nous appelons $\beta^{\frac{1}{4}}$ le coefficient de para-isotropie.

Le système (3) devient :

$$\frac{\partial^4 W}{\partial x'^4} + 2 \frac{\partial^4 W}{\partial x'^2 \partial y'^2} + \frac{\partial^4 W}{\partial y'^4} = \frac{1}{EIx} p(x, y')$$

avec les conditions aux limites pour $y' = \pm \beta^{\frac{1}{4}} b$

$$\frac{\partial^2 W}{\partial y'^2} = 0$$

$$\frac{\partial^3 W}{\partial y'^3} + 2 \frac{\partial^3 W}{\partial x'^2 \partial y'} = 0$$

$\frac{1}{2\beta^{\frac{1}{4}} b}$ Nous sommes ramenés à l'étude de la bande isotrope dite "associée" large de $2\beta^{\frac{1}{4}} b$ chargée au point de coordonnées $x'y'$ avec la densité $p \beta^{-\frac{1}{4}}$ ou, le cas échéant, avec les charges ponctuelles non modifiées ; nous calculons les courbures de cette nouvelle bande.

Les relations entre les moments de la bande para-isotrope et les courbures de la bande isotrope associée sont :

$$M_x = EIx \frac{\partial^2 W}{\partial x'^2}$$

$$M_y = \frac{1}{\beta^{\frac{1}{2}}} EIx \frac{\partial^2 W}{\partial y'^2}$$

$$M_y x - M_x y = \frac{2}{\beta^{\frac{1}{2}}} EIx \frac{\partial^2 W}{\partial x' \partial y'}$$

d'où la règle :

La bande para-isotrope d'inerties I_x, I_y se ramène à la bande associée isotrope d'inertie I_x , plus large que la bande para-isotrope dans le rapport $\beta^{\frac{1}{2}}$

Les rapports entre les moments au mètre linéaire de la bande donnée et ceux de la bande associée sont :

$$(6) \quad \frac{M_x}{M_{x'}} = 1 \quad ; \quad \frac{M_y}{M_{y'}} = \beta^{-\frac{1}{2}} \quad ; \quad \frac{M_{xy} - M_{x'y'}}{M_{y'x'} - M_{x'y'}} = \beta^{-\frac{1}{2}}$$

Désignons respectivement par ψ et ψ' les biais de directions des moments principaux des deux bandes.

Nous avons de part et d'autre :

$$\operatorname{tg} 2\psi = -\frac{M_{xy}}{M_x - M_y} \quad ; \quad \operatorname{tg} 2\psi' = -\frac{M_{x'y'}}{M_{x'x'} - M_{y'y'}} = -\beta^{\frac{1}{2}} \frac{M_{xy}}{M_x - \beta^{\frac{1}{2}} M_y}$$

Dans la pratique $\beta^{\frac{1}{2}} M_y$ est relativement faible devant M_x ; par conséquent nous avons la quasi-égalité qui complète la règle précédente.

$$(6 \text{ bis}) \quad \frac{\operatorname{tg} 2\psi}{\operatorname{tg} 2\psi'} = \beta^{-\frac{1}{2}}$$

7 - Extension du problème de la bande au problème de la bande homogène anisotrope à bords libres.

7.1 - Plaques anisotropes droites

Tant que les plaques calculées sont droites, en d'autres termes tant que le biais mécanique est de 100 gr, on peut substituer à la notion de plaque rectangulaire isotrope, celle de plaque rectangulaire anisotrope ; ceci revient à calculer les coefficients de répartitions de Guyon $K(\theta, \gamma, e)$ et $\mu(\theta, \gamma, e)$ sous forme d'expressions plus compliquées qui tiennent compte de α et β (cf. Fig. 3.11) ; ces dernières ont été données par MASSONNET et formulées explicitement par ROWE. Elles sont utilisées par le programme C.E.D. quelles que soient les valeurs de α et β

7.2 - Plaques anisotropes biaisées

Ce problème est correctement résolu par la méthode des différences finies (cf : travaux précurseurs de Masao - Naruoka - programme IBM à Zurich) quand il s'agit d'un tablier physiquement assimilable à un continuum (cas des ponts à poutres ayant au moins six poutres multiples par travée) - ou par la méthode des éléments finis (programme Courtot - bureau d'études Courtot Paris) quand il s'agit d'un système réticulé plan.

Toutefois C.E.D. donne à très bon compte une réponse relativement précise tant que le biais mécanique est faible ($\psi > 80 \text{ gr.}$) ; le quid est d'évaluer le biais mécanique.

Le paramètre β étant en pratique toujours supérieur à 1, la formule (6bis) nous apprend que, ψ' , angle de biais mécanique d'une plaque para-isotrope est toujours supérieur à ψ , celui de la plaque isotrope associée :

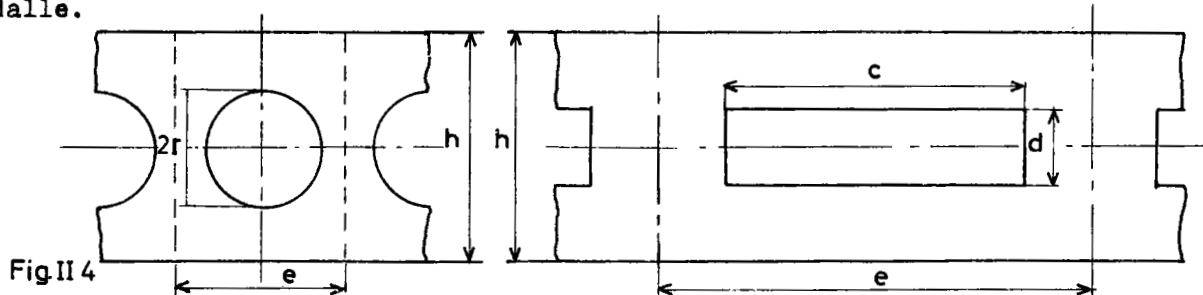
$$(7) \quad \psi' = \frac{1}{2} \text{Arc tg}(\beta^{\frac{1}{2}} \text{tg } 2\psi)$$

Quant à la plaque anisotrope la plus générale nous pressentons que la distorsion de son biais mécanique par rapport à la plaque isotrope de même forme se fera suivant les éléments porteurs de plus grande inertie, en l'occurrence les poutres. Cette distorsion sera donc dans le même sens que pour la plaque para-isotrope et nous admettrons qu'elle est équivalente pour les biais modérés.

Ces considérations nous amèneront à conclure que si les éléments porteurs sont des poutres ou des renforcements parallèles aux bords libres on aura une approximation du biais mécanique ψ' en adoptant (7), où ψ représente le biais mécanique de la plaque isotrope associée.

7.3 - Anisotropie introduite par l'élagissement de la dalle

Nous nous tenons au cas le plus fréquent où l'élagissement est obtenu par cylindres ou prismes (de carton, métal ou polystyrène expansé) ; leur section droite est un cercle ou un rectangle et leur axe est dans le plan moyen de la dalle.



Soient c et d les côtés de l'évidement, ou du rectangle ayant même section et même inertie que le cercle de rayon r ; en ce dernier cas nous avons :

$$(8) \quad c = \frac{\pi r}{\sqrt{3}} \quad d = r\sqrt{3}$$

Nous tenons une bonne approximation des inerties de flexion et de torsion par les formules ci-dessous communiquées par MM. COSTE et THENOZ, Ingénieurs des Ponts et Chaussées :

$$(9) \quad \left\{ \begin{array}{l} I_x = \frac{eh^3 - cd^3}{12e} = I_y \\ I_y = \frac{eh^2(h+d)}{8 \left[\frac{ch}{h-d} + \left(1+3\frac{d}{h}\right)(e-c) \right]} \end{array} \right.$$

$$\Gamma_x = \frac{(he+cd)^2}{16e \left[\frac{c}{h-d} + \frac{e-c}{h} \right]} \quad (\Gamma_x \text{ étant la demi-inertie de torsion})$$

Les formules (9) sont basées sur une assimilation de la section transversale de la dalle à une poutre échelle.

Les formules (8) permettent une détermination rapide des inerties en cas d'élégissements circulaires.

Applications numériques

	h	r	e	I _x	I _y	Γ _x	Γ _y	α	β
Cas 1	70	25	75	24 300	25 000	20 000	24 300	0,90	0,97
Cas 2	90	25	90	57 200	61 100	47 600	57 200	0,89	0,94

8 - Extension au problème du pont-dalle d'inertie variable en coupe longitudinale.

Le fonctionnement mécanique d'une plaque d'inertie constante est en première approximation assimilable à une poutre d'inertie constante ayant mêmes portées géométriques ou mécaniques. Mais ce qui vaut pour l'inertie constante vaut aussi, de manière approchée, pour l'inertie variable. Nous avons donc généralisé au cas de l'inertie variable le calcul des réactions d'appuis, efforts tranchants et moments principaux longitudinaux M_x^A . Le calcul de M_y^B quant à lui n'est pas affecté par une variation d'inertie : de fait cet effort est sensible aux charges immédiatement appliquées aux environs du point où il est calculé et dans ce voisinage l'inertie peut être considérée comme constante.

Toutefois la méthode qui consiste à appliquer la théorie des dalles isotropes aux ouvrages à inertie variable cesse d'être précise lorsque l'inertie tant transversale que longitudinale, varie du simple à plus du quadruple - limite approximative des variations admises jusqu'ici sans que l'on ait pris de précaution particulière.

9 - Conclusion

La multiplicité des hypothèses qui sont à la base de la méthode de calcul C.E.D. ne permet évidemment pas de ramener à quelques chiffres les limites d'emploi de la méthode et son degré de précision.

Avec les dimensions et proportions des dalles qui constituent les tabliers - types des autoroutes la méthode est précise à quelques pourcent près ; c'est à dire qu'elle vaut en pratique justification définitive.

Pour les autres ouvrages, il appartient au projecteur d'apprécier en fonction des données de son problème, s'il en est de même ou si C.E.D. lui fournit seulement les moyens d'un dégrossissage qui gardera en tout cas l'avantage d'être simple et rapide.

10 - Bibliographie

- Y. GUYON - Calcul des Ponts dalles-Annales des Ponts et Chaussées - Septembre, Octobre, Novembre, Décembre 1949.
- Ch. MASSONNET - Contribution au calcul des ponts à poutres multiples - Annales des T.P de Belgique, Juin, Octobre et Décembre 1950.
- Ch. MASSONNET - Compléments à la méthode de calcul des ponts à poutres multiples Annales de l'I.T.B. T.P., Janvier 1962.
- R.E. ROWE - Concrete bridge design - C.R 1962
- J. LERAY et
J.C. LERAY - Flexion de la bande élastique homogène à bords libres. Calcul des Ponts plaques - Symposium sur les applications de la théorie des fonctions en mécanique des milieux continus - tbilisi, U.R.S.S Septembre 1963.

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DU LOGEMENT
SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

CALCUL ÉLECTRONIQUE DES STRUCTURES

**CALCUL DES EFFORTS DANS LES PONTS-DALLES
D'ÉPAISSEUR CONSTANTE OU VARIABLE,
DROITS OU PEU BIAIS, PLEINS OU ÉLÉGIS,
A TRAVÉES SOLIDAIRES OU INDÉPENDANTES**

C. E. D. 66

PIÈCES PILOTES
**Genèse de la méthode de calcul :
Dessins annexes à la notice**

1.3

NOTA: le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA) regroupe depuis le 1-1-1968 le Service Spécial des Autoroutes (SSAR) et plusieurs autres services centraux d'étude dont le SCET. Dans l'attente d'une organisation définitive les ouvrages standardisables relèvent de la DOA B.

Ce document est propriété de l'administration et ne peut être utilisé ou reproduit même partiellement, sans l'autorisation du Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes ou de son représentant autorisé.	DIVISION DES OUVRAGES D'ART B B.P. 235 - Orly Aérogare (Seine) Tél: 587 51.41		DIRECTEUR DU SERVICE 38, rue Liancourt PARIS 14 ^e - Tél: 734.37.74
	R. ALBAS Ingénieur des T P E Gestionnaire	G. MONNERET Ingénieur en Chef	M. HUET Ingénieur en Chef
	J.C. LERAY Ingénieur des P et Ch	H. MATHIEU Ingénieur en Chef Chef de la Division	ÉDITION MARS 66 RÉIMPRESSION MARS 69

RÉACTIONS D'APPUIS
DIRECTIONS ET INTENSITÉS DES MOMENTS
PRINCIPAUX SOUS L'INFLUENCE D'UNE CHARGE
 UNITÉ EN : (5;17)

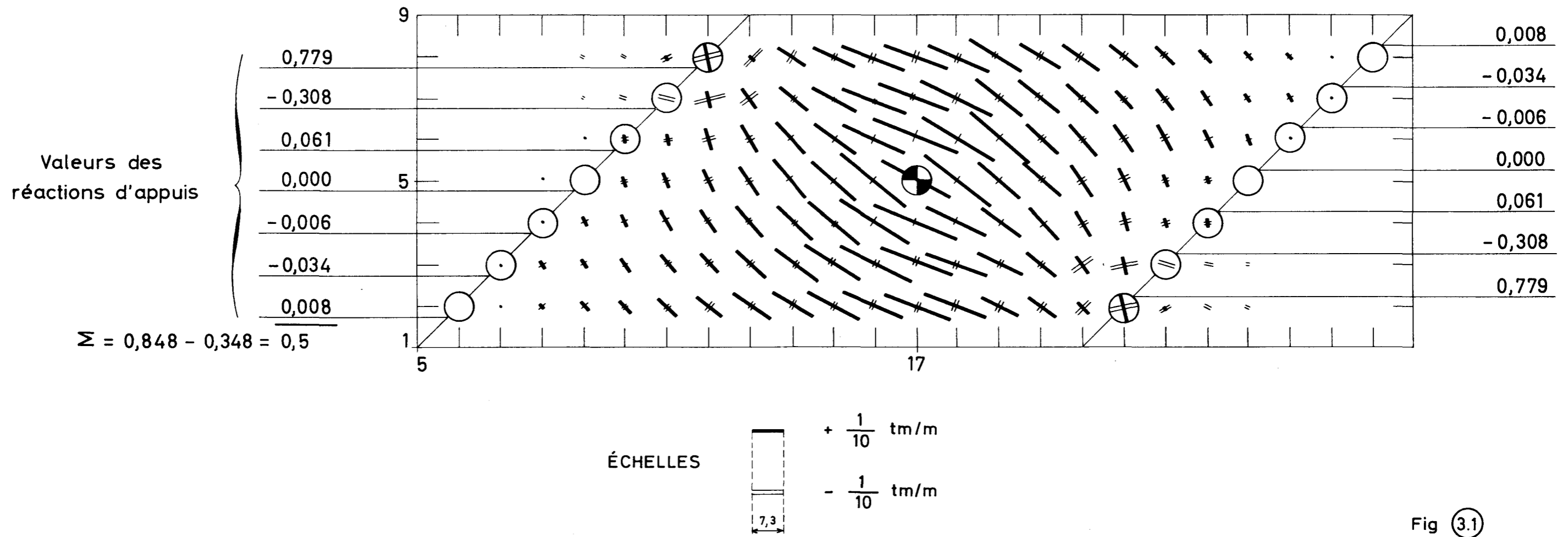
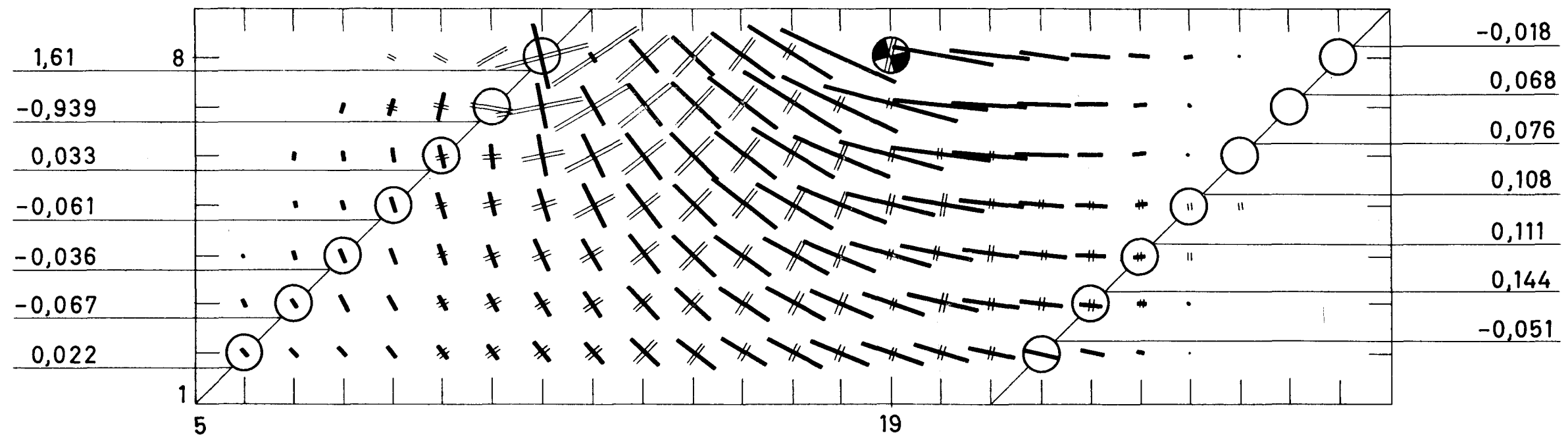


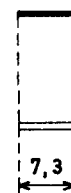
Fig 3.1

RÉACTIONS D'APPUIS
 DIRECTIONS ET INTENSITÉS DES MOMENTS
 PRINCIPAUX SOUS L'INFLUENCE D'UNE CHARGE

UNITÉ EN : (8;19)



ÉCHELLES



+ $\frac{1}{10}$ tm/m

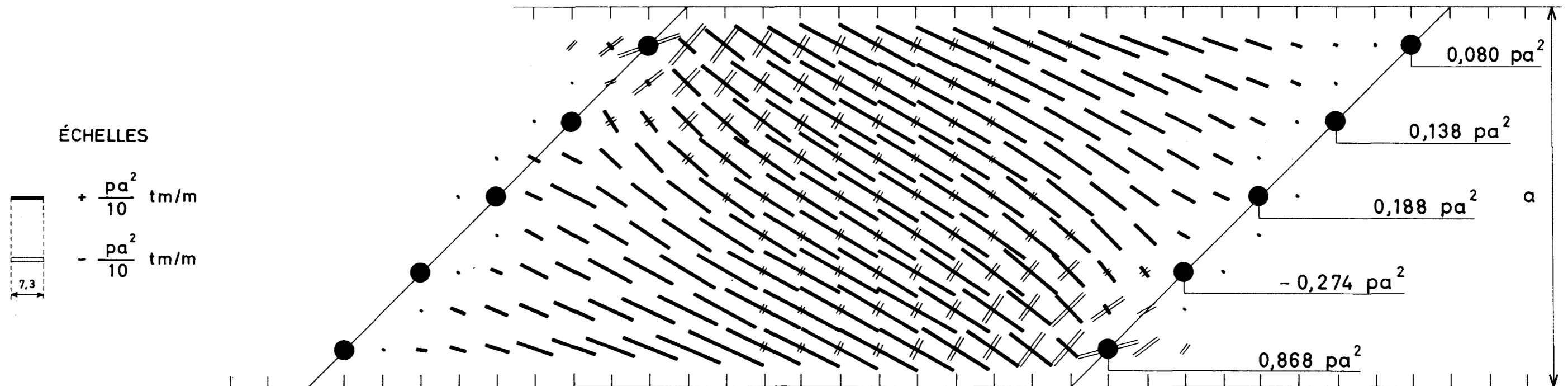
- $\frac{1}{10}$ tm/m

Fig (3.2)

DIRECTIONS ET INTENSITÉS DES MOMENTS PRINCIPAUX

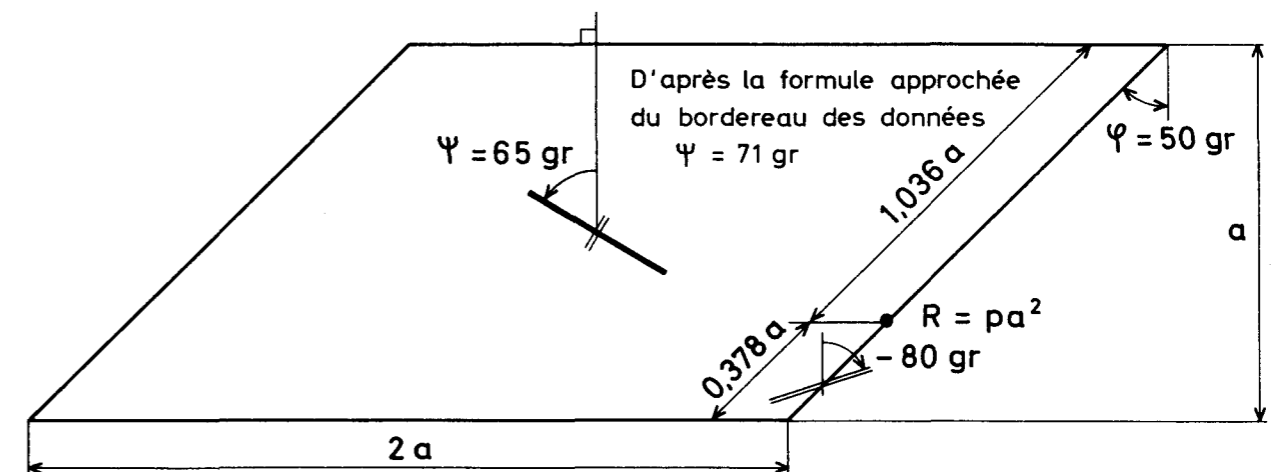
SOUS L'INFLUENCE DE LA CHARGE UNIFORME $p.t/m^2$

RÉACTIONS D'APPUIS



POSITION DE LA RÉSUŁTANTE DES RÉACTIONS D'APPUIS
ET BIAIS MÉCANIQUES Ψ

(LA RÉSUŁTANTE PEUT SERVIR AU CALCUL DES FONDATIONS)



DALLE I
PLAQUE CONTINUE
 Épaisseur de la plaque $h=0,58$ m
 Coefficient de poisson $\nu=0,20$
 Trois travées solidaires ayant respectivement pour portées :
 10,30 m 17,15 m 11,45 m
 Largeur droite 16 m
 Biais géométrique 70 gr

RÉACTIONS D'APPUIS ET ÉTAT DE FLEXION DE LA PLAQUE
 SOUS L'INFLUENCE DE LA CHARGE PERMANENTE (1,708 t/m²)

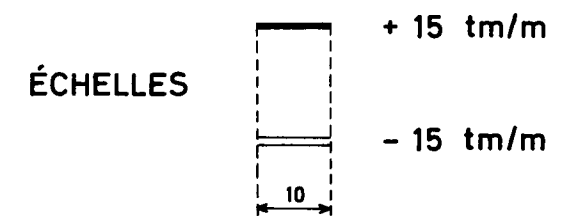
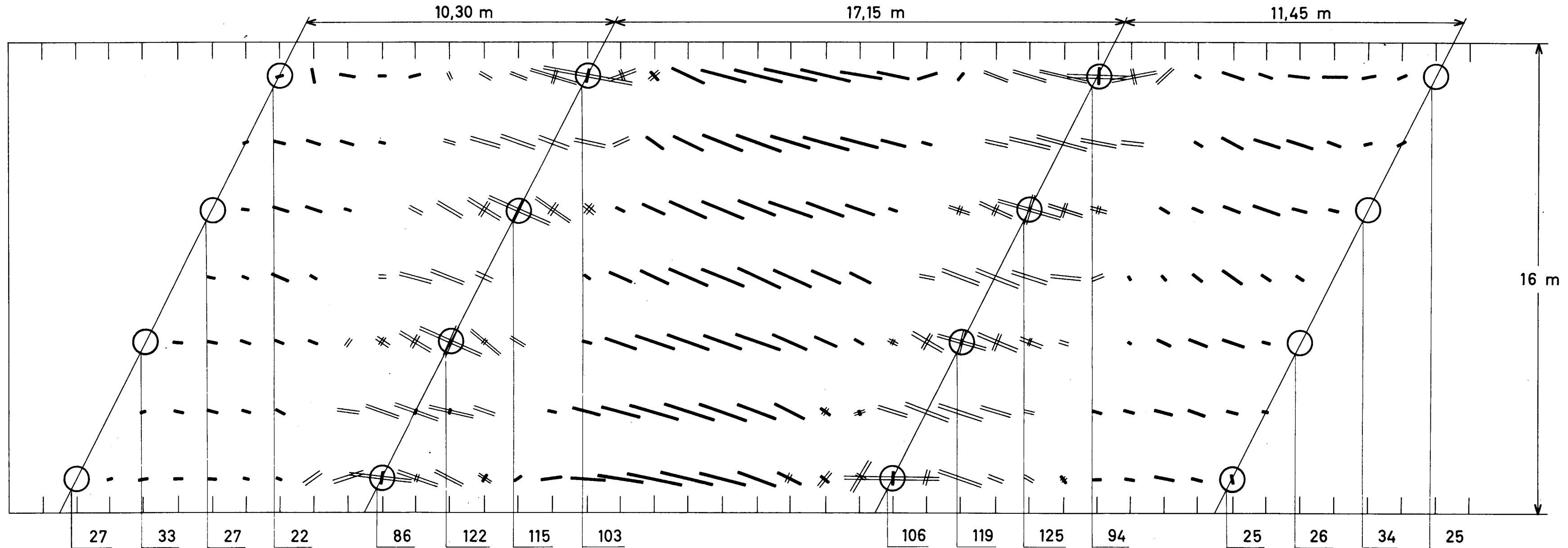


Fig. 3.4

RÉACTIONS D'APPUI ET ÉTAT DE FLEXION DE LA PLAQUE
 SOUS L'INFLUENCE DE LA CHARGE PERMANENTE (1,708 t/m²)
 ET DE LA SURCHARGE A (1,727 t/m²) APPLIQUÉE SUR LA TRAVÉE 2

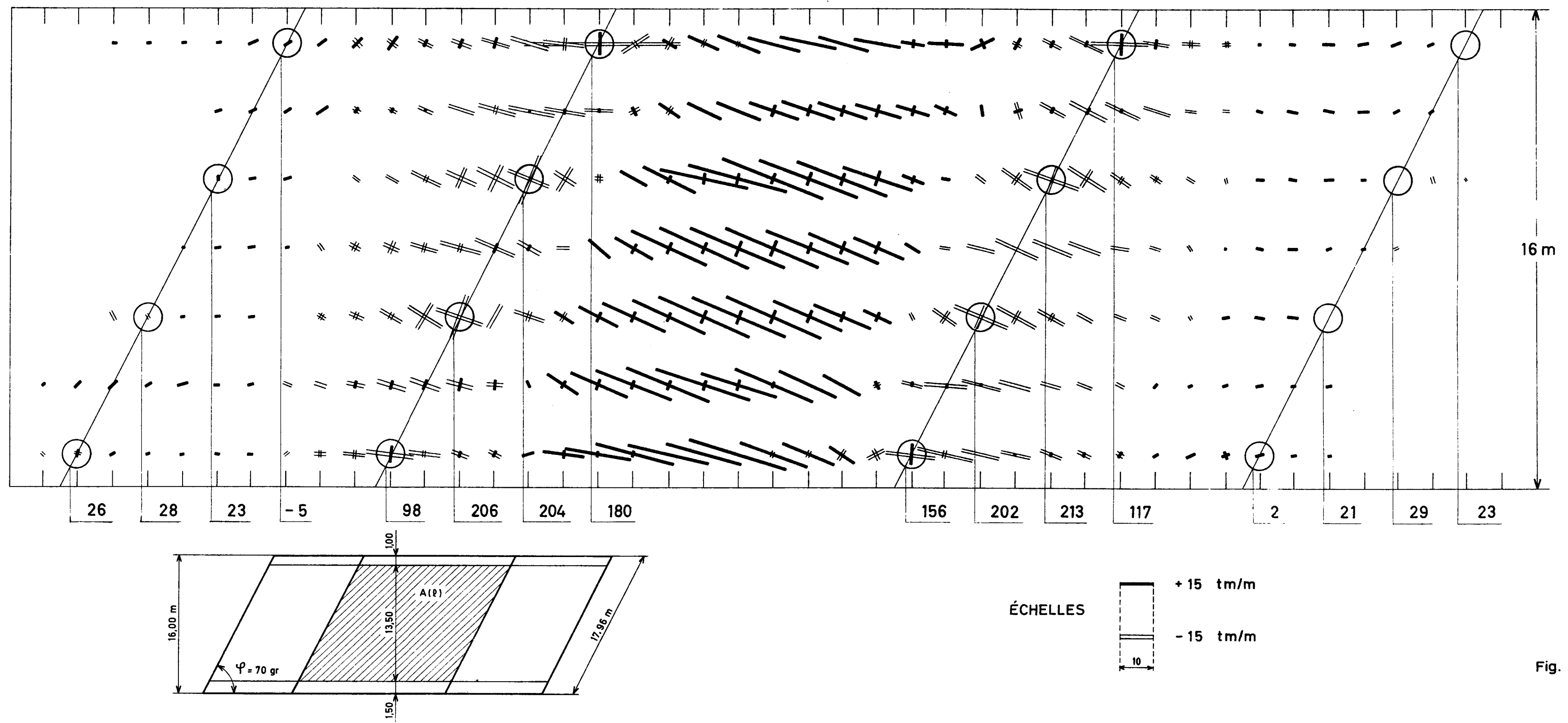


Fig. (35)

RÉACTIONS D'APPUIS ET ÉTAT DE FLEXION DE LA PLAQUE
 SOUS L' INFLUENCE DE LA CHARGE PERMANENTE (1,708 t/m²)
 ET DE LA SURCHARGE A (1,727 t/m²) APPLIQUÉE SUR LA TRAVÉE 3

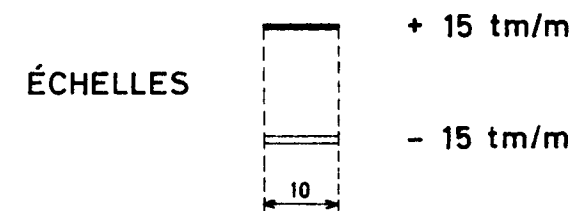
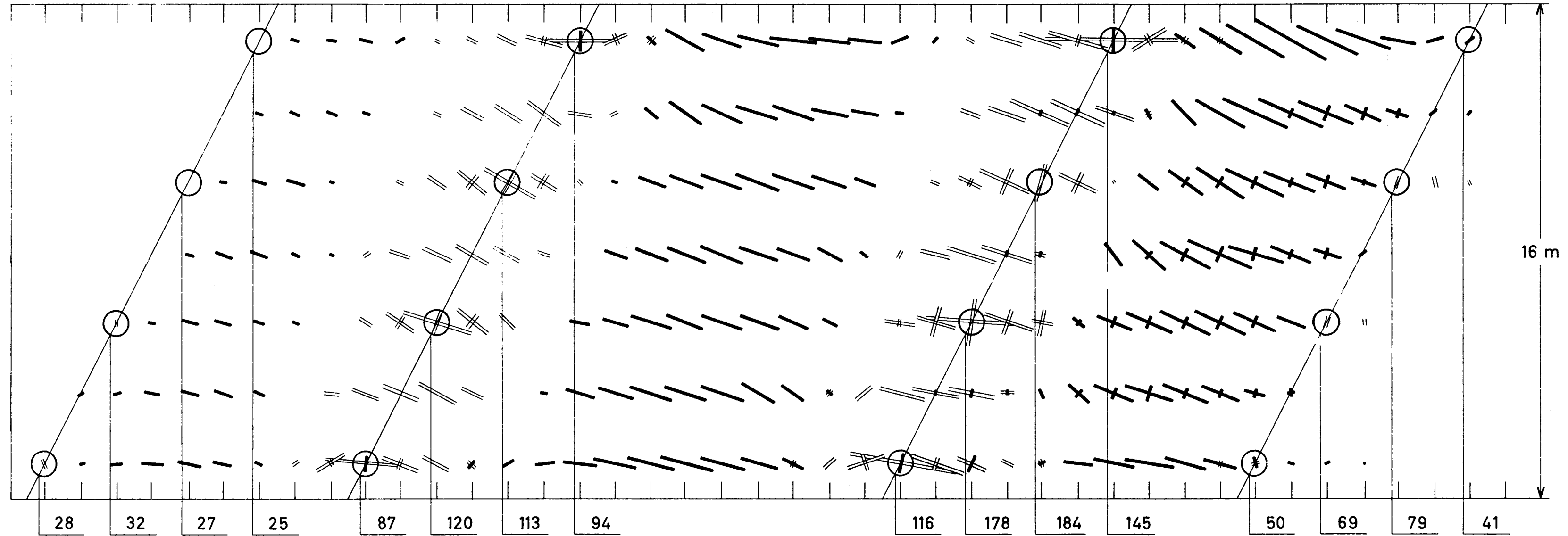


Fig. (3.6)

RÉACTIONS D'APPUIS ET ÉTAT DE FLEXION DE LA PLAQUE

SOUS L'INFLUENCE DE LA CHARGE PERMANENTE (1,708 t/m²)

ET DE LA SURCHARGE A (1,450 t/m²) APPLIQUÉE SUR LES TRAVÉES 1 ET 2

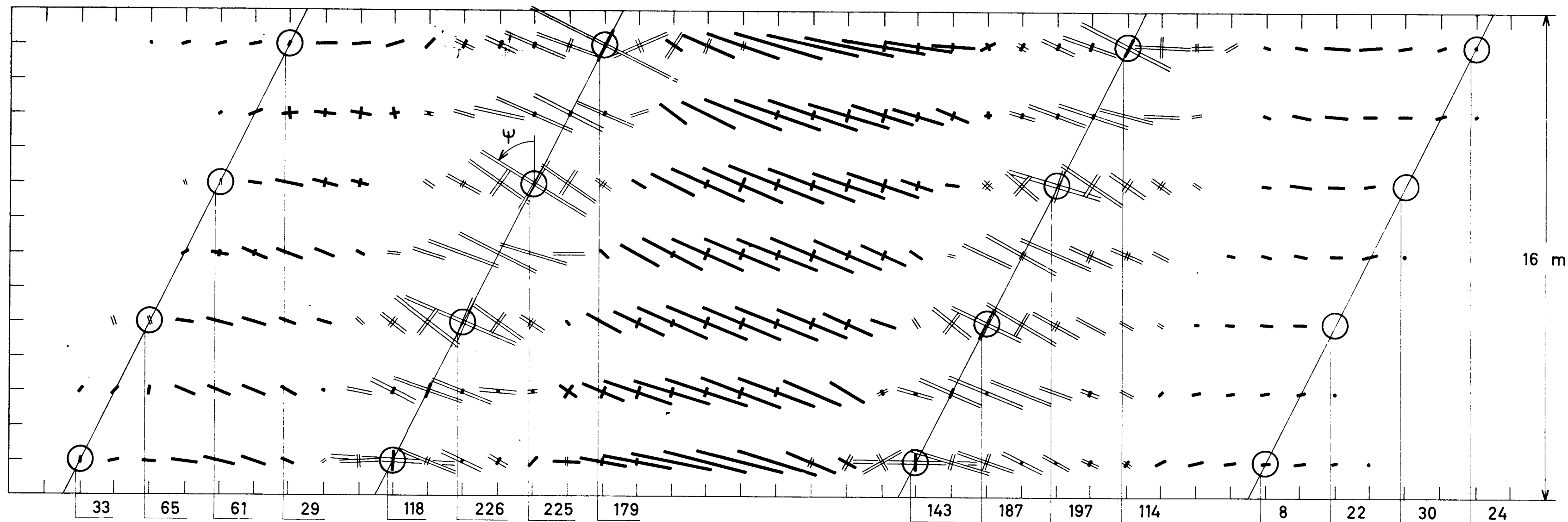
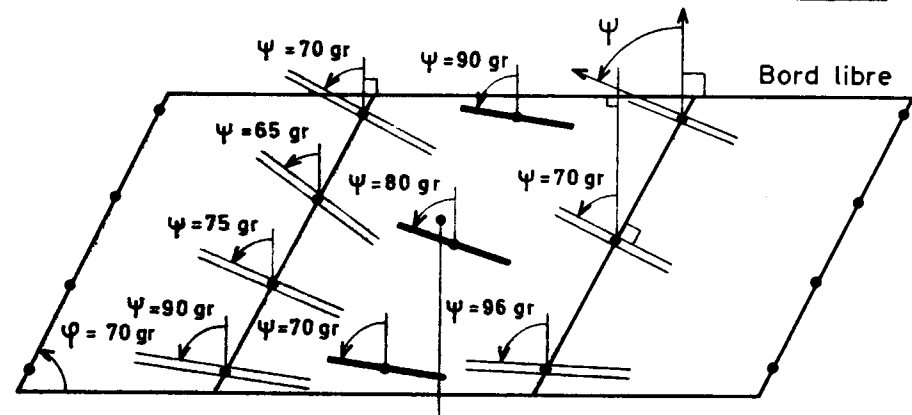


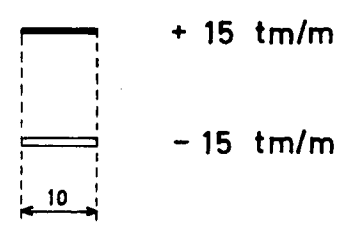
Fig. 37

RELEVÉS DE QUELQUES BIAIS MÉCANIQUES

D'après la formule approchée du bordereau des données $\psi = 76 \text{ gr}$



ÉCHELLES



POSITIONS DES RÉSULTANTES DES RÉACTIONS D'APPUIS

(Élément pouvant servir au calcul des fondations)

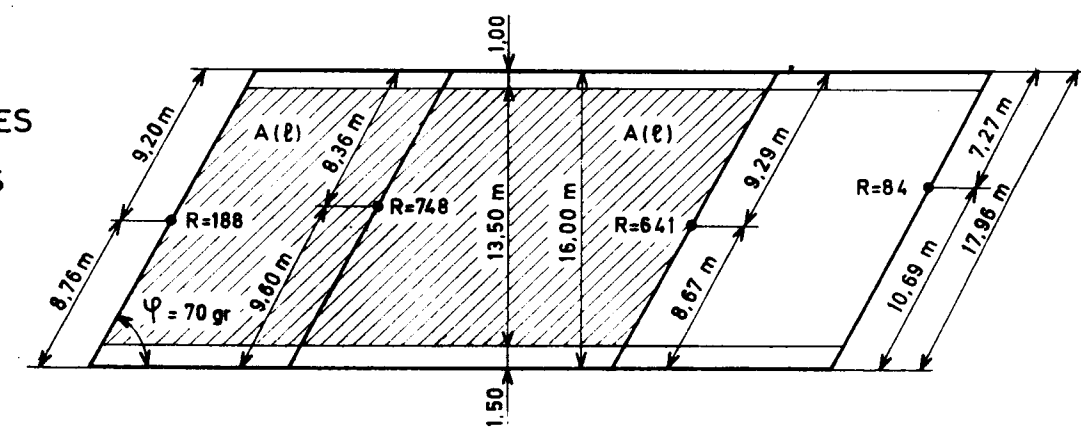


TABLEAU 3.8

M_X^A MOMENT PRINCIPAL LONGITUDINAL AU POINT A

	CP	CP + A	B _c	Char
I	24,11	48,84	17,43	19,34
II	26,79	55,81	20,19	21,67
III	26,56	55,21	19,94	20,68
IV	24,40	51,96	19,09	21,43

M_X^B MOMENT PRINCIPAL LONGITUDINAL AU POINT B

	CP	CP+A	B _c	Char
I	21,52	47,03	16,96	15,57
II	24,59	52,46	19,16	17,07
III	25,16	53,04	18,58	16,00
IV	24,40	51,96	-	-

MOMENTS PRINCIPAUX LONGITUDINAUX AUX POINTS : C , E , D

M_X^C

	CP	CP+A	B _c	Char
I	-37,94	-54,54	-22,30	-16,01
II	-45,64	-70,19	-25,78	-20,44
III	-53,65	-82,20	-30,12	-23,55
IV	-34,82	-67,37	-21,17	-14,77

M_X^E

	CP	CP+A
I	-29,15	-55,91
II	-34,52	-66,35
III	-33,31	-63,98
IV	-34,82	-67,37

M_X^D

	CP	CP+A
I	-42,10	-74,92
II	-45,64	-79,40
III	-53,65	-93,06
IV	-	-

M_Y^B MOMENT PRINCIPAL TRANSVERSAL AU POINT B

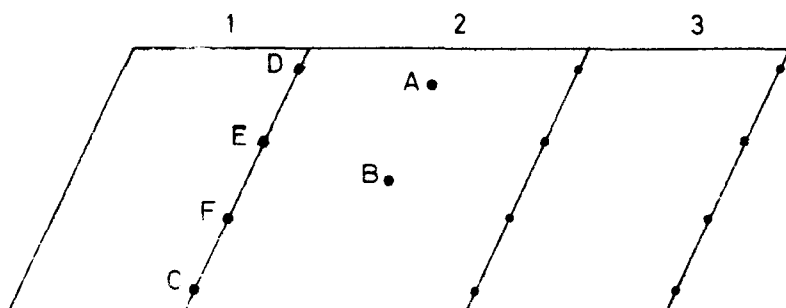
	CP	CP + A	B	Char
I	1,84	7,45	8,69	9,39
II	2,92	9,81	7,81	9,65
III	-1,15	1,24	5,01	6,77
IV	4,90	10,40	8,40	11,50

COMPARAISON DE III M_Y^B + VIII M_X^B ET II M_Y^B

	CP	CP A	B	Char
III M_Y^B	-1,15	1,24	5,01	6,77
VIII M_X^B	5,03	10,61	3,72	3,20
III M_Y^B + VIII M_X^B	3,88	11,85	8,73	9,97
II M_X^B	2,92	9,81	7,81	9,65

RÉACTIONS D'APPUI C, F, E, D ET TOTAL DUES A CP+A APPLIQUÉE SUR LES TRAVÉES 1 ET 2

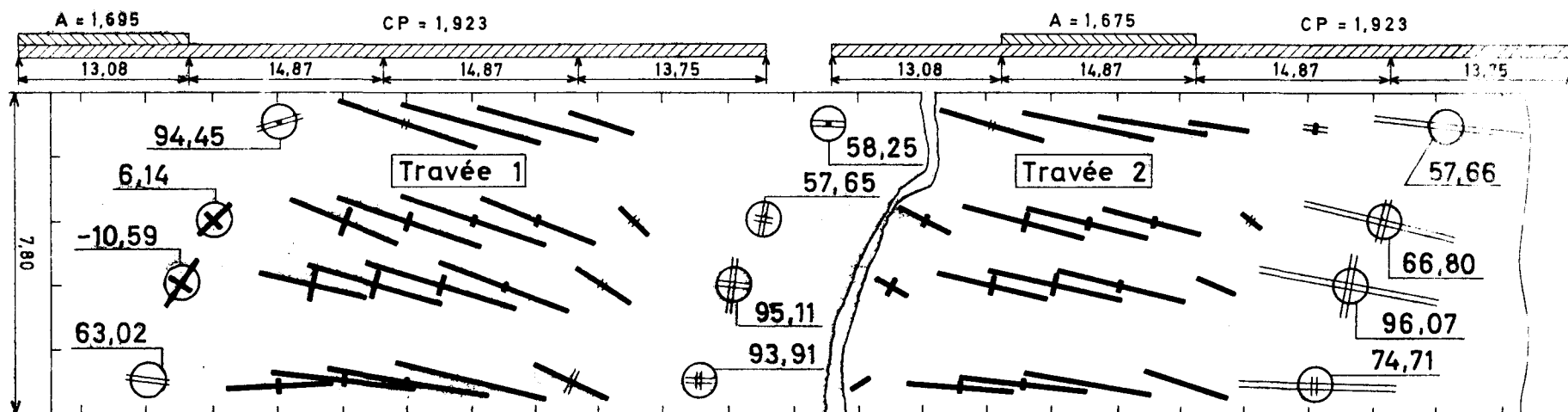
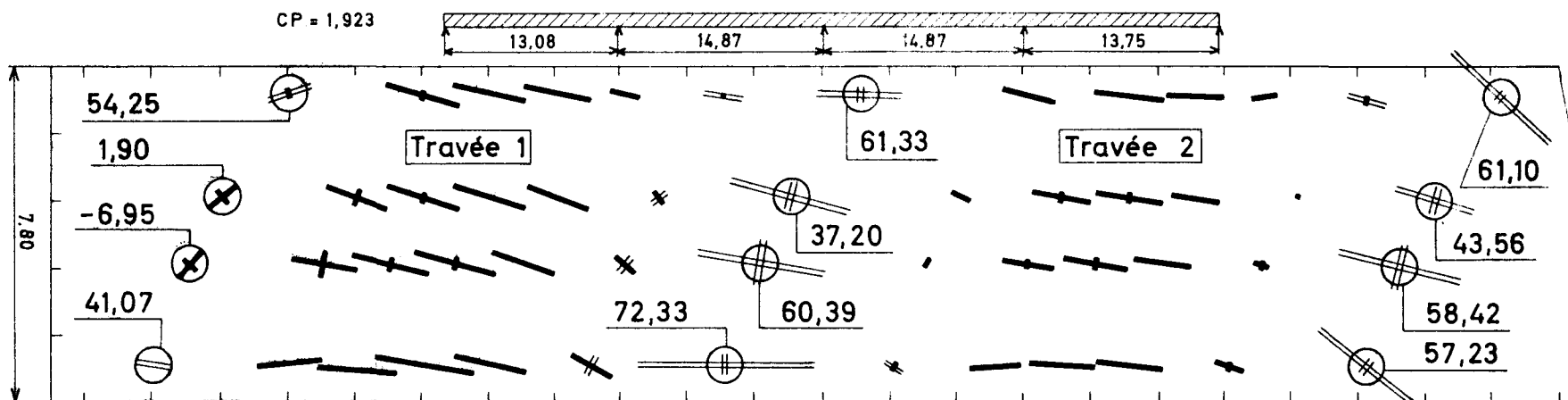
	C	F	E	D	Total
I	117,88	225,98	225,38	178,77	748,01
II	131,82	231,50	235,60	155,64	754,36
III	133,92	229,59	232,86	158,07	754,51
IV	140,18	224,69	224,69	155,04	744,60

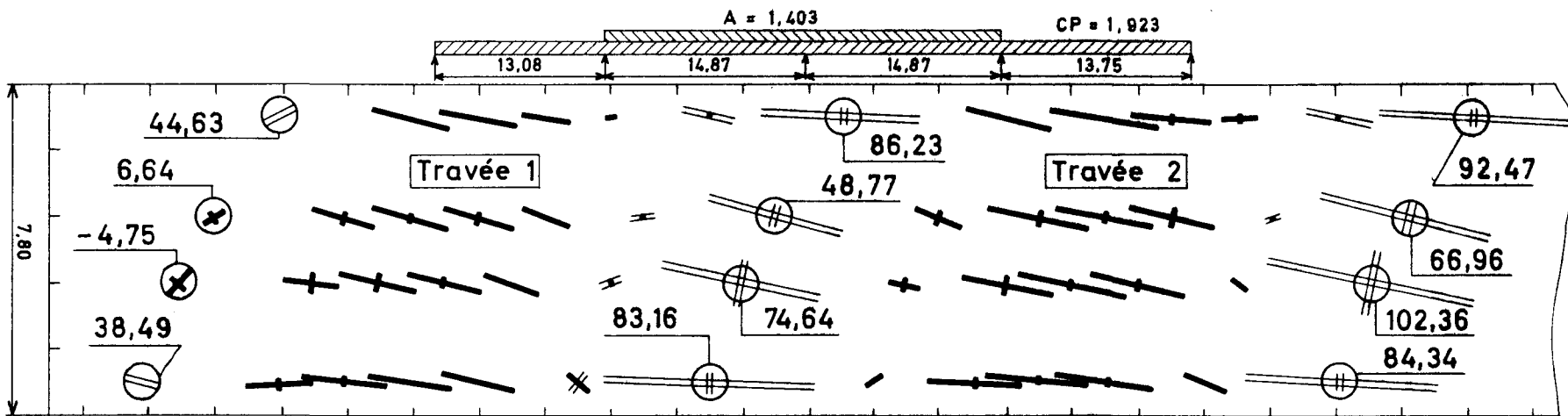
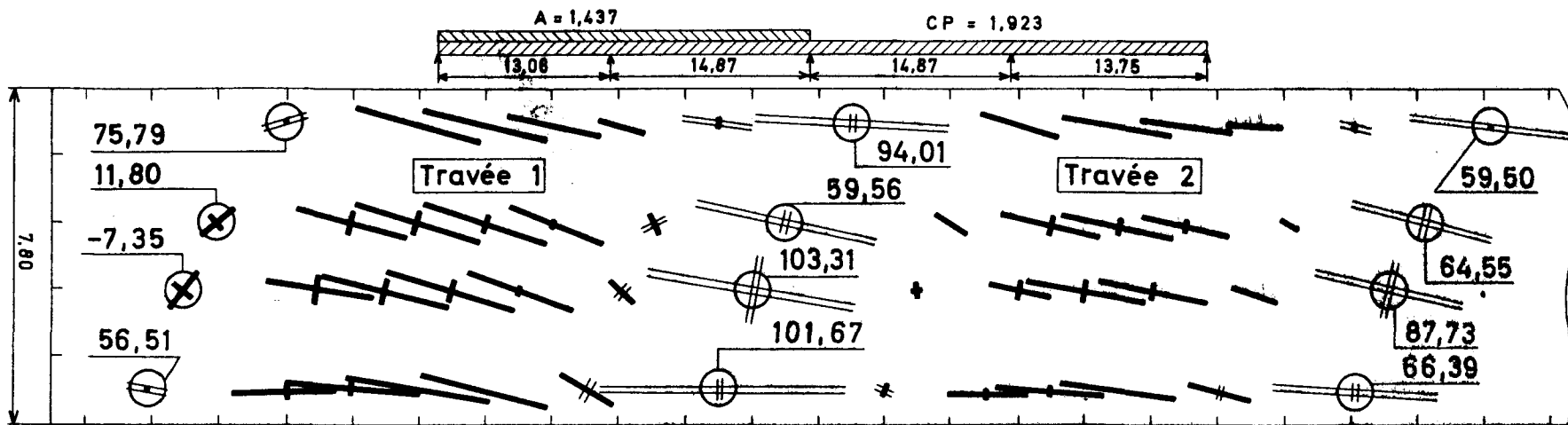


RÉACTIONS D'APPUI - DIRECTIONS ET INTENSITÉS DES MOMENTS PRINCIPAUX

DANS UN P.S. SUR AUTOROUTE DE CLASSE IV

3670/IV





ÉCHELLES



+ 15 tm/m

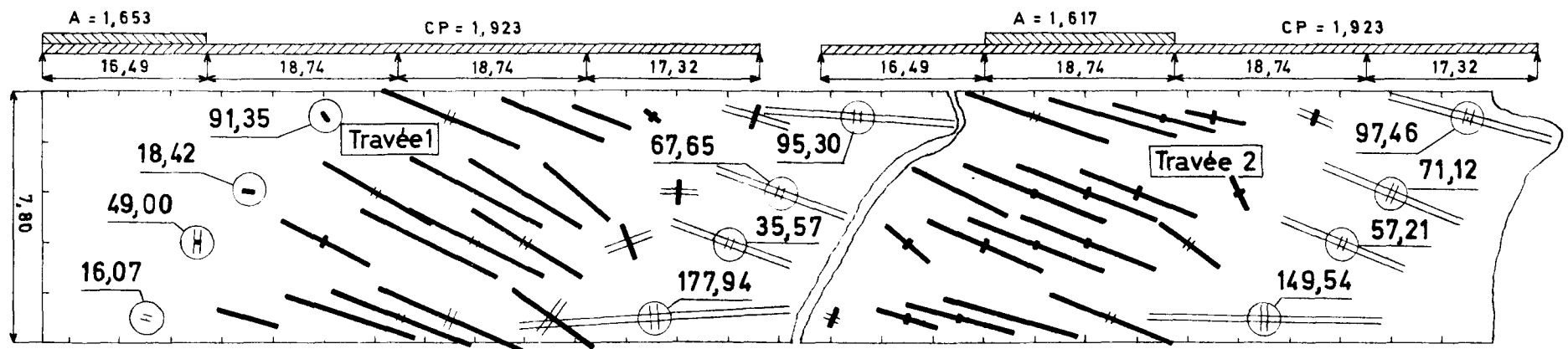
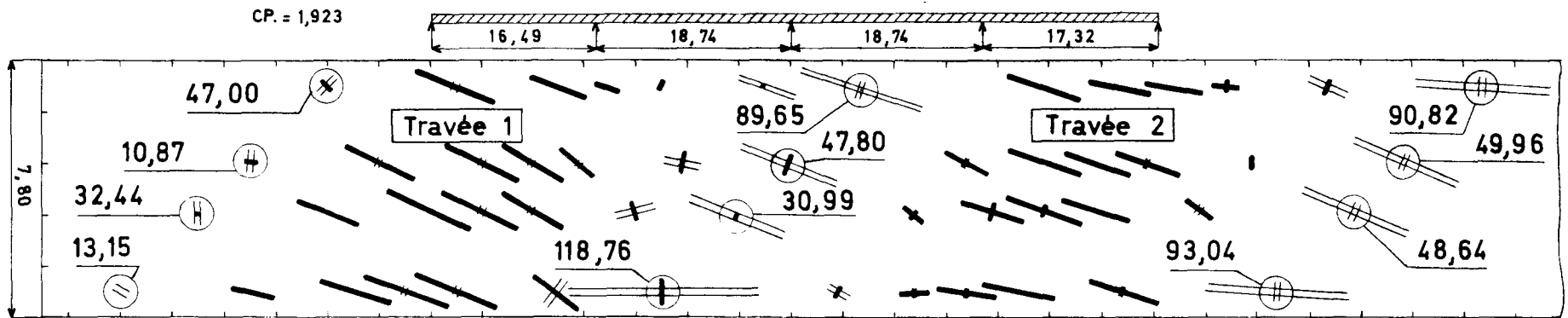
- 15 tm/m

Fig. 3.9

RÉACTIONS D'APPUI - DIRECTIONS ET INTENSITÉS DES MOMENTS PRINCIPAUX

DANS UN P.S. SUR AUTOROUTE DE CLASSE IV

3650 / IV



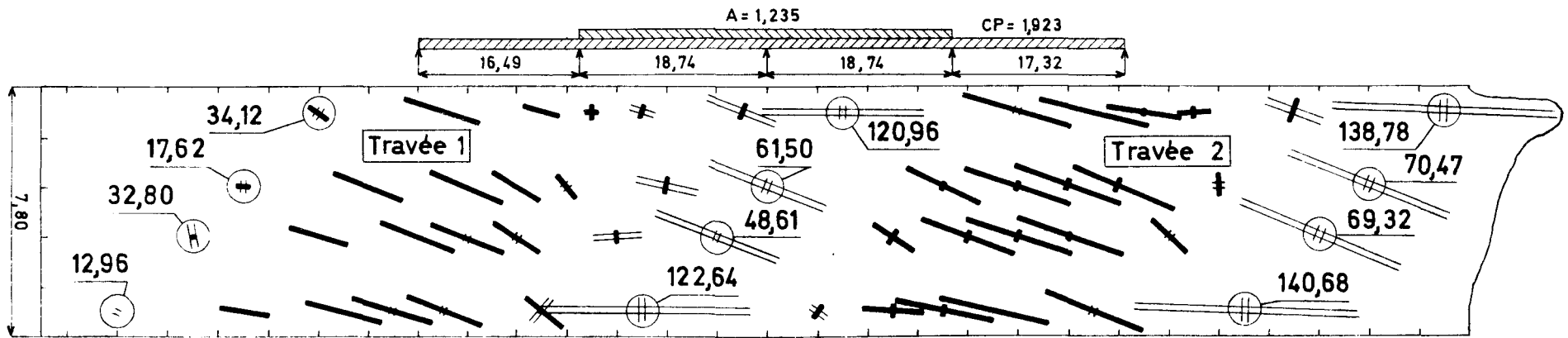
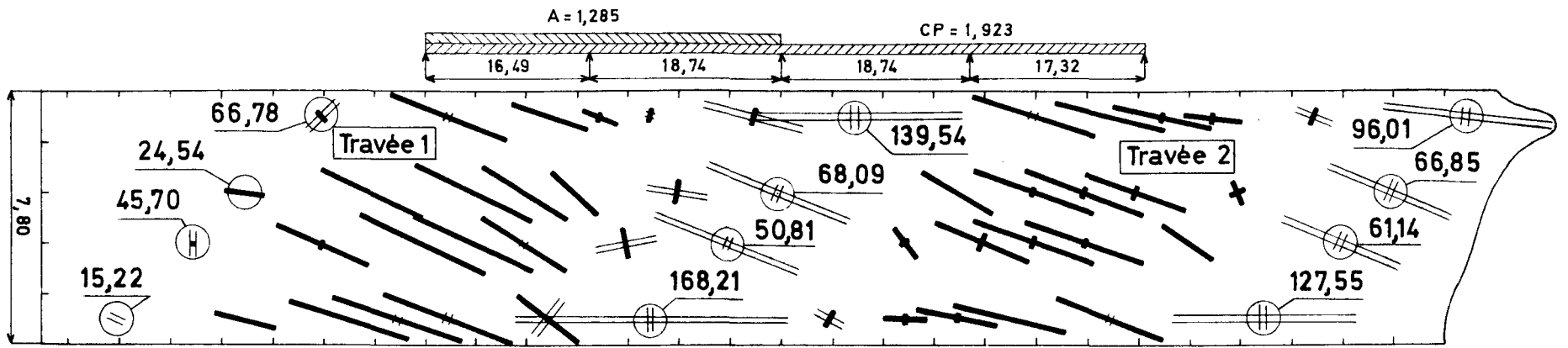


Fig. 3.10

ÉCHELLES



+ 15 tm/m

- 15 tm/m

COEFFICIENTS DE RÉPARTITION TRANSVERSAUX Km ET μ_m
DES PLAQUES RECTANGULAIRES ANISOTROPES SUR APPUIS SIMPLES

DONNÉES

$$\beta = \frac{I_x}{I_y}, \quad \alpha = \frac{\Gamma_x + \Gamma_y}{2\sqrt{I_x I_y}}, \quad a, b, y, e$$

SYMBOLES

$$\omega = \frac{\pi y}{b}, \quad \psi = \frac{\pi e}{b}, \quad \theta = \frac{b}{2a} \sqrt{\beta}, \quad \sigma = \theta \pi, \quad \phi = \theta \pi \sqrt{\frac{1+\alpha}{2}}, \quad \delta = \theta \sqrt{\frac{1-\alpha}{2}}, \quad \gamma = \theta \sqrt{\frac{1+\alpha}{2}}, \quad \eta = \theta \pi \sqrt{\frac{1-\alpha}{2}}$$

COEFFICIENTS $A_m, B_m, C_m, D_m, E_m, M, N, P$

$$A_m = \frac{E_m}{M} (\text{ch } \phi - \text{sh } \phi) \left\{ \left[\text{ch } \gamma \psi \cos \delta \psi \left(\sqrt{\frac{1+\alpha}{2}} \sin \eta - \sqrt{\frac{1-\alpha}{2}} \cos \eta \right) - \text{sh } \gamma \psi \sin \delta \psi \left(\sqrt{\frac{1+\alpha}{2}} \cos \eta + \sqrt{\frac{1-\alpha}{2}} \sin \eta \right) \right] \times \left[-\text{sh } \phi \cos \eta + \sqrt{\frac{1+\alpha}{1-\alpha}} \text{ch } \phi \sin \eta \right] \right. \\ \left. + \left[\text{ch } \gamma \psi \cos \delta \psi \left(\alpha \sin \eta + \sqrt{1-\alpha^2} \cos \eta \right) - \text{sh } \gamma \psi \sin \delta \psi \left(\alpha \cos \eta - \sqrt{1-\alpha^2} \sin \eta \right) \right] \times \left[\sqrt{2(1+\alpha)} \text{ch } \phi \cos \eta + \frac{2\alpha}{\sqrt{2(1-\alpha)}} \text{sh } \phi \sin \eta \right] \right\}$$

$$B_m = \frac{E_m}{N} (\text{ch } \phi - \text{sh } \phi) \left\{ \left[\text{sh } \gamma \psi \cos \delta \psi \left(\sqrt{\frac{1+\alpha}{2}} \sin \eta - \sqrt{\frac{1-\alpha}{2}} \cos \eta \right) - \text{ch } \gamma \psi \sin \delta \psi \left(\sqrt{\frac{1+\alpha}{2}} \cos \eta + \sqrt{\frac{1-\alpha}{2}} \sin \eta \right) \right] \times \left[-\text{ch } \phi \cos \eta + \sqrt{\frac{1+\alpha}{1-\alpha}} \text{sh } \phi \sin \eta \right] \right. \\ \left. + \left[\text{sh } \gamma \psi \cos \delta \psi \left(\alpha \sin \eta + \sqrt{1-\alpha^2} \cos \eta \right) - \text{ch } \gamma \psi \sin \delta \psi \left(\alpha \cos \eta - \sqrt{1-\alpha^2} \sin \eta \right) \right] \times \left[\sqrt{2(1-\alpha)} \text{sh } \phi \cos \eta + \frac{2\alpha}{\sqrt{2(1-\alpha)}} \text{ch } \phi \sin \eta \right] \right\}$$

$$C_m = -\frac{E_m}{N} \sqrt{\frac{1-\alpha}{2}} (\text{ch } \phi - \text{sh } \phi) \left\{ \left[\text{sh } \gamma \psi \cos \delta \psi \left(\sqrt{\frac{1+\alpha}{2}} \sin \eta - \sqrt{\frac{1-\alpha}{2}} \cos \eta \right) - \text{ch } \gamma \psi \sin \delta \psi \left(\sqrt{\frac{1+\alpha}{2}} \cos \eta + \sqrt{\frac{1-\alpha}{2}} \sin \eta \right) \right] \times \left[\text{sh } \phi \sin \eta + \sqrt{\frac{1+\alpha}{1-\alpha}} \text{ch } \phi \cos \eta \right] \right. \\ \left. + \left[\text{sh } \gamma \psi \cos \delta \psi \left(\alpha \sin \eta + \sqrt{1-\alpha^2} \cos \eta \right) - \text{ch } \gamma \psi \sin \delta \psi \left(\alpha \cos \eta - \sqrt{1-\alpha^2} \sin \eta \right) \right] \times \left[-\sqrt{2(1+\alpha)} \text{ch } \phi \sin \eta + \frac{2\alpha}{\sqrt{2(1-\alpha)}} \text{sh } \phi \cos \eta \right] \right\}$$

$$D_m = -\frac{E_m}{M} \sqrt{\frac{1-\alpha}{2}} (\text{ch}\Phi - \text{sh}\Phi) \left\{ \left[\text{ch}\gamma\psi \cos\delta\psi \left(\sqrt{\frac{1+\alpha}{2}} \sin\eta - \sqrt{\frac{1-\alpha}{2}} \cos\eta \right) - \text{sh}\gamma\psi \sin\delta\psi \left(\sqrt{\frac{1+\alpha}{2}} \cos\eta + \sqrt{\frac{1-\alpha}{2}} \sin\eta \right) \right] \times \left[\text{ch}\Phi \sin\eta + \sqrt{\frac{1+\alpha}{1-\alpha}} \text{sh}\Phi \cos\eta \right] \right. \\ \left. + \left[\text{ch}\gamma\psi \cos\delta\psi (\alpha \sin\eta + \sqrt{1-\alpha^2} \cos\eta) - \text{sh}\gamma\psi \sin\delta\psi (\alpha \cos\eta - \sqrt{1-\alpha^2} \sin\eta) \right] \times \left[-\sqrt{2(1+\alpha)} \text{sh}\Phi \sin\eta + \frac{2\alpha}{\sqrt{2(1-\alpha)}} \text{ch}\Phi \cos\eta \right] \right\}$$

$$E_m = \frac{b^3}{2\sqrt{2(1+\alpha)} I_y m^3 \theta^3 \pi^3}$$

$$M = (2\alpha+1) \sqrt{\frac{1-\alpha}{2}} \text{sh}\Phi \text{ch}\Phi - (2\alpha-1) \sqrt{\frac{1+\alpha}{2}} \sin\eta \cos\eta$$

$$N = (2\alpha+1) \sqrt{\frac{1-\alpha}{2}} \text{sh}\Phi \text{ch}\Phi + (2\alpha-1) \sqrt{\frac{1+\alpha}{2}} \sin\eta \cos\eta$$

$$P = A_m \text{ch}m\gamma \omega \cos m\delta\omega + B_m \text{sh}m\gamma \omega \cos m\delta\omega + \frac{C_m}{\sqrt{\frac{1-\alpha}{2}}} \text{ch}m\gamma \omega \sin m\delta\omega + \frac{D_m}{\sqrt{\frac{1-\alpha}{2}}} \text{sh}m\gamma \omega \sin m\delta\omega \\ + E_m \left[\text{ch}m\gamma |\omega - \psi| - \text{sh}m\gamma |\omega - \psi| \right] \left[\cos m\delta |\omega - \psi| + \sqrt{\frac{1+\alpha}{1-\alpha}} \sin m\delta |\omega - \psi| \right]$$

COEFFICIENTS DE RÉPARTITION TRANSVERSAUX K_m POUR LES MOMENTS LONGITUDINAUX

$$K_m = \frac{2b I_y m^4 \pi^4}{16 a^4} P$$

COEFFICIENTS DE RÉPARTITION TRANSVERSAUX μ_m POUR LES MOMENTS TRANSVERSAUX

$$\mu_m = -I_y \frac{\pi^2 m^2}{b^3} \left\{ 2\gamma\delta \left(-A_m \text{sh}m\gamma \omega \sin m\delta\omega - B_m \text{ch}m\gamma \omega \sin m\delta\omega + \frac{C_m}{\sqrt{\frac{1-\alpha}{2}}} \text{sh}m\gamma \omega \cos m\delta\omega + \frac{D_m}{\sqrt{\frac{1-\alpha}{2}}} \text{ch}m\gamma \omega \cos m\delta\omega \right) \right. \\ \left. + E_m \left[\text{sh}m\gamma |\omega - \psi| - \text{ch}m\gamma |\omega - \psi| \right] \left[-\sin m\delta |\omega - \psi| + \sqrt{\frac{1+\alpha}{1-\alpha}} \cos m\delta |\omega - \psi| \right] \right\} + P(\gamma^2 - \delta^2)$$

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DU LOGEMENT
SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

CALCUL ÉLECTRONIQUE DES STRUCTURES

CALCUL DES EFFORTS DANS LES PONTS-DALLES
D'ÉPAISSEUR CONSTANTE OU VARIABLE,
DROITS OU PEU BIAIS, PLEINS OU ÉLÉGIS,
A TRAVÉES SOLIDAIRES OU INDÉPENDANTES

C. E. D. 66

PIÈCES PILOTES

Présentation des données avec commentaires

1.4

NOTA: le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA) regroupe depuis le 1-1-1968 le Service Spécial des Autoroutes (SSAR) et plusieurs autres services centraux d'étude dont le SCET. Dans l'attente d'une organisation définitive les ouvrages standardisables relèvent de la DOA B.

Ce document est propriété de l'administration et ne peut être utilisé ou reproduit même partiellement, sans l'autorisation du Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes ou de son représentant autorisé.	DIVISION DES OUVRAGES D'ART B B.P. 235 - Orly Aérogare (Seine) Tél: 587 51.41		DIRECTEUR DU SERVICE 38, rue Liancourt PARIS 14 ^e - Tél: 734.37.74
	R. ALBAS Ingénieur des T P E Gestionnaire	G. MONNERET Ingénieur en Chef	M. HUET Ingénieur en Chef
	J.C. LERAY Ingénieur des Pet Ch	H. MATHIEU Ingénieur en Chef Chef de la Division	ÉDITION MARS 66 RÉIMPRESSION MARS 69

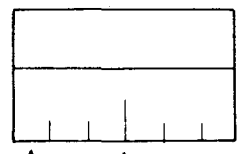
BORDEREAU A: DONNÉES GÉNÉRALES

CARTE A 1																																																																								
	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

CARTE A 2																																															
-----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

	VACOUTRA	INERTIE	GABARIT	LIGNINF	CHAPER	MOMENT	EFTRAN	RÉAPPUI		EXCENTR	INTERPO	DÉFORM	MOTRAN	COURBEUR
CARTE A 3		1		1					0	1				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
CARTE A 4		1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	

UNITÉS		
Mètre	Tonne	Grade



Position réservée au signe des données algébriques

Position de la virgule

	NT	NDIV	NU	SYMLON	SYMTAB	CM	CP	PONT	IAPP	MAX
CARTE A 5	0 0	0	0 0	0 0	0 0	0 0		0 0	0	0 0

	QSUP	ABOUT	BIAIS 1	D (1)	D (2)	D (3)	D (4)	D (5)	D (6)
CARTE A 6		0 0 0							

	ÉTROTG	B.D.GAU	ÉCHAUS	BARUR (D)	ÉTROTD	HCHAU	K.A	K.BC	KCM	KTR	KBE	KBR
CARTE A 7	0 0	0 0	0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0

	HDALLE 1	HDALLE 2	HDALLE 3	ÉDALLE 1	ÉDALLE 2	ÉDALLE 3
CARTE A 8	0 0	0 0	0 0	0	0	0

	MATER	E_v	POISSON	α	β
	T	L			
CARTE A 9	0	0	0 0 0	0 0	0 0

	REXD	HPILE	HCULÉE	HTRAVÉE	SOMMET	ÉAPPUI	CERCLE
CARTE A 10		0	0	0		0 0	0 0

	N VIDE	HVIDE	ÉVIDE	ESPACE	DG(1)	DD(1)	DG(2)	DD(2)	DG(3)	DD(3)	DG(4)	DD(4)	DG(5)	DD(5)	DG(6)	DD(6)
CARTE A 11		0 0	0 0	0 0												

1		5		10		15		20		25		30		35		40		45		50		55		60		65		70	72
---	--	---	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	----

BORDEREAU B : ÉPAISSEURS DE LA DALLE

SECTION TRAVÉE		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
CARTE B 1	1																	
CARTE B 2	2																	
CARTE B 3	3																	
CARTE B 4	4																	
CARTE B 5	5																	
CARTE B 6	6																	

1	5	9	13	17	21	25	29	33	37	41	45	49	53	57	61	65	68
---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

BORDEREAU C : IMPLANTATION

	IPS	IAR	ITAL	IBIAI	ISOR	NT
CARTE C 1	0 0 1	0 0 1	0 0 1	0 0 1	0 0 0	0 0

	TERPLEIN	GABARIT	ÉLAN	HACCOT (1)	HACCOT (2)	PTAR (1)	PTAR (2)	PLAR	PTPS	PLPS
CARTE C 2	0 0	0 0	0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0

	BIAIS 2
CARTE C 3	

	ÉPONT 1	ÉPONT 2	ÉDALLE 1	ÉDALLE 2	HCORN 1	HCORN 2	ÉCHAU	REXD
CARTE C 4	0	0	0	0	0 0 0	0 0 0	0 0	

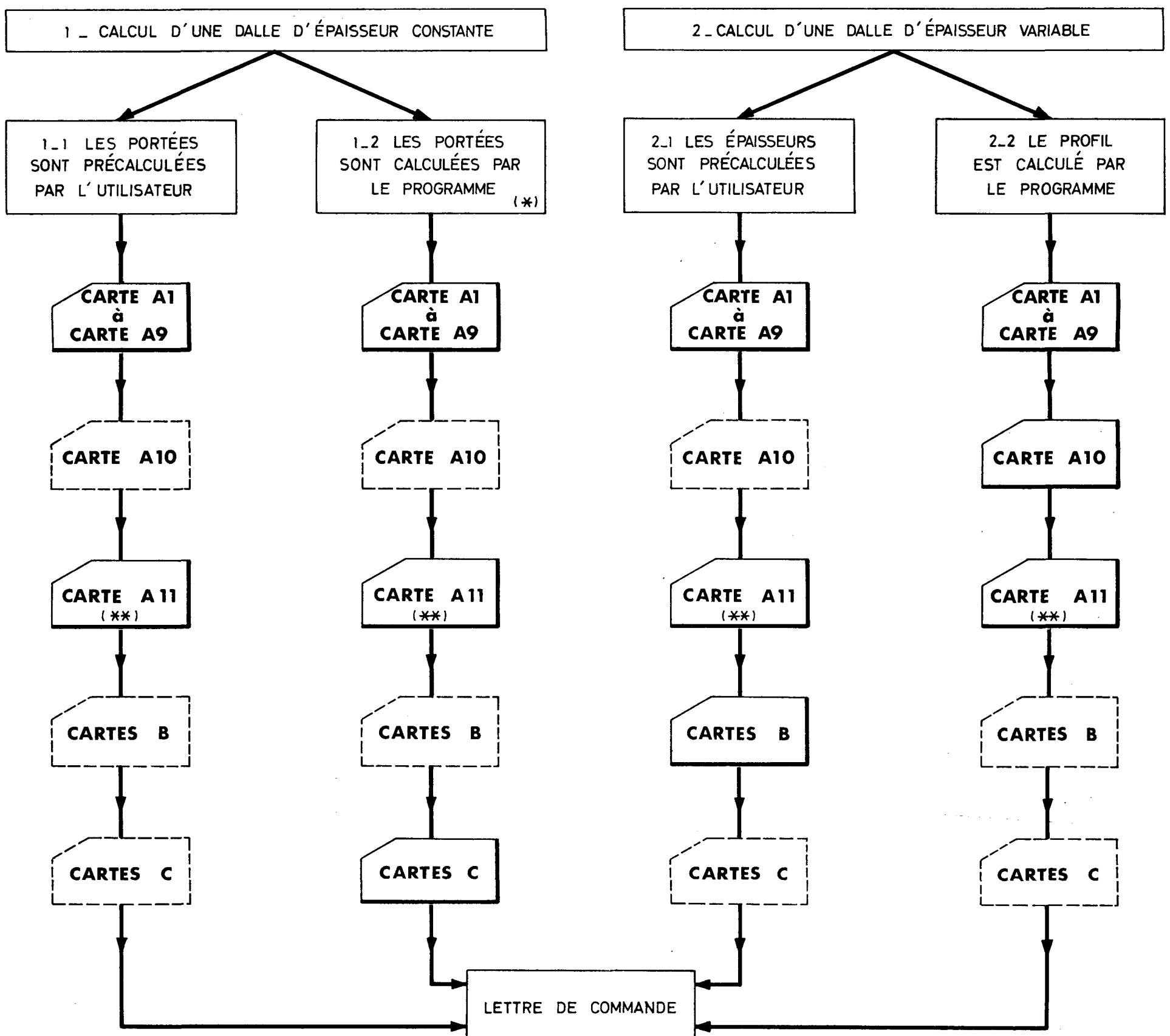
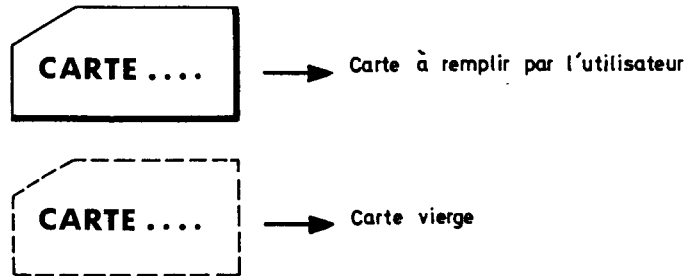
	DPORT (1)	DPORT (2)	DCHAU (1)	DCHAU (2)
CARTE C 5	0	0	0	0

	DTALU (1)	DTALU (2)	PTALU (1)	PTALU (2)
CARTE C 6	0	0	0 0	0 0

LES DIFFÉRENTES ENTRÉES DU PROGRAMME ET LES CARTES À REMPLIR PAR L'UTILISATEUR

Nous indiquons ci-après le nom et l'ordre des cartes devant être remplies ou laissées vides par l'utilisateur selon les quatre entrées possibles du programme.

SYMBOLES ADOPTÉS :



(*) Le programme ne calcule les portées que pour les ouvrages ayant :
 - 3 ou 4 travées solidaires,
 - une épaisseur constante sur toute la longueur.

(**) La CARTE A11 n'est à remplir que dans le cas des dalles élégies.

COMMENTAIRE DES SYMBOLES

INTRODUCTION

Les données ont été classées en trois catégories dont chacune correspond à un bordereau.

Le Bordereau A groupe les données générales nécessaires à n'importe quel calcul.

La carte A 10 doit être remplie si une génération automatique des profils d'intrados et d'extrados (cf. schéma cas 1-2) est demandée.

La carte A 11 doit être remplie si la dalle est élégiée.

Le Bordereau B permet de définir la variation d'épaisseur de la dalle travée par travée, et section par section (cf. schéma cas 2-1); en effet, chaque travée doit être divisée en "N D I V", intervalles égaux (cf. fig. 3). On devra remplir autant de cartes "B" qu'il y a de travées, et autant de colonnes de hauteurs qu'il y a d'intervalles + un (N D I V + 1 sections délimitant les N D I V intervalles d'une travée).

Le Bordereau C définit toutes les données d'implantation nécessaires au calcul des cotes de gabarit et des portées d'un pont-dalle d'épaisseur constante à 3 ou 4 travées continues franchissant une route ou une autoroute (cf. fig. 10).

BORDEREAU A: DONNÉES GÉNÉRALES

I - DEFINITIONS PRELIMINAIRES

1.1 - Unités adoptées

Longueurs : le mètre
Surfaces : le mètre carré
Efforts : la tonne
Contraintes : la tonne par mètre carré

1.2 - Position de la virgule

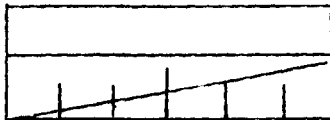
Pour les nombres décimaux, la position de la virgule est repérée dans chaque case par le plus grand trait vertical.

Exemple : QSUP = 2,35 t/m sera transcrit :

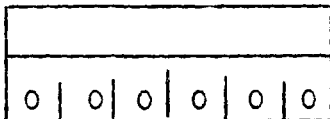
QSUP					
0	0	2	3	5	0

Pour les nombres entiers tels que NT, NDIV,, CM, E, REXD, etc, la dernière colonne représente les unités.

1.3 - Symboles adoptés dans les applications



correspond au cas où la donnée n'a pas lieu d'être définie.



correspond au cas où la donnée est obligatoirement nulle.

2 - DEFINITIONS DES DONNEES DU BORDEREAU - CARTES A

Au fur et à mesure des définitions, se reporter aux figures n° 1 à 11 des pages suivantes.

CARTE A 1

et

TEXTE DU TITRE - Le titre doit comprendre au plus 119 caractères, y compris les blancs qui séparent les mots. Y seront mentionnés le numéro de l'autoroute, les noms du Département, de la Commune, de l'obstacle franchi et le numéro de l'ouvrage.

CARTE A 2

Il est souhaitable, pour une bonne présentation, que l'utilisateur fasse coïncider le milieu du titre avec la 60ième colonne de la carte A 1.

CARTE A 3

et

EXECUTION DES CALCULS INTERMEDIAIRES

Chaque symbole représente un tronçon du programme et suivant qu'il est coté 1 ou 0, le tronçon est exécuté ou by-passé.

CARTE A 4

IMPRESSION DES RESULTATS DES CALCULS INTERMEDIAIRES

Les résultats des sous-programmes définis par chacun des symboles précédents seront imprimés ou non suivant qu'il est coté 1 ou 0.

En général, pour permettre la vérification d'un calcul porter 1 dans toutes les cases vides des cartes A 3 et A 4, sous réserve des exceptions particulières définies ci-après dans les commentaires.

Pour tous les symboles des Cartes A 3 et A 4, se reporter à l'organigramme. (pièce 1 - 7) et aux définitions ci-après.

VACOUTRA - Variation coupes transversales

indiquer 0 si les dimensions des goussets restent constantes

cf. fig. 9 D et E

indiquer 1 si les dimensions des goussets sont variables

cf. fig. 9 B et C

INERTIE - Calcul des aires et des inerties des sections transversales.

GABARIT - Dans l'hypothèse exclusive d'un pont-dalle d'épaisseur constante, calcul automatique des portées. Ce calcul exige la définition de 6 cartes supplémentaires sur le Bordereau C - Implantation.

Ce calcul est donc facultatif et devient sans objet à partir du moment où le projeteur définit les portées.

LIGNINF - Détermination des lignes d'influence des inconnues hyperstatiques. Aires de ces lignes par travée.

CHAPER - Calcul de la charge permanente et du coefficient de majoration dynamique par travée.

MOMENT - Calcul des courbes enveloppes des moments fléchissants principaux longitudinaux extrêmes, dus aux charges permanentes et aux surcharges.

EFTRAN - Calcul des efforts tranchants extrêmes au droit des appuis par travée et par côté.

REAPPUI - Calcul des réactions d'appui globales extrêmes par appui.

EXCENTR - Calcul des coefficients d'excentrement et de répartition par la méthode GUYON-MASSONNET-ROWE.

INTERPO - Interpolation des courbes enveloppes des moments fléchissants à l'intervalle de 1,50/NU.

DEFORM - Calcul de la déformée sous charge permanente et des lignes d'influence de la déformation dans les sections milieu de chaque travée. Effet d'une dénivellation d'appui de 0,01 m.

MOTRAN - Calcul des moments fléchissants principaux transversaux extrêmes.

COURBEUR - Détermination des lignes d'influence des moments fléchissants sur appuis, des efforts tranchants par travée et des réactions d'appuis, sous l'influence d'un courbeur - unité.

NT - Nombre de travées solidaires. NT doit être inférieur à 7

$$1 \leq NT \leq 6$$

Pour une travée indépendante, prendre NT = 1

Dans le cas d'un ouvrage formé de plusieurs travées indépendantes, l'utilisateur devra remplir autant de bordereaux qu'il y a de travées et prendre pour chaque bordereau NT = 1.

NDIV - Nombre entier d'intervalles divisant une travée.

Ce nombre doit être le même pour toutes les travées et, de plus, inférieur à 17 pour chaque travée. NDIV doit être un nombre pair et, de plus, être au moins égal à 6 si l'on désire obtenir une précision suffisante.

$$6 \leq NDIV \leq 16$$

En inertie constante prendre obligatoirement NDIV = 16 (cf. fig. 3)

NU - Facteur de précision pour le calcul des poutres.

Prendre NU = 3 si la longueur totale des travées est inférieure à 115 m.

Prendre NU = 2 pour une longueur comprise entre 116 et 189 m.

Prendre NU = 1 pour une longueur supérieure à 189 m.

SYMLON - Indiquer 1 ou 0 suivant que le tablier est symétrique ou non en coupe longitudinale.

SYMTAB - Indiquer 1 ou 0 suivant que le tablier est symétrique ou non en coupe transversale.

CM - Classe du char militaire à prendre en compte pour le calcul des surcharges.

- 0 = aucun char
- 3 = char de 70 t
- 4 = char de 100 t

CP - Majoration des charges permanentes. Ce coefficient incorpore la somme à valoir majorant le calcul des charges permanentes.

Par exemple : somme à valoir ... 1 % on a :
CP = 1, 010.

PONT - Indiquer 1 s'il s'agit d'un pont-dalle isotrope.
Indiquer 2 s'il s'agit d'un pont-dalle élégi par
cylindres ou prismes.
Indiquer 3 s'il s'agit d'un pont-dalle élégi par
parallélépipèdes.
Indiquer 4 s'il s'agit d'une plaque anisotrope dont
on définit les caractéristiques mécaniques
 α et β .

I A P P - Nombre d'appuis ponctuels par ligne d'appui inter-
médiaire (par exemple nombre de plaques de néoprène
par pile). Porter 01 dans le cas d'une travée indépen-
dante. Porter 99 dans le cas d'un appui continu uni-
forme. Ne jamais prendre 00.

M A X - Nombre d'harmoniques à prendre en compte pour le calcul
des moments transversaux. On se limitera à 8 pour les
P.S et à 5 pour les P.I.

CARTE A 6

Q S U P - Poids des superstructures au mètre linéaire. Il
comprend le poids de tous les éléments du tablier ne
concourant pas à la résistance du pont et qui sont
constants tout au long de l'ouvrage :

chaussée, chape, renformis, trottoirs, canalisations,
garde-corps, corniches, etc ... (cf. la partie non
hachurée des coupes transversales : fig. 5 et 6); le
poids des superstructures au mètre linéaire (QSUP) est
supposé centré et réparti.

ABOUT - Longueur biaise d'about sur appuis extrêmes mesurée
suivant l'axe du tablier (cf. fig. 3).

BIAIS 1 - Mesure en grades du biais mécanique c'est-à-dire
de l'angle que fait la perpendiculaire aux bords libres
avec la direction du moment principal longitudinal, pour
un point voisin de l'axe longitudinal.

BIAIS 2 - (qui ne figure que dans la carte C du bordereau des
données) étant la mesure en grades du biais géométrique,
c'est-à-dire l'angle aigu que fait l'axe longitudinal
de l'ouvrage avec la ligne d'appuis.

soient :

ψ = BIAIS 1 = Biais mécanique, en grades

φ = BIAIS 2 = Biais géométrique, en grades

λ = Largeur droite de la dalle
Longueur droite de la travée

Le biais mécanique peut être déterminé de la manière suivante :

- 1er cas : $2 < \lambda$ $\psi = \varphi$
 2ème cas : $0,37 < \lambda < 2$ $\psi = \varphi \frac{(1-0,5\lambda)(100-\varphi)}{2,2\lambda}$
 3ème cas : $\lambda < 0,37$ $\psi = 100$

D - Portée biaise d'une travée. Rayer les cases excédentaires. Dans le cas où dans les cartes A 3 et A 4 on a porté GABARIT = 1, porter 0 dans toutes les cases D.

CARTE A 7

cf. fig. 5
et 6

- (BDGAU - Largeur de la bande dérasée de gauche.
 (ECHAUS - Largeur droite de la chaussée.
 (BARUR (D) - Largeur de la bande d'arrêt d'urgence (une seule bande, obligatoirement située à droite, peut être prise en compte).
 (ETROTD) - Largeurs utiles des trottoirs de droite et de gauche, c'est-à-dire la distance qui sépare le nu intérieur du garde-corps de l'arête extérieure de la bordure de trottoir. Dans le cas des P.I d'autoroutes, indiquer normalement zéro (000,000).
 (ETROTG)
HCHAU - Epaisseur de la chaussée, y compris la chape et l'épaisseur moyenne du renformis. HCHAU n'intervient que pour l'étalement des surcharges dans le calcul des moments transversaux.

K - Coefficients d'excentrement et de répartition pré-calculés.
 - Si les valeurs portées au bordereau sont nulles (cas général) tous ces coefficients seront calculés automatiquement par la machine.
 - Si on les a pré-calculés le programme les appliquera.
 - Pour supprimer l'effet de l'excentrement, il suffit d'introduire des coefficients K égaux à 1,000

K A	relatif à la surcharge A	K A = 1 + ε (A)
K B C	" "	K B C = 1 + ε (B C)
K B E	" "	K B E = 1 + ε (B E)
K B R	" "	K B R = 1 + ε (B R)
K C M	" au char militaire	K C M = 1 + ε (C M)
K T R	" à la surcharge des trottoirs	K T R = 1 + ε (T R)

Le calcul automatique n'est valable que pour des ponts de profil normal (voir fig. 9).

Dans le cas où la dalle présente des encorbellements (cas C, D, E, fig. 9) on ajoutera les moments transversaux des efforts d'encorbellement à l'aide des valeurs unitaires données par la note de calcul (cf. pièce 1 - 6).

CARTE 8

Ces valeurs définissent :

- a) - la section transversale courante si l'épaisseur est constante en coupe longitudinale
- b) - la section de l'appui n° 1, à gauche, si l'épaisseur est variable (cf. fig. 3 et 4).

Pour la compréhension des symboles suivants, se reporter à la figure n° 9 (partie de droite).

HDALLE 1 - Deux cas sont à distinguer suivant que l'inertie longitudinale de l'ouvrage est constante ou variable.

1° - Ouvrage à inertie longitudinale constante

HDALLE 1 représente l'épaisseur moyenne de la dalle dans sa partie porteuse, compte tenu du bombement éventuel.

2° - Ouvrage à inertie longitudinale variable

2.1 - Cas où les profils en long d'extrados et d'intrados sont calculés automatiquement par la machine (carte A 10 remplie)

Prendre alors pour HDALLE 1 la valeur retenue pour HCULEE dans la carte A 10 :

$$HDALLE 1 = HCULEE$$

2.2 - Cas où les profils en long d'extrados et d'intrados sont définis par le projeteur section par section (bordereau B rempli).

Porter zéro pour HDALLE 1 dans la carte A 8 :

$$HDALLE 1 = 000 000$$

HDALLE 2 - Epaisseur de la dalle, comptée suivant la fibre extrême dans la partie en encorbellement sous trottoir.

HDALLE 3 - Epaisseur maximale du gousset triangulaire sur culée.

EDALLE 1 - Largeur sur la culée gauche de la portion de dalle d'épaisseur constante.

- EDALLE 2 - Largeur sur la culée gauche de la portion de dalle en encorbellement (Somme des encorbellements de droite et de gauche).
- EDALLE 3 - Largeur sur la culée de la portion de dalle formant gousset triangulaire sous encorbellement. (Somme des goussets de droite et de gauche).

CARTE A 9

MATER - Désignation du matériau employé :

T = dans le sens transversal

L = dans le sens longitudinal

Pour chacun des deux sens, T ou L, prendre suivant le cas les valeurs :

1 pour le béton armé,

2 pour le béton précontraint.

Ev - Module d'élasticité différé du béton en t/m² sous charge permanente, donné par la formule :

E_v (t/m²) = 7070 $\sqrt{10 \sigma_{28}}$, σ_{28} résistance à la compression , étant exprimé en t/m².

POISSON - Coefficient de POISSON du béton - nous conseillons les valeurs :

0,15 pour un ouvrage en béton armé.

0,20 pour un ouvrage en béton précontraint.

α - Paramètre de torsion.

β - Paramètre de flexion.

N'indiquer les valeurs de α et de β que si PONT = 4 (carte A 3) '.

Désignons par :

- | | | |
|------------|--|---|
| I_x | - l'inertie à la flexion dans le sens longitudinal |) |
| I_y | - l'inertie à la flexion dans le sens transversal |) |
| Γ_x | - la demi-inertie à la torsion dans le sens longitudinal |) |
| Γ_y | - la demi-inertie à la torsion dans le sens transversal |) |
-) au mètre linéaire (cf. pièce 1.2 page 13)

Le paramètre de torsion est : $\alpha = \frac{\Gamma_x + \Gamma_y}{2 \sqrt{I_x I_y}}$

Le paramètre de flexion est : $\beta = \frac{I_x}{I_y}$

CARTE A 10

Se reporter à la figure 11

- Dans l'hypothèse où l'inertie longitudinale est constante toutes les quantités de la carte A 10 sont nulles.
- Dans l'hypothèse où l'inertie longitudinale est variable, si les cartes du bordereau B sont remplies, toutes les quantités de la carte A 10 sont nulles.

La carte A 10 doit être remplie dans les hypothèses suivantes :

- le pont-dalle est d'inertie variable,
- on veut définir automatiquement les épaisseurs de dalle en coupe longitudinale,
- le fruit du gousset sous encorbellement est constant (EDALLE 3/HDALLE 3 = Cte),
- les travées sont continues.

L'extrados est alors le cercle unique de rayon "REXD", passant par les points dont la cote, par rapport aux appuis sur culées, est définie par "HCULEE".

L'intrados est ainsi défini :

La courbe d'intrados, dans la travée numérotée "CERCLE" est le cercle passant :

- au niveau des appuis, par les deux points dont la cote par rapport au cercle d'extrados est définie par les épaisseurs "HPILE" (ou "HCULEE", s'il s'agit d'un appui d'extrémité), décalés de EAPPUI/2 vers l'intérieur de la travée,
- en milieu de travée, par le point dont la cote par rapport au cercle d'extrados est définie par l'épaisseur "HTRAVEE".

La courbe d'intrados, dans les travées adjacentes est la conique définie par les cinq conditions suivantes :

- un de ses axes est parallèle à la ligne des appuis extrêmes;
- au niveau des appuis, elle passe par les points dont la cote par rapport au cercle d'extrados est définie par "HPILE" (ou HCULEE, s'il s'agit d'appui d'extrémité), décalés de EAPPUI/2 vers l'intérieur de la travée;

- en milieu de travée, elle passe par le point dont la cote par rapport au cercle d'extrados est définie par "HTRAVEE", s'il s'agit d'une travée intermédiaire seulement;
- (s'il s'agit d'une travée de rive, cette condition devient : la tangente à la conique d'intrados sur culée sera parallèle à la tangente au cercle d'extrados au point de même abscisse);
- sur l'appui, commun à la travée "CERCLE", la tangente au cercle et la tangente à la conique sont symétriques par rapport à la verticale de l'appui.

Pour les travées suivantes, la cinquième condition devient :

- sur l'appui commun à deux travées les tangentes aux deux coniques sont symétriques par rapport à la verticale de l'appui.

REXD

- Rayon en mètres du cercle d'extrados, positif si la concavité est tournée vers le bas, et négatif dans le sens contraire. Si l'extrados est rectiligne ou de rayon supérieur à 100.000 m, indiquer + 0.999.999

Cette donnée ne comporte pas de décimales : 10 000m s'écrit 00.010.000. Il faudra donc arrondir la valeur du rayon si celui-ci n'est pas entier.

HFILE

- Epaisseur commune des sections transversales de la dalle sur chacun des appuis intermédiaires. (Porter 0 dans le cas d'une travée indépendante).

HCULEE

- Epaisseur commune sur chacune des culées.

HTRAVEE

- Epaisseur commune, en chacun des milieux de travées intermédiaires.

SOMMET

- Abscisse du point de l'extrados à tangente horizontale comptée positivement à partir de l'appui n° 1 de gauche (le cas d'un extrados rectiligne à pente unique n'est pas pris en compte, du moins en toute rigueur).

EAPPUI

- Largeur du plat de l'intrados au droit des appuis. Cette disposition évite d'obtenir une arête vive d'intersection des courbes d'intrados.

CERCLE

- Numéro de la travée dont l'intrados est un cercle.

Prendre CERCLE = 001 dans le cas d'une travée indépendante.

CARTE A 11

Elégissement de la dalle - cf. fig. 4, 7 et 8.

La carte n'est à remplir que si la dalle comporte des élégissements :

- Tous les vides doivent avoir : mêmes dimensions transversales
: mêmes espacements
: mêmes abscisses longitudinales dans chaque travée
- Lorsque l'épaisseur est constante, les axes des vides sont considérés comme étant dans le plan moyen de la dalle.
- Lorsque l'épaisseur est variable, les axes des vides sont considérés comme étant dans un plan parallèle au plan de l'extrados et distant de celui-ci de $H_{TRAVEE}/2$, soit la moitié de l'épaisseur de la dalle en milieu de travée intermédiaire.
- Si la travée ne contient pas de vides, les abscisses $DG(i)$ et $DD(i)$ sont confondues. On doit avoir $DG(i) + DD(i) = D(i) =$ portée de la travée; prendre en ce cas $DG(i) = 0,010$ et fixer en conséquence $DD(i)$.

- N VIDE - Nombre total de vides dans une section transversale de la dalle.
- H VIDE - Diamètre d'un vide circulaire ou diamètre du vide circulaire de section équivalente au vide polygonal envisagé ou hauteur d'un vide rectangulaire (en mètres et millimètres).
- E VIDE - Largeur d'un vide rectangulaire (en mètres et millimètres)
Dans le cas d'un vide circulaire prendre $EVIDE = 000.000$
- ESPACE - Distance d'axe en axe de deux vides voisins (en mètres et millimètres).
- DG (1) - Abscisse longitudinale des extrémités gauches des vides dans la travée 1, comptée à partir de l'appui de gauche (en mètres et centimètres).
- DD (1) - Abscisse longitudinale des extrémités droites des vides dans la travée 1, comptée à partir de l'appui de droite (en mètres et centimètres).

BORDEREAU B : ÉPAISSEUR DE LA DALLE

Ces cartes définissent la variation d'épaisseur de la dalle en coupe longitudinale, lorsqu'on ne se contente pas de la définition automatique décrite aux commentaires de la carte A 10.

Ces cartes n'existent que si la carte A 10 est nulle, et si HDALLE 1 = 0 (carte A 8).

CARTE B 1

à

CARTE B 6

Inscrire section par section et travée par travée les épaisseurs moyennes (cf. définition de HDALLE 1) de dalle correspondant à chaque section (cf. fig. 3).

Nous rappelons que $N T \leq 6$)
 $N D I V \leq 16$ } valeurs maximales

(il est prévu 17 sections, au maximum, sur le tableau de données "cartes B", car pour chaque travée, la première section est celle sur appui de gauche et la dernière section celle sur appui de droite. Il y a donc au total (NDIV + 1) sections par travée).

BORDEREAU C : IMPLANTATION

A n'utiliser que si on a porté 0 dans les cases D de la carte A 6 et 1 dans les cases 3 des cartes A 3 et A 4.

Les cartes qui suivent définissent les caractéristiques de franchissement aux fins de calculer automatiquement les portées et les cotes de gabarit. Ce calcul ne peut être fait que si l'épaisseur de la dalle est constante (en coupe longitudinale) et si le nu inférieur de la dalle (en section transversale droite) est horizontal (cf. fig. 10).

CARTE C 1 - N T - Nombre total de travées de l'ouvrage. On a le choix entre 3 et 4.

- CARTE C 2 TERPLEIN - Largeur du terre-plein central, bandes dérasées de gauche non comprises, dans le cas d'un P.S ou du raccordement parabolique de la voie franchie, dans le cas d'un P.I (largeur prise habituellement à 3,00 m soit 00 3 000).
- GABARIT - Hauteur du gabarit dégagée au point le plus défavorable.
- ELAN - Rapport de la plus grande distance biaise entre axes des piles à l'épaisseur du tablier.
- HACCOT - Différence algébrique entre la cote du bord extérieur de la bande de guidage extérieure et le pied de talus attenant (quantité habituellement positive).
- PTAR - Pente transversale d'une chaussée de la voie franchie dans le cas d'un P.S ou d'une demi-chaussée dans le cas d'un P.I. Les pentes sont positives dans le cas d'un profil normal où la chaussée de droite descend vers l'Est et la chaussée de gauche descend vers l'Ouest (voir l'orientation conventionnelle fig. n° 10).
- PLAR - Pente longitudinale de l'axe de la voie franchie au point O. La pente est positive quand la voie de droite monte vers le Nord. (voir l'orientation conventionnelle fig. n° 10).
- PTPS - Pente transversale de la structure du tablier sans renformis comptée positive si la cote du caniveau Nord est supérieure à celle du caniveau Sud. Cette quantité doit être précisée quand la voie portée est entièrement en dévers. Dans le cas d'une chaussée normale, cette quantité est nulle ; elle correspond à un profil en toit comportant deux parties à 2 ‰ raccordées par une parabole sur 1 m.
- PLPS - Pente longitudinale de l'axe de la voie portée au droit du point O. Cette pente est positive quand elle monte vers l'Est.
- CARTE C 3 BIAIS 2 - Mesure en grades du biais géométrique c'est-à-dire de l'angle que fait l'axe de la voie portée orientée vers l'Est avec l'axe de la voie franchie orientée vers le Nord (angle compris entre 0 et 200 grades).
- CARTE C 4 EPONT - Distance de l'axe de la voie portée à l'arête la plus haute d'une corniche.
- EDALLE - Distance de l'axe de la voie portée à une arête inférieure de la dalle.

- HCORN - Différence de cote entre le haut d'une corniche et le point J. Le point J est le dessus de la dalle situé au droit de la bordure de trottoir la plus voisine de la corniche considérée.
- ECHAU - Demi-largeur de chaussée de la voie portée y compris les bandes de guidages.
- REXD - Rayon du profil en long de la voie portée ou du cercle d'extrados. Indiquer 999.999 si le profil en long de la voie portée présente une pente uniforme (cf. carte A 10).
- CARTE C 5 DPORT - Distance droite entre axes de la pile centrale et d'une pile intermédiaire dans le cas d'un P.S.
Distance droite entre l'axe de la voie franchie et d'une pile intermédiaire dans le cas d'un P.I.
- DCHAU - Largeur, bande dérasée de gauche et bandes de guidage comprises d'une chaussée de l'autoroute dans le cas d'un P.S ou de la partie en dévers uniforme de la voie franchie dans le cas d'un P.I.
- CARTE C 6 DTALU - Distance droite entre l'axe de la voie franchie et la ligne du pied d'un talus.
- PTALU - Pente d'un talus comptée par rapport au plan horizontal dans une coupe transversale droite de la voie franchie.

ÉLÉVATION D'UN PONT DALLE D'ÉPAISSEUR CONSTANTE

Fig ①

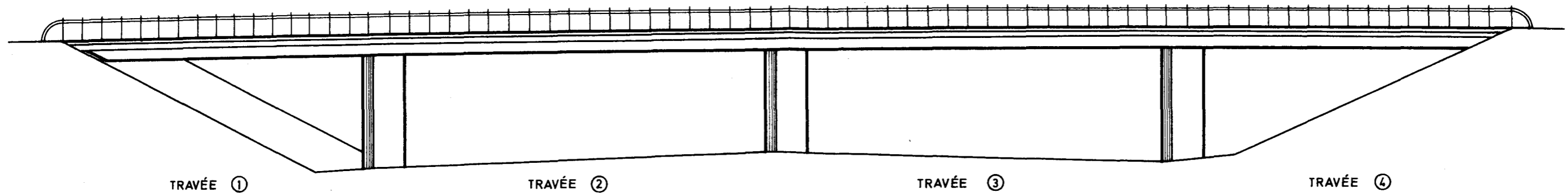
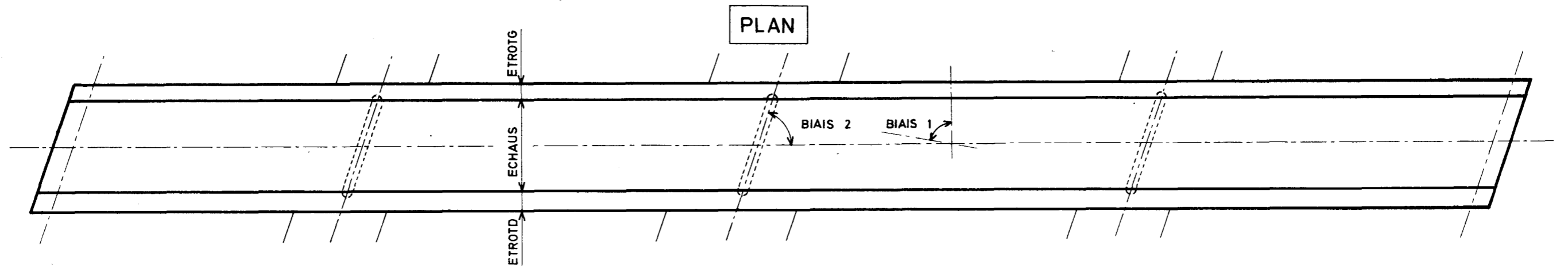
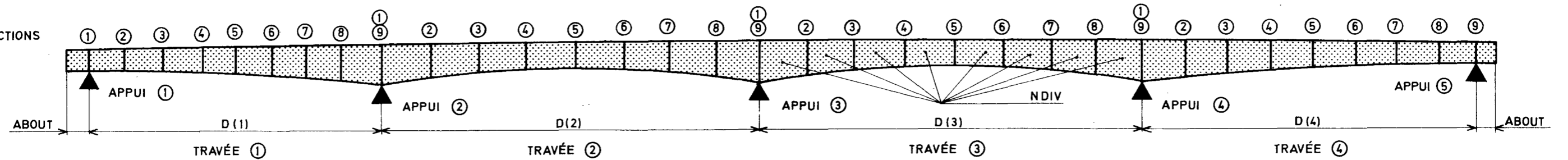


Fig ②



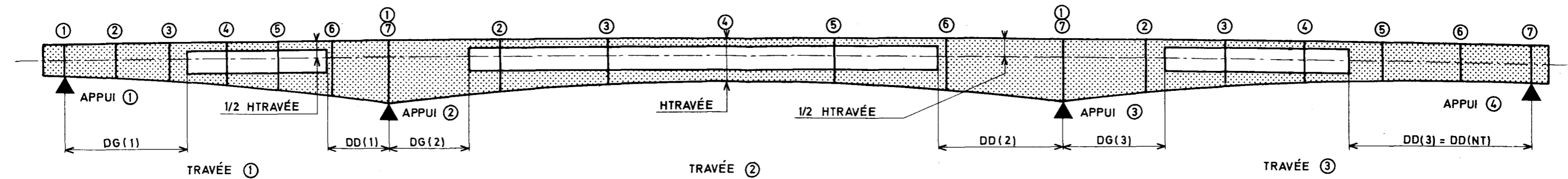
COUPE LONGITUDINALE D'UN PONT DALLE PLEIN D'ÉPAISSEUR VARIABLE

Fig ③



COUPE LONGITUDINALE D'UN PONT DALLE ÉLÉGI D'ÉPAISSEUR VARIABLE

Fig ④



NOTA : Vérifier que les vides des élagissements restent à l'intérieur de la dalle en dimensionnant judicieusement DG(1) et DD(NT)

Fig ⑤

PROFIL COURANT PASSAGE SUPÉRIEUR

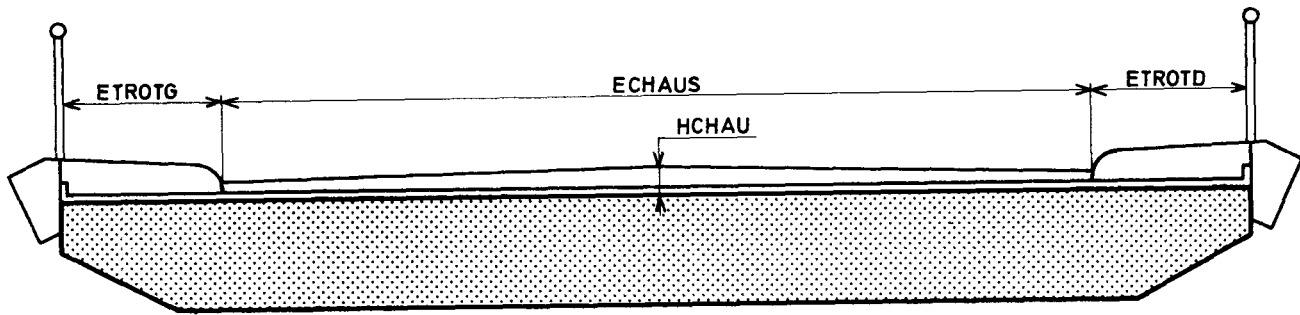


Fig ⑥

PROFIL TYPE PASSAGE INFÉRIEUR

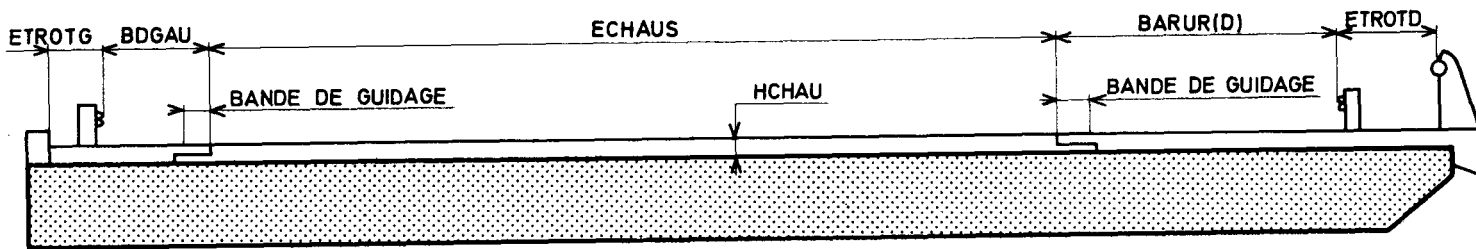


Fig ⑦

DALLE D'ÉPAISSEUR CONSTANTE

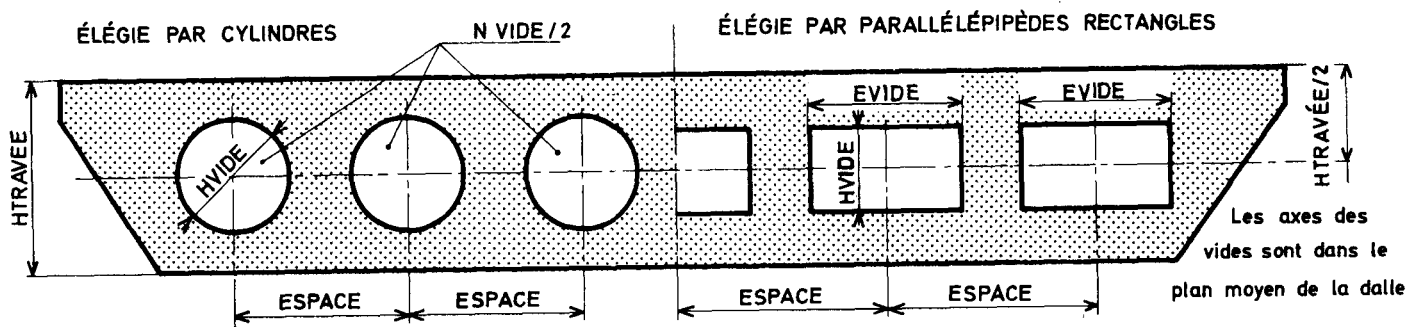
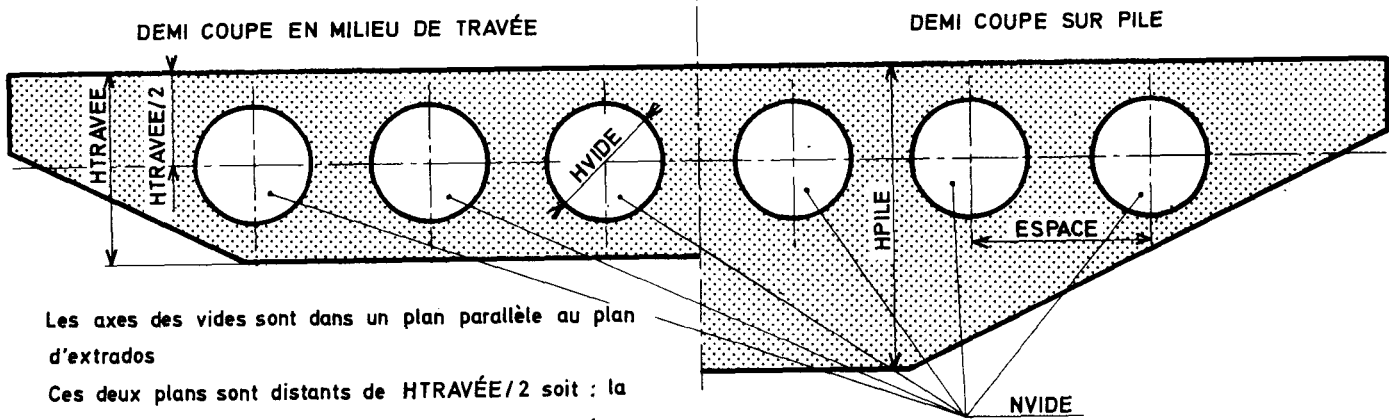


Fig ⑧

DALLE D'ÉPAISSEUR VARIABLE



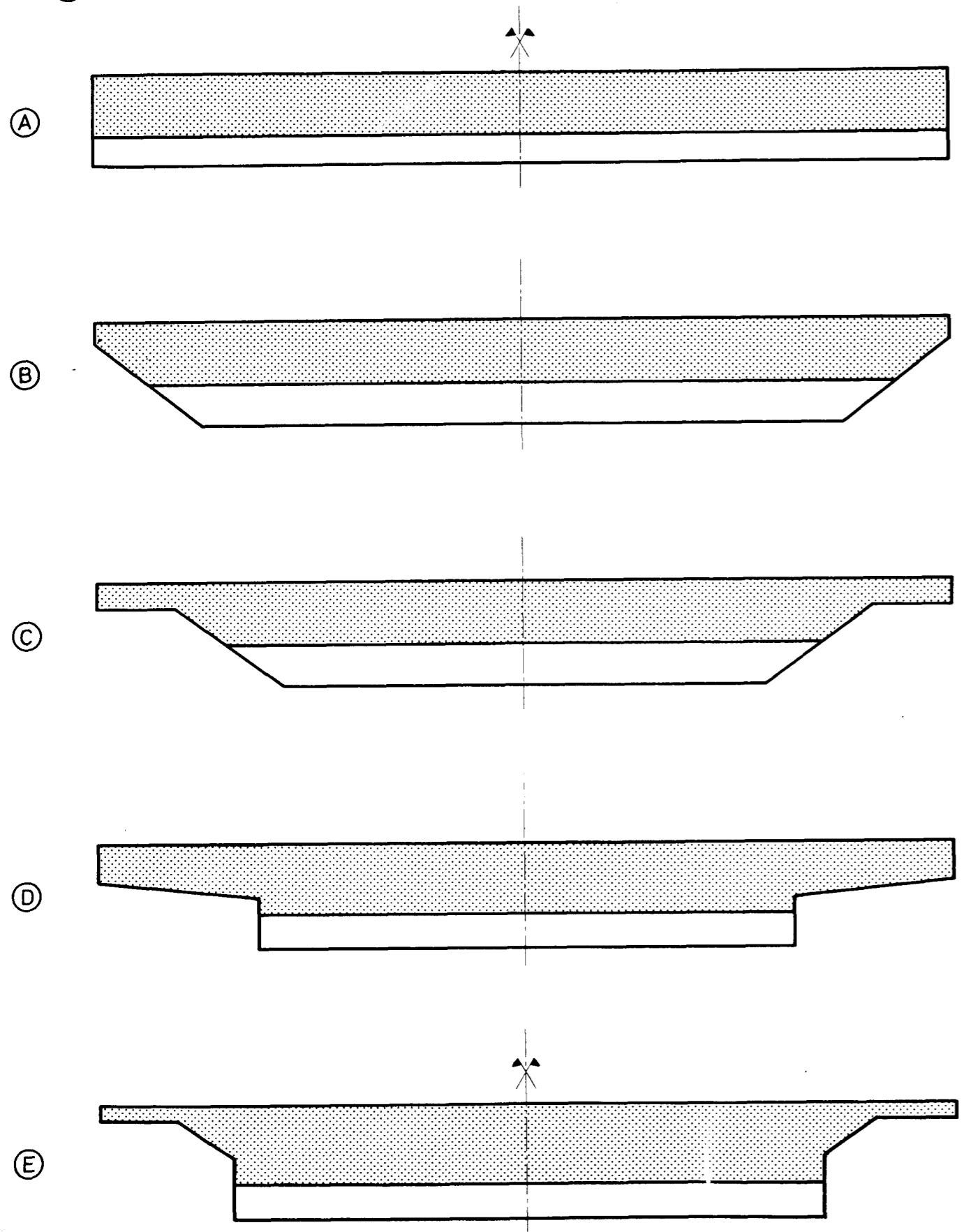
Les axes des vides sont dans un plan parallèle au plan d'extrados
 Ces deux plans sont distants de $HTRAVÉE/2$ soit : la moitié de l'épaisseur de la dalle en milieu de travée intermédiaire

NVIDE

COUPES TRANSVERSALES DES DALLES CALCULABLES

Fig 9

COUPES RÉELLES



COUPES ÉQUIVALENTES

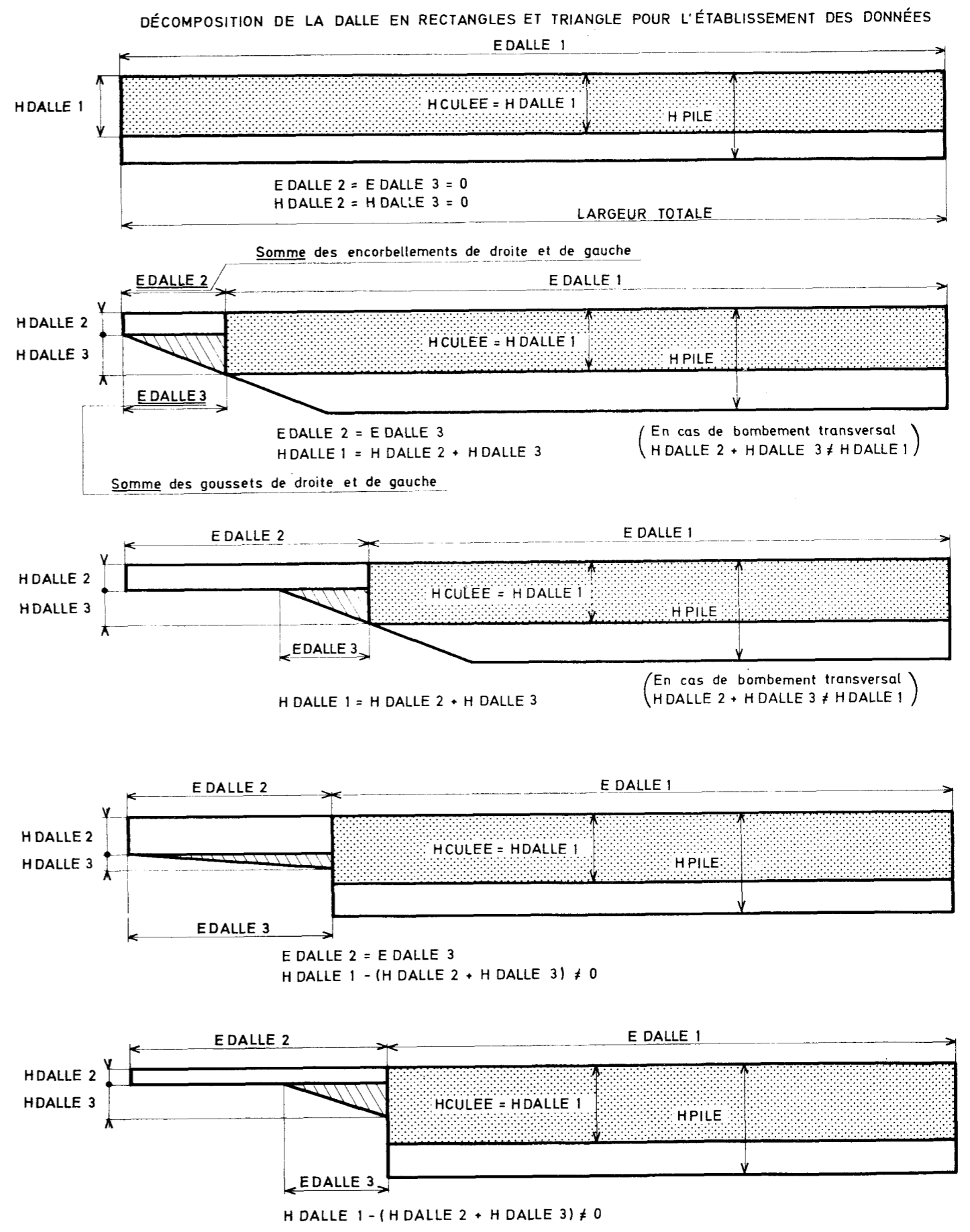


SCHÉMA DES SYMBOLES

Fig 10

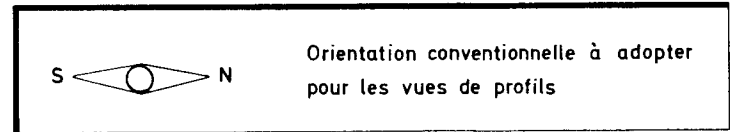
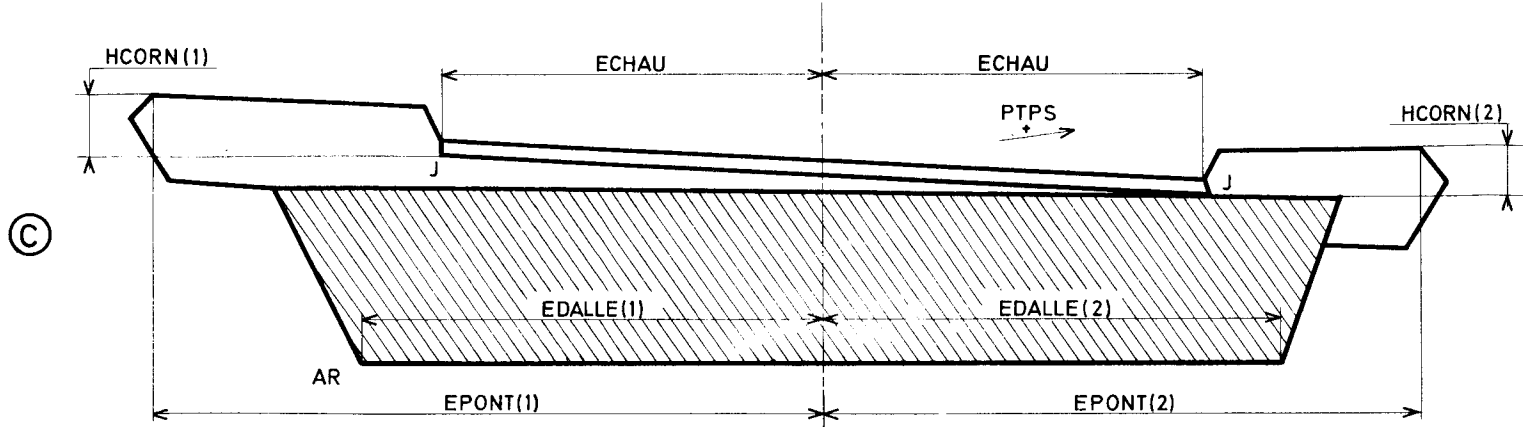
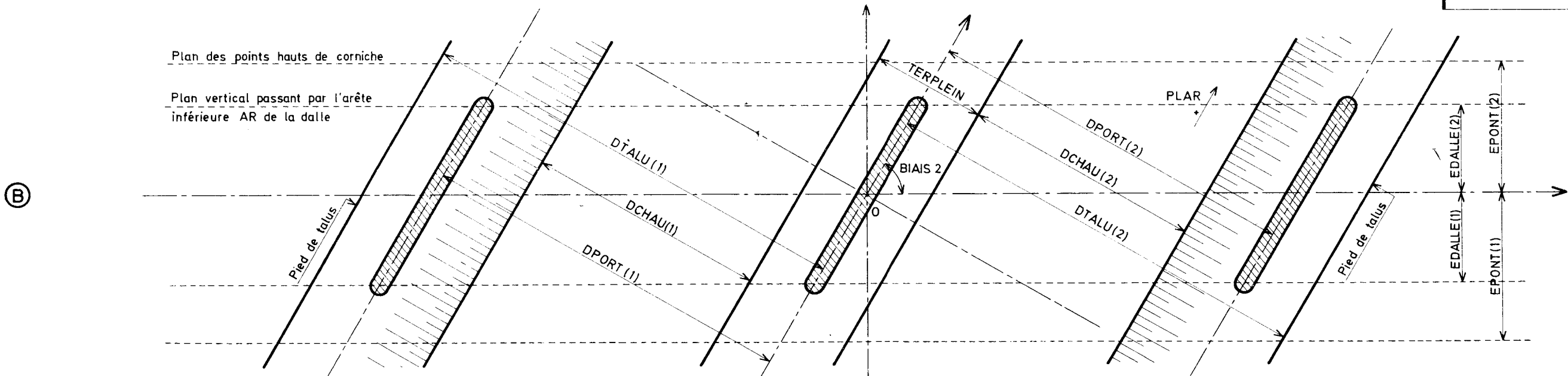
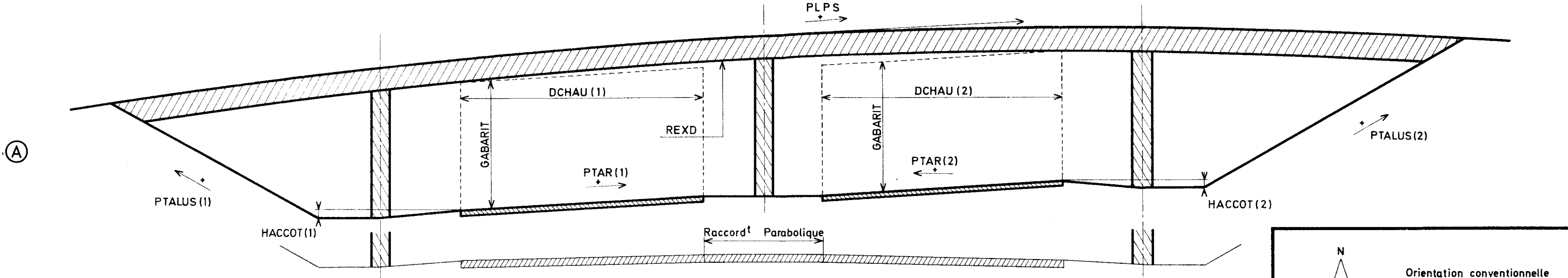
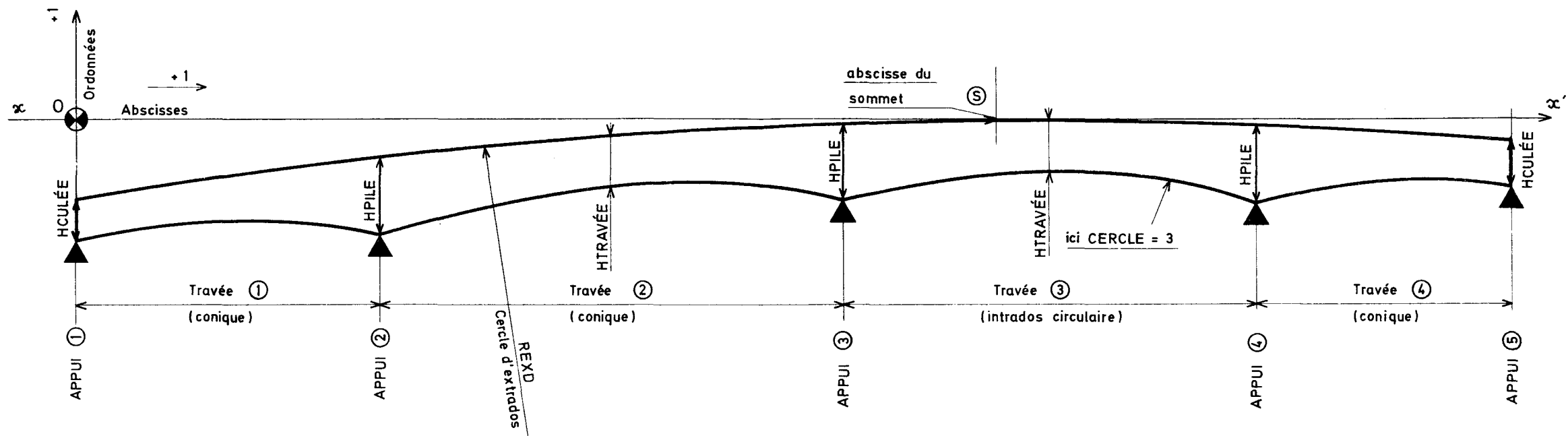
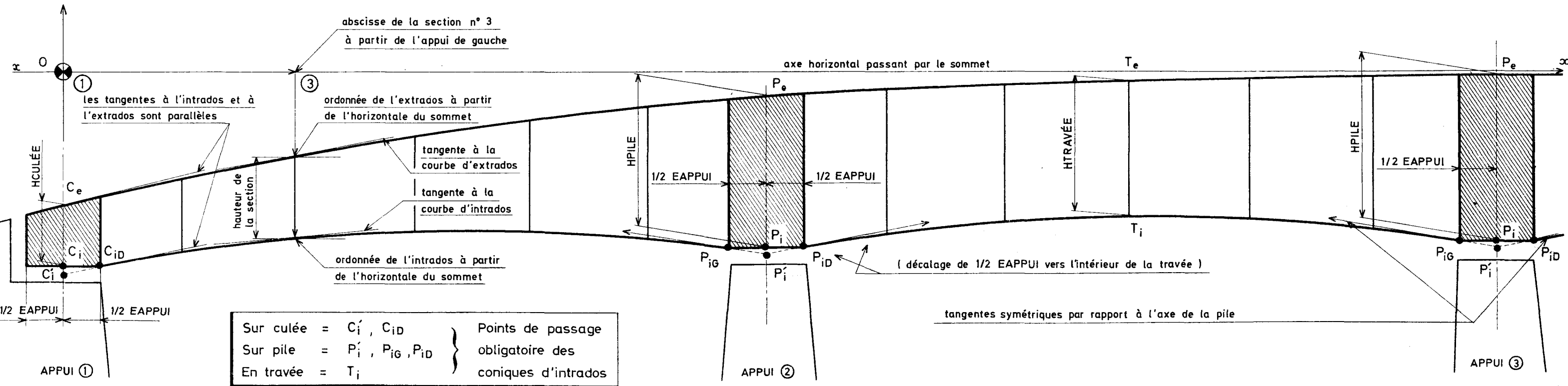


Fig 11

Ⓐ DÉTERMINATION AUTOMATIQUE DU PROFIL EN LONG DU PONT
(cf CARTE A10)



Ⓑ DÉTAILS DU PROFIL EN LONG



LETTRE DE COMMANDE
de calcul automatique de pont-dalle droit

1 - Adresser la demande à :

Monsieur l'Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées
Chef du Services d'Etudes Techniques des
Routes et Autoroutes

à l'intention de M. l'Ingénieur des Ponts et Chaussées chargé
du 4ème Arrondissement de la DOA_B

46 Avenue Aristide BRIAND - B.P.100
92 BAGNEUX - Tel : 655.42.42

2 - Cadre de la demande :

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

Service

- Département :

- Arrondissement ou Organisme demandeur :

- Nom de l'Ingénieur (en lettres capitales) ayant rempli le bordereau des données :

- Nature de la voirie : (rayer les mentions inutiles)

- Projet autoroutier - Voirie nationale - Voirie départementale - Voirie vicinale - Voirie urbaine.

- Adresse à laquelle devront être expédiées les notes de calcul et la correspondance :

n° tél. :

Le règlement de calcul sera assuré par :

3 - Précisions concernant la note de calcul demandée

S'agit-il d'une dalle d'inertie variable, dont on a calculé l'épaisseur section par section et travée par travée ? Dans ce cas le tableau de données "cartes B" est-il rempli et la carte A 10 est-elle blanche ?

oui	non
-----	-----

 (1)

Le calcul comporte-t-il la détermination des cotes de gabarit et des portées et par conséquent le tableau des données "cartes C" est-il rempli ?

oui	non
-----	-----

 (1)

Impression de la note de calcul

La note de calcul doit-elle être expédiée :

en 2 exemplaires imprimés

oui	non
-----	-----

 (1)

ou

en 1 exemplaire imprimé plus
1 exemplaire sur calque

oui	non
-----	-----

 (1)

Fait à le

(signature du demandeur répétée en lettres majuscules pour lisibilité)

(1) Rayer la mention inutile

Visa de l'Ingénieur des Ponts et Chaussées chargé
du 4ème Arrondissement du Service d'Etudes Techniques
des Routes et Autoroutes

- Commentaires à l'attention du Chef de la Section
d'Exploitation d'I.B.M - FRANCE :

- N° d'ordre de la demande :

- Bon pour exécution :

Paris le
L'Ingénieur des Ponts et Chaussées
chargé du 4ème Arrondissement,

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DU LOGEMENT
SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

CALCUL ÉLECTRONIQUE DES STRUCTURES

**CALCUL DES EFFORTS DANS LES PONTS-DALLES
D'ÉPAISSEUR CONSTANTE OU VARIABLE,
DROITS OU PEU BIAIS, PLEINS OU ÉLÉGIS,
A TRAVÉES SOLIDAIRES OU INDÉPENDANTES**

C. E. D. 66

PIÈCES PILOTES

Présentation des données sans commentaire

1.5

NOTA: le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA) regroupe depuis le 1-1-1968 le Service Spécial des Autoroutes (SSAR) et plusieurs autres services centraux d'étude dont le SCET. Dans l'attente d'une organisation définitive les ouvrages standardisables relèvent de la DOA B.

Ce document est propriété de l'administration et ne peut être utilisé ou reproduit même partiellement, sans l'autorisation du Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes ou de son représentant autorisé.	DIVISION DES OUVRAGES D'ART B B.P. 235 - Orly Aérogare (Seine) Tél: 587 51.41		DIRECTEUR DU SERVICE 38, rue Liancourt PARIS 14 ^e - Tél: 734.37.74
	R. ALBAS Ingénieur des T P E Gestionnaire	G. MONNERET Ingénieur en Chef	M. HUET Ingénieur en Chef
	J.C. LERAY Ingénieur des P et Ch	H. MATHIEU Ingénieur en Chef Chef de la Division	ÉDITION MARS 66 RÉIMPRESSION MARS 69

BORDEREAU A: DONNÉES GÉNÉRALES

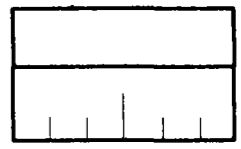
CARTE A 1																																																																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72

CARTE A 2																																															
-----------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

	VACOUTRA	INERTIE	GABARIT	LIGNINF	CHAPER	MOMENT	EFTRAN	RÉAPPUI		EXCENTR	INTERPO	DÉFORM	MOTRAN	COURBEUR
CARTE A 3		1		1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
CARTE A 4		1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	

← Respecter les valeurs pré-imprimées
et ne remplir que les cases vides
pour la lecture des bordereaux.

UNITÉS		
Mètre	Tonne	Grade



Position réservée
au signe des
données algébriques

Position de
la virgule

	NT	NDIV	NU	SYMLON	SYMTAB	CM	CP	PONT	IAPP	MAX
CARTE A 5	0 0	0	0 0	0 0	0 0	0 0		0 0	0	0 0

	QSUP	ABOUT	BIAIS 1	D (1)	D (2)	D (3)	D (4)	D (5)	D (6)
CARTE A 6		0 0 0							

	ÉTROTG	B.D.GAU	ÉCHAUS	BARUR.(D)	ÉTROTD	HCHAU	K.A	K.BC	KCM	KTR	KBE	KBR
CARTE A 7	0 0	0 0	0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0

	HDALLE 1	HDALLE 2	HDALLE 3	ÉDALLE 1	ÉDALLE 2	ÉDALLE 3
CARTE A 8	0 0	0 0	0 0	0	0	0

	MATER	E_v	POISSON	α	β
	T L				
CARTE A 9	0 0		0 0 0	0 0	0 0

	REXD	HPILE	HCULÉE	HTRAVÉE	SOMMET	ÉAPPUI	CERCLE
CARTE A 10		0	0	0		0 0	0 0

	N VIDE	HVIDE	ÉVIDE	ESPACE	DG(1)	DD(1)	DG(2)	DD(2)	DG(3)	DD(3)	DG(4)	DD(4)	DG(5)	DD(5)	DG(6)	DD(6)
CARTE A 11		0 0	0 0	0 0												

1		5		10		15		20		25		30		35		40		45		50		55		60		65		70	72
---	--	---	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	--	----	----

BORDEREAU B : ÉPAISSEURS DE LA DALLE

	SECTION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
	TRAVÉE																		
CARTE B 1	1																		
CARTE B 2	2																		
CARTE B 3	3																		
CARTE B 4	4																		
CARTE B 5	5																		
CARTE B 6	6																		
		1	5	9	13	17	21	25	29	33	37	41	45	49	53	57	61	65	68

BORDEREAU C : IMPLANTATION

	IPS	IAR	ITAL	IBIAI	ISOR	NT				
CARTE C 1	0 0 1	0 0 1	0 0 1	0 0 1	0 0 0 0 0	0 0				
	TERPLEIN	GABARIT	ÉLAN	HACCOT (1)	HACCOT (2)	PTAR (1)	PTAR (2)	PLAR	PTPS	PLPS
CARTE C 2	0 0	0 0	0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
	BIAIS 2									
CARTE C 3										
	ÉPONT 1	ÉPONT 2	ÉDALLE 1	ÉDALLE 2	HCORN 1	HCORN 2	ÉCHAU	REXD		
CARTE C 4	0	0	0	0	0 0 0	0 0 0	0 0			
	DPORT (1)	DPORT (2)	DCHAU (1)	DCHAU (2)						
CARTE C 5	0	0	0	0						
	DTALU (1)	DTALU (2)	PTALU (1)	PTALU (2)						
CARTE C 6	0	0	0 0	0 0						

LETTRE DE COMMANDE

de calcul automatique de pont-dalle droit

1 - Adresser la demande à :

Monsieur l'Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées
Chef du Service d'Etudes Techniques des
Routes et Autoroutes

à l'intention de M. l'Ingénieur des Ponts et Chaussées chargé
du 4ème Arrondissement de la DOA_B
46_Avenue Aristide BRIAND - B.P_100
92_BAGNEUX Tél : 655.42.42

2 - Cadre de la demande :

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

Service

- Département :
- Arrondissement ou Organisme demandeur :
- Nom de l'Ingénieur (en lettres capitales) ayant rempli le bordereau des données :
- Nature de la voirie : (rayer les mentions inutiles)
- Projet autoroutier - Voirie nationale - Voirie départementale - Voirie vicinale - Voirie urbaine.
- Adresse à laquelle devront être expédiées les notes de calcul et la correspondance :

n° Tél.

Le règlement de calcul sera assuré par :

3 - Précisions concernant la note de calcul demandée

S'agit-il d'une dalle d'inertie variable, dont on a calculé l'épaisseur section par section et travée par travée ? Dans ce cas le tableau de données "cartes B" est-il rempli et la carte A 10 est-elle blanche ?

oui non (1)

Le calcul comporte-t-il la détermination des cotes de gabarit et des portées et par conséquent le tableau des données "cartes C" est-il rempli ?

oui non (1)

Impression de la note de calcul

La note de calcul doit-elle être expédiée :

en 2 exemplaires imprimés

oui non (1)

ou

en 1 exemplaire imprimé plus
1 exemplaire sur calque

oui non (1)

Fait à le

(signature du demandeur répétée en lettres majuscules pour lisibilité)

(1) Rayer la mention inutile

Visa de l'Ingénieur des Ponts et Chaussées chargé
du 4ème Arrondissement du Service d'Etudes Techniques
des Routes et Autoroutes

- Commentaires à l'attention du Chef de la Section
d'Exploitation d'I.B.M - FRANCE :

- N° d'ordre de la demande :

- Bon pour exécution :

Paris le
L'Ingénieur des Ponts et Chaussées
chargé du 4ème Arrondissement,

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DU LOGEMENT
SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

CALCUL ÉLECTRONIQUE DES STRUCTURES

CALCUL DES EFFORTS DANS LES PONTS-DALLES
D'ÉPAISSEUR CONSTANTE OU VARIABLE,
DROITS OU PEU BIAIS, PLEINS OU ÉLÉGIS,
A TRAVÉES SOLIDAIRES OU INDÉPENDANTES

C. E. D. 66

PIÈCES PILOTES
Analyse du programme et
Commentaire de la note de calcul

1.6

NOTA: le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA) regroupe depuis le 1-1-1968 le Service Spécial des Autoroutes (SSAR) et plusieurs autres services centraux d'étude dont le SCET. Dans l'attente d'une organisation définitive les ouvrages standardisables relèvent de la DOA B.

Ce document est propriété de l'administration et ne peut être utilisé ou reproduit même partiellement, sans l'autorisation du Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes ou de son représentant autorisé.	DIVISION DES OUVRAGES D'ART B B.P. 235 - Orly Aérogare (Seine) Tél: 587 51.41		DIRECTEUR DU SERVICE 38, rue Liancourt PARIS 14 ^e - Tél: 734.37.74
	R. ALBAS Ingénieur des T P E Gestionnaire	G. MONNERET Ingénieur en Chef	M. HUET Ingénieur en Chef
	J.C. LERAY Ingénieur des Pet Ch	H. MATHIEU Ingénieur en Chef Chef de la Division	ÉDITION MARS 66 RÉIMPRESSION MARS 69

ANALYSE DU PROGRAMME ET COMMENTAIRE DE LA NOTE DE CALCUL

SOMMAIRE.

1. Génération automatique du profil en long.
2. Caractéristiques mécaniques des sections transversales.
3. Evaluation de la charge permanente.
4. Calcul des inconnues hyperstatiques de la poutre continue équivalente.
5. Coefficients de majoration dynamique.
6. Rappel de la méthode de Guyon.
7. Moments principaux.
8. Moments principaux transversaux positifs en travée.
9. Directions principales et moments principaux transversaux extrêmes compte tenu du coefficient de Poisson.
10. Efforts tranchants extrêmes.
11. Déformée sous charge permanente.
12. Lignes d'influence de la déformation en milieu de travée.
13. Effet d'une dénivellation d'appui de 0,01 m sur chaque appui successivement.
14. Considérations théoriques sur l'influence de l'excentrement d'un tracé de précontrainte par rapport à la fibre moyenne d'une poutre.
15. Lignes d'influence de précontrainte.

L'organigramme (pièce n° 1-7) représente sous une forme schématique l'organisation du programme. Chaque bloc rectangulaire correspond à un sous-programme, bloc de calcul autonome, qui au demeurant a pu être extrait des programmes déjà existants (P.S.B.A. 63 ou TIV. 67). Les circuits figurent la logique d'appel des sous-programmes.

Les développements suivants expliquent la fonction de chacun de ces sous-programmes ; nous exposerons rapidement la logique et la mathématique du calcul. L'exécution de chaque sous-programme aboutit à l'impression d'un ou plusieurs tableaux de résultats commentés. Les titres des tableaux seront ainsi les têtes de paragraphes de cette notice.

Vous expliciterons les commentaires en nous rapportant à l'extrait de la note de calcul automatisée du modèle 3170\1 cf. pièce 2-13.

1. - Génération automatique du profil en long

1.a - Principes de la génération automatique.

La machine peut engendrer elle-même les courbes d'intrados et d'extrados ; ce sont des coniques définies par les conditions suivantes :

- un axe est parallèle à la ligne passant par les appuis extrêmes,
- certains points de passages, déduits des seules données de la carte A.10, sont obligés,
- les critères esthétiques suivants sont respectés :
 - 1) - les tangentes aux courbes d'intrados aboutissant sur un même appui intermédiaire admettent la verticale comme bissectrice,
 - 2) - les tangentes aux courbes d'intrados et d'extrados sur culées sont parallèles.

Connaissant ces courbes, la machine est en mesure de donner tous les renseignements nécessaires à leur nivellement, et de calculer la variation d'épaisseur de la dalle.

1.b - Mise en place de l'extrados (cf. pièce 1-4, Fig. 11)

Les repères sont orthonormaux. $x x'$, axe des abscisses, est la tangente horizontale de l'extrados, l'origine est la culée gauche. L'extrados est le cercle de rayon $REXD$ et tangent à $x x'$ à l'abscisse $SOMMET$. La machine calcule et retient les coordonnées des points de l'extrados situés au niveau des appuis et des milieux de travées intermédiaires. Désignons par Pe un point de l'extrados sur appui, Ce un point sur culée, et Te un point en milieu de travée intermédiaire (ou de rive si $NT \leq 2$).

1.c - Mise en place de l'intrados.

La machine reconnaît ensuite les coordonnées de Pi , Ci et Ti , points de l'intrados homologues de Pe , Ce et Te :

- deux points homologues ont évidemment même abscisse
- la différence de leur ordonnée est :

HPILE sur pile

HCULEE sur culée

HTRAVEE en milieu de travée intermédiaire (ou de rive si $NT \leq 2$).

La machine est alors en mesure de placer les courbes d'intrados .

- 1) Elle place tout d'abord dans la travée numérotée CERCLE le cercle passant par les 3 points P_i (ou C_i) et T_i de la travée en question.
- 2) Puis dans les travées CERCLE + 1, CERCLE + 2 ... et CERCLE - 1, CERCLE - 2 ... la machine place la conique définie par les 5 conditions suivantes :
 - un axe est parallèle à la ligne passant par les appuis extrêmes,
 - elle passe par les points P_i (ou C_i) de l'appui de gauche et de droite, et par le point T_i,
 - elle satisfait au critère esthétique précité.

Cette génération automatique de l'intrados ne vaut que si les données sont judicieuses ; on court en effet le risque de calculer pour une travée, une courbe d'intrados composée par deux branches d'hyperboles !

Ce cas exceptionnel peut se présenter dans une travée de rive lorsque les tangentes sur pile et sur culée se coupent en dehors de la travée intermédiaire elle-même.

1.d - Nivellement des courbes d'intrados et d'extrados - variation de l'épaisseur de la dalle

La machine imprime les résultats suivants pour chaque travée et pour chaque section qui est repérée par son numéro (ligne 1) :

- l'abscisse par rapport à l'appui de gauche (ligne 2)
- l'ordonnée de l'extrados (ligne 3)
- la tangente de l'extrados (ligne 4)
- l'ordonnée de l'intrados (ligne 5)
- la tangente de l'intrados (ligne 6)
- la hauteur de la section (ligne 7).

2. - "Caractéristiques mécaniques des sections transversales".

Dans chaque section la machine calcule les aires des sections qui serviront à l'évaluation de la charge permanente et leurs inerties qui serviront au calcul des inconnues hyperstatiques.

"Aire" : La machine calcule l'aire, limitée au contour transversal défini dans les "données" et diminuée de la section des élégissements. Elle imprime cette aire sous la rubrique "aire brute" (2ème colonne).

"Moment statique" : Sous la rubrique "moment statique" (4ème colonne) figurent les moments statiques des aires brutes par rapport à l'horizontale du nu inférieur de la dalle x x'.

"Moment d'inertie" : La machine calcule d'abord les I x x' moments d'inertie des aires brutes par rapport à x x', puis la formule de Koenig aidant :

$$I_0 = I_{\alpha\alpha'} - \frac{M^2}{S}$$

elle calcule (6ème colonne) les moments d'inertie I. par rapport à la fibre moyenne.

3. - Evaluation des "charges permanentes" et combinaison de ses effets avec ceux des surcharges.

La charge permanente est décomposée en deux parties distinctes :

- a) - Charge permanente de densité constante : c'est la charge permanente introduite dans la donnée "QSUP". Elle correspond au poids au mètre linéaire des superstructures.

La machine utilisera "QSUP" en supposant cette charge centrée et uniformément répartie de sorte que dans certains cas une correction manuelle sera à faire en fin de calcul.

- b) - Charge permanente de densité variable : la machine évalue le poids de la dalle à partir des aires nettes des sections transversales, pour des tranches de tablier de longueur $D(i)/NDIV$ pour chaque travée, puis interpole ces résultats à l'intervalle de $1,50/NU$ mètre.

La machine calcul ensuite la "charge permanente par travée".

En béton armé comme en béton précontraint le programme ne tient compte que de l'aire brute des sections, sans déduction des barres d'acier ou des trous de gaine.

Le poids spécifique du béton est pris égal, dans les deux cas à $2,5t/m^3$

Le calcul des coefficients de majoration dynamique prendra en compte ces valeurs de la charge permanente.

Un effort dû à la charge permanente, qu'il soit effort tranchant ou moment fléchissant ou réaction d'appui, sera majoré du coefficient de pondération introduit dans les "données" sous la rubrique CP : il représente une somme à valoir.

- c) - Pondérations des surcharges civiles et militaires

Le programme tient compte de la pondération des surcharges selon les règles définies ci-après :

Désignons par :

- G, l'effort dû à la charge permanente
- P, l'effort dû aux surcharges civiles
- CM, l'effort dû aux surcharges militaires
- Tr, l'effort dû aux surcharges des trottoirs
- E, l'effort extrême total.

1. - Cas du béton armé (MATER = 1, Carte A. 9).

Conformément au titre VI du fascicule 61 du C.P.C. (circulaire du 14 Novembre 1964) la machine calcule les efforts extrêmes suivants :

1-1. - Efforts extrêmes sous surcharges civiles.

- Pondération du 1er genre :

$$E_1 = G + (P + Tr) \times 1,20$$

- Pondération du 2ème genre :

$$E_2 = G + (P + Tr) \times 1,50$$

1-2. - Efforts extrêmes sous surcharges militaires.

$$E_3 = G + CM + Tr$$

1-3. - Effort enveloppe.

La machine retient la valeur extrême de l'ensemble suivant :

$$E_x = \text{Max} (E_1, E_2/1,50, E_3)$$

2. - Cas du béton précontraint (MATER = 2, Carte A. 9)

Conformément aux instructions provisoires relatives à l'emploi du béton précontraint données par la circulaire du 12 Août 1965 la machine calcule les efforts extrêmes de la façon suivante :

2-1. - Efforts extrêmes sous surcharges civiles.

$$E_1 = G + P + Tr$$

2-2. - Efforts extrêmes sous surcharges militaires

$$E_2 = G + CM + Tr$$

2-3. - Efforts extrêmes.

La machine imprime sur deux colonnes les valeurs des efforts extrêmes E_1 et E_2 .

Dans l'ignorance de l'effet de la précontrainte et les contraintes admissibles n'étant pas les mêmes sous les surcharges civiles et militaires, on ne peut retenir, à l'instar du béton armé, une seule valeur extrême.

Toutes ces règles sont applicables aux moments fléchissants extrêmes et aux efforts tranchants extrêmes. Par centre les réactions d'appuis extrêmes sont calculées, pour l'appui complet et sans pondération des surcharges.

4. - "Calcul des inconnues hyperstatiques" de la poutre continue équivalente

L'objet du calcul est de trouver les valeurs des lignes d'influence des réactions d'appui pour des sections espacées de $1,50/NU$ (en pratique $NU=3$). Ces réactions d'appui sont en effet considérées comme les inconnues hyperstatiques. La connaissance de ces inconnues permet d'établir immédiatement par des raisonnements statiques simples n'importe quelle ligne d'influence de moment ou d'effort tranchant pour une section précitée. La machine calculera aussi certaines aires de lignes d'influence qui seront utiles pour étudier l'effet de la partie constante de la charge permanente, des surcharges A et trottoirs.

Nous adopterons la méthode qui consiste à tirer parti de la relation des trois moments et qui est développée par M. COURBON, Cours de RdM chapitre XIX. Nous rappelons tout d'abord les notations :

Notations :

- i : indice repérant le numéro de la travée i . Cette travée sera encadrée par les appuis i à gauche et $i + 1$ à droite.
- $D(i)$: longueur biaise d'une travée.
- k : indice repérant dans une travée le numéro de la "section" k .
- $I_a(i, k)$: inertie absolue de la "section" n° k , supposée homogène, de la travée n° i .
- $I_r(i, k)$: inertie relative de la section k de la travée i , par rapport à l'inertie de la section n° 1 de la travée n° 1 (section sur culée).
- m : nombre de sections par travée.
- n : nombre de travées continues.

"Inerties relatives" :

Les lignes d'influence sont fonction de la variation relative de l'inertie et sont indépendantes du module d'élasticité E . Tous les calculs sont donc faits en inertie relative $I_r(i, k)$

$$I_r(i, k) = \frac{I_a(i, k)}{I_a(1, 1)}$$

4. a - "Constantes mécaniques"

La machine imprime par section et par travée les inerties relatives:

$$I_r(i, k)$$

Elle calcule et imprime ensuite, en négligeant l'effet de l'effort tranchant, les "constantes mécaniques" définies par les formules :

$$a(i) = \int_0^{D(i)} \left(1 - \frac{x}{D(i)}\right)^2 \frac{dx}{I_r(i, x)}$$
$$b(i) = \int_0^{D(i)} \left(1 - \frac{x}{D(i)}\right) \frac{x}{D(i)} \frac{dx}{I_r(i, x)}$$

$$C(i) = \int_0^{D(i)} \frac{D(i)}{\left(\frac{x}{D(i)}\right)^2} \frac{dx}{I_r(i, x)}$$

Ces intégrales comme les suivantes sont approchées par la formule des 3 niveaux ; par conséquent x représente l'abscisse de la section h

"Position relative des foyers"

Si $F'(i)$ est l'abscisse du foyer de gauche et $F''(i)$ l'abscisse du foyer de droite comptées respectivement à partir de l'appui de gauche et de l'appui de droite de la travée i , nous définissons comme suit les valeurs $\varphi'(i)$ et $\varphi''(i)$

$$\varphi'(i) = \frac{F'(i)}{D(i) - F'(i)} \quad \text{et} \quad \varphi''(i) = \frac{F''(i)}{D(i) - F''(i)}$$

Les valeurs $\varphi'(1), \varphi'(2), \dots, \varphi'(n)$ et $\varphi''(n), \varphi''(n-1), \dots, \varphi''(1)$ sont calculées par les formules de récurrence :

$$\varphi'(1) = 0$$

$$\frac{b(i+1)}{\varphi'(i+1)} = a(i+1) + c(i) - b(i) \varphi'(i)$$

$$\frac{b(n)}{\varphi'(n)} = a(n) + c(n-1) - b(n-1) \varphi'(n-1)$$

et

$$\varphi''(n) = 0$$

$$\frac{b(1)}{\varphi''(1)} = c(1) + a(2) - b(2) \varphi''(2)$$

Elles apparaissent sous la rubrique "position relative des foyers".

La note de calcul donne :

- d'une part le quotient, par la portée, des distances de chaque foyer à l'appui le plus voisin (quotient utilisé dans les traités de résistance des matériaux),
- d'autre part le quotient des distances de chaque foyer aux deux appuis.

4. b - "Rotations relatives sur appuis"

Lorsqu'une charge unité est appliquée dans la section k de la travée i, soit :

$\mu(i, \alpha)$ le moment à l'abscisse α de la travée i supposée indépendante.

Les lignes d'influence des rotations d'extrémité de la travée, i, sur appuis simples $\omega'(i, h)$ et $\omega''(i, h)$ ont pour expression, au coefficient EI près :

$$\omega'(i, h) = - \int_0^{D(i)} \mu(i, \alpha) \left(1 - \frac{\alpha}{D(i)}\right) \cdot \frac{d\alpha}{I_r(i, \alpha)}$$

$$\omega''(i, h) = \int_0^{D(i)} \mu(i, \alpha) \frac{\alpha}{D(i)} \cdot \frac{d\alpha}{I_r(i, \alpha)}$$

Désignons par $f'_1(x)$ et $f'_2(x)$ les intégrales premières et secondes de :

$$f'(x) = \left(1 - \frac{x}{D(i)}\right) \cdot \frac{1}{I_r(i, x)}, \text{ nulles pour } x = D(i)$$

Désignons de même par $f''_1(x)$ et $f''_2(x)$ les intégrales premières et secondes de :

$$f''(x) = \frac{x}{D(i)} \cdot \frac{1}{I_r(i, x)}$$

nulles pour $x = 0$ (colonnes 2 et 3, 5 et 6).

Nous avons comme expression des rotations :

$$\omega'(i, \alpha) = - f'_2(\alpha) + A' \alpha \quad \text{colonne (4)}$$

$$\omega''(i, \alpha) = - f''_2(\alpha) + A'' \alpha \quad \text{colonne (7)}$$

Les constantes A' et A'' sont choisies de telle sorte que :

$$\omega'(i, 0) = 0$$

$$\omega''(i, D(i)) = 0$$

4. c - "Lignes d'influence des moments sur appui"

La machine calcule alors les "lignes d'influence des moments sur appuis intermédiaires", lorsque la charge unité est appliquée au droit de chaque section dans toutes les travées.

Les moments $M(i, h)$ et $M(i+1, h)$ sur les appuis i et $i+1$ encadrant la travée i de la section h où est appliquée la charge sont :

$$M(i, h) = - \frac{1}{b(i)} \cdot \frac{\frac{1}{\varphi''(i)} \cdot \omega'(i, h) + \omega''(i, h)}{\left(\frac{1}{\varphi'(i) \varphi''(i)} - 1\right)}$$

$$M(i+1, h) = \frac{1}{b(i)} \cdot \frac{\omega'(i, h) + \frac{1}{\varphi'(i)} \omega''(i, h)}{\left(\frac{1}{\varphi'(i)\varphi''(i)} - 1 \right)}$$

Les moments sur les autres appuis se déterminent par les équations :

$$M(i-1, h) = -\varphi'(i-1) M(i, h) \quad \text{à gauche de : } i$$

$$M(i+2, h) = -\varphi''(i+1) M(i+1, h) \quad \text{à droite de : } i+1$$

La machine calcule ensuite, par interpolation parabolique les "lignes d'influence des moments sur appui" à l'intervalle de 1,50/NU m.

4. d - "Lignes d'influence des efforts tranchants sur appuis"

La machine calcule les valeurs du terme de continuité dans les sections de chaque travée, à partir des lignes d'influence des moments sur appui :

Si la charge unité et la section dont on calcule la ligne d'influence sont dans des travées distinctes, le terme de continuité correspond exactement à l'effort tranchant.

$$T(i, h) = \frac{M(i+1, h) - M(i, h)}{D(i)}$$

La machine calcule comme suit l'influence de l'effort tranchant sur l'appui de gauche TG (k) puis de droite TD (k) pour chaque travée i lorsque la charge unité parcourt cette même travée :

$$TG(h) = 1 - \frac{h-1}{m} + T(i, h)$$

$$TD(h) = -\frac{h-1}{m} + T(i, h)$$

Les termes $1 - \frac{h-1}{m}$ et $-\frac{h-1}{m}$ correspondent à l'effort tranchant dans la travée supposée sur appuis simples.

4. e - "Aires de lignes d'influence par travée"

A l'aide des lignes d'influence des moments sur appuis, la machine calcule "l'aire de la ligne d'influence du moment sur appui" j, relative à la travée i, AS(i, j) par la formule d'intégration numérique des trois niveaux.

Puis elle calcule par travée i "les aires des lignes d'influence des efforts tranchants sur appuis", du côté gauche puis du côté droit des travées j.

$$AT(i, j) = \left[AS(i+1, j) - AS(i, j) \right] / D(j)$$

représente, pour $i \neq j$, l'aire réduite à un "terme de continuité" qui vaut aussi bien pour l'appui de gauche et de droite de la travée j.

$$AT(i, i) = \left[AS(i+1, i) - AS(i, i) \right] / D(i) + D(i)/2$$

représente pour $i = j$ l'aire de "l'appui de gauche".

$$AT(i, i) = [AS(i+1, i) - AS(i, i)] / D(i) - D(i) / 2$$

représente pour $i = j$ l'aire de "l'appui de droite".

Enfin, la machine calcule les "aires des lignes d'influence des réactions d'appuis" i par travée j

$$AR(i, j) = [AS(i+1, j) - AS(i, j)] / D(i) + [AS(i-1, j) - AS(i, j)] / D(i-1) + [D(i) + D(i-1)] / 2$$

4. f - "Lignes d'influence des réactions d'appuis"

La machine calcule ensuite à partir des lignes d'influence des moments sur appuis à l'intervalle de 0,50m (ou 0,75m) les "lignes d'influence des réactions de chaque appui" i soit $R(i, k)$

$$R(i, k) = R_0 + \frac{M(i+1, k) - M(i, k)}{D(i)} + \frac{M(i-1, k) - M(i, k)}{D(i-1)}$$

toutes les travées étant supposées indépendantes, R_0 représente la réaction d'appui des travées qui encadrent l'appui et qui ont été préalablement rendues indépendantes.

5. - "Coefficients de majoration dynamique"

Les effets des surcharges mobiles sont majorés par un coefficient dynamique ; son calcul relève invariablement de la formule suivante :

$$\delta = 1 + \frac{0,4}{1 + 0,2 l_i} + \frac{0,6}{1 + 4 \frac{G_i}{S_i}}$$

- l_i est la longueur exprimée en m de la travée i où se trouve la surcharge mobile
- G_i est le poids en tonnes de cette travée
- S_i a plusieurs définitions.

- S'il s'agit d'une surcharge civile (B_c , B_e ou B_r), S_i est le poids maximum d'essieux B_c qui peuvent être admis sur la travée i ,

- S'il s'agit du char, S_i est le poids du char ou de la partie du char qui peut être admis sur la travée i . Dans l'hypothèse où la largeur de la chaussée est supérieure ou égale à 7m, S_i est majorée d'une surcharge uniforme de 0,4375 l_i tonnes.

6. - Rappel de la méthode de M. GUYON

La théorie de M. GUYON concerne les plaques minces :

- homogènes
- isotropes
- dont le coefficient de Poisson est nul
- de forme rectangulaire, de dimensions (2a, 2b) ; cf. fig. 2
- deux bords sont libres et 2 bords simplement appuyés.

Rappelons brièvement les résultats de la théorie :

Soit une charge répartie sur une parallèle aux bords libres, d'excentricité e et suivant la loi p (x). Développons p (x) en série de Fourier sur l'intervalle (0, 2 a) :

$$p(x) = \sum_m H_m \sin m \frac{\pi x}{2a}$$

Appelons $\theta = \frac{b}{2a}$

a) - le moment de flexion longitudinal au point x, y a pour expression :

$$M_x(x, y) = \left[\sum_m H_m K(m\theta, \frac{\pi e}{b}, \frac{\pi y}{b}) \right] M_m(x) \quad \text{où}$$

$M_m(x)$ est le moment de flexion moyen de la dalle calculé en assimilant la dalle à une simple poutre.

$K(m\theta, \frac{\pi e}{b}, \frac{\pi y}{b})$ est le coefficient de flexion longitudinale pour l'harmonique de rang m

b) - le moment de flexion transversale au point x, y est :

$$M_y(x, y) = \sum_m b H_m \mu(m\theta, \frac{\pi e}{b}, \frac{\pi y}{b}) \sin m \frac{\pi x}{2a}$$

μ est le coefficient de flexion transversale relatif à l'harmonique de rang m.

7. - "Moments fléchissants longitudinaux extrêmes"

7. a - Prise en compte de l'excentrement des surcharges et séparation des variables.

Une première approximation du moment longitudinal M (x, y) est celui que l'on obtient en assimilant la dalle à une poutre ; nous l'appellerons $M_m(x)$. Cette approximation est vraie à 100 % pour les charges uniformément réparties sur la largeur totale de la dalle (ce que l'on suppose être le cas de la charge permanente).

L'excentrement de certaines surcharges, telles le char et le convoi Bc, a pour effet de majorer la sollicitation de certaines fibres de la dalle.

Soit donc une série de charges quelconques réparties sur des fibres parallèles aux bords libres. Notons e_i l'excentricité de la fibre i chargée et P_i la somme des charges qui sont appliquées sur cette fibre. L'approximation de Massonet consiste à supposer que la majoration pour excentrement est essentiellement fonction du premier terme du développement en série de la charge P_i ; et nous avons une bonne approximation du moment en x, y en écrivant que :

$$M(x, y) = \frac{\sum_i P_i K_i(\theta, \frac{\pi e_i}{b}, \frac{\pi y}{b}) \cdot M_m(x)}{\sum_i P_i}$$

Cette formule a le grand mérite de séparer les variables x, y sous forme d'un produit de deux fonctions :

$$- \sum_i P_i K_i(\theta, \frac{\pi e_i}{b}, \frac{\pi y}{b})$$

que nous appellerons surcharge majorée pour excentrement ,

$M_m(x)$ est, rappelons-le, le moment moyen.

Nous obtiendrons la plus grande valeur de $M(x, y)$ en cherchant successivement les maximums de ces deux fonctions, ce qui reviendra à rechercher les dispositions les plus défavorables des surcharges successivement dans le sens transversal puis dans le sens longitudinal.

7. b - Prise en compte du biais dans le calcul des K_i (cf. pièce 1-2 § 5-3-1)

Les dimensions à prendre en compte dans le calcul de θ sont

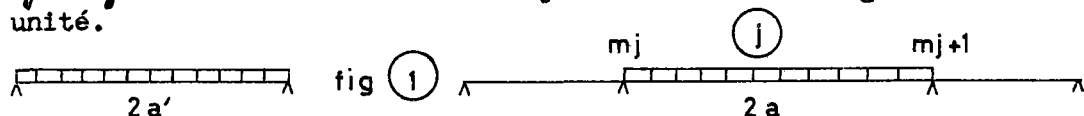
- 2a = portée biaise
- 2b = largeur droite.

7. c - Prise en compte de la continuité dans le calcul des k_i (cf. pièce 1-2 § 5-3-2)

Si la travée dont il s'agit a le n° j d'un pont à travées continues (et non isostatiques), nous prenons en compte non la portée biaise $2a$ mais la portée $2a'$, de la travée indépendante qui sous l'effet d'une charge uniforme accuse la même déformation en milieu de travée que la travée en question sous l'effet de la même surcharge au mètre linéaire. Analytiquement ceci revient à poser :

$$2a' = 2a \sqrt[4]{1 - 4,8 (m_j + m_{j+1})}$$

$m_j 4a^2$ et $m_{j+1} 4a^2$ étant les moments par unité de longueur sur les appuis j et $j+1$ de la travée continue j soumise à une charge uniforme unité.



7. d - Prise en compte du coefficient de Poisson (cf. pièce 1-2 § 5-3-3)

Il sera tenu pour négligeable pour le calcul des moments longitudinaux.

7. e - Prise en compte de l'anisotropie (cf. pièce 1-2 § 7)

Toutes choses restant égales par ailleurs, nous prenons, dans le cas d'une plaque anisotrope, le coefficient de répartition transversal exprimé par Rowe :

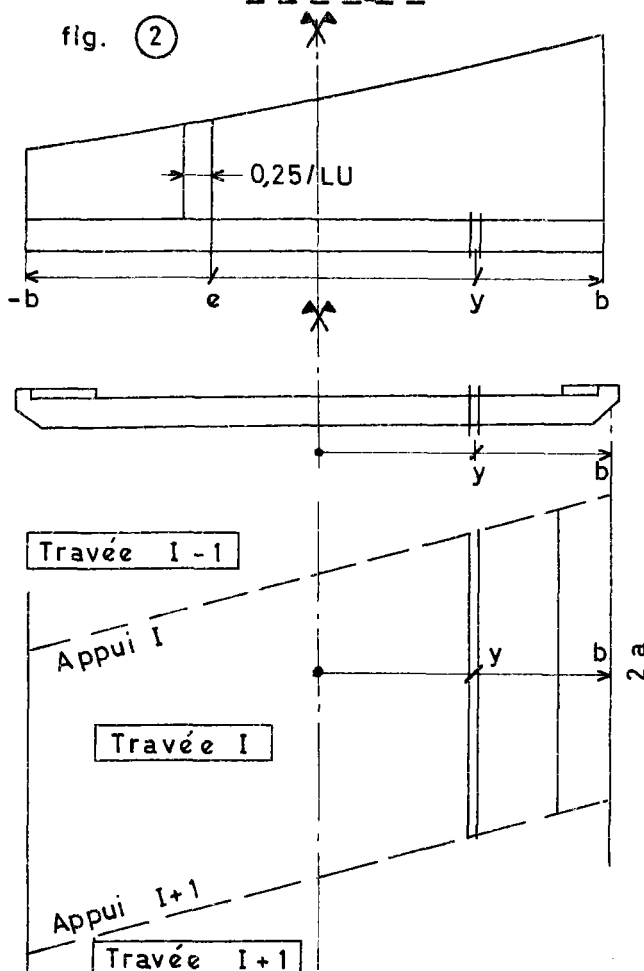
$$K(\theta, \alpha, \frac{\pi e}{b}, \frac{\pi y}{b})$$

$$\text{où } \theta = \frac{b}{2a} \sqrt[4]{\frac{I_x}{I_y}} = \frac{b}{2a} \beta^{\frac{1}{4}}$$

$$\alpha = \frac{\Gamma_x + \Gamma_y}{2\sqrt{I_x I_y}}$$

β le "paramètre de flexion" et α le "paramètre de torsion" sont calculés automatiquement pour la dalle élégie ; ils peuvent également être introduits dans les "données".

7.7f - Recherches des dispositions transversales les plus défavorables des surcharges :

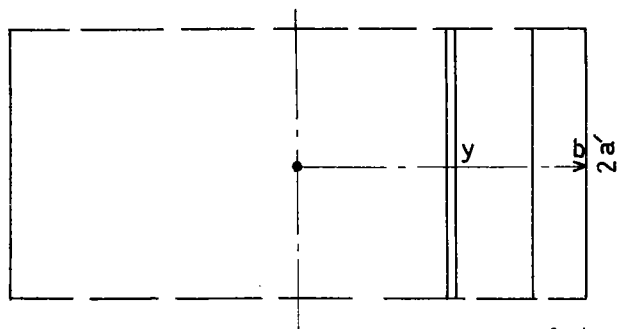


"Récapitulation par travée des coefficients transversaux maxima maximorum relatifs aux surcharges"

Etant donné une travée et sa fibre d'abscisse transversale y , le problème est d'abord de trouver les positions transversales les plus défavorables des surcharges qui engendrent dans cette fibre les plus grands moments longitudinaux. Il est ensuite de choisir la fibre la plus sollicitée.

La machine tire la ligne d'influence du coefficient de répartition transversale $K(\theta, \alpha, \frac{\pi y}{b}, \frac{\pi e}{b})$ pour les valeurs de e multiples de $0,25/LU$ et comprises dans l'intervalle $(-b, b)$. Elle déplace transversalement chaque surcharge sur cette ligne d'influence et repère l'intensité maximum de la surcharge majorée.

fig. (2) bis



si trottoir

pour excentrement (colonne 2), l'excentrement correspondant de son centre de gravité (colonne 4) ; elle donne des indications sur les types de chargement (colonne 3) (où l'on trouve le nombre de files de convois Bc envisagés, le nombre de voies chargées de la surcharge A et enfin le nombre de trottoirs chargés),

- (= 0 pas de trottoir chargé
- (= 1 trottoir de gauche chargé
- (= 2 trottoir de droite
- (= 3 les deux trottoirs

La machine donne les mêmes indications pour les valeurs minimums des surcharges majorées pour excentrement (colonne 5 à 7) : ces recherches n'ont d'intérêt que dans le cas des plaques anisotropes très larges où les valeurs de $K(\theta, \alpha, \frac{H}{b}, \frac{D_e}{b})$ peuvent avoir des valeurs négatives ; une surcharge excentrée à gauche peut alors engendrer des moments négatifs dans les fibres extrêmes de droite.

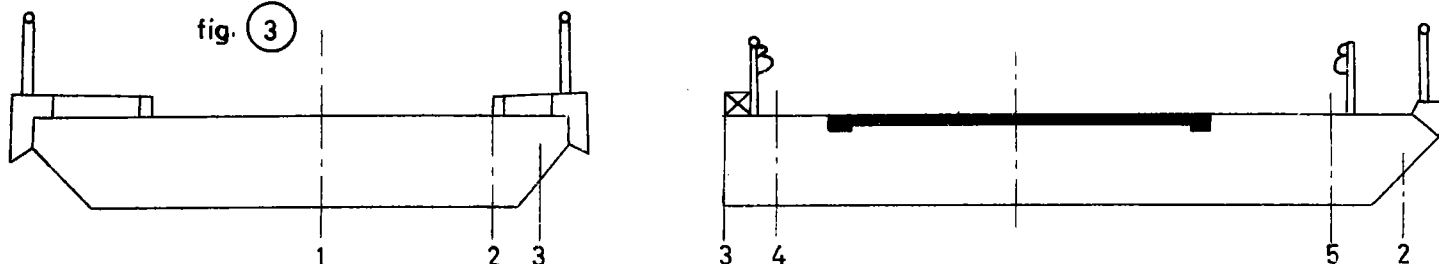
Le calcul s'intéresse, dans chaque travée, aux fibres définies ci-après (cf. fig. 3) :

- dans le cas d'une chaussée normale, trois fibres situées au droit de :
 - 1) l'axe de la chaussée,
 - 2) l'arête de la bordure de trottoir, du côté du trottoir le plus étroit,
 - 3) le bord de la dalle, de ce même côté.
- dans le cas d'une chaussée comportant une bande d'arrêt d'urgence, cinq fibres situées au droit de :
 - 1) l'axe de la chaussée,
 - 2) les deux bords de la dalle,
 - 3) les bords des deux glissières de sécurité, soit :
 - l'extrémité de la bande d'arrêt d'urgence, à droite,
 - l'extrémité de la bande dérasée, à gauche.

Les résultats sont donnés par fibres d'abscisses y croissantes (transversalement de gauche à droite), y étant compté à partir de l'axe de chaussée.

Etant donné une travée et un type de surcharge, la machine ne retient que la plus grande valeur pour l'ensemble de chaque travée, des surcharges majorées pour excentrement par travée et par type de surcharge . Elle récapitule en un tableau les valeurs maximas des surcharges majorées pour excentrement par travée et par type de surcharge.

fig. (3)



7. g - Recherche des dispositions longitudinales les plus défavorables et des "moments fléchissants longitudinaux extrêmes".

On calcule ici les moments longitudinaux pour toute la largeur du tablier.

L'origine des abscisses est l'appui gauche de l'ouvrage. Nous nous intéresserons aux sections dont les abscisses sont multiples de 1,50 puis aux sections les plus voisines des appuis et dont les abscisses sont multiples de 1,50/NU.

La machine calcule les ordonnées de la ligne d'influence du moment fléchissant de la poutre équivalente à la dalle (c'est-à-dire ayant mêmes portées biaises et même inertie) aux sections dont les abscisses sont multiples de 1,50/NU ; lors de ses recherches sur les effets d'une surcharge elle prendra en compte l'intensité de la surcharge majorée du coefficient maximum d'excentrement et de répartition relatif à la section où se trouve la surcharge.

La machine calcule le moment dû à la charge permanente dans l'hypothèse d'une déformation parfaitement élastique (colonne 1, ligne 2).

Dans le cas du béton précontraint (MATER = 2) :

L'hypothèse d'une déformation élastique est parfaitement valable ; la machine majore ce moment du coefficient de pondération CP (cf. "données") et le prend enfin en compte pour le calcul des enveloppes des moments longitudinaux (colonne 12, lignes 1 et 2).

Dans le cas du béton armé (MATER = 1) :

Le fluage du béton dans les sections voisines des appuis a pour effet de soulager ces dernières et de majorer les moments en milieu de travée. Nous appelons "moment différé" cet accroissement d'effort.

$$M_d = \frac{1}{10} \left[\left(\frac{\alpha}{\ell_i} - 1 \right) M_g(i) - \frac{\alpha}{\ell_i} M_g(i+1) \right]$$

est l'expression du moment différé M_d dans la section d'abscisse α de la travée i encadrée par les appuis i et $i+1$ lesquels sont soumis aux moments $M_g(i)$ et $M_g(i+1)$ sous l'effet de la charge permanente avant fluage et aux 9/10 de ces valeurs après fluage.

Si le moment élastique (imprimé colonne 2, ligne 2) dû à la charge permanente est positif, la machine corrige ce dernier du moment linéaire différé, l'imprime (colonne 2, ligne 1) en le repérant d'un astérisque, la majore du coefficient de pondération CP et le prend enfin en compte pour le calcul de l'enveloppe des moments longitudinaux maximums.

NOTA : La prise en compte de ce moment différé étant une nécessité supplémentaire non exigée par le Règlement et d'une nécessité discutable pour un pont dalle, il est loisible au projeteur de ne pas le prendre en compte le cas échéant, ce que permet une correction manuelle très simple.

Puis la machine recherche les dispositions longitudinales les plus défavorables pour les effets maximum et minimum de deux camions-types qu'elle déplace sur toute la longueur de l'ouvrage par sauts de $1,50/NU$,

- en convoi allant de gauche à droite (sens 1)
- séparés l'un de l'autre allant de gauche à droite
- en convoi allant de droite à gauche (sens -1)
- séparés l'un de l'autre allant de droite à gauche.

Elle imprime l'abscisse de la roue la plus à gauche de chaque camion (colonnes 2 et 3), leur sens de marche (colonne 4) et l'intensité des moments longitudinaux extrêmes compte tenu du coefficient d'excentrement et du coefficient de majoration dynamique (colonne 5).

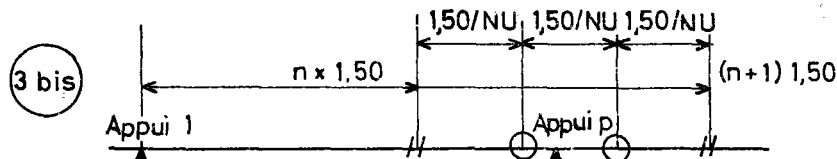
La machine recherche et imprime les longueurs de travées sur lesquelles la surcharge A doit être appliquée dans les 2 travées les plus influentes (colonnes 6 et 7).

La machine calcule le moment longitudinal extrême (colonne 8) dû à la surcharge A.

Puis la machine déplace le char comme elle a déplacé un camion et elle imprime l'abscisse de l'extrémité gauche du char (colonne 9) correspondant au moment fléchissant extrême (colonne 10).

7. h - "Moments fléchissants longitudinaux extrêmes au voisinage des piles"

Vu le rôle déterminant, dans le dimensionnement des moments fléchissants longitudinaux extrêmes sur piles, leur évaluation est précisée au voisinage de chaque appui intermédiaire par trois sections distantes non plus de $1,50m$ comme précédemment mais de $1,50/NU$ (cf. Fig. 3bis).



7. i - "Courbe enveloppe des moments fléchissants maxima et minima"

A partir des précédentes valeurs des courbes enveloppes pour des sections distantes de $1,50m$ en travée et $1,50/NU$ au voisinage des appuis, la machine calcule par interpolation parabolique les courbes enveloppes des moments fléchissants pour des sections uniformément équidistantes de $1,50/NU$.

Cas du béton précontraint

On distingue les courbes enveloppes sous surcharges civiles et surcharges militaires.

8. - Moments principaux transversaux positifs en travée $M_y^B \gamma = 0$

Les moments principaux transversaux positifs au mètre linéaire, M_y^B sont calculés, là où ils sont les plus intenses, aux points B au voisinage du centre de l'ouvrage.

Le calcul se rapporte en fait à une dalle rectangulaire homogène, anisotrope ou isotrope sur appuis simples et dont les dimensions ($2a$, $2b$) résultent des équivalences de la pièce 1 - 2 § 5 - 4 et de leurs justifications exposées au § 4 - 4. Rappelons leur teneur.

8. a - Prise en compte du biais :

En B, au voisinage de l'axe longitudinal, les directions des moments principaux sont inclinées d'une valeur égale au biais mécanique (lu dans les données sous la rubrique BIAIS 1). Les dimensions de la dalle rectangulaire équivalente à la travée B sont comptées suivant cette direction, et par conséquent, si :

- $2a$ désigne la portée biaise
- $2b$ désigne la largeur droite.

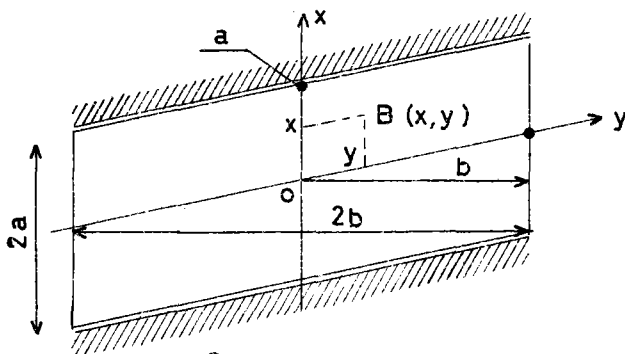
Les dimensions de la dalle rectangulaire équivalente sont :

$$2a' = 2a \sin \Psi$$

$$2b' = 2b / \sin \Psi$$

Pour que cette équivalence soit complètement cohérente, nous ferons la convention suivante sur la distorsion des surcharges (cf. fig. 4) :

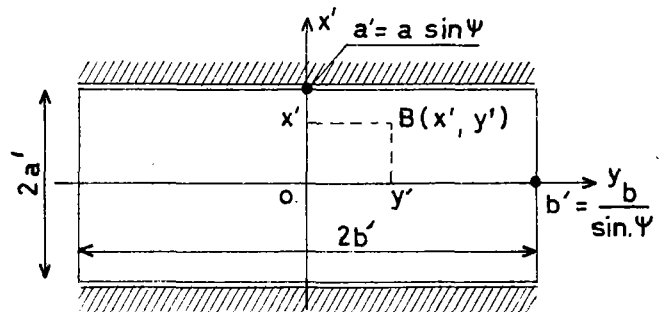
A un point B (x , y) repéré dans le système d'axes obliques (Ox , Oy) correspond sur la plaque rectangulaire le point B' (x' , y') repéré dans le système d'axes rectangulaires (Ox' , Oy').



$$x' = x \sin \Psi$$

$$y' = y$$

fig. (4)



8. b - Influence de la continuité :

Elle sera négligée dans ce calcul.

8. c - Influence du coefficient de Poisson :

Nous évaluerons les courbures principales, $\frac{\partial^2 W_{v=0}}{\partial x^2}$ et $\frac{\partial^2 W_{v=0}}{\partial y^2}$ en négligeant le coefficient de Poisson et nous évaluerons M_Y^B comme suit :

$$M_Y^B = EI \left(\frac{\partial^2 W_{v=0}}{\partial y^2} + k \sqrt{\frac{\partial^2 W_{v=0}}{\partial x^2}} \right)$$

$$k = 1 \quad \text{si} \quad 2b \geq 2a$$

$$k = \frac{2b}{2a} \quad \text{si} \quad 2b < 2a$$

8. d - Influence de l'anisotropie.

Toutes choses restant égales par ailleurs, nous prenons, dans le cas d'une plaque anisotrope, le coefficient de répartition transversale exprimé par Rowe :

$$\mu \left(\theta, \alpha, \frac{\Gamma_x}{b}, \frac{\Gamma_y}{b} \right)$$

$$\text{où} \quad \theta = \frac{b}{2a} \sqrt[4]{\frac{I_x}{I_y}} = \beta^{\frac{1}{4}} \frac{b}{2a}$$

$$\alpha = \frac{\Gamma_x + \Gamma_y}{2 \sqrt{I_x I_y}}$$

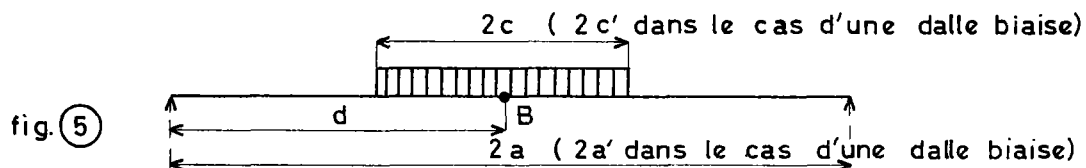
8. e - "Calcul des moments principaux transversaux coefficient de Poisson nul" en travée, en un point B donné.

La recherche systématique des dispositions les plus défavorables des surcharges se serait révélée onéreuse et inutile ; aussi avons-nous présumé ces dispositions compte-tenu de notre expérience en la matière. Ces dispositions permettent de calculer avec une bonne précision les moments positifs maximaux que nous appellerons les efforts les plus défavorables. En revanche, elles ne déterminent pas les moments négatifs maximaux. Dans le cas où ces derniers efforts peuvent prendre une grande importance (ponts larges avec encorbellements) il est donc nécessaire de les calculer manuellement en considérant d'autres cas de surcharges.

Rappelons enfin que le programme suppose également négligeable la courbure transversale du tablier sous charge permanente (absence d'encorbellement).

Nous avons assimilé toute surcharge à une bande (ou plusieurs bandes) parallèle aux bords libres et uniformément chargée d'une charge totale désignée par P.

- dans le sens longitudinal la bande est un segment de longueur $2c$; soit d son abscisse.



- dans le sens transversal la bande est large (B_e, A , char, trottoir) ou infiniment étroite (B_c, B_r).

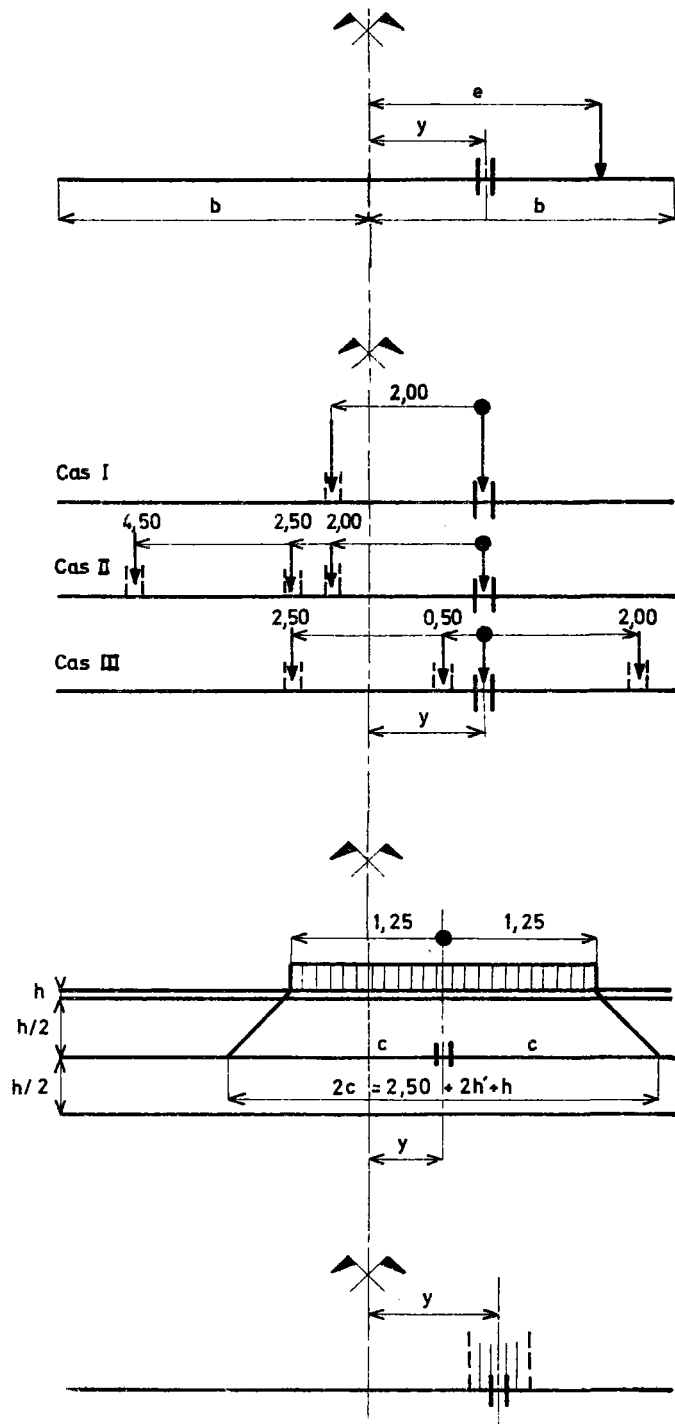
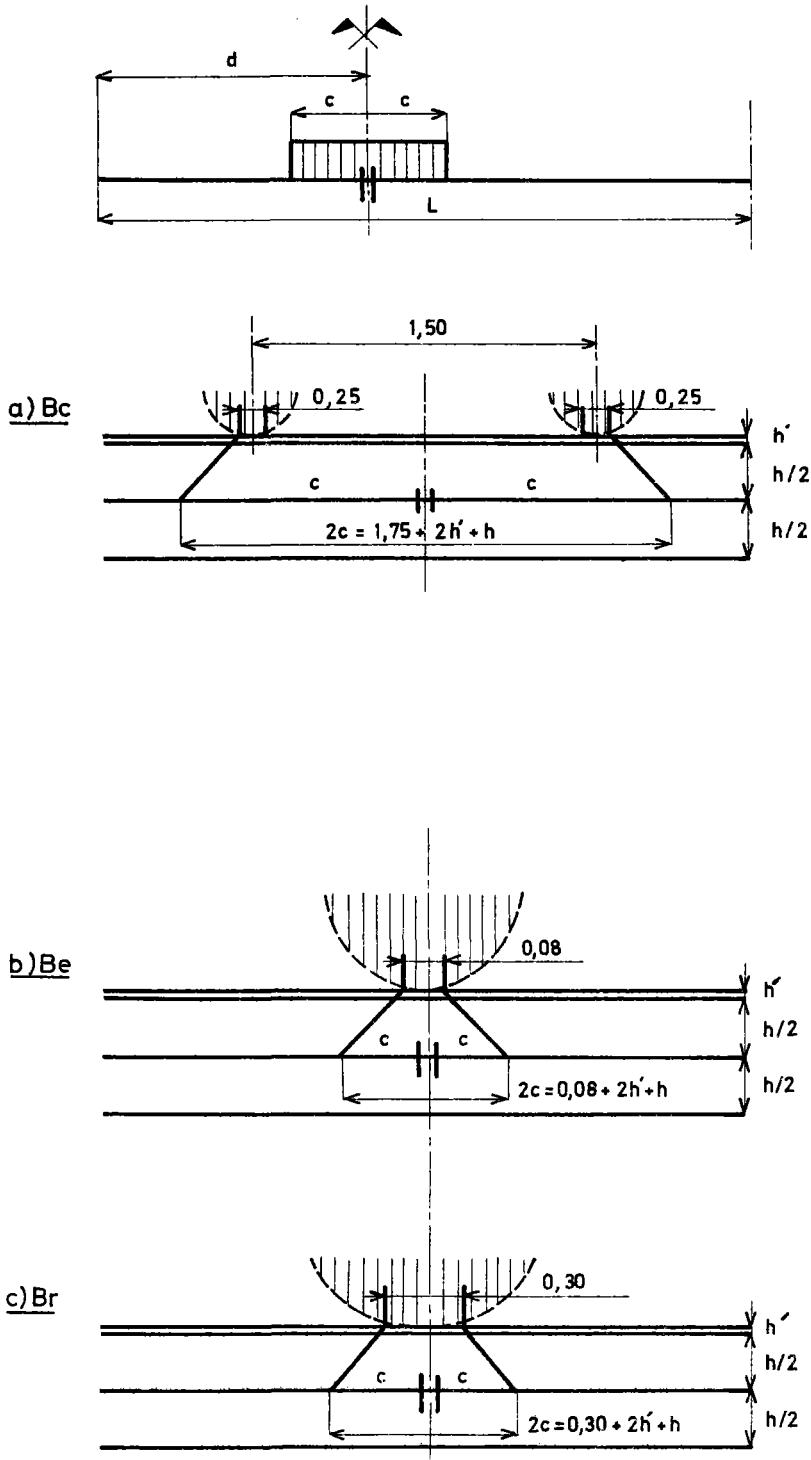
DISPOSITION DES SURCHARGES DANS LE CALCUL

DES MOMENTS PRINCIPAUX TRANSVERSAUX ET CHOIX DES SECTIONS ETUDIÉES

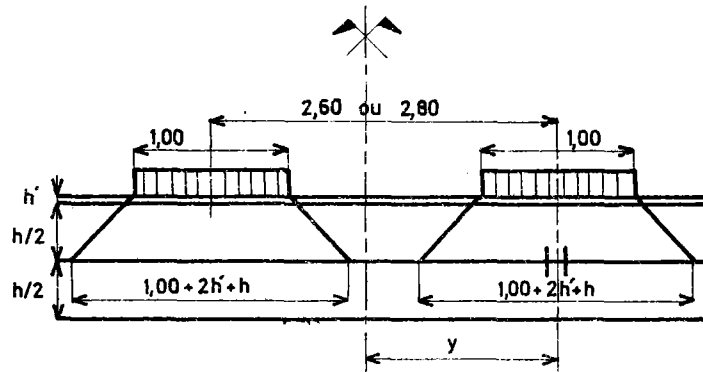
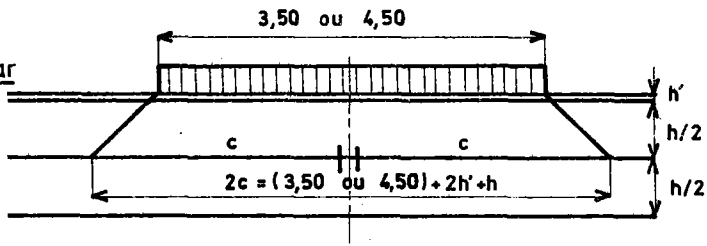
Fig. (6)

DISPOSITION LONGITUDINALE DES SURCHARGES

DISPOSITION TRANSVERSALE DES SURCHARGES



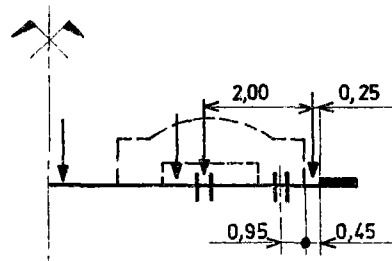
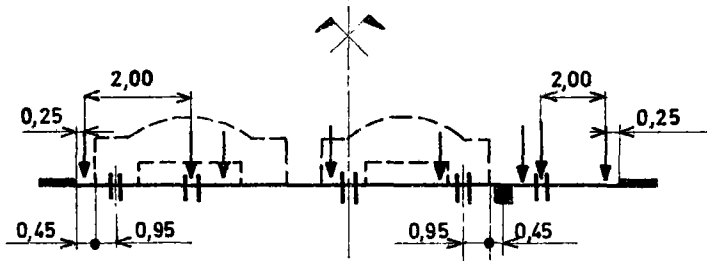
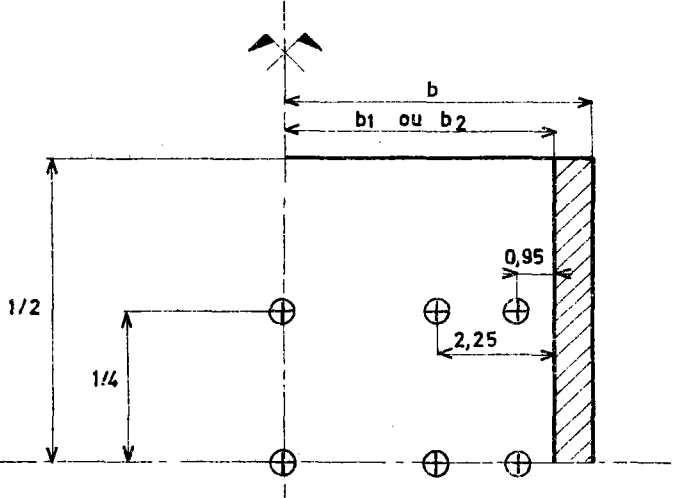
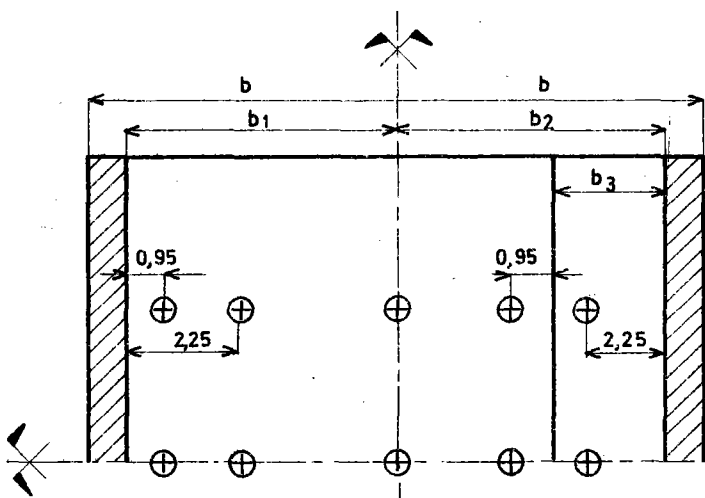
d) Char



CHOIX DES SECTIONS

AVEC BANDE D'ARRÊT D'URGENCE

SANS BANDE D'ARRÊT D'URGENCE



1er Cas

Dans l'hypothèse où la bande est infiniment étroite la densité $\rho(x, y)$ est représentée par la fonction

$$\rho(x, y) = g(x) \delta(y)$$

où $\delta(y)$ est la fonction de Dirac de mesure 1 et où $g(x)$ peut être développé comme suit en série de Fourier :

$$g(x) = \frac{2P}{\pi c} \sum_m \frac{1}{m} \sin\left(m \frac{\pi c}{2a}\right) \sin\left(m \frac{\pi d}{2a}\right) \sin\left(\frac{m \pi x}{2a}\right)$$

formule que l'on retiendra encore dans le cas d'un biais modéré.

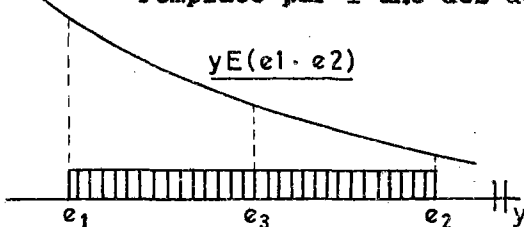
L'expression de $EI \frac{\delta^2 W}{\delta y^2} = 0$ est alors :

$$EI \frac{\delta^2 W}{\delta y^2} = \sum_{m=1,3} P \frac{2b'}{\pi c} \cdot \frac{1}{m} \sin\left(m \frac{\pi c}{2a}\right) \sin\left(m \frac{\pi d}{2a}\right) \sin\left(m \frac{\pi x}{2a}\right) \mu\left(m\theta, \alpha, \frac{\pi x}{b}, \frac{\pi e}{b}\right)$$

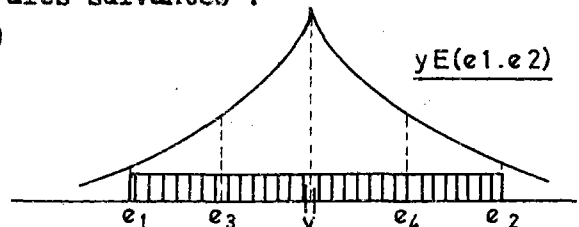
2ème Cas

Dans l'hypothèse où la bande est large $\mu(m\theta, \alpha, \frac{\pi x}{b}, \frac{\pi e}{b})$ est remplacé par l'une des deux intégrales suivantes :

fig. (7)



$$\frac{1}{6} \mu(e_1) + \frac{1}{6} \mu(e_2) + \frac{2}{3} \mu(e_3)$$



$$\frac{1}{6} \mu(y) + \frac{1}{12} \mu(e_1) + \frac{1}{12} \mu(e_2) + \frac{1}{3} \mu(e_3) + \frac{1}{3} \mu(e_4)$$

Les dimensions, les dispositions et les charges totales des bandes sont les suivantes pour les différents cas de surcharges (cf. fig. 6) :

"Moments dus à la surcharge Bc"

Seul l'effet des essieux arrières de 24 T. est étudié ; nous tenons pour négligeable l'effet des roues avant ou l'effet d'un second camion admis à circuler dans la même file.

Nous avons profité de l'étalement des contraintes au niveau de la fibre moyenne pour assimiler les essieux, dans le sens longitudinal à une surcharge étalée uniformément sur sa longueur $2c$:

$$2c = 1,75 + h + 2h'$$

Dans le sens transversal nous envisageons le plus défavorable des 3 cas de charge de la figure (6). Les cas I et II intéressent spécialement les points de la chaussée à proximité d'une bande guidage ou d'une bordure de trottoir.

"Moments dus à la surcharge Br"

Dans le sens longitudinal la longueur de bande est :

$$2c = 0,30 + h + 2h'$$

Dans le sens transversal la bande est infiniment étroite.

Sa charge totale est 10 T.

"Moments dus à la surcharge_Be"

Dans le sens longitudinal la longueur de la bande est :

$$2 c = 0,08 + h + 2 h'$$

Dans le sens transversal la largeur est :

$$e_2 - e_1 = 2,50 + h + 2 h'$$

La charge totale est 20 T.

"Moments dus à la surcharge_A"

Dans le sens transversal la machine charge chaque voie l'une après l'autre.

Dans le sens longitudinal la longueur de la bande est celle de la travée.

La densité de la charge résulte de la formule réglementaire qui est une fonction de la longueur chargée.

La machine recherche la combinaison de voies qui donne l'effet le plus défavorable.

"Moments dus aux trottoirs"

Dans le sens transversal la machine charge chaque trottoir sur toute la largeur.

Dans le sens longitudinal la longueur de la bande est celle de la travée.

La densité de la surcharge est de 0,450 t. par m².

"Moments dus au char"

Dans le sens transversal chaque chenille est assimilée à une bande large de

$$e_2 - e_1 = 1 + h + 2 h'$$

L'une de ces bandes est centrée sur B.

Dans le sens longitudinal la longueur de la bande est

$$2 c = 4,50 \quad (\text{ou } 3,50) + h + 2 h'$$

La charge totale de chaque bande est 50 T. (ou 35 T.).

Pour chacune de toutes ces surcharges la machine imprime sur une même ligne les éléments nécessaires au calcul de chaque terme de la série, à savoir :

- le rang du terme (colonne 1)
- sous la rubrique "facteur 1" la valeur de $\sin m \frac{\pi c}{l} \sin m \frac{\pi d}{l}$ (colonne 2)
- sous la rubrique "facteur 2" la valeur de $\frac{1}{m} \sin m \frac{\pi \alpha}{l}$ (colonne 3)
- les coefficients de flexion transversale $\mu(m, \theta, \alpha, \frac{\pi f}{b}, \frac{\pi e}{b'})$ de chaque bande ou leur moyenne intégrée figurent sous les rubriques "fibre 1, fibre 2, fibre 3, fibre 4" colonnes 3 à 7) et leur total est sommé sous la rubrique "facteur 3" (avant-dernière colonne).
- la valeur du terme lui-même sous la rubrique "moment" (dernière colonne).

La machine somme les termes de la série et multiplie le tout par le coefficient de majoration dynamique pour aboutir à $EI \frac{\delta^2 W}{\delta y^2}$ (bas de la dernière colonne).

8. f - Choix des points B par travée

La machine calcule, pour chaque travée successive, les courbures principales transversales des points figurés en fig. 6.

- leur abscisse, dans le sens longitudinal, correspond au "quart de travée" et au "milieu de travée".
- leur ordonnée, dans le sens transversal, correspond aux fibres suivantes :
 - la fibre médiane,
 - la fibre située sous l'axe de la chenille droite du char dans sa position la plus excentrée,
 - la fibre située sous la roue gauche du camion Bc dans sa position la plus excentrée à droite.
- nous envisageons ensuite les fibres homologues des précédentes du côté gauche si l'ouvrage est dissymétrique transversalement (trottoir dissymétrique ou présence d'une bande d'arrêt d'urgence).

8. g - "Moments dus à une charge uniforme unitaire sur le bord gauche de la travée i et Moments dus à un moment uniforme unitaire sur le bord gauche de la travée i"

Les moments transversaux ne se transmettent sensiblement pas d'une travée solidaire à l'autre.

Nous avons limité l'étude des moments transversaux aux charges en encorbellement appliquées à la travée étudiée.

Dans les cas les plus courants seuls les trottoirs sont en encorbellement. Si, par exception, une bande de chaussée est en encorbellement sur la partie proteuse de la dalle les surcharges de chaussée les plus excentrées sont le plus souvent très voisines de la naissance de l'encorbellement.

On peut valablement, dans la limite de ces hypothèses, estimer les efforts d'encorbellement en faisant les assimilations mécaniques suivantes :

- le poids propre des encorbellements et la surcharge des trottoirs équivalent à une charge et à un moment uniformément répartis le long du bord libre de l'ossature porteuse.
- les surcharges de chaussée, y compris celles qui sont en léger encorbellement, équivalent simplement à des forces concentrées sur le bord libre de l'ossature porteuse ;

Dans ces conditions, les efforts d'encorbellement pourront être aisément calculés à la main moyennant la connaissance de l'influence d'une charge uniforme de 1 t/m et d'un moment uniforme de 1 tm/m répartis le long du bord gauche (bord d'abscisse négative) de la travée étudiée. Le programme fournit l'influence de la charge et du moment uniforme dans les deux dernières colonnes de la récapitulation des moments principaux. Ces données seront, le cas échéant, utilisées manuellement pour évaluer les moments négatifs, ceux-ci n'étant pas calculés par la machine.

9 - Directions principales et moments principaux transversaux extrêmes
compte-tenu du coefficient de Poisson

En vue du dimensionnement des armatures aussi bien transversales que longitudinales (cas des ponts-plaques biais) la machine récapitule pour chaque travée et dans deux tableaux les moments principaux et leurs directions principales aux points suivants :

- aux points B décrits précédemment au paragraphe 8 f
- en un point E des "lignes d'appuis" encadrant la travée 1

9. a - Moments principaux transversaux extrêmes.

9. a - 1 Moments principaux transversaux extrêmes en travée : M_y^B

Le moment transversal $M_{y \nu=0}^B$ ayant été calculé, selon les prescriptions du paragraphe 8 e, en négligeant le coefficient de Poisson, il sera tenu compte de ce dernier en adoptant la règle du paragraphe 5-4-3 de la pièce 1-2.

$$M_y^B = M_{y \nu=0}^B + \nu M_x^B \quad \text{si} \quad \frac{2b}{2a} \geq 1$$

et

$$M_y^B = M_{y \nu=0}^B + \frac{2b}{2a} \nu M_x^B \quad \text{si} \quad \frac{2b}{2a} < 1$$

Dans ces formules :

M_x^B = Moment principal longitudinal rapporté au mètre linéaire de largeur droite. Le calcul de M_x^B sera commenté au paragraphe suivant 9-a-2.

2 a = Portée biaisée

2 b = Largeur droite

$M_{y \nu=0}^B$ = Moment principal transversal rapporté au mètre linéaire

Dans le tableau intitulé :

"Récapitulation des moments transversaux totaux au mètre linéaire et des directions principales",

- les 8 colonnes (2 à 9) correspondent aux six cas de surcharges combinées à la charge permanente à savoir : CP + T, CP + A, CP + BC, CP + BE, CP + BR et CP + CM, et aux effets unitaires d'un effort uniforme de 1t et 1t m/m le long du bord libre gauche.

La dernière colonne rappelle la valeur du biais mécanique qui, en l'occurrence répète la direction du moment principal transversal par rapport à l'axe longitudinal.

- Les lignes correspondent aux abscisses transversales (1ère colonne) définies au paragraphe 8 (figure 6) dans les quarts et milieu de travée.

Suivant que la dalle est armée (MATERT = 1) ou précontrainte (MATERT = 2) dans le sens transversal les moments dus aux surcharges sont pondérés (1er genre exclusivement) ou non.

9-a-2 Moments principaux extrêmes sur appuis : M_Y^E

Conformément au paragraphe 5-5 de la pièce 1-2 la machine calcule le moment transversal sur appuis M_Y^E d'après la valeur du moment longitudinal sur appuis M_X^E (il est tenu compte du coefficient de Poisson).

$$\begin{cases} M_Y^E = \frac{2}{n} M_X^E & \text{si } \frac{2b}{2a} \geq 1 \\ M_Y^E = \frac{4}{3n} M_X^E & \text{si } \frac{2b}{2a} < 1 \end{cases}$$

n désignant le nombre d'appuis concentrés par ligne d'appuis.

La machine imprime les valeurs de ces moments rapportés au mètre linéaire pour la charge permanente combinée à l'effet des six premiers cas de surcharges envisagés.

Bien entendu le cas d'un appui simple ne donne pas lieu à impression ($M_Y^E = 0$)

9 - b Moments principaux longitudinaux ayant servi à évaluer l'influence du de Poisson pour le calcul des moments principaux transversaux extrêmes en milieu de travée et à calculer les moments principaux transversaux extrêmes sur appuis.

Conformément au paragraphe 7, la machine calcule les moments principaux longitudinaux M_X^A (correspondant à des fibres longitudinales voisines des bords libres) dans les sections situées au droit : du quart et du milieu de la travée et des appuis l'encadrant.

Elle en déduit comme suit les moments principaux longitudinaux M_X^B et M_X^E correspondant à des fibres médianes :

$$\begin{cases} M_X^B = M_X^A \sin \psi \\ M_X^E = M_X^C \sin \psi \end{cases}$$

Dans le tableau intitulé :

"Courbures principales longitudinales qui ont servi à évaluer l'influence du coefficient de Poisson dans l'étude des moments transversaux des points de calcul de la travée 1",

La machine récapitule les moments longitudinaux au mètre linéaire de largeur droite dus à la charge permanente et aux 8 cas de surcharge envisagés.

10. - "Efforts tranchants extrêmes".

La machine enveloppe les efforts tranchants au droit des appuis d'extrémité et de part et d'autre des appuis intermédiaires. La présentation des calculs est analogue à celle des "moments fléchissants longitudinaux extrêmes".

Le programme de calcul électronique ne fournissant pas la répartition fine du cisaillement au voisinage des lignes d'appui discontinues, on trouvera toutes indications utiles à ce sujet dans la pièce intitulée "Répartition des étriers aux environs des points d'appui concentré des ponts-dalles" (cf; catalogue CAT 67, chapitre XIII § 14).

11. - "Déformée sous charge permanente"

La flèche due à la charge permanente dans la section k d'abscisse x de la travée i est :

$$v_i(x) = v_i'(x) + M_i \omega_i'(x) - M_{i+1} \omega_i''(x)$$

$v_i'(x)$ flèche dans la section k d'abscisse x due à la charge permanente, pour la travée i supposée indépendante,

M_i et M_{i+1} moments dus à la charge permanente sur les appuis i et i + 1 encadrant la travée i,

$\omega_i'(x)$ et $\omega_i''(x)$ rotations d'appuis de la travée indépendante i lorsque la charge unité est en x.

Les moments sur appuis dus à la charge permanente et les rotations d'appuis ont été calculés et imprimés plus haut (cf. § 4-b - 4c)

Explicitons $v_i'(x)$:

$$v_i'(x) = - \int_0^D(i) \mu_i(x, \xi) \frac{M_i(\xi)}{E_v I_a(i, \xi)} d\xi$$

$M_i(\xi)$ moment dû à la charge permanente dans la section ξ dans la travée i supposée indépendante.

$$\mu_i(x, \xi) = 1 - \frac{x}{D(i)} \quad \text{pour } x > \xi$$

$$\mu_i(x, \xi) = \frac{x}{D(i)} \quad \text{pour } x < \xi$$

$I_a(i, \xi)$ représente le moment d'inertie du béton seul.

E_v représente le coefficient d'élasticité différé du béton

La machine calcule et imprime la déformation due à la charge permanente dans des sections distantes de $D(I)/NDIV$ respectivement dans chaque travée.

12. - "Lignes d'influence de la déformation dans la section milieu de chaque travée" (effet des surcharges).

La ligne d'influence de la flèche dans la section milieu de la travée i, sous l'effet d'une charge unité placée dans la section k de la travée j est :

$$v_i(j, k) = v_i'(k) + \omega_i' M_i(j, k) - \omega_i'' M_{i+1}(j, k) \quad \text{Quand } i = j$$

$v_i'(k)$ est la flèche au milieu de la travée i dans l'hypothèse où elle est sur appuis simples lorsque la charge unité est en k,

ω'_i et ω''_i rotations sur l'appui de gauche et de droite, de la travée i , supposée indépendante, pour une charge unité située au milieu de la travée i ,

$M_i(j,k)$ et $M_{i+1}(j,k)$ ligne d'influence des moments sur les appuis encadrant la travée i , lorsque la charge unité est située dans la section k de la travée j .

Les rotations sur appuis des travées sur appuis simples et les lignes d'influence des moments sur appuis ont été calculées et imprimées (cf. § 4 b - 4 c).

Il reste à calculer la flèche $v'_i(k)$ pour $i = j$, au milieu de la travée indépendante i , lorsque la charge est dans la section k :

$$v'_i(x) = \int_0^x (x - \xi) \frac{M(\xi)}{E_i I_a(i, \xi)} d\xi - x \int_0^{D(i)} \left(1 - \frac{\xi}{D(i)}\right) \frac{M(\xi)}{E_i I_a(i, \xi)} d\xi$$

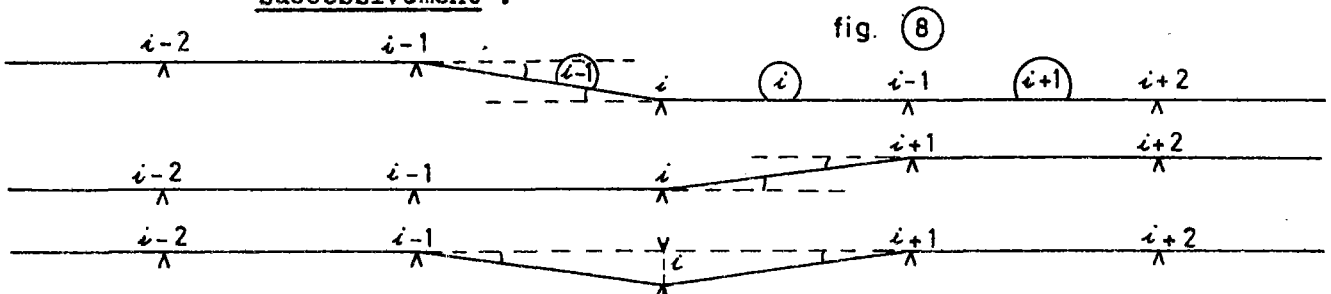
- x est l'abscisse de la section k .

- E_i désigne le coefficient d'élasticité instantané du béton seul.

- $M(\xi)$ est le moment dans la section ξ sous l'effet d'une charge unité dans la section médiane de la travée considérée, supposée indépendante.

La machine calcule et imprime l'ordonnée de la ligne d'influence de la déformation, au milieu de chaque travée, lorsque la charge unité est placée dans des sections distantes de $D(i)/m$, successivement dans chaque travée.

13. - "Effet permanent d'une dénivellation d'appui de 0,01m sur chaque appui successivement".



Désignons par v_i la dénivellation de l'appui i et par Ω_i la rotation de la travée i .

$$\Omega_i = \frac{v_i - v_{i+1}}{D(i)}$$

Ω_i est calculé en prenant la valeur E_v pour le coefficient d'élasticité du béton.

Supposons que seul Ω_i soit différent de zéro. On aura :

- moment sur appui i :

$$M_d(i, i) = \frac{\Omega_i}{b(i)} \cdot \frac{\varphi'(i) + \varphi'(i)\varphi''(i)}{1 - \varphi'(i)\varphi''(i)}$$

- moment sur appui $i + 1$:

$$M'_d(i+1, i) = - \frac{\Omega i}{b(i)} \frac{\varphi''(i) + \varphi''(i)\varphi'(i)}{1 - \varphi'(i)\varphi''(i)}$$

- et successivement sur les appuis suivants, à droite et à gauche de la travée i :

$$M_d(i+2, i) = - \varphi'(i+2) M_d(i+1, i)$$

$$M'_d(i-1, i) = - \varphi''(i-1) M'_d(i, i)$$

La dénivellation relative du seul appui i peut être obtenue par superposition des 2 systèmes de dénivellation suivants :

- les appuis $1, 2, \dots, i$ sont dénivelés de v_i

- les appuis $i, i + 1$ sont dénivelés de v_i

Ceci démontre que le moment $M_\Delta(j)$ sur l'appui j , dû à la seule dénivellation de l'appui i , est :

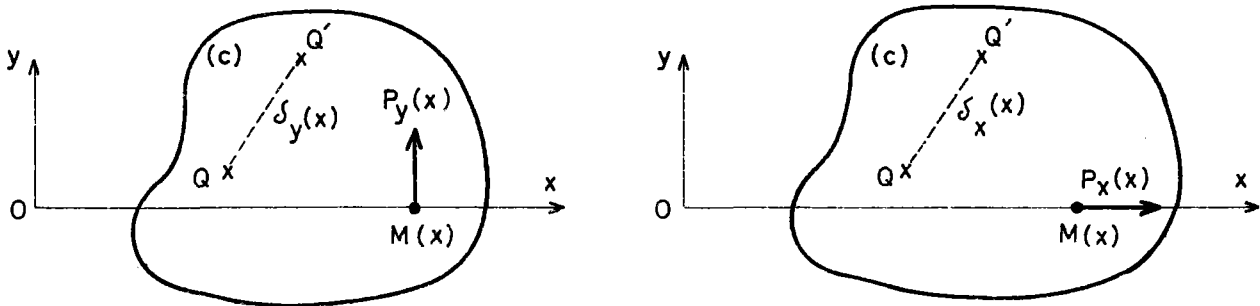
$$M_\Delta(j) = M_d(j, i) - M_d(j, i+1)$$

La machine calcule et imprime les moments sur appui intermédiaire (lignes 1, 2 ...) lorsque chaque appui est dénivelé successivement de 0,01m (colonne 1, 2 ...).

14 - CONSIDERATIONS THEORIQUES SUR L'INFLUENCE DE L'EXCENTREMENT D'UN TRACE DE PRECONTRAINTE PAR RAPPORT A LA FIBRE MOYENNE D'UNE POUTRE

Les considérations qui suivent ont une valeur générale.

14.1 - Notations et hypothèses



(C) : le corps élastique envisagé

$P_y(x)$: (resp. $P_x(x)$) une force parallèle à l'axe des y (resp. à l'axe des x) et dont le point d'application $M(x)$ est susceptible de se déplacer le long de l'axe des x (voir figures ci-dessus).

$\delta_y(x)$: (resp. $\delta_x(x)$) : expression analytique explicite d'une quelconque déformation en un point quelconque de (C) (déplacement, rotation, courbure ou dérivée troisième, par rapport aux coordonnées de Q , du déplacement) sous l'influence de $P_y(x)$ (resp. $P_x(x)$). $\delta_y(x)$ (resp. $\delta_x(x)$) est le "coefficient d'influence" de la dite déformation sous l'influence de $P_y(x)$ (resp. $P_x(x)$).

$Y(x)$: équation du tracé du câble de précontrainte dont on étudie l'influence.

$F(x)$: équation de la force de précontrainte

On posera : $E(x) = F(x) \cdot Y(x)$

Dans les calculs on assimilera :

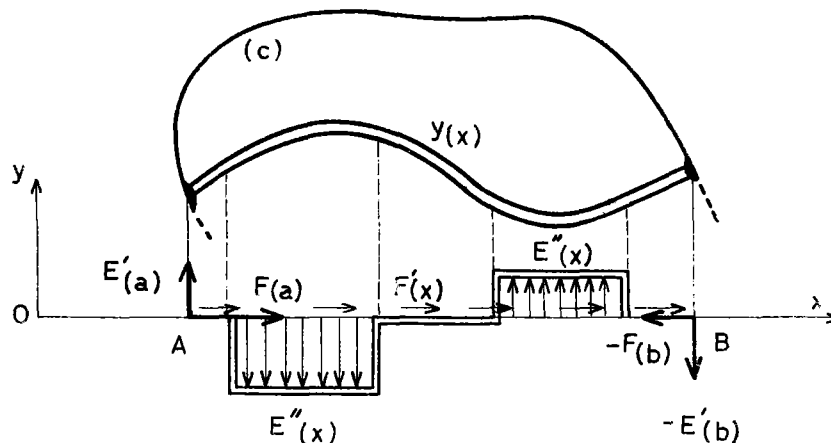
$$\frac{dE(x)}{dx} \approx F(x) \frac{dY(x)}{dx} \quad \text{et}$$

$$\frac{d^2E(x)}{dx^2} \approx F(x) \frac{d^2Y(x)}{dx^2}$$

(ce qui revient à postuler que la variation de F est faible par rapport à celle de Y)

On notera par la suite les dérivés première et seconde par rapport à x par les symboles ' et '' .

14-2. - Expression de l'influence d'un câble de précontrainte sur un corps (C)



Il est bien connu que l'influence du câble (C) équivaut à celle des efforts extérieurs suivants (voir figure ci-dessus) :

- deux forces parallèles à x , appliquées aux extrémités A et B dont la mesure est au second ordre près : $F(a)$ et $-F(b)$
- une distribution de forces parallèles à x et dont la mesure au deuxième ordre près est : $F'(x)$
- deux forces d'extrémités parallèles à y et de mesures respectives :
 $E'(a) = F(a) \cdot Y'(a)$ et $-E'(b) = -F(b) \cdot Y'(b)$
- une distribution de forces parallèles à y appliquées sur A B et de mesure $E''(x) = F(x) \cdot Y''(x)$

L'influence global $\Delta(x)$ de ce câble sur la déformation envisagée est donc :

$$\Delta(x) = - \left[F(x) \delta_x(x) \right]_a^b + \int_a^b F'(\xi) \delta_x(\xi) d\xi - \left[E'(x) \delta_y(x) - E(x) \delta'_y(x) \right]_a^b - \int_a^b E''(\xi) \delta_y(\xi) d\xi$$

Expression qui se transforme, par la formule de GREEN en l'expression fondamentale :

$$\Delta(x) = \int_a^b F(\xi) \delta'_x(\xi) d\xi + \int_a^b E(\xi) \delta''_y(\xi) d\xi + R_y E(x) \quad (1)$$

Le troisième terme $R_y E(x)$ est un éventuel résidu dont l'origine doit être trouvée dans les discontinuités des coefficients d'influence.

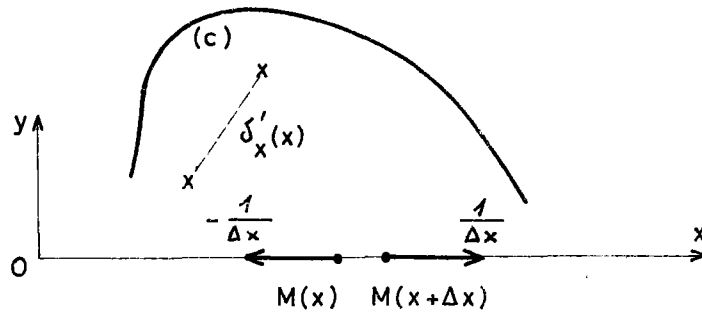
Ainsi, dans le cas envisagé qui nous intéresse présentement, δ_y sera la courbure d'une poutre sous l'influence d'une force verticale, le résidu correspondant aura la valeur $R = 1$

Dans le membre de droite de la relation (1) ci-dessus, le premier terme correspond à l'effet de compression plane, le second à l'effet hyperstatique et le troisième à l'effet isostatique de la précontrainte.

14.3 - Enoncé du théorème fondamental

On peut se demander à quels êtres mécaniques correspondent $\delta'_x(x)$ et $\delta''_y(x)$.

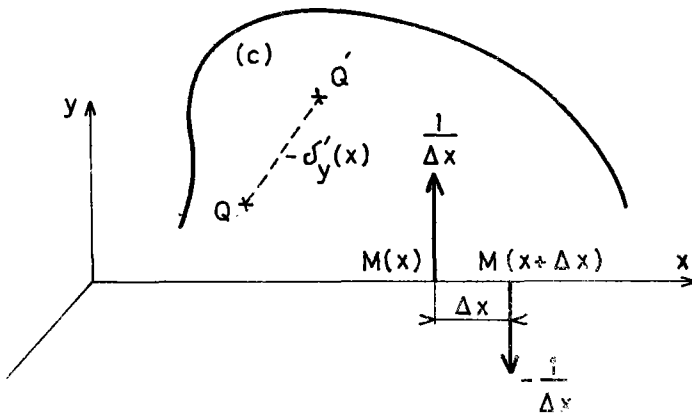
Par définition de la dérivée, $\delta'_x(x)$ représente l'influence d'un système de deux forces égales et opposées lorsque Δx , la distance de leur point d'application, tend vers 0.



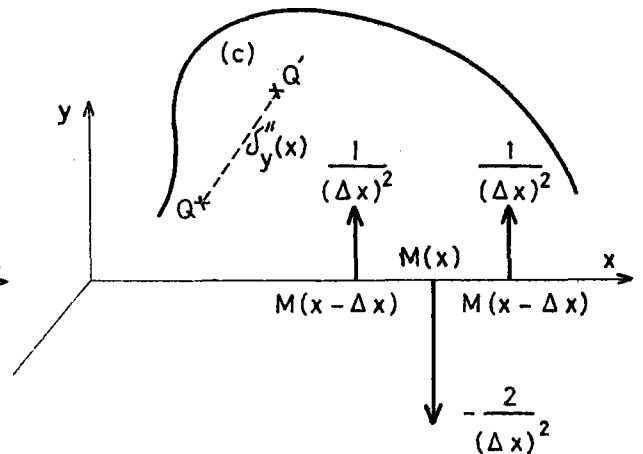
D'après le principe de Saint-Venant, il induit un état de tension qui est nul en dehors de la section où il est appliqué, cette dernière étant en état de traction uniforme. Quant à la déformation qui en résulte, elle équivaut à un écartèlement dans la direction Ox des deux facettes orthogonales à Ox et situées immédiatement à gauche et à droite de $M(x)$. Une distribution unitaire de cet effort appliquée sur l'axe d'une poutre au voisinage de $M(x)$ influence une dilatation de mesure $\frac{1}{ES(x)}$

Pour ce motif, nous l'appellerons "dilatateur"

Un raisonnement analogue nous permet de donner l'interprétation mécanique suivante des efforts qui correspondent aux coefficients d'influence $\delta'_y(x)$ et $\delta''_y(x)$



Représentation de $\delta'_y(x)$



Représentation de $\delta''_y(x)$

En particulier $\delta''_y(x)$ représente l'influence des forces figurées ci-dessus lorsque leur distance d'application Δx tend vers zéro.

Ce système de forces équivaut à zéro. Il induit un état de tension nul en dehors de son point d'application qui est en état de flexion. Quant à la déformation qui en résulte, elle équivaut à une cassure, par rotation mutuelle suivant Oy des facettes qui sont orthogonales à Ox et qui sont immédiatement à gauche et à droite de $M(x)$.

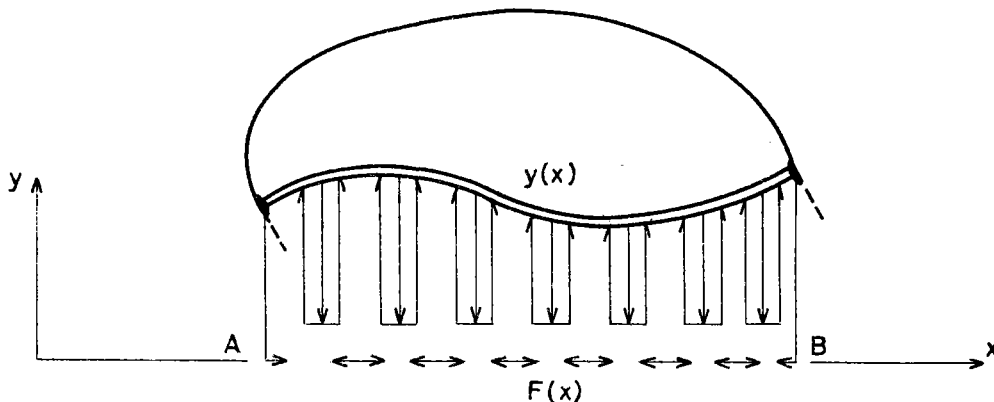
Une distribution unitaire de cet effort appliqué à l'axe moyen d'une poutre au voisinage de $M(x)$ influence dans la section x une courbure verticale de mesure $\frac{1}{EI(x)}$

Pour ce motif nous le désignerons par "courbeur"

Nous sommes en mesure d'énoncer ce théorème général applicable à l'ensemble des corps élastiques :

Si le corps élastique (C) est soumis à l'influence d'un câble de précontrainte qui s'écarte peu de Ox , si le tracé est coplanaire au plan xoy et si $F(x)$ et $E(x)$ représentent respectivement la force de câble et son couple d'excentrement par rapport à Ox , l'influence du câble sur la structure équivaut à l'influence de la distribution des déformateurs suivants appliqués sur Ox :

- une distribution de "dilatateurs" parallèles à x et de mesure $F(x)$.
- une distribution de "courbeurs" parallèles à y et de mesure $E(x)$.



14.4 - Intérêt pratique des considérations théoriques précédentes :

Contrôle de l'influence d'une précontrainte dont la puissance et le tracé sont donnés :

La formule (1) permet de contrôler l'influence d'un système de câbles de précontrainte en se référant directement dans chaque section aux données constructives qui sont les éléments de réduction de la force de précontrainte par rapport à l'intrados et non des données indirectes comme la pente et la courbure du tracé de chacun des câbles.

Optimisation automatique de la puissance et du tracé d'un système d'armatures de précontrainte

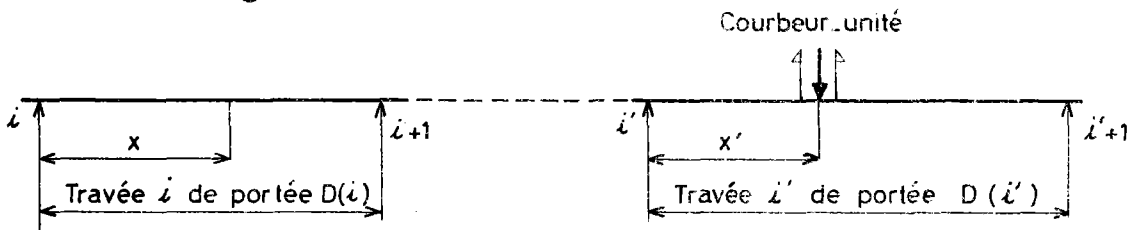
Il est aisé de démontrer que la définition du meilleur système de câbles relève du calcul linéaire et que son calcul effectif peut-être avantageusement exécuté sur ordinateur à l'aide d'un programme linéaire (cf. communication du 29 Mai 1967 au 9ème Congrès de l'Association Scientifique de la Précontrainte)

15 - LIGNES D'INFLUENCE DE PRECONTRAINTE

En pratique, la recherche d'une précontrainte d'un tablier porte sur l'étude de la flexion, des efforts tranchants et des réactions d'appuis. Il ne s'agit dans ce qui suit que de l'influence d'un courbeur-unité.

15.1 - Lignes d'influence de la flexion hyperstatique exercée par une précontrainte

D'après les considérations du paragraphe précédent, l'influence de l'excentrement du tracé équivaut à celle d'un courbeur-unité sur la flexion longitudinale du tablier.



Considérons une poutre soumise à l'influence d'un courbeur-unité en (i', x') .

On démontre que les lignes d'influence des moments hyperstatiques sur les appuis i' et $i'+1$ encadrant la travée i' où s'exerce le courbeur unité ont pour expression :

$$(1) \left\{ \begin{aligned} \mathcal{M}_0(i', i', x) &= \frac{I(i', 0)}{I(i', x)} \cdot \frac{\frac{1}{\varphi'(i')} - \left(1 - \frac{1}{\varphi'(i')}\right) \frac{x'}{D(i')}}{b(i') \left[\frac{1}{\varphi(i') \cdot \varphi'(i')} - 1 \right]} \\ \mathcal{M}_0(i'+1, i', x) &= \frac{I(i'+1, 0)}{I(i', x')} \cdot \frac{\frac{x'}{D(i')} \left(\frac{1}{\varphi(i')} - 1 \right) - 1}{b(i') \left[\frac{1}{\varphi(i') \varphi'(i')} - 1 \right]} \end{aligned} \right.$$

b (constante mécanique), φ et φ' (positions relatives des foyers) sont définis au paragraphe 4 a.

Les moments hyperstatiques sur les autres appuis sont donnés par les formules de récurrence :

$$(2) \begin{cases} \mathcal{M}(i+k, i, x') = -\varphi(i+k-1) \mathcal{M}(i+k-1, i, x') & ; k=1, NT-i' \\ \mathcal{M}(i-k, i, x') = -\varphi(i-k+1) \mathcal{M}(i-k+1, i, x') & ; k=1, i'-2 \end{cases}$$

La ligne d'influence du moment hyperstatique en (x, i) sous l'effet du courbeur-unité en (x', i') a pour expression :

$$(3) \quad \mathcal{M}(i, x, i', x') = \left(1 - \frac{x}{D(i)}\right) \mathcal{M}_0(i, i', x') + \frac{x}{D(i)} \mathcal{M}_0(i+1, i', x')$$

On note que l'expression de l'influence globale de l'excentrement du tracé de la précontrainte est :

$$M(i, x, i', x') = \mathcal{M}_0(i, x, i', x') + \delta(i, x, i', x') E(x)$$

$\delta(i, x, i', x')$ étant la fonction de DIRAC de mesure 1 pour $(i, x) = (i', x')$ et nulle sinon.

15.2 - Lignes d'influence de l'effort tranchant hyperstatique sur appuis et des réactions d'appuis.

Leur expression est donnée en fonction de celle des moments de flexion sur appuis par :

$$(4) \quad T(i, i', x') = \frac{\mathcal{M}_0(i+1, i', x') - \mathcal{M}_0(i, i', x')}{D(i)}$$

$$(5) \quad R(i, i', x') = T(i, i', x') - T(i-1, i', x')$$

On vérifie bien que les différentes sections (x) dans une même travée i ont même ligne d'influence d'effort tranchant.

15.3 - Vérification manuelle d'une précontrainte à l'aide des lignes d'influence des moments hyperstatiques sur appuis, des efforts tranchants et des réactions d'appuis

Le programme donne les lignes d'influence d'un courbeur-unité sur :

- les moments fléchissants hyperstatiques sur appuis,
- les efforts tranchants hyperstatiques par travée,
- les réactions d'appuis.

Les valeurs de ces lignes d'influence sont données dans chaque travée au droit des $NDIV + 1$ sections envisagées pour la définition du tablier.

En vue de faciliter leur exploitation manuelle les valeurs des lignes d'influence sont présentées sur une même colonne.

Soient :

$E(i, k')$: le moment résultant des forces de précontrainte par rapport au centre d'inertie de la section (i, k') ; on l'affecte du signe + lorsque le câble résultant est au-dessus du centre d'inertie.

$L(i, k')$: les valeurs de la ligne d'influence d'un courbeur-unité appliqué en (i, k') . (L désigne aussi bien un moment hyperstatique sur appui, un effort tranchant hyperstatique en travée, une réaction d'appui).

Les effets hyperstatiques de la précontrainte définie par la variable E peuvent être globalement estimés avec une bonne approximation par la relation :

$$\Delta = - \frac{1}{NDIV} \sum_{i'=1}^{NT} D(i') \sum_{k'=1}^{NDIV+1} \mathcal{E}(k') \cdot E(i, k') \cdot L(i, k')$$

dans laquelle :

$$\mathcal{E}(k') = 0,5 \quad \text{si } k' = 1 \quad \text{ou} \quad \text{si } k' = NDIV + 1$$

$$\mathcal{E}(k') = 1 \quad \text{si } 2 \leq k' \leq NDIV$$

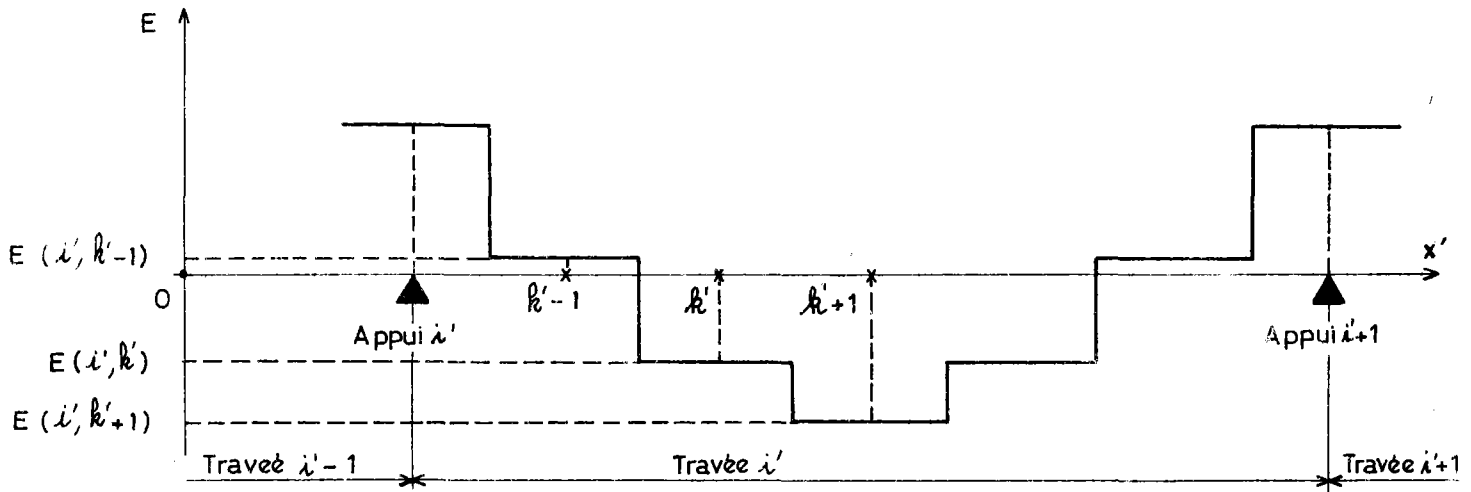
L'effet global d'une précontrainte sur le moment fléchissant de la section (i, x) est :

$$\Delta(i, x) = \left[1 - \frac{x}{D(i)} \right] \Delta(i) + \frac{x}{D(i)} \Delta(i+1) + E(i, x)$$

$\Delta(i)$ et $\Delta(i+1)$ sont les moments hyperstatiques sur les appuis i et $i+1$

$E(i, x)$ est le moment résultant de la précontrainte dans la section x de la travée i .

L'approximation tient essentiellement au fait qu'entre deux sections de calcul on suppose que $E(i', k')$ et $L(i', k')$ sont constants



MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DU LOGEMENT
SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

CALCUL ÉLECTRONIQUE DES STRUCTURES

CALCUL DES EFFORTS DANS LES PONTS-DALLES
D'ÉPAISSEUR CONSTANTE OU VARIABLE,
DROITS OU PEU BIAIS, PLEINS OU ÉLÉGIS,
A TRAVÉES SOLIDAIRES OU INDÉPENDANTES

C. E. D. 66

PIÈCES PILOTES

Organigramme

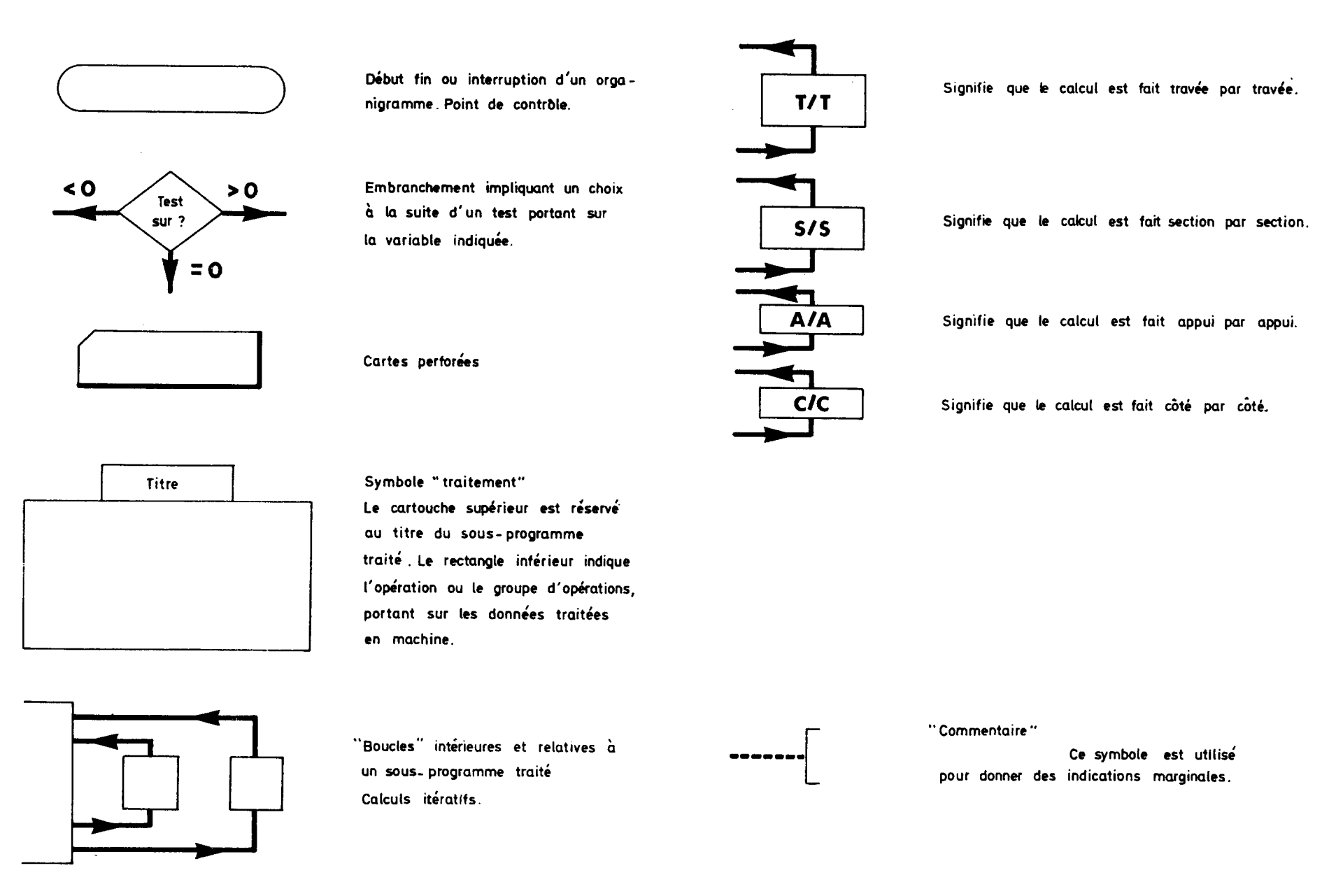
1.7

NOTA: le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA) regroupe depuis le 1-1-1968 le Service Spécial des Autoroutes (SSAR) et plusieurs autres services centraux d'étude dont le SCET. Dans l'attente d'une organisation définitive les ouvrages standardisables relèvent de la DOA B.

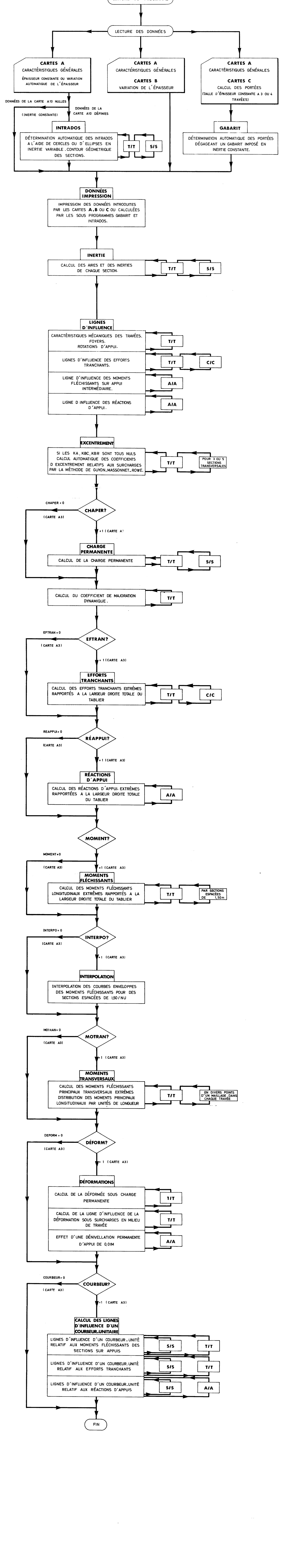
Ce document est propriété de l'administration et ne peut être utilisé ou reproduit même partiellement, sans l'autorisation du Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes ou de son représentant autorisé.	DIVISION DES OUVRAGES D'ART B B.P. 235 - Orly Aérogare (Seine) Tél: 587 51.41		DIRECTEUR DU SERVICE 38, rue Liancourt PARIS 14 ^e - Tél: 734.37.74
	R. ALBAS Ingénieur des T P E Gestionnaire	G. MONNERET Ingénieur en Chef	M. HUET Ingénieur en Chef
	J.C. LERAY Ingénieur des P et Ch	H. MATHIEU Ingénieur en Chef Chef de la Division	ÉDITION MARS 66 RÉIMPRESSION MARS 69

ORGANIGRAMME DU CALCUL DES EFFORTS DANS LES PONTS - DALLES PAR LE PROGRAMME C E D

I DEFINITION DES SYMBOLES



II REPRÉSENTATION DE L'ORGANIGRAMME



MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DU LOGEMENT
SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

CALCUL ÉLECTRONIQUE DES STRUCTURES

CALCUL DES EFFORTS DANS LES PONTS-DALLES
D'ÉPAISSEUR CONSTANTE OU VARIABLE,
DROITS OU PEU BIAIS, PLEINS OU ÉLÉGIS,
A TRAVÉES SOLIDAIRES OU INDÉPENDANTES

C. E. D. 66

PIÈCES PILOTES

Ferraillage des dalles

1.8

NOTA: le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA) regroupe depuis le 1-1-1968 le Service Spécial des Autoroutes (SSAR) et plusieurs autres services centraux d'étude dont le SCET. Dans l'attente d'une organisation définitive les ouvrages standardisables relèvent de la DOA B.

Ce document est propriété de l'administration et ne peut être utilisé ou reproduit même

partiellement, sans l'autorisation du Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes ou de son représentant autorisé.

DIVISION DES OUVRAGES D'ART B
B.P. 235 - Orly Aérogare (Seine)
Tél: 587 51.41

DIRECTEUR DU SERVICE
38, rue Liancourt
PARIS 14^e - Tél: 734.37.74

R. ALBAS
Ingénieur des T P E
Gestionnaire

G. MONNERET
Ingénieur en Chef

M. HUET
Ingénieur en Chef

J.C. LERAY
Ingénieur des Pet Ch

H. MATHIEU
Ingénieur en Chef
Chef de la Division

ÉDITION MARS 66
RÉIMPRESSION MARS 69

FERRAILLAGE DES DALLES ARMEES DANS DEUX DIRECTIONS

S O M M A I R E

- 1 - Notations.

- 2 - Etat de contrainte des armatures et du béton de la face tendue avant fissuration.

- 3 - Etat de contrainte des armatures et du béton de la face tendue après fissuration.

- 4 - Utilisation des formules pour le dimensionnement des armatures.

- 5 - Formulaire et schémas de mise en oeuvre des systèmes d'armatures courants.

- 6 - Application numérique.

On se propose d'analyser le fonctionnement mécanique du béton associé à une double nappe d'armatures adhérentes.

Cette étude nous amènera à formuler des règles de dimensionnement pour les armatures et à circonscrire le domaine d'application usuel des différents systèmes de nappes envisageables dans les ponts-dalles biaisés.

Nous tenons à préciser que les résultats sont corroborés par les essais à la rupture par flexion des plaques armées (BAUS et TOLACCIA - calcul à la rupture des dalles en béton armé - Annales de l'I.T.B.T.P. - Septembre 1963) et confirmés par les travaux de M. KUYT (Béton und Stahlbetonbau - Juillet 1964).

1 - Notations.

Nos conventions seront les suivantes (cf. fig 1)

- h : épaisseur de la plaque
- P : est un point de la plaque
- P_x : direction des bords libres
- (M) : tenseur des moments appliqués par unité de longueur
- M_x et M_y moments principaux par unité de longueur de facette au point P

ψ est le biais de M_x avec la direction P_y perpendiculaire aux bords libres, orientés de manière qu'on passe de P_x à P_y par une rotation de - 100 grades, c'est-à-dire de 100 grades dans le sens des aiguilles d'une montre.

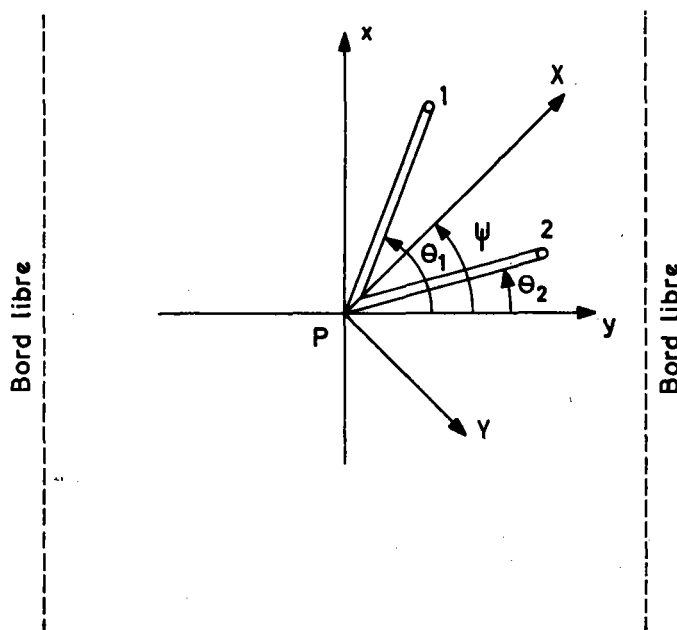


Figure 1

M_1 et M_2 : moments résistants respectifs des deux nappes par unité de longueur de facette au point P.

θ_1 et θ_2 : directions respectives des nappes par rapport à Oy .

(M_a) : tenseur des moments résistants par unité de longueur des deux nappes d'armatures.

$(M_1$ et $M_2)$: tenseurs flexion simple exercés par la traction des armatures des nappes 1 et 2.

M_t : moments principaux unitaires correspondant aux contraintes de torsion sur la face tendue du béton en phase non fissurée.

(M_t) : tenseur torsion simple correspondant aux contraintes sur la face tendue du béton en phase non fissurée.

M_b : moment principal de flexion correspondant aux contraintes de compression sur la face tendue du béton en phase fissurée.

(M_b) : tenseur flexion simple correspondant aux contraintes de compression de la face tendue du béton en phase fissurée.

L'étude sera menée en supposant que M_x et M_y sont de même signe. On aboutira à des formules de dimensionnement qui pourront être employées dans le cas où M_x et M_y sont de signes inverses en supposant nul le moment principal correspondant à une compression de la face armée.

Ceci bien entendu n'est qu'une approximation dans le sens de la sécurité et qui sera généralement suffisante.

2 - Etat de contrainte des armatures et du béton de la face tendue avant fissuration.

2.1 - Hypothèses

Les efforts internes s'exerçant dans la partie tendue de la plaque sont représentés par un tenseur (M) , lequel dépend de 3 paramètres. Or, les efforts résistants des armatures seules, leurs directions étant supposées fixées de façon quelconque, dépendent de 2 paramètres : (M_1) et (M_2) . Dans le cas général où les directions principales du tenseur efforts internes ne correspondent pas avec les directions des armatures, ces dernières ne peuvent à elles seules, équilibrer la totalité des efforts internes de la partie tendue.

L'équilibre statique exige donc une participation du béton sous forme d'un tenseur effort (M_b) lequel dépend de 3 paramètres.

Nous déterminerons les 5 paramètres de (M_b) , (M_1) , et (M_2) :

1) en écrivant l'équilibre entre (M) d'une part et $(M_1) + (M_2) + (M_b)$ d'autre part (3 équations).

2) en postulant que le béton de la face tendue est avant fissuration dans un état de cisaillement simple - cf fig. 2 - (une équation) - ce qui implique que tout se passe comme si les contraintes dans le béton étaient indépendantes des contraintes dans les armatures.

3) en postulant que l'énergie potentielle du béton tendu est minimum jusqu'à ce que la fissuration se produise (une équation).

Les deux dernières de ces hypothèses, qui n'ont rien d'évident, s'avèrent à posteriori justifiées par les résultats d'expérience, de même que l'expérience justifie d'étudier la résistance de l'âme d'une poutre au cisaillement, en faisant abstraction de la contrainte de flexion.

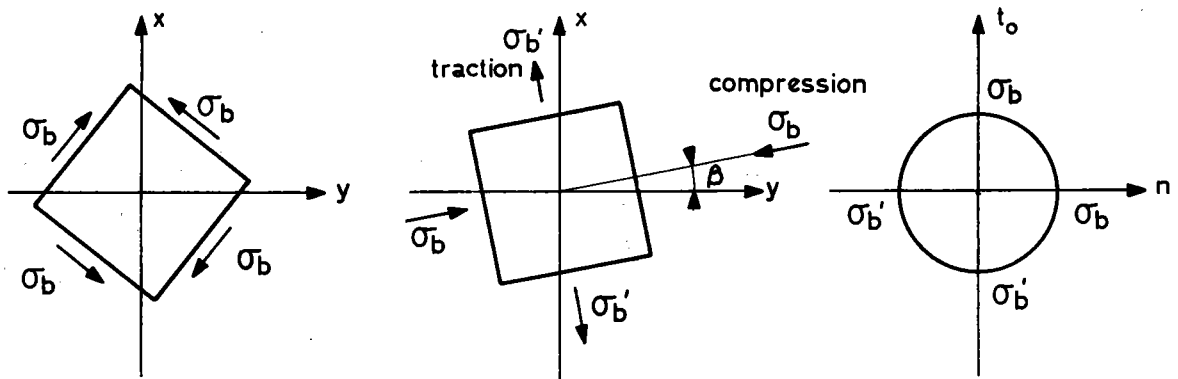


Figure 2 : Etat de contrainte du béton de la face tendue.

Désignons par :

$(\beta + \frac{\pi}{4} + k \frac{\pi}{2})$ les deux directions des facettes soumises à un cisaillement pur, β étant la direction de la compression correspondante.

M_t le moment unitaire de torsion simple de ces contraintes de cisaillement simple de sorte qu'entre contrainte extrême et moment nous avons la relation :

$$\sigma_b = \sigma_b' = \frac{6 M_t}{h^2}$$

2.2 - Expression des moments exercés par les armatures et le béton de la face tendue avant fissuration de ce dernier.

Ecrivons qu'il y a équilibre entre :

- d'une part (M) le tenseur des moments appliqués ,
- d'autre part (M₁) et (M₂) les tenseurs des moments des aciers et (M_t) le tenseur des moments du béton.

$$\left\{ \begin{array}{l} M_x \cos^2 \psi + M_y \sin^2 \psi = M_1 \cos^2 \theta_1 + M_2 \cos^2 \theta_2 + M_t \cos 2\beta \\ M_x \sin^2 \psi + M_y \cos^2 \psi = M_1 \sin^2 \theta_1 + M_2 \sin^2 \theta_2 - M_t \cos 2\beta \\ (M_x - M_y) \sin \psi \cos \psi = M_1 \sin \theta_1 \cos \theta_1 + M_2 \sin \theta_2 \cos \theta_2 + M_t \sin 2\beta \end{array} \right.$$

Ecrivons d'autre part que M_t est minimum. Il en résulte, tous les calculs faits, que :

Si $M_x M_y < 0$, on a M_x ou $M_y = 0$

$$\beta = \frac{1}{2} (\theta_1 + \theta_2)$$

$$M_t = M_x \sin(\psi - \theta_1) \sin(\psi - \theta_2) + M_y \cos(\psi - \theta_1) \cos(\psi - \theta_2)$$

(1)

$$M_1 = \frac{1}{\sin(\theta_1 - \theta_2)} \left\{ M_x \sin(\psi - \theta_2) \cos(\psi - \theta_1) - M_y \sin(\psi - \theta_1) \cos(\psi - \theta_2) \right\}$$

$$M_2 = \frac{1}{\sin(\theta_1 - \theta_2)} \left\{ M_y \sin(\psi - \theta_2) \cos(\psi - \theta_1) - M_x \sin(\psi - \theta_1) \cos(\psi - \theta_2) \right\}$$

Nous observons l'égalité fondamentale :

$$M_1 + M_2 = M_x + M_y$$

Ainsi quelles que soient les directions θ_1 et θ_2 la dépense d'acier est constante et égale au minimum. Ceci, bien entendu ne vaut que dans la mesure où le béton est en mesure de répondre à la sollicitation (M_t).

Mais, par défaut de résistance à la traction, le béton est amené à se fissurer dans la direction β , qui est perpendiculaire à la traction pure. La distribution des contraintes est alors modifiée, ce qui conduit à une étude nouvelle du fait que les hypothèses de départ sur le comportement du béton ne sont plus valables.

3 - Etat de contrainte des armatures et du béton de la face tendue après fissuration de ce dernier.

3.1 - Hypothèses.

Après fissuration, le béton de la face tendue est composé de bielles travaillant à la compression simple et inclinées soit à $\beta = \frac{\theta_1 + \theta_2}{2}$ soit à $\beta = \frac{\theta_1 + \theta_2}{2} + \frac{\pi}{2}$ suivant que dans les formules (1) M_t a un signe négatif ou positif. Nous retrouvons le schéma mécanique d'une poutre de béton travaillant à l'effort tranchant avec armatures de flexion et étriers (cf figure 3).

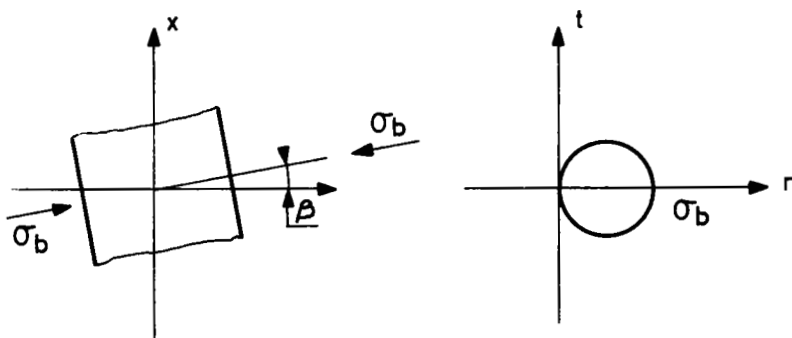


Figure n° 3

3.2 - Expression des moments exercés par les armatures et le béton de la face tendue après fissuration de ce dernier.

Ecrivons qu'il y a équilibre entre :

- d'une part (M) le tenseur des moments appliqués;
- d'autre part (M_1) et (M_2), les tenseurs des moments exercés par les armatures des nappes 1 et 2 et (M_b) le tenseur de flexion pure du béton.

Nous retiendrons la valeur de β pour laquelle M_b obtenu est > 0

$$\left\{ \begin{array}{l} M_x \cos^2 \psi + M_y \sin^2 \psi = M_1 \cos^2 \theta_1 + M_2 \cos^2 \theta_2 - M_b \sin^2 \beta \\ M_x \sin^2 \psi + M_y \cos^2 \psi = M_1 \sin^2 \theta_1 + M_2 \sin^2 \theta_2 - M_b \cos^2 \beta \\ (M_x - M_y) \sin \psi \cos \psi = M_1 \sin \theta_1 \cos \theta_1 + M_2 \sin \theta_2 \cos \theta_2 + M_b \sin \beta \cos \beta \end{array} \right.$$

3.2.1. Si $\frac{M_t}{M_x} > 0$

On prendra alors dans le système précédent $\beta = \frac{\theta_1 + \theta_2}{2} + \frac{\pi}{2}$

La résolution du problème par rapport à M_1 , M_2 et M_b donne :

Si $M_x M_y < 0$ ou si M_x ou $M_y = 0$

$$M_1 = \frac{M_x \sin(\psi - \frac{\theta_1 + \theta_2}{2}) \sin(\psi - \theta_2) + M_y \cos(\psi - \frac{\theta_1 + \theta_2}{2}) \cos(\psi - \theta_2)}{\sin(\theta_1 - \theta_2) \sin(\frac{\theta_1 - \theta_2}{2})}$$

$$M_2 = \frac{M_x \sin(\psi - \frac{\theta_1 + \theta_2}{2}) \sin(\psi - \theta_1) + M_y \cos(\psi - \frac{\theta_1 + \theta_2}{2}) \cos(\psi - \theta_1)}{\sin(\theta_1 - \theta_2) \sin(\frac{\theta_1 - \theta_2}{2})}$$

$$M_b = \frac{M_t}{\sin^2(\frac{\theta_1 - \theta_2}{2})}$$

(2a)

La dépense d'acier est proportionnelle à :

$$M_1 + M_2 = \frac{M_x \sin^2(\psi - \frac{\theta_1 + \theta_2}{2}) + M_y \cos^2(\psi - \frac{\theta_1 + \theta_2}{2})}{\sin^2(\frac{\theta_1 - \theta_2}{2})}$$

Le rapprochement de ce nouvel état de contrainte avec l'état de contrainte avant fissuration fait apparaître les propriétés remarquables ci-après

$$M_b = \frac{M_t}{\sin^2\left(\frac{\theta_1 - \theta_2}{2}\right)}$$

(3) M_1 après fissuration = M_1 avant fissuration + $\frac{M_b}{2}$

M_2 après fissuration = M_2 avant fissuration + $\frac{M_b}{2}$

$(M_1 + M_2)$ après fissuration = $M_x + M_y + M_b$

3.2.2. - Si $\frac{M_t}{M_x} < 0$

On prendra dans le système précédent : $\beta = \frac{\theta_1 + \theta_2}{2}$. La résolution du système par rapport à M_1 , M_2 et M_b donne :

Si $M_x M_y < 0$ ou si M_x ou $M_y = 0$

$$M_1 = \frac{M_x \cos\left(\psi - \frac{\theta_1 + \theta_2}{2}\right) \sin(\psi - \theta_2) - M_y \sin\left(\psi - \frac{\theta_1 + \theta_2}{2}\right) \cos(\psi - \theta_2)}{\sin(\theta_1 - \theta_2) \cos\left(\frac{\theta_1 - \theta_2}{2}\right)}$$

(2b) $M_2 = \frac{-M_x \cos\left(\psi - \frac{\theta_1 + \theta_2}{2}\right) \sin(\psi - \theta_1) + M_y \sin\left(\psi - \frac{\theta_1 + \theta_2}{2}\right) \cos(\psi - \theta_1)}{\sin(\theta_1 - \theta_2) \cos\left(\frac{\theta_1 - \theta_2}{2}\right)}$

$$M_b = -\frac{M_t}{\cos^2\left(\frac{\theta_1 - \theta_2}{2}\right)}$$

La dépense d'acier est proportionnelle à :

$$M_1 + M_2 = \frac{M_x \cos^2\left(\psi - \frac{\theta_1 + \theta_2}{2}\right) + M_y \sin^2\left(\psi - \frac{\theta_1 + \theta_2}{2}\right)}{\cos^2\left(\frac{\theta_1 - \theta_2}{2}\right)}$$

$M_b = -\frac{M_t}{\cos^2(\frac{\theta_1 - \theta_2}{2})}$ Les formules (3) subsistent avec la seule différence qu'alors Dans l'un et l'autre cas 3.2 la dépense d'acier est accrue par rapport au cas 2.2 puisque les armatures doivent équilibrer la section fissurée jouant ainsi le rôle de coutures de torsion.

L'égalité que l'on constate alors : $M_1 + M_2 = M_x + M_y + M_b$, au lieu de $M_1 + M_2 = M_x + M_y$ avant fissuration, fait apparaître que le supplément est exactement égal à M_b .

4 - Interprétation des formules (1) (2a) (2b) et (3) et utilisation pour le dimensionnement des armatures.

L'examen des formules (3) fait apparaître que la répartition des efforts après fissuration s'obtient immédiatement et de manière extrêmement simple à partir des efforts avant fissuration.

Il fait apparaître que les moments après fissuration sont la somme de deux termes, dont le premier est égal au moment avant fissuration lorsque le béton transmet des contraintes de cisaillement, et le second représente l'effet de couture, c'est-à-dire, supplément introduit par l'annulation des tractions dans le béton.

Le Règlement de béton armé n'admet pas que l'on compte directement sur une aptitude du béton à supporter des contraintes de traction, ce qui exclut l'application pure et simple des formules (1). D'ailleurs, dans le passé, tout dimensionnement d'armatures non orienté suivant les directions des moments principaux a toujours comporté un renforcement, alors que les formules (1) impliquent au contraire une dépense totale d'acier constante du fait de l'égalité $M_1 + M_2 = M_x + M_y$.

En revanche il admet que l'on compte indirectement sur une participation du béton tendu à la résistance de l'ensemble, en relevant les contraintes admissibles dans les armatures de couture (cf. article 19 § 1) ou en ne cumulant pas les contraintes dues à l'effet de couture et à d'autres effets (cf. article 19 § 2).

Dans le cas d'espèce, nous sommes d'avis d'opter pour la méthode du paragraphe 1 qui est la plus prudente : en effet celle du paragraphe 2 s'applique seulement à deux effets de natures différentes correspondant à deux cas de charge différent, alors qu'en principe c'est sous un cas de charge unique que M_x , M_y et M_b pourront être maximaux.

Nous admettons enfin que l'effet de couture peut à la limite être équilibré par des armatures travaillant à la limite élastique σ'_{en} , que cette contrainte admissible décroît jusqu'à $2/3 \sigma'_{en}$ lorsque la contrainte de cisaillement vient à atteindre σ'_{28} , et qu'au delà elle reste constante.

En conséquence, nous pensons que jusqu'à ce que des études plus poussées soient effectuées, le dimensionnement peut être basé sur la méthode suivante :

4.1 - On calculera sous sollicitations pondérées le moment M_t par les formules (1) et on en déduira la contrainte de cisaillement :

$$\sigma'_t = \frac{6}{h^2} M_t$$

4.2 - On déterminera ensuite les sections d'armatures de chaque nappe en les calculant sous sollicitations pondérées avec $\rho'_a = 2/3$, à partir des moments ci-après :

- si $\sigma'_t < \sigma'_{28}$ et en l'absence de reprise de bétonnage :

$$M_1 = M_1 \text{ avant fissuration} + \frac{M_b}{3 \frac{\sigma'_t}{\sigma'_{28}}}$$

$$M_2 = M_2 \text{ avant fissuration} + \frac{M_b}{3 \frac{\sigma'_t}{\sigma'_{28}}}$$

- si $\sigma'_t > \sigma'_{28}$ ou s'il y a une reprise de bétonnage dans la partie de dalle considérée: $M_1 = M_1 \text{ avant fissuration} + \frac{M_b}{2}$

$$M_2 = M_2 \text{ avant fissuration} + \frac{M_b}{2}$$

Dans ces formules, M_b est l'expression soit $\frac{M_t}{\sin^2(\frac{\theta_1 - \theta_2}{2})}$, soit $\frac{-M_t}{\cos^2(\frac{\theta_1 - \theta_2}{2})}$

qui est de même signe que M_x .

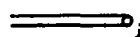


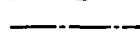


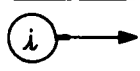
5 - Formulaire et schémas de mise en oeuvre des systèmes d'armatures courants

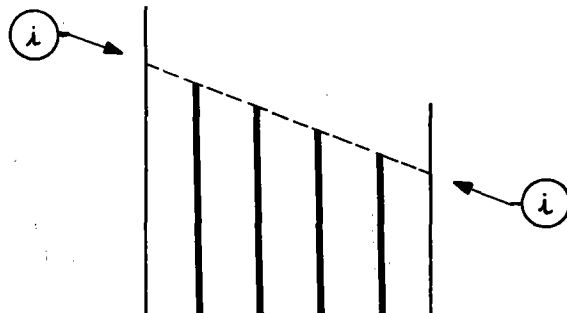
5.1 - Notations et légende

Notations

- Px : parallèle aux bords libres
- Py : perpendiculaire aux bords libres, déduite de Px par une rotation de - 100 grades (100 grades dans le sens des aiguilles d'une montre)
- φ : angle des lignes d'appui par rapport à Px, biais géométrique ; cet angle est supérieur ou inférieur à 100 grades suivant le sens du biais. Quand il est inférieur à 100 grades, il se confond avec l'angle habituellement utilisé pour désigner le biais ; quand il est supérieur à 100 grades, il représente le supplément de l'angle usuel.
- ψ : angle du biais mécanique par rapport à Py
- θ_i : angle de la nappe n° i par rapport à Py

Légende

-  : Direction de la nappe n° i
-  : bord de la dalle
-  : coupure de la dalle
-  : ligne d'appuis
-  : armature principale
-  : armature porte-étrier
-  : ligne d'arrêt de la nappe n° i leur dénombrement allant de l'intrados à l'extrados.



Nota

Par souci de clarté, les armatures autres que les armatures principales ou porte-étriers n'ont pas été représentées.

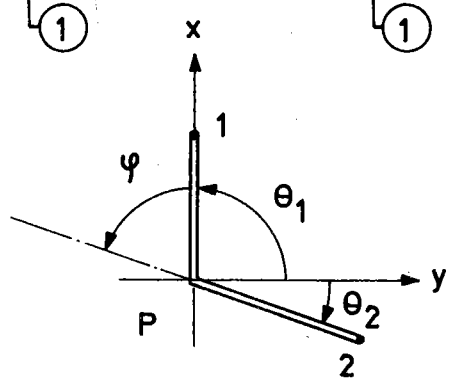
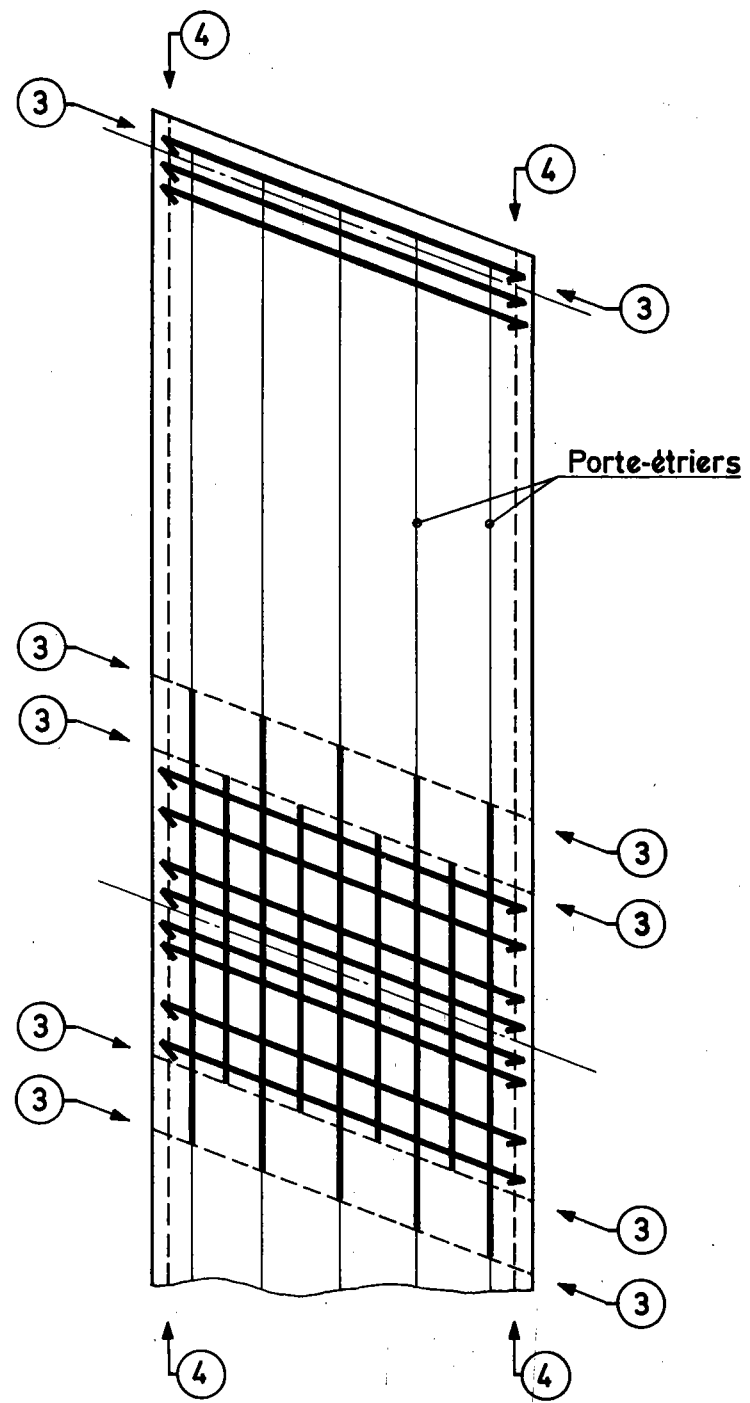
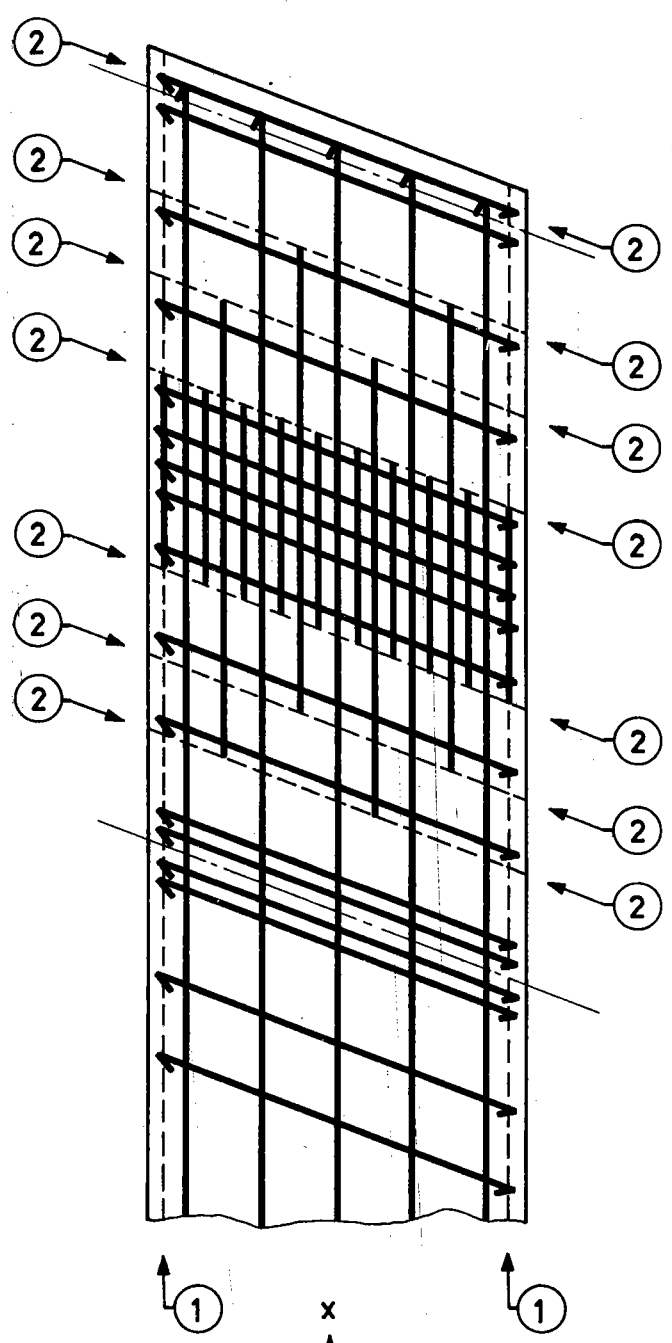
	SYSTÈME PARALLÈLE	SYSTÈME DROIT - DROIT	SYSTÈME ANTI - PARALLÈLE	SYSTÈME BIAIS - DROIT	SYSTÈME DROIT - BIAIS		
θ_1	$\frac{\pi}{2}$	$\frac{\pi}{2}$	$\frac{\pi}{2}$	ψ	$\frac{\pi}{2}$		
θ_2	$\varphi - \frac{\pi}{2}$	0	$\frac{\pi}{2} - \varphi$	$\psi - \frac{\pi}{2}$	$\text{Arc tg} \left[\frac{(M_x - M_y) \sin \psi \cos \psi}{M_x \cos^2 \psi + M_y \sin^2 \psi} \right]$		
AVANT FISSURATION	M_t	$-M_x \cos \psi \cos(\psi - \varphi) - M_y \sin \psi \sin(\psi - \varphi)$	$(M_y - M_x) \sin \psi \cos \psi$	$M_x \cos \psi \cos(\psi + \varphi) + M_y \sin \psi \sin(\psi + \varphi)$	0	0	
	M_1	$\frac{1}{\sin \psi} [M_x \sin \psi \cos(\psi - \varphi) - M_y \cos \psi \sin(\psi - \varphi)]$	$M_x \sin^2 \psi + M_y \cos^2 \psi$	$\frac{1}{\sin \psi} [M_y \cos \psi \sin(\psi + \varphi) - M_x \sin \psi \cos(\psi + \varphi)]$	M_x	$\frac{M_x M_y}{M_x \cos^2 \psi + M_y \sin^2 \psi}$	
	M_2	$\frac{1}{\sin \psi} [M_y \sin \psi \cos(\psi - \varphi) - M_x \cos \psi \sin(\psi - \varphi)]$	$M_x \cos^2 \psi + M_y \sin^2 \psi$	$\frac{1}{\sin \psi} [M_x \cos \psi \sin(\psi + \varphi) - M_y \sin \psi \cos(\psi + \varphi)]$	M_y	$\frac{M_x^2 \cos^2 \psi + M_y^2 \sin^2 \psi}{M_x \cos^2 \psi + M_y \sin^2 \psi}$	
	$M_1 + M_2$	$M_x + M_y$	$M_x + M_y$	$M_x + M_y$	$M_x + M_y$	$M_x + M_y$	
$\frac{M_t}{M_x} < 0$ APRÈS FISSURATION	M_t	$-M_x \cos \psi \cos(\psi - \varphi) - M_y \sin \psi \sin(\psi - \varphi)$	$(M_y - M_x) \sin \psi \cos \psi$	$M_x \cos \psi \cos(\psi + \varphi) + M_y \sin \psi \sin(\psi + \varphi)$	BÉTON NON FISSURÉ	BÉTON NON FISSURÉ	
	M_b	$\frac{M_x \cos \psi \cos(\psi - \varphi) - M_y \sin \psi \sin(\psi - \varphi)}{\sin^2 \frac{\psi}{2}}$	$2(M_x - M_y) \sin \psi \cos \psi$	$\frac{-M_x \cos \psi \cos(\psi + \varphi) - M_y \sin \psi \sin(\psi + \varphi)}{\cos^2 \frac{\psi}{2}}$			
	M_1	$\frac{M_x \cos(\psi - \varphi) \cos(\psi - \frac{\varphi}{2}) + M_y \sin(\psi - \varphi) \sin(\psi - \frac{\varphi}{2})}{\sin \psi \sin \frac{\psi}{2}}$	$M_x \sin \psi (\sin \psi + \cos \psi) + M_y \cos \psi (\cos \psi - \sin \psi)$	$\frac{-M_x \cos(\psi + \varphi) \sin(\psi + \frac{\varphi}{2}) + M_y \sin(\psi + \varphi) \cos(\psi + \frac{\varphi}{2})}{\sin \psi \cos \frac{\psi}{2}}$			
	M_2	$\frac{M_x \cos \psi \cos(\psi - \frac{\varphi}{2}) + M_y \sin \psi \sin(\psi - \frac{\varphi}{2})}{\sin \psi \sin \frac{\psi}{2}}$	$M_x \cos \psi (\sin \psi + \cos \psi) + M_y \sin \psi (\sin \psi - \cos \psi)$	$\frac{M_x \cos \psi \sin(\psi + \frac{\varphi}{2}) - M_y \sin \psi \cos(\psi + \frac{\varphi}{2})}{\sin \psi \cos \frac{\psi}{2}}$			
	$M_1 + M_2$	$\frac{M_x \cos^2(\psi - \frac{\varphi}{2}) + M_y \sin^2(\psi - \frac{\varphi}{2})}{\sin^2 \frac{\psi}{2}}$	$M_x + M_y + 2(M_x - M_y) \sin \psi \cos \psi$	$\frac{M_x \sin^2(\psi + \frac{\varphi}{2}) + M_y \cos^2(\psi + \frac{\varphi}{2})}{\cos^2 \frac{\psi}{2}}$			
$\frac{M_t}{M_x} > 0$ APRÈS FISSURATION	M_t	$-M_x \cos \psi \cos(\psi - \varphi) - M_y \sin \psi \sin(\psi - \varphi)$	M_t étant toujours < 0 Seules les formules ci-dessus sont valables	$M_x \cos \psi \cos(\psi + \varphi) + M_y \sin \psi \sin(\psi + \varphi)$	BÉTON NON FISSURÉ	BÉTON NON FISSURÉ	
	M_b	$\frac{-M_x \cos \psi \cos(\psi - \varphi) - M_y \sin \psi \sin(\psi - \varphi)}{\cos^2 \frac{\psi}{2}}$		$\frac{M_x \cos \psi \cos(\psi + \varphi) + M_y \sin \psi \sin(\psi + \varphi)}{\sin^2 \frac{\psi}{2}}$			
	M_1	$\frac{M_x \cos(\psi - \varphi) \sin(\psi - \frac{\varphi}{2}) - M_y \sin(\psi - \varphi) \cos(\psi - \frac{\varphi}{2})}{\sin \psi \cos \frac{\psi}{2}}$		$M_x \cos(\psi + \varphi) \cos(\psi + \frac{\varphi}{2}) + M_y \sin(\psi + \varphi) \sin(\psi + \frac{\varphi}{2})$			$\frac{M_x \cos \psi \cos(\psi + \frac{\varphi}{2}) + M_y \sin \psi \sin(\psi + \frac{\varphi}{2})}{\sin \psi \sin \frac{\psi}{2}}$
	M_2	$\frac{M_x \sin(\psi - \frac{\varphi}{2}) \sin(\psi - \frac{\pi}{2}) + M_y \cos(\psi - \frac{\varphi}{2}) \cos(\psi - \frac{\pi}{2})}{\sin \psi \cos \frac{\psi}{2}}$		$M_x \cos \psi \cos(\psi + \frac{\varphi}{2}) + M_y \sin \psi \sin(\psi + \frac{\varphi}{2})$			$\frac{M_x \cos \psi \cos(\psi + \frac{\varphi}{2}) + M_y \sin \psi \sin(\psi + \frac{\varphi}{2})}{\sin \psi \sin \frac{\psi}{2}}$
	$M_1 + M_2$	$\frac{M_x \sin^2(\psi - \frac{\varphi}{2}) + M_y \cos^2(\psi - \frac{\varphi}{2})}{\cos^2 \frac{\psi}{2}}$		$M_x \cos^2(\psi + \frac{\varphi}{2}) + M_y \sin^2(\psi + \frac{\varphi}{2})$			$\frac{M_x \cos^2(\psi + \frac{\varphi}{2}) + M_y \sin^2(\psi + \frac{\varphi}{2})}{\sin^2 \frac{\psi}{2}}$

SYSTÈME PARALLÈLE

$$\theta_1 = \frac{\pi}{2} ; \theta_2 = \varphi - \frac{\pi}{2}$$

ARMATURES INFÉRIEURES

ARMATURES SUPÉRIEURES

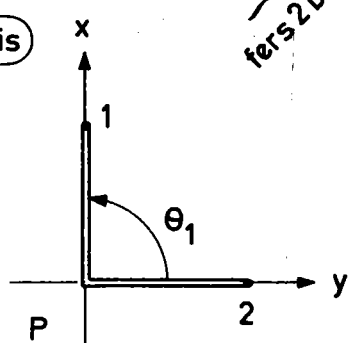
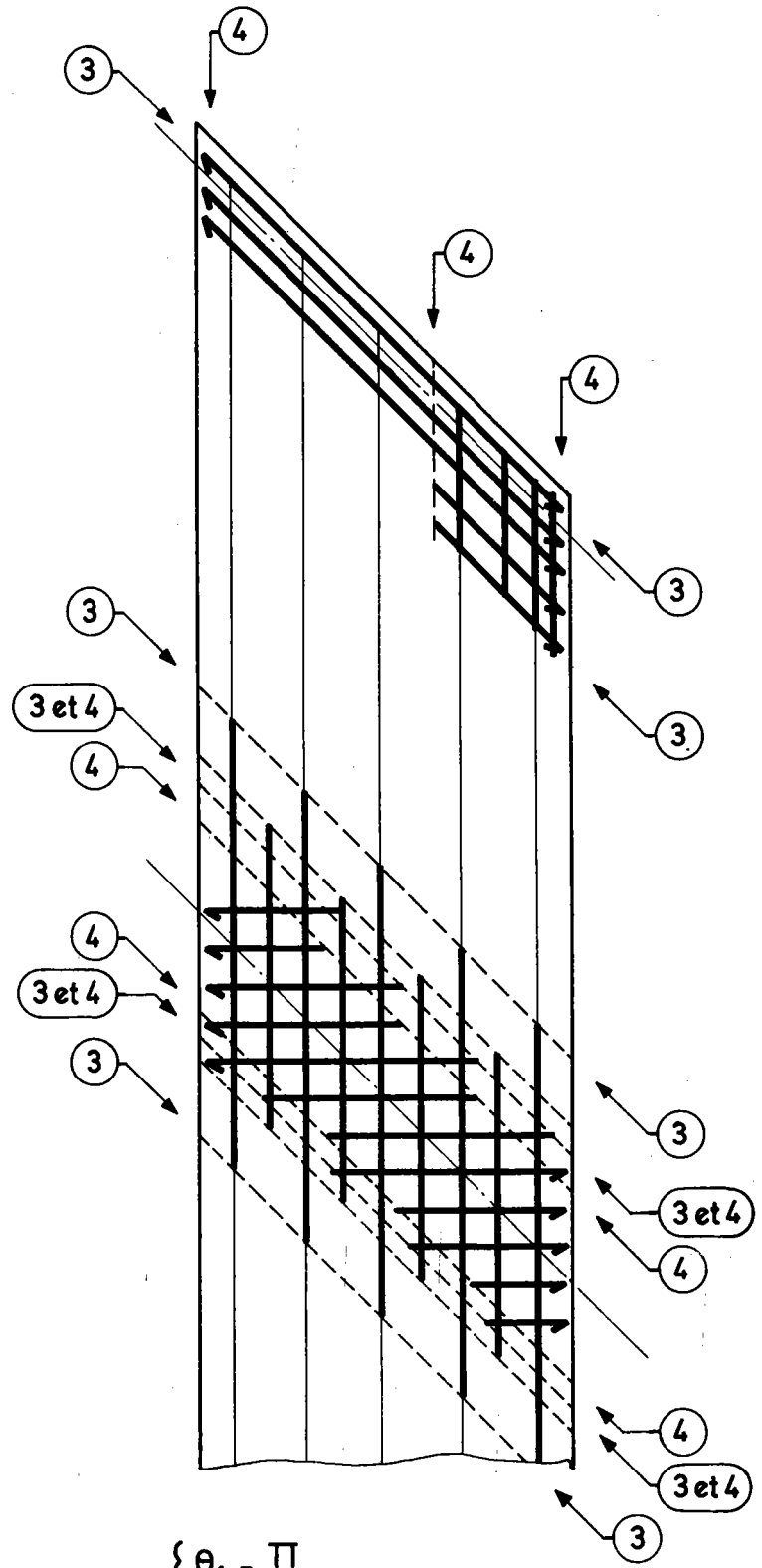
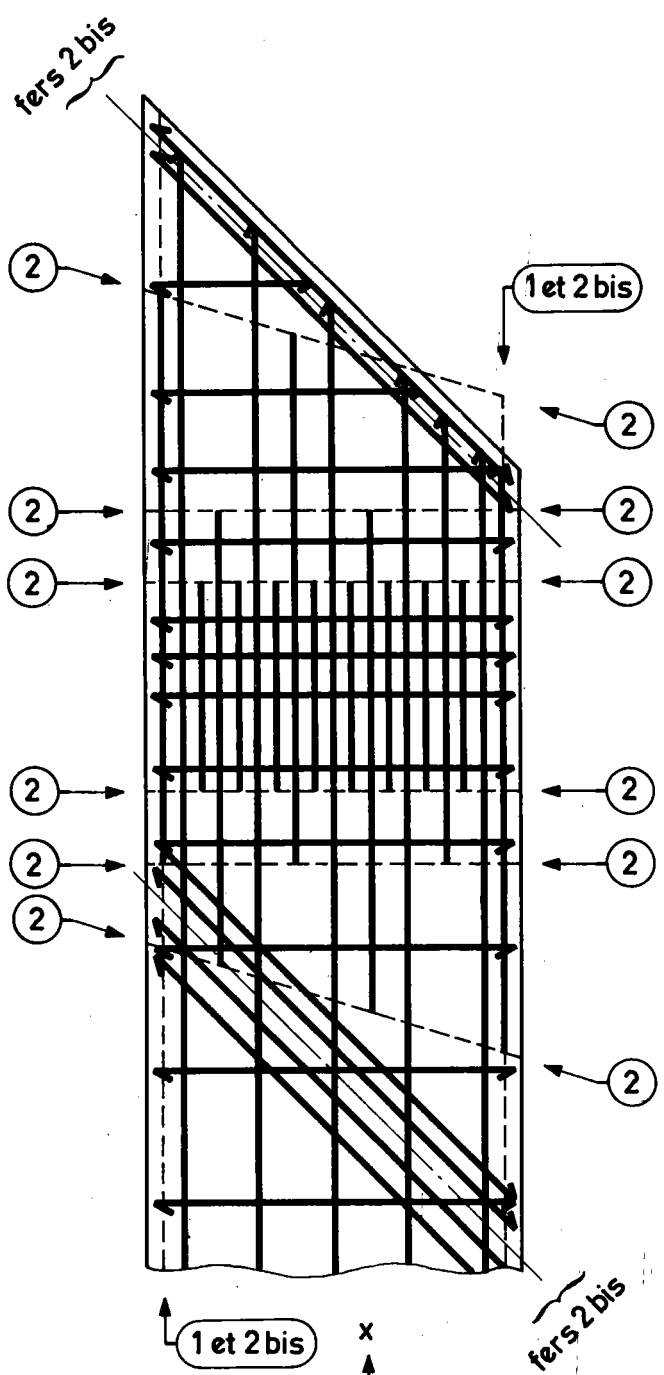


$$\begin{cases} \theta_1 = \frac{\pi}{2} \\ \theta_2 = \varphi - \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

SYSTÈME DROIT-DROIT
 $\theta_1 = \frac{\pi}{2}$; $\theta_2 = 0$

ARMATURES INFÉRIEURES

ARMATURES SUPÉRIEURES



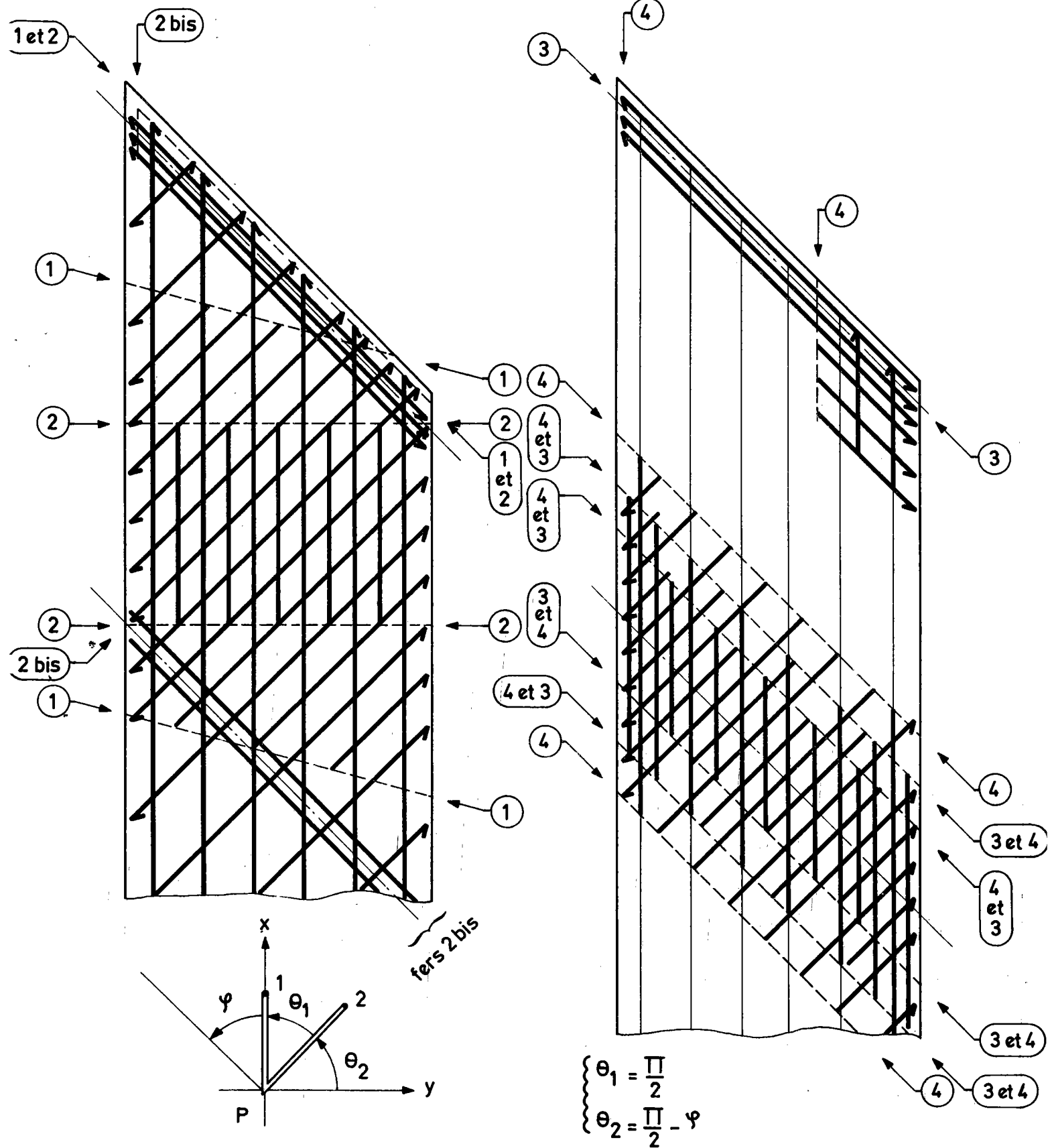
$\theta_1 = \frac{\pi}{2}$
 $\theta_2 = 0$

SYSTÈME ANTI - PARALLÈLE

$$\theta_1 = \frac{\pi}{2} \quad ; \quad \theta_2 = \frac{\pi}{2} - \varphi$$

ARMATURES INFÉRIEURES

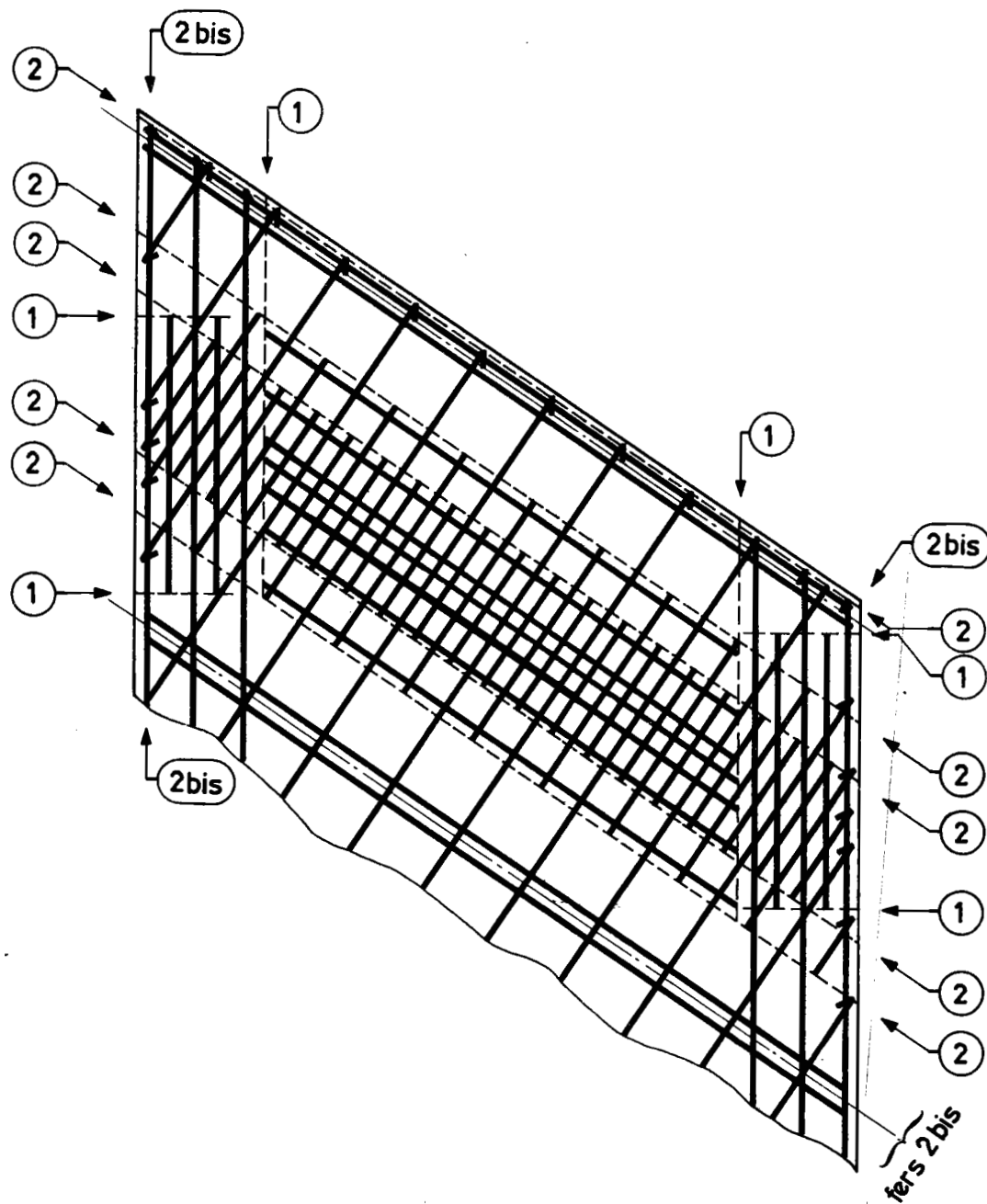
ARMATURES SUPÉRIEURES



SYSTÈME

$$\theta_1 = \psi ;$$

ARMATURES INFÉRIEURES

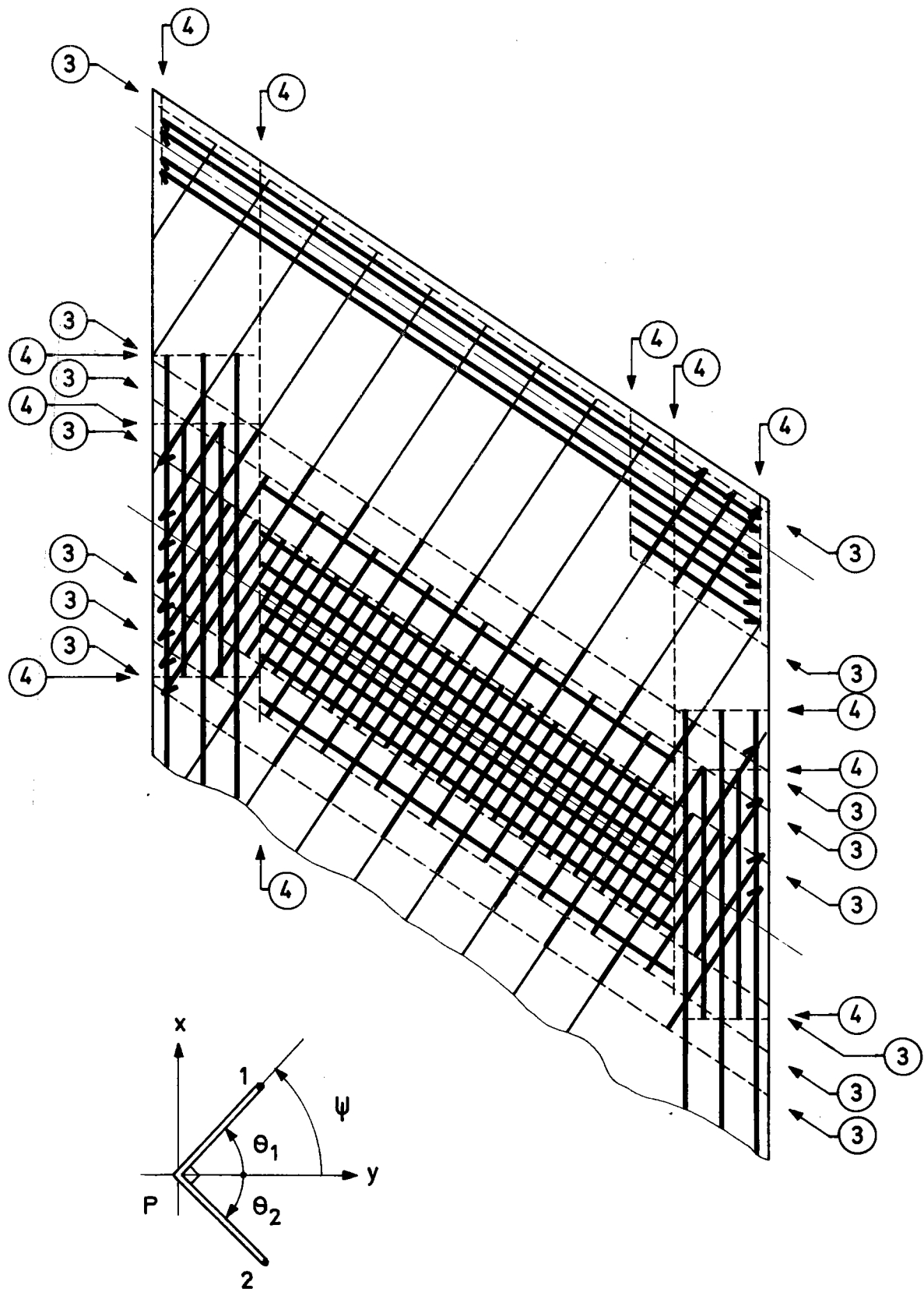


$$\begin{cases} \theta_1 = \psi \\ \theta_2 = \psi - \frac{\pi}{2} \end{cases}$$

MAIS - DROIT

$$\theta_2 = \psi - \frac{\pi}{2}$$

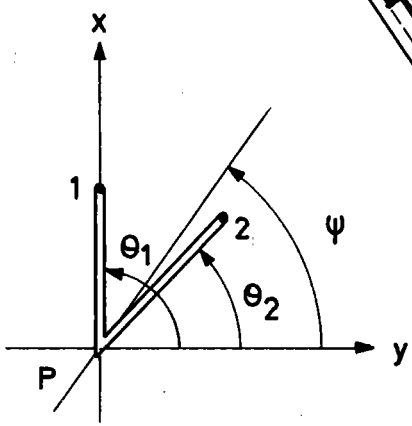
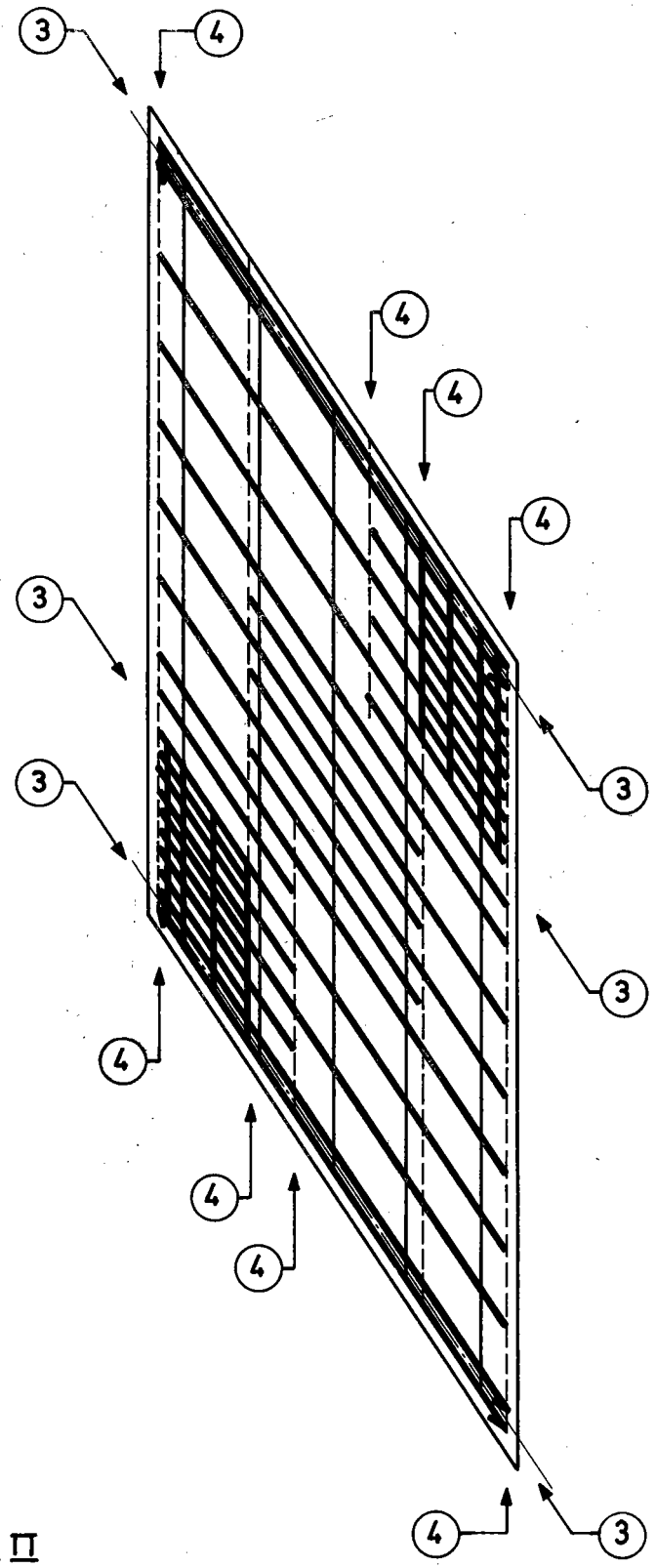
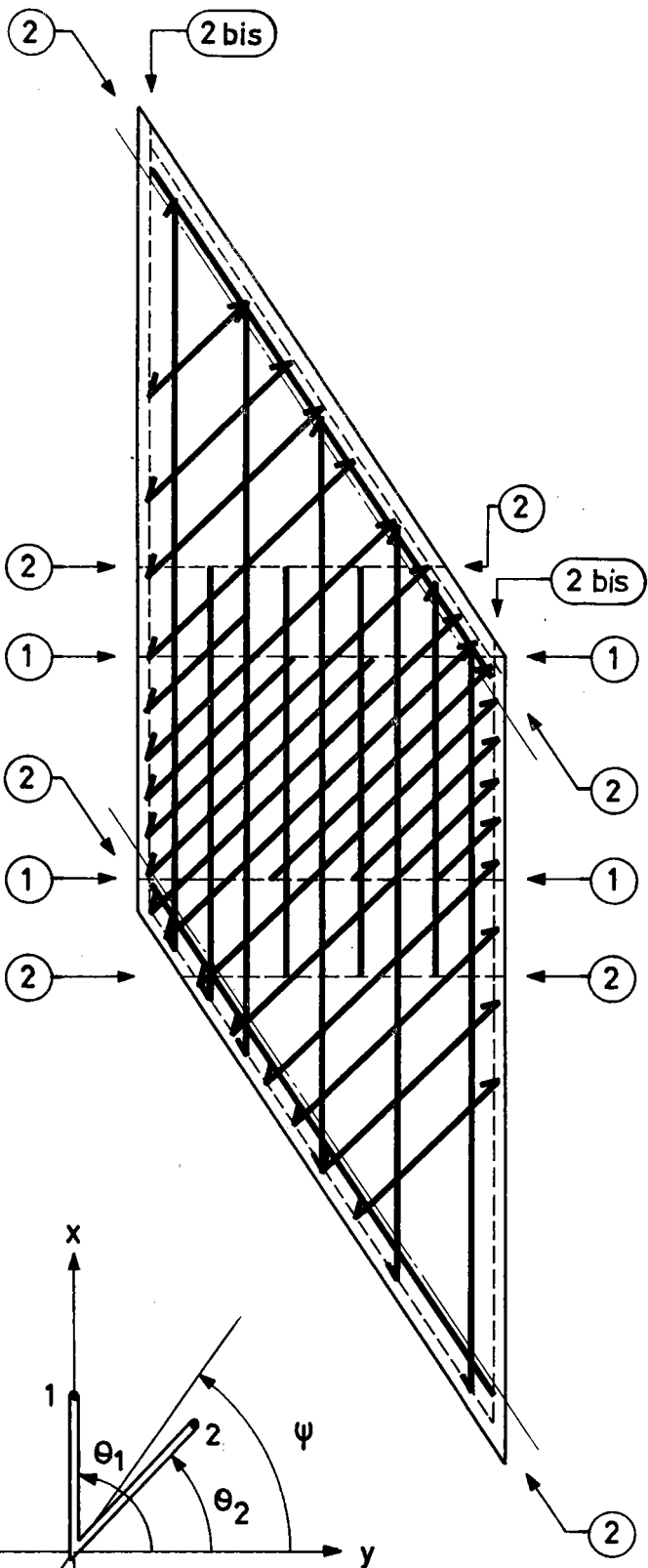
ARMATURES SUPÉRIEURES



SYSTÈME DROIT - BIAIS
 $\theta_1 = \frac{\pi}{2}$; θ_2 est calculé

ARMATURES INFÉRIEURES

ARMATURES SUPÉRIEURES



$$\left\{ \begin{array}{l} \theta_1 = \frac{\pi}{2} \\ \theta_2 = \text{Arc tg} \left[\frac{(M_x - M_y) \sin \psi \cos \psi}{M_x \cos^2 \psi + M_y \sin^2 \psi} \right] \end{array} \right.$$

6 - Application numérique

Référons-nous au modèle 3170\I qui a été traité précisément dans la pièce n° 2.1.3. et dimensionnons les armatures au centre de la travée centrale sous l'effet de la surcharge A (l_2).

6.1. Données

$$\begin{aligned} \sigma_{28} &= 230 \text{ kg/cm}^2 \\ \overline{\sigma}_b &= \frac{9}{10} \times 0,6 \times 230 = 124 \text{ kg/cm}^2 \\ \sigma'_{28} &= 20,5 \text{ kg/cm}^2 \\ \overline{\sigma}'_a &= 2666 \text{ kg/cm}^2 = \frac{2}{3} \sigma'_{en} (\text{Ø}25 \text{ H.A.}) \\ h &= 58 \text{ cm} \end{aligned}$$

Nous retiendrons les efforts donnés par la note de calcul électronique.

$$\begin{aligned} \psi &= 70 \text{ gr} \\ M_x &= 54 \text{ tm/m} \\ M_y &= 17,3 \text{ tm/m} \end{aligned}$$

6.2 - Choix du système

Il est prévisible que les systèmes Droit - Droit et Anti-Parallèle soient admissibles. Nous calculerons tout d'abord le plus économique des deux, l'Anti-Parallèle.

$$\begin{aligned} \theta_1 &= 100 \text{ gr} \\ \theta_2 &= 30 \text{ gr} \end{aligned}$$

6.3 - Dimensionnement des armatures

Tous calculs faits nous trouvons les résultats suivants :

Données d'efforts	Données de dimensionnement	RÉSULTATS DU DIMENSIONNEMENT				
		Application des formules (1)	$\sigma'_t = \frac{6}{h^2} M_t$	$M_b = \frac{-M_t}{\cos^2(\frac{\theta_1 - \theta_2}{2})}$	En l'absence de reprise de bétonnage	Avec reprise de bétonnage
$\psi = 70$ $M_x = 54$ $M_y = 17,3$	$\theta_1 = 100$ $\theta_2 = 30$	$M_t = -1,95 t$ $M_1 = 38,9 t$ $M_2 = 32,4 t$	$\sigma'_t = 4,82 \text{ kg/cm}^2$ d'où $\sigma'_t < \sigma'_{28}$ Donc béton non fissuré	$M_b = 2,7 t$	$M_1 = 38,9 + \frac{2,7}{3 \cdot \frac{4,8}{20,5}} = 39,9 t$ $M_2 = 32,4 + \frac{2,7}{3 \cdot \frac{4,8}{20,5}} = 33,4 t$	$M_1 = 38,9 + \frac{2,7}{2} = 40,3 t$ $M_2 = 32,4 + \frac{2,7}{2} = 33,8 t$

Avant fissuration, on peut vérifier l'égalité

$$M_1 + M_2 = 71,3 = M_x + M_y$$

Le surferrailage de l'ensemble des deux nappes est au m²

$$\Delta A = \frac{M_b}{Z \cdot \sigma'_a} = \frac{M_b}{0,85 h' \sigma'_a} = \frac{2,7}{0,85 \times 0,52 \times 26667} \sim 1 \emptyset 25 \text{ par m}^2$$

6.4 - Comparaison entre un système adapté et un système inadéquat.

Si nous avons opté pour le système Droit - Droit nous aurions obtenu, avec $\theta_1 = 100$ gr et $\theta_2 = 0$

Avant fissuration Formules (1)	$\sigma'_t = \frac{6}{h^2} M_t$	APRES FISSURATION	
		Formules (2b)	Formules (3)
$M_t = - 14,8$ t	$\sigma'_t = 26,3 > \sigma'_{28}$	$M_1 = 61,2$ t	$M_1 = 46,4 + \frac{29,6}{2} = 61,2$ t
$M_1 = 46,4$ t	donc béton fissuré	$M_2 = 39,7$ t	$M_2 = 24,8 + \frac{29,6}{2} = 39,6$ t
$M_2 = 24,8$ t		$M_b = 29,6$ t	

Dans ce cas la dépense d'acier aurait été proportionnelle à :

$$M_1 + M_2 = M_x + M_y + M_b = 101 \text{ t,} \quad \text{et le surferraillage de}$$

l'ensemble des deux nappes bien supérieur au précédent.

Toutefois il est bien entendu que le choix d'un système de ferrailage se fait globalement pour l'ensemble de l'ouvrage intéressé, alors que la présente étude est limitée à la détermination du ferrailage en un point. C'est pourquoi les comparaisons de tonnage faites ci-dessus dans la partie centrale des ouvrages ne donnent qu'une partie des éléments d'appréciation à considérer.

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DU LOGEMENT
SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

CALCUL ÉLECTRONIQUE DES STRUCTURES

CALCUL DES EFFORTS DANS LES PONTS-DALLES
D'ÉPAISSEUR CONSTANTE OU VARIABLE,
DROITS OU PEU BIAIS, PLEINS OU ÉLÉGIS,
A TRAVÉES SOLIDAIRES OU INDÉPENDANTES

C. E. D. 66

EXEMPLES D'APPLICATION

2

NOTA: le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA) regroupe depuis le 1-1-1968 le Service Spécial des Autoroutes (SSAR) et plusieurs autres services centraux d'étude dont le SCET. Dans l'attente d'une organisation définitive les ouvrages standardisables relèvent de la DOA B.

Ce document est propriété de l'administration et ne peut être utilisé ou reproduit même partiellement, sans l'autorisation du Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes ou de son représentant autorisé.

DIVISION DES OUVRAGES D'ART B
B.P. 235 - Orly Aéroport (Seine)
Tel: 587.51.41

DIRECTEUR DU SERVICE
38, rue Liancourt
PARIS 14^e - Tel: 734.37.74

R. ALBAS
Ingénieur des T.P.E.
Gestionnaire

G. MONNERET
Ingénieur en Chef

M. HUET
Ingénieur en Chef

J.C. LERAY
Ingénieur des P et Ch

H. MATHIEU
Ingénieur en Chef
Chef de la Division

ÉDITION MARS 66
RÉIMPRESSION MARS 69

2. EXEMPLES D'APPLICATION

BORDEREAU

2.1 PASSAGE INFÉRIEUR EN DALLE ARMÉE 3170\I

- 2.1.1 Dessins pilotes
- 2.1.2 Bordereau des données
- 2.1.3 Note de calcul électronique

2.2 PASSAGE SUPÉRIEUR EN DALLE ARMÉE 3670 / IV D

- 2.2.1 Dessins pilotes
- 2.2.2 Bordereau des données

}
}
}
} pour mémoire
}
}

2.3 PASSAGE SUPÉRIEUR EN DALLE PRÉCONTRAÎTE 2670 / III

- 2.3.1 Dessins pilotes
- 2.3.2 Bordereau des données
- 2.3.3 Note de calcul électronique

2.4 PASSAGE SUPÉRIEUR EN DALLE ÉLÉGIE A 3 TRAVÉES D'INERTIE VARIABLE

- 2.4.1 Dessins pilotes
- 2.4.2 Bordereau des données

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DU LOGEMENT
SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

CALCUL ÉLECTRONIQUE DES STRUCTURES

CALCUL DES EFFORTS DANS LES PONTS-DALLES
D'ÉPAISSEUR CONSTANTE OU VARIABLE,
DROITS OU PEU BIAIS, PLEINS OU ÉLÉGIS,
A TRAVÉES SOLIDAIRES OU INDÉPENDANTES

C. E. D. 66

EXEMPLES D'APPLICATION

Passage inférieur en dalle armée 3170 \ I

2.1

NOTA: le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA) regroupe depuis le 1-1-1968 le Service Spécial des Autoroutes (SSAR) et plusieurs autres services centraux d'étude dont le SCET. Dans l'attente d'une organisation définitive les ouvrages standardisables relèvent de la DOA B.

Ce document est propriété de l'administration et ne peut être utilisé ou reproduit même partiellement, sans l'autorisation du Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes ou de son représentant autorisé.	DIVISION DES OUVRAGES D'ART B B. P. 235 - Orly Aerogare (Seine) Tel: 587.51.41		DIRECTEUR DU SERVICE 38, rue Liancourt PARIS 14 ^e - Tel: 734.37.74
	R. ALBAS Ingénieur des T P E Gestionnaire	G. MONNERET Ingénieur en Chef	M. HUET Ingénieur en Chef
	J.C. LERAY Ingénieur des P et Ch	H. MATHIEU Ingénieur en Chef Chef de la Division	ÉDITION MARS 66 RÉIMPRESSION MARS 69

2.1 PASSAGE INFÉRIEUR
EN DALLE ARMEE 3170\I

BORDEREAU

- 2.1.1 DESSINS _ PILOTES
- 2.1.2 BORDEREAU DES DONNEES
- 2.1.3 NOTE DE CALCUL ELECTRONIQUE (EXTRAIT)

NOTA : Un tel ouvrage relève désormais du programme PSI-DA

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DU LOGEMENT
SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

CALCUL ÉLECTRONIQUE DES STRUCTURES

CALCUL DES EFFORTS DANS LES PONTS-DALLES
D'ÉPAISSEUR CONSTANTE OU VARIABLE,
DROITS OU PEU BIAIS, PLEINS OU ÉLÉGIS,
A TRAVÉES SOLIDAIRES OU INDÉPENDANTES

C. E. D. 66

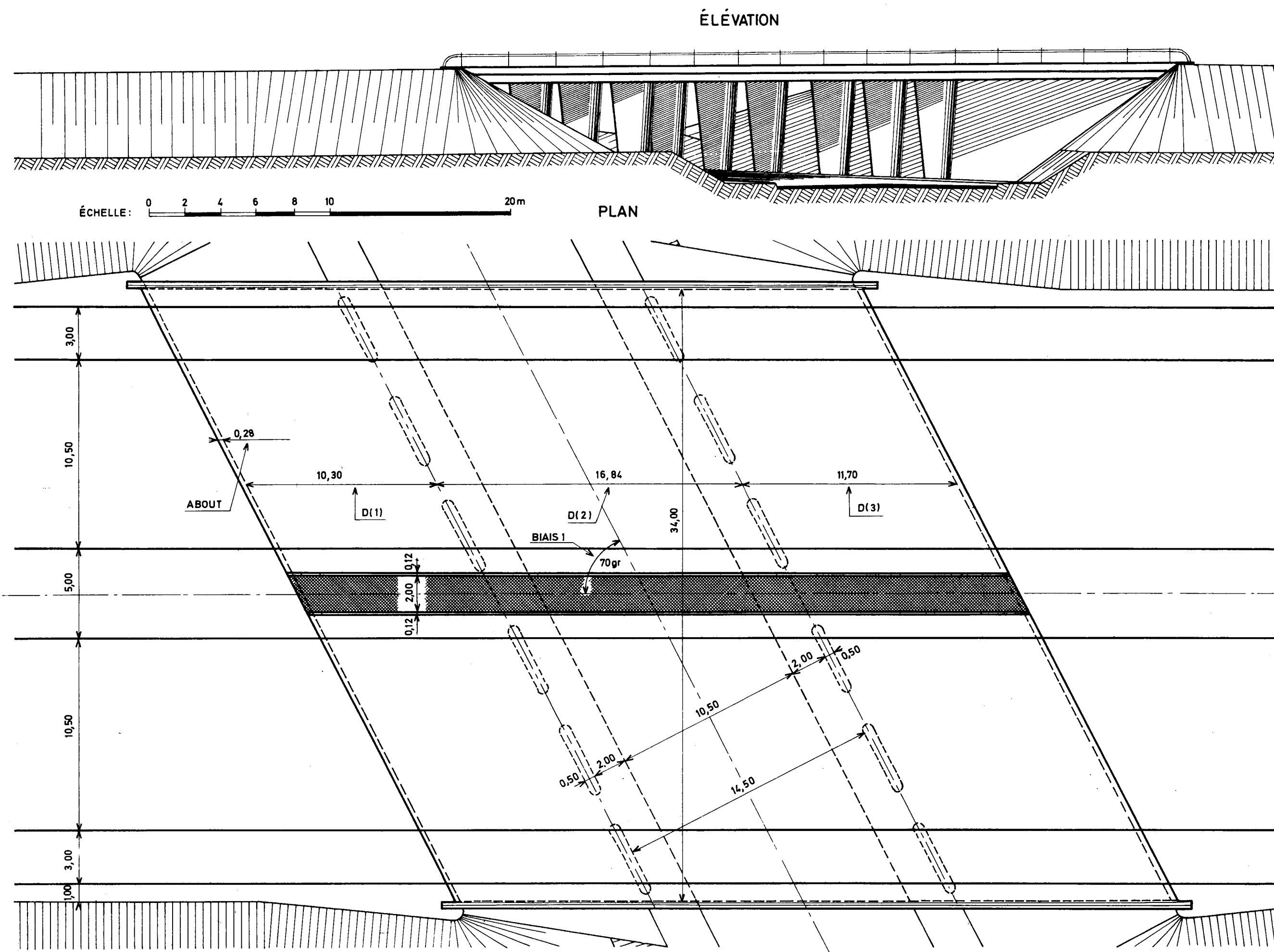
EXEMPLES D'APPLICATION

Dessins pilotes

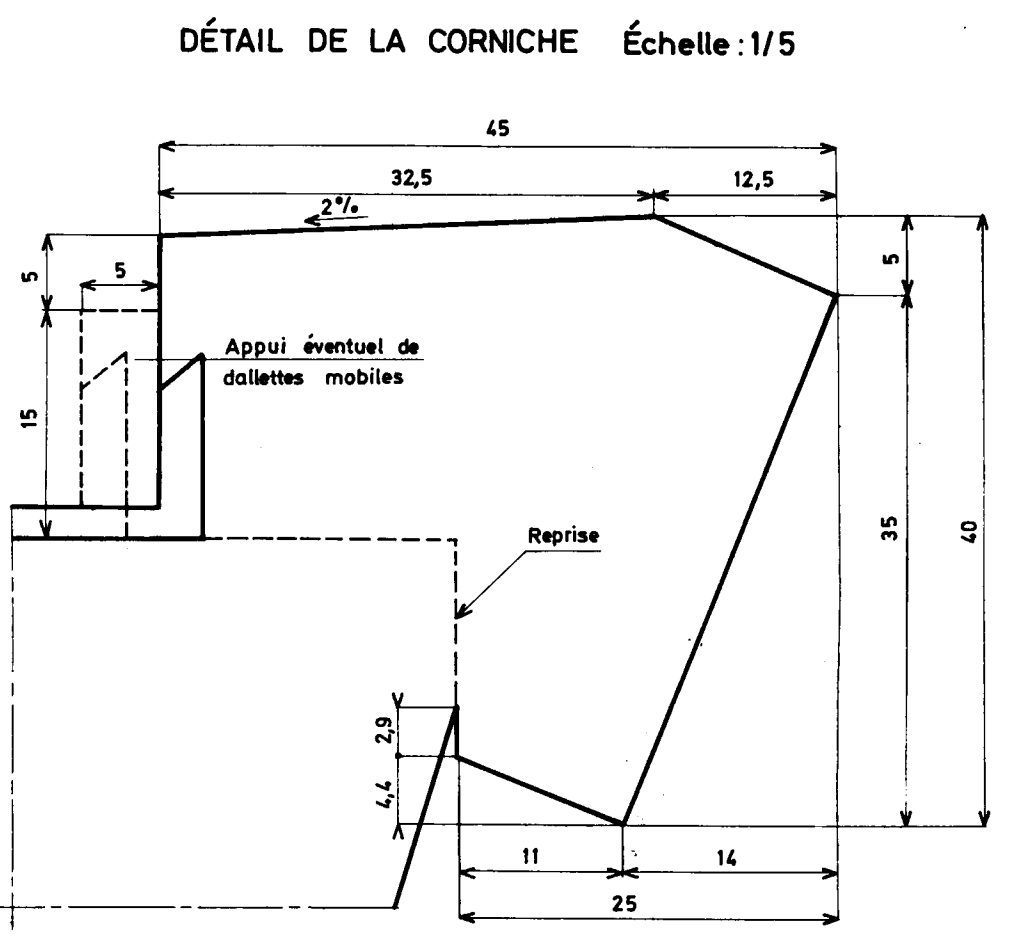
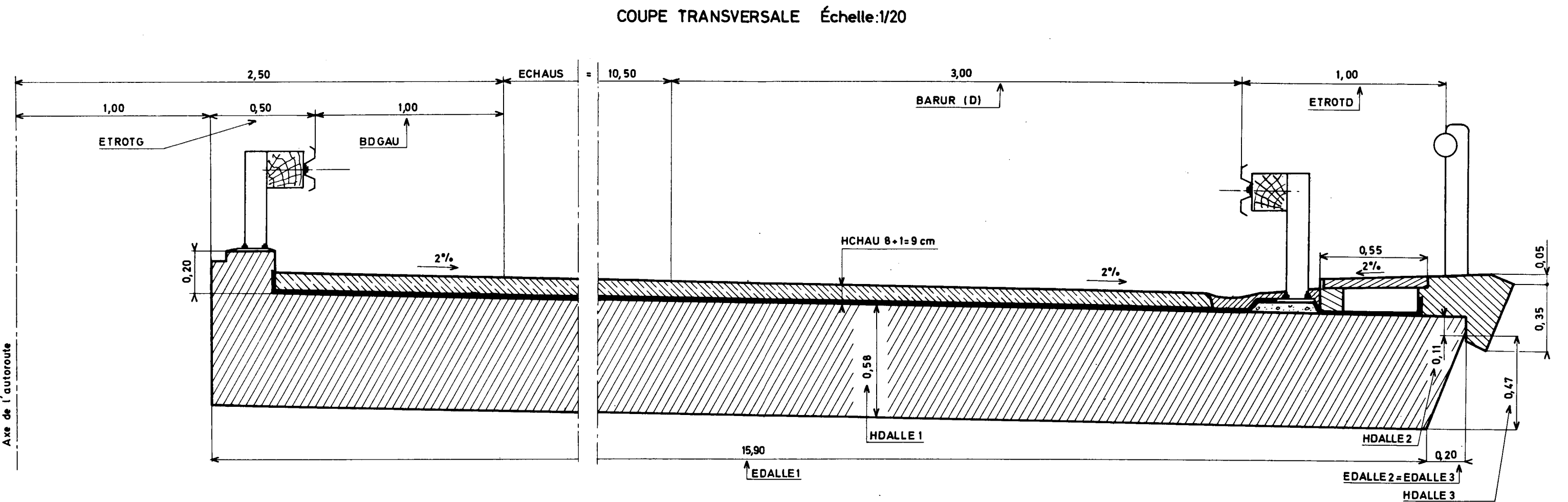
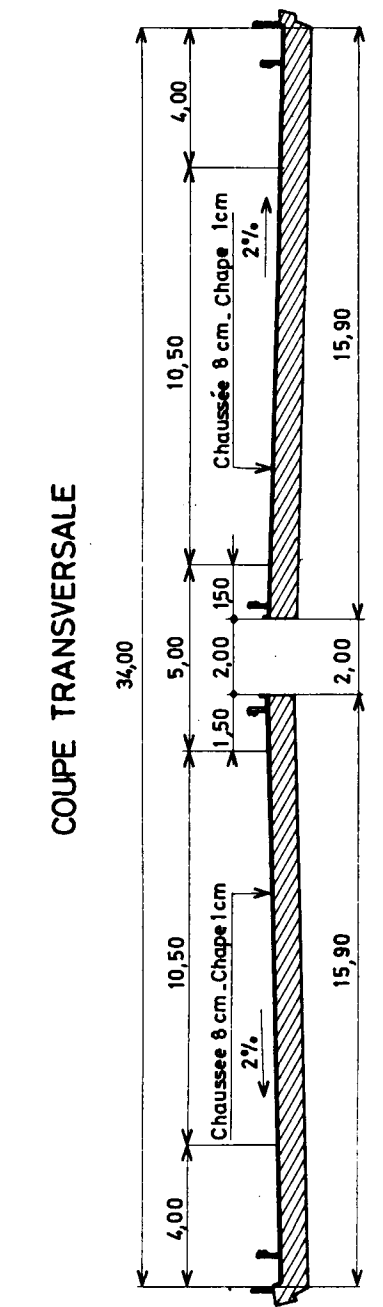
2.1.1

NOTA: le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA) regroupe depuis le 1-1-1968 le Service Spécial des Autoroutes (SSAR) et plusieurs autres services centraux d'étude dont le SCET. Dans l'attente d'une organisation définitive les ouvrages standardisables relèvent de la DOA B.

Ce document est propriété de l'administration et ne peut être utilisé ou reproduit même partiellement, sans l'autorisation du Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes ou de son représentant autorisé.	DIVISION DES OUVRAGES D'ART B B.P. 235 - Orly Aérogare (Seine) Tél: 587. 51. 41		DIRECTEUR DU SERVICE 38, rue Liancourt PARIS 14 ^e - Tél: 734.37.74
	R. ALBAS Ingénieur des T P E Gestionnaire	G. MONNERET Ingénieur en Chef	M. HUET Ingénieur en Chef
	J.C. LERAY Ingénieur des Pet Ch	H. MATHIEU Ingénieur en Chef Chef de la Division	ÉDITION MARS 66 RÉIMPRESSION MARS 69



PASSAGE INFÉRIEUR
modèle
PI D3 3170\I



MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DU LOGEMENT
SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

CALCUL ÉLECTRONIQUE DES STRUCTURES

**CALCUL DES EFFORTS DANS LES PONTS-DALLES
D'ÉPAISSEUR CONSTANTE OU VARIABLE,
DROITS OU PEU BIAIS, PLEINS OU ÉLÉGÉS,
A TRAVÉES SOLIDAIRES OU INDÉPENDANTES**

C. E. D. 66

EXEMPLES D'APPLICATION
Bordereau des données

2.1.2

NOTA: le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA) regroupe depuis le 1-1-1968 le Service Spécial des Autoroutes (SSAR) et plusieurs autres services centraux d'étude dont le SCET. Dans l'attente d'une organisation définitive les ouvrages standardisables relèvent de la DOA B.

Ce document est propriété de l'administration et ne peut être utilisé ou reproduit même partiellement, sans l'autorisation du Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes ou de son représentant autorisé.	DIVISION DES OUVRAGES D'ART B B.P. 235 - Orly Aérogare (Seine) Tél: 587. 51. 41		DIRECTEUR DU SERVICE 38, rue Liancourt PARIS 14 ^e - Tél: 734.37.74
	R. ALBAS Ingénieur des T P E Gestionnaire	G. MONNERET Ingénieur en Chef	M. HUET Ingénieur en Chef
	J.C. LERAY Ingénieur des Pet Ch	H. MATHIEU Ingénieur en Chef Chef de la Division	ÉDITION MARS 66 RÉIMPRESSION MARS 69

BORDEREAU A : DONNÉES GÉNÉRALES

CARTE A 1	PI D 3 64 PASSAGES INFÉRIEURS EN DALLE CONTINUE DE BÉTON ARMÉ A														72																																																									
	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

CARTE A 2	T R O I S T R A V É E S S O L I D A I R E S P I 3 1 7 0 \ 1														47
-----------	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	----

	VACOUTRA	INERTIE	GABARIT	LIGNINF	CHAPER	MOMENT	EFTRAN	RÉAPPUI		EXCENTR	INTERPO	DÉFORM	MOTRAN	COURBEUR
CARTE A 3	0	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
CARTE A 4	0	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	0

	NT	NDIV	NU	SYMLON	SYMTAB	CM	CP	PONT	IAPP	MAX
CARTE A 5	0 0 3	0 1 6	0 0 3	0 0 0	0 0 0	0 0 4	1 0 1	0 0 0	1 0 0	5 0 0 5

	QSUP	ABOUT	BIAIS 1	D (1)	D (2)	D (3)	D (4)	D (5)	D (6)
CARTE A 6	0 0 3 8 3 2	0 0 0 2 8 0	0 7 0 0 0 0	0 1 0 5 0 0	1 6 8 4 0	1 1 7 0 0			

	ÉTROTG	B.D.GAU	ÉCHAUS	BARUR.(D)	ÉTROTD	HCHAU	K.A	K.BC	KCM	KTR	KBE	KBR
CARTE A 7	0 0 0 5 0 0	0 0 1 0 0 0	0 1 0 5 0 0	0 0 3 0 0 0	0 0 1 0 0 0	0 0 0 0 9 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0

	HDALLE 1	HDALLE 2	HDALLE 3	ÉDALLE 1	ÉDALLE 2	ÉDALLE 3
CARTE A 8	0 0 0 5 8 0	0 0 0 1 1 0	0 0 0 4 7 0	0 1 5 9 0 0	0 0 0 2 0 0	0 0 0 2 0 0

	MATER		E _v	POISSON	α	β
	T	L				
CARTE A 9	0 1	0 1	0 1 2 7 0 0 0 0	0 0 0 1 5 0	0 0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0 0

	REXD	HPILE	HCULÉE	HTRAVÉE	SOMMET	ÉAPPUI	CERCLE
CARTE A 10		0	0	0		0 0	0 0

	N VIDE	HVIDE	ÉVIDE	ESPACE	DG (1)	DD (1)	DG (2)	DD (2)	DG (3)	DD (3)	DG (4)	DD (4)	DG (5)	DD (5)	DG (6)	DD (6)
CARTE A 11		0 0	0 0	0 0												

BORDEREAU B : ÉPAISSEURS DE LA DALLE

	SECTION TRAVÉE	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	
	CARTE B 1	1																	
CARTE B 2	2																		
CARTE B 3	3																		
CARTE B 4	4																		
CARTE B 5	5																		
CARTE B 6	6																		
		1	5	9	13	17	21	25	29	33	37	41	45	49	53	57	61	65	68

BORDEREAU C : IMPLANTATION

	IPS	IAR	ITAL	IBIAI	ISOR	NT				
CARTE C 1	0 0 1	0 0 1	0 0 1	0 0 1	0 0 0	0 0				
	TERPLEIN	GABARIT	ÉLAN	HACCOT (1)	HACCOT (2)	PTAR (1)	PTAR (2)	PLAR	PTPS	PLPS
CARTE C 2	0 0	0 0	0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
	BIAIS 2									
CARTE C 3										
	ÉPONT 1	ÉPONT 2	ÉDALLE 1	ÉDALLE 2	HCORN 1	HCORN 2	ÉCHAU	REXD		
CARTE C 4	0	0	0	0	0 0 0	0 0 0	0 0			
	DPORT (1)	DPORT (2)	DCHAU (1)	DCHAU (2)						
CARTE C 5	0	0	0	0						
	DTALU (1)	DTALU (2)	PTALU (1)	PTALU (2)						
CARTE C 6	0	0	0 0	0 0						

LETTRE DE COMMANDE

de calcul automatique de pont-dalle droit

1 - Adresser la demande à :

Monsieur l'Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées
Chef du Service d'Etudes Techniques des
Routes et Autoroutes

à l'intention de M. l'Ingénieur des Ponts et Chaussées chargé
du 4ème Arrondissement
BP 235-94 ORLY - AEROGARE (Seine) Tél. : 587-51.41

2 - Cadre de la demande :

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

Service

- Département : VAL DE MARNE
- Arrondissement ou Organisme demandeur :
SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES
- Nom de l'Ingénieur (en lettres capitales) ayant rempli le borde-
reau des données : ALBAS
- Nature de la voirie : (rayer les mentions inutiles)
- ~~Projet autoroutier - Voirie nationale - Voirie départementale -
Voirie vicinale - Voirie urbaine.~~
- Adresse à laquelle devront être expédiées les notes de calcul et
la correspondance :

M. ALBAS - S.E.T.R.A
B.P. 235 - ORLY AÉROGARE

n° Tél: 587-51-41

Le règlement de ce calcul sera assuré par :

LE SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

3 - Précisions concernant la note de calcul demandée

S'agit-il d'une dalle d'inertie variable, dont on a calculé l'épaisseur section par section et travée par travée ? Dans ce cas le tableau de données "cartes B" est-il rempli et la carte A 10 est-elle blanche ?

oui non (1)

Le calcul comporte-t-il la détermination des cotes de gabarit et des portées et par conséquent le tableau des données "cartes C" est-il rempli ?

oui non (1)

Impression de la note de calcul

La note de calcul doit-elle être expédiée :

en 2 exemplaires imprimés

oui non (1)

ou

en 1 exemplaire imprimé plus
1 exemplaire sur calque

oui non (1)

Fait à ORLY le 31 MARS 1969

(signature du demandeur répétée en
lettres majuscules pour lisibilité)

(1) Rayer la mention inutile

ALBAS

Visa de l'Ingénieur des Ponts et Chaussées chargé
du 4ème Arrondissement du Service d'Etudes Techniques
des Routes et Autoroutes

- Commentaires à l'attention du Chef de la Section
d'Exploitation d'I.B.M - FRANCE :

- N° d'ordre de la demande :

- Bon pour exécution :

Paris le
L'Ingénieur des Ponts et Chaussées
chargé du 4ème Arrondissement,

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DU LOGEMENT
SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

CALCUL ÉLECTRONIQUE DES STRUCTURES

CALCUL DES EFFORTS DANS LES PONTS-DALLES
D'ÉPAISSEUR CONSTANTE OU VARIABLE,
DROITS OU PEU BIAIS, PLEINS OU ÉLÉGIS,
A TRAVÉES SOLIDAIRES OU INDÉPENDANTES

C. E. D. 66

EXEMPLES D'APPLICATION

Note de calcul électronique

2.1.3

NOTA: le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA) regroupe depuis le 1-1-1968 le Service Spécial des Autoroutes (SSAR) et plusieurs autres services centraux d'étude dont le SCET. Dans l'attente d'une organisation définitive les ouvrages standardisables relèvent de la DOA B.

Ce document est propriété de l'administration et ne peut être utilisé ou reproduit même partiellement, sans l'autorisation du Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes ou de son représentant autorisé.	DIVISION DES OUVRAGES D'ART B B.P. 235 - Orly Aérogare (Seine) Tél: 587. 51. 41		DIRECTEUR DU SERVICE 38, rue Liancourt PARIS 14 ^e - Tél: 734.37.74
	R. ALBAS Ingénieur des T P E Gestionnaire	G. MONNERET Ingénieur en Chef	M. HUET Ingénieur en Chef
	J.C. LERAY Ingénieur des Pet Ch	H. MATHIEU Ingénieur en Chef Chef de la Division	ÉDITION MARS 66 RÉIMPRESSION MARS 69

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT

* *
*

SERVICE SPÉCIAL DES AUTOCUTES, 38 RUE LIANCOURT PARIS 14
DIVISION DES OUVRAGES D'ART, BP235 ORLY-AEROGARE (SEINE)

A. THIEBALD, INGÉNIEUR EN CHEF, CHEF DU SERVICE
H. MATHIEU, INGÉNIEUR EN CHEF, ADJOINT AU CHEF DU SERVICE
G. MONNERET, INGÉNIEUR EN CHEF, CHEF DE LA DIVISION DES
OUVRAGES D'ART

* *
*

CALCUL DES EFFORTS DANS LES PONTS DALLES D'ÉPAISSEUR CONSTANTE OU VARIABLE,
DROITS OU PÉL BIAIS, PLEINS OU ÉLEGIS, A TRAVÉES SOLIDAIRES OU INDÉPENDANTES.

C E D 6 6
PAR J.C. LERAY, INGÉNIEUR DES PONTS ET CHAUSSÉES
R. ALBAS ET J. DISPERATI, INGÉNIEURS DES T.P.E.

* *
*

PI.D3.64 PASSAGES INFÉRIEURS EN DALLE DE BÉTON ARMÉ A TROIS TRAVÉES SOLIDAIRES PI 3170\1

* *
*

LA REMISE A L'ENTREPRENEUR DE LA PRÉSENTE NOTE DE CALCUL N'ATTÈNE EN RIEN LA RESPONSABILITÉ
DE CELUI-CI ET NE LE DISPENSE PAS NOTAMMENT DES OBLIGATIONS QUI LUI INCOMBENT EN VERTU DE
L'ARTICLE 17 DU CAHIER DES PRÉSCRIPTIONS COMMUNES.

CARACTERISTIQUES INITIALES DE L'OUVRAGE EN BETON ARME }
 TRAN. PSALEMENT ARME →

Correspondances { MATERL = 1
 MATERT = 1

77001

OMBRE DE TRAVEES 3 SYMETRIE LONGITUDINALE -0 SYMETRIE TRANSVERSALE -0

	TRAVEE 1	TRAVEE 2	TRAVEE 3
PORTEE	10.500	16.840	11.700

ENCORBELLEMENT DES ABOUTS	0.280
EPAISSEUR DE LA CHALSEE	0.090
POIDS DES SUPERSTRUCTURES AU M.L	3.832
BIAIS MECANIQUE	70.000

LARGEURS

TROTTOIR GAUCHE 0.500 BANDE DE GUIDAGE 1.000 CHALSEE 10.500 BANDE D'ARRET D'URGENCE 3.000 TROTTOIR DROIT 1.000

PRECISION DES CALCULS NU = 3 NDIV = 16

MODULE D'ELASTICITE SOUS CHARGE PERMANENTE 1270000. T/M2

Coefficient de Poisson = 0.150 Parametre d'entretcement = 1.000 Parametre de torsion = 1.000

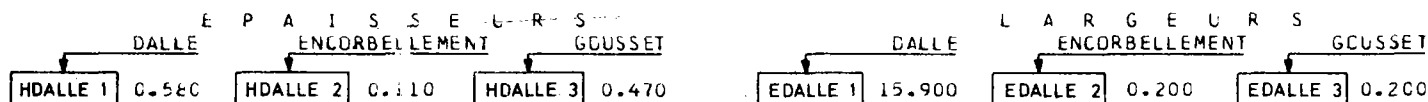
Coefficient de majoration de charge permanente = 1.010

LES SURCHARGES CIVILES SERONT PONDEREES MAIS NON LES SURCHARGES MILITAIRES

Cette indication concerne seulement le sens longitudinal; mais bien entendu les pondérations sont faites indépendamment dans les deux sens d'après les valeurs de MATERL et MATERT.

CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DU PONT
PAR TRAVÉE ET PAR SECTION

CARACTERISTIQUES COMMUNES A TOUTES LES SECTIONS. (CONSIDERER SEULEMENT LES VALEURS NON NULLES).



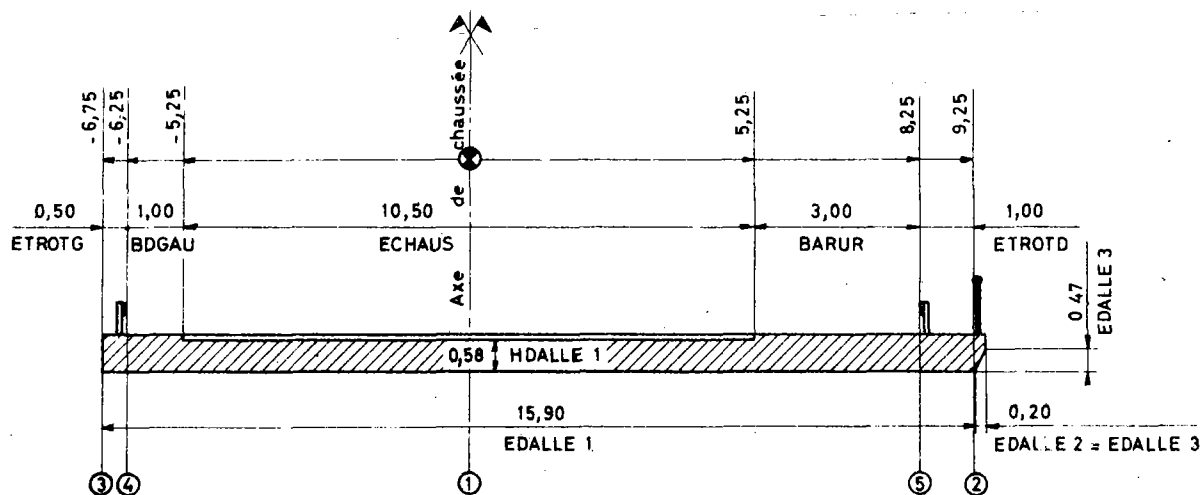
CARACTERISTIQUES PAR TRAVÉE ET PAR SECTION

TRAVÉE 1

SECTION

SECTION	E P A I S S E U R S			L A R G E U R S		
	DALLE	ENCORBÈLEMENT	GOUSSET	DALLE	ENCORBÈLEMENT	GOUSSET
1	0.580	C.110	C.470	15.900	0.200	C.200
2	C.580	C.110	C.470	15.900	0.200	C.200
3	C.580	C.110	C.470	15.900	0.200	C.200
4	C.580	C.110	C.470	15.900	0.200	C.200
5	0.580	C.110	C.470	15.900	0.200	C.200
6	0.580	C.110	C.470	15.900	0.200	C.200
7	C.580	C.110	C.470	15.900	0.200	C.200
8	0.580	C.110	C.470	15.900	0.200	C.200
9	0.580	C.110	C.470	15.900	0.200	C.200
10	C.580	C.110	C.470	15.900	0.200	C.200
11	C.580	C.110	C.470	15.900	0.200	C.200
12	C.580	C.110	C.470	15.900	0.200	C.200
13	C.580	C.110	C.470	15.900	0.200	C.200
14	C.580	C.110	C.470	15.900	0.200	C.200
15	C.580	C.110	C.470	15.900	0.200	C.200
16	0.580	C.110	C.470	15.900	0.200	C.200
17	C.580	C.110	C.470	15.900	0.200	C.200

Tous les 1/16 de travée



CALCUL DES INCONNUES HYPERSTATIQUES

	TRAVÉE 1	TRAVÉE 2	TRAVÉE 3
INERTIES RELATIVES			
SECTION			
1	1.000000	1.000000	1.000000
2	1.000000	1.000000	1.000000
3	1.000000	1.000000	1.000000
4	1.000000	1.000000	1.000000
5	1.000000	1.000000	1.000000
6	1.000000	1.000000	1.000000
7	1.000000	1.000000	1.000000
8	1.000000	1.000000	1.000000
9	1.000000	1.000000	1.000000
10	1.000000	1.000000	1.000000
11	1.000000	1.000000	1.000000
12	1.000000	1.000000	1.000000
13	1.000000	1.000000	1.000000
14	1.000000	1.000000	1.000000
15	1.000000	1.000000	1.000000
16	1.000000	1.000000	1.000000
17	1.000000	1.000000	1.000000

CONSTANTES MECANIKES

A(I)	3.50000	5.61333	3.90000
B(I)	1.75000	2.80667	1.95000
C(I)	3.50000	5.61333	3.90000

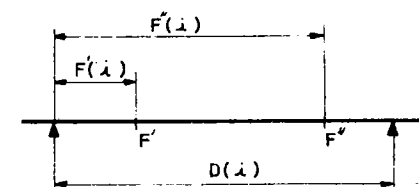
POSITIONS RELATIVES DES FOYERS

QUOTIENT DES DISTANCES DE CHAQUE FOYER AUX DEUX APPUIS

FOYER DE GAUCHE	0.	0.307974	0.225461	→	=	$\frac{F'(i)}{D(i) - F(i)}$
FOYER DE DROITE	0.211218	0.295025	0.	→	=	$\frac{F''(i)}{D(i) - F''(i)}$

QUOTIENT PAR LA PORTEE DES DISTANCES DE CHAQUE FOYER A L'APPUI LE PLUS VOISIN

FOYER DE GAUCHE	0.	0.235459	0.183980	→	=	$\frac{F(i)}{D(i)}$
FOYER DE DROITE	0.174384	0.227814	0.	→	=	$\frac{D(i) - F''(i)}{D(i)}$



(voir pièce 1-6 § 4)

Quotients utilisés dans les traités de résistance des matériaux

AIRES LES LIGNES D INFLUENCE PAR TRAVEES

MOMENTS FLECHISSANTS SUR APPLIS

	TRAVEE 1	TRAVEE 2	TRAVEE 3 ← Travée chargée
APPUI 2	-5.822	-16.931	2.376
APPUI 3	1.718	-15.921	-7.716

Aires de la ligne d'influence

EFFORTS TRANCHANTS SUR APPLIS

TERME DE CONTINUITE PAR TRAVEE

	TRAVEE 1	TRAVEE 2	TRAVEE 3 ← Travée chargée
TRAVEE 1	-0.554	-1.612	0.226
TRAVEE 2	0.448	0.060	-0.599
TRAVEE 3	-0.147	1.361	0.659

AIRE TOTALE

	TRAVEE 1	TRAVEE 2	TRAVEE 3
APPUI DE GAUCHE	4.696	8.480	6.509
APPUI DE DROITE	-5.804	-8.360	-5.191

AIRES DES LIGNES D INFLUENCE DES REACTIONS D APPLIS

	TRAVEE 1	TRAVEE 2	TRAVEE 3	
APPUI 1	4.696	-1.612	0.226	} Abouts non compris
APPUI 2	6.252	10.092	-0.826	
APPUI 3	-0.594	9.721	7.109	
APPUI 4	0.147	-1.361	5.191	

Une note de calcul complète fournirait également :

- Par section et par travée, les moments statiques, les moments d'inertie et les aires brutes des sections.
- Par section et par travée, les rotations sur appuis.
- Les lignes d'influence des moments sur appuis.
- Les lignes d'influence des efforts tranchants sur appuis.
- Les lignes d'influence des réactions d'appuis.

CHARGES PERMANENTES

POIDS DU TABLIER PAR TRANCHES DE 0.50

ABSCISSE	CHARGE	ABSCISSE	CHARGE	ABSCISSE	CHARGE	ABSCISSE	CHARGE	ABSCISSE	CHARGE
0.	13.530	0.500	13.530	1.000	13.530	1.500	13.530	2.000	13.530
2.500	13.530	3.000	13.530	3.500	13.530	4.000	13.530	4.500	13.530
5.000	13.530	5.500	13.530	6.000	13.530	6.500	13.530	7.000	13.530
7.500	13.530	8.000	13.530	8.500	13.530	9.000	13.530	9.500	13.530
10.000	13.530	10.500	13.530	11.000	13.530	11.500	13.530	12.000	13.530
12.500	13.530	13.000	13.530	13.500	13.530	14.000	13.530	14.500	13.530
15.000	13.530	15.500	13.530	16.000	13.530	16.500	13.530	17.000	13.530
17.500	13.530	18.000	13.530	18.500	13.530	19.000	13.530	19.500	13.530
20.000	13.530	20.500	13.530	21.000	13.530	21.500	13.530	22.000	13.530
22.500	13.530	23.000	13.530	23.500	13.530	24.000	13.530	24.500	13.530
25.000	13.530	25.500	13.530	26.000	13.530	26.500	13.530	27.000	13.530
27.500	13.530	28.000	13.530	28.500	13.530	29.000	13.530	29.500	13.530
30.000	13.530	30.500	13.530	31.000	13.530	31.500	13.530	32.000	13.530
32.500	13.530	33.000	13.530	33.500	13.530	34.000	13.530	34.500	13.530
35.000	13.530	35.500	13.530	36.000	13.530	36.500	13.530	37.000	13.530
37.500	13.530	38.000	13.530	38.500	13.530	39.000	13.530		

CHARGE PERMANENTE PAR TRAVÉE

TRAVÉE 1 C.PERM. 284.125 TRAVÉE 2 C.PERM. 455.682 TRAVÉE 3 C.PERM. 316.596

Les chiffres de ce tableau contiennent le poids de l'ossature porteuse de densité 2,5 et le poids des superstructures (donnée: QSUP), mais non la somme à valoir (donnée: C P).

COEFFICIENTS DE MAJORATION DYNAMIQUE

	DENSITE DE CP	PORTEE	SURCHARGE PC	SURCHARGE MILI	C.M.D.CIVIL	C.M.D.MILI
TRAVEE 1	27.330	10.50	168.	100.000	1.21	1.18
TRAVEE 2	27.330	16.84	240.	100.000	1.16	1.12
TRAVEE 3	27.330	11.70	168.	100.000	1.19	1.16

Valeurs arrondies, la machine
tenant compte dans ses calculs
des 8 chiffres significatifs.

COEFFICIENTS D'EXCENTREMENT DES SURCHARGES RELATIFS A LA TRAVÉE 2 ET A LA FIBRE D'ABSCISSE

8.25

Ces coefficients sont appelés également "Coefficients de répartition transversale de la flexion longitudinale"

COMPTÉE A PARTIR DE L'AXE DE LA CHALSSÉE.

DIMENSIONS DE LA PLAQUE RECTANGULAIRE EQUIVALENTE SUR APPUIS SIMPLES
LARGEUR = 16.000 LONGUEUR = 13.746 TETA = 0.653

Glissière de droite - fibre ⑤
(voir figure page 3)

Cette abscisse est l'ordonnée $\frac{y}{h}$ de M.M. Guyon et Massonnet (cf. pièce n° 1.6 § 7. f)

LIGNE D'INFLUENCE DU COEF. DE REPARTITION TRANSVERSALE A INTERVALLES DE 0.250

0.2469	0.2554	0.2640	0.2727	0.2816	0.2907	0.3002	0.3100
0.3202	0.3309	0.3421	0.3539	0.3662	0.3792	0.3928	0.4072
0.4223	0.4382	0.4550	0.4727	0.4912	0.5107	0.5313	0.5528
0.5754	0.5992	0.6240	0.6501	0.6773	0.7058	0.7355	0.7666
0.7990	0.8327	0.8678	0.9044	0.9423	0.9817	1.0225	1.0648
1.1085	1.1536	1.2002	1.2482	1.2976	1.3483	1.4003	1.4535
1.5079	1.5633	1.6197	1.6770	1.7349	1.7933	1.8520	1.9108
1.9694	2.0276	2.0851	2.1414	2.1961	2.2490	2.3005	2.3510
2.4012							

CHARGE OU DENSITE DE CHARGE	COEFFICIENT TRANSVERSAL MAXIMUM	NOMBRE DE VOIES CHARGEES	EXCENTREMENT	COEFFICIENT TRANSVERSAL MINIMUM	NOMBRE DE VOIES CHARGEES	EXCENTREMENT
SURCHARGE BR	10.00		6.750	0.		0.
SURCHARGE BE	20.00		5.750	0.		0.
SURCHARGE BC	12.00	4	2.000	0.	0	0.
SURCHARGE A	1.00	4	0.250	0.	0	0.
SURCHARGE TR	0.15	3	0.	0.	0	0.
CHAR	1.00		1.625	0.		0.

Ce sont les coefficients d'excentrement multipliés par les charges de référence de la 1^{re} colonne. Toutefois, pour la surcharge A(2) ce coefficient n'est pas encore multiplié par la densité A(2). Le coefficient de majoration dynamique n'est pas pris en compte.

COEFFICIENTS D'EXCENTREMENT DES SURCHARGES RELATIFS A LA TRAVÉE 2 ET A LA FIBRE D'ABSCISSE

9.25

COMPTÉE A PARTIR DE L'AXE DE LA CHAUSSEE.

DIMENSIONS DE LA PLAQUE RECTANGULAIRE EQUIVALENTE SUR APPUIS SIMPLES
LARGEUR = 16.000 LONGUEUR = 13.746 TETA = 0.653

Bord droit de la dalle - fibre ②
(voir fig. page 3)

LIGNE D'INFLUENCE DU COEF. DE REPARTITION TRANSVERSALE A INTERVALLES DE 0.250

0.2144	0.2224	0.2304	0.2385	0.2469	0.2554	0.2643	0.2735
0.2830	0.2930	0.3035	0.3146	0.3261	0.3384	0.3512	0.3648
0.3791	0.3942	0.4102	0.4270	0.4447	0.4634	0.4832	0.5039
0.5258	0.5488	0.5730	0.5984	0.6252	0.6532	0.6827	0.7135
0.7459	0.7798	0.8152	0.8523	0.8911	0.9315	0.9738	1.0179
1.0636	1.1116	1.1613	1.2131	1.2668	1.3226	1.3804	1.4403
1.5023	1.5664	1.6326	1.7009	1.7713	1.8437	1.9181	1.9944
2.0725	2.1524	2.2339	2.3169	2.4012	2.4866	2.5729	2.6595
2.7472							

CHARGE OU DENSITE DE CHARGE	COEFFICIENT TRANSVERSAL MAXIMUM	NOMBRE DE VOIES CHARGEES	EXCENTREMENT	COEFFICIENT TRANSVERSAL MINIMUM	NOMBRE DE VOIES CHARGEES	EXCENTREMENT
SURCHARGE BR	10.00		6.750	0.		0.
SURCHARGE BE	20.00		5.750	0.		0.
SURCHARGE BC	12.00	4	2.000	0.	0	0.
SURCHARGE A	1.00	4	0.250	0.	0	0.
SURCHARGE TR	0.15	3	0.	0.	0	0.
CHAR	1.00		1.025	0.		0.

Une note de calcul complète donnerait les coefficients d'excentrement aux fibres ①, ②, ③, ④ et ⑤ pour chaque travée.

RECAPITULATION PAR TRAVEE DES COEFFICIENTS TRANSVERSAUX MAXIMA MAXIMUM RELATIFS AUX SURCHARGES

	A	BC	BE	BR	TROTTOIRS	CHAR
TRAVEE 1	14.3666	58.9015	48.5850	30.0824	0.5320	1.8179
TRAVEE 2	13.9216	57.4990	40.0417	23.1686	0.4027	1.6320
TRAVEE 3	14.2127	58.7141	46.0591	27.8814	0.4861	1.7669

CES COEFFICIENTS VONT SERVIR A CALCULER LES EFFORTS TRANCHANTS LONGITUDINAUX ET LES MOMENTS FLECHISSANTS LONGITUDINAUX, DUS AUX SURCHARGES, POUR TOUTE LA LARGEUR DU TABLIER

- POUR LA SURCHARGE A, ON COMBINERA LES AIRES D'INFLUENCE AVEC LA FONCTION A(L) REGNANT SUR 1,00 M DE LARGEUR LE RESULTAT SERA MULTIPLIE PAR LE COEFFICIENT TRANSVERSAL DE LA TRAVEE OU SE TROUVE LA SECTION ETUDIEE.
- POUR BC (UNE RANGEE D'ESSIEUX DE 12T.) , BR OU BE ON OBTIENDRA L'EFFORT LONGITUDINAL EN MULTIPLIANT L'ORDONNEE DE LA LIGNE D'INFLUENCE DE CET EFFORT PAR LE COEFFICIENT TRANSVERSAL DE LA TRAVEE OU SE TROUVE LA SECTION ETUDIEE, PUIS PAR LE COEFFICIENT DE MAJORATION DYNAMIQUE (C.M.D. CIVIL).
- POUR LES TROTTOIRS, ON MULTIPLIERA LA SOMME DES AIRES D'INFLUENCE DE MEME SIGNE PAR LE COEFFICIENT TRANSVERSAL
- POUR LE CHAR, ON MULTIPLIERA L'AIRES D'INFLUENCE LA PLUS DEFAVORABLE, CORRESPONDANT A LA LONGUEUR DU CHAR, PAR LE POIDS DU CHAR, PUIS PAR LE COEFFICIENT DE MAJORATION DYNAMIQUE (C.M.D. MILI).

ON AURA AINSI LES EFFORTS NON PONDRES.

POUR LES SECTIONS SUR PILE LA MACHINE UTILISE LES COEFFICIENTS D'UNE DES DEUX TRAVEES QUI ENCACRENT L'APPUI.

EFFORTS TRANCHANTS EXTREMES

LES EFFORTS EXTREMES SONT CALCULES EN TENANT COMPTE DE L'EXCENTREMENT DES SURCHARGES LE PLUS DEFAVORABLE ET SONT RAPPORTEES A LA LARGEUR ENTIERE DE LA DALLE

Non compris la somme à valoir (donnée CP)

	CHARGE PERMANENTE	EFFORTS PARTIELS NON FONDERES										
		ABSCISSE NO 1	DES CAMIONS NO 2	SENS DE MARCHE	EFFORT DU A	LONGUEUR BC	EFFORT DU A A	ABSCISSE DU CHAR	EFFORT DU CHAR	EFFORT TROTTOIR	EFFORT EXTREME PONDERE	
TRAVEE 1 COTE 1	89.6	0.	31.00	1.	146.7	10.50	0.	116.3	0.	159.3	2.6	269.6
	89.6	13.00	23.50	1.	-28.3	16.84	0.	-37.0	14.50	-28.8	-0.6	45.4
TRAVEE 1 COTE 2	194.5	4.50	15.00	-1.	175.6	10.50	16.84	153.7	6.00	180.1	3.7	411.6
	194.5	31.00	-17.50	1.	-4.6	11.70	0.	-5.5	30.00	-5.8	-0.1	189.7
TRAVEE 2 COTE 1	225.3	6.00	16.50	-1.	196.8	16.84	0.	194.4	10.50	165.9	3.7	468.1
	225.3	31.00	-17.50	1.	-11.6	11.70	0.	-14.6	30.00	-14.7	-0.3	209.7
TRAVEE 2 COTE 2	230.3	25.50	15.00	1.	188.0	16.84	0.	191.6	22.50	160.7	3.7	467.0
	230.3	1.50	-17.50	-1.	-9.4	10.50	0.	-11.1	3.50	-12.4	-0.2	219.0
TRAVEE 3 COTE 1	209.0	27.50	17.00	1.	171.1	11.70	16.84	159.1	27.50	175.4	3.7	420.9
	209.0	1.50	-17.50	-1.	-3.2	10.50	0.	-3.6	3.50	-4.2	-0.1	206.6
TRAVEE 3 COTE 2	107.6	37.50	27.00	1.	145.3	11.70	0.	126.4	34.50	156.9	2.6	286.2
	107.6	8.50	19.00	-1.	-23.6	16.84	0.	-31.2	18.50	-24.1	-0.5	70.6

Effort extrême pondéré = charge permanente x CP + surcharges pondérées (CP étant la donnée figurant à la carte A5. Ici CP = 1,01)

Exemple : $411,6 = 194,5 \times 1,01 + (175,6 + 3,7) \times 1,20$ - (Pondération du 1^{er} genre)

La machine a retenu ce résultat parce que supérieur aux deux combinaisons :

$$\frac{194,5 \times 1,01 + (175,6 + 3,7) \times 1,5}{1,5} = 310,3 \text{ - (Pondération du 2^{ème} genre)}$$

et $194,5 \times 1,01 + (180,1 + 3,7) = 380,2$ - (Effort extrême sous surcharge militaire)

(Cf. pièce 1.6 § 3c)

N.B. - Le programme ne tient pas compte de la concentration locale d'efforts tranchants des points d'appuis discontinus.

Un calcul manuel complémentaire devra être fait le cas échéant.

REACTIONS D'APPUI EXTREMES

LES EFFORTS EXTREMES SONT CALCULES POUR L'APPUI COMPLET SANS PONDERATION DES SURCHARGES CIVILES NI MAJORATION POUR EXCENTREMENT NI MAJORATION POUR EFFET DYNAMIQUE

	CHARGE PERMANENTE	EFFORTS PARTIELS NON PONDÉRES							EFFORT DU A A	ABSCISSE DU CHAR	EFFORT DU CHAR	EFFORT DU CHAR TROITTOIR	EFFORT EXTREME
		ABSCISSE NO 1	DÉS CAMIONS NO 2	SENS DE MARCHE	EFFORT DU A BC	LONGUEUR CHARGÉE							
CORRECTION DUE A L'ENCRUBLEMENT (ABOUT)	7.7				4.4			6.6		3.1	0.1		
APPUI 1	97.3	0.	31.00	1.	103.5	10.50	0.	116.0	0.	79.8	1.2	215.4	
	97.3	13.00	23.50	1.	-19.6	16.84	0.	-35.8	14.50	-15.7	-0.4	62.1	
APPUI 2	419.9	5.50	16.00	1.	182.4	16.84	10.50	320.5	9.50	106.8	3.7	748.2	
	419.9	31.00	-17.50	1.	-11.3	11.70	0.	-19.1	30.00	-10.6	-0.2	404.8	
APPUI 3	439.3	16.50	27.00	-1.	184.4	11.70	16.84	324.2	24.50	106.2	3.8	771.7	
	439.3	1.50	-17.50	-1.	-8.7	10.50	0.	-13.8	3.50	-8.4	-0.1	429.7	
CORRECTION DUE A L'ENCRUBLEMENT (ABOUT)	7.7				4.8			6.6		2.9	0.1		
APPUI 4	115.3	37.50	27.00	1.	104.7	11.70	0.	126.6	34.50	81.5	1.3	244.3	
	115.3	8.50	19.00	-1.	-16.6	16.84	0.	-30.2	18.50	-13.3	-0.3	85.9	

215,4 = 97,3 x 1,01 + 116 + 1,2

La somme des efforts tranchants n'est pas égale à la réaction d'appui car :

- au terme du règlement, la réaction d'appui n'est pas affectée du coefficient de majoration dynamique.
- Les surcharges ne sont pas pondérées.
- Les surcharges excentrées ne sont pas affectées du coefficient d'excentrement.

MOMENTS FLECHISSANTS LONGITUDINAUX EXTREMES

LES EFFORTS EXTREMES SONT CALCULES EN TENANT COMPTE DE L'EXCENTREMENT DES SURCHARGES LE PLUS DEFAVORABLE ET SONT RAPPORTES A LA LARGEUR ENTIERE DE LA DALLE

Les chiffres de cette colonne ne tiennent pas compte de la somme à valoir C.P.

ABSCISSE	CHARGE PERMANENTE	EFFORTS PARTIELS NON PONDERES										EFFORT EXTREME PONDERE
		ABSCISSE NO 1	ABSCISSE NO 2	SENS DE MARCHE	SENS DE DEFILE	LONGUEUR DU A BC	EFFORT DU A A	ABSCISSE DU CHAR	EFFORT DU CHAR	EFFORT TROTTOIR		
0.	-0. *	-6.50	-17.50	1.	0.	10.50	0.	0.	-17.50	0.	0.	-0.
1.50	0.	-6.50	-17.50	1.	0.	0.	0.	0.	-17.50	0.	0.	0.
3.00	111.6* 104.0	1.50 13.00	31.00 23.50	1.	176.4 -42.4	10.00 16.84	0.	147.1 -55.4	1.00 14.50	197.7 -43.2	3.3 -1.0	328.3 37.3
4.50	162.2* 147.1	3.00 13.00	31.00 23.50	1.	270.1 -84.8	10.00 16.84	0.	238.3 -110.9	1.50 14.50	319.2 -86.5	5.4 -1.9	494.4 -13.8
6.00	152.0* 129.3	3.00 13.00	31.00 23.50	1.	298.7 -127.1	10.00 16.84	0.	273.5 -166.3	2.50 14.50	363.4 -129.7	6.4 -2.9	523.0 -82.2
7.50	80.9* 50.6	1.50 13.00	28.50 23.50	-1.	280.8 -169.5	10.00 16.84	11.70 0.	259.0 -221.8	3.50 14.50	335.2 -172.9	6.1 -3.9	425.7 -219.7
9.00	-88.9 -88.9	1.50 13.00	28.50 23.50	-1.	231.2 -211.9	10.00 16.84	11.70 0.	197.3 -277.2	4.50 14.50	241.6 -216.2	4.6 -4.9	193.1 -428.4
10.50	-289.4 -289.4	3.00 13.00	28.50 23.50	-1.	126.0 -254.3	5.50 16.84	11.70 0.	94.5 -332.7	6.00 14.50	91.4 -259.4	2.1 -6.0	-138.6 -698.6
12.00	-550.7 -550.7	31.00 6.00	-17.50 16.50	1.	47.8 -395.8	11.70 16.84	0.	57.8 -463.8	30.00 14.50	61.3 -302.7	1.2 -9.9	-485.4 -1124.7
13.50	-243.1 -243.1	31.00 1.50	12.00 15.00	1.	53.9 -213.8	3.00 10.50	11.70 13.84	59.4 -246.3	30.00 3.50	36.3 -143.2	1.1 -5.3	-172.9 -547.4
15.00	57.1* 3.6	13.50 1.50	31.00 19.00	1.	155.0 -109.0	8.00 10.50	11.70 8.84	120.6 -121.5	11.50 3.50	161.4 -124.5	2.2 -2.7	245.8 -145.5
16.50	243.2* 189.4	10.50 1.50	21.00 28.50	-1.	243.7 -85.7	16.84 10.50	0.	254.5 -94.3	13.50 3.50	271.2 -105.9	4.5 -2.2	555.9 75.5
18.00	368.4* 314.3	12.00 1.50	22.50 28.50	-1.	316.4 -88.3	16.84 10.50	0.	365.6 -97.0	14.50 3.50	352.8 -87.2	6.4 -2.3	818.0 198.3
	432.7* 378.3	12.00 1.50	22.50 28.50	-1.	348.7 -90.8	16.84 10.50	0.	425.1 -101.9	16.00 3.50	398.0 -68.5	7.5 -2.3	955.5 257.1

IL EST TENU COMPTE DANS CETTE VALEUR DU MOMENT DIFFERE AINSI QUE DANS CELLE DE L'EFFORT EXTREME MAXIMUM

Moment maximum
 $494,4 = 162,2 \times 1,01 + (270,1 + 5,4) \times 1,2$. La combinaison la plus défavorable est donnée par la pondération du 1^{er} genre de la surcharge B.C et du trottoir.

Moment minimum
 La combinaison prépondérante est donnée par la pondération du 2^{ème} genre de la surcharge A et du trottoir:
 $-13,8 = \frac{147,1 \times 1,01 + 1,5(-110,9 - 1,9)}{1,5}$, la pondération du 1^{er} genre donnant 13,2

La combinaison prépondérante est donnée ici par l'effet du char et du trottoir:
 $523,0 = 152 \times 1,01 + (363,4 + 6,4)$

MOMENTS FLECHISSANTS LONGITUDINAUX EXTREMES

LES EFFORTS EXTREMES SONT CALCULES EN TENANT COMPTE DE L'EXCENTREMENT DES SURCHARGES LE PLUS DEFAVORABLE ET SONT RAPPORTES A LA LARGEUR ENTIERE DE LA DALLE

ABSCISSE	CHARGE PERMANENTE	EFFORTS PARTIELS NON PONDERES							EFFORT DU CHAR	EFFORT DU CHAR	EFFORT TROTTOIR	EFFORT EXTREME PONDERE
		ABSCISSE NO 1	DES CAMIONS NO 2	SENS DE MARCHE	SENS DE MARCHÉ	DE EFFORT DU A BC	LONGUEUR CHARGÉE	EFFORT DU A A				
19.50	436.1*	9.00	19.50	1.	351.4	16.84	0.	433.0	17.00	404.0	7.6	968.6
	381.5	31.00	4.00	1.	-93.5	11.70	10.50	-106.7	30.00	-74.2	-2.4	254.3
21.00	378.6*	10.50	21.00	1.	332.2	16.84	0.	389.3	18.50	371.2	6.8	857.3
	323.8	31.00	4.00	1.	-97.8	11.70	10.50	-111.6	30.00	-96.4	-2.5	190.1
22.50	260.3*	21.00	10.50	1.	271.8	16.84	0.	294.1	20.00	299.8	5.2	621.4
	205.2	31.00	4.00	1.	-102.1	11.70	0.	-117.2	30.00	-118.5	-2.6	63.5
24.00	81.0*	18.00	1.50	-1.	180.9	11.00	0.	158.3	21.00	197.1	2.8	301.7
	25.7	31.00	11.00	1.	-112.2	11.70	0.	-139.1	30.00	-140.6	-2.9	-144.4
25.50	-214.7	19.50	1.50	-1.	80.7	4.50	10.50	63.0	23.00	71.8	1.2	-118.6
	-214.7	31.00	16.00	1.	-198.4	11.70	12.34	-227.8	30.00	-162.7	-4.8	-496.0
27.00	-516.0	1.50	-17.50	-1.	32.8	0.50	10.50	40.5	3.50	43.5	0.9	-471.4
	-516.0	18.50	31.00	1.	-341.9	16.34	11.70	-418.0	18.00	-233.7	-9.0	-1033.5
28.50	-368.5	28.50	4.00	1.	75.1	3.50	10.50	61.7	3.50	44.6	1.3	-280.5
	-368.5	19.00	33.50	1.	-257.7	16.84	8.20	-338.8	18.50	-254.4	-6.7	-786.8
30.00	-132.6	30.00	4.00	1.	198.8	11.70	10.50	163.6	28.50	199.5	3.7	113.2
	-132.6	8.50	19.00	-1.	-213.3	16.84	0.	-282.0	18.50	-218.2	-5.0	-478.2
31.50	78.5*	31.50	4.00	1.	281.1	11.70	10.50	261.5	30.00	318.1	5.8	423.3
	42.5	8.50	19.00	-1.	-177.9	16.84	0.	-235.2	18.50	-182.0	-4.1	-244.3
33.00	185.5*	28.50	1.50	-1.	322.0	11.70	0.	319.1	31.00	385.0	6.9	521.7
	156.7	8.50	19.00	-1.	-142.5	16.84	0.	-188.4	18.50	-145.8	-3.3	-86.2
34.50	231.6*	30.00	1.50	-1.	322.3	11.70	0.	322.8	32.00	391.3	6.8	631.9
	209.9	8.50	19.00	-1.	-107.1	16.84	0.	-141.6	18.50	-109.6	-2.5	-2.8
36.00	216.9*	30.00	1.50	-1.	286.0	11.70	0.	271.6	33.00	331.9	5.7	568.9
	202.3	8.50	19.00	-1.	-71.7	16.84	0.	-94.8	18.50	-73.4	-1.7	88.6
37.50	141.2*	31.50	1.50	-1.	183.4	11.70	0.	165.7	33.50	204.1	3.4	366.8
	133.9	8.50	19.00	-1.	-36.3	16.84	0.	-48.0	18.50	-37.2	-0.8	76.5

• IL EST TENU COMPTE DANS CETTE VALEUR DU MOMENT DIFFERE AINSI QUE DANS CELLE DE L'EFFORT EXTREME MAXIMUM

MOMENTS FLECHISSANTS LONGITUDINAUX EXTREMES

LES EFFORTS EXTREMES SONT CALCULES EN TENANT COMPTE DE L'EXCENTREMENT DES SURCHARGES
LE PLUS DEFAVORABLE ET SONT RAPPORTES A LA LARGEUR ENTIERE DE LA DALLE

ABSCISSE	CHARGE PERMANENTE	EFFORTS PARTIELS NON PONDERES					EFFORT DU A A	ABSCISSE DU CHAR	EFFORT DU CHAR	EFFORT TROTTOIR	EFFORT EXTREME PONDERE	
		ABSCISSE NO 1	DES CAMIONS NO 2	SENS DE MARCHE	DE EFFORT DU A BC	LONGUEUR CHARGEE						
39.00	4.7*	37.50	27.00	1.	5.8	11.70	0.	5.0	34.50	6.3	0.1	11.8
	4.5	8.50	19.00	-1.	-0.9	16.84	0.	-1.2	18.50	-1.0	-0.0	3.0

* IL EST TENU COMPTE DANS CETTE VALEUR DU MOMENT DIFFERE AINSI QUE DANS CELLE DE L'EFFORT EXTREME MAXIMUM

MOMENTS FLECHISSANTS LONGITUDINAUX EXTREMES AU VOISINAGE DES PILES

LES EFFORTS EXTREMES SONT CALCULES EN TENANT COMPTE DE L'EXCENTREMENT DES SURCHARGES LE PLUS DEFAVORABLE ET SONT RAPPORTES A LA LARGEUR ENTIERE DE LA DALLE

ABSCISSE	CHARGE PERMANENTE	EFFORTS PARTIELS NON PONDERES							EFFORT DU A A	ABSCISSE DU CHAR	EFFORT DU CHAR	EFFORT TROTTOIR	EFFORT EXTREME PONDERE
		ABSCISSE NO 1	ABSCISSE NO 2	SENS DE MARCHE	SEAS DE EFFORT DU A BC	LONGUEUR CHARGEE	EFFORT DU A A	EFFORT DU CHAR					
10.00	-456.8	31.00	-17.50	1.	45.5	1.00	11.70	59.6	30.00	58.4	1.2	-388.5	
	-456.8	5.50	16.00	1.	-333.7	16.84	9.50	-399.3	14.50	-288.2	-8.2	-950.4	
10.50	-550.7	31.00	-17.50	1.	47.8	11.70	0.	57.8	30.00	61.3	1.2	-485.4	
	-550.7	6.00	16.50	1.	-395.8	16.84	10.50	-463.8	14.50	-302.7	-9.9	-1124.7	
11.00	-441.4	31.00	-17.50	1.	40.2	0.50	11.70	53.0	30.00	51.1	1.1	-381.0	
	-441.4	6.00	16.50	1.	-315.2	16.34	10.50	-380.9	15.50	-231.6	-8.2	-912.7	
26.50	-408.8	1.50	-17.50	-1.	28.1	1.50	10.50	41.3	3.50	37.3	0.9	-362.3	
	-408.8	17.50	31.00	1.	-289.2	11.70	15.34	-344.5	17.50	-180.6	-7.4	-835.1	
27.00	-516.0	1.50	-17.50	-1.	32.8	0.50	10.50	40.5	3.50	43.5	0.9	-471.4	
	-516.0	18.50	31.00	1.	-341.9	16.34	11.70	-418.0	18.00	-233.7	-9.0	-1033.5	
27.50	-559.6	1.50	-17.50	-1.	36.4	10.50	0.50	42.9	3.50	48.8	0.9	-512.6	
	-559.6	16.00	26.50	-1.	-374.1	16.84	11.20	-451.8	18.50	-278.6	-9.6	-1118.9	

• IL EST TENU COMPTE DANS CETTE VALEUR DU MOMENT DIFFERE AINSI QUE DANS CELLE DE L'EFFORT EXTREME MAXIMUM

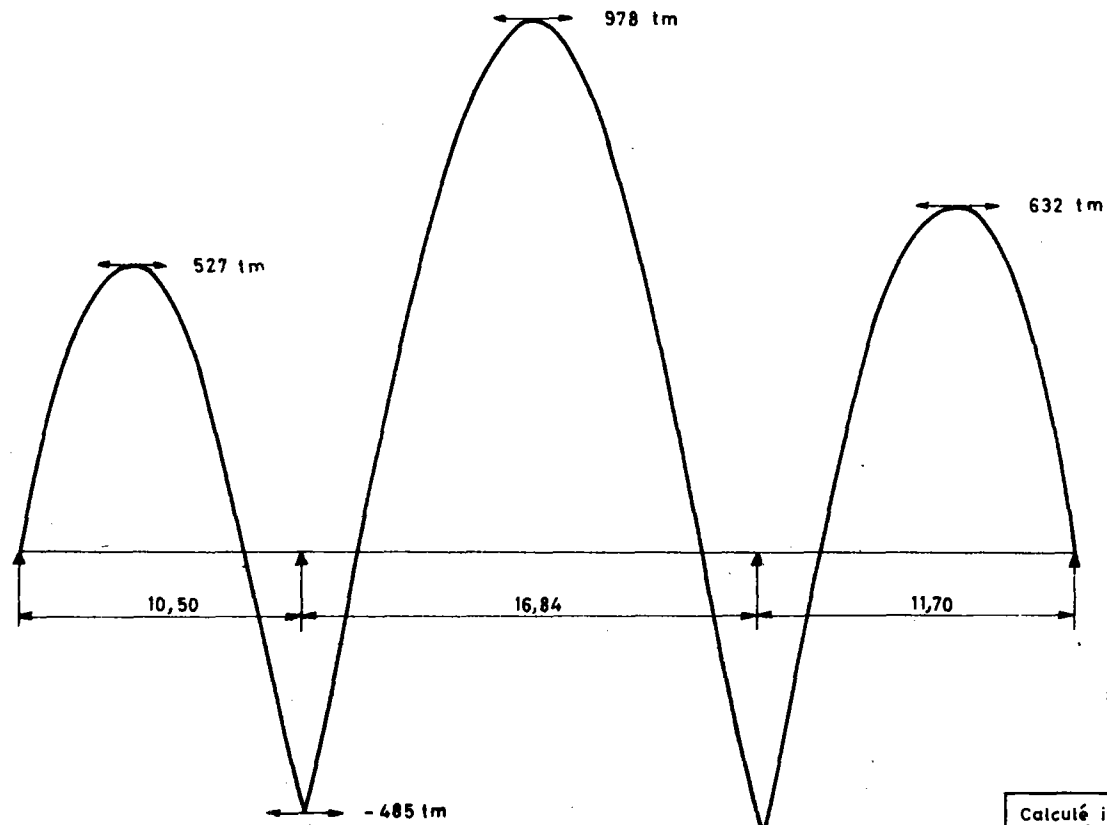
Indication générale ne concernant évidemment pas les moments sur piles.

Au niveau des appuis, le calcul est repris pour des sections distantes de 0,50 m, afin de mieux préciser les courbes enveloppes des moments au voisinage de ces premiers.

COURBE ENVELOPPE DES MOMENTS FLECHISSANTS MAXIMA

1974

ABSCISSE	MOMENT	ABSCISSE	MOMENT	ABSCISSE	MOMENT	ABSCISSE	MOMENT	ABSCISSE	MOMENT	ABSCISSE	MOMENT
0.	-0.	0.50	127.	1.00	237.	1.50	328.	2.00	399.	2.50	454.
3.00	494.	3.50	518.	4.00	527.	4.50	523.	5.00	506.	5.50	473.
6.00	426.	6.50	359.	7.00	282.	7.50	193.	8.00	84.	8.50	-26.
9.00	-139.	9.50	-252.	10.00	-368.	10.50	-485.	11.00	-381.	11.50	-325.
12.00	-173.	12.50	-21.	13.00	118.	13.50	246.	14.00	354.	14.50	458.
15.00	556.	15.50	657.	16.00	744.	16.50	818.	17.00	878.	17.50	924.
18.00	956.	18.50	974.	19.00	978.	19.50	969.	20.00	945.	20.50	908.
21.00	857.	21.50	788.	22.00	709.	22.50	621.	23.00	526.	23.50	419.
24.00	302.	24.50	154.	25.00	14.	25.50	-119.	26.00	-244.	26.50	-361.
27.00	-471.	27.50	-513.	28.00	-421.	28.50	-281.	29.00	-140.	29.50	-9.
30.00	113.	30.50	233.	31.00	337.	31.50	423.	32.00	488.	32.50	541.
33.00	582.	33.50	611.	34.00	628.	34.50	632.	35.00	626.	35.50	605.
36.00	569.	36.50	518.	37.00	451.	37.50	367.	38.00	265.	38.50	147.
39.00	12.										



Echelles : Longueurs: 0,005 m par m
Moments: 0,01 m pour 10 tm

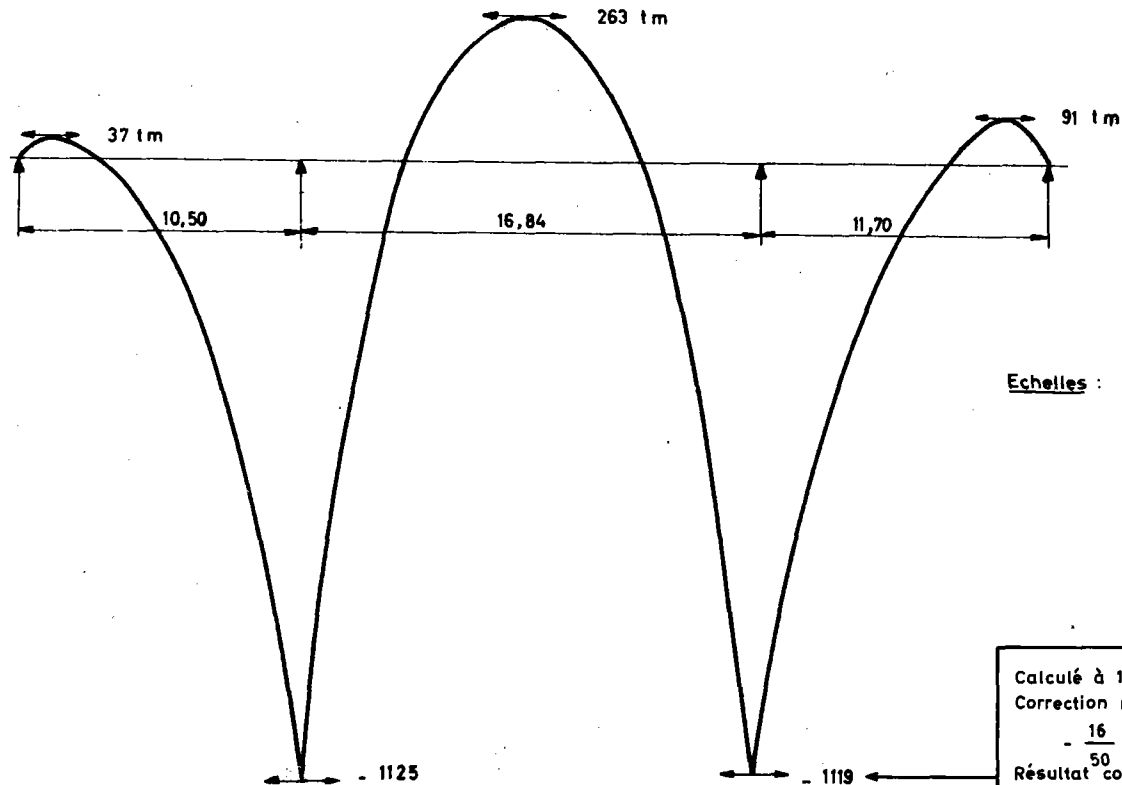
Calculé ici à 16 cm de l'appui
correction manuelle possible par
extrapolation (cf. page 17)

Tracé de la courbe enveloppe des moments fléchissants maxima

COURBE ENVELOPPE DES MOMENTS FLECHISSANTS MINIMA

N°M 7094

ABSCISSE	MOMENT	ABSCISSE	MOMENT	ABSCISSE	MOMENT	ABSCISSE	MOMENT	ABSCISSE	MOMENT	ABSCISSE	MOMENT
0.	0.	0.50	22.	1.00	35.	1.50	37.	2.00	22.	2.50	5.
3.00	-14.	3.50	-29.	4.00	-52.	4.50	-82.	5.00	-120.	5.50	-166.
6.00	-220.	6.50	-282.	7.00	-352.	7.50	-428.	8.00	-501.	8.50	-591.
9.00	-695.	9.50	-823.	10.00	-965.	10.50	-1125.	11.00	-913.	11.50	-702.
12.00	-547.	12.50	-393.	13.00	-259.	13.50	-145.	14.00	-61.	14.50	13.
15.00	75.	15.50	124.	16.00	164.	16.50	198.	17.00	225.	17.50	244.
18.00	257.	18.50	263.	19.00	262.	19.50	254.	20.00	240.	20.50	218.
21.00	150.	21.50	157.	22.00	115.	22.50	63.	23.00	10.	23.50	-59.
24.00	-144.	24.50	-241.	25.00	-358.	25.50	-496.	26.00	-654.	26.50	-834.
27.00	-1033.	27.50	-1119.	28.00	-898.	28.50	-787.	29.00	-676.	29.50	-573.
30.00	-478.	30.50	-392.	31.00	-314.	31.50	-244.	32.00	-183.	32.50	-131.
33.00	-86.	33.50	-55.	34.00	-31.	34.50	-3.	35.00	39.	35.50	70.
36.00	89.	36.50	91.	37.00	87.	37.50	77.	38.00	59.	38.50	34.
39.00	3.										



Echelles : Longueurs : 0,005 m par m
Moments : 0,01 m pour 10 tm

Calculé à 16 cm de l'appui.
Correction manuelle possible par extrapolation
 $-\frac{16}{50} (1119 - 898) = -70$ tm
Résultat corrigé : -1190 tm
Si on estime devoir écrêter la courbe enveloppe sur appuis, cela doit faire l'objet d'une autre correction manuelle

Tracé de la courbe enveloppe des moments fléchissants minima

MOMENTS TRANSVERSAUX PRINCIPAUX AU METRE LINEAIRE. COEFFICIENT DE POISSON NUL. SURCHARGES SELLES NON PENDEES

AU POINT DE LA TRAVEE 2 DE COORDONNEES 0. 0. COMPTEES A PARTIR DU CENTRE DE LA DALLE

Ce sont les moments transversaux calculés d'après la théorie de MM. GUYON-MASSONNET - ROWE.

DIMENSIONS DE LA PLAQUE RECTANGULAIRE EQUIVALENTE SUR APPUIS SIMPLES
 LARGEUR = 17.957 LONGUEUR = 15.005 TETA = 0.598

MOMENTS DUS AU CHAR CHENILLE1

HARMONIQUE	PARAMETRES DE REPARTITION TRANSVERSAUX*10000								MOMENT
	FACTEUR 1	FACTEUR 2	FIBRE 1	FIBRE 2	FIBRE 3	FIBRE 4	FIBRE	FACTEUR 3	
1	0.4712	1.0000	763.707	763.707	963.792	963.792	1192.989	968.644	4.960
2	0.8312	0.0000	284.507	284.507	445.354	445.354	659.202	454.188	0.000
3	0.9951	0.3333	113.841	113.841	243.102	243.102	443.078	254.888	0.919
4	0.9242	0.0000	41.835	41.835	145.230	145.230	332.457	159.202	0.000
5	0.6353	0.2000	8.336	8.336	90.505	90.505	265.971	106.055	0.146

Pour la signification de ces termes, se reporter à la pièce pilote 1.6 § 8e.

MOMENTS DUS AU CHAR CHENILLE2

HARMONIQUE	PARAMETRES DE REPARTITION TRANSVERSAUX*10000								MOMENT
	FACTEUR 1	FACTEUR 2	FIBRE 1	FIBRE 2	FIBRE 3	FIBRE 4	FIBRE	FACTEUR 3	
1	0.4712	1.0000	-26.395	386.954	151.703			161.228	0.826
2	0.8312	0.0000	-87.281	51.429	-43.778			-35.161	-0.000
3	0.9951	0.3333	-58.316	-27.659	-58.403			-53.264	-0.192
4	0.9242	0.0000	-31.754	-40.500	-42.884			-40.639	-0.000
5	0.6353	0.2000	-16.107	-35.994	-27.395			-26.947	-0.037

TOTAL AFFECTE DU COEFFICIENT DE MAJORATION DYNAMIQUE 1.122

7.432

MOMENTS DUS A BC

HARMONIQUE	PARAMETRES DE REPARTITION TRANSVERSAUX*10000								MOMENT
	FACTEUR 1	FACTEUR 2	FIBRE 1	FIBRE 2	FIBRE 3	FIBRE 4	FIBRE	FACTEUR 3	
1	0.2320	1.0000	224.658	934.876	1192.989	362.760		2715.282	3.443
2	0.4513	0.0000	-18.678	420.593	659.202	39.765		1100.882	0.000
3	0.6460	0.3333	-52.986	221.897	443.078	-32.672		579.317	0.682
4	0.8055	0.0000	-44.829	127.122	332.457	-42.049		372.701	0.000
5	0.9210	0.2000	-31.403	75.097	265.971	-35.847		273.817	0.276

TOTAL AFFECTE DU COEFFICIENT DE MAJORATION DYNAMIQUE 1.161

5.108

MOMENTS DUS A BE

HARMONIQUE	PARAMETRES DE REPARTITION TRANSVERSAUX*10000								MOMENT
	FACTEUR 1	FACTEUR 2	FIBRE 1	FIBRE 2	FIBRE 3	FIBRE 4	FIBRE	FACTEUR 3	
1	0.0783	1.0000	479.958	479.958	791.573	791.573	1192.989	806.540	1.718
2	0.1561	0.0000	100.094	100.094	305.422	305.422	659.202	330.164	0.000
3	0.2329	0.3333	-4.084	-4.084	129.446	129.446	443.078	159.463	0.337
4	0.3083	0.0000	-31.009	-31.009	53.321	53.321	332.457	85.789	0.000
5	0.3818	0.2000	-34.105	-34.105	16.634	16.634	265.971	49.733	0.103

TOTAL AFFECTE DU COEFFICIENT DE MAJORATION DYNAMIQUE 1.161

2.506

Dans une note de calcul détaillée, la machine imprime des tableaux de calculs intermédiaires pour chaque travée et en des points dont la définition des coordonnées figurent dans la pièce 1.6 § 8e.

MOMENTS DUS A BR

HARMONIQUE	PARAMETRES DE REPARTITION TRANSVERSAUX*10000		FACTEUR 3	MOMENT
	FACTEUR 1	FACTEUR 2		
1	0.0987	1.0000	1192.989	1.270
2	0.1965	0.0000	659.202	0.000
3	0.2923	0.3333	443.078	0.466
4	0.3853	0.0000	332.457	0.000
5	0.4745	0.2000	265.971	0.272
TOTAL AFFECTE DU COEFFICIENT DE MAJORATION DYNAMIQUE 1.161				2.331

MOMENTS DUS AUX TROTTOIRS TROTTOIR DE GAUCHE

HARMONIQUE	PARAMETRES DE REPARTITION TRANSVERSAUX*10000						FACTEUR 3	MOMENT
	FACTEUR 1	FACTEUR 2	FIBRE 1	FIBRE 2	FIBRE 3			
1	1.0000	1.0000	-467.774	-435.264	-451.751	-451.673	-0.116	
2	0.0000	0.0000	-84.549	-88.382	-86.429	-86.441	-0.000	
3	-1.0000	0.3333	-15.625	-18.188	-16.833	-16.858	0.001	
4	-0.0000	0.0000	-2.872	-3.728	-3.262	-3.275	0.000	
5	1.0000	0.2000	-0.528	-0.767	-0.633	-0.638	-0.000	

MOMENTS DUS AUX TROTTOIRS TROTTOIR DE DROITE

HARMONIQUE	PARAMETRES DE REPARTITION TRANSVERSAUX*10000						FACTEUR 3	MOMENT
	FACTEUR 1	FACTEUR 2	FIBRE 1	FIBRE 2	FIBRE 3			
1	1.0000	1.0000	-467.774	-400.453	-435.264	-434.880	-0.224	
2	0.0000	0.0000	-84.549	-92.448	-88.382	-88.421	-0.000	
3	-1.0000	0.3333	-15.625	-21.415	-18.188	-18.299	0.003	
4	-0.0000	0.0000	-2.872	-4.947	-3.728	-3.789	0.000	
5	1.0000	0.2000	-0.528	-1.147	-0.767	-0.790	-0.000	
TOTAL								-0.335

MOMENTS DUS A A VOIE 1

HARMONIQUE	PARAMETRES DE REPARTITION TRANSVERSAUX*10000						FACTEUR 3	MOMENT
	FACTEUR 1	FACTEUR 2	FIBRE 1	FIBRE 2	FIBRE 3			
1	1.0000	1.0000	-400.453	-16.650	-252.277	-237.702	-1.510	
2	0.0000	0.0000	-92.448	-85.577	-103.738	-98.830	-0.000	
3	-1.0000	0.3333	-21.415	-58.753	-38.283	-38.883	0.082	
4	-0.0000	0.0000	-4.947	-32.554	-13.535	-15.273	0.000	
5	1.0000	0.2000	-1.147	-16.717	-4.674	-6.093	-0.008	

MOMENTS DUS A A VOIE 2

HARMONIQUE	PARAMETRES DE REPARTITION TRANSVERSAUX*10000						FACTEUR 3	MOMENT
	FACTEUR 1	FACTEUR 2	FIBRE 1	FIBRE 2	FIBRE 3			
1	1.0000	1.0000	-16.650	1058.972	381.609	428.126	2.720	
2	0.0000	0.0000	-85.577	530.401	48.816	106.682	0.000	
3	-1.0000	0.3333	-58.753	319.163	-28.806	24.198	-0.051	
4	-0.0000	0.0000	-32.554	213.191	-40.873	2.858	-0.000	
5	1.0000	0.2000	-16.717	151.144	-35.982	-1.583	-0.002	

MOMENTS DUS A A VOIE 3

HARMONIQUE	FACTEUR		PARAMETRES DE REPARTITION TRANSVERSAUX*10000					FACTEUR 3	MOMENT
	1	2	FIBRE 1	FIBRE 2	FIBRE 3	FIBRE 4	FIBRE		
1	1.0000	1.0000	1058.972	80.109	1124.695	502.852	1192.989	836.271	5.313
2	0.0000	0.0000	530.401	-64.366	592.257	112.990	659.202	383.786	0.000
3	-1.0000	0.3333	319.163	-60.488	377.427	2.802	443.078	222.146	-0.470
4	-0.0000	0.0000	213.191	-39.284	268.066	-27.733	332.457	150.013	-0.000
5	1.0000	0.2000	151.144	-22.929	202.811	-32.940	265.971	111.637	0.142

MOMENTS DUS A A VOIE 4

HARMONIQUE	FACTEUR		PARAMETRES DE REPARTITION TRANSVERSAUX*10000			FACTEUR 3	MOMENT
	1	2	FIBRE 1	FIBRE 2	FIBRE 3		
1	1.0000	1.0000	80.109	-362.379	-194.356	-176.616	-1.122
2	0.0000	0.0000	-64.366	-96.546	-103.744	-95.982	-0.000
3	-1.0000	0.3333	-60.488	-25.426	-44.805	-64.189	-0.094
4	-0.0000	0.0000	-39.284	-6.655	-17.996	-19.654	0.000
5	1.0000	0.2000	-22.929	-1.741	-6.974	-8.761	-0.011

TOTAL PAR LA COMBINAISON LA PLUS DEFAYVRABLE DES VOIES

NOTA - LA VOIE 1 EST A DROITE SI L ABSCISSE DE LA FIBRE EST NEGATIVE OU NULLE

7.651

MOMENTS DUS A UN EFFORT TRANCHANT UNITAIRE UNIFORME SUR LE BORD LIBRE GAUCHE

HARMONIQUE	FACTEUR		FIBRE 1	MOMENT
	1	2		
1	1.0000	1.0000	-467.774	-0.535
2	0.0000	0.0000	-84.549	-0.000
3	-1.0000	0.3333	-15.625	0.006
4	-0.0000	0.0000	-2.872	0.000
5	1.0000	0.2000	-0.528	-0.000

TOTAL

-0.529

MOMENTS DUS A UN MOMENT UNITAIRE UNIFORME SUR LE BORD LIBRE GAUCHE

HARMONIQUE	FACTEUR		FIBRE 1	MOMENT
	1	2		
1	1.0000	1.0000	-71.050	-0.081
2	0.0000	0.0000	8.276	0.000
3	-1.0000	0.3333	5.122	-0.002
4	-0.0000	0.0000	1.600	-0.000
5	1.0000	0.2000	0.420	0.000

TOTAL

-0.083

RECAPITULATION DES MOMENTS TRANSVERSAUX TOTAUX AU METRE LINEAIRE ET DES DIRECTIONS PRINCIPALES AU POINT DE CALCUL DE LA TRAVEE 2 EFFORTS TOTAUX PONDERES.

Pour le choix des abscisses transversales de la fibre et le choix des sections, se reporter à la pièce pilote 1.6 § 8e, dessins figure n°6.

MOMENTS PRINCIPAUX TRANSVERSAUX

TRAVEE 2	ABSCISSE TRANSVERSALE DE LA FIBRE	CAS 1 CP+T	CAS 2 CP+A	CAS 3 CP+BC	CAS 4 CP+BE	CAS 5 CP+BR	CAS 6 CP+CM	EFFET D UN EFFORT 1T *	UN EFFORT 1TM *	BIAIS DES DIRECTIONS PRINCIPALES	
LIGNE D APPUIS	2	-15.82	-30.98	-28.71	-17.67	-16.75	-23.91	-0.91	-0.03	70.00	
QUART DE TRAVEE	2	-5.55	1.49	7.49	6.34	2.30	4.17	8.71	-0.04	-0.40	70.00
		-4.25	1.41	8.83	8.22	4.59	4.28	9.15	-0.21	-0.26	70.00
		0.	1.33	10.79	8.67	4.78	4.37	9.41	-0.32	-0.06	70.00
		3.05	1.38	9.39	8.48	4.70	4.33	9.36	-0.25	-0.01	70.00
		4.75	1.48	8.65	8.05	4.52	4.25	3.57	-0.20	-0.00	70.00
MILIEU DE TRAVEE	2	-5.55	3.63	13.13	10.76	4.84	6.91	13.73	0.08	-0.52	70.00
		-4.25	3.53	14.92	12.81	7.59	7.05	14.30	-0.17	-0.36	70.00
		0.	3.40	17.28	13.37	7.84	7.16	14.55	-0.41	-0.09	70.00
		3.05	3.48	15.51	13.14	7.73	7.11	14.54	-0.34	-0.02	70.00
		4.75	3.63	14.68	12.60	7.50	7.00	7.12	-0.26	-0.01	70.00
QUART DE TRAVEE	2	-5.55	1.66	8.11	6.80	2.54	4.38	9.14	-0.04	-0.40	70.00
		-4.25	1.59	9.44	8.67	4.82	4.48	9.57	-0.20	-0.26	70.00
		0.	1.50	11.40	9.12	5.02	4.58	9.84	-0.32	-0.06	70.00
		3.05	1.55	10.00	8.93	4.93	4.53	9.78	-0.25	-0.01	70.00
		4.75	1.65	9.26	8.51	4.75	4.45	3.99	-0.19	-0.00	70.00
LIGNE D APPUIS	3	-16.06	-30.83	-28.24	-17.77	-16.91	-23.50	-0.86	-0.03	70.00	

* IL S'AGIT DU MOMENT PRODUIT PAR UN EFFORT VERTICAL DE 1 TONNE PAR METRE LINEAIRE ET PAR UN MOMENT DE 1 TONNE METRE PAR METRE LINEAIRE APPLIQUE AU BORD GAUCHE DE LA DALLE EN LIMITE D'ENCORBEMENT.

Moments transversaux My rapportés au mètre linéaire :

$$M_y^v = M_y^{v=0} + \lambda M_x^{v=0}$$

$M_y^{v=0}$ = Moments transversaux donnés par la théorie de Guyon-Massonnet avec coefficient de Poisson nul.

$\lambda = 1$, si $2l > 2a$

$\lambda = \frac{2l}{2a}$, si $2l < 2a$ (cf. pièce 1.6)

Exemple : fibre 0, cas 2 (CP+A)

$M_x^{v=0} = 53,99$ (page 22)

$\nu = 0,15$ (coefficient de Poisson)

$M_y^{v=0} = 7,651 \times 1,2$ (page 20 effort pondéré)

$17,28 = 7,651 \times 1,2 + 0,15 \times 53,99$

Moments transversaux My sur appuis rapportés au mètre linéaire. Ils sont déduits des moments longitudinaux Mx par la relation :

$$M_y = \frac{\lambda}{\pi} M_x \quad (\text{cf. pièce 1.6})$$

Exemple : fibre 0, cas 2 (CP+A)

n = nombre d'appuis = 4

$\lambda = 2$ ($2l > 2a$)

$M_x = -61,67$ (page 22)

$-30,83 = -\frac{2}{4} 61,67$

Biais mécanique $\psi = \text{BIAIS 1}$ (cf. pièce pilote n° 1.2 § 4.1 et 1.4, carte A6)

En l'occurrence, du fait que $\frac{l}{2a} > 0,5$, on a posé dans les données :

$\psi = \varphi = 70 \text{ gr.}$ (biais mécanique = biais géométrique)

ψ repère la direction du moment principal transversal par rapport à l'axe longitudinal.

COURBURES PRINCIPALES LONGITUDINALES QUI ONT SERVI A EVALUER L'INFLUENCE DU COEFFICIENT DE POISSON
DANS L'ETUDE DES MOMENTS TRANSVERSAUX DES POINTS DE CALCUL DE LA TRAVÉE 2 COURBURES TOTALES PONDÉREES

IBM 7034

* * * * *

LIGNE D'APPUI	ABSCISSE TRANSVERSALE DE LA FIBRE	CAS 1 CP+T	CAS 2 CP+A	CAS 3 CP+BC	CAS 4 CP+BE	CAS 5 CP+BR	CAS 6 CP+CM	EFFET D'UN EFFORT	
								1 T	1 TM
LIGNE D'APPUI 2	-5.55	-31.64	-61.97	-57.42	-35.35	-33.50	-47.83	-1.82	-0.06
QUART DE TRAVÉE 2	-5.55	10.81	24.34	24.74	15.35	13.34	23.79	1.07	0.04
	-4.25							0.86	0.00
	0.							0.41	-0.03
	3.05							0.24	-0.03
	4.75							0.19	-0.02
MILIEU DE TRAVÉE 2	-5.55	25.36	53.99	48.26	32.19	29.10	47.44	2.05	0.07
	-4.25							1.66	0.00
	0.							0.79	-0.06
	3.05							0.47	-0.05
	4.75							0.36	-0.04
QUART DE TRAVÉE 2	-5.55	11.95	28.42	27.76	16.91	14.69	26.63	1.12	0.04
	-4.25							0.91	0.00
	0.							0.43	-0.03
	3.05							0.26	-0.03
	4.75							0.20	-0.02
LIGNE D'APPUI 3	-5.55	-32.12	-61.67	-56.48	-35.54	-33.83	-46.95	-1.71	-0.06

Courbures longitudinales M_x rapportées au mètre linéaire (cf. pièce pilote 1.6 § 9b). Ces valeurs sont déduites des moments fléchissants longitudinaux.

Exemple : Milieu de la travée 2, cas 2 (CP+A)

L'abscisse du milieu de la travée 2 est : $10,50 + 0,5 \times 16,84 = 18,92$

L'abscisse la plus proche, multiple de 0,50 m, est 19,00 m pour laquelle l'effort extrême pondéré est de 978 tm. La largeur droite de la dalle est 16,00 m.

Comme dans l'évaluation des moments principaux transversaux, il n'a pas été tenu compte de l'effet des trottoirs, lequel à l'abscisse 19,00, et avec la pondération, est de $7,6 \times 1,2 \approx 9$ tm, nous aurons pour la courbure principale :

$$M_x = \frac{978 - 9}{16} \times \sin \psi = \frac{969}{16} \times \frac{969}{17,957} = 53,99 \text{ tm}$$

La largeur biaisée de 17,957 m figure dans le tableau des moments transversaux principaux, coefficient de Poisson nul.

Il s'agit du moment longitudinal produit par un effort vertical de 1 tonne par mètre linéaire et pour une distribution linéaire de 1 tonne mètre par mètre linéaire appliquée au bord gauche de la dalle en limite d'encorbellement -

N.B. - Dans une note de calcul complète la machine imprime des tableaux similaires pour chaque travée

DEFORMEE SOUS CHARGE PERMANENTE

TRAVÉE 1

* ABSCISSE	DEFORMEE *	ABSCISSE	DEFORMEE *	ABSCISSE	DEFORMEE *	ABSCISSE	DEFORMEE *	ABSCISSE	DEFORMEE
0.	0.	0.66	-0.0006	1.31	-0.0012	1.97	-0.0016	2.63	-0.0019
3.28	-0.0020	3.94	-0.0019	4.59	-0.0017	5.25	-0.0013	5.91	-0.0007
6.56	-0.0001	7.22	0.0005	7.88	0.0010	8.53	0.0013	9.19	0.0013
9.84	0.0010	10.50	0.						

TRAVÉE 2

* ABSCISSE	DEFORMEE *	ABSCISSE	DEFORMEE *	ABSCISSE	DEFORMEE *	ABSCISSE	DEFORMEE *	ABSCISSE	DEFORMEE
0.	0.	1.05	-0.0027	2.10	-0.0065	3.16	-0.0108	4.21	-0.0150
5.26	-0.0187	6.31	-0.0216	7.37	-0.0233	8.42	-0.0239	9.47	-0.0232
10.52	-0.0212	11.58	-0.0182	12.63	-0.0144	13.68	-0.0102	14.73	-0.0060
15.79	-0.0024	16.84	0.						

TRAVÉE 3

* ABSCISSE	DEFORMEE *	ABSCISSE	DEFORMEE *	ABSCISSE	DEFORMEE *	ABSCISSE	DEFORMEE *	ABSCISSE	DEFORMEE
0.	0.	0.73	0.0006	1.46	0.0007	2.19	0.0002	2.92	-0.0007
3.66	-0.0017	4.39	-0.0027	5.12	-0.0036	5.85	-0.0044	6.58	-0.0049
7.31	-0.0051	8.04	-0.0049	8.77	-0.0045	9.51	-0.0037	10.24	-0.0026
10.97	-0.0014	11.70	-0.						

La déformée sous charge permanente est calculée à partir du module d'élasticité différé E_v (donnée carte A9)

Dans le cas d'ouvrage en béton précontraint la déformation due à la précontrainte n'est pas prise en compte.

LIGNES D INFLUENCE DE LA DEFORMATION INSTANTANEE EN MILIEU DE TRAVEE SOUS CHARGE UNITAIRE

MILIEU DE	TRAVEE 1	TRAVEE 2	TRAVEE 3
TRAVEE 1 DIVISION			
1	-0.	-0.	0.
2	-0.000004	0.000002	-0.000000
3	-0.000007	0.000003	-0.000001
4	-0.000010	0.000005	-0.000001
5	-0.000013	0.000007	-0.000001
6	-0.000016	0.000008	-0.000002
7	-0.000017	0.000009	-0.000002
8	-0.000018	0.000010	-0.000002
9	-0.000019	0.000010	-0.000002
10	-0.000018	0.000011	-0.000002
11	-0.000016	0.000011	-0.000002
12	-0.000014	0.000010	-0.000002
13	-0.000012	0.000009	-0.000002
14	-0.000009	0.000008	-0.000002
15	-0.000006	0.000006	-0.000001
16	-0.000003	0.000003	-0.000001
17	-0.	-0.	0.
TRAVEE 2 DIVISION			
1	-0.	-0.	-0.
2	0.000004	-0.000006	0.000001
3	0.000007	-0.000014	0.000003
4	0.000009	-0.000022	0.000005
5	0.000010	-0.000030	0.000006
6	0.000011	-0.000037	0.000008
7	0.000011	-0.000043	0.000010
8	0.000011	-0.000047	0.000011
9	0.000010	-0.000048	0.000012
10	0.000010	-0.000047	0.000013
11	0.000008	-0.000043	0.000013
12	0.000007	-0.000038	0.000013
13	0.000005	-0.000030	0.000012
14	0.000004	-0.000022	0.000010
15	0.000002	-0.000014	0.000008
16	0.000001	-0.000007	0.000004
17	-0.	-0.	-0.
TRAVEE 3 DIVISION			
1	0.	-0.	-0.
2	-0.000001	0.000004	-0.000004
3	-0.000001	0.000007	-0.000008
4	-0.000002	0.000009	-0.000012
5	-0.000002	0.000011	-0.000016
6	-0.000002	0.000012	-0.000019
7	-0.000002	0.000012	-0.000022
8	-0.000002	0.000013	-0.000024
9	-0.000002	0.000012	-0.000025
10	-0.000002	0.000012	-0.000025
11	-0.000002	0.000011	-0.000023
12	-0.000002	0.000009	-0.000021
13	-0.000001	0.000008	-0.000018
14	-0.000001	0.000006	-0.000014
15	-0.000001	0.000004	-0.000010

Lignes d'influence d'une force unitaire instantanee à partir du module d'élasticité $E_A = 3E_v$.

16
17

0.000000
0.

0.000002
-0.

-0.000005
-0.

7094

EFFET DIFFERE D UNE DENIVELLATION DE 0.01M. SUR CHAQUE APPUI SUCCESSIVEMENT

	APPUI 1	APPUI 2	APPUI 3	APPUI 4
MOMENT SUR APPUI 2	-37.566	68.623	-40.709	10.052
MOMENT SUR APPUI 3	11.201	-40.962	62.301	-52.640

Ces moments en tm s'entendent pour toute la largeur de l'ouvrage. Ils sont calculés à partir du module d'élasticité différé E_v .

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DU LOGEMENT
SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

CALCUL ÉLECTRONIQUE DES STRUCTURES

CALCUL DES EFFORTS DANS LES PONTS-DALLES
D'ÉPAISSEUR CONSTANTE OU VARIABLE,
DROITS OU PEU BIAIS, PLEINS OU ÉLÉGIS,
A TRAVÉES SOLIDAIRES OU INDÉPENDANTES

C. E. D. 66

EXEMPLES D'APPLICATION

Passage supérieur en dalle précontrainte 2670/III

2.3

NOTA: le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA) regroupe depuis le 1-1-1968 le Service Spécial des Autoroutes (SSAR) et plusieurs autres services centraux d'étude dont le SCET. Dans l'attente d'une organisation définitive les ouvrages standardisables relèvent de la DOA B.

Ce document est propriété de l'administration et ne peut être utilisé ou reproduit même partiellement, sans l'autorisation du Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes ou de son représentant autorisé.

DIVISION DES OUVRAGES D'ART B
B.P. 235 - Orly Aerogare (Seine)
Tel: 587.51.41

DIRECTEUR DU SERVICE
38, rue Liancourt
PARIS 14^e - Tel: 734.37.74

R. ALBAS
Ingénieur des T P E
Gestionnaire

G. MONNERET
Ingénieur en Chef

M. HUET
Ingénieur en Chef

J.C. LERAY
Ingénieur des P et Ch

H. MATHIEU
Ingénieur en Chef
Chef de la Division

ÉDITION MARS 66
REIMPRESSION MARS 69

2.3 PASSAGE SUPÉRIEUR
EN DALLE PRÉCONTRAÎTE 2670 / III

BORDEREAU

- 2.3.1 DESSINS PILOTES
- 2.3.2 BORDEREAU DES DONNEES
- 2.3.3 NOTE DE CALCUL ELECTRONIQUE (EXTRAIT)

NOTA : Un tel ouvrage relève désormais du PSI-BP (sauf en ce qui concerne la détermination des portées).

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DU LOGEMENT
SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

CALCUL ÉLECTRONIQUE DES STRUCTURES

**CALCUL DES EFFORTS DANS LES PONTS-DALLES
 D'ÉPAISSEUR CONSTANTE OU VARIABLE,
 DROITS OU PEU BIAIS, PLEINS OU ÉLÉGIS,
 A TRAVÉES SOLIDAIRES OU INDÉPENDANTES**

C. E. D. 66

EXEMPLES D'APPLICATION

Dessins pilotes

2.3.1

NOTA: le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA) regroupe depuis le 1-1-1968 le Service Spécial des Autoroutes (SSAR) et plusieurs autres services centraux d'étude dont le SCET. Dans l'attente d'une organisation définitive les ouvrages standardisables relèvent de la DOA B.

Ce document est propriété de l'administration et ne peut être utilisé ou reproduit même partiellement, sans l'autorisation du Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes ou de son représentant autorisé.

DIVISION DES OUVRAGES D'ART B
 B.P. 235 - Orly Aérogare (Seine)
 Tél: 587. 51. 41

R. ALBAS
 Ingénieur des T P E
 Gestionnaire

G. MONNERET
 Ingénieur en Chef

J.C. LERAY
 Ingénieur des Pet Ch

H. MATHIEU
 Ingénieur en Chef
 Chef de la Division

DIRECTEUR DU SERVICE
 38, rue Liancourt
 PARIS 14^e - Tél: 734.37.74

M. HUET
 Ingénieur en Chef

ÉDITION MARS 66
 RÉIMPRESSION MARS 69

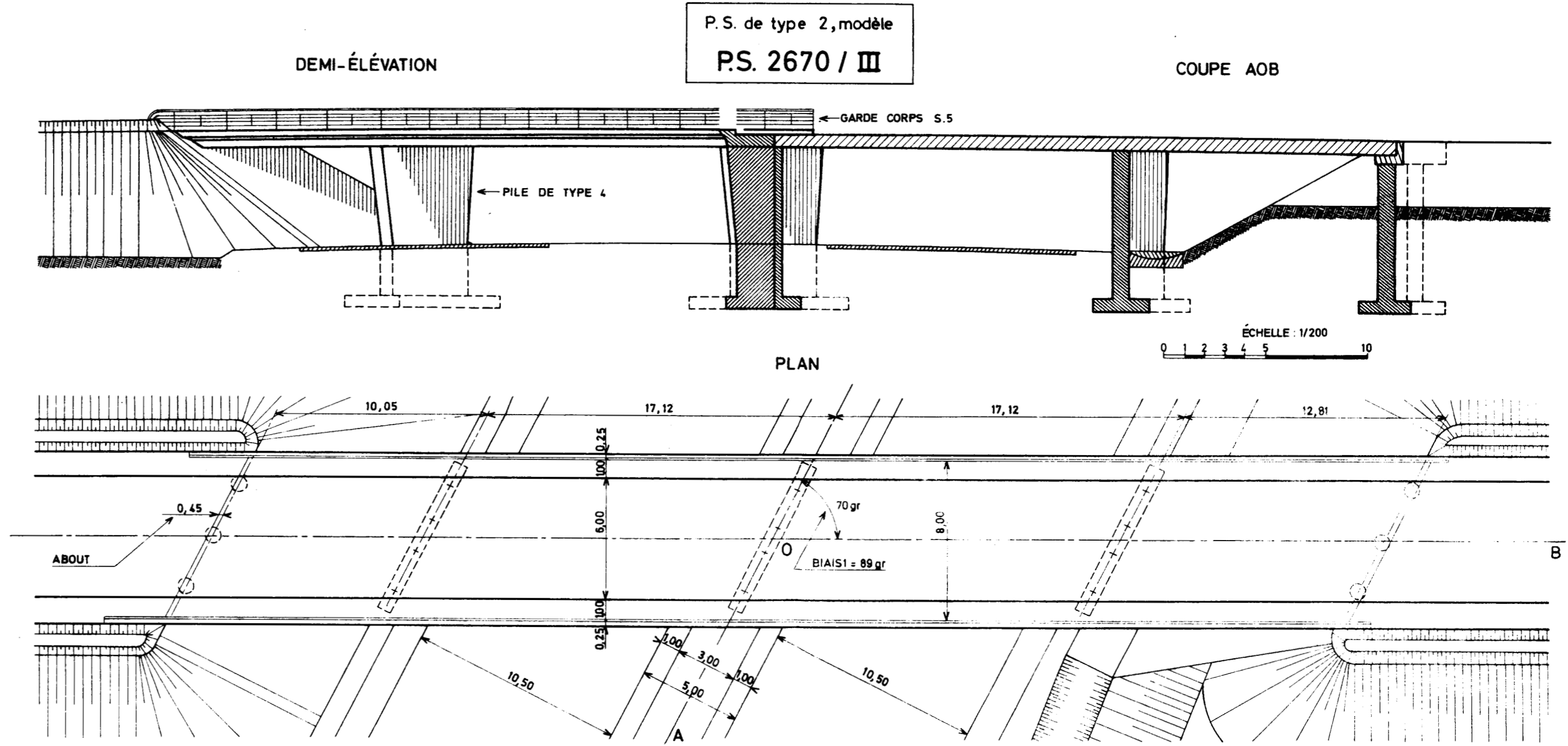
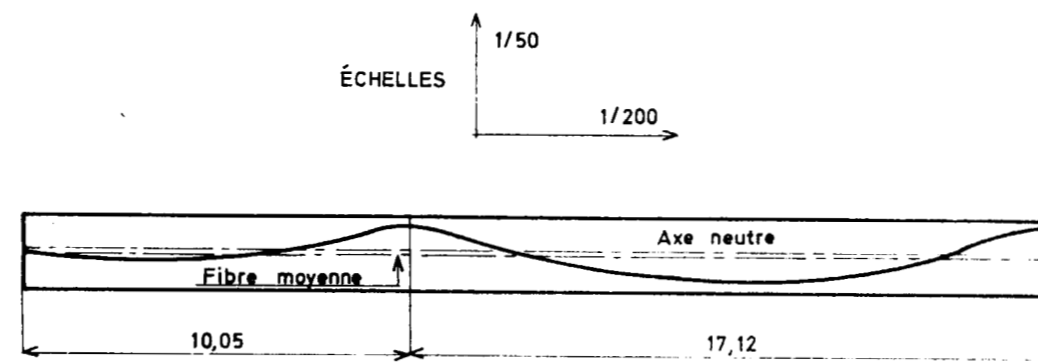
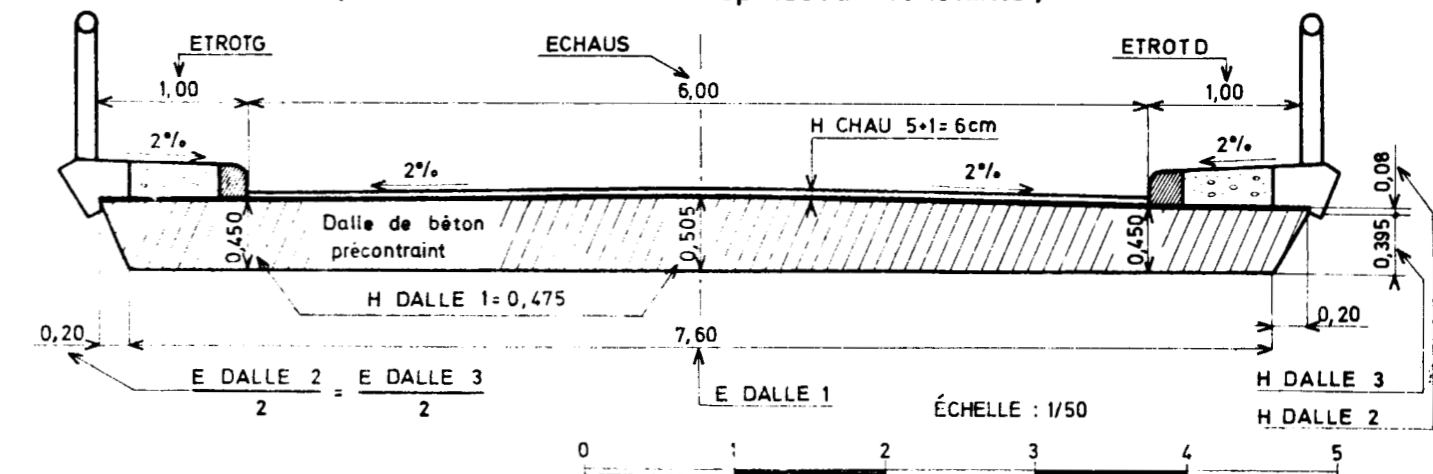


SCHÉMA DE CABLAGE LONGITUDINAL
 (exemple pour un demi-ouvrage)



COUPE TRANSVERSALE
 (cas d'une chaussée d'épaisseur constante)



MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DU LOGEMENT
SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

CALCUL ÉLECTRONIQUE DES STRUCTURES

**CALCUL DES EFFORTS DANS LES PONTS-DALLES
D'ÉPAISSEUR CONSTANTE OU VARIABLE,
DROITS OU PEU BIAIS, PLEINS OU ÉLÉGIS,
A TRAVÉES SOLIDAIRES OU INDÉPENDANTES**

C. E. D. 66

EXEMPLES D'APPLICATION

Bordereau des données

2.3.2

NOTA: le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA) regroupe depuis le 1-1-1968 le Service Spécial des Autoroutes (SSAR) et plusieurs autres services centraux d'étude dont le SCIT. Dans l'attente d'une organisation définitive les ouvrages standardisables relèvent de la DOA B.

Ce document est propriété de l'administration et ne peut être utilisé ou reproduit même partiellement, sans l'autorisation du Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes ou de son représentant autorisé.	DIVISION DES OUVRAGES D'ART B B. P. 235 - Orly - Aéroport (Seine) Tel. 587 51 41		DIRECTEUR DU SERVICE 38, rue Liancourt PARIS 14 ^e - Tel: 734.37.74
	R. ALBAS Ingénieur des T. P. E. Gestionnaire	G. MONNERET Ingénieur en Chef	M. HUET Ingénieur en Chef
	J.C. LERAY Ingénieur des P. et Ch.	H. MATHIEU Ingénieur en Chef Chef de la Division	ÉDITION MARS 66 RÉIMPRESSION MARS 69

BORDEREAU A: DONNÉES GÉNÉRALES

CARTE A 1	PS_BP_64 PASSAGES SUPÉRIEURS EN DALLE CONTINUE DE BÉTON																																																																							
	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

(72)

CARTE A 2	PRÉCONTRAIT PS 2670/III
-----------	-------------------------

(47)

	VACOUTRA	INERTIE	GABARIT	LIGNINF	CHAPER	MOMENT	EFTRAN	RÉAPPUI		EXCENTR	INTERPO	DEFORM	MOTRAN	COURBEUR
CARTE A 3	0	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
CARTE A 4	0	1	1	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1

Les valeurs des données :
BIAIS 1, POISSON, HDALLE 1 n'ont
ici qu'une valeur d'illustration.

	NT	NDIV	NU	SYMLON	SYMTAB	CM	CP	PONT	IAPP	MAX
CARTE A 5	0 0 4	0 1 6	0 0 3	0 0 0	0 0 1	0 0 0	1 0 1	0 0 1	0 0 4	0 0 5

(31)

	QSUP	ABOUT	BIAIS 1	D (1)	D (2)	D (3)	D (4)	D (5)	D (6)
CARTE A 6	0 0 2 6 9 0	0 0 0 4 5 0	0 8 5 0 0 0						

(54)

	ÉTROTG	B.D.GAU	ÉCHAUS	BARUR.(D)	ÉTROTD	HCHAU	K.A	K.BC	KCM	KTR	KBE	KBR
CARTE A 7	0 0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 6 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 1 0 0 0	0 0 0 0 6 0	0 0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0

(72)

	HDALLE 1	HDALLE 2	HDALLE 3	ÉDALLE 1	ÉDALLE 2	ÉDALLE 3
CARTE A 8	0 0 0 4 7 5	0 0 0 0 8 0	0 0 0 3 9 5	0 0 7 6 0 0	0 0 0 4 0 0	0 0 0 4 0 0

(36)

	MATER		E _v	POISSON	α	β
	T	L				
CARTE A 9	0 1	0 2	0 1 2 7 0 0 0 0	0 0 0 2 5 0	0 0 1 0 0 0	0 0 1 0 0 0

(30)

	REXD	HPILE	HCULÉE	HTRAVÉE	SOMMET	ÉAPPUI	CERCLE
CARTE A 10		0	0	0		0 0	0 0

(41)

	N VIDE	HVIDE	ÉVIDE	ESPACE	DG(1)	DD(1)	DG(2)	DD(2)	DG(3)	DD(3)	DG(4)	DD(4)	DG(5)	DD(5)	DG(6)	DD(6)
CARTE A 11		0 0	0 0	0 0												

(68)

1	5	10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70	72
---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

BORDEREAU B : ÉPAISSEURS DE LA DALLE

	SECTION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	TRAVÉE																	
CARTE B 1	1																	
CARTE B 2	2																	
CARTE B 3	3																	
CARTE B 4	4																	
CARTE B 5	5																	
CARTE B 6	6																	

1	5	9	13	17	21	25	29	33	37	41	45	49	53	57	61	65	68
---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

BORDEREAU C: IMPLANTATION

	IPS	IAR	ITAL	IBIAI	ISOR	NT
CARTE C 1	0 0 1	0 0 1	0 0 1	0 0 1	0 0 0	0 0 4

	TERPLEIN	GABARIT	ÉLAN	HACCOT (1)	HACCOT (2)	PTAR (1)	PTAR (2)	PLAR	PTPS	PLPS
CARTE C 2	0 0 3 0 0 0	0 0 4 8 5 0	0 3 6 0 4 2	+ 0 0 1 3 6	+ 0 0 1 3 6	+ 0 0 0 2 0	+ 0 0 0 2 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 0 0 0 0

	BIAIS 2
CARTE C 3	7 0 0 0 0

	ÉPONT(1)	ÉPONT(2)	ÉDALLE (1)	ÉDALLE (2)	HCORN (1)	HCORN (2)	ÉCHAU	REXD
CARTE C 4	0 0 4 1 2 5	0 0 4 1 2 5	0 0 3 8 0 0	0 0 3 8 0 0	0 0 0 2 5 3	0 0 0 2 5 3	0 0 3 0 0 0	0 0 2 5 0 0

	DPORT (1)	DPORT (2)	DCHAU(1)	DCHAU(2)
CARTE C 5	0 1 5 2 5 0	0 1 5 2 5 0	0 1 1 7 0 0	0 1 1 7 0 0

	DTALU (1)	DTALU (2)	PTALU (1)	PTALU (2)
CARTE C 6	0 1 5 5 0 0	0 1 8 0 0 0	0 0 0 6 6 6	0 0 0 6 6 6

3 - Précisions concernant la note de calcul demandée

S'agit-il d'une dalle d'inertie variable, dont on a calculé l'épaisseur section par section et travée par travée ? Dans ce cas le tableau de données "cartes B" est-il rempli et la carte A 10 est-elle blanche ?

oui non (1)

Le calcul comporte-t-il la détermination des cotes de gabarit et des portées et par conséquent le tableau des données "cartes C" est-il rempli ?

oui non (1)

Impression de la note de calcul

La note de calcul doit-elle être expédiée :

en 2 exemplaires imprimés

oui non (1)

ou

en 1 exemplaire imprimé plus
1 exemplaire sur calque

oui non (1)

Fait à ORLY le 31 MARS 1969

(1) Rayer la mention inutile

(signature du demandeur répétée en
lettres majuscules pour lisibilité)

ALBAS

Visa de l'Ingénieur des Ponts et Chaussées chargé
du 4ème Arrondissement du Service d'Etudes Techniques
des Routes et Autoroutes

- Commentaires à l'attention du Chef de la Section
d'Exploitation d'I.B.M - FRANCE :

- N° d'ordre de la demande :

- Bon pour exécution :

Paris le
L'Ingénieur des Ponts et Chaussées
chargé du 4ème Arrondissement,

LETTRE DE COMMANDE

de calcul automatique de pont-dalle droit

1 - Adresser la demande à :

Monsieur l'Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées
Chef du Service d'Etudes Techniques des
Routes et Autoroutes

à l'intention de M. l'Ingénieur des Ponts et Chaussées chargé
du 4ème Arrondissement

BP 235-94 ORLY - AEROGARE (Seine) Tél. : 587-51.41

2 - Cadre de la demande :

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

Service

- Département : VAL DE MARNE

- Arrondissement ou Organisme demandeur :

SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

- Nom de l'Ingénieur (en lettres capitales) ayant rempli le borde-
reau des données :

ALBAS

- Nature de la voirie : (rayer les mentions inutiles)

- ~~Projet autoroutier - Voirie nationale - Voirie départementale -
Voirie vicinale - Voirie urbaine.~~

- Adresse à laquelle devront être expédiées les notes de calcul et
la correspondance :

M. ALBAS - S.E.T.R.A

B.P. 235 - ORLY AÉROGARE

n° Tél. 587-51-41

Le règlement de ce calcul sera assuré par :

LE SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DU LOGEMENT
SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

CALCUL ÉLECTRONIQUE DES STRUCTURES

CALCUL DES EFFORTS DANS LES PONTS-DALLES
D'ÉPAISSEUR CONSTANTE OU VARIABLE,
DROITS OU PEU BIAIS, PLEINS OU ÉLÉGIS,
A TRAVÉES SOLIDAIRES OU INDÉPENDANTES

C. E. D. 66

EXEMPLES D'APPLICATION

Note de calcul électronique

2.3.3

NOTA: le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA) regroupe depuis le 1-1-1968 le Service Spécial des Autoroutes (SSAR) et plusieurs autres services centraux d'étude dont le SCET. Dans l'attente d'une organisation définitive les ouvrages standardisables relèvent de la DOA B.

Ce document est propriété de l'administration et ne peut être utilisé ou reproduit même partiellement, sans l'autorisation du Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes ou de son représentant autorisé.	DIVISION DES OUVRAGES D'ART B B.P. 235 - Orly Aérogare (Seine) Tél: 587. 51. 41		DIRECTEUR DU SERVICE 38, rue Liancourt PARIS 14 ^e - Tél: . 734.37.74
	R. ALBAS Ingénieur des T P E Gestionnaire	G. MONNERET Ingénieur en Chef	M. HUET Ingénieur en Chef
	J.C. LERAY Ingénieur des Pet Ch	H. MATHIEU Ingénieur en Chef Chef de la Division	ÉDITION MARS 66 RÉIMPRESSION MARS 69

MINISTERE DE L'EQUIPEMENT

* *
*

SERVICE SPECIAL DES AUTOCUTES , 38 RUE LIANCOURT PARIS 14
DIVISION DES OUVRAGES D'ART, BP255 ORLY-AEROGARE (SEINE)

A. THIEBAULT INGENIEUR EN CHEF , CHEF DU SERVICE
H. MATHIEU ,INGENIEUR EN CHEF , ADJOINT AU CHEF DU SERVICE
G. MCNNERET , INGENIEUR EN CHEF , CHEF DE LA DIVISION DES
OUVRAGES D'ART

*
* *

CALCUL DES EFFORTS DANS LES PONTS DALLES D'EPAISSEUR CONSTANTE OU VARIABLE,
DROITS OU PÉC BIAIS,PLEINS OU ELEGIS,A TRAVEES SOLIDAIRES OU INDEPENDANTES.

C E D 6 6
PAR J.C. LERAY ,INGENIEUR DES PONTS ET CHAUSSES
R. ALBAS ET J. DISPERATI ,INGENIEURS DES T.P.E.

* *
*

PS-BP-64 PASSAGES SUPERIEURS EN DALLE DE BETON PRECONTRAIT PS 2670/III

* *
*

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 NOTAMMENT DES OBLIGATIONS QUI LUI INCOMBENT EN VERTU DE
L'ARTICLE 17 DU CAHIER DES PRESCRIPTIONS COMMUNES.

CARACTERISTIQUES DE L'AUTOROUTE	GAUCHE	DROITE
LARGEUR DU TERRE-PLEIN CENTRAL		3.000
LARGEUR DE CHAUSSEE	11.700	11.700
DISTANCE AXE DU TERRE-PLEIN PIED DE TALUS	15.500	18.000
PENTE LONGITUDINALE		0.
PENTE TRANSVERSALE DE CHAUSSEE	0.020	0.020
DENIVELEE BORD DE CHAUSSEE-PIED DE TALUS	0.136	0.136
PENTE DE TALUS	0.666	0.666

CARACTERISTIQUES DE L'OUVRAGE

LARGEUR DE LA VOIE		6.000
HAUTEUR PIED DE BORDURE-HAUT DE CORNICHE	0.253	0.253
DISTANCE AXE CHAUSSEE-EXTERIEUR DE POUTRE	-3.800	3.800
DISTANCE AXE DE CHAUSSEE-BORD DE CORNICHE	-4.125	4.125
PENTE TRANSVERSALE UNIFORME DE CHAUSSEE		0.
PENTE LONGITUDINALE AU CENTRE		0.
RAYON DU PROFIL EN LONG		2500.
RAPPORT PORTEE MAXIMA/EPAISSEUR DU TABLIER		36.042
BIAIS EN GRADES		70.000

Le programme effectue un calcul complet de l'ouvrage y compris la détermination des portées et des cotes de gabarit sous le contrôle des cartes-données du bordereau C cf. pièce 1.4 cartes C1 à C6

COTES DE LA CHAUSSEE

VOIE DESCENDANTE	-0.234	0.
	-0.234	-0.
VOIE MONTANTE	0.	-0.234
	-0.	-0.234

GABARIT

VOIE DESCENDANTE	5.053	4.853
	5.031	4.850
VOIE MONTANTE	4.850	5.031
	4.853	5.053
EPAISSEUR DU TABLIER	0.701	0.701
COTE DES PIEDS DE TALUS	-0.370	-0.370
PORTEES DE RIVE BRUTES	10.052	12.725
	9.976	12.808
PORTEES CENTRALES	17.115	17.115
PORTEES DE RIVE	10.052	12.808
RAPPORT DES PORTEES CONTIGUES	0.587	0.748

Portées résultant des données d'implantation.

CARACTERISTIQUES INITIALES DE L'OUVRAGE EN BETON PRECONTRAINT
 TRANSVERSALEMENT ARME

correspondances: MATERL=2
 MATERT=1

...

NOMBRE DE TRAVEES 4 SYMETRIE LONGITUDINALE -0 SYMETRIE TRANSVERSALE 1

	TRAVEE 1	TRAVEE 2	TRAVEE 3	TRAVEE 4
PORTEE	10.052	17.115	17.115	12.808

Report des portées résultant du
 calcul automatique de l'implantation

ENCORBELLEMENT DES ABOUTS	0.450
EPAISSEUR DE LA CHAUSSEE	0.060
POIDS DES SUPERSTRUCTURES AU M.L	2.690
BIAIS MECANIQUE	85.000

LARGEURS

TROTTOIR GAUCHE 1.000 BANDE DE GUIDAGE 0. CHAUSSEE 6.000 BANDE D'ARRET D'URGENCE 0. TROTTOIR DROIT 1.000

PRECISION DES CALCULS NU = 3 NDIV = 16

MODULE D'ELASTICITE SOUS CHARGE PERMANENTE 1270000. T/M2

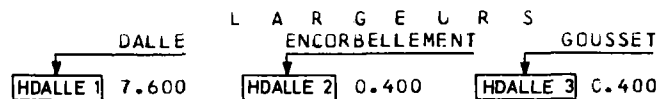
COEFFICIENT DE POISSON =0.250 PARAMETRE D'ENTRETIEN =1.000 PARAMETRE DE TORSION =1.000

COEFFICIENT DE MAJORATION DE CHARGE PERMANENTE =1.010

LES SURCHARGES NE SERONT PAS PONDEREES. **LONGITUDINALEMENT**

CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DU PCNT
PAR TRAVÉE ET PAR SECTION

CARACTERISTIQUES COMMUNES A TOUTES LES SECTIONS. (CONSIDERER SEULEMENT LES VALEURS NON NULLES)



CARACTERISTIQUES PAR TRAVÉE ET PAR SECTION

TRAVÉE 1

SECTION

	E P A I S S E U R S			L A R G E U R S		
	DALLE	ENCORBELLEMENT	GOUSSET	DALLE	ENCORBELLEMENT	GOUSSET
1	0.475	0.080	0.395	7.600	0.400	0.400
2	0.475	0.080	0.395	7.600	0.400	0.400
3	0.475	0.080	0.395	7.600	0.400	0.400
4	0.475	0.080	0.395	7.600	0.400	0.400
5	0.475	0.080	0.395	7.600	0.400	0.400
6	0.475	0.080	0.395	7.600	0.400	0.400
7	0.475	0.080	0.395	7.600	0.400	0.400
8	0.475	0.080	0.395	7.600	0.400	0.400
9	0.475	0.080	0.395	7.600	0.400	0.400
10	0.475	0.080	0.395	7.600	0.400	0.400
11	0.475	0.080	0.395	7.600	0.400	0.400
12	0.475	0.080	0.395	7.600	0.400	0.400
13	0.475	0.080	0.395	7.600	0.400	0.400
14	0.475	0.080	0.395	7.600	0.400	0.400
15	0.475	0.080	0.395	7.600	0.400	0.400
16	0.475	0.080	0.395	7.600	0.400	0.400
17	0.475	0.080	0.395	7.600	0.400	0.400

TRAVÉE 1

1	3.721	0.892	C.240	0.070
2	3.721	C.892	C.240	0.070
3	3.721	C.892	0.240	0.070
4	3.721	C.892	0.240	0.070
5	3.721	C.892	C.240	0.070
6	3.721	C.892	C.240	0.070
7	3.721	C.892	C.240	0.070
8	3.721	C.892	C.240	0.070
9	3.721	C.892	C.240	0.070
10	3.721	C.892	0.240	0.070
11	3.721	C.892	0.240	0.070
12	3.721	C.892	0.240	0.070
13	3.721	C.892	0.240	0.070
14	3.721	C.892	C.240	0.070
15	3.721	C.892	C.240	0.070
16	3.721	C.892	C.240	0.070
17	3.721	C.892	C.240	0.070

TRAVÉE 2

1	3.721	0.892	C.240	0.070
2	3.721	C.892	C.240	0.070
3	3.721	C.892	0.240	0.070
4	3.721	C.892	0.240	0.070
5	3.721	C.892	0.240	0.070
6	3.721	C.892	0.240	0.070
7	3.721	0.892	C.240	0.070
8	3.721	C.892	C.240	0.070
9	3.721	C.892	0.240	0.070
10	3.721	C.892	C.240	0.070
11	3.721	C.892	C.240	0.070
12	3.721	C.892	C.240	0.070
13	3.721	C.892	C.240	0.070
14	3.721	C.892	C.240	0.070
15	3.721	C.892	C.240	0.070
16	3.721	C.892	C.240	0.070
17	3.721	C.892	C.240	0.070

Ces résultats peuvent être utilisés pour déterminer
l'aire nette des sections résistantes de béton et
l'ordonnée du centre de gravité.

TRAVÉE 3

1	3.721	C.892	C.240	0.070
2	3.721	C.892	C.240	0.070
3	3.721	C.892	C.240	0.070
4	3.721	0.892	C.240	0.070
5	3.721	C.892	0.240	0.070
6	3.721	0.892	0.240	0.070
7	3.721	0.892	C.240	0.070
8	3.721	C.892	C.240	0.070
9	3.721	0.892	C.240	0.070
10	3.721	C.892	C.240	0.070
11	3.721	C.892	C.240	0.070
12	3.721	C.892	0.240	0.070
13	3.721	C.892	0.240	0.070
14	3.721	C.892	0.240	0.070
15	3.721	C.892	0.240	0.070
16	3.721	C.892	0.240	0.070
17	3.721	C.892	0.240	0.070

TRAVÉE 4

1	3.721	C.892	0.240	0.070
---	-------	-------	-------	-------

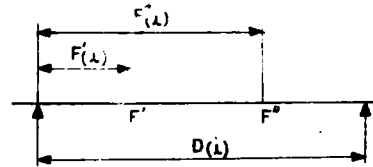
2	3.721	0.892	0.240	0.070
3	3.721	0.892	0.240	0.070
4	3.721	0.892	0.240	0.070
5	3.721	0.892	0.240	0.070
6	3.721	0.892	0.240	0.070
7	3.721	0.892	0.240	0.070
8	3.721	0.892	0.240	0.070
9	3.721	0.892	0.240	0.070
10	3.721	0.892	0.240	0.070
11	3.721	0.892	0.240	0.070
12	3.721	0.892	0.240	0.070
13	3.721	0.892	0.240	0.070
14	3.721	0.892	0.240	0.070
15	3.721	0.892	0.240	0.070
16	3.721	0.892	0.240	0.070
17	3.721	0.892	0.240	0.070

CALCUL DES INCONNUES HYPERSTATIQUES

INERTIES RELATIVES	SECTION	TRAVEE 1	TRAVEE 2	TRAVEE 3	TRAVEE 4
	1	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
	2	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
	3	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
	4	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
	5	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
	6	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
	7	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
	8	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
	9	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
	10	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
	11	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
	12	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
	13	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
	14	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
	15	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
	16	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000
	17	1.000000	1.000000	1.000000	1.000000

CONSTANTES MECANIQUES

A(I)	3.35053	5.70515	5.70515	4.26942
B(I)	1.67526	2.85258	2.85258	2.13471
C(I)	3.35053	5.70515	5.70515	4.26942



POSITIONS RELATIVES DES FOYERS

QUOTIENT DES DISTANCES DE CHAQUE FOYER AUX DEUX APPUIS

FOYER DE GAUCHE	0.	0.315004	0.271371	0.232022	→
FOYER DE DROITE	0.202140	0.269250	0.285985	0.	→

$$\frac{F'(i)}{D(i) - F(i)}$$

$$\frac{F''(i)}{D(i) - F''(i)}$$

QUOTIENT PAR LA PORTEE DES DISTANCES DE CHAQUE FOYER A L'APPUI LE PLUS VOISIN

FOYER DE GAUCHE	0.	0.239546	0.213447	0.188326	→
FOYER DE DROITE	0.168150	0.212133	0.222386	0.	→

$$\frac{F(i)}{D(i)}$$

$$\frac{D(i) - F''(i)}{D(i)}$$

(Voir pièce 1.6 § 4)

	APPLI DE GAUCHE			APPUI DE DROITE		
SECTION	INTEGR.PREM.	INTEGR.SEC.	ROTATIONS	INTEGR.PREM.	INTEGR.SEC.	ROTATIONS

TRAVEE 1

1	0.	0.	-0.	0.	0.	0.
2	0.6086	0.1932	-1.9117	0.0196	0.0041	1.0483
3	1.1779	0.7564	-3.4533	0.0785	0.0329	2.0720
4	1.7080	1.6650	-4.6497	0.1767	0.1110	3.0463
5	2.1988	2.8942	-5.5253	0.3141	0.2631	3.9467
6	2.6503	4.4194	-6.1050	0.4908	0.5139	4.7483
7	3.0626	6.2160	-6.4133	0.7068	0.8880	5.4266
8	3.4356	8.2592	-6.4750	0.9620	1.4101	5.9570
9	3.7693	10.5244	-6.3146	1.2564	2.1049	6.3146
10	4.0638	12.9870	-5.9570	1.5902	2.9970	6.4750
11	4.3190	15.6222	-5.4266	1.9632	4.1111	6.4133
12	4.5350	18.4054	-4.7483	2.3755	5.4719	6.1050
13	4.7117	21.3119	-3.9467	2.8270	7.1040	5.5253
14	4.8491	24.3171	-3.0463	3.3178	9.0321	4.6497
15	4.9473	27.3963	-2.0720	3.8479	11.2808	3.4533
16	5.0062	30.5249	-1.0483	4.4172	13.8750	1.9117
17	5.0258	33.6781	-0.	5.0258	16.8391	0.

TRAVEE 2

1	0.	0.	-0.	0.	0.	0.
2	1.0363	0.5602	-5.5427	0.0334	0.0119	3.0395
3	2.0057	2.1932	-10.0126	0.1337	0.0954	6.0075
4	2.9083	4.8275	-13.4812	0.3009	0.3218	8.8325
5	3.7440	8.3915	-16.0201	0.5349	0.7629	11.4429
6	4.5129	12.8137	-17.7008	0.8357	1.4900	13.7673
7	5.2149	18.0226	-18.5947	1.2034	2.5747	15.7340
8	5.8500	23.9467	-18.7735	1.6380	4.0885	17.2717
9	6.4183	30.5144	-18.3087	2.1394	6.1029	18.3087
10	6.9197	37.6544	-17.2717	2.7077	8.6895	18.7735
11	7.3543	45.2949	-15.7340	3.3429	11.9197	18.5947
12	7.7220	53.3645	-13.7673	4.0449	15.8651	17.7008
13	8.0229	61.7918	-11.4429	4.8137	20.5973	16.0201
14	8.2569	70.5051	-8.8325	5.6494	26.1876	13.4812
15	8.4240	79.4329	-6.0075	6.5520	32.7077	10.0126
16	8.5243	88.5038	-3.0395	7.5214	40.2290	5.5427
17	8.5577	97.6462	-0.	8.5577	48.8231	0.

TRAVEE 3

1	0.	0.	-0.	0.	0.	0.
2	1.0363	0.5602	-5.5427	0.0334	0.0119	3.0395
3	2.0057	2.1932	-10.0126	0.1337	0.0954	6.0075
4	2.9083	4.8275	-13.4812	0.3009	0.3218	8.8325
5	3.7440	8.3915	-16.0201	0.5349	0.7629	11.4429
6	4.5129	12.8137	-17.7008	0.8357	1.4900	13.7673
7	5.2149	18.0226	-18.5947	1.2034	2.5747	15.7340
8	5.8500	23.9467	-18.7735	1.6380	4.0885	17.2717
9	6.4183	30.5144	-18.3087	2.1394	6.1029	18.3087
10	6.9197	37.6544	-17.2717	2.7077	8.6895	18.7735
11	7.3543	45.2949	-15.7340	3.3429	11.9197	18.5947
12	7.7220	53.3645	-13.7673	4.0449	15.8651	17.7008
13	8.0229	61.7918	-11.4429	4.8137	20.5973	16.0201
14	8.2569	70.5051	-8.8325	5.6494	26.1876	13.4812
15	8.4240	79.4329	-6.0075	6.5520	32.7077	10.0126
16	8.5243	88.5038	-3.0395	7.5214	40.2290	5.5427
17	8.5577	97.6462	-0.	8.5577	48.8231	0.

TRAVEE 4

1	0.	0.	-0.	0.	0.	0.
2	0.7755	0.3137	-3.1040	0.0250	0.0067	1.7022
3	1.5010	1.2283	-5.6072	0.1001	0.0534	3.3643
4	2.1764	2.7035	-7.5497	0.2251	0.1802	4.9464
5	2.8018	4.6994	-8.9716	0.4003	0.4272	6.4083
6	3.3772	7.1759	-9.9128	0.6254	0.8344	7.7099
7	3.9025	10.0930	-10.4134	0.9006	1.4419	8.8114
8	4.3778	13.4106	-10.5136	1.2258	2.2896	9.6725
9	4.8031	17.0887	-10.2532	1.6010	3.4177	10.2532
10	5.1783	21.0872	-9.6725	2.0263	4.8663	10.5136
11	5.5035	25.3660	-8.8114	2.5016	6.6753	10.4134
12	5.7787	29.8852	-7.7099	3.0270	8.8848	9.9128
13	6.0039	34.6046	-6.4083	3.6023	11.5349	8.9716
14	6.1790	39.4842	-4.9464	4.2277	14.6656	7.5497
15	6.3041	44.4840	-3.3643	4.9032	18.3169	5.6072
16	6.3791	49.5639	-1.7022	5.6286	22.5290	3.1040
17	6.4041	54.6838	-0.	6.4041	27.3419	0.

Les rotations sur appuis permettent de calculer les moments hyperstatiques sur appuis par application du théorème des trois moments.

AIRES DES LIGNES D INFLUENCE PAR TRAVEES

MOMENTS FLECHISSANTS SUR APPUIS

	TRAVEE 1	TRAVEE 2	TRAVEE 3	TRAVEE 4	← TRAVÉE CHARGÉE
APPUI 2	-5.106	-18.420	4.846	-0.813	
APPUI 3	1.375	-14.759	-15.384	2.582	
APPUI 4	-0.393	4.221	-16.544	-9.516	

AIRES DE LA LIGNE D'INFLUENCE

EFFORTS TRANCHANTS SUR APPUIS

TERME DE CONTINUITÉ PAR TRAVEE

	TRAVEE 1	TRAVEE 2	TRAVEE 3	TRAVEE 4	← TRAVÉE CHARGÉE
TRAVEE 1	-0.508	-1.833	0.482	-0.081	
TRAVEE 2	0.375	0.214	-1.182	0.198	
TRAVEE 3	-0.103	1.109	-0.068	-0.707	
TRAVEE 4	0.031	-0.330	1.292	0.743	

AIRE TOTALE

	TRAVEE 1	TRAVEE 2	TRAVEE 3	TRAVEE 4
APPUI DE GAUCHE	4.518	8.772	8.490	7.147
APPUI DE DROITE	-5.534	-8.344	-8.626	-5.661

AIRES DES LIGNES D INFLUENCE DES REACTIONS D APPUIS

	TRAVEE 1	TRAVEE 2	TRAVEE 3	TRAVEE 4	} ABOUTS NON COMPRIS
APPUI 1	4.518	-1.833	0.482	-0.081	
APPUI 2	5.512	10.604	-1.664	0.279	
APPUI 3	-0.482	9.453	9.672	-0.905	
APPUI 4	0.134	-1.438	9.917	7.854	
APPUI 5	-0.011	0.330	-1.292	5.661	

Une note de calcul complète fournirait également :

- La ligne d'influence des moments sur appuis.
- La ligne d'influence des efforts tranchants sur appuis.
- La ligne d'influence des réactions d'appuis.

CHARGES PERMANENTES

POIDS DU TABLIER PAR TRANCHES DE 0.50

ABSCISSE	CHARGE	ABSCISSE	CHARGE	ABSCISSE	CHARGE	ABSCISSE	CHARGE	ABSCISSE	CHARGE
0.	5.996	0.500	5.996	1.000	5.996	1.500	5.996	2.000	5.996
2.500	5.996	3.000	5.996	3.500	5.996	4.000	5.996	4.500	5.996
5.000	5.996	5.500	5.996	6.000	5.996	6.500	5.996	7.000	5.996
7.500	5.996	8.000	5.996	8.500	5.996	9.000	5.996	9.500	5.996
10.000	5.996	10.500	5.996	11.000	5.996	11.500	5.996	12.000	5.996
12.500	5.996	13.000	5.996	13.500	5.996	14.000	5.996	14.500	5.996
15.000	5.996	15.500	5.996	16.000	5.996	16.500	5.996	17.000	5.996
17.500	5.996	18.000	5.996	18.500	5.996	19.000	5.996	19.500	5.996
20.000	5.996	20.500	5.996	21.000	5.996	21.500	5.996	22.000	5.996
22.500	5.996	23.000	5.996	23.500	5.996	24.000	5.996	24.500	5.996
25.000	5.996	25.500	5.996	26.000	5.996	26.500	5.996	27.000	5.996
27.500	5.996	28.000	5.996	28.500	5.996	29.000	5.996	29.500	5.996
30.000	5.996	30.500	5.996	31.000	5.996	31.500	5.996	32.000	5.996
32.500	5.996	33.000	5.996	33.500	5.996	34.000	5.996	34.500	5.996
35.000	5.996	35.500	5.996	36.000	5.996	36.500	5.996	37.000	5.996
37.500	5.996	38.000	5.996	38.500	5.996	39.000	5.996	39.500	5.996
40.000	5.996	40.500	5.996	41.000	5.996	41.500	5.996	42.000	5.996
42.500	5.996	43.000	5.996	43.500	5.996	44.000	5.996	44.500	5.996
45.000	5.996	45.500	5.996	46.000	5.996	46.500	5.996	47.000	5.996
47.500	5.996	48.000	5.996	48.500	5.996	49.000	5.996	49.500	5.996
50.000	5.996	50.500	5.996	51.000	5.996	51.500	5.996	52.000	5.996
52.500	5.996	53.000	5.996	53.500	5.996	54.000	5.996	54.500	5.996
55.000	5.996	55.500	5.996	56.000	5.996	56.500	5.996	57.000	5.996

CHARGE PERMANENTE PAR TRAVEE

TRAVEE 1	C.PERM.	120.544	TRAVEE 2	C.PERM.	205.257	TRAVEE 3	C.PERM.	205.257
TRAVEE 4	C.PERM.	153.603	TRAVEE 5	C.PERM.	180.544	TRAVEE 6	C.PERM.	153.603

Les chiffres de ce tableau contiennent le poids de l'ossature porteuse de densité 2,5 et le poids des superstructures (donnée QSUP) mais non la somme à valoir (donnée CP)

COEFFICIENTS DE MAJORATION DYNAMIQUE

	DENSITE DE CP	PORTEE	SURCHARGE BC	SURCHARGE MILI	C.M.D.CIVIL	C.M.D.MILI	
TRAVEE 1	12.112	10.05	60.	0.	1.20	0.	} (CM=0 en donnée)
TRAVEE 2	12.112	17.12	120.	0.	1.17	0.	
TRAVEE 3	12.112	17.12	120.	0.	1.17	0.	
TRAVEE 4	12.112	12.81	108.	0.	1.20	0.	

Valeurs arrondies la machine tenant compte dans les calculs des 8 chiffres significatifs

COEFFICIENTS D'EXCENTREMENT DES SURCHARGES RELATIFS A LA TRAVÉE 3 ET A LA FIBRE D'ABSCISSE C.

COMPTÉE A PARTIR DE L'AXE DE LA CHAUSSEE.

DIMENSIONS DE LA PLAQUE RECTANGULAIRE EQUIVALENTE SUR APPUIS SIMPLES
 LARGEUR = 7.800 LONGUEUR = 14.223 TETA = 0.282

Appelés également "Coefficient de répartition transversale de la flexion longitudinale".

Cette abscisse est l'ordonnée y de MM. Guyon et Massonnet (cf. pièce n°16)

LIGNE D'INFLUENCE DU COEF. DE REPARTITION TRANSVERSALE A INTERVALLES DE 0.125

0.9723	0.9741	0.9759	0.9777	0.9796	0.9814	0.9832	0.9851
0.9869	0.9888	0.9906	0.9925	0.9943	0.9962	0.9980	0.9998
1.0016	1.0033	1.0051	1.0067	1.0084	1.0099	1.0114	1.0129
1.0142	1.0154	1.0165	1.0175	1.0183	1.0190	1.0195	1.0198
1.0199	1.0198	1.0195	1.0190	1.0183	1.0175	1.0165	1.0154
1.0142	1.0129	1.0114	1.0099	1.0084	1.0067	1.0051	1.0033
1.0016	0.9998	0.9980	0.9962	0.9943	0.9925	0.9906	0.9888
0.9869	0.9851	0.9832	0.9814	0.9796	0.9777	0.9759	0.9741
0.9723							

CHARGE OU DENSITE DE CHARGE	COEFFICIENT TRANSVERSAL MAXIMUM	NOMBRE DE VOIES CHARGEES	EXCENTREMENT	COEFFICIENT TRANSVERSAL MINIMUM	NOMBRE DE VOIES CHARGEES	EXCENTREMENT
SURCHARGE BR	10.00		0.	0.		0.
SURCHARGE BE	20.00		0.	0.		0.
SURCHARGE BC	12.00	2	0.	0.	0	0.
SURCHARGE A	1.00	2	-0.	0.	0	0.
SURCHARGE TR	0.15	3	0.	0.	0	0.

COEFFICIENTS D'EXCENTREMENT DES SURCHARGES RELATIFS A LA TRAVÉE 3 ET A LA FIBRE D'ABSCISSE 3.00

COMPTÉE A PARTIR DE L'AXE DE LA CHAUSSEE.

DIMENSIONS DE LA PLAQUE RECTANGULAIRE EQUIVALENTE SUR APPUIS SIMPLES
 LARGEUR = 7.800 LONGUEUR = 14.223 TETA = 0.282

LIGNE D'INFLUENCE DU COEF. DE REPARTITION TRANSVERSALE A INTERVALLES DE 0.125

0.7599	0.7659	0.7720	0.7781	0.7842	0.7903	0.7965	0.8028
0.8090	0.8154	0.8218	0.8283	0.8349	0.8415	0.8482	0.8551
0.8620	0.8690	0.8761	0.8833	0.8906	0.8981	0.9056	0.9132
0.9210	0.9289	0.9368	0.9449	0.9531	0.9614	0.9698	0.9783
0.9869	0.9956	1.0044	1.0133	1.0223	1.0314	1.0405	1.0497
1.0590	1.0684	1.0778	1.0872	1.0967	1.1062	1.1157	1.1253
1.1348	1.1443	1.1538	1.1633	1.1727	1.1820	1.1913	1.2005
1.2095	1.2165	1.2273	1.2360	1.2447	1.2533	1.2618	1.2703
1.2789							

CHARGE OU DENSITE DE CHARGE	COEFFICIENT TRANSVERSAL MAXIMUM	NOMBRE DE VOIES CHARGEES	EXCENTREMENT	COEFFICIENT TRANSVERSAL MINIMUM	NOMBRE DE VOIES CHARGEES	EXCENTREMENT
SURCHARGE BR	10.00		2.875	0.		0.
SURCHARGE BE	20.00		1.750	0.		0.
SURCHARGE BC	12.00	2	0.500	0.	0	0.
SURCHARGE A	1.00	2	-0.	0.	0	0.
SURCHARGE TR	0.15	3	0.	0.	0	0.

Ce sont les coefficients d'excentrement multipliés par les charges de référence de la 1^{ère} colonne. Toutefois, pour la surcharge A(2), ce coefficient n'est pas encore multiplié par la densité A(2). Le coefficient de majoration dynamique n'est pas pris en compte.

COEFFICIENTS D'EXCENTREMENT DES SURCHARGES RELATIFS A LA TRAVÉE 3 ET A LA FIBRE D'ABSCISSE 4.00

14

COMPTEE A PARTIR DE L'AXE DE LA CHAUSSEE.

DIMENSIONS DE LA PLAQUE RECTANGULAIRE EQUIVALENTE SUR APPUIS SIMPLES
 LARGEUR = 7.800 LONGUEUR = 14.223 TETA = 0.282

LIGNE D'INFLUENCE DU COEF. DE REPARTITION TRANSVERSALE A INTERVALLES DE 0.125

0.7025	0.7096	0.7166	0.7237	0.7309	0.7380	0.7453	0.7525
0.7599	0.7673	0.7748	0.7824	0.7901	0.7979	0.8058	0.8138
0.8219	0.8302	0.8386	0.8471	0.8558	0.8646	0.8736	0.8827
0.8920	0.9014	0.9110	0.9208	0.9308	0.9409	0.9512	0.9617
0.9723	0.9831	0.9941	1.0053	1.0167	1.0282	1.0400	1.0519
1.0640	1.0762	1.0886	1.1012	1.1140	1.1269	1.1400	1.1533
1.1667	1.1803	1.1940	1.2078	1.2218	1.2359	1.2501	1.2644
1.2789	1.2934	1.3080	1.3227	1.3374	1.3522	1.3671	1.3820
1.3969							

CHARGE OU DENSITE DE CHARGE	COEFFICIENT TRANSVERSAL MAXIMUM	NOMBRE DE VOIES CHARGEES	EXCENTREMENT	COEFFICIENT TRANSVERSAL MINIMUM	NOMBRE DE VOIES CHARGEES	EXCENTREMENT
SURCHARGE BR	10.00		2.875	0.		0.
SURCHARGE BE	20.00		1.750	0.		0.
SURCHARGE BC	12.00	2	0.500	0.	0	0.
SURCHARGE A	1.00	2	-0.	0.	0	0.
SURCHARGE TR	0.15	3	0.	0.	0	0.

COEFFICIENTS D'EXCENTREMENT DES SURCHARGES RELATIFS A LA TRAVÉE 4 ET A LA FIBRE D'ABSCISSE 0.

COMPTEE A PARTIR DE L'AXE DE LA CHAUSSEE.

DIMENSIONS DE LA PLAQUE RECTANGULAIRE EQUIVALENTE SUR APPUIS SIMPLES
 LARGEUR = 7.800 LONGUEUR = 11.805 TETA = 0.340

LIGNE D'INFLUENCE DU COEF. DE REPARTITION TRANSVERSALE A INTERVALLES DE 0.125

0.9510	0.9541	0.9573	0.9604	0.9635	0.9667	0.9699	0.9731
0.9763	0.9796	0.9828	0.9861	0.9894	0.9927	0.9959	0.9992
1.0024	1.0056	1.0087	1.0118	1.0148	1.0177	1.0204	1.0230
1.0255	1.0278	1.0299	1.0317	1.0333	1.0346	1.0356	1.0362
1.0364	1.0362	1.0356	1.0346	1.0333	1.0317	1.0299	1.0278
1.0255	1.0230	1.0204	1.0177	1.0148	1.0118	1.0087	1.0056
1.0024	0.9992	0.9959	0.9927	0.9894	0.9861	0.9828	0.9796
0.9763	0.9731	0.9699	0.9667	0.9635	0.9604	0.9573	0.9541
0.9510							

CHARGE OU DENSITE DE CHARGE	COEFFICIENT TRANSVERSAL MAXIMUM	NOMBRE DE VOIES CHARGEES	EXCENTREMENT	COEFFICIENT TRANSVERSAL MINIMUM	NOMBRE DE VOIES CHARGEES	EXCENTREMENT
SURCHARGE BR	10.00		0.	0.		0.
SURCHARGE BE	20.00		0.	0.		0.
SURCHARGE BC	12.00	2	0.	0.	0	0.
SURCHARGE A	1.00	2	-0.	0.	0	0.
SURCHARGE TR	0.15	3	0.	0.	0	0.

RECAPITULATION PAR TRAVEE DES COEFFICIENTS TRANSVERSAUX MAXIMA MAXIMORUM RELATIFS AUX SURCHARGES

	A	BC	BE	BR	TROTTOIRS	CHAR
TRAVEE 1	6.1408	25.1883	25.3532	15.4522	0.3350	0.
TRAVEE 2	6.0422	24.7461	22.9054	12.6981	0.3106	0.
TRAVEE 3	6.0408	24.7366	22.8530	12.6442	0.3103	0.
TRAVEE 4	6.0128	24.8930	23.8462	13.6984	0.3182	0.

CES COEFFICIENTS VONT SERVIR A CALCULER LES EFFORTS TRANCHANTS LONGITUDINAUX ET LES MOMENTS FLECHISSANTS LONGITUDINAUX, DUS AUX SURCHARGES, POUR TOUTE LA LARGEUR DU TABLIER

- POUR LA SURCHARGE A, ON COMBINERA LES AIRES D'INFLUENCE AVEC LA FONCTION A(L) REGNANT SUR 1,00 M DE LARGEUR LE RESULTAT SERA MULTIPLIE PAR LE COEFFICIENT TRANSVERSAL DE LA TRAVEE OU SE TROUVE LA SECTION ETUDIEE.
- POUR BC (UNE RANGEE D'ESSIEUX DE 12T.) , BR OU BE ON OBTIENDRA L'EFFORT LONGITUDINAL EN MULTIPLIANT L'ORDONNEE DE LA LIGNE D'INFLUENCE DE CET EFFORT PAR LE COEFFICIENT TRANSVERSAL DE LA TRAVEE OU SE TROUVE LA SECTION ETUDIEE, PUIS PAR LE COEFFICIENT DE MAJORATION DYNAMIQUE (C.M.D. CIVIL).
- POUR LES TROTTOIRS, ON MULTIPLIERA LA SOMME DES AIRES D'INFLUENCE DE MEME SIGNE PAR LE COEFFICIENT TRANSVERSAL
- POUR LE CHAR, ON MULTIPLIERA L'AIRES D'INFLUENCE LA PLUS DEFAVORABLE, CORRESPONDANT A LA LONGUEUR DU CHAR, PAR LE POIDS DU CHAR, PUIS PAR LE COEFFICIENT DE MAJORATION DYNAMIQUE (C.M.D. MILI).

ON AURA AINSI LES EFFORTS NON PONDERES.

POUR LES SECTIONS SUR PILE LA MACHINE UTILISE LES COEFFICIENTS D'UNE DES DEUX TRAVEES QUI ENCADRENT L'APPUI.

EFFORTS TRANCHANTS EXTREMES

LES EFFORTS EXTREMES SONT CALCULES EN TENANT COMPTE DE L'EXCENTREMENT DES SURCHARGES LE PLUS DEFAVORABLE ET SONT RAPPORTES A LA LARGEUR ENTIERE DE LA DALLE

	CHARGE PERMANENTE	EFFORTS PARTIELS NON PONDÉRES											EFFORT EXTREME	
		ABSCISSE NO 1	DES CAMIONS NO 2	SENS DE MARCHE	DE EFFORT DU A BC	LONGUEUR CHARGÉE	EFFORT DU A A	ABSCISSE DU CHAR	EFFORT DU CHAR	EFFORT TROTTOIR	Sous surcharges civiles	Sous surcharge militaire		
TRAVEE 1 COTE 1	37.0	0.	32.00	1.	63.0	10.05	0.	48.0	0.	0.	1.7	102.1	x	
	37.0	12.50	23.00	1.	-13.8	17.12	0.	-18.2	0.	0.	-0.6	18.6	x	
TRAVEE 1 COTE 2	83.5	4.00	14.50	-1.	75.1	10.05	17.12	65.6	0.	0.	2.4	161.8	x	
	83.5	29.50	40.00	1.	-3.6	17.12	0.	-4.	0.	0.	-0.1	79.4	x	
TRAVEE 2 COTE 1	97.9	6.00	16.50	-1.	83.0	17.12	0.	87.1	0.	0.	2.9	188.9	x	
	97.9	29.50	40.00	1.	-8.6	17.12	0.	-11.7	0.	0.	-0.4	66.8	x	
TRAVEE 2 COTE 2	107.3	25.50	15.00	1.	82.8	17.12	0.	82.8	0.	0.	3.0	154.2		
	107.3	1.00	46.00	-1.	-5.0	10.05	12.81	-5.4	0.	0.	-0.2	102.8	x	
TRAVEE 3 COTE 1	105.4	23.00	33.50	-1.	82.4	17.12	0.	84.2	0.	0.	3.0	193.7		
	105.4	48.00	3.50	1.	-6.3	12.81	10.05	-7.6	0.	0.	-0.3	98.6		
TRAVEE 3 COTE 2	99.9	42.50	32.00	1.	83.5	17.12	0.	85.6	0.	0.	2.9	189.4		
	99.9	8.00	18.50	-1.	-8.1	17.12	0.	-11.0	0.	0.	-0.3	89.5		
TRAVEE 4 COTE 1	97.6	40.00	50.50	-1.	75.3	12.81	0.	73.8	0.	0.	2.7	176.6	x	
	97.6	8.00	18.50	-1.	-2.5	17.12	0.	-3.3	0.	0.	-0.1	55.2	x	
TRAVEE 4 COTE 2	56.0	55.50	45.00	1.	65.9	12.81	0.	58.5	0.	0.	1.9	124.3	x	
	56.0	25.50	36.00	-1.	-9.7	17.12	0.	-12.8	0.	0.	-0.4	43.3	x	

En l'absence de surcharge militaire, la machine n'imprime qu'une seule colonne d'effort extrême qui résulte de la combinaison la plus défavorable de la charge permanente, de la surcharge civile de chaussée et de la surcharge de trottoir.

Exemple: $102,1 = 37 \times 1,01(C.P.) + 63,0 + 1,7$

En présence d'une surcharge militaire, la machine aurait imprimé une colonne supplémentaire qui aurait résulté de la combinaison la plus défavorable sous charge permanente, sous surcharge militaire et sous surcharge de trottoir.

Cette présentation est reconduite pour les moments fléchissants longitudinaux extrêmes (mais non pour les réactions d'appuis) en vue d'y ajouter les efforts dus à la précontrainte et d'évaluer séparément les contraintes extrêmes sous surcharges civiles et militaire.

REACTIONS D APPUIS EXTREMES

LES EFFORTS EXTREMES SONT CALCULES POUR L APPUI COMPLET SANS PONDERATION DES SURCHARGES CIVILES NI MAJORATION POUR EXCENTREMENT NI MAJORATION POUR EFFET DYNAMIQUE

	CHARGE PERMANENTE	EFFORTS PARTIELS NON PONDERES							EFFORT DU A A	ABSCISSE DU CHAR	EFFORT DU CHAR	EFFORT TROTTOIR	EFFORT EXTREME
		ABSCISSE NO 1	DES CAMIONS NO 2	SENS DE MARCHE	EFFORT DU A BC	LONGUEUR CHARGEE	EFFORT DU A A	ABSCISSE DU CHAR					
CORRECTION DUE L ENCORBELLEMENT	5.5				3.7			4.8		0.	0.1		
APPUI 1	42.6	0.	32.00	1.	53.8	10.05	0.	51.7	0.	0.	1.6	98.4	
	42.6	12.50	23.00	1.	-11.1	17.12	0.	-18.1	0.	0.	-0.6	24.4	
APPUI 2	181.4	3.00	13.50	-1.	92.3	17.12	10.05	144.3	0.	0.	5.0	332.6	
	181.4	29.50	40.00	1.	-10.1	17.12	0.	-16.4	0.	0.	-0.5	166.4	
APPUI 3	212.7	18.00	28.50	-1.	96.4	17.12	17.12	149.6	0.	0.	5.7	370.2	
	212.7	46.00	1.00	-1.	-9.2	12.81	10.05	-12.8	0.	0.	-0.4	201.6	
APPUI 4	197.5	34.00	44.50	-1.	94.7	12.81	17.12	149.0	0.	0.	5.4	353.8	
	197.5	8.00	18.50	-1.	-8.8	17.12	0.	-14.2	0.	0.	-0.4	184.8	
CORRECTION DUE L ENCORBELLEMENT	5.5				4.2			4.7		0.	0.1		
APPUI 5	61.5	55.50	45.00	1.	57.1	12.81	0.	62.5	0.	0.	1.9	126.5	
	61.5	25.50	36.00	-1.	-7.9	17.12	0.	-12.7	0.	0.	-0.4	49.0	

MOMENTS FLECHISSANTS LONGITUDINAUX EXTREMES

7084

LES EFFORTS EXTREMES SONT CALCULES EN TENANT COMPTE DE L'EXCENTREMENT DES SURCHARGES LE PLUS DEFAVORABLE ET SONT RAPPORTES A LA LARGEUR ENTIERE DE LA DALLE

ABSCISSE	CHARGE PERMANENTE	EFFORTS PARTIELS NON PONDERES											EFFORT EXTREME		
		ABSCISSE DES CAMIONS NO 1	ABSCISSE DES CAMIONS NO 2	SENS DE MARCHE	SENS DE EFFORT DU A BC	LONGUEUR CHARGEE	EFFORT DU A A	ABSCISSE DU CHAR	EFFORT DU CHAR	EFFORT TROTTOIR	surcharges civiles	surcharge militaire			
0.	0. *	-6.50	-17.50	1.	0.	10.05	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	x
	0.	-6.50	-17.50	1.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	x
1.50	9.4*	1.50	32.00	1.	75.4	10.05	0.	60.0	0.	0.	2.1	120.0	x		
	42.1	12.50	23.00	1.	-20.6	17.12	0.	-27.3	0.	0.	-0.9	14.3	x		
3.00	12.8*	3.00	32.00	1.	114.5	10.05	0.	96.1	0.	0.	3.5	175.7	x		
	57.2	12.50	23.00	1.	-41.3	17.12	0.	-54.6	0.	0.	-1.8	1.4	x		
4.50	10.1*	3.00	32.00	1.	126.5	10.05	17.12	110.3	0.	0.	4.1	176.5	x		
	45.3	12.50	23.00	1.	-61.9	17.12	0.	-81.8	0.	0.	-2.7	-38.8	x		
6.00	1.4*	0.	30.00	-1.	118.9	10.05	17.12	106.9	0.	0.	3.9	129.3	x		
	6.4	12.50	23.00	1.	-82.5	17.12	0.	-109.1	0.	0.	-3.6	-106.2	x		
7.50	-13.4*	1.50	30.00	-1.	96.0	10.05	17.12	83.3	0.	0.	3.1	39.0	x		
	-59.5	12.50	23.00	1.	-103.2	17.12	0.	-136.4	0.	0.	-4.5	-200.9	x		
9.00	-34.2*	30.00	3.00	-1.	48.9	3.50	17.12	51.1	0.	0.	1.7	-101.0	x		
	-152.3	12.50	23.00	1.	-123.8	17.12	0.	-163.7	0.	0.	-5.6	-323.2	x		
10.50	-42.9*	29.50	40.00	1.	31.6	17.12	0.50	43.5	0.	0.	1.4	-147.8	x		
	-190.8	6.00	16.50	1.	-143.2	16.62	10.05	-174.5	0.	0.	-6.4	-373.7	x		
12.00	-14.7*	12.00	32.00	1.	40.0	4.00	17.12	40.6	0.	0.	1.3	-24.2	x		
	-65.5	1.00	15.50	-1.	-77.1	10.05	13.12	-87.2	0.	0.	-3.1	-156.4	x		
13.50	7.3*	13.50	32.00	1.	78.3	10.00	0.	65.4	0.	0.	2.2	113.8	x		
	32.9	1.00	20.00	-1.	-37.6	10.05	7.12	-42.1	0.	0.	-1.4	-10.3	x		
15.00	23.3*	10.50	21.00	-1.	117.0	17.12	0.	126.5	0.	0.	4.0	235.8	x		
	104.3	1.00	30.00	-1.	-36.1	10.05	17.12	-37.7	0.	0.	-1.4	66.2	x		
16.50	33.3*	10.50	21.00	-1.	146.3	17.12	0.	172.2	0.	0.	5.5	327.9	x		
	148.7	1.00	30.00	-1.	-41.7	10.05	17.12	-48.2	0.	0.	-1.8	100.2	x		
18.00	37.2*	16.50	48.00	1.	160.7	17.12	0.	195.6	0.	0.	6.4	369.7	x		
	166.1	30.00	1.00	-1.	-47.3	17.12	10.05	-58.8	0.	0.	-2.1	106.9	x		

* CETTE VALEUR REPRESENTE LE MOMENT DU A QSUP (CHARGES AUTRES QUE LA DALLE).

même remarque que pour les efforts tranchants extrêmes

MOMENTS FLECHISSANTS LONGITUDINAUX EXTREMES

LES EFFORTS EXTREMES SONT CALCULES EN TENANT COMPTE DE L'EXCENTREMENT DES SURCHARGES LE PLUS DEFAVORABLE ET SONT RAPPORTES A LA LARGEUR ENTIERE DE LA DALLE

ABSCISSE	CHARGE PERMANENTE	EFFORTS PARTIELS NON PONDERES							EFFORT DU A A	ABSCISSE DU CHAR	EFFORT DU CHAR	EFFORT TROTTOIR	EFFORT EXTREME
		ABSCISSE NO 1	DES CAMIONS NO 2	SENS DE MARCHE	DE EFFORT DU A BC	LONGUEUR CHARGEE							
19.50	35.1*	15.00	46.00	-1.	163.8	17.12	0.	196.7	0.	0.	6.5	361.3	
	156.5	30.00	1.00	-1.	-53.0	17.12	10.05	-69.3	0.	0.	-2.5	86.3	
21.00	26.9*	15.00	46.00	-1.	152.5	17.12	0.	175.5	0.	0.	5.9	302.6	
	120.0	29.50	40.00	1.	-59.2	17.12	0.	-80.3	0.	0.	-2.8	38.0	
22.50	12.6*	16.50	46.00	-1.	129.7	17.12	0.	131.9	0.	0.	4.7	193.5	
	56.4	29.50	40.00	1.	-72.2	17.12	0.	-97.9	0.	0.	-3.2	-44.1	
24.00	-7.7*	18.00	46.00	-1.	92.6	11.50	12.81	80.3	0.	0.	2.8	60.9	
	-34.1	29.50	40.00	1.	-85.1	17.12	0.	-115.5	0.	0.	-3.7	-153.6	
25.50	-34.0*	19.50	46.00	-1.	43.7	4.50	12.81	39.5	0.	0.	1.5	-107.9	
	-151.6	32.00	15.50	1.	-114.0	17.12	12.62	-147.1	0.	0.	-5.4	-305.7	
27.00	-66.5*	46.00	1.00	-1.	31.1	12.81	10.05	36.3	0.	0.	1.3	-261.5	
	-296.1	30.00	16.00	-1.	-179.8	17.12	16.62	-227.3	0.	0.	-8.9	-535.2	
28.50	-41.3*	28.50	48.00	1.	25.8	3.00	12.81	27.0	0.	0.	1.3	-157.5	
	-184.0	16.00	32.00	-1.	-126.7	17.12	14.12	-159.5	0.	0.	-6.0	-351.3	
30.00	-14.3*	30.00	3.50	1.	75.8	9.00	10.05	62.1	0.	0.	2.2	14.0	
	-63.4	8.00	18.50	-1.	-85.3	17.12	0.	-115.3	0.	0.	-3.8	-183.1	
31.50	6.7*	31.50	3.50	1.	117.6	17.12	0.	119.2	0.	0.	4.0	153.8	
	30.3	8.00	18.50	-1.	-73.1	17.12	0.	-98.8	0.	0.	-3.2	-71.5	
33.00	21.7*	33.00	3.50	1.	145.9	17.12	0.	169.9	0.	0.	5.6	273.4	
	96.9	16.00	46.00	-1.	-64.1	17.12	12.81	-83.1	0.	0.	-3.1	11.7	
34.50	30.6*	28.50	39.00	-1.	162.0	17.12	0.	198.3	0.	0.	6.4	342.7	
	136.6	16.00	46.00	-1.	-61.4	17.12	12.81	-78.0	0.	0.	-2.9	57.0	
36.00	33.4*	31.50	1.00	-1.	164.4	17.12	0.	204.4	0.	0.	6.5	361.7	
	149.3	18.50	48.00	1.	-58.9	17.12	12.81	-73.0	0.	0.	-2.7	75.1	
37.50	30.2*	27.00	37.50	1.	156.7	17.12	0.	188.1	0.	0.	6.0	330.4	
	135.0	48.00	18.50	1.	-56.8	12.81	17.12	-67.9	0.	0.	-2.5	65.9	

*CETTE VALEUR REPRESENTE LE MOMENT DU A QSUP (CHARGES AUTRES QUE LA DALLE).

MOMENTS FLECHISSANTS LONGITUDINAUX EXTREMES

LES EFFORTS EXTREMES SONT CALCULES EN TENANT COMPTE DE L'EXCENTREMENT DES SURCHARGES
LE PLUS DEFAVORABLE ET SONT RAPPORTES A LA LARGEUR ENTIERE DE LA DALLE

ABSCISSE	CHARGE PERMANENTE	EFFORTS PARTIELS NON PONDERES							EFFORT DU A A	ABSCISSE DU CHAR	EFFORT DU CHAR	EFFORT TROTTOIR	EFFORT EXTREME
		ABSCISSE NO 1	DES CAMIONS		SENS DE MARCHÉ		LONGUEUR DE BC CHARGÉE						
		NO 1	NO 2	NO 1	NO 2	DU A	BC						
39.00	21.0*	37.50	27.00	1.	132.8	17.12	0.	149.5	0.	0.	4.7	248.9	
	93.7	48.00	18.50	1.	-54.7	12.81	17.12	-62.9	0.	0.	-2.3	29.4	
40.50	5.7*	34.50	24.00	-1.	91.7	16.00	0.	89.7	0.	0.	2.8	120.2	
	25.5	45.00	55.50	-1.	-53.7	12.81	0.	-70.7	0.	0.	-2.2	-47.1	
42.00	-15.7*	36.00	16.00	-1.	54.4	6.00	17.12	43.4	0.	0.	1.4	-14.6	
	-69.8	48.00	31.50	1.	-80.3	12.81	11.12	-95.5	0.	0.	-3.3	-169.3	
43.50	-43.1*	8.00	18.50	-1.	24.6	1.50	17.12	35.9	0.	0.	1.1	-156.8	
	-192.0	48.00	34.50	1.	-137.7	12.81	15.62	-167.8	0.	0.	-6.2	-367.9	
45.00	-44.8*	8.00	18.50	-1.	30.1	17.12	2.00	42.2	0.	0.	1.3	-157.9	
	-199.5	35.50	49.50	1.	-142.7	17.12	10.81	-179.6	0.	0.	-6.6	-387.6	
46.50	-17.9*	46.50	18.50	1.	79.5	9.00	17.12	66.8	0.	0.	2.3	1.5	
	-79.5	25.50	36.00	-1.	-103.0	17.12	0.	-135.7	0.	0.	-4.4	-220.4	
48.00	3.0*	48.00	18.50	1.	123.7	12.81	17.12	111.4	0.	0.	4.2	141.5	
	13.6	25.50	36.00	-1.	-88.4	17.12	0.	-116.5	0.	0.	-3.7	-106.5	
49.50	17.8*	49.50	18.50	1.	149.4	12.81	0.	146.3	0.	0.	5.3	235.2	
	79.6	25.50	36.00	-1.	-73.8	17.12	0.	-97.3	0.	0.	-3.1	-20.0	
51.00	26.6*	46.50	16.00	-1.	162.1	12.81	0.	164.5	0.	0.	5.7	250.1	
	118.7	25.50	36.00	-1.	-59.2	17.12	0.	-78.1	0.	0.	-2.5	39.3	
52.50	29.3*	46.50	16.00	-1.	156.0	12.81	0.	159.6	0.	0.	5.4	297.1	
	130.8	25.50	36.00	-1.	-44.6	17.12	0.	-58.8	0.	0.	-1.9	71.4	
54.00	26.0*	48.00	16.00	-1.	134.1	12.81	0.	131.4	0.	0.	4.4	255.6	
	115.9	25.50	36.00	-1.	-30.0	17.12	0.	-39.6	0.	0.	-1.3	76.2	
55.50	16.6*	49.50	16.00	-1.	84.9	12.81	0.	79.9	0.	0.	2.6	162.3	
	74.1	25.50	36.00	-1.	-15.5	17.12	0.	-20.4	0.	0.	-0.7	53.8	
57.00	1.1*	55.50	45.00	1.	6.0	12.81	0.	5.3	0.	0.	0.2	11.4	
	5.2	25.50	36.00	-1.	-0.9	17.12	0.	-1.2	0.	0.	-0.0	4.1	

*CETTE VALEUR REPRESENTE LE MOMENT DU A QSUP (CHARGES AUTRES QUE LA DALLE).

MOMENTS FLECHISSANTS LONGITUDINAUX EXTREMES AU VOISINAGE DES PILES

LES EFFORTS EXTREMES SONT CALCULES EN TENANT COMPTE DE L'EXCENTREMENT DES SURCHARGES LE PLUS DEFAVORABLE ET SONT RAPPORTES A LA LARGEUR ENTIERE DE LA DALLE

ABSCISSE	CHARGE PERMANENTE	EFFORTS PARTIELS NON PONDRES							EFFORT DU CHAR DU TROTTOIR	EFFORT EXTREME		
		ABSCISSE NO 1	DES CAMIONS NO 2	SENS DE MARCHE DU A	DE EFFORT BC	LONGUEUR CHARGEE	EFFORT DU A A	ABSCISSE DU CHAR				
9.50	-42.5*	29.50	40.00	1.	34.4	17.12	2.00	47.1	0.	0.	1.5	-142.6
	-189.3	5.00	15.50	1.	-143.7	17.12	8.05	-180.1	0.	0.	-6.5	-377.8
10.00	-51.5*	29.50	40.00	1.	36.2	17.12	0.	47.8	0.	0.	1.5	-182.2
	-229.2	5.50	16.00	1.	-170.9	17.12	9.55	-205.9	0.	0.	-7.6	-445.0
10.50	-42.9*	29.50	40.00	1.	31.6	17.12	0.50	43.5	0.	0.	1.4	-147.8
	-190.8	6.00	16.50	1.	-143.2	16.62	10.05	-174.5	0.	0.	-6.4	-373.7
26.50	-55.0*	46.00	1.00	-1.	28.6	12.81	10.05	33.6	0.	0.	1.2	-212.6
	-244.9	32.00	17.50	1.	-155.7	17.12	15.62	-196.1	0.	0.	-7.5	-451.0
27.00	-66.5*	46.00	1.00	-1.	31.1	12.81	10.05	36.3	0.	0.	1.3	-261.5
	-296.1	30.00	16.00	-1.	-179.8	17.12	16.62	-227.3	0.	0.	-8.9	-535.2
27.50	-62.7*	46.00	1.00	-1.	29.9	12.81	10.05	34.7	0.	0.	1.2	-246.3
	-279.4	18.50	32.50	1.	-171.6	17.12	16.62	-215.2	0.	0.	-8.4	-505.8
43.50	-43.1*	8.00	18.50	-1.	24.6	1.50	17.12	35.9	0.	0.	1.1	-156.8
	-192.0	48.00	34.50	1.	-137.7	12.81	15.62	-167.8	0.	0.	-6.2	-367.9
44.00	-53.6*	8.00	18.50	-1.	28.7	17.12	0.50	39.3	0.	0.	1.2	-200.6
	-238.7	35.50	48.00	1.	-160.9	16.62	12.81	-200.6	0.	0.	-7.5	-449.2
44.50	-55.1*	8.00	18.50	-1.	31.4	17.12	0.50	41.6	0.	0.	1.3	-205.1
	-245.5	35.50	48.50	1.	-168.4	17.12	12.31	-207.1	0.	0.	-7.7	-462.8

*CETTE VALEUR REPRESENTE LE MOMENT DU A QSUP (CHARGES AUTRES QUE LA DALLE).

ABSCISSE	MOMENT DU	ABSCISSE	MOMENT	ABSCISSE	MOMENT	ABSCISSE	MOMENT	ABSCISSE	MOMENT	ABSCISSE	MOMENT	
0.	0.	X	0.50	47.	1.00	87.	1.50	120.	2.00	145.	2.50	163.
3.00	176.	X	3.50	181.	4.00	181.	4.50	176.	5.00	165.	5.50	150.
6.00	129.	X	6.50	105.	7.00	75.	7.50	39.	8.00	-2.	8.50	-49.
9.00	-101.	X	9.50	-143.	10.00	-182.	10.50	-148.	11.00	-108.	11.50	-67.
12.00	-24.	X	12.50	24.	13.00	70.	13.50	114.	14.00	158.	14.50	198.
15.00	236.	X	15.50	272.	16.00	303.	16.50	328.	17.00	347.	17.50	361.
18.00	370.	X	18.50	373.	19.00	370.	19.50	361.	20.00	347.	20.50	328.
21.00	303.	X	21.50	269.	22.00	233.	22.50	194.	23.00	153.	23.50	109.
24.00	61.	X	24.50	3.	25.00	-53.	25.50	-108.	26.00	-161.	26.50	-212.
27.00	-261.	X	27.50	-246.	28.00	-218.	28.50	-158.	29.00	-97.	29.50	-40.
30.00	14.	X	30.50	63.	31.00	109.	31.50	154.	32.00	199.	32.50	239.
33.00	273.	X	33.50	302.	34.00	325.	34.50	343.	35.00	355.	35.50	361.
36.00	362.	X	36.50	357.	37.00	346.	37.50	330.	38.00	308.	38.50	281.
39.00	24.	X	39.50	207.	40.00	164.	40.50	120.	41.00	76.	41.50	31.
42.00	-15.	X	42.50	-61.	43.00	-109.	43.50	-157.	44.00	-201.	44.50	-205.
45.00	-158.	X	45.50	-103.	46.00	-49.	46.50	2.	47.00	53.	47.50	100.
48.00	142.	X	48.50	177.	49.00	208.	49.50	235.	50.00	259.	50.50	277.
51.00	290.	X	51.50	298.	52.00	300.	52.50	297.	53.00	289.	53.50	275.
54.00	256.	X	54.50	231.	55.00	200.	55.50	162.	56.00	118.	56.50	68.
57.00	11.	X										

En présence d'une surcharge militaire la machine aurait imprimé une colonne supplémentaire de valeurs provenant de la combinaison : charge permanente x CP + surcharge militaire + surcharge de trottoir

COURBE ENVELOPPE DES MOMENTS FLECHISSANTS MINIMA

ARM 7034

ABSCISSE	MOMENT DU	ABSCISSE	MOMENT	ABSCISSE	MOMENT	ABSCISSE	MOMENT	ABSCISSE	MOMENT	ABSCISSE	MOMENT	
0.	0.	X	0.50	8.	1.00	13.	1.50	14.	2.00	13.	2.50	9.
3.00	1.	X	3.50	-9.	4.00	-22.	4.50	-39.	5.00	-58.	5.50	-81.
6.00	-106.	X	6.50	-135.	7.00	-166.	7.50	-201.	8.00	-239.	8.50	-279.
9.00	-323.	X	9.50	-378.	10.00	-445.	10.50	-374.	11.00	-293.	11.50	-221.
12.00	-156.	X	12.50	-100.	13.00	-51.	13.50	-10.	14.00	20.	14.50	45.
15.00	66.	X	15.50	81.	16.00	92.	16.50	100.	17.00	105.	17.50	108.
18.00	107.	X	18.50	103.	19.00	96.	19.50	86.	20.00	74.	20.50	58.
21.00	38.	X	21.50	14.	22.00	-14.	22.50	-44.	23.00	-76.	23.50	-112.
24.00	-154.	X	24.50	-196.	25.00	-246.	25.50	-306.	26.00	-374.	26.50	-450.
27.00	-535.	X	27.50	-506.	28.00	-414.	28.50	-351.	29.00	-289.	29.50	-233.
30.00	-183.	X	30.50	-143.	31.00	-106.	31.50	-71.	32.00	-40.	32.50	-12.
33.00	12.	X	33.50	30.	34.00	45.	34.50	57.	35.00	66.	35.50	72.
36.00	75.	X	36.50	75.	37.00	72.	37.50	66.	38.00	58.	38.50	46.
39.00	29.	X	39.50	9.	40.00	-17.	40.50	-47.	41.00	-79.	41.50	-120.
42.00	-169.	X	42.50	-227.	43.00	-293.	43.50	-368.	44.00	-449.	44.50	-463.
45.00	-388.	X	45.50	-326.	46.00	-270.	46.50	-220.	47.00	-179.	47.50	-141.
48.00	-107.	X	48.50	-75.	49.00	-46.	49.50	-20.	50.00	3.	50.50	23.
51.00	39.	X	51.50	53.	52.00	64.	52.50	71.	53.00	76.	53.50	78.
54.00	76.	X	54.50	72.	55.00	64.	55.50	54.	56.00	40.	56.50	24.
57.00	4.	X										

Même remarque que précédemment

AU POINT DE LA TRAVÉE 3 DE COORDONNÉES 0. 0. COMPTÉES À PARTIR DU CENTRE DE LA DALLE

Ce sont les moments transversaux calculés d'après la théorie de MM. Guyon, Massonnet, Rowe.

DIMENSIONS DE LA PLAQUE RECTANGULAIRE EQUIVALENTE SUR APPUIS SIMPLES
 LARGEUR = 8.022 LONGUEUR = 16.643 TETA = 0.241

MOMENTS CUS A BC

HARMONIQUE	PARAMETRES DE REPARTITION TRANSVERSAUX*10000							MOMENT
	FACTEUR 1	FACTEUR 2	FIBRE 1	FIBRE 2	FIBRE 3	FIBRE 4	FACTEUR 3	
1	0.2136	1.0000	-445.121	1415.229	1992.878	-30.795	2932.191	1.636
2	0.4173	0.0000	-317.265	855.470	1389.881	-120.455	1807.631	0.000
3	0.6017	0.3333	-221.804	532.276	1030.090	-137.364	1203.198	0.631
4	0.7584	0.0000	-151.800	340.309	805.622	-122.937	871.194	0.000
5	0.8801	0.2000	-101.851	219.207	654.923	-99.921	672.358	0.309

Pour la signification de ces termes se reporter à la pièce piote 16. § 8e.

TOTAL AFFECTE DU COEFFICIENT DE MAJORATION DYNAMIQUE 1.166

3.005

MOMENTS CUS A BE

HARMONIQUE	PARAMETRES DE REPARTITION TRANSVERSAUX*10000							FACTEUR 3	MOMENT
	FACTEUR 1	FACTEUR 2	FIBRE 1	FIBRE 2	FIBRE 3	FIBRE 4	FIBRE		
1	0.0619	1.0000	368.585	368.585	1122.326	1122.326	1992.878	1141.795	1.070
2	0.1236	0.0000	100.851	100.851	617.181	617.181	1389.881	655.909	0.000
3	0.1848	0.3333	-19.326	-19.326	336.519	336.519	1030.090	352.806	0.366
4	0.2453	0.0000	-64.661	-64.661	179.161	179.161	805.622	242.934	0.000
5	0.3048	0.2000	-76.558	-76.558	86.952	86.952	654.923	154.362	0.142

TOTAL AFFECTE DU COEFFICIENT DE MAJORATION DYNAMIQUE 1.166

1.840

MOMENTS CUS A BR

HARMONIQUE	PARAMETRES DE REPARTITION TRANSVERSAUX*10000			FACTEUR 3	MOMENT
	FACTEUR 1	FACTEUR 2	FIBRE 3		
1	0.0820	1.0000		1992.878	0.933
2	0.1635	0.0000		1389.881	0.000
3	0.2439	0.3333		1030.090	0.478
4	0.3227	0.0000		805.622	0.000
5	0.3993	0.2000		654.923	0.298

TOTAL AFFECTE DU COEFFICIENT DE MAJORATION DYNAMIQUE 1.166

1.993

MOMENTS CUS AUX TROITTOIRS TROITTOIR DE GAUCHE

HARMONIQUE	PARAMETRES DE REPARTITION TRANSVERSAUX*10000					FACTEUR 3	MOMENT
	FACTEUR 1	FACTEUR 2	FIBRE 1	FIBRE 2	FIBRE 3		
1	1.0000	1.0000	-1587.681	-838.168	-1216.826	-1215.525	-0.279
2	0.0000	0.0000	-746.791	-479.018	-618.588	-616.694	-0.000
3	-1.0000	0.3333	-345.010	-276.376	-314.396	-313.161	0.024
4	-0.0000	0.0000	-162.650	-161.580	-163.278	-162.890	0.000
5	1.0000	0.2000	-77.469	-94.412	-85.382	-85.568	-0.004

Dans une note de calcul détaillée, la machine imprime des tableaux de calculs intermédiaires pour chaque travée et en des points dont la définition des coordonnées figurent dans la pièce 16. § 8e.

MOMENTS DUS AUX TROTTOIRS TROTTOIR DE DROITE

HARMONIQUE	PARAMETRES DE REPARTITION TRANSVERSAUX*10000						FACTEUR 3	MOMENT
	FACTEUR 1	FACTEUR 2	FIBRE 1	FIBRE 2	FIBRE 3			
1	1.0000	1.0000	-1587.681	-838.168	-1216.826	-1215.525	-0.279	
2	0.0000	0.0000	-746.791	-479.018	-618.588	-616.694	-0.000	
3	-1.0000	0.3333	-345.010	-276.376	-314.396	-313.161	0.024	
4	-0.0000	0.0000	-162.650	-161.580	-163.278	-162.890	0.000	
5	1.0000	0.2000	-77.469	-94.412	-85.382	-85.568	-0.004	

TOTAL -0.519

MOMENTS DUS A A VOIE 1

HARMONIQUE	PARAMETRES DE REPARTITION TRANSVERSAUX*10000						FACTEUR 3	MOMENT
	FACTEUR 1	FACTEUR 2	FIBRE 1	FIBRE 2	FIBRE 3			
1	1.0000	1.0000	-838.168	1992.878	412.095	467.182	1.176	
2	0.0000	0.0000	-479.018	1389.881	127.034	236.500	0.000	
3	-1.0000	0.3333	-276.376	1030.090	-3.857	123.047	-0.103	
4	-0.0000	0.0000	-161.580	805.622	-55.906	70.070	-0.000	
5	1.0000	0.2000	-94.412	654.923	-72.077	45.367	0.023	

MOMENTS DUS A A VOIE 2

HARMONIQUE	PARAMETRES DE REPARTITION TRANSVERSAUX*10000						FACTEUR 3	MOMENT
	FACTEUR 1	FACTEUR 2	FIBRE 1	FIBRE 2	FIBRE 3			
1	1.0000	1.0000	1992.878	-838.168	412.095	467.182	1.176	
2	0.0000	0.0000	1389.881	-479.018	127.034	236.500	0.000	
3	-1.0000	0.3333	1030.090	-276.376	-3.857	123.047	-0.103	
4	-0.0000	0.0000	805.622	-161.580	-55.906	70.070	-0.000	
5	1.0000	0.2000	654.923	-94.412	-72.077	45.367	0.023	

TOTAL PAR LA COMBINAISON LA PLUS DEFAVORABLE DES VOIES 2.190
 NOTA - LA VOIE 1 EST A DROITE SI L'ABSCISSE DE LA FIBRE EST NEGATIVE OU NULLE

MOMENTS DUS A UN EFFORT TRANCHANT UNITAIRE UNIFORME SUR LE BORD LIBRE GAUCHE

HARMONIQUE	PARAMETRES DE REPARTITION TRANSVERSAUX*10000			MOMENT
	FACTEUR 1	FACTEUR 2	FIBRE 1	
1	1.0000	1.0000	-1587.681	-0.811
2	0.0000	0.0000	-746.791	-0.000
3	-1.0000	0.3333	-345.010	0.059
4	-0.0000	0.0000	-162.650	0.000
5	1.0000	0.2000	-77.469	-0.008

TOTAL -0.760

MOMENTS DUS A UN MOMENT UNITAIRE UNIFORME SUR LE BORD LIBRE GAUCHE

HARMONIQUE	PARAMETRES DE REPARTITION TRANSVERSAUX*10000			MOMENT
	FACTEUR 1	FACTEUR 2	FIBRE 1	
1	1.0000	1.0000	-759.158	-0.388
2	0.0000	0.0000	-258.598	-0.000
3	-1.0000	0.3333	-60.000	0.010
4	-0.0000	0.0000	1.734	-0.000
5	1.0000	0.2000	15.113	0.002

TOTAL -0.376

COEFFICIENTS D'EXCENTREMENT A APPLIQUER SUR LES EFFORTS LONGITUDINAUX CORRESPONDANTS AUX EFFORTS SUR BORD GAUCHE POUR LES 3 FIBRES ETUDIEES

1 1.1721 0.0328 2 1.0400 -0.0006 3 0.9723 -0.0145

transversales de la fibre et le choix des sections, se reporter à la pièce pilote 1.6. § 8e dessin figure n° 6.

* * * * *

MOMENTS PRINCIPAUX TRANSVERSAUX

* * * * *

Moments transversaux sur appuis rapportés au mètre linéaire, déduits des moments longitudinaux par la relation : $M_y = \frac{\lambda}{n} M_x$ (cf. pièce 1.6.)

TRAVÉE 3		ABSCISSE TRANSVERSALE DE LA FIBRE	CAS 1 CP+T	CAS 2 CP+A	CAS 3 CP+BC	CAS 4 CP+BE	CAS 5 CP+BR	CAS 6 CP+CM	EFFET D UN EFFORT BIEN DES DIRECTIONS PRINCIPALES	IT *	ITM *	
LIGNE D APPUIS	3		-12.80	-21.87	-19.90	-13.79	-13.18	-12.43	-0.75	-0.02		85.00
QUART DE TRAVÉE	3	-2.05	0.17	4.30	4.36	1.10	2.69	0.43	-0.28	-0.56		85.00
		-0.75	0.01	4.72	5.23	3.01	2.88	0.43	-0.43	-0.37		85.00
		C.	-0.02	4.26	5.29	3.07	2.91	0.43	-0.45	-0.28		85.00
MILIEU DE TRAVÉE	3	-2.05	1.82	7.55	7.01	3.06	4.75	2.12	-0.21	-0.65		85.00
		-0.75	1.63	8.17	8.00	5.20	5.00	2.12	-0.43	-0.47		85.00
		0.	1.60	7.66	8.07	5.27	5.03	2.12	-0.47	-0.38		85.00
QUART DE TRAVÉE	3	-2.05	0.47	4.49	4.50	1.38	2.98	0.73	-0.29	-0.56		85.00
		-0.75	0.30	4.91	5.37	3.29	3.17	0.73	-0.43	-0.37		85.00
		0.	0.28	4.45	5.43	3.35	3.19	0.73	-0.45	-0.28		85.00
LIGNE D APPUIS	4		-10.62	-18.91	-17.30	-11.76	-11.11	-10.30	-0.81	-0.02		85.00

* IL S'AGIT DU MOMENT PRODUIT PAR UN EFFORT VERTICAL DE 1 TONNE PAR MÈTRE LINÉAIRE ET PAR UN MOMENT DE 1 TONNE MÈTRE PAR MÈTRE LINÉAIRE APPLIQUÉ AU BORD GALCHÉ DE LA DALLE EN LIMITE D'ENCORBÈLEMENT .

Moments transversaux M_y rapportés au mètre linéaire .

$$M_y^v = M_y^{v=0} \cdot k \sqrt{M_x^{v=0}}$$

$M_y^{v=0}$ = moment transversal donné par la théorie de Guyon-Massonnet avec coefficient de Poisson nul

$k=1$ si $2b \geq 2a$

$k = \frac{2b}{2a}$ si $2b < 2a$

$v = 0,25$

$M_x^{v=0}$ = courbure longitudinale

Les chiffres de cette colonne représentent, dans le cas où il n'y a pas de surcharge militaire (CM = 0 en donnée), les efforts dus à la charge permanente.

La différence des cas 6 et 1 donne l'effort dû à la surcharge de trottoir.

Exemple: Milieu de travée 3 abscisse 0

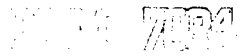
$$\frac{(CP+T) = 1,60}{-(CP+0) = -2,12}$$

$$T = -0,52$$

A mettre en correspondance avec le détail de la page précédente.

A la pondération près, cette remarque est valable dans un ouvrage en béton armé pour lequel on aurait pris CM = 0 .

COURBURES PRINCIPALES LONGITUDINALES QUI ONT SERVI A EVALUER L'INFLUENCE DU COEFFICIENT DE POISSON
DANS L'ETUDE DES MOMENTS TRANSVERSAUX DES POINTS DE CALCUL DE LA TRAVÉE 3



* * * * *

	ABSCISSE TRANSVERSALE DE LA FIBRE	CAS 1 CP+T	CAS 2 CP+A	CAS 3 CP+BC	CAS 4 CP+BE	CAS 5 CP+BR	CAS 6 CP+CM	EFFET D UN EFFORT 1 T	EFFET D UN EFFORT 1 TM	
LIGNE D APPUIS	3	-2.05	-38.39	-65.61	-59.69	-41.37	-39.54	-37.28	-2.25	-0.06
QUART DE TRAVÉE	3	-2.05 -0.75 0.	4.31	18.67	18.47	9.65	7.04	3.81	1.72 1.53 1.43	0.05 -0.00 -0.02
MILIEU DE TRAVÉE	3	-2.05 -0.75 0.	19.46	44.17	39.21	26.84	23.18	18.64	3.02 2.68 2.50	0.08 -0.00 -0.04
QUART DE TRAVÉE	3	-2.05 -0.75 0.	6.89	20.33	19.70	12.09	9.57	6.45	1.64 1.45 1.36	0.05 -0.00 -0.02
LIGNE D APPUIS	4	-2.05	-31.87	-56.73	-51.90	-35.27	-33.32	-30.91	-2.42	-0.07

Courbures longitudinales M_x rapportées au mètre linéaire (cf. pièce pilote 1.6. § 9 b).
Ces valeurs sont déduites des moments fléchissants longitudinaux.

Exemple: Milieu de la travée 3 cas 2 (CP +A)

L'abscisse du milieu de la travée 3 est: $10,052 + 17,115 + \frac{17,115}{2} = 35,724$

L'abscisse la plus proche, multiple de 0,50m, est 35,50 pour laquelle
l'effort extrême est 361 tm.

L'effort dû au trottoir est de 6,4 tm et la largeur biaise :

$$\frac{8,00}{\sin 85} = 8,022$$

$$M_x = \frac{361 - 6,4}{8,022} = 44,2$$

Il s'agit du moment longitudinal produit par un effort vertical de 1 tonne par mètre linéaire et par une distribution longitudinale de 1 tonne mètre par mètre linéaire appliquée au bord gauche de la dalle en limite d'encorbellement .

DEFORMEE SGLS CHARGE PERMANENTE

TRAVEE 1

* ABSCISSE	DEFORMEE *	ABSCISSE	DEFORMEE *	ABSCISSE	DEFORMEE *	ABSCISSE	DEFORMEE *	ABSCISSE	DEFORMEE
0.	0.	0.63	-0.0007	1.26	-0.0014	1.88	-0.0019	2.51	-0.0022
3.14	-0.0023	3.77	-0.0021	4.40	-0.0017	5.03	-0.0011	5.65	-0.0004
6.28	0.0005	6.91	0.0013	7.54	0.0019	8.17	0.0022	8.80	0.0021
9.42	0.0014	10.05	0.						

TRAVEE 2

* ABSCISSE	DEFORMEE *	ABSCISSE	DEFORMEE *	ABSCISSE	DEFORMEE *	ABSCISSE	DEFORMEE *	ABSCISSE	DEFORMEE
0.	0.	1.07	-0.0046	2.14	-0.0107	3.21	-0.0176	4.28	-0.0244
5.35	-0.0302	6.42	-0.0345	7.49	-0.0370	8.56	-0.0373	9.63	-0.0356
10.70	-0.0319	11.77	-0.0266	12.84	-0.0202	13.91	-0.0134	14.98	-0.0070
16.05	-0.0023	17.12	0.						

TRAVEE 3

* ABSCISSE	DEFORMEE *	ABSCISSE	DEFORMEE *	ABSCISSE	DEFORMEE *	ABSCISSE	DEFORMEE *	ABSCISSE	DEFORMEE
0.	0.	1.07	-0.0013	2.14	-0.0049	3.21	-0.0102	4.28	-0.0160
5.35	-0.0216	6.42	-0.0261	7.49	-0.0292	8.56	-0.0306	9.63	-0.0300
10.70	-0.0276	11.77	-0.0237	12.84	-0.0184	13.91	-0.0126	14.98	-0.0070
16.05	-0.0025	17.12	0.						

TRAVEE 4

* ABSCISSE	DEFORMEE *	ABSCISSE	DEFORMEE *	ABSCISSE	DEFORMEE *	ABSCISSE	DEFORMEE *	ABSCISSE	DEFORMEE
0.	0.	0.80	-0.0000	1.60	-0.0013	2.40	-0.0036	3.20	-0.0064
4.00	-0.0094	4.80	-0.0121	5.60	-0.0144	6.40	-0.0161	7.20	-0.0170
8.01	-0.0170	8.81	-0.0160	9.61	-0.0142	10.41	-0.0115	11.21	-0.0081
12.01	-0.0042	12.81	-0.						

La déformée sous charge permanente est calculée à partir du module d'élasticité différé E_v (donnée carte A9)
La déformation due à la précontrainte n'est pas prise en compte .

LIGNES D INFLUENCE DE LA DEFORMATION INSTANTANEE EN MILIEU DE TRAVEE SOUS CHARGE UNITAIRE

MILIEU DE	TRAVEE 1	TRAVEE 2	TRAVEE 3	TRAVEE 4
TRAVEE 1 DIVISION				
1	-0.	-0.	0.	-0.
2	-0.000012	0.000006	-0.000002	0.000000
3	-0.000023	0.000013	-0.000003	0.000001
4	-0.000034	0.000019	-0.000005	0.000001
5	-0.000044	0.000024	-0.000006	0.000001
6	-0.000052	0.000029	-0.000008	0.000002
7	-0.000057	0.000033	-0.000009	0.000002
8	-0.000061	0.000036	-0.000010	0.000002
9	-0.000062	0.000038	-0.000010	0.000002
10	-0.000060	0.000039	-0.000010	0.000002
11	-0.000055	0.000039	-0.000010	0.000002
12	-0.000048	0.000037	-0.000010	0.000002
13	-0.000039	0.000034	-0.000009	0.000002
14	-0.000030	0.000028	-0.000007	0.000002
15	-0.000019	0.000021	-0.000006	0.000001
16	-0.000015	-0.000004	-0.000003	0.000001
17	-0.	-0.	0.	-0.
TRAVEE 2 DIVISION				
1	-0.	-0.	-0.	0.
2	0.000014	-0.000025	0.000007	-0.000001
3	0.000024	-0.000054	0.000015	-0.000003
4	0.000032	-0.000087	0.000023	-0.000005
5	0.000037	-0.000118	0.000033	-0.000007
6	0.000040	-0.000148	0.000042	-0.000009
7	0.000041	-0.000170	0.000050	-0.000011
8	0.000041	-0.000189	0.000058	-0.000013
9	0.000038	-0.000193	0.000064	-0.000014
10	0.000035	-0.000191	0.000068	-0.000015
11	0.000031	-0.000174	0.000069	-0.000016
12	0.000026	-0.000153	0.000068	-0.000015
13	0.000021	-0.000123	0.000063	-0.000014
14	0.000015	-0.000093	0.000054	-0.000012
15	0.000010	-0.000059	0.000041	-0.000009
16	0.000004	-0.000028	0.000023	-0.000005
17	-0.	-0.	-0.	0.
TRAVEE 3 DIVISION				
1	0.	-0.	-0.	-0.
2	-0.000004	0.000023	-0.000029	0.000006
3	-0.000006	0.000041	-0.000061	0.000014
4	-0.000008	0.000053	-0.000096	0.000022
5	-0.000010	0.000062	-0.000127	0.000030
6	-0.000011	0.000067	-0.000158	0.000038
7	-0.000011	0.000069	-0.000180	0.000045
8	-0.000011	0.000068	-0.000198	0.000051
9	-0.000010	0.000064	-0.000201	0.000056
10	-0.000009	0.000058	-0.000198	0.000059
11	-0.000008	0.000051	-0.000179	0.000060
12	-0.000007	0.000043	-0.000157	0.000059
13	-0.000005	0.000034	-0.000125	0.000054
14	-0.000004	0.000024	-0.000094	0.000047
15	-0.000002	0.000015	-0.000059	0.000035

Lignes d'influences d'une force unitaire instantanée calculées à partir du module d'élasticité instantané $E_i = 3E_v$.

16	-C.CCCCC1	C.C00C07	-0.000028	0.000020
17	C.	-0.	-0.	-0.

TRAVEE 4 DIVISION

1	-0.	0.	-0.	-0.
2	C.CCCC01	-C.0000C4	0.000017	-0.000018
3	0.C00001	-0.000008	0.000031	-0.000037
4	C.C0CCC2	-0.000011	0.000041	-0.000057
5	0.C000C2	-0.000013	0.000049	-0.000076
6	0.CC00C2	-0.000014	0.000054	-0.000094
7	0.C0C0C2	-0.000015	0.000057	-0.000107
8	0.C0C0C2	-C.000015	0.000058	-0.000118
9	0.C00002	-C.000014	0.000056	-0.000122
10	0.CC0002	-C.000014	0.000053	-0.000122
11	0.C0C002	-0.000012	0.000048	-0.000114
12	C.C00002	-0.000011	0.000042	-0.000103
13	C.C0CCC1	-C.000009	0.000035	-0.000087
14	C.CC0001	-0.000007	0.000027	-0.000068
15	0.000001	-0.000005	0.000018	-0.000047
16	0.000000	-0.000002	0.000009	-0.000024
17	-C.	C.	-0.	-0.

EFFET DIFFERE D UNE DENIVELLATION DE 0.01M. SUR CHAQUE APPUI SUCCESSIVEMENT

	APPLI 1	APPLI 2	APPLI 3	APPLI 4	APPLI 5
MOMENT SUR APPUI 2	-10.558	18.498	-10.055	2.796	-0.640
MOMENT SUR APPUI 3	2.854	-9.849	13.837	-8.875	2.033
MOMENT SUR APPUI 4	-0.816	2.817	-9.129	14.620	-7.492

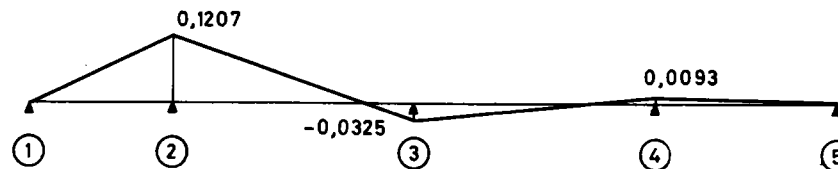
Ces moments en tm s'entendent pour toute la largeur de l'ouvrage. Ils sont calculés à partir du module d'élasticité différé E_v .

I N F L U E N C E D E L A P R E C O N T R A I N T E

* *
*
LIGNE D'INFLUENCE D'UN COURBEUR-UNITÉ SUR LE MOMENT HYPERSTATIQUE DE LA SECTION SUR L'APPUI NO 2
*
* *

SECTION NO	TRAVÉE 1	TRAVÉE 2	TRAVÉE 3	TRAVÉE 4
1	0.0	0.1207	-0.0325	0.0093
2	0.0075	0.1111	-0.0299	0.0087
3	0.0151	0.1015	-0.0273	0.0081
4	0.0226	0.0919	-0.0247	0.0075
5	0.0302	0.0824	-0.0220	0.0070
6	0.0377	0.0728	-0.0194	0.0064
7	0.0452	0.0632	-0.0168	0.0058
8	0.0528	0.0537	-0.0142	0.0052
9	0.0603	0.0441	-0.0116	0.0046
10	0.0679	0.0345	-0.0090	0.0041
11	0.0754	0.0249	-0.0064	0.0035
12	0.0830	0.0154	-0.0038	0.0029
13	0.0905	0.0058	-0.0012	0.0023
14	0.0980	-0.0038	0.0015	0.0017
15	0.1056	-0.0133	0.0041	0.0012
16	0.1131	-0.0229	0.0067	0.0006
17	0.1207	-0.0325	0.0093	0.0

Pour l'usage des pages 32 à 35
(attention notamment aux signes)
voir pièce 1.6 § 15.



Ligne d'influence calculée d'après les formules (1) et (2) du § 15-1 de la pièce 1-6. Des lignes d'influence d'un courbeur-unité sur le moment hyperstatique des sections sur appuis, l'utilisateur pourra déduire les lignes d'influence des moments hyperstatiques en (x, i) sous l'effet d'un courbeur-unité en (x', i') par application de la relation (3):

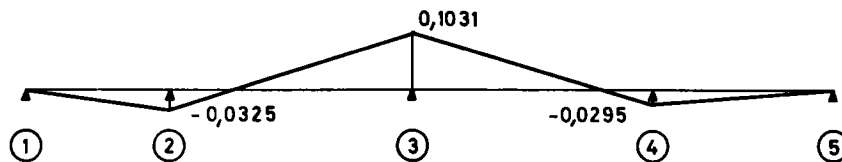
$$M_b(i, x, i', x') = (1 - \frac{x}{D(i)}) M_b(i, i', x') + \frac{x}{D(i)} M_b(i+1, i', x')$$

Les lignes d'influence d'un courbeur-unité sur le moment hyperstatique des appuis extrêmes 1 et 5 sont nulles

I N F L U E N C E D E L A P R E C O N T R A I N T E

* *
*
LIGNE D'INFLUENCE D'UN COURBEUR-UNITÉ SUR LE MOMENT HYPERSTATIQUE DE LA SECTION SUR L'APPUI NO 3
*
* *

SECTION N°	TRAVÉE 1	TRAVÉE 2	TRAVÉE 3	TRAVÉE 4
1	0.0	-0.0325	0.1031	-0.0295
2	-0.0020	-0.0240	0.0948	-0.0277
3	-0.0041	-0.0155	0.0866	-0.0258
4	-0.0061	-0.0071	0.0783	-0.0240
5	-0.0081	0.0014	0.0700	-0.0221
6	-0.0102	0.0099	0.0617	-0.0203
7	-0.0122	0.0184	0.0534	-0.0184
8	-0.0142	0.0268	0.0451	-0.0166
9	-0.0162	0.0353	0.0368	-0.0147
10	-0.0183	0.0438	0.0285	-0.0129
11	-0.0203	0.0523	0.0202	-0.0111
12	-0.0223	0.0608	0.0120	-0.0092
13	-0.0244	0.0692	0.0037	-0.0074
14	-0.0264	0.0777	-0.0046	-0.0055
15	-0.0284	0.0862	-0.0129	-0.0037
16	-0.0305	0.0947	-0.0212	-0.0018
17	-0.0325	0.1031	-0.0295	0.0



Une note de calcul complète comprend aussi la ligne d'influence d'un courbeur-unité sur le moment hyperstatique de la section sur l'appui intermédiaire 4.

LIGNE D'INFLUENCE D'UN COURBEUR-UNITE SUR L'EFFORT TRANCHANT HYPERSTATIQUE SUR APPUI , TRAVEE 1

SECTION NO	TRAVEE 1	TRAVEE 2	TRAVEE 3	TRAVEE 4
1	0.0	0.0120	-0.0032	0.0009
2	0.0008	0.0111	-0.0030	0.0009
3	0.0015	0.0101	-0.0027	0.0008
4	0.0023	0.0091	-0.0025	0.0008
5	0.0030	0.0082	-0.0022	0.0007
6	0.0038	0.0072	-0.0019	0.0006
7	0.0045	0.0063	-0.0017	0.0006
8	0.0053	0.0053	-0.0014	0.0005
9	0.0060	0.0044	-0.0012	0.0005
10	0.0068	0.0034	-0.0009	0.0004
11	0.0075	0.0025	-0.0006	0.0003
12	0.0083	0.0015	-0.0004	0.0003
13	0.0090	0.0006	-0.0001	0.0002
14	0.0098	-0.0004	0.0001	0.0002
15	0.0105	-0.0013	0.0004	0.0001
16	0.0113	-0.0023	0.0007	0.0001
17	0.0120	-0.0032	0.0009	0.0

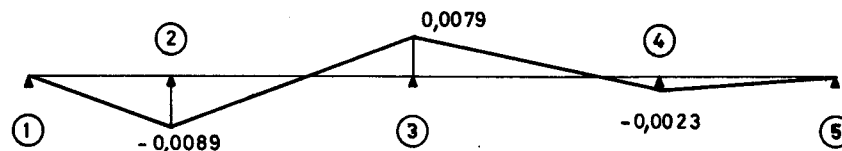
LIGNE D'INFLUENCE D'UN COURBEUR-UNITE SUR L'EFFORT TRANCHANT HYPERSTATIQUE SUR APPUI , TRAVEE 2

SECTION NO	TRAVEE 1	TRAVEE 2	TRAVEE 3	TRAVEE 4
1	0.0	-0.0089	0.0079	-0.0023
2	-0.0006	-0.0079	0.0073	-0.0021
3	-0.0011	-0.0068	0.0067	-0.0020
4	-0.0017	-0.0058	0.0060	-0.0018
5	-0.0022	-0.0047	0.0054	-0.0017
6	-0.0028	-0.0037	0.0047	-0.0016
7	-0.0034	-0.0026	0.0041	-0.0014
8	-0.0039	-0.0016	0.0035	-0.0013
9	-0.0045	-0.0005	0.0028	-0.0011
10	-0.0050	0.0005	0.0022	-0.0010
11	-0.0056	0.0016	0.0016	-0.0008
12	-0.0062	0.0027	0.0009	-0.0007
13	-0.0067	0.0037	0.0003	-0.0006
14	-0.0073	0.0048	-0.0004	-0.0004
15	-0.0078	0.0058	-0.0010	-0.0003
16	-0.0084	0.0069	-0.0016	-0.0001
17	-0.0089	0.0079	-0.0023	0.0

Ligne d'influence calculée d'après la formule (4) du § 15-2 de la pièce 1-6.

$$T(i, i', \alpha') = \frac{M_b(i+1, i', \alpha') - M_b(i, i', \alpha')}{D(i)}$$

Une note de calcul complète donne la ligne d'influence d'un courbeur unité sur l'effort tranchant hyperstatique sur appui, travée 3 et 4

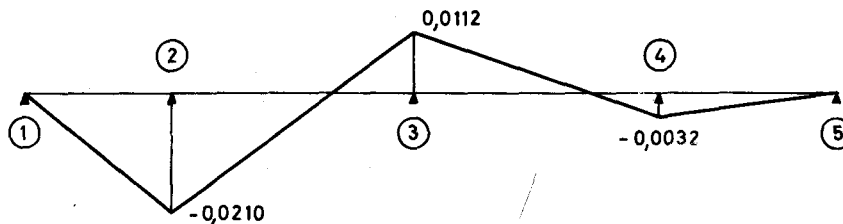


LIGNE D'INFLUENCE D'UN COURREUR-UNITE SUR LA REACTION DE L'APPUI 1

SECTION NO	TRAVÉE 1	TRAVÉE 2	TRAVÉE 3	TRAVÉE 4
1	0.0	0.0120	-0.0032	0.0009
2	0.0008	0.0111	-0.0030	0.0009
3	0.0015	0.0101	-0.0027	0.0008
4	0.0023	0.0091	-0.0025	0.0008
5	0.0030	0.0082	-0.0022	0.0007
6	0.0038	0.0072	-0.0019	0.0006
7	0.0045	0.0063	-0.0017	0.0006
8	0.0053	0.0053	-0.0014	0.0005
9	0.0060	0.0044	-0.0012	0.0005
10	0.0068	0.0034	-0.0009	0.0004
11	0.0075	0.0025	-0.0006	0.0003
12	0.0083	0.0015	-0.0004	0.0003
13	0.0090	0.0006	-0.0001	0.0002
14	0.0098	-0.0004	0.0001	0.0002
15	0.0105	-0.0013	0.0004	0.0001
16	0.0113	-0.0023	0.0007	0.0001
17	0.0120	-0.0032	0.0009	0.0

LIGNE D'INFLUENCE D'UN COURREUR-UNITE SUR LA REACTION DE L'APPUI 2

SECTION NO	TRAVÉE 1	TRAVÉE 2	TRAVÉE 3	TRAVÉE 4
1	0.0	-0.0210	0.0112	-0.0032
2	-0.0013	-0.0189	0.0103	-0.0030
3	-0.0026	-0.0169	0.0094	-0.0028
4	-0.0039	-0.0149	0.0085	-0.0026
5	-0.0052	-0.0129	0.0076	-0.0024
6	-0.0065	-0.0109	0.0067	-0.0022
7	-0.0079	-0.0089	0.0058	-0.0020
8	-0.0092	-0.0069	0.0049	-0.0018
9	-0.0105	-0.0049	0.0040	-0.0016
10	-0.0118	-0.0029	0.0031	-0.0014
11	-0.0131	-0.0009	0.0022	-0.0012
12	-0.0144	0.0011	0.0013	-0.0010
13	-0.0157	0.0031	0.0004	-0.0008
14	-0.0170	0.0051	-0.0005	-0.0006
15	-0.0183	0.0071	-0.0014	-0.0004
16	-0.0196	0.0091	-0.0023	-0.0002
17	-0.0210	0.0112	-0.0032	0.0



Ligne d'influence calculée d'après la formule (5)
du § 15-2 de la pièce 1-6.

$$R(i, i', \alpha') = T(i, i', \alpha') - T(i-1, i', \alpha')$$

Une note de calcul complète donne les lignes
d'influence d'un courreur unité sur les réactions
des appuis 3, 4 et 5.

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DU LOGEMENT
SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

CALCUL ÉLECTRONIQUE DES STRUCTURES

CALCUL DES EFFORTS DANS LES PONTS-DALLES
D'ÉPAISSEUR CONSTANTE OU VARIABLE,
DROITS OU PEU BIAIS, PLEINS OU ÉLÉGIS,
A TRAVÉES SOLIDAIRES OU INDÉPENDANTES

C. E. D. 66

EXEMPLES D'APPLICATION

**Passage supérieur en dalle élégie à 3 travées
d'inertie variable**

2.4

NOTA: le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA) regroupe depuis le 1-1-1968 le Service Spécial des Autoroutes (SSAR) et plusieurs autres services centraux d'étude dont le SCET. Dans l'attente d'une organisation définitive les ouvrages standardisables relèvent de la DOA B.

Ce document est propriété de l'administration et ne peut être utilisé ou reproduit même partiellement, sans l'autorisation du Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes ou de son représentant autorisé.

DIVISION DES OUVRAGES D'ART B
B.P. 235 - Orly Aérogare (Seine)
Tel: 587.51.41

DIRECTEUR DU SERVICE
38, rue Liancourt
PARIS 14^e - Tel: 734.37.74

R. ALBAS
Ingénieur des T P E
Gestionnaire

G. MONNERET
Ingénieur en Chef

M. HUET
Ingénieur en Chef

J.C. LERAY
Ingénieur des P et Ch

H. MATHIEU
Ingénieur en Chef
Chef de la Division

ÉDITION MARS 66
RÉIMPRESSION MARS 69

2.4 PASSAGE SUPÉRIEUR EN DALLE ÉLÉGIE A TROIS TRAVÉES D'INERTIE VARIABLE

BORDEREAU

2.4.1 DESSIN PILOTES

2.4.2 BORDEREAU DES DONNEES

NOTA : Un tel ouvrage relèvera prochainement du programme MCP.

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DU LOGEMENT
SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

CALCUL ÉLECTRONIQUE DES STRUCTURES

**CALCUL DES EFFORTS DANS LES PONTS-DALLES
 D'ÉPAISSEUR CONSTANTE OU VARIABLE,
 DROITS OU PEU BIAIS, PLEINS OU ÉLÉGIS,
 A TRAVÉES SOLIDAIRES OU INDÉPENDANTES**

C. E. D. 66

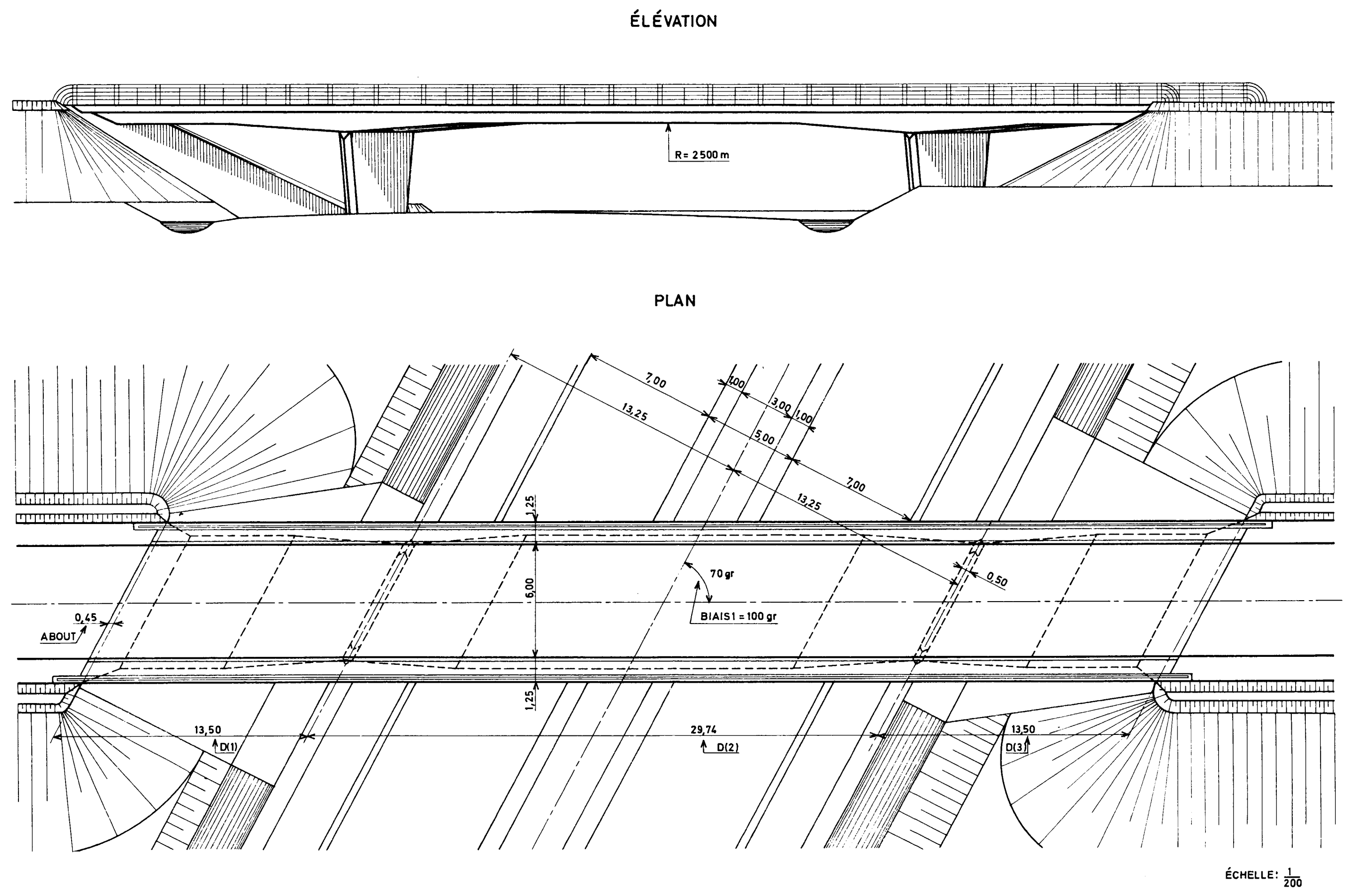
EXEMPLES D'APPLICATION

Dessins pilotes

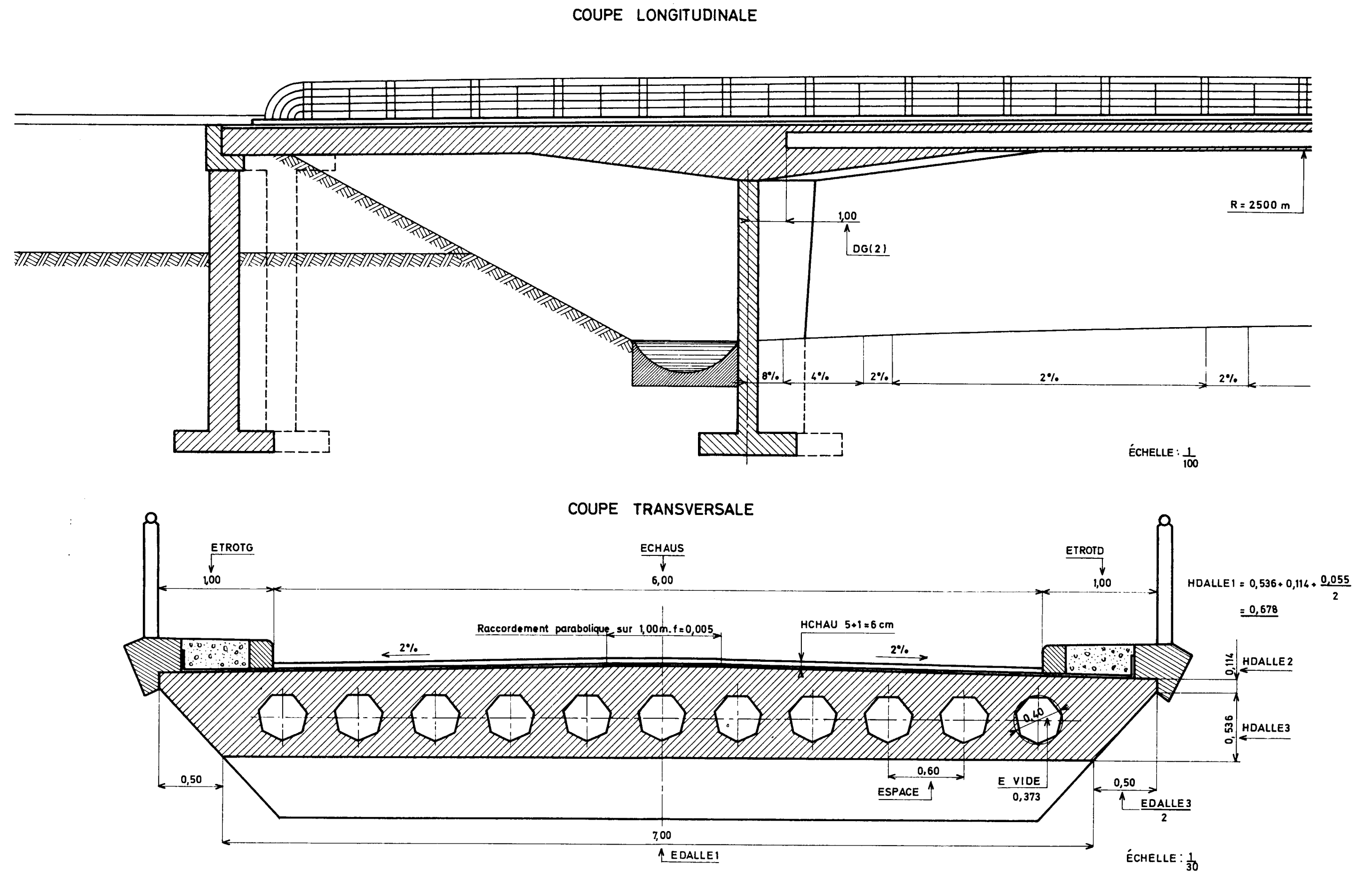
241

NOTA: le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA) regroupe depuis le 1-1-1968 le Service Spécial des Autoroutes (SSAR) et plusieurs autres services centraux d'étude dont le SCET. Dans l'attente d'une organisation définitive les ouvrages standardisables relèvent de la DOA B.

Ce document est propriété de l'administration et ne peut être utilisé ou reproduit même partiellement, sans l'autorisation du Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes ou de son représentant autorisé.	DIVISION DES OUVRAGES D'ART B B.P. 235 - Orly Aérogare (Seine) Tél: 587.51.41		DIRECTEUR DU SERVICE 38, rue Liancourt PARIS 14 ^e - Tél: 734.37.74
	R. ALBAS Ingénieur des T P E Gestionnaire	G. MONNERET Ingénieur en Chef	M. HUET Ingénieur en Chef
	J.C. LERAY Ingénieur des Pet Ch	H. MATHIEU Ingénieur en Chef Chef de la Division	ÉDITION MARS 66 RÉIMPRESSION MARS 69



PASSAGE SUPÉRIEUR
 modèle
 PS DE 4670/IV D



$$HDALLE1 = 0,536 + 0,114 \cdot \frac{0,055}{2} = 0,678$$

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DU LOGEMENT
SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

CALCUL ÉLECTRONIQUE DES STRUCTURES

CALCUL DES EFFORTS DANS LES PONTS-DALLES
D'ÉPAISSEUR CONSTANTE OU VARIABLE,
DROITS OU PEU BIAIS, PLEINS OU ÉLÉGIS,
A TRAVÉES SOLIDAIRES OU INDÉPENDANTES

C. E. D. 66

EXEMPLES D'APPLICATION

Bordereau des données

2.4.2

NOTA: le Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes (SETRA) regroupe depuis le 1-1-1968 le Service Spécial des Autoroutes (SSAR) et plusieurs autres services centraux d'étude dont le SCET. Dans l'attente d'une organisation définitive les ouvrages standardisables relèvent de la DOA B.

Ce document est propriété de l'administration et ne peut être utilisé ou reproduit même partiellement, sans l'autorisation du Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes ou de son représentant autorisé.	DIVISION DES OUVRAGES D'ART B B.P. 235 - Orly Aérogare (Seine) Tél: 587. 51. 41		DIRECTEUR DU SERVICE 38, rue Liancourt PARIS 14 ^e - Tél: 734.37.74
	R. ALBAS Ingénieur des T P E Gestionnaire	G. MONNERET Ingénieur en Chef	M. HUET Ingénieur en Chef
	J.C. LERAY Ingénieur des P et Ch	H. MATHIEU Ingénieur en Chef Chef de la Division	ÉDITION MARS 66 RÉIMPRESSION MARS 69

BORDEREAU A: DONNÉES GÉNÉRALES

CARTE A 1	P A S S A G E S U P É R I E U R E N D A L L E É L É G I E P R É C O N T R A I N T E A I N E R																																																																							
	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

CARTE A 2	T I E V A R I A B L E P S _ D E 4 6 7 0 / I V D
-----------	---

	VACOUTRA	INERTIE	GABARIT	LIGNIN	CHAPER	MOMENT	EFTRAN	REAPPUI		EXCENTR	INTERPO	DEFORM	MOTRAN	COURBEUR
CARTE A 3	1	1	0	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
CARTE A 4	1	1	0	1	1	0	0	0	0	1	0	0	1	1

	NT	NDIV	NU	SYMLON	SYMTAB	CM	CP	PONT	IAPP	MAX
CARTE A 5	0 0 3	0 1 6	0 0 3	0 0 0	0 0 1	0 0 0	1 0 1	0 0 2	0 0 4	0 0 5

	Q SUP	ABOUT	BIAIS 1	D (1)	D (2)	D (3)	D (4)	D (5)	D (6)
CARTE A 6	0 0 2 7 4 0	0 0 0 4 5 0	1 0 0 0 0 0	0 1 3 5 0 0	0 2 9 7 4 0	0 1 3 5 0 0			

	ÉTROTG	B.D. GAU	ÉCHAUS	BARUR. (D)	ÉTROTD	HCHAU	K.A	K.BC	KCM	KTR	KBE	KBR
CARTE A 7	0 0 1 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 6 0 0 0	0 0 0 0 0 0	0 0 1 0 0 0	0 0 0 0 6 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0

	HDALLE 1	HDALLE 2	HDALLE 3	ÉDALLE 1	ÉDALLE 2	ÉDALLE 3
CARTE A 8	0 0 0 0 0 0	0 0 0 1 1 4	0 0 0 5 3 6	0 0 7 0 0 0	0 0 1 0 0 0	0 0 1 0 0 0

	MATER	E_v	POISSON	α	β
	T L				
CARTE A 9	0 1 0 2	0 1 2 7 0 0 0 0	0 0 0 2 5 0	0 0	0 0

	REXD	HPILE	HCULÉE	HTRAVÉE	SOMMET	ÉAPPUI	CERCLE
CARTE A 10		0	0	0		0 0	0 0

	N VIDE	HVIDE	ÉVIDE	ESPACE	DG(1)	DD(1)	DG(2)	DD(2)	DG(3)	DD(3)	DG(4)	DD(4)	DG(5)	DD(5)	DG(6)	DD(6)
CARTE A 11	1 1	0 0 0 3 7 3	0 0	0 0 0 6 0 0	0 0 0 1	1 3 4 9	0 1 0 0	0 1 0 0	1 3 4 9	0 0 0 1						

BORDEREAU B : ÉPAISSEURS DE LA DALLE

	SECTION	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
	TRAVÉE																	
CARTE B 1	1	0 6 5 0	0 6 5 0	0 6 5 0	0 6 5 0	0 6 5 0	0 6 5 0	0 6 5 0	0 6 5 0	0 6 5 0	0 6 5 0	0 7 3 0	0 8 0 0	0 8 8 0	0 9 5 0	1 0 2 0	1 1 0 0	1 1 5 0
CARTE B 2	2	1 1 5 0	1 0 1 0	0 8 5 0	0 6 8 0	0 6 5 0	0 6 5 0	0 6 5 0	0 6 5 0	0 6 5 0	0 6 5 0	0 6 5 0	0 6 5 0	0 6 5 0	0 6 8 0	0 8 5 0	1 0 1 0	1 1 5 0
CARTE B 3	3	1 1 5 0	1 1 0 0	1 0 2 0	0 9 5 0	0 8 8 0	0 8 0 0	0 7 3 0	0 6 5 0	0 6 5 0	0 6 5 0	0 6 5 0	0 6 5 0	0 6 5 0	0 6 5 0	0 6 5 0	0 6 5 0	0 6 5 0
CARTE B 4	4																	
CARTE B 5	5																	
CARTE B 6	6																	

1	5	9	13	17	21	25	29	33	37	41	45	49	53	57	61	65	68
---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----	----

BORDEREAU C : IMPLANTATION

	IPS	IAR	ITAL	IBIAI	ISOR	NT
CARTE C 1	0 0 1	0 0 1	0 0 1	0 0 1	0 0 0	0 0

	TERPLEIN	GABARIT	ÉLAN	HACCOT (1)	HACCOT (2)	PTAR (1)	PTAR (2)	PLAR	PTPS	PLPS
CARTE C 2	0 0	0 0	0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0

	BIAIS 2
CARTE C 3	

	ÉPONT (1)	ÉPONT (2)	ÉDALLE (1)	ÉDALLE (2)	HCORN (1)	HCORN (2)	ÉCHAU	REXD
CARTE C 4	0	0	0	0	0 0 0	0 0 0	0 0	

	DPORT (1)	DPORT (2)	DCHAU (1)	DCHAU (2)
CARTE C 5	0	0	0	0

	DTALU (1)	DTALU (2)	PTALU (1)	PTALU (2)
CARTE C 6	0	0	0 0	0 0

3 - Précisions concernant la note de calcul demandée

S'agit-il d'une dalle d'inertie variable, dont on a calculé l'épaisseur section par section et travée par travée ? Dans ce cas le tableau de données "cartes B" est-il rempli et la carte A 10 est-elle blanche ?

oui	non
-----	-----

 (1)

Le calcul comporte-t-il la détermination des cotes de gabarit et des portées et par conséquent le tableau des données "cartes C" est-il rempli ?

oui	non
-----	-----

 (1)

Impression de la note de calcul

La note de calcul doit-elle être expédiée :

en 2 exemplaires imprimés

oui	non
-----	-----

 (1)

ou

en 1 exemplaire imprimé plus
1 exemplaire sur calque

oui	non
-----	-----

 (1)

Fait à ORLY le 31 MARS 1969

(1) Rayer la mention inutile

(signature du demandeur répétée en
lettres majuscules pour lisibilité)

ALBAS

Visa de l'Ingénieur des Ponts et Chaussées chargé
du 4ème Arrondissement du Service d'Etudes Techniques
des Routes et Autoroutes

- Commentaires à l'attention du Chef de la Section
d'Exploitation d'I.B.M - FRANCE :

- N° d'ordre de la demande :

- Bon pour exécution :

Paris le
L'Ingénieur des Ponts et Chaussées
chargé du 4ème Arrondissement,

LETTRE DE COMMANDE
de calcul automatique de pont-dalle droit

1 - Adresser la demande à :

Monsieur l'Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées
Chef du Service d'Etudes Techniques des
Routes et Autoroutes

à l'intention de M. l'Ingénieur des Ponts et Chaussées chargé
du 4ème Arrondissement

BP 235-94 ORLY - AEROGARE (Seine) Tél. : 587-51.41

2 - Cadre de la demande :

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

Service

- Département : VAL DE MARNE

- Arrondissement ou Organisme demandeur :

SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

- Nom de l'Ingénieur (en lettres capitales) ayant rempli le bordereau des données :

ALBAS

- Nature de la voirie : (rayer les mentions inutiles)

- ~~Projet autoroutier~~ - ~~Voirie nationale~~ - ~~Voirie départementale~~ -
~~Voirie vicinale~~ - ~~Voirie urbaine~~.

- Adresse à laquelle devront être expédiées les notes de calcul et la correspondance :

M. ALBAS - S.E.T.R.A

B.P. 235 - ORLY AÉROGARE

n° Tél. 587-51-41

Le règlement de ce calcul sera assuré par :

LE SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES