

MINISTÈRE DE L'URBANISME DU LOGEMENT ET DES TRANSPORTS

DIRECTION DES ROUTES

SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

PONTS DALLES PRECONTRAINTS D'INERTIE VARIABLE

PONTS DALLES A NERVURES OU ELEGIS

PROGRAMME DE CALCUL MCP.EL

Notice d'utilisation du programme

Note de calcul commentée

**SETRA**

**Page laissée blanche intentionnellement**

MINISTÈRE DE L'URBANISME DU LOGEMENT ET DES TRANSPORTS

DIRECTION DES ROUTES

SERVICE D'ETUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

PONTS DALLES PRECONTRAINTS D'INERTIE VARIABLE

PONTS DALLES A NERVURES OU ELEGIS

PROGRAMME DE CALCUL MCP.EL

Méthode du tracé de cable concordant par points

Calcul automatique suivant les règles BPEL

Décembre 1984

Document réalisé et diffusé par  
Le Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes  
46 Avenue Aristide Briand - 92223 - BAGNEUX

**SETRA**

Le présent document a été rédigé par Mr Laurent LABOURIE,  
Ingénieur des Travaux Publics de l'Etat

--

Sa présentation a été assurée par :

Mme Jacqueline CARDIN  
Mme Elisabeth FAURE  
M. Bruno CECCON

## S O M M A I R E

	pages
Objet, consistance et usage du programme	5
Bordereau des données avec commentaires	10
. Tableau A - Données générales	12
. Tableau B - Caractéristiques géométriques transversales	36
. Tableau C - Vérification de la précontrainte	45
. Tableau D - Caractéristiques géométriques (S I V V')	48
. Tableau E - Etudes B.P. extra-règlementaires	51
. Tableau F - Charges d'exploitation généralisées	54
. Lettre de commande type	61
. Bordereau	62
Note de calcul commentée	69
Bordereau correspondant à l'exemple d'application	117
 Pièces annexes	
. Morphologie de l'exemple d'application	
. Lettre de commande et bordereaux vierges	

**Page laissée blanche intentionnellement**

<b>OBJET, CONSISTANCE ET USAGE DU PROGRAMME</b>
---

Le programme MCP-EL s'applique normalement aux ponts-dalles continus de béton précontraint à nervures simple ou multiples de biais modéré (100 à 60 grades). Le tablier, d'épaisseur constante ou variable, plein ou élégi, comportant éventuellement de larges encorbellements en coupe transversale, est normalement prévu pour les franchissements de portées comprises entre 25 mètres et 40 mètres.

1 - DOCUMENTS DU S.E.T.R.A. EN RAPPORT AVEC MCP-EL  
=====

MCP-EL réalise, dans le domaine d'application résumé ci-dessus, la synthèse d'un certain nombre d'études faites par le S.E.T.R.A. sur les ponts-dalles. Il est donc souhaitable que l'utilisateur se reporte pour le prédimensionnement de ces ouvrages, aux documents ci-après, qui ont déjà été largement diffusés par le D.O.A. du S.E.T.R.A. :

- Dossier MCP 70 (avec mises à jour n°1 et n°2)
- Dossier pilote PSI.DE 67
- Dossier pilote PSI.DN 81
- Dossier pilote PSI.DP

nb: la méthode de calcul du "cable concordant" utilisé dans le présent programme a été exposé en détail dans la pièce 1 du dossier pilote PSI.DE 67

2 - REGLEMENTS APPLIQUES  
=====

- Fascicule 62 titre I sections I et II (règles BAEL et BPEL)
- Fascicule 61 titre II (conception, calcul et épreuves des ouvrages d'art - édition 1971)
- Directives communes de 1979 relatives au calcul des constructions

3 - CONDITIONS NORMALES D'UTILISATION DU PROGRAMME MCP-EL  
=====

3.1 Caractéristiques longitudinales

3.1.1 Portée de l'ouvrage et nombre de travées

Le programme MCP-EL peut être appliqué aux travées indépendantes et aux ouvrages continus supposés construits sur cintre, comportant 6 travées au plus.

### 3.1.2 Hauteur

Le programme permet de calculer les ouvrages de hauteur variable, en particulier les ouvrages comportant des goussets sur les appuis intermédiaires.

### 3.1.3. Dimensionnement

On respectera les règles de dimensionnement indiquées dans les dossiers pilotes mentionnés ci-dessus, le programme MCP-EL n'effectuant aucune optimisation de la hauteur du tablier.

## 3.2. Caractéristiques transversales

### 3.2.1. Nervures

Le programme permet de calculer les ponts-dalles à une ou plusieurs nervures ;

le nombre des nervures est limité à 9.

### 3.2.2. Encorbellements

En principe, le programme peut analyser l'incidence d'encorbellements dont la portée droite est inférieure ou égale à la largeur droite du trottoir supporté par l'encorbellement + 2,50 m.

Du point de vue pratique, il convient néanmoins de s'assurer que la largeur droite de chaque encorbellement n'excède pas 1/10ème de la portée déterminante biaise (une limite plus élevée pouvant être admise pour les ponts-dalles, sans toutefois dépasser le 1/5ème).

Toutes précisions sur le choix de la coupe transversale pourront être obtenues en consultant les dossiers pilotes PSI.DN et PSI.DP.

### 3.2.3. Elégissements (cf. dossier pilote PSI.DE 67)

Le programme MCP-EL peut être utilisé pour le calcul de tabliers-dalles élégis.

Le taux limite d'élégissements, lorsque la dalle comporte de larges encorbellements, est de 30% de l'aire de la dalle rectangulaire équivalente, ce taux étant calculé en tenant compte à la fois des vides intérieurs et extérieurs situés sur l'emprise de la dalle équivalente. Il conviendra toutefois de s'assurer que le câblage est techniquement réalisable, c'est-à-dire que les câbles, groupés en paquets, respectent les prescriptions de l'article 10.22 du BPEL.



### 3.2.4. Largeur du tablier

Le nombre de voies est limité à 6 mais la largeur proprement dite du tablier n'est pas limitée.

### 3.3. Biais

#### 3.3.1. Ponts-dalles à nervure simple

En principe, comme il a été dit, le programme MCP-EL convient aussi aux ouvrages de biais modéré, à condition que les lignes d'appuis soient parallèles. Si l'ouvrage devait présenter un biais mécanique de moins de 60 grades, l'utilisateur devrait examiner avec le S.E.T.R.A., l'opportunité de l'usage du programme MRB-BP.

#### 3.3.2. Ponts-dalles à nervures multiples

Les dalles à nervures multiples de biais modéré (angle de **biais géométrique** supérieur à 80 grades) peuvent être calculées par le programme MCP-EL.

Pour les biais inférieurs à cette limite, l'emploi d'un programme plus général (EUGENE par exemple) est conseillé, notamment pour l'étude de la torsion.

### 3.4 Actions agissant sur le tablier

Outre les cas de charges réglementaires (fascicule 61 titre II) et les actions permanentes (poids propre + superstructures), le programme MCP-EL permet d'envisager les actions suivantes :

- gradient thermique
- tassements probables et aléatoires

Enfin, un bordereau annexe permet de définir éventuellement des cas de charges généralisées de type :

- A (1).
- Camions à essieux de type classiques ou type rouleaux.
- Convois exceptionnels tels que ceux définis par la circulaire R/EG 3 de la Direction des Routes du 20 Juillet 1983.
- Superstructures provisoires.

Notons également que toutes les charges généralisées ci-dessus peuvent être appliquées en phase de service et/ou en phases de construction.

### 3.5 Matériaux

#### 3.5.1. Béton

Le programme permet de calculer les ouvrages en béton normal ou léger ; un béton étant considéré léger lorsque sa masse volumique est inférieure à  $2 \text{ T/m}^3$ .

#### 3.5.2. Aciers de précontrainte

Le programme permet de prendre en compte deux unités de précontrainte différentes ; les caractéristiques des unités de câbles étant à définir par l'utilisateur.

### 3.6 Classes de vérification du BPEL

Les trois classes de vérification du BPEL sont possibles.

## 4 - Conditions exceptionnelles d'emploi du programme

=====  
 Tout programme de calcul automatique peut s'accomoder de données qui ne relèvent pas des conditions normales d'utilisation ; les possibilités d'extension de son domaine d'emploi qui en résultent peuvent être mises à profit pour le dégrossissage ou le contrôle de projets d'ouvrages d'art spéciaux ; on peut plus particulièrement envisager les possibilités suivantes :

#### 4.1 Ouvrages de forme complexe ou sortant du cadre normal prévu par le programme .

Un bordereau annexe permet à l'utilisateur d'introduire dans toutes les sections de calcul les caractéristiques géométriques  $S$   $I$   $V$   $V'$ . L'étude de la répartition transversale des efforts longitudinaux peut encore être faite par le programme sous certaines conditions ou par une autre méthode ; dans ce cas les coefficients de répartition sont introduits par l'utilisateur.

Toutefois, l'étude de l'ouvrage s'arrête à la vérification des contraintes normales aux états limites de service (cas des classes I et II du BPEL), le calcul correct du ferrailage longitudinal et transversal ne pouvant être effectué.

#### 4.2. Utilisation non standard du programme

Un bordereau spécial permet à l'utilisateur de modifier certaines données réglementaires telles que :

- coefficients  $\gamma$  de prise en compte des actions.
- contraintes admissibles (dans ou hors section d'enrobage).
- caractéristiques relatives aux matériaux.

Il est toutefois conseillé, lors d'une étude non réglementaire de prendre contact avec le S.E.T.R.A.

## 5 - Calculs effectués

=====

### 5.1. Etat actuel

Le programme effectuée :

- le dimensionnement de la précontrainte et sa vérification,
- le calcul du ferrailage longitudinal,
- la vérification des contraintes tangentes (sauf torsion) et le calcul des étriers.
- le calcul des déformations du tablier aux différentes phases de construction,
- l'avant métré du tablier.

Notons enfin que le programme utilisé en vérificateur admet une précontrainte réalisée par câbles non filants comprenant au plus 8 familles de câbles.

### 5.2. Développements futurs

Les points suivants feront l'objet de développements futurs :

- étude de la flexion transversale, détermination du ferrailage transversal,
- dimensionnement des appareils d'appuis,
- dessin du câblage du tablier,
- récapitulation des données pour le programme P.P. et enchaînement automatique entre MCP-EL et P.P.

## 6 - Procédure de commande de calcul par MCP-EL

=====

L'acquisition des données se fait par l'intermédiaire d'un bordereau, dont on trouvera un exemplaire reproductible en encart.

L'utilisateur trouvera les renseignements utiles au remplissage du bordereau dans le chapitre suivant.

Le bordereau dûment rempli sera à envoyer au S.E.T.R.A. en double exemplaire accompagné d'une lettre de commande également en double exemplaire, dont on trouvera le modèle en encart.

<b>BORDEREAU DES DONNÉES AVEC COMMENTAIRES</b>
--

**1 - Introduction**

Le bordereau des données du programme M.C.P.E.L. comprend 6 séries de données faisant l'objet des tableaux A, B, C, D, E, F.

- \* Le tableau des cartes A concerne les caractéristiques générales de l'ouvrage et des matériaux, il doit être systématiquement rempli.
- \* Le tableau des cartes B concerne les caractéristiques géométriques transversales de l'ouvrage ; il est systématiquement fourni également.
- \* Le tableau des cartes C n'est joint aux précédents que s'il s'agit de vérifier un câblage introduit point par point.
- \* Le tableau des cartes D concerne les caractéristiques géométriques (S I V V') introduites section par section. Il n'est à fournir que si la forme de l'ouvrage sort du cadre prévu par le programme.
- \* Le tableau des cartes E est optionnel ; il n'est fourni que si le calcul demandé doit déroger aux règles du BPEL.
- \* Le tableau des cartes F n'est fourni que si l'ouvrage doit supporter des charges généralisées non prévues par le règlement (Fascicule 61 titre II).

**2 - Instructions préliminaires**

Lorsqu'une donnée est inutile pour un cas d'espèce traité, on s'abstiendra de rayer la case correspondante et à plus forte raison, s'il s'agit d'une carte entière ; il convient de laisser en blanc la case correspondante, ou éventuellement, toutes les cases de la carte, si elle s'avère inutile.

On peut s'abstenir de remplir les cases hachurées dans les cas courants ; le programme adopte pour la donnée concernée une valeur réglementaire, ou déduit cette valeur des autres données.

Remarque

La description de l'ouvrage s'effectue conventionnellement de la gauche vers la droite.

2.1 Unités adoptées

Sauf indications contraires les unités adoptées sont les suivantes :

Longueur : le mètre  
 Surface : le mètre carré  
 Contraintes : la tonne-force par mètre carré  
 Forces : la tonne-force

2.2 Position de la virgule

La manière d'indiquer la position de la virgule est donnée par l'exemple ci-dessous :

PSTROT = 0,15 T/m<sup>2</sup>

PSTROT			
0	1	5	0

2.3 Indication du signe

A l'exception des cartes A1, A2 et des données TITRE des cartes F4, toutes les données sont numériques, elles sont éventuellement affectées d'un signe (-) qui sera porté dans la colonne de gauche de la case correspondante, et l'on s'abstiendra donc d'y faire figurer tout autre caractère.

Par exemple les valeurs de  $\bar{\sigma}$  mini (cf. carte E1) peuvent être choisies égales à :

$\bar{\sigma}$ mini	soit - 200 T/m <sup>2</sup> (traction)
- 2   0   0	

$\bar{\sigma}$ mini	soit 100 T/m <sup>2</sup> (compression)
1   0   0	

<p style="text-align: center;"><b>TABLEAU A - DONNEES GENERALES</b></p>
---

CARTE A1 et A2TEXTE DU TITRE

Le titre comprend au plus 124 caractères y compris les blancs qui séparent les mots. Y seront mentionnés la désignation administrative de la voie intéressée, les noms du département et de la commune, de l'obstacle franchi et le numéro de l'ouvrage.

Le titre sera imprimé sur une seule ligne et centré automatiquement sur la page de garde de la note de calcul.

CARTE A3ORIENTATION DES CALCULS

Porter 1 si le tronçon considéré doit être exécuté dans le calcul demandé.

Porter 0 dans le cas contraire.

## B P E L

Porter 1 dans le cas d'un calcul **strictement conforme** au règlement BPEL.

Porter 0 dans le cas d'un calcul extra-règlementaire. Introduire en ce cas dans le tableau E la valeur des contraintes admissibles, des coefficients  $\gamma$  ... .

## INERTIE

Calcul des aires et inerties des sections transversales, du rendement géométrique et des caractéristiques géométriques fictives nécessaires pour les calculs de flexion transversale.

Si l'on porte 0, l'ordinateur utilise les caractéristiques géométriques introduites par l'utilisateur sur un bordereau annexe (cf. bordereau D).

## LIGNINF

Détermination des lignes d'influence des efforts (moments fléchissants, réactions d'appuis, efforts tranchants).

EXCENTR	<p>Calcul des coefficients correctifs de répartition transversale.</p> <p>Porter 1 si l'étude de la répartition transversale est faite par le programme.</p> <p>- Dans le cas d'un pont dalle à plusieurs nervures cette étude est faite suivant la méthode de MM. CART FAUCHART. (NERV <math>\geq</math> 2, carte A5).</p> <p>- Dans tous les autres cas elle est faite par la méthode de MM. GUYON MASSONET.</p> <p>Porter 0 si l'étude de la répartition transversale est faite selon une autre méthode ; porter alors la valeur des coefficients correctifs de répartition transversale dans la carte A11.</p>
MOMENT	Calcul des courbes enveloppes des moments longitudinaux.
EFTRAN	Calcul des efforts tranchants extrêmes.
REAPPUI	Calcul des réactions d'appui extrêmes.
MOTRAN	Calcul des moments de <b>flexion transversale</b> et des moments <b>transversaux principaux</b> dans les divers cas de charge (actuellement non opérationnel).
TASMENT	<p>Calcul des efforts dus à des dénivellations d'appui.</p> <p>Porter 0 si on ne prend pas en compte les tassements.</p> <p>Porter 1, si l'on veut obtenir l'édition des moments et réactions sur appuis dus à une dénivellation de 1 cm sur chaque appui successivement.</p> <p>Porter 2, si les tassements probables et aléatoires définis carte A17 doivent être pris en compte.</p>
DIMAP	Dimensionnement des appareils d'appui (actuellement non opérationnel).
CABLAGE	<p>Ce paramètre indique la consistance globale des calculs demandés en ce qui concerne la précontrainte.</p> <p>Porter 0, si l'on ne désire pas de recherche de la précontrainte ni de vérification de ses effets, le programme ne produisant alors qu'un simple calcul d'efforts.</p>

Porter 1, si le dimensionnement de la précontrainte doit être conduit en épaisseur de dalle imposée.

Porter 4, s'il s'agit de la vérification d'un câblage décrit point par point et dont les caractéristiques sont alors reportées dans un ou plusieurs tableaux C.

FERTRAN	Détermination du ferrailage transversal (actuellement non opérationnel).
ETRIER	Vérification de l'ouvrage au cisaillement, calcul des sections d'étriers.
DEFORM	Calcul de la déformation du tablier sous l'effet de la charge permanente et de la précontrainte.
METRE	Etablissement de l'avant-métré de l'ouvrage.
P.P.	Tableau récapitulatif des résultats utilisables en données pour le programme P.P. (Piles et Palées) (actuellement non opérationnel).
DESSIN	Exécution du dessin automatique du câblage (actuellement non opérationnel).
GRADIENT	<p>Calcul des efforts dus au gradient thermique. Le programme peut calculer et prendre en compte les effets du gradient thermique défini en carte A9.</p> <p>On portera :</p> <p>0, si l'on ne désire aucun calcul de gradient thermique.</p> <p>1, si l'on désire le calcul de l'effet du gradient thermique sans prise en compte dans le dimensionnement ou la vérification.</p> <p>2, si les effets du gradient thermique doivent être pris en compte.</p>
PHASE	Pour les ouvrages construits par phases on consultera le gestionnaire. La donnée PHASE n'étant pas encore opérationnelle on portera 0.



CARTE A4IMPRESSION DES RESULTATS DES CALCULS.

Chaque symbole a la même signification que sur la carte A3 et commande l'impression des résultats.

Porter normalement 0 si l'on ne veut que les **résultats essentiels** .

CARTE A5CARACTERISTIQUES GENERALES DE L'OUVRAGE.

Avant de remplir les cartes qui suivent, l'utilisateur définit un sens de numérotation croissante des appuis et des travées. Le premier appui porte le numéro 1 ; la travée porte le même numéro que celui de son appui de gauche. Dans le cas d'un ouvrage bétonné en plusieurs phases le sens de numérotation croissante correspond au sens de bétonnage.

NT Nombre de travées continues ; ce nombre doit être inférieur ou égal à 6.

NERV Nombre de nervures; ce nombre doit être inférieur ou égal à 9.

NDIV Paramètre définissant (NDIV + 1) sections de calcul (efforts, contraintes ...) pour chacune des travées. Respecter  $NDIV \leq 20$ .

Valeur adoptée par défaut :  $NDIV = 20$ .

MAX Nombre d'harmoniques à prendre en compte lors du développement des charges en série de Fourier.

Valeurs adoptées par défaut :

Dalle simplement nervurée  $MAX = 5$ .

Dalle à nervures multiples  $MAX = 20$ .

SYMLON Symétrie longitudinale.

Porter 1, si le pont est symétrique en coupe longitudinale.

Porter 0, dans le cas contraire, et en particulier, si, la coupe longitudinale étant symétrique les éléments concernant la précontrainte ne présentent pas de symétrie (nature des ancrages, câblage introduit en vérification).

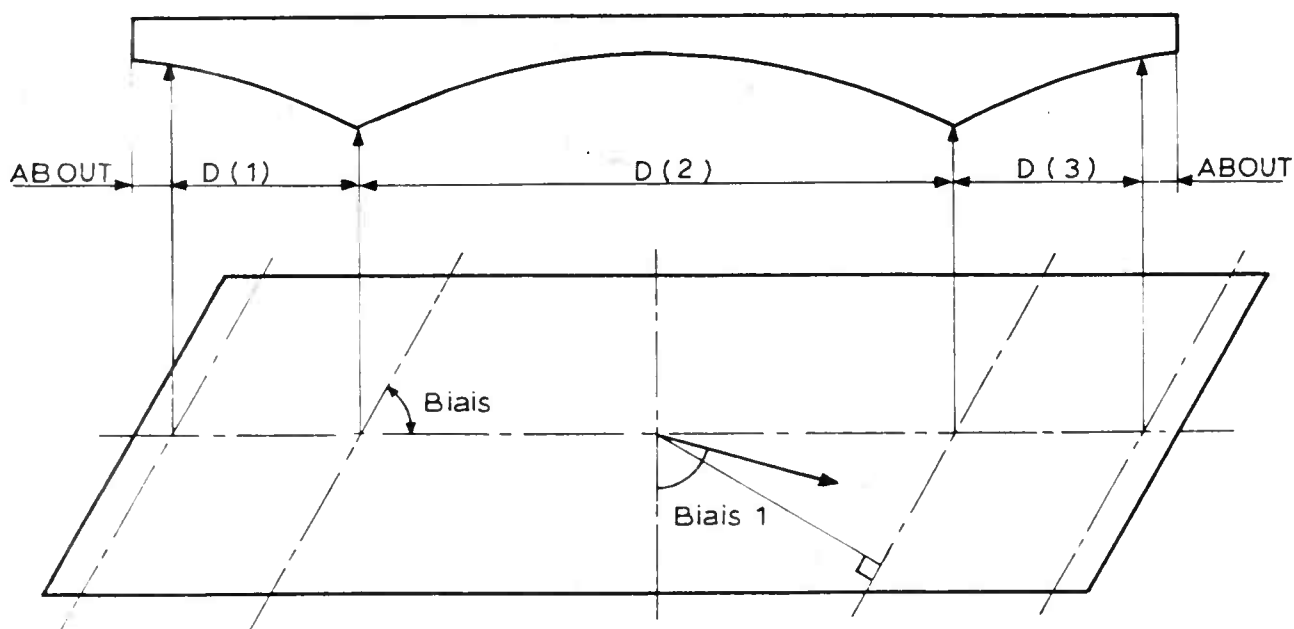
- SYMTAB Symétrie transversale du profil en travers.
- Porter 1, si le pont (structure porteuse **et** voie portée) est symétrique en coupe transversale.
- Porter 0, sinon, et en particulier si, la structure porteuse étant symétrique, la voie portée ne présente pas de symétrie (par exemple : bande dérasée à gauche, bande d'arrêt d'urgence à droite, un seul trottoir chargé, etc...).
- PONT Type de dalle étudiée.
- Porter 1, s'il s'agit d'un pont dalle plein isotrope ou d'un pont dalle à plusieurs nervures (PSI.DN).
- Porter 2, s'il s'agit d'un pont dalle élégi par cylindres ou par prismes dont la base, polygonale, comporte cinq côtés ou plus.
- Porter 3, s'il s'agit d'un pont dalle élégi par parallélépipèdes.
- BIAIS Mesure, en grades, de l'angle de biais (généralement compris entre 100 et 60 grades) compris entre l'axe longitudinal de l'ouvrage et une parallèle aux lignes d'appui (appelé couramment "biais géométrique").
- BIAIS 1 Mesure, en grades, du biais mécanique, c'est-à-dire de l'angle que fait la perpendiculaire aux bords libres de la dalle avec la direction du moment principal longitudinal, pour un point voisin de cet axe longitudinal.
- Porter 0**, cet angle sera calculé automatiquement pour chaque travée.
- Porter une valeur différente de zéro dans le cas où on désire que cette valeur unique soit retenue dans les calculs quels que soient la travée (cf annexe 11.A du B.P.E.L.).
- ABOUT Longueur biaise d'about sur appuis extrêmes, c'est la distance comptée suivant l'axe du pont entre le plan vertical de la ligne d'appuis de rive et le plan vertical d'about de la dalle.

D (1)

Portée biaise de la travée d'indice I, c'est-à-dire la distance comptée suivant l'axe du pont entre les plans verticaux des lignes d'appuis.

REMARQUE

La longueur totale (biaise) de l'ouvrage - abouts non compris - ne doit pas excéder 415 m.



CARTE A6CARACTERISTIQUES DES GOUSSETS.

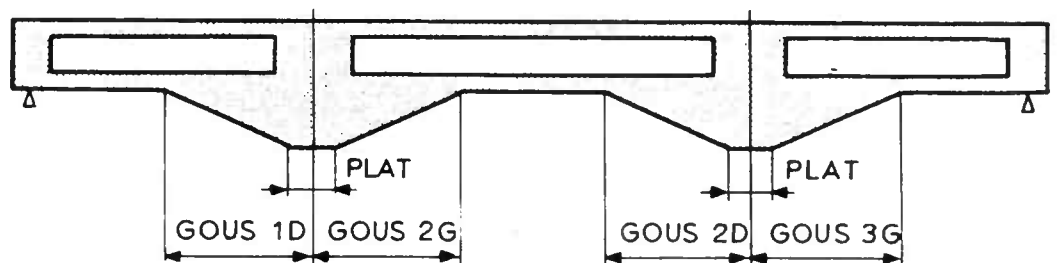
Les goussets introduisent des points anguleux sur le profil en long de l'ouvrage selon l'intrados ; on ne considère pas les points anguleux sur appuis.

IGOUS

Porter 0 et passer à la carte suivante si :

- l'ouvrage est de hauteur constante
- l'ouvrage est de hauteur variable mais ne présente pas de points anguleux sur l'intrados en dehors des appuis (intrados paraboliques par exemple).

Dans les autres cas, porter 1 et remplir cette carte conformément aux définitions et au dessin ci-dessous.



PLAT

Longueur de la partie de l'ouvrage dont la hauteur est constante au niveau des appuis : cette donnée est la même pour tous les appuis.

GOUS I D  
I G

Distance, dans la travée (I), séparant l'amorce du gousset de gauche (G) ou de droite (D) de l'appui limitant, à gauche (G) ou à droite (D) la travée (I) ; ces distances sont mesurées suivant le biais géométrique.

RÉMARQUE

Il n'est pas prévu de gousset sur les appuis extrêmes de l'ouvrage même s'il s'agit d'une travée indépendante.

CARTE A7CARACTERISTIQUES DES ELEGISSEMENTS

Porter 0 dans les deux premières colonnes et passer à la carte suivante (A8) si l'ouvrage n'est pas éligi.

Sinon, il convient de remplir la carte A7 suivant les instructions ci-après.

Dans le cadre du programme M C P on ne prévoit que deux types d'élégissements :

- . les élégissements de section rectangulaire.
- . les élégissements de section circulaire.

Par extension, les élégissements de section polygonale, comportant au moins 5 côtés sont traités comme des élégissements de section circulaire de même surface.

Pour un ouvrage donné, on ne considère que des élégissements de mêmes caractéristiques, et équidistants deux à deux ; on suppose de plus que, en coupe transversale, leurs centres de gravité sont alignés sur une horizontale.

NVIDE	Nombre d'élégissements par nervure (ce nombre est unique pour toutes les travées).
HVIDE	Hauteur de l'élégissement.  Porter, pour les élégissements circulaires, le diamètre de chaque élégissement ou de l'élégissement cylindrique équivalent, défini ci-dessus.  Porter, pour les élégissements rectangulaires, la hauteur de la section de l'élégissement (côté perpendiculaire à l'extrados).
EVIDE	Largeur de l'élégissement.  Ne rien porter pour des élégissements circulaires.  Porter, pour des élégissements rectangulaires, la largeur droite de la section de l'élégissement (côté parallèle à l'extrados).
ESPACE	Distance, d'axe en axe, entre deux élégissements voisins.
DELEG	Distance du centre de gravité des vides d'élégissement à l'extrados.  Généralement $DELEG = HDALTR/2$ .

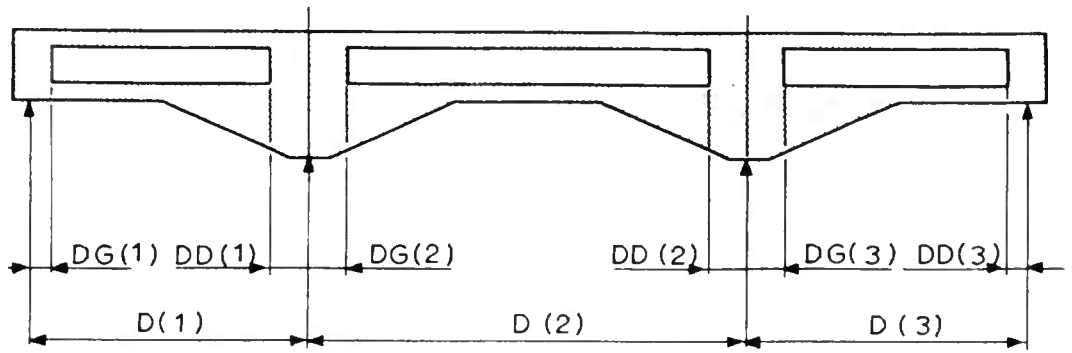
DG (I)  
DD (I)

Abscisses longitudinales des extrémités des élégissements.

. Si la travée I est élégie, porter :

pour DG (I), l'abscisse longitudinale de la section origine des élégissements dans la travée (I) comptée à partir de son appui de gauche suivant le biais géométrique.

. Si la travée I n'est pas élégie, porter deux longueurs telles que leur somme soit égale à la portée de la travée au cm près. ( $DG(I) + DD(I) = D(I)$ )



CARTE A8

CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DE LA VOIE PORTEE.

Les paramètres à indiquer sur cette carte décrivent l'usage qui sera fait de la largeur de la dalle, encorbellements compris.

Toutes les largeurs ci-après sont droites c'est-à-dire mesurées selon un axe perpendiculaire à l'axe longitudinal du pont.

NVOIE

Nombre de voies de circulation.

Porter 0, si le nombre de voies est celui qui résulte de l'application de l'article 2.2 du titre II (charges des ponts routiers) du Fascicule 61.

Sinon, porter le nombre de voies de circulation à prendre en compte.

La somme des largeurs décrites ci-après doit obligatoirement être égale à la largeur droite de la dalle.

La description transversale va de la gauche vers la droite pour un observateur parcourant l'ouvrage **dans le sens de numérotation croissante des appuis**.

- ETROTG Largeur du trottoir ou du passage de service de gauche.
- EGAU Largeur de la bande dérasée (non chargée) située à droite du dispositif de sécurité de gauche.
- En général porter 0,50 m lorsqu'il existe un dispositif de sécurité (glissière ou barrière) le long de la chaussée.
- Porter 0 dans le cas contraire.
- ESURCH Largeur chargeable.
- Porter la largeur telle qu'elle est définie à l'article 2 du Fascicule 61, titre II.
- EDROI Largeur de la bande dérasée (non chargée) située à gauche du dispositif de sécurité de droite.
- En général porter 0,50 m lorsqu'il existe un dispositif de sécurité (glissière ou barrière) le long de la chaussée.
- Porter 0 dans le cas contraire.
- ETROTD Largeur du trottoir ou du passage de service de droite.
- HCHAU Epaisseur initiale de la chaussée à prendre en compte pour l'étalement des charges (Le programme prend les 3/4 de cette valeur pour déterminer la longueur d'étalement).
- Valeur conseillée : 8 cm à 12 cm.
- CARTES A9 CHARGES D'EXPLOITATION SUR L'ENSEMBLE DU TABLIER.
- Cette carte permet de définir les charges applicables au tablier.
- STATUT Porter 100, 200, 300 selon que le pont est de 1ère, 2ème ou 3ème classe (Fasc.61, II art.3).

- MASVOL Porter la valeur probable de la masse volumique du béton si celle-ci est différente de la valeur  $2,5 \text{ T/m}^3$  fixée à l'article 4.1 des D.C.C. (en cas d'emploi de béton léger, consulter le gestionnaire).
- OSSAM  
(resp.OSSAm) Coefficients multiplicateurs pour le calcul de la valeur caractéristique maximale, (resp. minimale) du poids de l'ossature ; porter dans les cas courants et sauf justifications de valeurs différentes.
- OSSAM = 1,06 et OSSAm = 0,96
- QSUPTM  
(resp.QSUPTm) **Valeur caractéristique** maximale (resp. minimale) du poids des superstructures au mètre linéaire de longueur de tablier pour l'ensemble de la section transversale.
- IQSP . porter 0 si l'ouvrage ne supporte pas de superstructures provisoires.  
 . porter 1 si l'ouvrage supporte des superstructures provisoires à définir dans le tableau F, en construction.

Définition des charges d'exploitation - valeur des paramètres.

- A **Charge de type A(1)**  
 . 000 l'ouvrage ne supporte aucune charge répartie.  
 . 001 l'ouvrage supporte la charge A(1) réglementaire.  
 . 100 l'ouvrage supporte une charge A répartie généralisée définie dans le tableau F.
- B **Charges de type B**  
 . 000 l'ouvrage ne supporte aucune charge B  
 . 001 l'ouvrage supporte les charges B réglementaires.  
 . 100 l'ouvrage supporte une charge B généralisée définie dans le tableau F.  
 . 101 l'ouvrage supporte une charge B généralisée et les charges B réglementaires.  
 . 110 l'ouvrage supporte une charge B généralisée.  
 L'enveloppe des efforts introduits par cette charge B généralisée se cumule avec celle des efforts introduits par la charge répartie de type A.
- CE **Charges à caractères particuliers**  
 La donnée CE est de la forme  $ijm$ , chaque indice correspondant à un type de charges à caractères particuliers.
- i - charges généralisées à caractères particuliers ; ces charges viennent en plus des charges militaires ou exceptionnelles type D et E et sont affectées dans les combinaisons d'actions des mêmes coefficients de prise en compte  $\gamma_{qc}$ .



- j - charges exceptionnelles réglementaires.
- m - charges militaires (Fasc.61, II, art. 10).

Le programme permet de prendre en compte au maximum 3 charges exceptionnelles (en plus des charges militaires).  
Valeur des indices :

- . i 0 : pas de charge généralisée à caractères particuliers  
i : i charges généralisées à caractères particuliers à définir dans le tableau F.
- . j 0 : pas de charge exceptionnelle réglementaire.  
1 : convoi exceptionnel type D.  
2 : convois exceptionnels type D et E.
- . m 0 : pas de charge militaire.  
3 : charges militaires Mc 80 et Me 80.  
4 : charges militaires Mc 120 et Me 120.

Exemple : CE = 124 correspond à l'admission sur l'ouvrage d'une charge généralisée dont les caractéristiques seraient à définir en carte F4 (1 carte), des convois exceptionnels D et E, et des convois militaires Me 120 et Mc 120.

TR

Mode d'application des charges de trottoirs (art. 12 et 13 Fasc. 61, titre II).

L'indicateur définissant ce mode d'application est de la forme i j k, chaque caractère ayant la signification suivante :

i - un chiffre, différent de zéro, dans la colonne i signifie que l'ouvrage supporte les charges de trottoir de densités PSTROT indiquée ci-après :

Porter en général :

- . i = 1 si seul le trottoir de droite supporte la charge générale de densité PSTROT et la charge locale de densité PSTROL.
- . i = 2 si seul le trottoir de gauche supporte la charge générale de densité PSTROT et la charge locale de densité PSTROL.
- . i = 3 si les 2 trottoirs supportent la charge générale de densité PSTROT et la charge locale de densité PSTROL.

j - un chiffre, différent de zéro, dans la colonne j indique comment le trottoir est séparé de la chaussée ;

Porter en général :

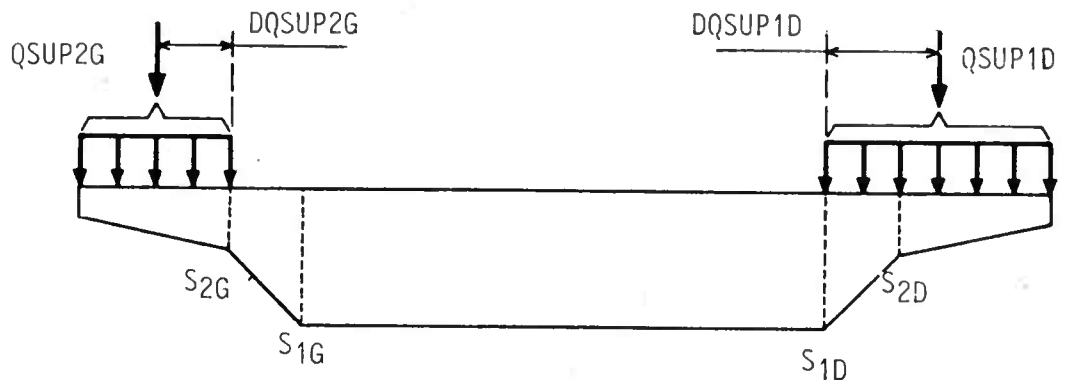
- . j = 1 si le trottoir chargeable est séparé de la chaussée par un obstacle **infranchissable** (barrière normale ou lourde).

- .  $j = 2$  si le trottoir chargeable est en bordure de chaussée, c'est-à-dire séparé de cette chaussée par un obstacle **franchissable** (bordure, glissière) ou barrière légère; dans ce cas le trottoir doit supporter la roue isolée de 6 t définie à l'article 12 du Fasc.61, titre II.
  - .  $j = 3$  si l'ouvrage étudié est réservé à la circulation des piétons et des cycles ; dans ce cas on dispose sur la totalité de la largeur chargeable (trottoirs + piste cyclable) la charge uniforme  $a(1)$  réglementaire définie à l'article 13.2 du Fasc.61, titre II.
- $k$  - porter  $k = 0$  (ce coefficient est réservé à des développements futurs du programme).

PSTROT	Densité de la charge générale de trottoirs en $t/m^2$ . Porter normalement :
	0,150 $t/m^2$ pour un ouvrage sur voirie ordinaire 0 pour un ouvrage autoroutier.
PSTROL	Densité de la charge locale de trottoir en $t/m^2$ . Porter normalement :
	0,450 $t/m^2$ pour un ouvrage sur voirie ordinaire 0 pour un ouvrage autoroutier.
$\psi_1$	Rapport de la valeur fréquente à la valeur caractéristique des charges routières. Par défaut le programme prend les valeurs suivantes :
	$\psi_1 = 0,2$ pour les ponts de première classe
	$\psi_1 = 0,4$ pour les ponts de deuxième classe
	$\psi_1 = 0,6$ pour les ponts de troisième classe.
$\Delta\theta$	Valeur caractéristique en degrés Celsius du gradient thermique auquel est soumis l'ouvrage ; porter normalement $\Delta\theta = 12,0$ .
$\psi_{0,\theta}$	Rapport de la valeur de combinaison à la valeur caractéristique de la température considérée comme action d'accompagnement de toute autre action. Par défaut le programme prend $\psi_{0,\theta} = 0,5$ .

CARTE A10CHARGES SUR LES ENCORBELLEMENTS LATÉRAUX.

Si la dalle calculée ne comporte pas d'encorbellements en coupe transversale (c'est-à-dire si, dans la section de plus petite épaisseur, la portée de chaque encorbellement n'excède pas cette épaisseur), il n'y a pas lieu de remplir les colonnes 1 à 48 de cette carte.



QSUP  
1 ou 2  
G ou D  
M ou m

Valeur caractéristique maximale (M) ou minimale (m) du poids des superstructures au **mètre de longueur de tablier** sur toute la partie du tablier comprise entre l'extrémité gauche (indice G) ou droite (indice D) du tablier en coupe transversale, et la première (indice 1) ou la seconde (indice 2) section d'encastrement de gauche ou de droite respectivement.

REMARQUE :

Pour une nervure de section rectangulaire, ou, plus généralement, s'il n'y a qu'une seule section d'encastrement on a :

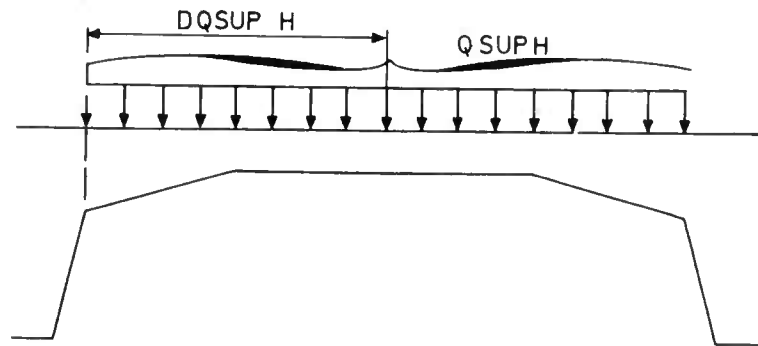
$$QSUP\ 1G = QSUP\ 2G \text{ ainsi que } QSUP\ 1D = QSUP\ 2D$$

DQSUP 1G  
DQSUP 1D  
DQSUP 2G  
DQSUP 2D

Distance du point d'application de QSUP 1 ou QSUP 2 à : respectivement, la première ou la deuxième section d'encastrement, à gauche et à droite. Le point d'application de chaque QSUP... est le barycentre des charges de superstructures qui composent la charge totale QSUP... considérée en valeur moyenne probable.

CHARGES SUR LES HOURDIS.

Les colonnes 49 à 60 de cette carte ne sont à remplir que si l'on étudie une dalle nervurée ( $NERV \geq 2$  en CARTE A5).



QSUPH M  
m

Valeur caractéristique maximale (M) ou minimale (m) du poids des superstructures au **mètre de longueur de tablier** sur les hourdis intermédiaires.

DQSUPH

Distance du point d'application de QSUPH à la section d'encastrement hourdis/nervure à gauche du hourdis.

CARTE A11COEFFICIENTS D'EXCENTREMENT.

KTRG  
KTRD  
KA  
KBC  
KBT  
KBR  
KBG  
KMC  
KME  
KCE1  
KCE2  
KCE3

Les paramètres de cette carte doivent être introduits si le calcul par le programme des coefficients de majoration pour excentrement **n'est pas demandé** et si l'on a, en conséquence, porté 0 dans la case EXCENTR de la carte A3.

Les coefficients de répartition transversale sont relatifs respectivement à la charge de trottoir à la charge A, aux charges Bc Bt Br, à la charge B généralisée aux charges militaires Mc et Me et aux charges exceptionnelles généralisées ou réglementaires (pour les cas de charges exceptionnelles réglementaires, KCE1 correspond au convoi D, KCE2 au convoi E).

On porte normalement 0 si on a préalablement porté 1 dans la case EXCENTR de la carte A3.

Sinon on porte pour chaque cas de charge la valeur maximum du coefficient de répartition transversale calculé suivant la convention ci-après.

Cependant il est loisible de donner la valeur 0 à un coefficient  $K_m$  dont le cas de charge auquel il se rapporte n'intéresse pas l'utilisateur.

#### Prise en compte de la dégressivité transversale

Les coefficients d'excentrement introduits doivent tenir compte des coefficients de dégressivité transversale.

En particulier :

. les coefficients KBC et KBT doivent tenir compte respectivement des coefficients  $b_c$  et  $b_c$  définis aux articles 5.2.2. et 5.4.2. du Fasc. 61-titre II.

. le coefficient KA (1) doit tenir compte du coefficient  $a_1$  défini à l'article 4.2 du fasc. 61-titre II.

#### Calcul des coefficients K

. si NV est le nombre de voies chargées qui produit l'effet recherché,

. si NVC est le nombre maximum de voies qu'il est possible de charger compte tenu du cas de charge envisagé,

. si  $K_i$  est le coefficient d'excentrement relatif à une charge  $P_i$ ,

. si CDT(NV) est le coefficient de dégressivité transversale relatif aux NV voies chargées du cas de charge envisagé,

$$\text{alors, } K_m = \frac{(\sum K_i P_i) \times NV \times \text{CDT}(NV)}{(\sum P_i) \times \text{NVC}}$$

#### CARTE A12

#### CARACTERISTIQUES DU BETON AUX DIFFERENTES PHASES DE CALCUL.

$t_1$	Age du béton lors de la première mise en tension Porter généralement $t_1 = 7$
$f_{ct1}$	Résistance caractéristique du béton à la compression au temps $t_1$ ( $t/m^2$ )
$t_2$	Age du béton lors de la seconde mise en tension Porter généralement $t_2 = 28$
$f_{ct2}$	Résistance caractéristique du béton à la compression au temps $t_2$ ( $t/m^2$ )

$f_{c28}$	Résistance caractéristique du béton à la compression à 28 jours ( $t/m^2$ ).
MS	Age du béton lors de la mise en service Porter généralement MS = 90
$\epsilon_r$	Retrait final du béton (en $10^{-4}$ )  $\epsilon_r = 3$ dans le quart Sud-Est de la France $\epsilon_r = 2$ dans le reste de la France
$K_{f1}$	Porter la valeur du facteur entrant dans le calcul du fluage du béton (BPEL art. 2.1), si celle-ci est différente de 2 (cas des bétons traditionnels).
POISSON	Coefficient de Poisson pour le béton.  Porter la valeur du coefficient de Poisson si celle-ci est différente de 0,2 valeur généralement adoptée pour le béton précontraint.
DILAT	Porter la valeur en $10^{-5}$ du coefficient de dilatation thermique du béton si celle-ci est différente de $1.10^{-5}$
<u>CARTE A13</u>	<u>CARACTERISTIQUES DES ARMATURES DE PRECONTRAINTTE.</u>
<u>CARTE A14</u>	 En dimensionnement on n'utilise qu'un seul système de précontrainte (CARTE A13). En vérification on peut utiliser deux systèmes différents de précontrainte (CARTES A13 et A14).
$f_{prg}$	Contrainte de rupture garantie de l'acier de précontrainte ( $t/m^2$ )
$f_{peg}$	Valeur garantie de la contrainte limite conventionnelle d'élasticité de l'acier de précontrainte ( $t/m^2$ )

$E_p$	<p>Module de déformation longitudinale de l'acier de précontrainte (<math>t/m^2</math>).</p> <p>Par défaut le programme prend <math>E_p = 19\,400\,000\ t/m^2</math>.</p>
$\rho_{g1000}$	<p>Valeur garantie de la perte par relaxation à 1000 heures de l'acier de précontrainte (en %).</p> <p>Porter généralement :</p> <p><math>\rho_{g1000} = 2,5\%</math> pour les armatures à très basse relaxation (TBR)</p> <p><math>\rho_{g1000} = 8\%</math> pour les armatures à relaxation normale (RN)</p> <p><u>Seuil de relaxation</u></p>
$\mu_0$	<p>Le coefficient <math>\mu_0</math> doit être pris égal à :</p> <p>0,43 pour les armatures à très basse relaxation (TBR).</p> <p>0,30 pour les armatures à relaxation normale (RN).</p> <p>0,35 pour les autres armatures.</p>
SECAB	Section d'acier de précontrainte d'un câble en <b>millimètres carrés</b> .
DGAINE	Diamètre d'encombrement de la gaine (en m) (cf circulaires d'agrément et B.T.3 du D.O.A. du SETRA).
RECLAN	Rentrée d'ancrage se produisant lors du report de l'effort de traction de l'armature sur le béton aux abouts (en m) (cf circulaires d'agrément et B.T.3 du D.O.A. du SETRA).
f	Coefficient de frottement en courbe (en radians <sup>-1</sup> ) (cf circulaires d'agrément et B.T.3 du D.O.A. du SETRA).
$\psi$	Coefficient de perte de tension par unité de longueur (en m <sup>-1</sup> ) (cf circulaires d'agrément et B.T.3 du D.O.A. du SETRA).
RAYMIN	Rayon de courbure minimal des gaines (cf circulaires d'agrément et B.T.3 du D.O.A. du SETRA).
DECALAGE	<p>Ecart existant dans les parties les plus courbes du câble entre le centre de gravité des aciers durs et l'axe de la gaine.</p> <p>Porter généralement :</p> <p>0,11 DGAINE s'il n'y a pas d'espaceurs d'aciers durs, ou une valeur plus faible si des espaceurs sont prévus.</p>

REMARQUE

Dans le cas d'une dalle de section rectangulaire ou nervurée il peut être envisagé, comme pour les dalles élé-  
gies, de regrouper les câbles en paquets (de deux câbles  
superposés verticalement si DGAINÉ est supérieur à 5  
cm). En ce cas, porter le même écart majoré d'un décalage  
fictif.

CARACTERISTIQUES DES ARMATURES PASSIVES.

$f_{e1}$ $f_{e2}$	Limite d'élasticité garantie des armatures passives (en $t/m^2$ ).
	$f_{e1}$ : pour le calcul du ferrailage longitudinal et transversal $f_{e2}$ : pour le calcul des étriers.
$\bar{\sigma}_a$ $\bar{\sigma}_{\psi 1}$	Contraintes limites de traction des armatures passives dans les constructions justifiées en classe III.
	$\bar{\sigma}_a$ cette contrainte de traction admissible en situa- tions de construction et d'exploitation sous l'ef- fet des combinaisons rares est normalement limitée à : $\bar{\sigma}_a = \min \begin{array}{l} 2/3 f_{eg} \\ \text{ou} \\ 15\ 000 \eta \end{array} \quad (t/m^2)$ $f_{eg}$ = limite d'élasticité des aciers utilisés $\eta$ = coefficient de fissuration égal à 1 pour les ronds lisses et à la valeur fixée par les fiches d'identification pour les autres ar- matures (en général $\eta = 1,6$ pour les aciers HA).
	$\bar{\sigma}_{\psi 1}$ cette contrainte est admissible en situations d'exploitation sous l'effet des combinaisons fré- quentes en section d'enrobage uniquement et limi- tée réglementairement à : $\bar{\sigma}_{\psi 1} = 6\ 120 \text{ t/m}_2$
$E_s$	Module de déformation longitudinale des aciers passifs en $t/m^2$ . Par défaut le programme prend $E_s = 20\ 400\ 000 \text{ t/m}^2$ .

CARTE A16DIMENSIONNEMENT AUTOMATIQUE DU TABLIER.

Cette carte n'est à remplir que si CABLAGE vaut 1 (carte  
A3). Dans le cas d'une vérification (CABLAGE = 4) les  
données ci-dessous ne seront pas prises en compte par le  
programme.



CLASBP

Classe de vérification de l'ouvrage pour les justifications des contraintes normales vis à vis de l'état-limite de service.

Porter dans la colonne de droite, la classe de vérification adoptée pour l'ouvrage étudié telle qu'elle est définie à l'article 1.3 du BPEL.

Porter généralement 2 pour les ouvrages courants.

K1 K2 K3

Valeur du rapport homographique K.

La recherche du câblage est faite moyennant l'indication de trois valeurs particulières du rapport K défini ainsi :

$$K = \frac{e_c - e_j}{e_s - e_j}$$

Ce rapport obligatoirement compris entre 0 et 1, définit l'excentrement ( $e_c$ ) du câble concordant par rapport à l'excentrement des limites supérieures ( $e_s$ ) et inférieures ( $e_j$ ) du fuseau résultant (ces valeurs mesurées par rapport à la fibre moyenne sont positives vers le haut).

Les trois valeurs particulières de K à porter dans le bordereau sont les suivantes :

K1, valeur commune sur appuis intermédiaires.

K2, valeur commune aux points de moments maxima en travées intermédiaires.

K3, valeur commune aux abouts.

En général on portera

K1 = 0

K2 = 1

K3 = valeur à calculer en fonction de l'excentrement du câble moyen aux abouts.

Cas particuliers.

1 - Pour un ouvrage à 2 travées, on porte :

K1 : 0,2

K2 : 1

K3 : à calculer

2 - Pour un ouvrage à larges encorbellements, on porte :

K1 : entre 0,2 et 0,3  
 K2 : 1  
 K3 : à calculer

REMARQUES.

1. Pour le calcul de K3, on conseille :

\* pour une dalle rectangulaire ou sans encorbellements notables, de faire sortir le câble au niveau de la fibre moyenne ( $e_c = 0$ )

\* pour une dalle à larges encorbellements, de faire sortir le câble à mi-hauteur de la dalle.

2. Vérifier que les corps d'ancrage, de barycentre  $e_c$ , respectent les distances minimales entre eux et les distances au contour de la section d'about, particulièrement dans le cas d'épanouissement des câbles.

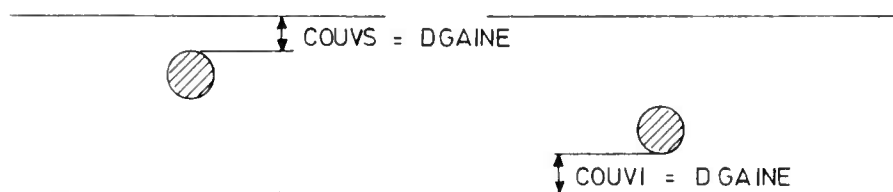
Si cette condition est déterminante, réajuster la valeur de  $e_c$  et en déduire K3.

COUVS  
 COUVI

Couvertures minimales de béton aux points hauts et points bas du tracé de précontrainte.

Porter la distance de la génératrice la plus excentrée des gaines au parement horizontal (Supérieur ou Inférieur) le plus proche.

Les valeurs les plus courantes de COUVS et COUVI sont schématisées ci-dessous :



PCENT

Pourcentage d'armatures mises en tension à une époque donnée.

\* Si l'ouvrage est mis en précontrainte en deux temps (une première mise en tension à  $t_1$  jours et une seconde mise en tension à  $t_2$  jours) .

Porter le pourcentage d'armatures mises en tension à  $t_1$  jours.

En général, on conseille de porter 60, car ce pourcentage est suffisant pour permettre le décintrement de l'ouvrage.

\* Si l'ouvrage est mis en précontrainte en une seule fois:

Porter 100 si toutes les armatures sont mises en tension à  $t_1$  jours.

Porter 0 si toutes les armatures sont mises en tension à  $t_2$  jours.

MODE

Nature des ancrages.

Porter 0 si on ne connaît pas a priori le mode de tension le plus avantageux pour l'ouvrage. Le programme déterminera alors le mode de tension optimum (types d'ancrages à chaque extrémité) automatiquement.

Porter 1 si la mise en tension est assurée par un ancrage actif à l'extrémité gauche de l'ouvrage et si l'autre extrémité comporte un ancrage mort pour tous les câbles.

Porter 2 si la mise en tension est assurée par un ancrage actif à l'extrémité droite de l'ouvrage et si l'autre extrémité comporte un ancrage mort pour tous les câbles.

Porter 3 si tous les câbles sont munis d'un ancrage actif à leurs deux extrémités (valeur habituelle pour les ouvrages construits en une seule phase).

Porter 4 si les ancrages actifs des câbles, tirés d'un seul côté, sont alternativement prévus à l'une et à l'autre extrémité de l'ouvrage.

$\sigma_{p0}$

Tension à l'origine des armatures de précontrainte (cf art. 3.1 du BPEL). La valeur maximale de cette tension ne doit pas dépasser la plus faible des valeurs suivantes :

- valeur figurant dans l'arrêté d'agrément du procédé de précontrainte utilisé.

-  $0,80 f_{prg}$  (cf cartes A13 et A14)

-  $0,90 f_{peg}$  (cf cartes A13 et A14)

CARTE A17

TASSEMENTS

Les tassements interviennent au cours du calcul selon les modalités définies par la carte A3. Les données de cette carte A17 ne sont à fournir que si TASMMENT = 2 en colonne 9 de la carte A3.

$\Delta\sigma$	Variation admissible de la contrainte limite de traction du béton de l'ouvrage en présence de tassements aléatoires. En d'autre terme $\Delta\sigma_{\text{mini}} + \Delta\sigma$ est la contrainte limite de traction du béton en section d'enrobage de l'ouvrage en service toutes pertes déduites en présence des tassements probables et aléatoires.
YOUNG	Valeur comprise entre 3 et 5 servant à déterminer la valeur $E_{i28}/\text{YOUNG}$ du module de déformation du béton utilisé par le programme dans le calcul des efforts dus aux tassements des appuis, $E_{i28}$ étant la valeur du module de déformation instantanée du béton à 28 jours. Sauf précisions contraires, porter $\text{YOUNG} = 1 + K_{f1}$ , $K_{f1}$ ayant la valeur définie en carte A12.
KTP	Fraction des tassements probables et aléatoires définis ci-après, prise en compte dans les calculs de combinaisons à l'état limite de service ; porter normalement 1.
$TP_i$	Tassement probable de l'appui $i$
$\Delta T_i$	Valeur absolue du tassement aléatoire de l'appui $i$
<u>CARTE A18</u>	<u>DIMENSIONNEMENT DES APPAREILS D'APPUI.</u> (cf J.A.D.E sous dossier A et B.T.4 du D.O.A. du S.E.T.R.A.)
COMPRENV	Compression admissible moyenne des appareils d'appuis en élastomère sous charge permanente.  COMPRENV = 500 à 750 t/m <sup>2</sup> (valeur conseillée)
COMPREBV	Compression admissible moyenne des articulations par section rétrécie de béton, sous charge permanente.  COMPREBV = 2 500 t/m <sup>2</sup> (valeur conseillée)
COMPRENS	Compression admissible moyenne des appareils d'appui en élastomère sous charges maximales.  COMPRENS = 1 000 à 1 500 t/m <sup>2</sup> (valeur conseillée)
COMPREBS	Compression admissible moyenne des articulations par section rétrécie de béton, sous charges maximales.  COMPREBS = 4 000 t/m <sup>2</sup> (valeur conseillée)
SYMAP	Symétrie <b>longitudinale</b> des appareils d'appui  Porter 0, s'il n'y a pas de symétrie Porter 1, s'il y a symétrie longitudinale Porter 2, si les appareils d'appui sur les appuis intermédiaires sont tous identiques.

TYPAP <sub>i</sub>	<p>Type des appareils d'appui utilisés au droit de l'appui i</p> <p>Porter 0 si l'appareil d'appui est constitué par une section rétrécie de béton.</p> <p>Porter 1 si l'appareil d'appui est en élastomère fretté.</p> <p>Porter 2 si l'appareil d'appui est d'un type différent des deux précédents.</p>
NAP <sub>i</sub>	<p>Nombre d'appareils d'appuis dans la ligne d'appui considérée.</p> <p>Porter 1 dans le cas d'une section rétrécie de béton continue sur toute la longueur de l'appui (cas des ponts droits ou peu biais reposant sur des voiles continus).</p>

<p>TABLEAU B - CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DE LA STRUCTURE</p>
--

CARTE B1

CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES TRANSVERSALES

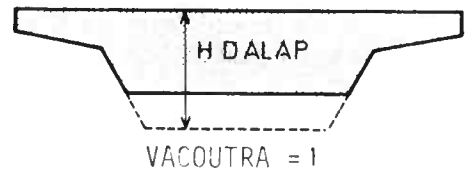
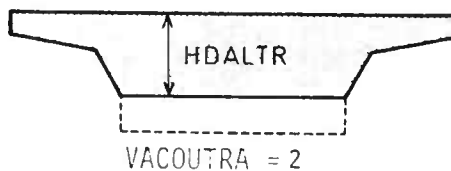
VACOUTRA

Ce paramètre indique les Variations éventuelles des Coupses TRansversales.

Porter 0, si l'ouvrage présente des caractéristiques transversales constantes tout le long de l'ouvrage.

Porter 1, si l'ouvrage est de hauteur variable et présente une ou plusieurs nervures dont la largeur mesurée à l'intrados, varie d'une section à l'autre suivant le schéma ci-dessous.

Porter 2, si l'ouvrage est de hauteur variable et présente une ou plusieurs nervures dont la largeur, mesurée à l'intrados, demeure constante.



HDALTR

Epaisseur de la dalle en travée.

Porter l'épaisseur minimum de la dalle (à mi-portée).

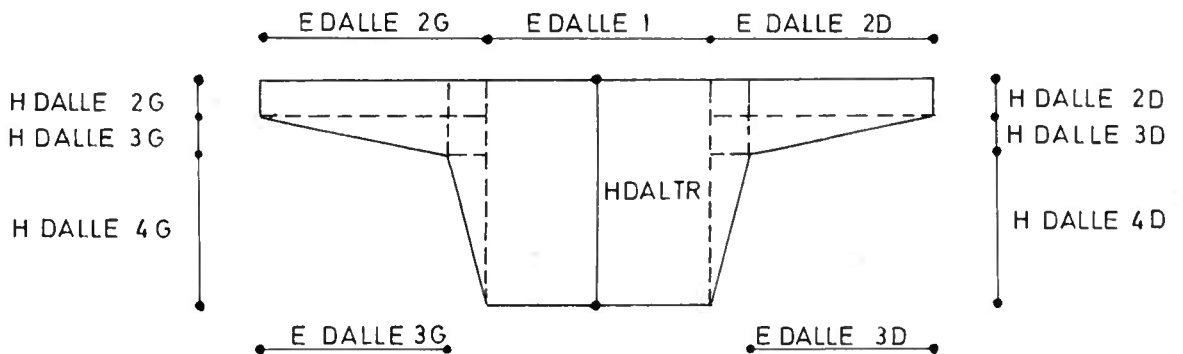
HDALAP

Epaisseur de la dalle sur appuis.

Porter l'épaisseur maximum de la dalle (sur appuis).

- EDALLE 1 Largeur droite d'une nervure à l'intrados ; cette largeur est mesurée entre les arêtes inférieures dans la section de plus petite hauteur.
- EDALLE 2 G D Largeur droite de l'encorbellement de gauche (G) ou de droite (D), mesurée entre la section d'encastrement G ou D la plus proche de l'axe de la nervure et les bords libres de la dalle : (voir schéma ci-dessous).
- EDALLE 3 G D Largeur droite du premier gousset (correspondant respectivement à HDALLE 3 G et HDALLE 3 D) rencontré à partir de l'extrémité gauche ou droite des encorbellements.
- HDALLE 2 G D Epaisseur de la dalle aux extrémités des encorbellements de gauche (G) et de droite (D).
- HDALLE 3 G D Epaisseur du premier gousset rencontré à partir de l'extrémité gauche (G) ou droite (D) des encorbellements.
- Ne rien porter si la coupe transversale de la dalle ne comporte pas de gousset
- HDALLE 4 G D Epaisseur du deuxième gousset rencontré à partir de l'extrémité gauche (G) ou droite (D) des encorbellements vers la fibre médiane de la dalle.

Ne rien porter s'il n'y a pas de deuxième gousset.

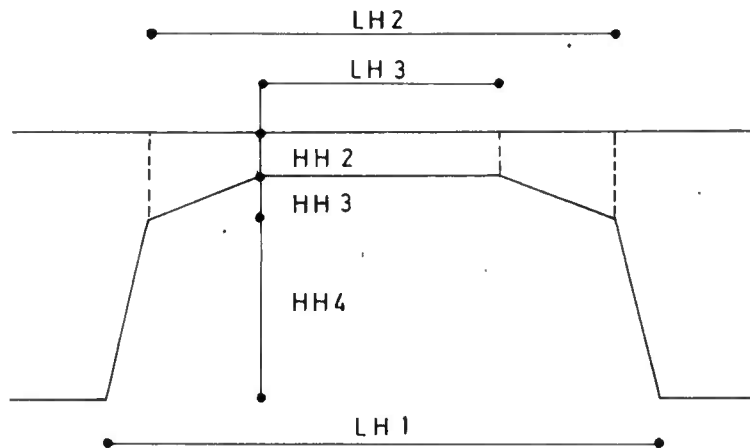


Compte tenu des dispositions adoptées on doit avoir:

- \*  $HDALLE2. + HDALLE3. + HDALLE4. \leq HDALTR$
- \*  $EDALLE3. \leq EDALLE2.$
- \*  $EDALLE2G + EDALLE1 + EDALLE2D = ETROTG + EGAU + ESURCH + EDROI + ETROTD$

CARTE B2CETTE CARTE N'EST A REMPLIR QUE SI NERV  $\geq$  2.

- LH1 Largeur droite du hourdis mesurée entre les arêtes inférieures de deux nervures (voir schéma ci-dessous) dans la section de hauteur minimum.
- LH2 Largeur du hourdis mesuré entre les sections d'encastrement du premier gousset (défini par HH3).
- LH3 Largeur du hourdis intermédiaire entre les origines des premiers goussets.
- HH2 Hauteur minimum du hourdis intermédiaire.
- HH3 Hauteur du premier gousset.
- HH4 Hauteur du second gousset ou du parement de la nervure dans la section de hauteur minimum



On doit vérifier:

- \*  $HH2 + HH3 + HH4 \leq HDALTR$
- \*  $LH3 \leq LH2 \leq LH1$
- \*  $EDALLE2G + EDALLE1 \times NERV + LH1 \times (NERV - 1) + EDALLE2D = ETROTG + EGAU + ESURCH + EDROI + ETRTD$

CARACTERISTIQUES DE LA DALLE NERVUREE EQUIVALENTE

(pour les calculs de répartition transversale)

ANERV \*

Epaisseur moyenne des ams des nervures. le programme determine normalement lui meme cette épaisseur; **on ne remplira donc pas cette case dans les cas courants .**



- EPAIS \*            Epaisseur du hourdis. Le programme prend normalement EPAIS = HH2 ; cette disposition peut, dans certains cas, conduire à sous-estimer notablement certains efforts, on pourra donc porter ici une valeur de EPAIS différente de HH2 en se référant aux exposés de MM. CART FAUCHART sur les calculs de flexion transversale pour sa détermination (cf Annales de l'I.T.B.T.P. Juillet-Aout 1970).
- HNERV \*            Hauteur d'une nervure pour le calcul de l'inertie de torsion ; Le programme prend normalement pour calculer l'inertie de torsion d'une nervure dans une travée, la hauteur minimum dans cette travée ; on pourra éventuellement en remplissant la donnée HNERV imposer une inertie de torsion qui sera alors identique pour toutes les travées.
- AL(1) \*            Largeur de la dalle en encorbellement mesurée à partir de l'axe de la nervure de rive : cette donnée est normalement déterminée à partir des données de la carte B1.
- AL(2) \*            Distances entre-axes des nervures : cette donnée est normalement déterminée à partir des autres données de la carte B2.

\* REMARQUE

Utilisation des données EPAIS, ANERV, HNERV, AL(1), AL(2)

L'utilisation de ces données doit normalement être réservée aux calculs d'ouvrages dont les caractéristiques transversales sortent du cadre prévu par le programme (par exemple lorsque les caractéristiques géométriques Aire, Inertie etc... sont introduites à l'aide du tableau D et donc lorsque INERTIE = 0 - carte A3).

Toutefois ces données peuvent être utilisées indépendamment les unes des autres.

CARTES B3A - B3B    HAUTEURS DE LA DALLE

à  
CARTES B8A - B8B    Ce tableau n'est à fournir que si l'on étudie une dalle de hauteur variable présentant un intrados parabolique

Porter dans ce cas, la hauteur de la dalle dans chaque section de la travée i.

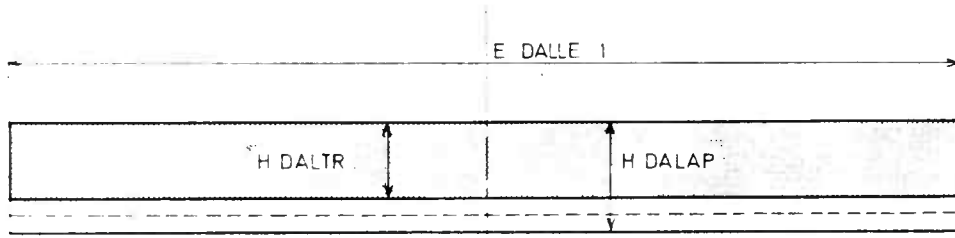
Dans les autres cas (hauteur constante ou hauteur variable avec gousset) on ne fournit pas ces cartes.

## CÔUPES TRANSVERSALES CALCULABLES

On se reportera aux dessins ci-contre lors de la mise au point des données à inscrire dans le bordereau (cf. commentaires)

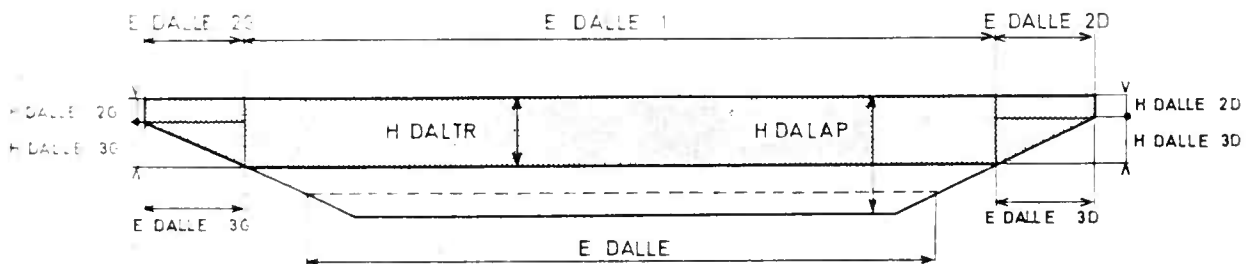
- toutes les sections transversales définies ci-après peuvent être élegies.
- la partie hachurée de chaque coupe transversale définit la section dont les caractéristiques sont décrites au tableau B du bordereau des données.

TYPE 1



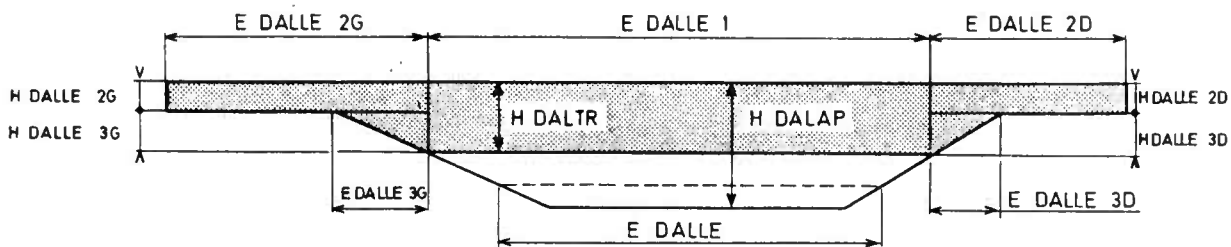
EDALLE 2. = EDALLE 3. = 0  
 HDALLE 2. = HDALLE 3. = 0  
 VACOUTRA = 2

TYPE 2



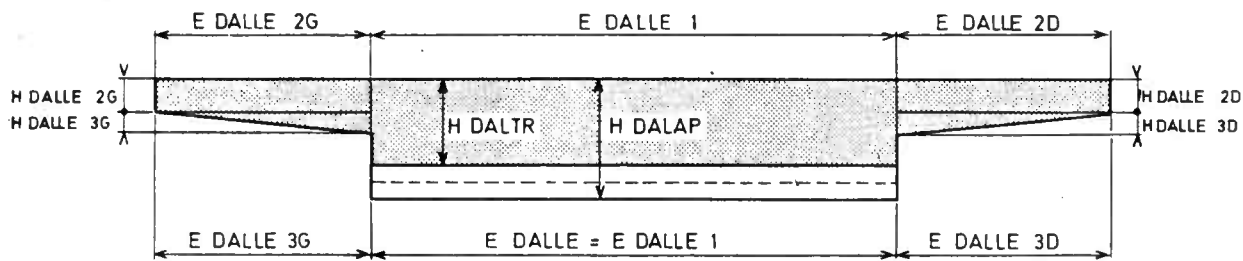
EDALLE 2. = EDALLE 3.  
 HDALTR = HDALLE 2. + HDALLE 3.  
 VACOUTRA = 1

TYPE 3



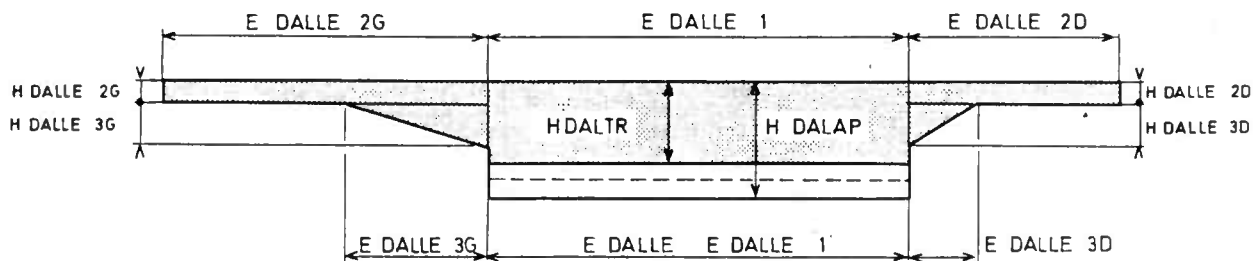
$$\begin{aligned} \text{HDALTR} &= \text{HDALLE 2.} + \text{HDALLE 3.} \\ \text{VACOUTRA} &= 1 \\ \text{EDALLE 3.} &\neq 0 \end{aligned}$$

TYPE 4



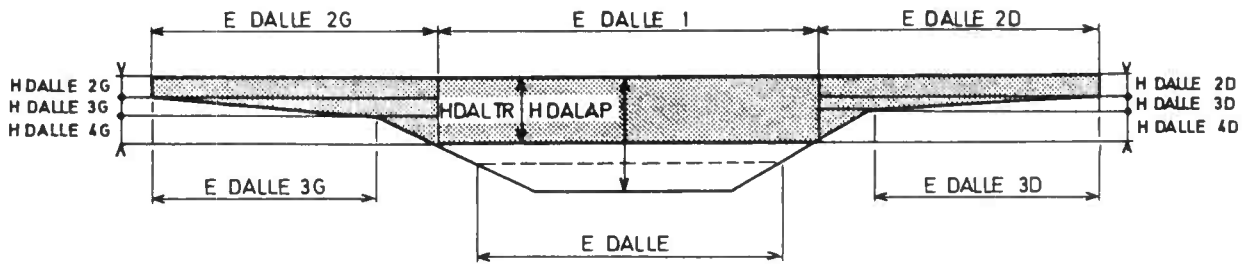
$$\begin{aligned} \text{EDALLE 2.} &= \text{EDALLE 3.} \\ \text{HDALTR} - (\text{HDALLE 2.} + \text{HDALLE 3.}) &> 0 \\ \text{VACOUTRA} &= 2 \\ \text{EDALLE 3.} &> 0 \end{aligned}$$

TYPE 5



$$\begin{aligned} \text{EDALLE 2.} &> \text{EDALLE 3.} > 0 \\ \text{HDALTR} - (\text{HDALLE 2.} + \text{HDALLE 3.}) &> 0 \\ \text{VACOUTRA} &= 2 \end{aligned}$$

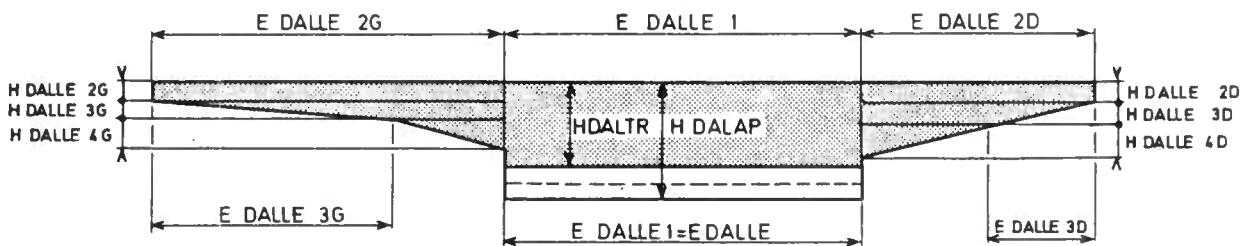
TYPE 6



$$HDALTR = HDALLE 2. + HDALLE 3. + HDALLE 4.$$

$$VACOUTRA = 1$$

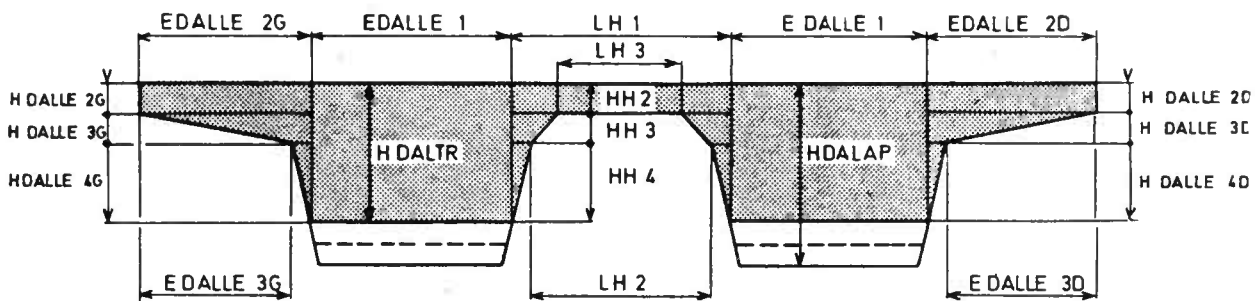
TYPE 7



$$HDALTR - (HDALLE 2. + HDALLE 3. + HDALLE 4.) > 0$$

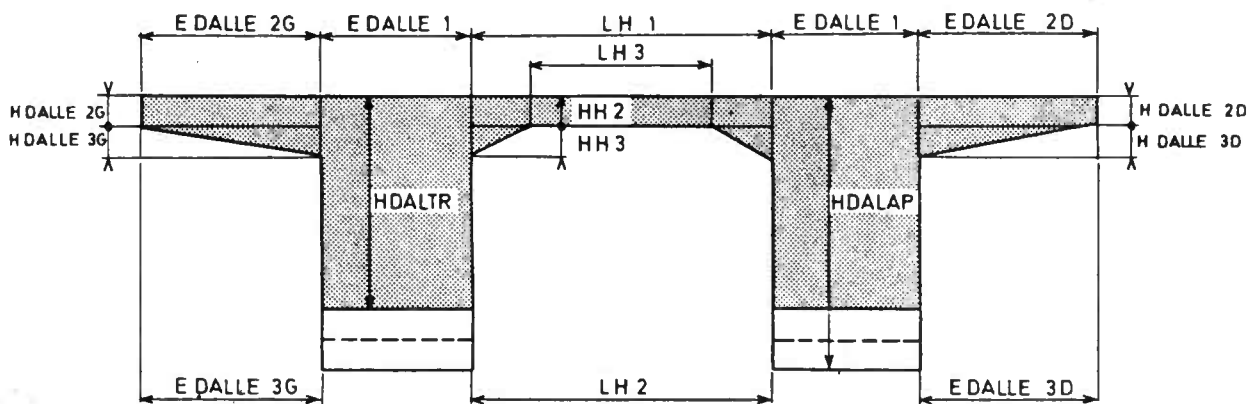
$$VACOUTRA = 2$$

TYPE 8



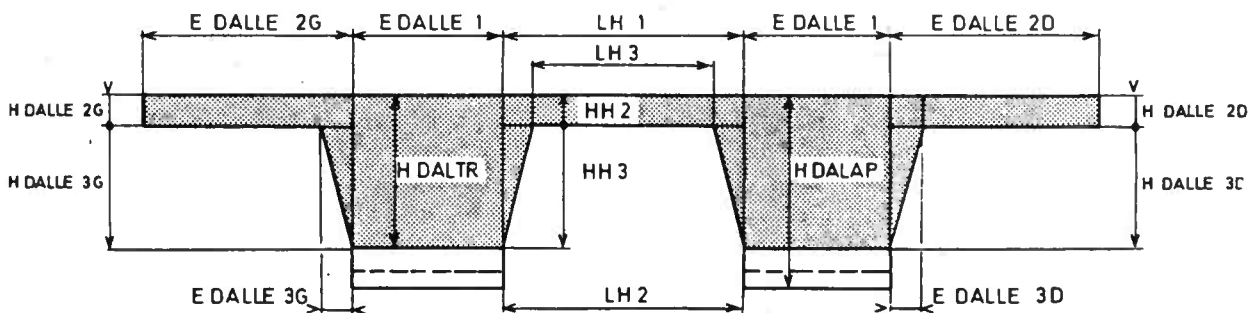
$NERV = 2$        $VACOUTRA = 1$   
 $HDALTR = HDALLE 2. + HDALLE 3. + HDALLE 4.$   
 $HDALTR = HH2 + HH3 + HH4$   
 $LH1 > LH2 > LH3$

TYPE 9



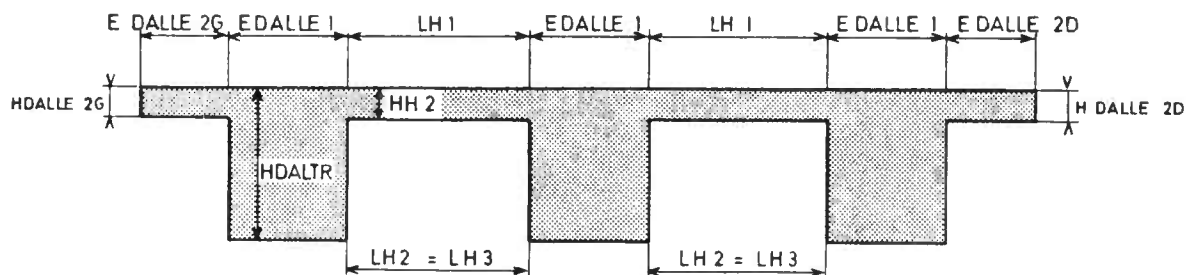
$NERV = 2$        $VACOUTRA = 2$   
 $HDALTR - (HDALLE 2. + HDALLE 3.) > 0$   
 $HDALTR - (HH2 + HH3) > 0$   
 $EDALLE 2. = EDALLE 3.$        $LH2 = LH1$   
 $HDALLE 4. = 0$        $HH4 = 0$

TYPE 10



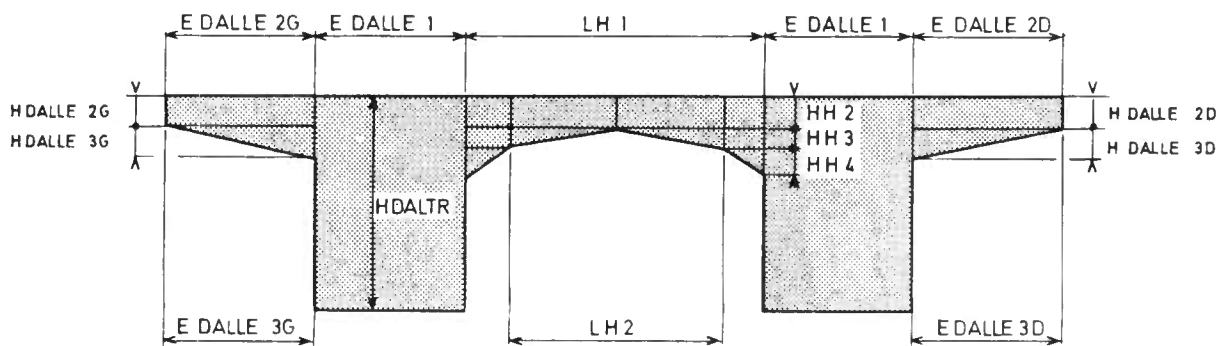
$NERV = 2$        $VACOUTRA = 2$   
 $HDALTR - (HDALLE 2. + HDALLE 3.) > 0$   
 $HDALTR - (HH2 + HH3) > 0$   
 $HDALLE 4. = 0$        $HH4 = 0$        $LH2 = LH1$

TYPE 11



$NERV = 3$        $VACOUTRA = 0$   
 $EDALLE 3. = 0$        $HDALLE 3. = 0$        $HDALLE 4. = 0$   
 $LH1 = LH2 = LH3$        $HH3 = 0$        $HH4 = 0$   
 $HDALTR = HDALAP$

TYPE 12



$NERV = 2$        $VACOUTRA = 0$   
 $HDALLE 4. = 0$        $LH3 = 0$   
 $HDALTR - (HDALLE 2. + HDALLE 3.) \geq 0$   
 $HDALTR - (HH2 + HH3 + HH4) \geq 0$   
 $HDALTR = HDALAP$

<b>TABLEAU C - VERIFICATION DE LA PRECONTRAINTE</b>
---

Ce tableau qui permet de décrire les caractéristiques d'une famille de câbles à vérifier, n'est à remplir que si la donnée CABLAGE vaut 4 (CARTE A3).

Définition d'une famille de câbles.

Le programme MCP a été conçu de manière à permettre la vérification automatique d'une précontrainte mise en oeuvre par des câbles éventuellement non filants, ce qui a conduit à considérer des familles de câbles regroupant chacune des câbles de mêmes caractéristiques ayant de plus, aux distances entre corps d'ancrage près, mêmes abscisses d'origine et d'extrémité.

Si une famille ainsi définie doit être mise en tension en deux temps, l'utilisateur doit prévoir une famille supplémentaire car **toutes les armatures d'une famille doivent être tendues le même jour**.

Dans le cas général de plusieurs familles de câbles, chaque famille peut être constituée de l'une ou l'autre des deux catégories d'armatures dont les caractéristiques géométriques et mécaniques figurent dans les cartes A13 et A14 du tableau A.

Le tableau C proposé ne permettant la vérification que d'un seul tracé, l'utilisateur doit remplir autant de tableaux C qu'il y a de familles de câbles ; ce nombre est limité à 8.

**Les familles de câbles doivent être décrites dans l'ordre de leurs mise en tension.**

CARTE C0

CARACTERISTIQUES DE LA FAMILLE DE CABLES.

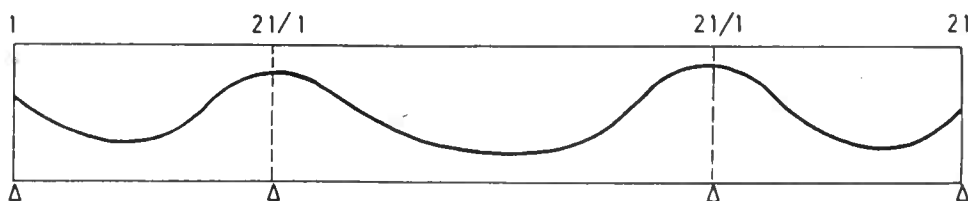
CLASBP

Classe de vérification de l'ouvrage définie pour les justifications des contraintes normales vis-à-vis de l'état-limite de service.

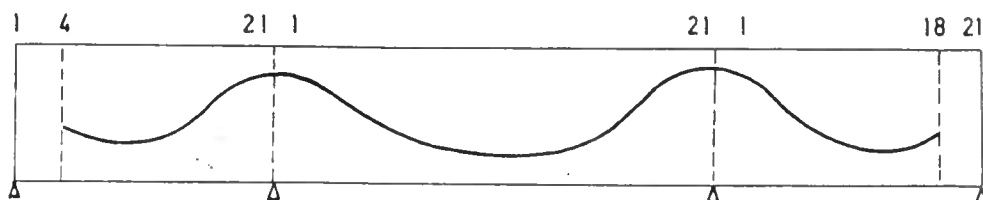
Porter, dans la colonne de droite, la classe de vérification adoptée pour l'ouvrage étudié, telle qu'elle est définie à l'article 1.3 du BPEL.

NPH	Identification de la phase (donnée non opérationnelle). Porter normalement 1.
NFC	Nombre de familles de câbles à vérifier ( $NFC \leq 8$ ).
NUM	Numéro de la famille de câbles considérée.
ARMA	Porter 1 si les armatures appartiennent au premier système de précontrainte ; les caractéristiques géométriques et mécaniques de ces armatures sont alors introduites sur la carte A13.  Porter 2 si les armatures appartiennent au second système de précontrainte ; les caractéristiques géométriques et mécaniques de ces armatures sont alors introduites sur la carte A14.
NCAB	Nombre de câbles que comporte la famille considérée.
IC1	Numéro de la travée dans laquelle commence la famille,
JC1	Numéro de la section de la travée IC1 dans laquelle commence la famille,
IC2	Numéro de la travée dans laquelle s'arrête la famille,
JC2	Numéro de la section de la travée IC2 dans laquelle s'arrête la famille,

### exemples



$$IC1 = 1 \quad JC1 = 1 \quad IC2 = 3 \quad JC2 = NDTV + 1$$



$$IC1 = 1 \quad JC1 = 4 \quad IC2 = 3 \quad JC2 = 18$$

MT

Age du béton lors de la mise en tension des armatures de la famille considérée ; cette valeur doit être égale à  $t_1$  ou à  $t_2$  définis en carte A12.



MODE

Nature des ancrages.

Porter 1 si la mise en tension est assurée par un ancrage actif à l'extrémité gauche de l'ouvrage et si l'autre extrémité comporte un ancrage mort pour tous les câbles.

Porter 2 si la mise en tension est assurée par un ancrage actif à l'extrémité droite de l'ouvrage et si l'autre extrémité comporte un ancrage mort pour tous les câbles.

Porter 3 si tous les câbles sont munis d'un ancrage actif à leurs deux extrémités.

Porter 4 si les ancrages actifs des câbles, tirés d'un seul côté, sont alternativement prévus à l'une et à l'autre extrémité de l'ouvrage.

 $\sigma_{p0}$ 

Tension à l'origine des armatures de précontrainte (cf article 3.1 du BPEL), la valeur maximale de cette tension ne doit pas dépasser la plus faible des valeurs suivantes :

- valeur figurant dans l'arrêté d'agrément du procédé de précontrainte utilisé.

-  $0,80 f_{prg}$  (cf cartes A13 et A14)

-  $0,90 f_{peg}$  (cf cartes A13 et A14)

CARTES CiA  
et  
CARTES CiB

ORDONNEES DE LA FAMILLE DE CABLES PAR RAPPORT  
A L'INTRADOS.

Ne rien porter dans la section de la travée  $i$  considérée si cette section se situe hors de l'intervalle (IC1, JC1) (IC2, JC2).

Sinon, porter la valeur de l'ordonnée du câble moyen de la famille considérée dans les sections de la travée  $i$ .

#### Remarque

L'attention de l'utilisateur est attirée sur le fait que l'ordonnée dont il s'agit est l'ordonnée du centre de gravité du câble moyen et non l'ordonnée de la gaine ; la donnée DECALAGE définie en carte A13 et A14 n'étant en ce cas pas considérée.

<b>TABLEAU D - CARACTERISTIQUES GÉOMÉTRIQUES</b>
--

L'utilisation du tableau D correspond aux cas d'ouvrages de formes complexes dont la géométrie transversale sort du cadre prévu par les données du tableau B.

**Ce tableau n'est donc fourni que si l'on a porté INERTIE = 0 en carte A3 .**

On remplira autant de tableaux D qu'il y a de travées.

CARTES D1      CARACTERISTIQUES GÉOMÉTRIQUES  
à D24

Chaque carte décrit une section de calcul :

- \* les cartes D1 à D21 concernent les sections courantes.
- \* les cartes D22 et D23 concernent les sections de fin de gousset gauche et d'amorce de gousset droit.
- \* la carte D24 concerne la section déterminante de la travée.

Remarque : Nombre de cartes à remplir

- \* VACOUTRA = 0 (carte B1), l'ouvrage étant d'inertie constante, l'utilisateur ne remplit que la carte D1, les cartes D2 à D24 n'étant pas fournies.
- \* VACOUTRA = 1 ou 2 (carte B1) ; l'ouvrage est d'inertie variable, l'utilisateur doit remplir :
  - . les (NDIV + 1) premières cartes (si NDIV < 20 les cartes D de NDIV + 2 à 21 restent vierges)
  - . les cartes D22 et D23 si IGOUS= 1 (cf. carte A6)
  - . la carte D24

AIRE            Aire de la section brute.

STAT            Moment statique de l'aire brute par rapport à l'extrados de la dalle.

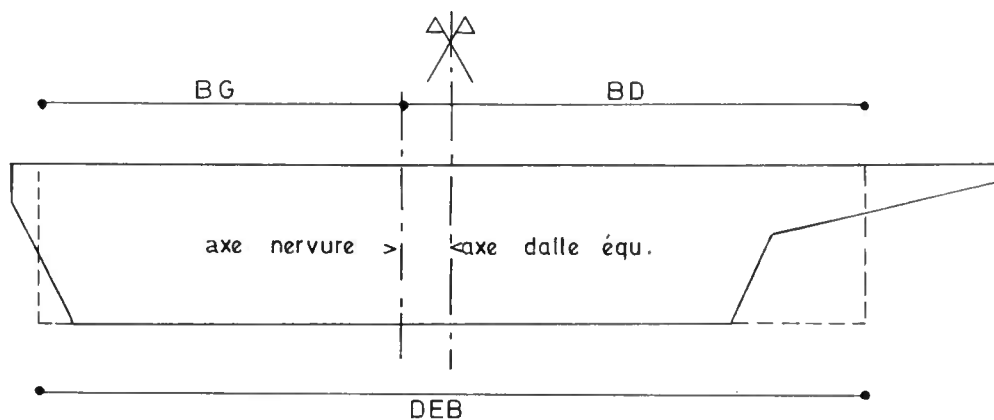
XIN	moment d'inertie de la section par rapport à la fibre moyenne.
WS	distance de la fibre supérieure de la dalle au centre de gravité.
WI	distance de la fibre inférieure de la dalle au centre de gravité.
ETA	rendement géométrique de la section.

CARTE D25    CARACTÉRISTIQUES DE LA DALLE RECTANGULAIRE ÉQUIVALENTE

Pour le calcul de la répartition transversale des efforts longitudinaux et des efforts de flexion transversale, le programme substitue à la dalle réelle une dalle rectangulaire équivalente de largeur DEB, de même inertie de flexion longitudinale et de même hauteur que la section médiane de la travée concernée.

Les données de la carte D25 n'ont un sens que si NERV = 1 (carte A5); si  $NERV \geq 2$  la carte D25 reste vierge.

BG	distance de l'extrémité gauche de la dalle équivalente par rapport à l'axe de la nervure.
BD	distance de l'extrémité droite de la dalle équivalente par rapport à l'axe de la nervure.
DEB	largeur totale de la dalle équivalente $DEB = BG + BD$ .



### Remarques

(1) Etude de la répartition transversale des efforts longitudinaux ou de la flexion transversale (cas où EXCENTR = 1 ou MOTRAN = 1 carte A3).

a) cas où EXCENTR = 1 ou MOTRAN = 1 (carte A3)

Dans le cas d'ouvrage de formes complexes ces effets sont étudiés par le programme dans les conditions suivantes :

\* NERV = 1 (carte A5) ; l'ouvrage est alors considéré comme une dalle simplement nervurée : l'utilisateur doit remplir les cartes D25. L'étude est faite suivant la méthode de MM. GUYON MASSONNET.

\*  $NERV \geq 2$  (carte A5) ; l'ouvrage est alors considéré comme une dalle à nervures multiples : l'utilisateur doit remplir les cases hachurées (ANERV - EPAIS - HNERV - AL (1) - AL (2)) de la carte B2. L'étude est faite suivant la méthode de MM. CART FAUCHART.

b) cas où EXCENTR = 0 et MOTRAN = 0 (carte A3)

On remplira en conséquence les données de la carte A11 (coefficients de répartition transversale).

(2) Dans le cas où l'on a porté INERTIE = 0, on doit également porter en carte A3 :

DIMAP = 0  
ETRIER = 0

les sections correspondantes du calcul ne pouvant être effectuées. De plus l'étude à l'Etat-Limite Ultime et à l'Etat-Limite de Service en section fissurée (cas de la classe III du BPEL) ne sera pas fournie.

<b>TABLEAU E - ETUDES B.P. EXTRA RÉGLEMENTAIRES</b>
---

L'utilisation du tableau E est réservée aux cas de calculs non conformes au BPEL, si l'on a préalablement porté BPEL = 0 en carte A3.

CARTE E1      CONTRAINTES LIMITES DÉFINISSANT LA CLASSE DE VÉRIFICATION.

Conventions de signes :

Les contraintes suivantes sont positives si elles correspondent à des compressions et négatives si elles correspondent à des tractions.

**Contraintes limites en section d'enrobage**

$\bar{\sigma}_j(t_1)$	Contrainte limite minimale du béton en section d'enrobage à ne pas dépasser à la mise en tension respectivement à $t_1$ et à $t_2$ jours .
$\bar{\sigma}_j(t_2)$	
$\bar{\sigma}_{QL}$	Contrainte limite minimale du béton en section d'enrobage sous la combinaison quasi permanente, c'est-à-dire les charges permanentes (poids propre + superstructures + tassements probables s'il y a lieu).
$\bar{\sigma}_X$	Contrainte limite minimale du béton en section d'enrobage sous la combinaison fréquente, c'est-à-dire sous la combinaison des charges de longue durée, de la fraction $\psi_1$ des charges d'exploitation et $\psi_0\theta$ du gradient thermique s'il y a lieu.
$\bar{\sigma}_{mini}$	Contrainte limite minimale du béton en section d'enrobage sous la combinaison rare en l'absence de tassement aléatoire (porter le signe + si l'on désire une compression résiduelle en service).
$\bar{\sigma}_{j,2}(t_1)$	<b>Contraintes limites hors section d'enrobage</b>
$\bar{\sigma}_{j,2}(t_2)$	Mêmes significations que celles des contraintes plus haut relatives à la section d'enrobage.
$\bar{\sigma}_{QL,2}$	
$\bar{\sigma}_{X,2}$	
$\bar{\sigma}_{mini,2}$	

$\gamma_{bj}$	Coefficient définissant la contrainte limite de compression du béton à la mise en tension : $f_{cj} / \gamma_{bj}$
$\gamma_{bv}$	Coefficient définissant la contrainte limite du béton sous l'effet de la combinaison rare en service toutes pertes déduites : $f_{c28} / \gamma_{bv}$
$\gamma_{bQL}$	Coefficient définissant la contrainte limite de compression du béton sous l'effet de la combinaison quasi permanente en service toutes pertes déduites : $f_{c28} / \gamma_{bQL}$

### CARTE E2      COEFFICIENTS RELATIFS AUX CALCULS DES COMBINAISONS D'ACTIONS.

COEFCA  
COEFCB  
COEFCM  
COEFCT  
COEFCO

Les coefficients ci-contre permettent de déterminer les valeurs représentatives des actions assimilables aux valeurs des D.C.79 à partir des valeurs nominales pour les actions suivantes :  
charge A - charges B - charges militaires ou exceptionnelles - charges de trottoir - charges non permanentes appliquées en cours de construction.

$\gamma_{F3}$   
 $\gamma_{F1GMAX}$   
 $\gamma_{F1GMIN}$

Coefficients similaires aux coefficients de l'article 7 des D.C.79 servant à la détermination des sollicitations pour la justification à l'Etat-Limite Ultime.

$\gamma_{QCA}$   
 $\gamma_{QCB}$   
 $\gamma_{QCM}$   
 $\gamma_{QCT}$   
 $\gamma_{QCO}$

Les coefficients ci-contre, relatifs aux charges non permanentes sont similaires aux coefficients  $\gamma_{F1Q1}$  de l'article 7 des D.C. 79 servant à la détermination des sollicitations à l'Etat Limite Ultime. Ils concernent dans l'ordre : la charge A - les charges B - les charges militaires ou exceptionnelles - les charges de trottoir - les charges non permanentes appliquées en cours de construction.

### CARTES E3      DIVERS COEFFICIENTS

$\gamma_s$   
 $\gamma_p$   
 $\gamma_b$

Coefficients d'affinité entrant dans la définition des diagrammes de calcul de contraintes-déformations des matériaux que sont respectivement l'acier pour le ferrailage longitudinal, l'acier dur de précontrainte et le béton en vue de la justification à l'Etat-Limite Ultime de résistance.

$\gamma_{P1}$  }  
DP1 } P1

Coefficients servant à déterminer les valeurs caractéristiques maximales (P1) et minimales (P2) de l'action de la précontrainte.

$\gamma_{P2}$  }  
DP2 } P2

En respectant les notations de l'article 4.1 du BPEL on rappelle que :

$$\begin{aligned} \sigma_{p1} &= P01. \sigma_{p0} - DP1 \Delta \sigma_{pj} \longrightarrow P1 \\ \sigma_{p2} &= P02. \sigma_{p0} - DP2 \Delta \sigma_{pj} \longrightarrow P2 \end{aligned}$$

CARTE E4      MODULES ET CALCUL DES DÉFORMATIONS DU BÉTON

$E_{ij}(t_1)$ $E_{ij}(t_2)$	Modules d'élasticité de déformation instantanée du béton à la mise en tension à $t_1$ jours et à $t_2$ jours en $t/m^2$ .
$E_i$ 28	Modules de déformation instantanée du béton en service en $t/m^2$ .
$N_i$ $N_v$	Coefficients d'équivalence acier - béton correspondants aux déformations instantanées et différées du béton entrant dans le calcul de la déformation du béton jusqu'à la décompression et dans la justification à l'état limite de service.
$r(t_1)$ $r(t_1)$ $r(t_2-t_1)$ $r(MS-t_1)$ $r(MS-t_2)$	Valeurs de la loi d'évolution du retrait servant à la détermination des pertes de précontrainte par retrait du béton; les notations sont celles de la carte A12, les valeurs étant données pour $t_1$ jours, $t_1$ jours, $(t_2 - t_1)$ jours, $(MS - t_1)$ jours et $(MS - t_2)$ jours. On rappelle, en suivant les notations de l'article 2.1 du BPEL, que :
	$r(0) = 0$ et $r(t \rightarrow \infty) = 1$ .
$K_{f11}$ $K_{f12}$ $K_{f13}$	Valeurs du coefficient de fluage pour l'évaluation des pertes de précontrainte par fluage du béton respectivement à $t_1$ jours, à $t_2$ jours et en service.

**remarque: Choix de la classe de vérification**

La donnée CLASBP (classe de vérification du BPEL) de la carte A16 (s'il s'agit d'un dimensionnement) ou de la carte C0 (s'il s'agit d'une vérification) n'a plus de signification dans le cas d'une étude extra-réglementaire. Toutefois, elle permet d'orienter les calculs effectués par le programme, à savoir : (par analogie avec le BPEL).

CLASBP = 1 ou 2 : justifications E.L.S. (en section supposée non fissurée)

justifications E.L.U.

CLASBP = 3 : justifications E.L.S. en section supposée non fissurée

justifications E.L.U.

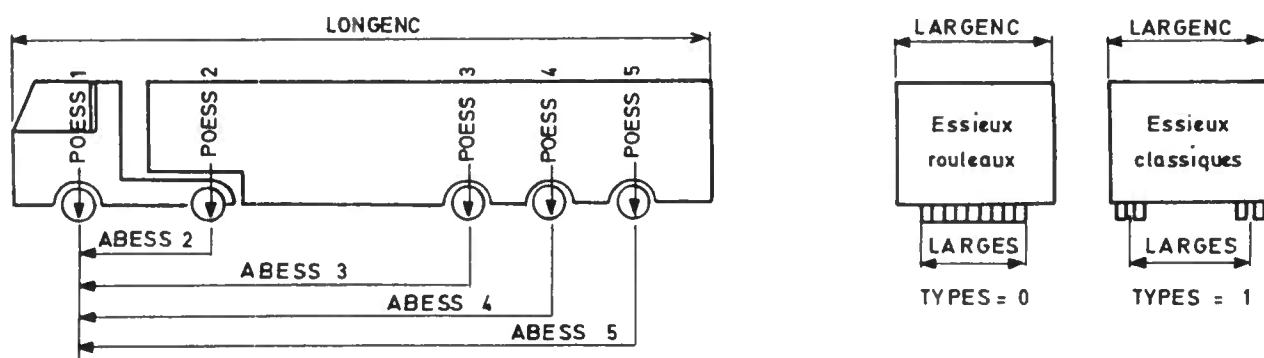
justifications E.L.S. en section fissurée.

<b>TABLEAU F - CHARGES D'EXPLOITATION GENERALISEES</b>
--

Ce tableau qui permet de décrire les charges d'exploitation généralisées n'est à remplir que si le chiffre des centaines des données A, B, CE ou si IQSP est différent de 0 (CARTE A9).

CARTE F1    CHARGES B GENERALISEES.

Carte à remplir seulement si le chiffre des centaines de la donnée B (cf. carte A9) vaut 1.



NCAM        Nombre de véhicules par voie de circulation ; ce nombre doit être inférieur ou égal à 6.

NES        Nombre d'essieux par véhicule ; ce nombre doit être inférieur ou égal à 6.

TYPES      1 : Essieux classiques composés de deux roues.  
 0 : Essieux du type "rouleau".  
 A noter que tous les essieux doivent être du même type.

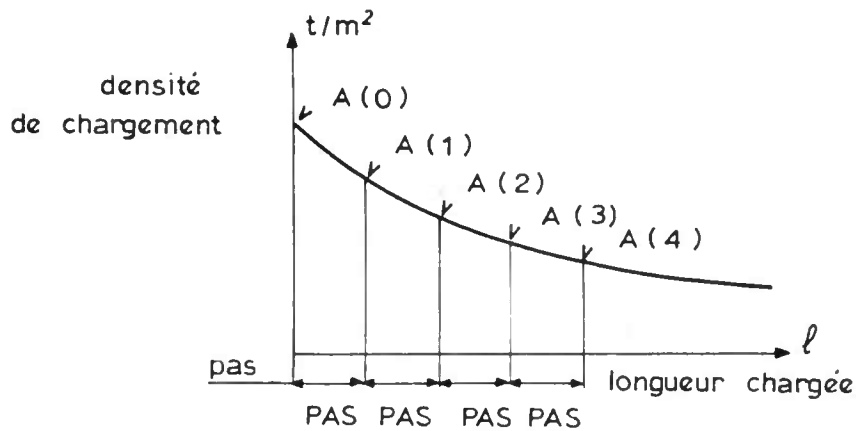
ESAV        Dans les calculs de **flexion transversale** pour la charge du type B, les essieux de numéro ESAV à ESAR (bornes comprises) seront pris en compte.

LONG ENC    Longueur d'encombrement d'un véhicule.

LARG ENC    Largeur d'encombrement d'un véhicule.



- LARG ES            Largeur de l'essieu type "rouleau" (si TYPES = 0) ou distance d'axe en axe des deux roues d'un même essieu (si TYPES = 1).
- DYNA                0 : le coefficient de majoration dynamique est calculé selon les dispositions prévues par le règlement (F. 61, II).  
1 : le coefficient de majoration dynamique doit être lu dans la case suivante
- DYNAM              Donnée à remplir seulement si DYNA = 1.
- Valeur du coefficient de majoration dynamique valable pour l'ensemble de l'ouvrage. Prendre la valeur **enveloppe** pour l'ensemble des travées pour être dans le sens de la sécurité tant vis-à-vis de la flexion longitudinale que vis-à-vis de la flexion transversale.
- CDTB (i)            Coefficient de dégressivité transversale relatif aux camions B en fonction du nombre i de files considérées. Si le nombre de files de camions (NFC) est inférieur au nombre de voies de circulation, porter 0 dans les coefficients CDTB (i) pour  $i = (NFC + 1)$  à NVOIE.
- JBGN \*  
JBGX \*              On ne remplira pas ces données si la charge d'exploitation décrite dans cette carte n'existe pas en situation de construction. L'utilisation de ces données est décrite plus loin.
- XLARB                Largeur de l'essieu normal, pour la détermination du pas de déplacement transversal des charges.
- Une largeur de 0,25 m qui impose un pas de déplacement de 0,125 m est normalement adoptée si l'on ne remplit pas cette case.
- CARTE F2            La carte F2 définit longitudinalement le véhicule en précisant les abscisses et le poids de chaque essieu par rapport à une origine donnée. On prendra l'essieu avant du véhicule comme essieu d'origine (ABESS 1 = 0) ; les essieux seront numérotés dans l'ordre et on fournira pour chacun d'eux son **abscisse** (ABESS i) par rapport à l'essieu d'origine et son **poids** (POESS i).
- CARTE F3            CHARGE A GENERALISEE.
- Cette surcharge généralisée n'est prise en compte que si le chiffre des centaines de A est égal à 1 (cf. carte A9).

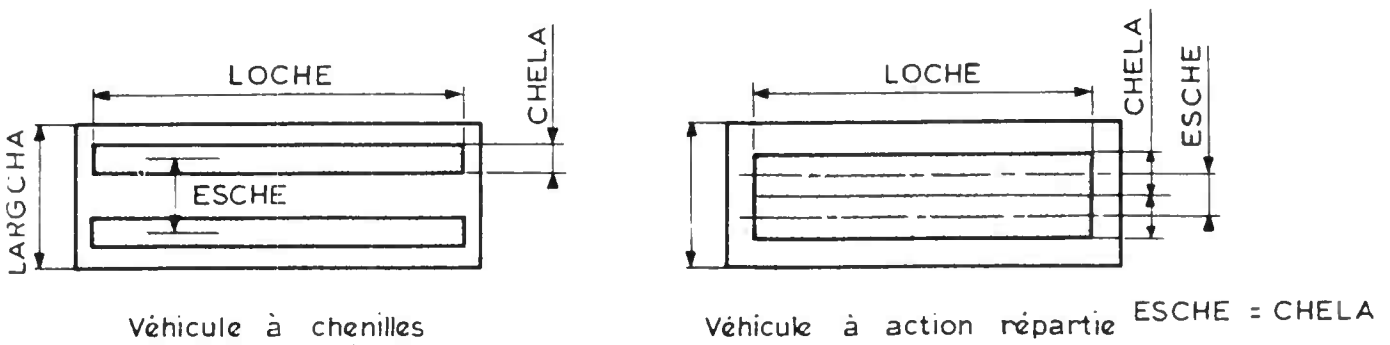


- PAS La carte F3 définit une charge A généralisée à partir de données supplémentaires qui sont, pour une longueur unitaire PAS exprimée en mètre, les charges générales de chaussée (exprimées en  $t/m^2$ )  $A(0)$ ,  $A(1)$ ,  $A(2)$ ,  $A(3)$ ,  $A(4)$  pour une longueur chargée de 0, PAS, 2 PAS, 3 PAS, 4 PAS. Adopter normalement pour PAS une valeur entière voisine du quart de la somme des deux portées les plus longues.
- LVOIE Largeur nominale d'une voie  $V_0$  (cf. art. 4.2 du Fasc. 61, titre II).
- CDTA (i) Coefficient de dégressivité transversale relatif à la charge A correspondant à  $i$  voies chargées. ( $i = 1$  à NVOIE)
- JAGN \* On ne remplira pas ces données si la charge d'exploitation décrite dans cette carte n'existe pas en situation de construction.  
JAGX \*
- L'utilisation de ces données est décrite plus loin.

#### CARTE(S) F4

#### CHARGES A CARACTERES PARTICULIERS GENERALISEES.

A remplir seulement si le chiffre des centaines de CE (cf. carte A9) est supérieur ou égal à 1.  
Remplir un nombre de cartes F4 égal à ce chiffre. Chacune d'elles décrit une charge généralisée à caractères particuliers sous forme d'un convoi de **deux** véhicules identiques analogues aux charges militaires.



TITRE	Identification en caractères alphanumériques du convoi (6 caractères).
IDYCHA	0 : Les coefficients de majoration dynamique sont calculés suivant les dispositions prévues par le règlement (Fasc.61, II) <b>pour les charges militaires</b> .  1 : Le coefficient de majoration dynamique de la charge généralisée valable pour l'ensemble de l'ouvrage doit être lu dans la case suivante.
DYCHA	Si IDYCHA = 1, valeur du coefficient de majoration dynamique, valable pour l'ensemble de l'ouvrage, applicable à la charge généralisée.
POICHA	Masse totale de chacun des deux chars.
LMAX LMIN	Distance entre-axes maximale (resp. minimale) des impacts des deux véhicules.

Cas particuliers.

Lorsque LMAX = LMIN, ces données correspondent à un entre-axes **constant** à respecter entre les deux véhicules.

Lorsque LMAX = LMIN > 100 m, un seul véhicule est pris en compte dans le calcul des efforts.

Lorsque LMIN < 100 et LMAX ≥ 100 : la distance est variable mais supérieure à LMIN.

LARGCHA	Largeur d'encombrement du véhicule. Elle est égale à deux fois la distance minimale entre l'axe longitudinal de la charge et le bord de la largeur chargeable.
LOCHE	Longueur d'une chenille.
CHELA	Largeur d'une chenille.
ESCHE	Distance d'axe en axe des deux chenilles. Pour un véhicule à action répartie, comme par exemple, l'une des remorques de la charge exceptionnelle type D ou E, prendre ESCHE = CHELA = demi largeur d'impact (cf. figure).
JMINEG * JMAXEG *	On ne remplira pas ces données si la charge exceptionnelle décrite dans cette carte n'existe pas en situation de construction.

L'utilisation de ces données est décrite plus loin.

CARTE F5SUPERSTRUCTURES PROVISOIRES

QSUPP M            **Valeur caractéristique** maximale (resp. minimale) du  
                   m            poids des superstructures provisoires au mètre linéaire  
                                   de longueur de tablier pour l'ensemble de la section  
                                   transversale.

QSPP	DQSPP 1G	QSPPHM
1 ou 2	DQSPP 1D	QSPPHm
G ou D	DQSPP 2G	DQSPPH
M ou m	DQSPP 2D	

Ces paramètres ont la même signification que ceux notés .QSUP. et ici notés .QSPP. (cf définition des paramètres de la carte A10).

JQSPN \*            Ces paramètres définissent les dates d'application des  
 JQSPX \*            superstructures provisoires ; leur utilisation est décrite  
                           en note ci-dessous.

.            .  
                   .

\* NOTE : Dates d'application des charges.

Les paramètres notés J...N et J...X permettent de définir les dates d'applications des différentes charges auxquelles ils se rapportent : Les charges en question seront présentes du jour J...N inclus au jour J...X inclus.

Le programme comparera ces dates aux données,  $t_1$ ,  $t_2$  et MS définis en carte A12.

**Par exemple** :  $JQSPN = t_1 + 1$  et  $JQSPX = t_2$  implique que les superstructures provisoires ne seront prises en considération que pour la vérification à  $t_2$  jours.

Si  $J... N > 0$  et  $J... X = 0$ , le programme considère que  $J... X = \text{infini}$ .

Enfin si ces données ne sont pas remplies le programme considère que :

$J... N = MS$

$J... X = \text{infini}$ .

NOTES

**Page laissée blanche intentionnellement**

# commande de calcul automatique

(A envoyer en deux exemplaires)

PROGRAMME UTILISE: \_\_\_\_\_

**OUVRAGE**

Identité de l'ouvrage: \_\_\_\_\_  
 Commune : \_\_\_\_\_ Département: \_\_\_\_\_  
 Voie portée : \_\_\_\_\_  
 Voie franchie: \_\_\_\_\_  
 Pièces jointes et remarques particulières: \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_  
 \_\_\_\_\_

**ORGANISME  
DEMANDEUR**

Raison sociale: \_\_\_\_\_  
 Adresse: \_\_\_\_\_  
 Commune: \_\_\_\_\_ Code postal : \_\_\_\_\_  
 Ingénieur responsable: \_\_\_\_\_ Téléphone(\*): \_\_\_\_\_  
 Télex : \_\_\_\_\_

**ENVOI**

Organisme demandeur       A tenir à disposition à l'accueil du SETRA  
 Organisme désigné ci-dessous:  
 Raison sociale: \_\_\_\_\_  
 Adresse: \_\_\_\_\_  
 Commune: \_\_\_\_\_ Code postal : \_\_\_\_\_  
 A l'attention de: \_\_\_\_\_ Téléphone(\*): \_\_\_\_\_  
 Nombre de photoréductions supplémentaires (\*\*) demandé: \_\_\_\_\_

**FACTURATION**

Organisme demandeur       Organisme destinataire  
 Organisme désigné ci-dessous:  
 Raison sociale: \_\_\_\_\_  
 Adresse: \_\_\_\_\_  
 Commune: \_\_\_\_\_ Code postal : \_\_\_\_\_  
 A l'attention de: \_\_\_\_\_ Téléphone(\*): \_\_\_\_\_

Commande adressée au

Fait à \_\_\_\_\_ le \_\_\_\_\_ 19 \_\_\_\_

SETRA

Département des Ouvrages d'Art  
 Ouvrages- types  
 46 avenue Aristide Briand  
 B.P. 100 - 92223 BAGNEUX (FRANCE)

(signature du demandeur)

Téléphone: 16-1-664 14 77  
 Télex : 260 76 3F

répétée en lettres majuscules pour lisibilité:

(\*) Ne pas omettre l'indicatif complet

(\*\*) Deux photoréductions au format 21 x 29,7 sont fournies avec la note de calcul originale; les exemplaires supplémentaires sont facturés en sus.

Cadre réservé au SETRA	Niveau de prestation:
------------------------	-----------------------





Caractéristiques des armatures de précontrainte ( 1<sup>er</sup> système )

	$f_{prg}(1)$	$f_{peg}(1)$	$E_p(1)$	$P_g 1000(1)$	$\mu_o(1)$	en mm <sup>2</sup>		SECAB (1)	OGAINE (1)	RECLAN (1)	f (1)	$\psi$ (1)	RAYMIN (1)	DECALAGE (1)
A 13				%										

Caractéristiques des armatures de précontrainte ( 2<sup>ème</sup> système ) ( Mettre 0 en première colonne s'il n'y a pas de 2<sup>ème</sup> système )

	$f_{prg}(2)$	$f_{peg}(2)$	$E_p(2)$	$P_g 1000(2)$	$\mu_o(2)$	en mm <sup>2</sup>		SECAB (2)	OGAINE (2)	RECLAN (2)	f (2)	$\psi$ (2)	RAYMIN (2)	DECALAGE (2)
A 14				%										

Caractéristiques des armatures passives

	$f_{e1}$	$f_{e2}$	$\sigma_o$	$\sigma_{\psi 1}$	$E_s$
A 15					

Dimensionnement automatique ( Cette carte n'est remplie que si CABLAGE = 1 ou 2 - carte A3 )

	CLAS BP	K 1	K 2	K 3	K 4	COUVS	COUVI	PCENT	MODE	$\sigma_{po}$
A 16	0 0								0 0	

Tassements

	$\Delta \bar{\sigma}$	YOUNG	KTP	TP 1	$\Delta T 1$	TP 2	$\Delta T 2$	TP 3	$\Delta T 3$	TP 4	$\Delta T 4$	TP 5	$\Delta T 5$	TP 6	$\Delta T 6$	TP 7	$\Delta T 7$
A 17																	

Dimensionnement des appareils d'appuis

	COMPREN V	COMPRES V	COMPREN S	COMPRES S	SYMAP	TYPAP	APP 1	TYPAP	APP 2	TYPAP	APP 3	TYPAP	APP 4	TYPAP	APP 5	TYPAP	APP 6	TYPAP	APP 7
						NAP	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP	NAP
A 18					0, 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

NB • Le tableau A comporte obligatoirement 18 cartes.

- Dans les cas courants il n'est pas nécessaire de remplir les cases hachurées : les paramètres qui y sont situés sont alors initialisés à des valeurs réglementaires ou courantes ou calculés par le programme.





*Si l'ouvrage est d'inertie constante, ne pas fournir les cartes D 2 à D 24.*

	AIRE	STAT	XIN	WS	WI	ETA
D 1					-	
D 2					-	
D 3					-	
D 4					-	
D 5					-	
D 6					-	
D 7					-	
D 8					-	
D 9					-	
D 10					-	
D 11					-	
D 12					-	
D 13					-	
D 14					-	
D 15					-	
D 16					-	
D 17					-	
D 18					-	
D 19					-	
D 20					-	
D 21					-	
<i>Section de fin de gousset gauche</i>						
D 22					-	
<i>Section d'amorce de gousset droite</i>						
D 23					-	
<i>( A l'abscisse 0,4 D(I) ou 0,5 D(I) ou 0,6 D(NT) )</i>						
D 24					-	
<i>Caractéristiques de la dalle équivalente</i>						
	BG	BD	DEB			
D 25						

TABLEAU E : CARTES BP GENERALISEES

CONTRAINTES LIMITES EN SECTION D'ENROBAGE						CONTRAINTES LIMITES HORS SECTION D'ENROBAGE							
	$\sigma_{j,(t1)}$	$\sigma_{j,(t2)}$	$\sigma_{QL}$	$\sigma_x$	$\sigma_{min}$	$\sigma_{j,2(t1)}$	$\sigma_{j,2(t2)}$	$\sigma_{QL,2}$	$\sigma_{x,2}$	$\sigma_{min,2}$	$Y_{bj}$	$Y_{bv}$	$Y_{bOL}$
E 1													

Y <sub>QC</sub> ETAT LIMITE D UTILISATION					Y <sub>QL</sub> ULTIME			Y <sub>QC</sub> ULTIME					
	COEF CA	COEF CB	COEF CM	COEF CT	COEF CC	Y <sub>F3</sub>	Y <sub>F1 Gmax</sub>	Y <sub>F1 Gmin</sub>	Y <sub>QCA</sub>	Y <sub>QCB</sub>	Y <sub>QCM</sub>	Y <sub>QCT</sub>	Y <sub>QCC</sub>
E 2													

COEFFICIENT D'AFFINITE			PRECONTRAINTE				
			EFFET MAX		EFFET MIN		
	Y <sub>s</sub>	Y <sub>p</sub>	Y <sub>b</sub>	P 01	DP 1	P 02	DP 2
E 3							

MODULES BETON			EQUIVALENCE ACIER BETON		LOI DU RETRAIT				LOI DU FLUAGE				
	E <sub>ij(t1)</sub>	E <sub>ij(t2)</sub>	E <sub>i 28</sub>	n <sub>i</sub>	n <sub>v</sub>	r(t1)	r(t2)	r(t2-t1)	r(MS-t1)	r(MS-t2)	K <sub>f1</sub>	K <sub>f2</sub>	K <sub>f3</sub>
E 4													

N.B. . Le tableau E n'est fourni que si BPEL = 0 (carte A3)

. Le tableau E comporte obligatoirement 4 cartes

Charge civile généralisée (véhicule à essieux)

	NCAM	NES	TYPES	ES AV	ES AR	LONG ENC	LARG ENC	LARG ES	DYNA	DYNAM	CDTB (1)	CDTB (2)	CDTB (3)	CDTB (4)	CDTB (5)	CDTB (6)	JBGX	XLARB
F 1		0	0	0	0	m	m	m	0 0									

	ABESS 1	POESS 1	ABESS 2	POESS 2	ABESS 3	POESS 3	ABESS 4	POESS 4	ABESS 5	POESS 5	ABESS 6	POESS 6
F 2	m	t	m	t	m	t	m	t	m	t	m	t

Charge civile généralisée (action répartie)

	PAS	A (0)	A (1)	A (2)	A (3)	A (4)	L VOIE	CDTA (1)	CDTA (2)	CDTA (3)	CDTA (4)	CDTA (5)	CDTA (6)	JAGN	JAGX
F 3	m	t/m <sup>2</sup>	t/m <sup>2</sup>	t/m <sup>2</sup>	t/m <sup>2</sup>	t/m <sup>2</sup>									

Charges exceptionnelles généralisées (véhicules à chenilles)

	TITRE	IDICHA	DYCHA	POICHA	LMAX	LMIN	LARGCHA	LOCHE	CHELA	ESCHE	JMINEG	JMAXEG
F 4 1												

	TITRE	IDICHA	DYCHA	POICHA	LMAX	LMIN	LARGCHA	LOCHE	CHELA	ESCHE	JMINEG	JMAXEG
F 4 2												

	TITRE	IDICHA	DYCHA	POICHA	LMAX	LMIN	LARGCHA	LOCHE	CHELA	ESCHE	JMINEG	JMAXEG
F 4 3												

Superstructures provisoires

	QSUP PM	QSUP Pm	QSPP1Gm	QSPP1Gm	DQSPP1G	QSPP1DM	QSPP1Dm	DQSPP1D	QSPP2Gm	QSPP2Gm	DQSPP2G	QSPP2DM	QSPP2Dm	DQSPP2D	QSPPHM	QSPPHm	DQSPPH	JQSPN	JQSPX
F 5																			

NB Composition du tableau F

- Cartes F1 et F2 ces cartes ne sont à fournir que si le chiffre des centaines de B (carte A9) est égal à 1
- Carte F3 cette carte n'est à fournir que si le chiffre des centaines de A (carte A9) est égal à 1
- Cartes F41 à F43 on fournira autant de cartes F4 que de charges exceptionnelles généralisées (chiffre des centaines de la donnée CE, carte A9)
- Carte F5 cette carte n'est à fournir que si la donnée IQSP (carte A9) est égal à 1

Cases hachurées même remarque que dans le tableau A.

NOTE DE CALCUL COMMENTÉE (EXTRAITS)

MINISTERE DE L'URBANISME DU LOGEMENT ET DES TRANSPORTS  
 SERVICE D'ETUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES (S.E.T.R.A.)

DEPARTEMENT DES OUVRAGES D'ART

```

XX      XX      XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XX
XXX     XXX     XXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XX
XXXX    XXXX    XX XXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXX XX
XX XX   XX XX   XX           XX           XX           XX   XX
XX XXXX XX XX   XX           XX           XX           XX   XX
XX XX   XX XX   XXXXXXXXXXXXX XXXX XXXXXXXXXXXXX XX   XX
XX     XX     XX     XXXXXXXXXXXXX XXXX XXXXXXXXXXXXX XX   XX
XX     XX     XX     XX           XX           XX           XX   XX
XX     XX     XX     XX           XX           XX           XX   XX
XX     XX     XX     XX           XX           XX           XX   XX
XX     XX     XX     XX           XX           XX           XX   XX
XX     XX     XX     XX           XX           XX           XX   XX
XX     XX     XX     XXXXXXXXXXXXX XX           XXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXX
XX     XX     XX     XXXXXXXXXXXXX XX           XXXXXXXXXXXXX XXXXXXXXXXXXX
    
```

NOTE DE CALCUL DE PONT DALLE EN BETON PRECONTRAIN  
 A TRAVEES CONTINUES D'INERTIE VARIABLE  
 (VERSION 84.1)

```

:
: NOTICE D'UTILISATION DU PROGRAMME MCP-EL EXEMPLE D'APPLICATION :
:
:
    
```

CALCUL NUMERO 0001

DATE 22/10/84

LA REMISE A UN ENTREPRENEUR DE LA PRESENTE NOTE DE CALCUL N'ATTENUE EN RIEN SA RESPONSABILITE ET NE LE DISPENSE PAS NOTAMMENT DES OBLIGATIONS QUI LUI INCOMBENT EN VERTU DE L'ARTICLE 29 DU CAHIER DES CLAUSES ADMINISTRATIVES GENERALES

DE MEME, SA REMISE A UN BUREAU D'ETUDES NE DECHARGE PAS CELUI-CI DE SA RESPONSABILITE DE CONCEPTEUR, NOTAMMENT EN CE QUI CONCERNE LE CHOIX DES DONNEES ET LES ADAPTATIONS EVENTUELLES A SON PROJET DES RESULTATS DU CALCUL

POUR TOUS RENSEIGNEMENTS CONCERNANT CE CALCUL VEUILLEZ CONSULTER :

MR XXXX ← nom de l'ingénieur ayant pris en charge le calcul  
 S.E.T.R.A.  
 46 AVENUE ARISTIDE BRIAND  
 BP 100 92223 BAGNEUX  
 TELEPHONE NUMERO (1) 664 14 77  
 TELEX NUMERO 260 763 F

LE PROGRAMME MCP-EL A ETE CONCU AU DEPARTEMENT DES OUVRAGES D'ART DU S.E.T.R.A. PAR

MME J. JACOB INGENIEUR I.N.S.A  
 MR V. LE KHAC INGENIEUR E.N.P.C.  
 MR L. LABOURIE INGENIEUR DES T.P.E.



SOMMAIRE DE LA NOTE DE CALCUL  
\*\*\*\*\*

P 1 CARACTERISTIQUES DE L'OUVRAGE  
P 2 CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX  
P 3 CARACTERISTIQUES DES APPUIS  
P 4 HYPOTHESES RELATIVES AU DIMENSIONNEMENT DE LA PRECONTRAINTE  
P 5 BASES DU CALCUL EN BETON PRECONTRAIT  
P 7 RAPPEL DES OPTIONS DU CALCUL  
P 8 CALCUL DES CARACTERISTIQUES MECANQUES DE L'OUVRAGE  
P 9 CARACTERISTIQUES TRANSVERSALES DU TABLIER  
P 12 CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES SECTIONS BRUTES  
P 15 CARACTERISTIQUES TRANSVERSALES DE LA DALLE RECTANGULAIRE EQUIVALENTE  
P 16 CALCUL DES INCONNUES HYPERSTATIQUES  
P 17 LIGNES D'INFLUENCE DES ROTATIONS SUR APPUIS  
P 18 LIGNES D'INFLUENCE DES MOMENTS SUR APPUIS  
P 20 LIGNES D'INFLUENCE DES EFFORTS TRANCHANTS  
P 21 LIGNES D'INFLUENCE DES REACTIONS D'APPUI  
P 22 AIRES DES LIGNES D'INFLUENCE PAR TRAVEE  
P 23 LIGNE D'INFLUENCE DE LA DERIVEE SECONDE DU MOMENT SUR APPUIS  
P 26 CHARGES PERMANENTES  
P 27 COEFFICIENTS DE MAJORATION DYNAMIQUE  
P 28 COEFFICIENTS D'EXCENTREMENT  
P 43 RECAPITULATION PAR TRAVEE DES CHARGES MAJOREES  
POUR EXCENTREMENT ET DES COEFFICIENTS CORRESPONDANTS  
P 44 ETUDE DES TASSEMENTS  
P 45 MOMENTS FLECHISSANTS EXTREMES PAR CAS DE CHARGE  
P 61 COMBINAISONS DES MOMENTS FLECHISSANTS  
P 64 EFFORTS TRANCHANTS EXTREMES PAR CAS DE CHARGE  
P 81 COMBINAISONS DES EFFORTS TRANCHANTS  
P 84 REACTIONS D'APPUI EXTREMES PAR CAS DE CHARGE  
P 85 COMBINAISONS DES REACTIONS D'APPUI  
P 86 DIMENSIONNEMENT DE LA PRECONTRAINTE  
P 87 CARACTERISTIQUES DES FAMILLES DE CABLES  
P 88 CARACTERISTIQUES DES FAMILLES DE CABLES  
P 89 CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES SECTIONS NETTES  
P 92 CALCUL DES PERTES STATIQUES  
P 96 CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES SECTIONS HOMOGENEISEES  
P 99 TABLEAU DES PERTES DE TENSION PAR FAMILLE  
P 101 TABLEAU DES TENSIONS DANS LES ARMATURES PAR FAMILLE  
P 107 FORCES DE PRECONTRAINTE PAR FAMILLE  
P 109 MOMENTS HYPERSTATIQUES SUR APPUIS  
P 113 CNTRAINTES NORMALES DU BETON A LA FIN DE LA MISE EN TENSION  
P 116 CONTRAINTES NORMALES DU BETON A LA FIN DE LA MISE EN TENSION  
P 119 CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES SECTIONS HOMDGENEISEES  
P 122 CONTRAINTES NORMALES DU BETON A LA MISE EN SERVICE DE L'OUVRAGE  
P 125 CONTRAINTES NORMALES DU BETON A LA MISE EN SERVICE DEFINITIF  
P 128 JUSTIFICATIONS A L'ETAT LIMITE ULTIME  
P 131 RECAPITULATION DES CNTRAINTES DE BETON  
P 132 REACTIONS HYPERSTATIQUES DE PRECONTRAINTE SUR APPUIS  
P 133 REDUCTIONS D'EFFORTS TRANCHANTS  
P 135 VERIFICATION AU CISAILLEMENT - CALCUL DES ETRIERS  
P 139 DEFORMEE DE L'OUVRAGE APRES DECINTREMENT  
P 140 DEFORMEE DE L'OUVRAGE EN SERVICE A VIDE  
P 141 LIGNES D'INFLUENCE DE LA DEFORMATION EN MILIEU DE TRAVEE  
P 143 AVANT METRE

Voir bordereau des données correspondant page 117 du manuel

CARACTERISTIQUES DE L'OUVRAGE  
\*\*\*\*\*

MCPEL 0001 PAGE 1

I UNITES : METRES ET TONNES I  
I SAUF MENTION PARTICULIERE I

CARACTERISTIQUES GENERALES

OUVRAGE A 3 TRAVEE(S) DE LONGUEUR 30.000 M 42.000 M 30.000 M  
NOMBRE DE NERVURE(S) 1  
LONGUEUR DES ABOUTS: 0.400 METRES  
BIAS GEOMETRIQUE : 80.00 GRADES Portées biaises, selon biais géométrique

SYMETRIQUE LONGITUDINALEMENT PAS DE SYMETRIE TRANSVERSALE  
TROTTOIR DE GAUCHE BANDE DERASEE GAUCHE LARGEUR CHARGEABLE BANDE DERASEE DROITE TROTTOIR DE DROITE  
1.000 M 0.500 M 7.500 M 0.500 M 1.500 M

GOUSSETS

POSITION LONGITUDINALE (EN METRES)  
GOUS1D 8.400 GOUS2G 8.400 GOUS2D 8.400 GOUS3G 8.400 GOUS3D GOUS4G GOUS4D GOUS5G GOUS5D GOUS6G

PLAT SUR APPUI : 1.00 M

PAS D'ELEGISSEMENTS

La position des élégissements est rappelée ici s'il y a lieu

CHARGES DE CALCUL

Les charges d'exploitation appliquées (cf carte A9) sont récapitulées ci-dessous.

POIDS PROPRE DALLE SEULEMENT (CP) :  $0.960 \cdot CP < CP < 1.060 \cdot CP$  - MASSE VOLUMIQUE DU BETON 2.500 T/M3  
POIDS DES EQUIPEMENTS : QSUPT MAX = 3.980 T/M QSUPT MIN = 3.260 T/M  
GRADIENT THERMIQUE 12.0 DEGRE C - VALEUR D'ACCOMPAGNEMENT (PSITETA) : 0.500  $\psi_{0\theta}$

L'OUVRAGE EST DE CLASSE 1 - NOMBRE DE VOIES 2 - EPAISSEUR CHAUSSEE 0.080 M  
VALEUR D'ACCOMPAGNEMENT DES CHARGES A CARACTERE NORMAL (PS11) : 0.600  $\psi_1$

CHARGE REGLEMENTAIRE A(L)  
CHARGES REGLEMENTAIRES B  
CHARGES MILITAIRES REGLEMENTAIRES MC120 ET ME120  
DEUX TROTTOIRS CHARGES : CHARGE GENERALE = 0.150 T/M2 CHARGE LOCALE = 0.450 T/M2  
SEPARATION ENTRE TROTTOIR ET CHAUSSEE : INFRANCHISSABLE

POIDS DES EQUIPEMENTS SUR LES ENCORBELLEMENTS

QS1GMA	QS1GMI	DQS1G	QS1DMA	QS1DMI	DQS1D	QS2GMA	QS2GMI	DQS2G	QS2DMA	QS2DMI	DQS2D
0.860	0.780	1.375	1.150	1.040	1.800	0.790	0.710	1.240	1.080	0.980	1.760

COEFFICIENTS DE MAJORATION POUR EXCENTREMENT DES CHARGES

LES COEFFICIENTS SDNT CALCULES PAR LE PRDGRAMME

Les coefficients introduits en données sont rappelés ici s'il y a lieu

CARACTERISTIQUES DES MATERIAUX  
\*\*\*\*\*

MCPEL 0001 PAGE 2

CARACTERISTIQUES DU BETON  
-----

AGE DU BETON A LA PREMIERE MISE EN TENSION: 10 JOURS = t<sub>1</sub>  
AGE DU BETON A LA SECONDE MISE EN TENSION : 28 JOURS = t<sub>2</sub>  
AGE DU BETON A LA MISE EN SERVICE : 90 JOURS = MS

RESISTANCE CARACTERISTIQUE A LA COMPRESSION A LA PREMIERE MISE EN TENSION: 2500. T/M2 = f<sub>c1</sub>  
RESISTANCE CARACTERISTIQUE A LA COMPRESSION A LA SECONDE MISE EN TENSION : 3500. T/M2 = f<sub>c2</sub>  
RESISTANCE CARACTERISTIQUE A LA COMPRESSION A 28 JOURS : 3500. T/M2 = f<sub>c28</sub>  
RESISTANCE CARACTERISTIQUE A LA TRACTION A 28 JOURS : 270. T/M2 = f<sub>t28</sub>

MODULE DE DEFORMATION LONGITUDINALE INSTANTANEE A 28 JOURS : 3598172. T/M2 = E<sub>i28</sub>  
MODULE DE DEFORMATION LONGITUDINALE DIFFEREE PAR FLUAGE : 1799086. T/M2 = E<sub>f28</sub>  
MODULE DE DEFORMATION LONGITUDINALE DIFFEREE TOTALE : 1199390. T/M2 = E<sub>v28</sub>

Ces paramètres sont calculés par le programme dans le cadre d'un calcul réglementaire

RETRAIT FINAL DU BETON EN 10<sup>-4</sup> : 3.0 = ε<sub>r</sub>  
COEFFICIENT DE POISSON : 0.2 = ν

COEFFICIENT DE DILATATION THERMIQUE EN 10<sup>-5</sup> PAR DEGRE C : 1.00 = DILAT

FACTEUR ENTRANT DANS LE CALCUL DU FLUAGE DU BETON KFL= 2.00

CARACTERISTIQUES DES ARMATURES DE PRECONTRAITE  
-----

TYPE 1

CONTRAINTES DE RUPTURE GARANTIE 190323. T/M2 = f<sub>prg</sub>  
CONTRAINTES LIMITE CONVENTIONNELLE D'ELASTICITE 168900. T/M2 = f<sub>peg</sub>  
MODULE DE DEFORMATION LONGITUDINALE 19400000. T/M2 = E<sub>p</sub>  
RELAXATION A 1000 HEURES 2.50 % = P<sub>g</sub> 1000  
SEUIL DE RELAXATION (MUO) 0.430 FPRG = μ<sub>o</sub>  
SECTION D'UN CABLE 1668. MM2 = SECAB (en mm<sup>2</sup>)  
DIAMETRE D'ENCOMBREMENT DE LA GAINÉ 0.080 M = D<sub>GAINÉ</sub>  
RENTREE D'ANCRAGE 0.005 M = RECLAN  
COEFFICIENT DE FROTTEMENT EN COURBE 0.18 /RAD = f  
COEFFICIENT DE PERTE EN LIGNE 0.0020 /M = φ  
RAYON DE COURBURE MINIMAL DES GAINES 6.0 M = RAYMIN  
EXCENTREMENT AXES GAINÉ-CABLE DANS LES SECTIONS DE COURBURE MAXIMALE 0.009 M = DECALAGE

CARACTERISTIQUES DES ARMATURES PASSIVES  
-----

LIMITES D'ELASTICITE GARANTIE  
- FERRAILLAGE LONGITUDINAL ET TRANSVERSAL 40000. T/M2 = f<sub>e1</sub>  
- ETRIERES 40000. T/M2 = f<sub>e2</sub>  
CONTRAINTES LIMITE DE TRACTION EN CLASSE III  
- COMBINAISON RARE ET CONSTRUCTION 24480. T/M2 = σ<sub>a</sub>  
- COMBINAISON FREQUENTE EN SECTION D'ENROBAGE 6120. T/M2 = σ<sub>fψ1</sub>  
MODULE DE DEFORMATION LONGITUDINALE 20400000. T/M2 = E<sub>s</sub>

CARACTERISTIQUES DES APPUIS  
\*\*\*\*\*

MCPEL 0001 PAGE 3

TASSEMENTS  
-----

	APPUI 1	APPUI 2	APPUI 3	APPUI 4	APPUI 5	APPUI 6	APPUI 7
TASSEMENT PROBABLE (EN M)	0.020	0.010	0.010	0.020	=	T <sub>i</sub>	
TASSEMENT ALEATOIRE (EN M)	0.010	0.010	0.010	0.010	=	Δ T <sub>i</sub>	
VARIATION LIMITE DE LA CONTRAINTE LIMITE DE TRACTION : - EN PRESENCE DE TASSEMENTS					=	Δ σ̄	
MODULE D'ELASTICITE DIFFERE CALCULEE AVEC :	YOUNG = 3.000						
FRACTION DES TASSEMENTS PRISE EN COMPTE - A L'ETAT LIMITE DE SERVICE					=	1.000 = KTP	

APPAREILS D'APPUI (Données non opérationnelles)  
-----

	APPUI 1	APPUI 2	APPUI 3	APPUI 4	APPUI 5	APPUI 6	APPUI 7
TYPE D'APPAREIL D'APPUI *	1	1	1	1			
NOMBRE D'APPAREILS D'APPUIS	3	3	3	3			
COMPRESSION ADMISSIBLE (EN T/M2):	(APPAREIL D'APPUI ELASTOMERE)			(SECTION RETRECIE DE BETON)			
SOUS CHARGES PERMANENTES	750.			0.			
SOUS CHARGES MAXIMALES	1500.			0.			
SYMETRIE LONGITUDINALE DES APPAREILS D'APPUIS							

\* 0 SYMBOLISE UNE ARTICULATION PAR SECTION REDUITE DE BETON (ARTICULATION FREYSSINET)  
1 SYMBOLISE UNE PLAQUE D'APPUI SEMI-MOBILE A BASE D'ELASTOMERES (APPUI NEOPRENE)  
2 SYMBOLISE TOUT AUTRE TYPE D'APPUI QUE L'UTILISATEUR DEVRA DIMENSIONNER

VERIFICATION EN CLASSE 2

GEOMETRIE IMPOSEE

TENSION A L'ORIGINE AUX ANCRAGES : 152000. T/M2

COUVERTURE DES GAINES AUX POINTS HAUTS : 0.080 M

COUVERTURE DES GAINES AUX POINTS BAS : 0.080 M

POURCENTAGE D'ARMATURES MISES EN TENSION A 10 JOURS : 65. %

NATURE DES ANCRAGES: ANCRAGES ACTIFS AUX DEUX EXTREMITES

COEFFICIENT DE PARTITION SUR APPUI INTERMEDIAIRE INITIALISE A K1 = 0.0

COEFFICIENT DE PARTITION EN TRAVEE INITIALISE A K2 = 1.000

COEFFICIENT DE PARTITION AUX ABOUTS K3 = 0.385

## BASES DU CALCUL EN BETON PRECONTRAINT

NOTA : LES DONNEES CI DESSOUS RESULTENT DE L'APPLICATION DU BPEL (CLASSE 2)

## CONTRAINTES LIMITES DE TRACTION EN SECTION D'ENROBAGE

EN CONSTRUCTION A 10 JOURS	EN CONSTRUCTION A 28 JOURS	SOUS COMBINAISON QUASI PERM. (QL = CP)	SOUS COMBINAISON FREQUENTE (QL + PS11.Q1)	SOUS COMBINAISON RARE (QL + QC)	SOUS COMBINAISON RARE (QL + QC + TA)
-210.	-270.	0.	0.	-270.	-420.

## CONTRAINTES LIMITES DE TRACTION HORS SECTION D'ENROBAGE

EN CONSTRUCTION A 10 JOURS	EN CONSTRUCTION A 28 JOURS	SOUS COMBINAISON QUASI PERM. (QL = CP)	SOUS COMBINAISON FREQUENTE (QL + PS11.Q1)	SOUS COMBINAISON RARE (QL + QC)	SOUS COMBINAISON RARE (QL + QC + TA)
-315.	-405.	*****	*****	-405.	-555.

## CONTRAINTES LIMITES DE COMPRESSION

EN CONSTRUCTION A 10 JOURS	EN CONSTRUCTION A 28 JOURS	SOUS COMBINAISON QUASI PERM. (QL = CP)	SOUS COMBINAISON RARE (QL + QC + TA)
1500.	2100.	1750.	2100.

Valeurs non définies par le règlement

## COEFFICIENTS GAMMA DE L'ETUDE AUX ETATS LIMITES

	TROTTOIRS	CHARGE A	CHARGE B	CHARGES PARTICULIERES EN SERVICE	CHARGES PARTICULIERES EN CONSTRUCTION
ETATS LIMITES DE SERVICE	1.000	1.200	1.200	1.000	1.000
ETAT LIMITE ULTIME	1.420	1.420	1.420	1.200	1.330
AUTRES COEFFICIENTS	GAMMA F3 = 1.125		GAMMA F1 GMAX = 1.200		GAMMA F1 GMIN = 0.900

## COEFFICIENTS GAMMA (MATERIAUX)

ACIERS PASSIFS	BETON	PRECONTRAINT
1.150	1.500	1.150

\* MAXIMALE P1 = 1.020 \* PO - 0.800 \* DELTAP

\* MINIMALE P2 = 0.980 \* PO - 1.200 \* DELTAP

## MODULES DES MATERIAUX

MODULES BETON INSTANTANES	A 10 JOURS	3216421. T/M2	EQUIVALENCE ACIER - BETON
	A 28 JOURS	3598172. T/M2	
	A 28 JOURS	3598172. T/M2	DIFFEREE 15.0
MODULE BETON DIFFERE	DEFORM. FLUAGE	1799086. T/M2	première mise en tension
MODULE BETON DIFFERE	DEFORM. TOTALE	1199390. T/M2	deuxième mise en tension

Dans le cas d'un calcul *non* réglementaire (BPEL = 0 - carte A3), les données ci-dessus (page 5 et 6) sont lues dans le tableau E (voir définitions correspondantes).

## RAPPEL DES OPTIDNS DU CALCUL

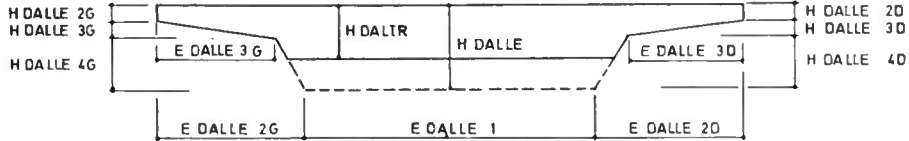
\*\*\*\*\*  
 APPLICATION SANS RESTRICTION DU BPEL  
 CALCUL DES CARACTERISTIQUES TRANSVERSALES  
 NOMBRE DE SECTIONS DE CALCUL PAR TRAVEE : 21  
 DETERMINATION DES LIGNES D'INFLUENCE DES EFFORTS  
 CALCUL DES COEFFICIENTS CORRECTIFS DE REPARTITION TRANSVERSALE PAR LA METHODE DE GUYON MASSONET  
 NOMBRE D'HARMONIQUES POUR LE DEVELOPPEMENT EN SERIE DE FOURIER : [5]-(\*)  
 CALCUL DES COURBES ENVELOPPES DES MOMENTS LONGITUDINAUX  
 CALCUL DES EFFORTS TRANCHANTS EXTREMES  
 CALCUL DES REACTIONS D'APPUI GLOBALES EXTREMES  
 LES TASSEMENTS PROBABLES ET ALEATOIRES SONT PRIS EN COMPTE  
 PRISE EN COMPTE DES EFFETS DU GRADIENT THERMIQUE  
 DIMENSIONNEMENT AUTOMATIQUE EN GEDMETRIE IMPOSEE ET VERIFICATION DE LA PRECONTRAINTE  
 VERIFICATION AU CISAILLEMENT  
 PAS DE CALCUL DE FLEXION TRANSVERSALE  
 PAS DE CALCUL DE FERRAILLAGE TRANSVERSAL  
 PAS DE DIMENSIONNEMENT DES APPAREILS D'APPUI  
 CALCUL DE LA DEFORMATION DU TABLIER  
 ETABLISSEMENT DE L'AVANT METRE

Les options du calcul sont définies en carte A3

(\*) dans le cas de ponts dalle à une nervure, cette donnée qui correspond à la case MAX de la carte A5, doit servir aux calculs de flexion transversale, et n'est donc pas opérationnelle.

RAPPEL DE LA GEOMETRIE TRANSVERSALE

HAUTEUR DE LA DALLE EN TRAVEE HDALTR= 1.000 M  
 HAUTEUR DE LA DALLE SUR APPUI HDALAP= 1.750 M  
 LARGEUR DE LA DALLE MESUREE A L'INTRAOS VARIABLE EDALLE1= 6.000 M (EN TRAVEE)  
 ENCORBELLEMENT DE GAUCHE EDALLE2G= 2.500 M HDALLE2G= 0.220 M  
 ENCORBELLEMENT DE DROITE EDALLE2D= 2.500 M HDALLE2D= 0.220 M  
 PREMIER GOUSSET GAUCHE EDALLE3G= 2.250 M HDALLE3G= 0.230 M  
 PREMIER GOUSSET DROITE EDALLE3D= 2.250 M HDALLE3D= 0.230 M  
 SECOND GOUSSET GAUCHE HDALLE4G= 0.550 M  
 SECOND GOUSSET DROITE HDALLE4D= 0.550 M



CARACTERISTIQUES TRANSVERSALES DU TABLIER PAR TRAVEE ET PAR SECTION

TRAVEE 2 NERVURE 1

Dimensions de la section sur appuis calculées par le programme

	E P A I S S E U R S							L A R G E U R S				
	HDALLE4G	HDALLE3G	HDALLE2G	HDALLE	HDALLE2D	HDALLE3D	HDALLE4D	EDALLE3G	EDALLE2G	EDALLE1	EDALLE2D	EDALLE3D
1	1.300	0.230	0.220	1.750	0.220	0.230	1.300	2.250	2.841	5.318	2.841	2.250
2	1.148	0.230	0.220	1.598	0.220	0.230	1.148	2.250	2.772	5.456	2.772	2.250
3	0.949	0.230	0.220	1.399	0.220	0.230	0.949	2.250	2.681	5.638	2.681	2.250
4	0.749	0.230	0.220	1.199	0.220	0.230	0.749	2.250	2.591	5.819	2.591	2.250
5	0.550	0.230	0.220	1.000	0.220	0.230	0.550	2.250	2.500	6.000	2.500	2.250
6	0.550	0.230	0.220	1.000	0.220	0.230	0.550	2.250	2.500	6.000	2.500	2.250
7	0.550	0.230	0.220	1.000	0.220	0.230	0.550	2.250	2.500	6.000	2.500	2.250
8	0.550	0.230	0.220	1.000	0.220	0.230	0.550	2.250	2.500	6.000	2.500	2.250
9	0.550	0.230	0.220	1.000	0.220	0.230	0.550	2.250	2.500	6.000	2.500	2.250
10	0.550	0.230	0.220	1.000	0.220	0.230	0.550	2.250	2.500	6.000	2.500	2.250
11	0.550	0.230	0.220	1.000	0.220	0.230	0.550	2.250	2.500	6.000	2.500	2.250
12	0.550	0.230	0.220	1.000	0.220	0.230	0.550	2.250	2.500	6.000	2.500	2.250
13	0.550	0.230	0.220	1.000	0.220	0.230	0.550	2.250	2.500	6.000	2.500	2.250
14	0.550	0.230	0.220	1.000	0.220	0.230	0.550	2.250	2.500	6.000	2.500	2.250
15	0.550	0.230	0.220	1.000	0.220	0.230	0.550	2.250	2.500	6.000	2.500	2.250
16	0.550	0.230	0.220	1.000	0.220	0.230	0.550	2.250	2.500	6.000	2.500	2.250
17	0.550	0.230	0.220	1.000	0.220	0.230	0.550	2.250	2.500	6.000	2.500	2.250
18	0.749	0.230	0.220	1.199	0.220	0.230	0.749	2.250	2.591	5.819	2.591	2.250
19	0.949	0.230	0.220	1.399	0.220	0.230	0.949	2.250	2.681	5.638	2.681	2.250
20	1.148	0.230	0.220	1.598	0.220	0.230	1.148	2.250	2.772	5.456	2.772	2.250
21	1.300	0.230	0.220	1.750	0.220	0.230	1.300	2.250	2.841	5.318	2.841	2.250

Dimensions de la section en travée (données de la carte B1).

TRAVÉE 2						
SECTION	AIRE BRUTE	MOMENT STATIQUE / EXTRADOS	MOMENT D INERTIE / AXE NEUTRE	VS	VI	ETA
1	12.114	9.204	3.278	0.760	-0.990	0.360
2	11.296	7.834	2.544	0.694	-0.905	0.359
3	10.190	6.178	1.747	0.606	-0.792	0.357
4	9.048	4.695	1.127	0.519	-0.680	0.353
5	7.870	3.400	0.667	0.432	-0.568	0.345
6	7.870	3.400	0.667	0.432	-0.568	0.345
7	7.870	3.400	0.667	0.432	-0.568	0.345
8	7.870	3.400	0.667	0.432	-0.568	0.345
9	7.870	3.400	0.667	0.432	-0.568	0.345
10	7.870	3.400	0.667	0.432	-0.568	0.345
11	7.870	3.400	0.667	0.432	-0.568	0.345
12	7.870	3.400	0.667	0.432	-0.568	0.345
13	7.870	3.400	0.667	0.432	-0.568	0.345
14	7.870	3.400	0.667	0.432	-0.568	0.345
15	7.870	3.400	0.667	0.432	-0.568	0.345
16	7.870	3.400	0.667	0.432	-0.568	0.345
17	7.870	3.400	0.667	0.432	-0.568	0.345
18	9.048	4.695	1.127	0.519	-0.680	0.353
19	10.190	6.178	1.747	0.606	-0.792	0.357
20	11.296	7.834	2.544	0.694	-0.905	0.359
21	12.114	9.204	3.278	0.760	-0.990	0.360

$$\frac{I}{SV_i v}$$

	LARGEUR	EPAISSEUR	EXCENTREMENT TRANS.AXE NERVURE
TRAVEE 1	8.000	1.000	0.0
TRAVEE 2	8.000	1.000	0.0
TRAVEE 3	8.000	1.000	0.0

\* NOTA:  
TOUS LES EXCENTREMENTS DES FIBRES ET SURCHARGES SONT DESORMAIS REPRES PAR RAPPORT A L AXE DE LA DALLE EQUIVALENTE

## BIAIS MECANIQUE EN TRAVEE

	TRAVEE 1	TRAVEE 2	TRAVEE 3	TRAVEE 4	TRAVEE 5	TRAVEE 6
①	94.785	96.195	94.785			

## INFLUENCE DU BIAIS - COEFFICIENTS DE MINORATION DES EFFORTS DUS AUX CHARGES

	TRAVEE 1	TRAVEE 2	TRAVEE 3	TRAVEE 4	TRAVEE 5	TRAVEE 6
②	0.9933	0.9964	0.9933			

## ① Biais mécanique en travée i

$$\psi_i = \varphi + (100 - \varphi)(1 - 0,5 \eta_i)^2 \quad \text{si } \eta_i \leq 2$$

$$\psi_i = \varphi \quad \text{si } \eta_i > 2$$

$$\eta_i \text{ coefficient de forme} = \frac{2 b_i}{2a_i \sin \varphi}$$

$2b_i$  largeur droite de la dalle rectangulaire équivalente

$2a_i$  portée droite de la travée i

$\varphi$  biais géométrique

$\psi_i$  et  $\varphi$  sont en grades

## ② Coefficients réducteurs

$$K_i = \sin^2 \psi_i$$

INERTIES RELATIVES	SECTION	TRAVEE 1	TRAVEE 2	TRAVEE 3
	1	1.000000	4.916924	4.916924
	2	1.000000	3.815022	4.208231
	3	1.000000	2.620039	3.268988
	4	1.000000	1.689922	2.471491
	5	1.000000	1.000000	1.807487
	6	1.000000	1.000000	1.267971
	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	1.267972	1.000000	1.000000
	17	1.807487	1.000000	1.000000
	18	2.471497	1.689929	1.000000
	19	3.268991	2.620034	1.000000
	20	4.208240	3.815022	1.000000
	21	4.916924	4.916924	1.000000

$$I_T(t, k) = \frac{I_A(t, k)}{I_A(1, 1)}$$

CONSTANTES MECANQUES x (E · I<sub>A</sub> (1, 1))

A(I)	9.91816	10.01111	6.27938
B(I)	4.56255	6.35640	4.56255
C(I)	6.27938	10.01110	9.91816

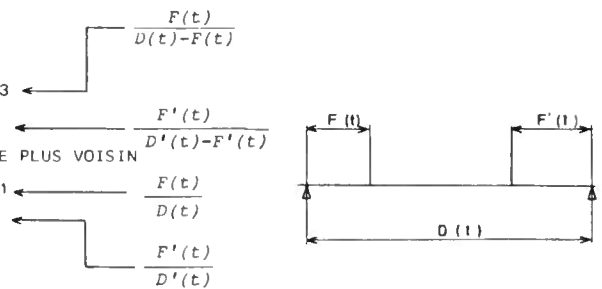
POSITIONS RELATIVES DES FOYERS

\* QUOTIENT DES DISTANCES DE CHAQUE FOYER AUX DEUX APPUIS

FOYER DE GAUCHE	0.0	0.390191	0.330373
FOYER DE DROITE	0.330373	0.390191	0.0

\* QUOTIENT PAR LA PORTEE DES DISTANCES DE CHAQUE FOYER A L'APPUI LE PLUS VOISIN

FOYER DE GAUCHE	0.0	0.280675	0.248331
FOYER DE DROITE	0.248331	0.280675	0.0





## ROTATIONS SUR APPUIS

SECTION	APPUI DE GAUCHE			APPUI DE DROITE		
	INTGR.PREM.	INTEGR.SEC.	ROTATIONS	INTGR.PREM.	INTEGR.SEC.	ROTATIONS
TRAVÉE 1						
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1.4625	1.1062	-13.7710	0.0375	0.0187	6.8251
3	2.8500	4.3500	-25.4044	0.1500	0.1500	13.5376
4	4.1625	9.6187	-35.0129	0.3375	0.5062	20.0252
5	5.4000	16.8000	-42.7089	0.6000	1.2000	26.1752
6	6.5625	25.7812	-48.6048	0.9375	2.3437	31.8753
7	7.6500	36.4499	-52.8133	1.3500	4.0500	37.0129
8	8.6625	48.6937	-55.4468	1.8375	6.4312	41.4754
9	9.6000	62.3999	-56.6178	2.4000	9.6000	45.1505
10	10.4625	77.4561	-56.4388	3.0375	13.6687	47.9256
11	11.2500	93.7498	-55.0222	3.7500	18.7500	49.6882
12	11.9625	111.1685	-52.4807	4.5375	24.9562	50.3257
13	12.6000	129.5998	-48.9267	5.4000	32.3999	49.7258
14	13.1625	148.9310	-44.4727	6.3375	41.1936	47.7759
15	13.6500	169.0497	-39.2312	7.3500	51.4499	44.3635
16	14.0208	189.8221	-33.3360	8.3237	63.2254	39.4317
17	14.2497	211.0412	-26.9942	9.1043	76.3243	33.1767
18	14.3757	232.5195	-20.3930	9.6904	90.4388	25.9060
19	14.4417	254.1381	-13.6514	10.1511	105.3328	17.8558
20	14.4727	275.8271	-6.8396	10.5235	120.8480	9.1844
21	14.4807	297.5442	0.0002	10.8419	136.8763	-0.0000
TRAVÉE 2						
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.4665	0.4730	-20.5502	0.0117	0.0074	13.3410
3	1.0801	2.0621	-39.9843	0.0634	0.0771	26.6198
4	1.9448	5.1796	-57.8901	0.1861	0.3204	39.7248
5	3.2889	10.5658	-73.5271	0.4787	0.9775	52.4161
6	4.9164	19.1997	-85.9165	0.9512	2.4605	64.2816
7	6.4389	31.1410	-94.9984	1.5287	5.0459	75.0446
8	7.8564	46.1694	-100.9933	2.2112	8.9543	84.4845
9	9.1689	64.0642	-104.1217	2.9987	14.4063	92.3810
10	10.3764	84.6050	-104.6042	3.8912	21.6222	98.5135
11	11.4789	107.5713	-102.6611	4.8887	30.8226	102.6615
12	12.4764	132.7426	-98.5130	5.9912	42.2280	104.6045
13	13.3689	159.8985	-92.3804	7.1987	56.0589	104.1220
14	14.1564	188.8183	-84.4837	8.5112	72.5358	100.9935
15	14.8389	219.2816	-75.0436	9.9287	91.8792	94.9986
16	15.4164	251.0679	-64.2805	11.4512	114.3096	85.9166
17	15.8889	283.9565	-52.4153	13.0787	140.0475	73.5271
18	16.1814	317.6709	-39.7241	14.4227	169.0330	57.8900
19	16.3041	351.7991	-26.6191	15.2875	200.2872	39.9842
20	16.3558	386.1008	-13.3406	15.9011	233.0698	20.5500
21	16.3675	420.4648	0.0002	16.3675	266.9683	-0.0002
TRAVÉE 3						
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	0.3184	0.2346	-9.1844	0.0081	0.0038	6.8400
3	0.6908	0.9823	-17.8558	0.0391	0.0356	13.6520
4	1.1515	2.3512	-25.9060	0.1050	0.1381	20.3934
5	1.7376	4.4996	-33.1767	0.2311	0.3808	26.9945
6	2.5183	7.6636	-39.4317	0.4599	0.8828	33.3363
7	3.4919	12.1509	-44.3635	0.8307	1.8314	39.2314
8	4.5044	18.1575	-47.7759	1.3182	3.4338	44.4729
9	5.4419	25.6267	-49.7258	1.8807	5.8236	48.9269
10	6.3044	34.4458	-50.3258	2.5182	9.1134	52.4809

Rotations sur appuis

Le programme MCP-EL ne fournit pas les rotations sur appuis des travées continues. Les résultats ci-dessus (lignes d'influence des rotations des travées supposées indépendantes) sont données en inertie relative : c'est-à-dire qu'il faut les multiplier par le terme  $E \cdot I_A(1,1)$ ,  $I_A(1,1)$  étant l'inertie de la première section de la travée 1 et E le module d'élasticité du béton.

On pourra également dimensionner les appareils d'appuis avec une précision convenable de la façon suivante :

- calcul des rotations à vide (charge permanente + précontrainte) par intégration des contraintes ou encore à partir des déformations.
- calcul des rotations sous charges d'exploitation à partir des flèches extrêmes obtenues en travée à partir des lignes d'influence des déformations.

SECTION	APPUI 2	APPUI 3
TRAVEE 1		
1	0.0	0.0
2	-0.4942	0.1928
3	-0.9803	0.3825
4	-1.4500	0.5658
5	-1.8953	0.7395
6	-2.3081	0.9006
7	-2.6801	1.0457
8	-3.0032	1.1718
9	-3.2693	1.2757
10	-3.4703	1.3541
11	-3.5979	1.4039
12	-3.6441	1.4219
13	-3.6006	1.4049
14	-3.4594	1.3498
15	-3.2124	1.2534
16	-2.8552	1.1141
17	-2.4023	0.9374
18	-1.8758	0.7319
19	-1.2929	0.5045
20	-0.6650	0.2595
21	0.0000	-0.0000
TRAVEE 2		
1	0.0	0.0
2	-1.1111	-0.3854
3	-2.1432	-0.7978
4	-3.0694	-1.2409
5	-3.8431	-1.7180
6	-4.4050	-2.2272
7	-4.7585	-2.7499
8	-4.9259	-3.2641
9	-4.9293	-3.7475
10	-4.7910	-4.1779
11	-4.5331	-4.5332
12	-4.1778	-4.7910
13	-3.7474	-4.9294
14	-3.2640	-4.9260
15	-2.7498	-4.7586
16	-2.2271	-4.4050
17	-1.7180	-3.8432
18	-1.2408	-3.0695
19	-0.7978	-2.1432
20	-0.3854	-1.1111
21	0.0000	0.0000
TRAVEE 3		
1	0.0	0.0
2	0.2595	-0.6650
3	0.5045	-1.2929
4	0.7319	-1.8758
5	0.9374	-2.4023
6	1.1141	-2.8552
7	1.2534	-3.2124
8	1.3498	-3.4594
9	1.4049	-3.6006

## LIGNES D'INFLUENCE DES MOMENTS SUR APPUIS

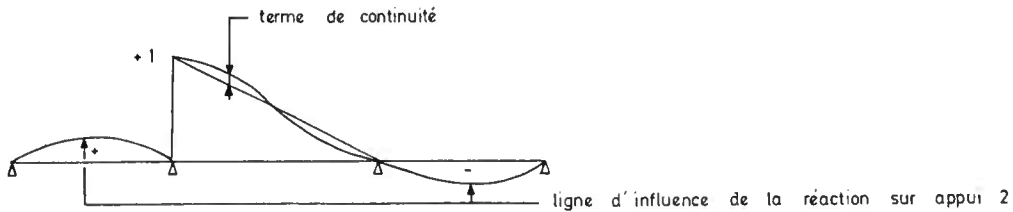
LES LIGNES SONT CALCULEES PAR POINTS DONT LES ABSCISSES SONT ESPACEES DE 0.50 M

ABSCISSE	APPUI 2	APPUI 3
0.0	0.0	0.0
0.50	-0.166	0.065
1.00	-0.330	0.129
1.50	-0.494	0.193
2.00	-0.657	0.256
2.50	-0.819	0.320
3.00	-0.980	0.382
3.50	-1.139	0.444
4.00	-1.295	0.505
4.50	-1.450	0.566
5.00	-1.601	0.625
5.50	-1.750	0.683
6.00	-1.895	0.740
6.50	-2.037	0.795
7.00	-2.174	0.848
7.50	-2.308	0.901
8.00	-2.437	0.951
8.50	-2.561	0.999
9.00	-2.680	1.046
9.50	-2.793	1.090
10.00	-2.901	1.132
10.50	-3.003	1.172
11.00	-3.098	1.209
11.50	-3.187	1.244
12.00	-3.269	1.276
12.50	-3.344	1.305
13.00	-3.411	1.331
13.50	-3.470	1.354
14.00	-3.521	1.374
14.50	-3.564	1.390
15.00	-3.598	1.404
15.50	-3.622	1.413
16.00	-3.638	1.419
16.50	-3.644	1.422
17.00	-3.640	1.420
17.50	-3.625	1.414
18.00	-3.601	1.405
18.50	-3.564	1.391
19.00	-3.517	1.372
19.50	-3.459	1.350
20.00	-3.389	1.322
20.50	-3.306	1.290
21.00	-3.212	1.253
21.50	-3.106	1.212
22.00	-2.987	1.165
22.50	-2.855	1.114
23.00	-2.715	1.059
23.50	-2.564	1.000
24.00	-2.402	0.937
24.50	-2.235	0.872
25.00	-2.060	0.804
25.50	-1.876	0.732
26.00	-1.688	0.659
26.50	-1.494	0.583
27.00	-1.293	0.504
27.50	-1.089	0.425

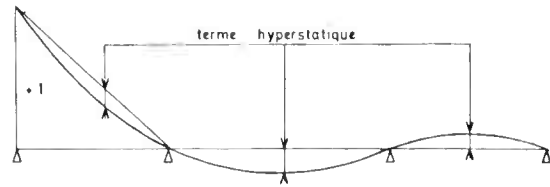
LIGNES D'INFLUENCE DES EFFORTS TRANCHANTS SUR LES APPUIS  
 \* \* \* \* \*  
 ENCADRANT LA TRAVÉE CHARGÉE  
 \* \* \* \* \*

SECTION	TERME DE CONTINUITÉ	EFFORT TRANCHANT A GAUCHE DE LA TRAVÉE CHARGÉE	EFFORT TRANCHANT A DROITE DE LA TRAVÉE CHARGÉE
<b>TRAVÉE 1</b>			
1	0.0	1.00000	0.0
2	-0.01647	0.93353	-0.06647
3	-0.03268	0.86732	-0.13268
4	-0.04833	0.80167	-0.19833
5	-0.06318	0.73682	-0.26318
6	-0.07694	0.67306	-0.32694
7	-0.08934	0.61066	-0.38934
8	-0.10011	0.54989	-0.45011
9	-0.10898	0.49102	-0.50898
10	-0.11568	0.43432	-0.56568
11	-0.11993	0.38007	-0.61993
12	-0.12147	0.32853	-0.67147
13	-0.12002	0.27998	-0.72002
14	-0.11531	0.23469	-0.76531
15	-0.10708	0.19292	-0.80708
16	-0.09517	0.15483	-0.84517
17	-0.08008	0.11992	-0.88008
18	-0.06253	0.08747	-0.91253
19	-0.04310	0.05690	-0.94310
20	-0.02217	0.02783	-0.97217
21	0.00000	0.00000	-1.00000
<b>TRAVÉE 2</b>			
1	0.0	1.00000	0.0
2	0.01728	0.96728	-0.03272
3	0.03203	0.93203	-0.06797
4	0.04354	0.89354	-0.10646
5	0.05060	0.85060	-0.14940
6	0.05185	0.80185	-0.19815
7	0.04782	0.74782	-0.25218
8	0.03957	0.68957	-0.31043
9	0.02814	0.62814	-0.37186
10	0.01460	0.56460	-0.43540
11	-0.00000	0.50000	-0.50000
12	-0.01460	0.43540	-0.56460
13	-0.02814	0.37186	-0.62814
14	-0.03957	0.31043	-0.68957
15	-0.04783	0.25217	-0.74783
16	-0.05186	0.19814	-0.80186
17	-0.05060	0.14940	-0.85060
18	-0.04354	0.10646	-0.89354
19	-0.03203	0.06797	-0.93203
20	-0.01728	0.03272	-0.96728
21	0.0	0.0	-1.00000
<b>TRAVÉE 3</b>			
1	0.0	1.00000	0.0
2	0.02217	0.97217	-0.02783
3	0.04310	0.94310	-0.05690
4	0.06253	0.91253	-0.08747
5	0.08008	0.88008	-0.11992

Exemple : ligne d'influence de l'effort tranchant à gauche de la travée 2



ABSCISSE	APPUI 1	APPUI 2	APPUI 3	APPUI 4
0.0	1.000	0.0	0.0	0.0
0.50	0.978	0.028	-0.008	0.002
1.00	0.956	0.055	-0.015	0.004
1.50	0.934	0.083	-0.023	0.006
2.00	0.911	0.110	-0.030	0.009
2.50	0.889	0.138	-0.038	0.011
3.00	0.867	0.165	-0.045	0.013
3.50	0.845	0.192	-0.052	0.015
4.00	0.823	0.219	-0.060	0.017
4.50	0.802	0.246	-0.067	0.019
5.00	0.780	0.273	-0.074	0.021
5.50	0.758	0.300	-0.081	0.023
6.00	0.737	0.326	-0.087	0.025
6.50	0.715	0.352	-0.094	0.026
7.00	0.694	0.378	-0.100	0.028
7.50	0.673	0.403	-0.106	0.030
8.00	0.652	0.429	-0.112	0.032
8.50	0.631	0.453	-0.118	0.033
9.00	0.611	0.478	-0.124	0.035
9.50	0.590	0.502	-0.129	0.036
10.00	0.570	0.526	-0.134	0.038
10.50	0.550	0.550	-0.138	0.039
11.00	0.530	0.572	-0.143	0.040
11.50	0.510	0.595	-0.147	0.041
12.00	0.491	0.617	-0.151	0.043
12.50	0.472	0.639	-0.154	0.043
13.00	0.453	0.660	-0.157	0.044
13.50	0.434	0.681	-0.160	0.045
14.00	0.416	0.701	-0.162	0.046
14.50	0.398	0.720	-0.164	0.046
15.00	0.380	0.739	-0.166	0.047
15.50	0.363	0.757	-0.167	0.047
16.00	0.345	0.775	-0.168	0.047
16.50	0.329	0.792	-0.168	0.047
17.00	0.312	0.808	-0.168	0.047
17.50	0.296	0.824	-0.167	0.047
18.00	0.280	0.839	-0.166	0.047
18.50	0.265	0.853	-0.164	0.046
19.00	0.249	0.867	-0.162	0.046
19.50	0.235	0.880	-0.160	0.045
20.00	0.220	0.892	-0.156	0.044
20.50	0.206	0.903	-0.152	0.043
21.00	0.193	0.913	-0.148	0.042
21.50	0.180	0.923	-0.143	0.040
22.00	0.167	0.932	-0.138	0.039
22.50	0.155	0.940	-0.132	0.037
23.00	0.143	0.947	-0.125	0.035
23.50	0.131	0.954	-0.118	0.033
24.00	0.120	0.960	-0.111	0.031
24.50	0.109	0.965	-0.103	0.029
25.00	0.098	0.970	-0.095	0.027
25.50	0.087	0.975	-0.086	0.024
26.00	0.077	0.979	-0.078	0.022



Inconnues hyperstatiques de la poutre continue équivalente.

exemple ci-dessus : Ligne d'influence de la réaction sur l'appui 1

AIRES DES LIGNES D'INFLUENCE PAR TRAVÉES

MOMENTS FLECHISSANTS SUR APPUIS

APPUI 2	TRAVÉE 1	-69,382	27,072
APPUI 3	TRAVÉE 2	-123,781	-69,382
	TRAVÉE 3	27,072	

(Travée chargée)

EFFORTS TRANCHANTS SUR APPUIS

TRAVÉE 1	TRAVÉE 1	-2,313	-4,126
TRAVÉE 2	TRAVÉE 2	-0,000	-2,297
TRAVÉE 3	TRAVÉE 3	2,313	4,126

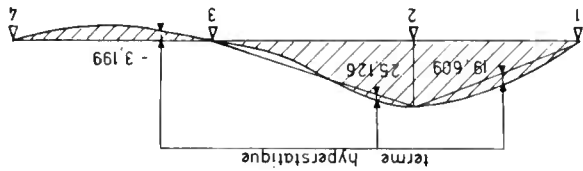
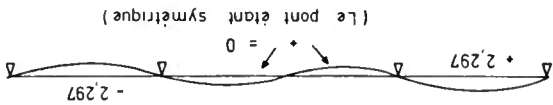
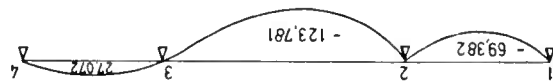
(Travée chargée)

AIRE TOTALE

APPUI DE GAUCHE	TRAVÉE 1	12,687	-17,313
APPUI DE DROITE	TRAVÉE 2	21,000	-21,000
	TRAVÉE 3	17,313	-12,687

REACTIONS SUR APPUIS (ABOUTS NON COMPRIS)

APPUI 1	TRAVÉE 1	12,687	-4,126
APPUI 2	TRAVÉE 2	19,609	25,126
APPUI 3	TRAVÉE 3	-3,199	25,126
APPUI 4	TRAVÉE 3	0,902	-4,126



Aire de la ligne d'influence sur appui 2

en travée 1 :  $\frac{2}{30} + 2,297 + 2,313 = 19,61$

en travée 2 :  $\frac{2}{42} + 0 + 4,126 = 25,13$

en travée 3 :  $0 - 2,297 - 0,902 = -3,20$

TRAVÉE 1	APPUI 2	APPUI 3
SECTION		
1	0.0	0.0
2	0.00362	-0.00141
3	0.00724	-0.00283
4	0.01086	-0.00424
5	0.01448	-0.00565
6	0.01810	-0.00706
7	0.02172	-0.00848
8	0.02534	-0.00989
9	0.02896	-0.01130
10	0.03258	-0.01271
11	0.03620	-0.01413
12	0.03983	-0.01554
13	0.04345	-0.01695
14	0.04707	-0.01836
15	0.05069	-0.01978
16	0.04283	-0.01671
17	0.03205	-0.01251
18	0.02490	-0.00972
19	0.01994	-0.00778
20	0.01635	-0.00638
21	0.01473	-0.00575

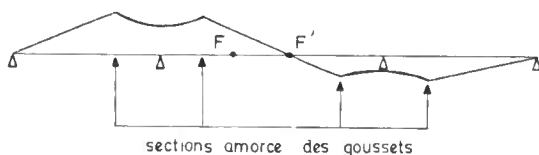
Ces résultats interviennent dans le calcul des effets hyperstatiques développés par la précontrainte d'intensité  $F(i,j)$  et d'excentrement  $e(i,j)$  dans la section  $j$  de la travée  $i$

Le moment hyperstatique développé sur l'appui  $L$  a pour expression

$$M_h(L) = \int_{j_0}^{j_1} - F(i,j) e(i,j) M''(L,i,j)$$

$j_0$  et  $j_1$  désignant les sections d'extrémités du câble (ici : abouts de l'ouvrage)

Dans le cas d'espèce,  $M''(2,i,j)$  :



POIDS DU TABLIER SANS LES EQUIPEMENTS PAR TRANCHE DE 0.50 M

ABSCISSE	CHARGE	ABSCISSE	CHARGE	ABSCISSE	CHARGE	ABSCISSE	CHARGE	ABSCISSE	CHARGE
0.0	9.837	0.500	9.837	1.000	9.837	1.500	9.837	2.000	9.837
2.500	9.837	3.000	9.837	3.500	9.837	4.000	9.837	4.500	9.837
5.000	9.837	5.500	9.837	6.000	9.837	6.500	9.837	7.000	9.837
7.500	9.837	8.000	9.837	8.500	9.837	9.000	9.837	9.500	9.837
10.000	9.837	10.500	9.837	11.000	9.837	11.500	9.837	12.000	9.837
12.500	9.837	13.000	9.837	13.500	9.837	14.000	9.837	14.500	9.837
15.000	9.837	15.500	9.837	16.000	9.837	16.500	9.837	17.000	9.837
17.500	9.837	18.000	9.837	18.500	9.837	19.000	9.837	19.500	9.837
20.000	9.837	20.500	9.837	21.000	9.837	21.500	9.979	22.000	10.191
22.500	10.474	23.000	10.777	23.500	11.124	24.000	11.517	24.500	11.859
25.000	12.199	25.500	12.536	26.000	12.871	26.500	13.203	27.000	13.533
27.500	13.860	28.000	14.185	28.500	14.507	29.000	14.756	29.500	14.968
30.000	15.143	30.500	14.932	31.000	14.701	31.500	14.449	32.000	14.177
32.500	13.884	33.000	13.572	33.500	13.238	34.000	12.885	34.500	12.536
35.000	12.199	35.500	11.859	36.000	11.517	36.500	11.172	37.000	10.824
37.500	10.474	38.000	10.121	38.500	9.804	39.000	9.687	39.500	9.654
40.000	9.704	40.500	9.837	41.000	9.837	41.500	9.837	42.000	9.837
42.500	9.837	43.000	9.837	43.500	9.837	44.000	9.837	44.500	9.837
45.000	9.837	45.500	9.837	46.000	9.837	46.500	9.837	47.000	9.837
47.500	9.837	48.000	9.837	48.500	9.837	49.000	9.837	49.500	9.837
50.000	9.837	50.500	9.837	51.000	9.837	51.500	9.837	52.000	9.837
52.500	9.837	53.000	9.837	53.500	9.837	54.000	9.837	54.500	9.837
55.000	9.837	55.500	9.837	56.000	9.837	56.500	9.837	57.000	9.837
57.500	9.837	58.000	9.837	58.500	9.837	59.000	9.837	59.500	9.837
60.000	9.837	60.500	9.837	61.000	9.837	61.500	9.837	62.000	9.837
62.500	9.837	63.000	9.837	63.500	9.837	64.000	10.004	64.500	10.288
65.000	10.656	65.500	11.106	66.000	11.517	66.500	11.859	67.000	12.199
67.500	12.536	68.000	12.871	68.500	13.203	69.000	13.533	69.500	13.860
70.000	14.177	70.500	14.449	71.000	14.701	71.500	14.932	72.000	15.143
72.500	14.968	73.000	14.756	73.500	14.507	74.000	14.220	74.500	13.895
75.000	13.533	75.500	13.203	76.000	12.871	76.500	12.536	77.000	12.199
77.500	11.859	78.000	11.517	78.500	11.172	79.000	10.824	79.500	10.474
80.000	10.217	80.500	10.005	81.000	9.837	81.500	9.767	82.000	9.767
82.500	9.837	83.000	9.837	83.500	9.837	84.000	9.837	84.500	9.837
85.000	9.837	85.500	9.837	86.000	9.837	86.500	9.837	87.000	9.837
87.500	9.837	88.000	9.837	88.500	9.837	89.000	9.837	89.500	9.837
90.000	9.837	90.500	9.837	91.000	9.837	91.500	9.837	92.000	9.837
92.500	9.837	93.000	9.837	93.500	9.837	94.000	9.837	94.500	9.837
95.000	9.837	95.500	9.837	96.000	9.837	96.500	9.837	97.000	9.837
97.500	9.837	98.000	9.837	98.500	9.837	99.000	9.837	99.500	9.837
100.000	9.837	100.500	9.837	101.000	9.837	101.500	9.837	102.000	9.837

CHARGE PERMANENTE SANS LES EQUIPEMENTS (EN VALEUR PROBABLE)

TRAVEE 1	TRAVEE 2	TRAVEE 3
638.324 T	921.902 T	638.324 T

COEFFICIENTS DE MAJORATION DYNAMIQUE

CAS DE CHARGE ETUDIE	4 (BC)	5 (BT)	6 (BR)	7 (BG)	8 (MC)	9 (ME)
TRAVEE 1	1.083	1.070	1.059	*****	1.078	1.070
TRAVEE 2	1.060	1.051	1.044	*****	1.070	1.060
TRAVEE 3	1.083	1.070	1.059	*****	1.078	1.070

\*\*\*\*\* RAPPELLE QUE LE CAS DE CHARGE CORRESPONDANT N'EST PAS ETUDIE

RECAPITULATION PAR TRAVEE DES COEFFICIENTS DE MAJORATION DYNAMIQUE APPLICABLES

	TRAVEE 1	TRAVEE 2	TRAVEE 3
MAJORATION DYNAMIQUE APPLICABLE AUX CHARGES B REGLEMENTAIRES	1.083	1.060	1.083
MAJORATION DYNAMIQUE APPLICABLE AUX CHARGES MILITAIRES	1.078	1.070	1.078

RECAPITULATION PAR APPUI DES COEFFICIENTS DE MAJORATION DYNAMIQUE APPLICABLES

	APPUI 1	APPUI 2	APPUI 3	APPUI 4
MAJORATION DYNAMIQUE APPLICABLE AUX CHARGES B REGLEMENTAIRES	1.291	1.083	1.083	1.291
MAJORATION DYNAMIQUE APPLICABLE AUX CHARGES MILITAIRES	1.139	1.078	1.078	1.139

Ces coefficients doivent servir au calcul des appareils d'appuis

## PARAMETRES UTILISES POUR LES CALCULS DANS LA TRAVÉE 1

$$(1) \text{ ALPHA} = 1.000 \quad \text{BETA} = 1.000 \quad \text{TETA} = 0.150 \quad (2)$$

COEFFICIENTS D'EXCENTREMENT DES CHARGES RELATIFS A LA TRAVÉE 1 ET A LA SECTION D'ABSCISSE 0.0  
 COMPTEE A PARTIR DE L'AXE DE LA DALLE EQUIVALENTE.

LARGEUR DE LA DALLE EQUIVALENTE 8.000  
 LIGNE D'INFLUENCE DU COEF. DE REPARTITION TRANSVERSALE A INTERVALLES DE 0.125

0.9932	0.9935	0.9938	0.9940	0.9943	0.9946	0.9948	0.9951
0.9954	0.9956	0.9959	0.9962	0.9964	0.9967	0.9970	0.9973
0.9975	0.9978	0.9981	0.9983	0.9986	0.9988	0.9990	0.9992
0.9994	0.9996	0.9998	1.0000	1.0002	1.0004	1.0006	1.0008
1.0009	1.0011	1.0013	1.0014	1.0015	1.0017	1.0018	1.0019
1.0020	1.0020	1.0021	1.0021	1.0021	1.0021	1.0021	1.0020
1.0020	1.0019	1.0018	1.0017	1.0015	1.0014	1.0013	1.0011
1.0009	1.0008	1.0006	1.0004	1.0002	1.0000	0.9998	0.9996
0.9994	0.9992	0.9990	0.9988	0.9986	0.9983	0.9981	0.9978
0.9975	0.9973	0.9970	0.9967	0.9964	0.9962	0.9959	0.9956
0.9954	0.9951	0.9948	0.9946	0.9943	0.9940	0.9938	0.9935
0.9932							

CAS DE CHARGE ETUOIE	1 (TRG)	2 (TRD)	3 (A(L))	4 (BC)	5 (BT)	6 (BR)	7 (BG)	8 (MC)	9 (ME)
(3) COEFFICIENTS	0.994	0.995	1.000	1.101	1.001	1.002	0.0	1.001	1.001
(4) POSITION TRANSVERSALE	-5.000	4.750	-0.250	0.0	-0.000	0.050	0.0	0.025	0.0
(5) NOMBRE DE CHARGES	1	1	2	2	2	1	0	1	1

(1) Paramètres d'anisotropie

$$\alpha_i = \frac{G\mu_x + G\mu_y}{2\sqrt{E I_x + E I_y}} \quad \beta_i = \sqrt[4]{\frac{E I_x}{E \cdot I_y}}$$

(2) Paramètre d'entretoisement

$$\theta_i = \frac{b_i}{2 a'_i} \beta_i$$

$b_i$  demi largeur droite de la dalle rectangulaire équivalente

$a'_i$  demi-portée de la travée indépendante de même inertie qui présente la même flèche en son milieu que la travée  $i$  sous l'action de la même charge de densité  $p$

(3) nombre de voies chargées ou nombre de véhicules disposés transversalement

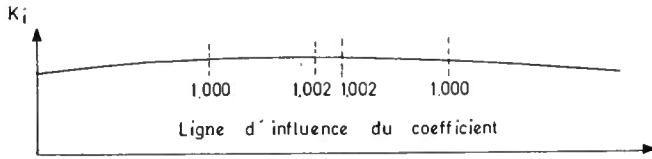
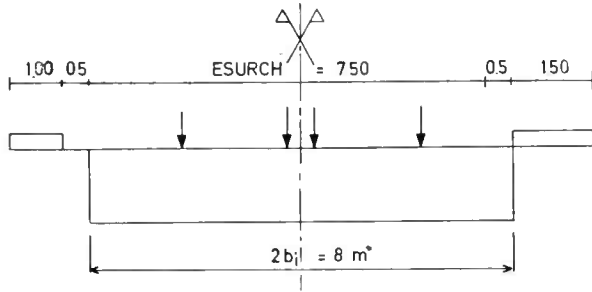
(4) barycentre des charges  $P_i$  disposées transversalement

(5) coefficient de répartition =  $\frac{\sum K_i P_i}{\sum P_i} \times \frac{\text{nombre de charges}}{\text{nombre de voies chargeables}}$  x coefficient de dégressivité transversale



Exemple : cas de charge n° 4 (BC)

Le convoi est centré sur la dalle équivalente



$$K_{BC} = \frac{1,000 + 1,002 + 1,002 + 1,000}{4} \times \frac{2}{2} \times 1,1 = 1,101$$

(bc)

RECAPITULATION PAR TRAVÉE DES CHARGES MAJOREES POUR EXCENTREMENT ET DES COEFFICIENTS CORRESPONDANTS

CAS DE CHARGE ETUDIE	1 (TRG)	2 (TRD)	3 (A(L))	4 (BC)	5 (BT)	6 (BR)	7 (BG)	8 (MC)	9 (ME)
TRAVÉE 1									
CHARGES MAJOREES	1.158	1.149	1.879	2.290	2.054	1.109	*****	1.052	1.054
COEFFICIENTS	1.158	1.149	1.007	1.145	1.027	1.109	*****	1.052	1.054
TRAVÉE 2									
CHARGES MAJOREES	1.111	1.105	1.876	2.265	2.039	1.077	*****	1.037	1.039
COEFFICIENTS	1.111	1.105	1.005	1.132	1.019	1.077	*****	1.037	1.039
TRAVÉE 3									
CHARGES MAJOREES	1.158	1.149	1.879	2.290	2.054	1.109	*****	1.052	1.054
COEFFICIENTS	1.158	1.149	1.007	1.145	1.027	1.109	*****	1.052	1.054

Charges majorées = coefficients x nombre de files transversales possibles (x a<sub>2</sub> dans le cas de A(1))

Exemple : cas de charge n° 3 (A(1)) :

$$\text{charge majorée} = 1,007 \times 2 \times \underbrace{\frac{3,5}{3,75}}_{a_2} = 1,879$$

ETUDE DES TASSEMENTS  
 \* \* \* \* \*

MOMENTS SUR L'APPUI K DUS A UNE DENIVELLATION UNITAIRE (1 CM) DE CHAQUE APPUI M

(CALCUL EFFECTUF AVEC EV= 1199390. T/M2)

K=>	1	2	3	4
M= 1	0.0	-19.30	7.53	0.0
M= 2	0.0	38.47	-26.70	0.0
M= 3	0.0	-26.70	38.47	0.0
M= 4	0.0	7.53	-19.30	0.0

\*\*\*\* RAPPEL: LES TASSEMENTS PROBABLES ET ALEATOIRES DEFINIS PAR L'UTILISATEUR SONT PRIS EN COMPTE

ETUDE DU GRADIENT THERMIQUE  
 \* \* \* \* \*

MOMENTS SUR APPUI DUS A UN GRADIENT THERMIQUE DE 12.0 DEGRE C POUR E= 3598172. T/M2

APPUI 1 0.0  
 APPUI 2 404.10  
 APPUI 3 404.10  
 APPUI 4 0.0

\*\*\*\* RAPPEL: LES EFFETS DU GRADIENT THERMIQUE SONT PRIS EN COMPTE

* SECTION	CAS DE CHARGE	VALEUR MAXI	POSITION OU LONGUEUR CHARGEE	VALEUR MINI	POSITION OU LONGUEUR CHARGEE	
Voir ci-dessous						
* 1	CH. PERMANENTE	-3258.8		-3598.3		
*	EQUIP. DEF.	-541.5		-661.0		
*	TASSEMENTS PROB.	0.0		-11.8		
*	TASSEMENTS ALEA.	65.2		-65.2		
*	GRADIENT (10J)	361.2		0.0		
*	GRADIENT (28J)	404.1		0.0		
-----						
*	1 (TRG)	4.7	30.00	-32.5	72.00	
*	2 (TRD)	6.9	30.00	-48.5	72.00	
*	3 (A(L))	206.0	30.00	-891.1	72.00	(1)
(2)	4 (BC)	174.1	77.00 87.50 <-	-633.9	40.00	50.50 ->
*	5 (BT)	100.2	84.65	-340.3	44.65	
*	6 (BR)	16.9	85.00	-56.3	46.00	
*	8 (MC)	173.2	88.50 ***** (3)	-985.8	16.50	53.10
*	9 (ME)	105.4	84.20 *****	-624.9	14.20	46.50
-----						
* 2	CH. PERMANENTE	-2393.9		-2643.3		
*	EQUIP. DEF.	-404.9		-494.3		
*	TASSEMENTS PROB.	0.0		-11.8		
*	TASSEMENTS ALEA.	58.6		-58.6		
*	GRADIENT (10J)	361.2		0.0		
*	GRADIENT (28J)	404.1		0.0		
-----						
*	1 (TRG)	4.1	33.84	-25.0	68.16	
*	2 (TRD)	6.1	33.84	-37.3	68.16	
*	3 (A(L))	170.6	33.84	-704.9	68.16	
*	4 (BC)	143.1	77.00 87.50 <-	-499.0	44.00	12.00 <-
*	5 (BT)	82.4	84.65	-249.2	46.65	
*	6 (BR)	13.9	85.00	-41.2	48.00	
*	8 (MC)	164.1	88.50 34.50	-821.9	18.00	54.60
*	9 (ME)	125.0	84.20 30.30 (4)	-514.9	15.20	47.50

### Position ou longueur chargée

\* charges réparties (A(L), trottoirs)

il s'agit de la somme des longueurs chargées

\* charges à essieux (BC,BT,BR,BC,ME)

il s'agit de la position des essieux les plus à gauche de chaque camion

\* charges à chenilles (MC,D,E...)

il s'agit de la position de l'extrémité gauche de chaque chenille ou de la chenille de gauche dans le cas d'une charge constituée de deux chars séparés par une distance constante.

\* la flèche indique le sens de déplacement du convoi (charge non symétrique)

——> l'essieu n° 1 est à gauche

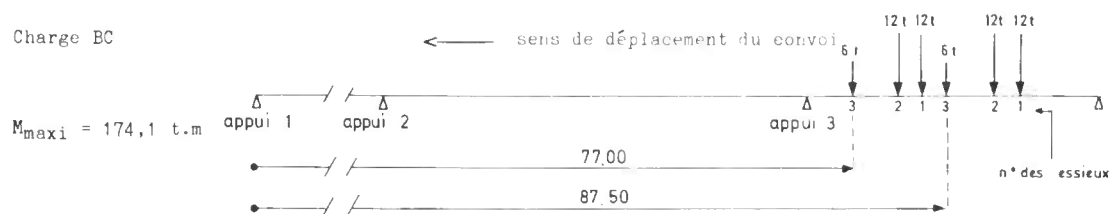
<—— l'essieu n° 1 est à droite

Exemples :

① Charge A (L)

$$M_{\text{mini}} = - 891,1 \text{ t.m} \quad \text{longueur chargée} = \text{travée 1} + \text{travée 2} = 30 + 42 = 72$$

② Charge BC

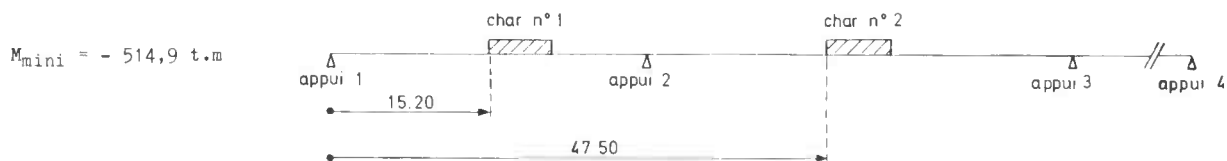


Nota : dans le cas d'une charge généralisée (BG), les numéros des essieux sont ceux définis dans le tableau F

③ Charge  $M_{C120}$  (ici un seul char sur l'ouvrage)



④ Charge  $M_{C120}$  (ici 2 chars sur l'ouvrage)



abscisse de la section dans la travée

MOMENTS FLECHISSANTS - TRAVÉE 2

		MISE EN TENSION A 10 J		MISE EN TENSION A 28 J		OUVRAGE EN SERVICE	
		E.L.U		E.L.S RARE		E.L.S RARE + E.L.S FÔTE + E.L.S O.P.	
		E.L.U		E.L.S RARE + (+ T.A.)		E.L.S RARE + (+ T.A.) + E.L.S O.P.	
COMBI-	SECTION						
			première ligne : maxi				
			deuxième ligne : mini				
	1	-2897.6	-3299.6	-3339.4	-3274.3	-3598.2	-3800.3
	( 0.0 )	-3598.3	-4857.7	-5421.5	-5486.6	-4854.4	-4271.1
	2	-2032.7	-2423.8	-2381.7	-2323.1	-2596.7	-2798.8
	( 2.10 )	-2643.3	-3568.4	-4057.6	-4116.2	-3609.7	-3149.3
	3	-1286.7	-1668.5	-1525.2	-1473.0	-1728.6	-1930.6
	( 4.20 )	-1819.6	-2456.5	-2891.3	-2943.4	-2531.6	-2176.5
	4	-648.4	-1022.3	-750.8	-705.2	-982.5	-1184.5
	( 6.30 )	-1114.8	-1505.0	-1896.9	-1942.5	-1611.4	-1340.1
	5	-105.7	-472.7	-13.9	25.5	-346.3	-548.3
	( 8.40 )	-515.5	-696.0	-1109.5	-1148.9	-870.6	-626.7
	6	352.4	-9.0	395.2	624.9	659.6	207.7
	( 10.50 )	-9.8	-13.2	-457.8	-492.5	-243.1	-24.4
	7	764.9	545.0	1187.9	1218.0	735.4	479.8
	( 12.60 )	365.6	370.2	28.7	-1.4	220.7	416.2
	8	1086.7	979.3	1676.6	1702.1	1171.9	863.0
	( 14.70 )	657.0	657.0	414.5	388.9	584.4	757.9
	9	1316.6	1289.8	2038.1	2059.1	1490.1	1136.8
	( 16.80 )	865.3	876.1	876.1	681.7	850.6	1002.1
	10	1454.8	1476.4	2255.2	2271.6	1681.2	1301.4
	( 18.90 )	990.4	990.4	860.0	843.6	1008.2	1148.8
	11	1501.3	1539.0	2328.0	2339.8	1745.3	1356.6
	( 21.00 )	1032.5	1045.4	909.2	897.4	1057.5	1198.1

Exemple : cas de la section n° 2 de la travée 2 (abscisse 2,10 m par rapport à l'appui n° 2)

1) Combinaison en construction à 10 jours

\* E. L. S.

$$M_{max} = (MCP)_{max} + (\Delta\theta_{10})_{max}$$

$$- 2032,7 = - 2393,9 + 361,2$$

\* E. L. U.

$$M_{max} = \lambda P_3 \times (\lambda P_3 \times P_{1GMIN}) \times (MCP)_{max}$$

2) Combinaison en service

\* E. L. S.

$$M_{max} = (MCP)_{max} + (MOSUP)_{max} + KTP \times (TP)_{max} + COEFCT \times [(TRG)_{max} + (TRD)_{max}]$$

$$+ \psi_{0\theta} \times (\Delta\theta_{28})_{max} + COEFGA \times (A(L))_{max}$$

$$- 2381,7 = - 2393,9 - 404,9 + 1 \times 0 + 1 \times [4,1 + 6,1]$$

$$+ 1,2 \times 170,6 + 0,5 \times 404,1$$

$$\text{Combinaison rare + T.A (tassements aléatoires)} = M_{max} \text{ (sans T.A.)} + KTP \times (TA)_{max}$$

$$- 2323,1 = - 2381,7 + 1 \times 58,6$$

$$\begin{aligned} \text{combinaison fréquente } M_{\max} &= (MCP)_{\max} + (MQSUP)_{\max} + KTP \times (TP)_{\max} + \psi_{0\theta} \times (\Delta\theta)_{\max} \\ - 2596,7 &= - 2393,9 - 404,9 + 1 \times 0 + 0,5 \times 404,9 \end{aligned}$$

on remarque en effet que dans ce cas

$$\psi_{0\theta} (\Delta\theta)_{\max} > \psi_1 \times \left[ (TRG)_{\max} + (TRD)_{\max} + (A(L))_{\max} \right]$$

$$\begin{aligned} \text{combinaison quasi permanente } M_{\max} &= (MCP)_{\max} + (MQSUP)_{\max} + KTP \times (TP)_{\max} \\ - 2798,8 &= - 2393,9 - 404,9 + 1 \times 0 \end{aligned}$$

\* E. L. U.

$$\begin{aligned} M_{\max} &= \gamma_{F3} \times \left[ \gamma_{F1GMIN} \times \left( (MCP)_{\max} + (MQSUP)_{\max} \right) \right. \\ &\quad + \gamma_{F1GMAX} \times \left( (TP)_{\max} + (TA)_{\max} \right) + \gamma_{QCT} \times \left( (TRG)_{\max} + (TRD)_{\max} \right) \\ &\quad \left. + \gamma_{QCA} \times (A(L))_{\max} \right] \\ - 2465,6 &= 1,125 \times \left[ 0,9 \times (-2393,9 - 404,9) + 1,2 \times (0 + 58,6) \right. \\ &\quad \left. + 1,42 \times (4,1 + 6,1) + 1,42 \times 170,6 \right] \end{aligned}$$

NOTA : Lorsque les combinaisons en service à l'infirmité et à la mise en tension sont différentes, un tableau supplémentaire est édité.

SECTION	CAS DE CHARGE	VALEUR MAXI	POSITION OU LONGUEUR CHARGEE	VALEUR MINI	POSITION OU LONGUEUR CHARGEE
1	CH. PERMANENTE	496.1		449.3	
	EQUIP. DEF.	83.6		68.5	
	TASSEMENTS PROB.	0.0		-0.0	
	TASSEMENTS ALEA.	3.1		-3.1	
	GRADIENT (10J)	0.0		0.0	
	GRADIENT (28J)	0.0		0.0	
1	(TRG)	3.9	72.00	-0.4	30.00
2	(TRO)	5.8	72.00	-0.6	30.00
3	(A(L))	132.4	42.00	-17.6	30.00
4	(BC)	124.2	30.00 40.50 ->	-14.9	77.00 87.50 <-
5	(BT)	68.5	30.00	-8.6	84.65
6	(BR)	11.4	30.00	-1.4	85.00
8	(MC)	115.8	36.00 72.60	-14.8	88.50 *****
9	(ME)	84.0	30.00 62.30	-9.0	84.20 *****

2	CH. PERMANENTE	418.3		378.9	
	EQUIP. DEF.	75.2		61.6	
	TASSEMENTS PROB.	0.0		-0.0	
	TASSEMENTS ALEA.	3.1		-3.1	
	GRADIENT (10J)	0.0		0.0	
	GRADIENT (28J)	0.0		0.0	
1	(TRG)	3.6	69.90	-0.4	32.10
2	(TRO)	5.3	69.90	-0.6	32.10
3	(A(L))	123.0	39.90	-17.6	30.00
4	(BC)	118.5	32.10 42.60 ->	-14.9	77.00 87.50 <-
5	(BT)	67.3	32.10	-8.6	84.65
6	(BR)	11.4	32.10	-1.4	85.00
8	(MC)	110.0	39.00 1.50	-14.8	88.50 *****
9	(ME)	79.5	32.10 64.40	-10.3	84.20 30.20

Mêmes remarques que pour les moments fléchissants

MCPEL 0001 PAGE 83

EFFORTS TRANCHANTS - TRAVEE 2

COMBI- NAISON	MISE EN TENSION A 10 J		MISE EN TENSION A 28 J		OUVRAGE EN SERVICE					
	E.L.S RARE	E.L.U	E.L.S RARE	E.L.U	E.L.S RARE	E.L.S RARE	E.L.S RARE	E.L.S FQTE	E.L.S Q.P.	E.L.U
1	496.1	669.8	496.1	669.8	748.3	665.0	579.7	1013.9		
( 0.0 )	449.3	454.9	449.3	454.9	495.7	506.6	517.8	490.4		
2	418.3	564.7	418.3	564.7	650.0	572.6	493.5	881.1		
( 2.10 )	378.9	383.6	378.9	383.6	418.3	429.3	440.5	412.1		
3	361.5	488.1	361.5	488.1	572.6	501.3	428.4	776.7		
( 4.20 )	327.4	331.5	327.4	331.5	360.0	371.0	382.2	353.0		
4	310.5	419.2	310.5	419.2	503.4	436.9	369.0	683.1		
( 6.30 )	281.2	284.7	281.2	284.7	306.4	317.7	329.2	298.6		
5	265.4	358.3	265.4	358.3	440.9	378.9	315.5	598.8		
( 8.40 )	240.3	243.4	240.3	243.4	256.4	269.2	281.4	246.7		
6	224.2	302.7	224.2	302.7	383.1	325.5	266.8	520.7		
( 10.50 )	203.1	205.6	203.1	205.6	209.2	225.4	238.0	197.6		
7	172.1	232.3	172.1	232.3	312.6	259.5	205.5	425.5		
( 12.60 )	155.8	157.8	155.8	157.8	146.9	168.3	183.2	131.8		
8	130.4	176.0	130.4	176.0	253.4	204.8	155.4	345.6		
( 14.70 )	118.1	119.5	118.1	119.5	97.7	121.7	138.6	80.5		
9	88.7	119.7	88.7	119.7	194.4	150.3	105.4	266.0		
( 16.80 )	80.3	81.3	80.3	81.3	43.3	74.6	94.0	22.0		
10	46.9	63.4	46.9	63.4	135.8	95.9	55.3	186.9		
( 18.90 )	42.5	43.0	42.5	43.0	6.8	26.8	49.4	-30.6		
11	5.2	7.1	5.2	7.1	78.4	42.4	5.9	109.3		
( 21.00 )	4.7	4.8	4.7	4.8	58.7	21.4	5.3	85.9		

* APPUI	CAS DE CHARGE	VALEUR MAXI	POSITION OU LONGUEUR CHARGEE	VALEUR MINI	POSITION OU LONGUEUR CHARGEE
1	CH. PERMANENTE	211.3		191.4	
	EQUIP. DEF.	39.3		32.2	
	TASSEMENTS PROB.	0.0		-0.4	
	TASSEMENTS ALEA.	2.2		-2.2	
	GRADIENT (10J)	12.0		0.0	
	GRADIENT (28J)	13.5		0.0	
	1 (TRG)	2.1	60.00	-0.6	42.00
	2 (TRD)	3.1	60.00	-0.9	42.00
	3 (A(L))	99.6	30.00	-25.9	42.00
	4 (BC)	92.6	0.0 10.50 ->	-19.4	40.00 50.50 ->
5 (BT)	60.2	0.65	-10.5	44.65	
6 (BR)	10.0	0.0	-1.6	46.00	
8 (MC)	100.8	6.00 88.50	-17.9	49.50 *****	
9 (ME)	65.9	0.20 84.20	-10.8	45.20 *****	

2	CH. PERMANENTE	966.9		875.6	
	EQUIP. DEF.	165.3		135.4	
	TASSEMENTS PROB.	0.4		0.0	
	TASSEMENTS ALEA.	5.3		-5.3	
	GRADIENT (10J)	0.0		-12.0	
	GRADIENT (28J)	0.0		-13.5	
	1 (TRG)	6.7	72.00	-0.5	30.00
	2 (TRD)	10.1	72.00	-0.7	30.00
	3 (A(L))	206.2	72.00	-24.3	30.00
	4 (BC)	129.7	22.00 32.50 <-	-18.4	77.00 87.50 <-
5 (BT)	64.3	31.65	-10.7	84.65	
6 (BR)	10.0	33.00	-1.7	85.00	
8 (MC)	150.0	18.00 54.60	-18.2	88.50 *****	
9 (ME)	100.2	15.20 47.50	-11.0	84.20 *****	

Mêmes remarques que pour les moments fléchissants  
 Les coefficients de majorations dynamiques applicables (page 27 de la note de calcul) ne sont pas pris en compte.  
 L'effet des abouts est pris en compte ici.

MCPEL 0001 PAGE 85

REACTIONS D'APPUI

COMBI- NAISON	+ MISE EN TENSION A 10 J		+ MISE EN TENSION A 28 J		+ OUVRAGE EN SERVICE					
	+ E.L.S RARE	+ E.L.U	+ E.L.S RARE	+ E.L.U	+ E.L.S RARE	+ E.L.S	+ FQTE	+ E.L.S Q.P.	+ E.L.U	
APPUI										
	1	223.3	285.2	224.8	285.2	382.0		313.4	250.5	508.6
		191.4	193.7	191.4	193.7	190.5		206.7	223.1	179.0
2	966.9	1305.3	966.9	1305.3	1396.8		1266.4	1132.6	1892.3	
	863.6	886.6	862.2	886.6	862.2	973.9		995.7	1011.1	975.8
3	966.9	1305.3	966.9	1305.3	1396.8		1266.4	1132.6	1892.3	
	863.6	886.6	862.2	886.6	862.2	973.9		995.7	1011.1	975.8



NOMBRES DE CABLES NECESSAIRES

A L'OUVERTURE DU FUSEAU LIMITE :      MINI 17.83      MAXI 50.72  
 A L'INSCRIPTION DU CABLE DANS LA STRUCTURE      19.54      25.19      19.54

NOMBRE DE CABLES RETENU 26

17 CABLES MIS EN TENSION A 10 JOURS  
 9 CABLES MIS EN TENSION A 28 JOURS

COEFFICIENTS DE PARTITION DU FUSEAU LIMITE

AUX ABOUTS DU TABLIER                      0.38  
 SUR APPUIS INTERMEDIAIRES                0.0  
 EN MILIEU DE TRAVEES INTERMEDIAIRES    1.00  
 AU POINT DE MOMENT MAXI EN TRAVEES DE RIVE 1.00

Nombre de câbles retenu

Le nombre de câbles retenu résulte des conditions d'existence du fuseau, et d'inscription du câble dans la structure ; dans certains cas la recherche du tracé concordant peut conduire à un nombre supérieur ; en outre le nombre de câbles par phase de mise en tension est toujours multiple du nombre de nervures.

Dans le cas présent  $\frac{17}{26} \times 100 = 65,4 \%$  des câbles mis en tension à 10 jours.

Coefficients de partition du fuseau limite

Ces coefficients lus en carte A16 sont éventuellement modifiés par le programme dans sa recherche de tracé.

Remarques

Sont éditées ci-dessus les remarques éventuelles concernant le dimensionnement, à savoir :

- \* abandon de la condition de non compression excessive dans le dimensionnement de la précontrainte.
- \* nécessité d'une mise en tension en deux phases.
- \* impossibilité d'un lissage correct du tracé sur toute la longueur de l'ouvrage.
- \* dimensionnement impossible (consulter auprès de NETRA).

LA VERIFICATION EST FAITE EN CLASSE 2

-----

FAMILLE 1

-----

ARMATURES DE TYPE : 1

NOMBRE DE CABLES DANS LA FAMILLE 1 : 17

LA FAMILLE 1 COMMENCE DANS LA SECTION 1 TRAVEE 1 ET SE TERMINE DANS LA SECTION 21 TRAVEE 3

NATURE DES ANCRAGES : ANCRAGES ACTIFS AUX DEUX EXTREMITES

TENSION AUX ANCRAGES : 152000.T/M2

LA FAMILLE 1 EST MISE EN TENSION A 10 JOURS

ORDONNEES PAR RAPPORT A L'INTRADOS DU BARYCENTRE DES CABLES

SECTION	TRAVEE 1	TRAVEE 2	TRAVEE 3
1	0.509	1.596	1.596
2	0.465	1.423	1.470
3	0.424	1.179	1.263
4	0.390	0.928	1.056
5	0.362	0.668	0.865
6	0.334	0.578	0.694
7	0.314	0.461	0.587
8	0.308	0.350	0.543
9	0.319	0.254	0.476
10	0.343	0.183	0.419
11	0.377	0.154	0.377
12	0.419	0.183	0.343
13	0.476	0.254	0.319
14	0.543	0.350	0.308
15	0.587	0.461	0.314
16	0.694	0.578	0.334
17	0.865	0.668	0.362
18	1.056	0.928	0.390
19	1.263	1.179	0.424
20	1.470	1.423	0.465
21	1.596	1.596	0.509

Distances du centre de gravité des armatures au fond du coffrage ; attention : cette cote ne correspond pas aux axes des gaines ; tenir compte du décalage réel.

FAMILLE 2

-----

ARMATURES DE TYPE : 1

NOMBRE DE CABLES DANS LA FAMILLE 2 : 9

LA FAMILLE 2 COMMENCE DANS LA SECTION 1 TRAVEE 1 ET SE TERMINE DANS LA SECTION 21 TRAVEE 3

NATURE DES ANCRAGES : ANCRAGES ACTIFS AUX DEUX EXTREMITES

TENSION AUX ANCRAGES : 152000.T/M2

LA FAMILLE 2 EST MISE EN TENSION A 28 JOURS

ORDONNEES PAR RAPPORT A L'INTRADOS DU BARYCENTRE DES CABLES

SECTION	TRAVEE 1	TRAVEE 2	TRAVEE 3
1	0.509	1.596	1.596
2	0.465	1.423	1.470
3	0.424	1.179	1.263
4	0.390	0.928	1.056
5	0.362	0.668	0.865
6	0.334	0.578	0.694
7	0.314	0.461	0.587
8	0.308	0.350	0.543
9	0.319	0.254	0.476
10	0.343	0.183	0.419
11	0.377	0.154	0.377
12	0.419	0.183	0.343
13	0.476	0.254	0.319
14	0.543	0.350	0.308
15	0.587	0.461	0.314
16	0.694	0.578	0.334
17	0.865	0.668	0.362
18	1.056	0.928	0.390
19	1.263	1.179	0.424
20	1.470	1.423	0.465
21	1.596	1.596	0.509

NOTA : Les familles 1 et 2 ont le même tracé.

## TRAVÉE 2

SECTION	AIRE NETTE	MOMENT STATIQUE / EXTRA005	MOMENT D'INERTIE / AXE NEUTRE	V5	V1	ETA
1	11.984	9.184	3.230	0.766	-0.984	0.358
2	11.165	7.812	2.508	0.700	-0.898	0.357
3	10.059	6.149	1.727	0.611	-0.787	0.357
4	8.917	4.660	1.119	0.523	-0.677	0.355
5	7.739	3.357	0.665	0.434	-0.566	0.350
6	7.739	3.345	0.667	0.432	-0.568	0.351
7	7.739	3.330	0.665	0.430	-0.570	0.351
8	7.739	3.315	0.660	0.428	-0.572	0.348
9	7.739	3.303	0.654	0.427	-0.573	0.345
10	7.739	3.293	0.647	0.426	-0.574	0.342
11	7.739	3.290	0.644	0.425	-0.575	0.340
12	7.739	3.293	0.647	0.426	-0.574	0.342
13	7.739	3.303	0.654	0.427	-0.573	0.345
14	7.739	3.315	0.660	0.428	-0.572	0.348
15	7.739	3.330	0.665	0.430	-0.570	0.351
16	7.739	3.345	0.667	0.432	-0.568	0.351
17	7.739	3.357	0.665	0.434	-0.566	0.350
18	8.917	4.660	1.119	0.523	-0.677	0.355
19	10.059	6.149	1.727	0.611	-0.787	0.357
20	11.165	7.812	2.508	0.700	-0.898	0.357
21	11.984	9.184	3.230	0.766	-0.984	0.358

## ABSCISSES DES POINTS D'INFLEXION SUR LE CABLE 1

0.0  
5.25  
6.75  
18.75  
21.75  
26.25  
41.55  
60.45  
75.75  
80.25  
83.25  
95.25  
96.75  
102.00

Les abscisses sont données par rapport à  
l'origine de l'ouvrage (appui n° 1)

ABSCISSE DU POINT DE REcul D'ANCRAGE GAUCHE 17.67 TAR= 145881.  
 ABSCISSE DU POINT DE REcul D'ANCRAGE DROITE 84.33 TBR= 145881.

Tensions aux points où les effets de rentrées d'ancrages (gauches et droites) se font sentir

ANCRAGES ACTIFS AUX DEUX EXTREMITES ← hypothèse sur la mise en tension

	TRAVEE 1	TRAVEE 2	TRAVEE 3
SECTION 1	152000.	139129.	139129.
2	151478.	137956.	140152.
3	150931.	137203.	140858.
4	150361.	136537.	141421.
5	149851.	135739.	142155.
6	149337.	134843.	142804.
7	148689.	134160.	143360.
8	147971.	133478.	144181.
9	147265.	132696.	144730.
10	146620.	131762.	145381.
11	146023.	130644.	146023.
12	145381.	131762.	146620.
13	144730.	132696.	147265.
14	144181.	133478.	147971.
15	143360.	134160.	148689.
16	142804.	134843.	149337.
17	142155.	135739.	149852.
18	141421.	136537.	150361.
19	140858.	137203.	150931.
20	140152.	137956.	151478.
21	139129.	139129.	152000.

Tensions avant blocage pour le calcul des allongements

CARACTERISTIQUES GEOMETRIQUES DES SECTIONS HOMOGENEISEES

(AVEC LES CABLES DES FAMILLES 1 A 1)

TRAVEE 2

familles mises en tension à t<sub>1</sub> jours

SECTION	AIRE HOMOGENEISEE	MOMENT STATIQUE / EXTRADOS	MOMENT D'INERTIE / AXE NEUTRE	V5	VI
1	12.125	9.206	3.282	0.759	-0.991
2	11.307	7.836	2.546	0.693	-0.905
3	10.201	6.180	1.743	0.606	-0.793
4	9.059	4.698	1.127	0.519	-0.681
5	7.881	3.404	0.667	0.432	-0.568
6	7.881	3.405	0.667	0.432	-0.568
7	7.881	3.406	0.667	0.432	-0.568
8	7.881	3.407	0.667	0.432	-0.568
9	7.881	3.408	0.668	0.432	-0.568
10	7.881	3.409	0.668	0.433	-0.567
11	7.881	3.410	0.669	0.433	-0.567
12	7.881	3.409	0.668	0.433	-0.567
13	7.881	3.408	0.668	0.432	-0.568
14	7.881	3.407	0.667	0.432	-0.568
15	7.881	3.406	0.667	0.432	-0.568
16	7.881	3.405	0.667	0.432	-0.568
17	7.881	3.404	0.667	0.432	-0.568
18	9.059	4.698	1.127	0.519	-0.681
19	10.201	6.180	1.748	0.606	-0.793
20	11.307	7.836	2.546	0.693	-0.905
21	12.125	9.206	3.282	0.759	-0.991

NOTA : L'homogénéisation est faite avec le coefficient d'équivalence instantané : n<sub>1</sub>

TRAVEE 2	PERTES INSTANTANÉES		PERTES DIFFÉREES FINALES				PERTES DIFFÉREES		
	PERTES STATIQUES	DEFORMATIONS INSTANTANÉES	RELAXATION	RETRAIT	FLUAGE	TERME RECTANGLE	28 JOURS	MISE EN SERVICE	INFINI
SECTION			$\Delta \sigma_p$	$\Delta \sigma_r$	$\Delta \sigma_{fl}$	$T_r$	$\Delta \sigma_{t2}$	$\Delta \sigma_{MS}$	$\Delta \sigma_{\infty}$
1	12871.	564.	6195.	5636.	6797.	-1112.	974.	3633.	17516.
2	14044.	922.	5961.	5636.	8143.	-1199.	1031.	3846.	18541.
3	14797.	1193.	5807.	5636.	8953.	-1246.	1065.	3972.	19150.
4	15463.	1416.	5674.	5636.	9385.	-1262.	1081.	4031.	19433.
5	16261.	1563.	5535.	5636.	9328.	-1234.	1071.	3996.	19264.
6	17157.	1487.	5414.	5636.	8494.	-1147.	1023.	3816.	18396.
7	17840.	1342.	5336.	5636.	8014.	-1097.	995.	3711.	17889.
8	18522.	1317.	5241.	5636.	8788.	-1144.	1030.	3842.	18521.
9	19304.	1446.	5111.	5636.	10611.	-1265.	1117.	4168.	20092.
10	20238.	1662.	4948.	5636.	12724.	-1397.	1219.	4545.	21911.
11	21356.	1767.	4778.	5636.	13669.	-1431.	1260.	4699.	22651.

frottement recul

dues à la non simultanèité de mise en tension

$$T_r = - \frac{2 \Delta \sigma_p (\Delta \sigma_r + \Delta \sigma_{fl})}{\sigma_{pi}}$$

$$\Delta \sigma = \Delta \sigma_p + \Delta \sigma_r + \Delta \sigma_{fl} + T_r$$

$$\Delta \sigma_{t2} = r (t_2 - t_1) \Delta \sigma_{\infty}$$

$$\Delta \sigma_{MS} = r (MS - t_1) \Delta \sigma_{\infty}$$

où r est la fonction "retrait"

TABLEAU DES TENSIONS DANS LES ARMATURES DE LA FAMILLE 1 AUX DIFFERENTES EPOQUES

TRAVEE 2	TENSION APRES PERTES STATIQUES			TENSIONS INITIALES (A 10 JOURS)			TENSIONS OUVRAGE A 28 JOURS			TENSIONS RESIDUELLES MISE EN SERVICE - A L'INFINI			
	$\sigma_{pi}$	MOY.	MAXI.	MOY.	MAXI.	MINI.	MOY.	MAXI.	MINI.	MOY.	MAXI.	MOY.	MINI.
SECTION													
1	139129.	138565.	144292.	132837.	137590.	143512.	131669.	134931.	141385.	121049.	111818.		
2	137956.	137034.	143068.	131001.	136003.	142243.	129764.	133188.	139991.	118493.	108752.		
3	137203.	136010.	142248.	129773.	134946.	141396.	128495.	132038.	139071.	116861.	106793.		
4	136537.	135121.	141537.	128705.	134040.	140672.	127408.	131090.	138312.	115688.	105386.		
5	135739.	134176.	140781.	127571.	133104.	139924.	126285.	130180.	137584.	114912.	104454.		
6	134843.	133355.	140124.	126586.	132332.	139306.	125359.	129539.	137071.	114959.	104511.		
7	134160.	132818.	139694.	125941.	131823.	138898.	124747.	129107.	136726.	114928.	104474.		
8	133478.	132160.	139168.	125153.	131130.	138344.	123917.	128319.	136095.	113640.	102928.		
9	132696.	131250.	138440.	124060.	130133.	137546.	122719.	127082.	135106.	111158.	99949.		
10	131762.	130100.	137520.	122680.	128881.	136545.	121218.	125555.	133884.	108189.	96386.		
11	130644.	128878.	136542.	121213.	127618.	135534.	119702.	124179.	132783.	106227.	94032.		

$\sigma_{p0}$  - pertes statiques - déformations instantanées

$$\sigma_{pmoy}(\infty) = \sigma_{pi} - \Delta \sigma_p - \Delta \sigma_r - \Delta \sigma_{fl} - T_r$$

\* Précontrainte maxi  $\sigma_{p1}(t) = P_{01} \sigma_{p0} - D_{p1} \Delta \sigma(t)$

\* Précontrainte mini  $\sigma_{p2}(t) = P_{02} \sigma_{p0} - D_{p2} \Delta \sigma(t)$

$\Delta \sigma(t)$ : pertes totales à l'instant t (instantanées + différées)

TRAVEE 2 SECTION	FORCES INITIALES - MISE EN TENSION A 10 JOURS		OUVRAGE A 28 JOURS		FORCES UTILES - MISE EN SERVICE - A L'INFINI			
	MOYENNE	MAXIMALE	MOYENNE	MAXIMALE	MOY.	MAXI.	MOY.	MINI.
1	3929.	4092.	3902.	4069.	3826.	4009.	3432.	3171.
2	3886.	4057.	3857.	4033.	3777.	3970.	3360.	3084.
3	3857.	4034.	3827.	4009.	3744.	3943.	3314.	3028.
4	3831.	4013.	3801.	3989.	3717.	3922.	3280.	2988.
5	3805.	3992.	3774.	3968.	3691.	3901.	3258.	2962.
6	3781.	3973.	3752.	3950.	3673.	3887.	3260.	2964.
7	3766.	3961.	3738.	3939.	3661.	3877.	3259.	2962.
8	3748.	3946.	3718.	3923.	3639.	3859.	3222.	2919.
9	3722.	3926.	3690.	3900.	3604.	3831.	3152.	2834.
10	3689.	3900.	3655.	3872.	3560.	3796.	3068.	2733.
11	3654.	3872.	3619.	3843.	3521.	3765.	3012.	2666.

MOMENTS HYPERSTATIQUES SUR APPUIS (FAMILLE 1)

		APPUI 2	APPUI 3	
EN PHASE INITIALE A 10 JOURS	MOY.	273.	273.	
	MAX.	289.	289.	
A 28 JOURS	MOY.	271.	271.	
	MAX.	286.	286.	
A LA MISE EN SERVICE	MOY.	263.	263.	
	MAX.	280.	280.	← précontrainte en valeur maxi
EN SERVICE A L'INFINI	MOY.	224.	224.	← précontrainte en valeur moyenne
	MIN.	199.	199.	← précontrainte en valeur mini

FORCES DE PRECONTRAINTE POUR LA FAMILLE 2 AUX DIFFERENTES EPOQUES  
 \* \* \* \* \*

MCPEL 0001 PAGE 111

TRAVEE 2 SECTION	* FORCES INITIALES *		* F O R C E S *		* U T I L E S *		* - A L'INFINI *	
	* MISE EN TENSION A 28 JOURS MOYENNE *	* MAXIMALE *	* MOYENNE *	* MAXIMALE *	* MISE EN SERVICE MOY. *	* SERVICE MAXI. *	* MOY. *	* MINI. *
1	2071.	2159.			2028.	2125.	1817.	1678.
2	2054.	2145.			2008.	2109.	1785.	1640.
3	2043.	2137.			1996.	2099.	1766.	1618.
4	2035.	2130.			1987.	2092.	1754.	1603.
5	2025.	2122.			1978.	2085.	1748.	1595.
6	2014.	2113.			1969.	2077.	1749.	1597.
7	2003.	2105.			1960.	2070.	1745.	1592.
8	1990.	2094.			1945.	2058.	1723.	1565.
9	1973.	2080.			1924.	2041.	1683.	1518.
10	1954.	2065.			1900.	2022.	1638.	1464.
11	1935.	2050.			1880.	2006.	1609.	1429.

MOMENTS HYPERSTATIQUES SUR APPUIS (FAMILLE 2)  
 \* \* \* \* \*

MCPEL 0001 PAGE 112

		APPUI 2	APPUI 3
EN PHASE INITIALE A 28 JOURS	MOY.	145.	145.
	MAX.	153.	153.
A LA MISE EN SERVICE	MOY.	141.	141.
	MAX.	150.	150.
EN SERVICE A L'INFINI	MOY.	120.	120.
	MIN.	107.	107.

## CONTRAINTES NORMALES DU BETON (EN T/M2) A LA FIN DE LA MISE EN TENSION A 10 JOURS

SOUS LES PRECONTRAINTES MAX. ET MOYENNE

SECTION	ABSCISSE CUMULEE	C. P. + GRADIENT TEMP.			PRECONTRAINTE		EN PHASE INITIALE		
		MOY. (1)	MAX. (2)	MIN. (3)	MOY. (4)	MAX. (5)	MOY. (1) + (4)	MAX. (2) + (5)	MIN. (3) + (5)
1	30.000	-771. 989.	-688. 883.	-854. 1096.	958. -481.	971. -529.	187. 509.	284. 354.	117. 567.
2	32.100	-652. 838.	-567. 728.	-737. 947.	986. -471.	1000. -524.	334. 366.	433. 204.	262. 423.
3	34.200	-550. 708.	-455. 587.	-644. 830.	1007. -420.	1019. -476.	457. 288.	564. 111.	375. 354.
4	36.300	-412. 533.	-303. 392.	-521. 675.	1000. -309.	1008. -366.	588. 224.	705. 26.	487. 308.
5	38.400	-202. 264.	-69. 90.	-336. 439.	918. -65.	916. -119.	716. 199.	847. -29.	580. 323.
6	40.500	111. -146.	228. -300.	-6. 8.	690. 224.	677. 184.	801. 78.	905. -116.	670. 193.
7	42.600	366. -484.	495. -655.	236. -313.	403. 597.	374. 577.	769. 113.	869. -78.	611. 264.
8	44.700	566. -755.	705. -941.	426. -569.	133. 954.	89. 952.	698. 199.	794. 11.	515. 383.
9	46.800	712. -957.	860. -1155.	565. -759.	-103. 1265.	-161. 1281.	610. 308.	699. 126.	404. 522.
10	48.900	804. -1086.	957. -1292.	651. -879.	-278. 1496.	-349. 1527.	526. 410.	608. 235.	303. 647.
11	51.000	836. -1131.	991. -1341.	682. -922.	-347. 1580.	-424. 1619.	489. 449.	567. 278.	257. 697.

par section : première ligne fibre supérieure  
deuxième ligne fibre inférieure

(a) Ces valeurs correspondant à la combinaison "rare" en phase de construction comprennent éventuellement les superstructures provisoires et les charges de chantier.

## CONTRAINTES NORMALES DU BETON (EN T/M2) A LA FIN DE LA MISE EN TENSION A 28 JOURS

SOUS LES PRECONTRAINTES MAX. ET MOYENNE

SECTION	ABSCISSE CUMULEE	C. P. + GRADIENT TEMP.			PRECONTRAINTE		EN PHASE INITIALE		
		MOY. (1)	MAX. (2)	MIN. (3)	MOY. (4)	MAX. (5)	MOY. (1) + (4)	MAX. (2) + (5)	MIN. (3) + (5)
1	30.000	-766. 983.	-677. 869.	-854. 1096.	1456. -731.	1477. -807.	691. 252.	800. 63.	623. 289.
2	32.100	-646. 830.	-555. 713.	-737. 947.	1500. -717.	1521. -799.	853. 113.	966. -86.	784. 148.
3	34.200	-542. 698.	-440. 567.	-644. 830.	1533. -640.	1552. -727.	991. 59.	1111. -159.	908. 103.
4	36.300	-402. 521.	-283. 366.	-521. 675.	1523. -471.	1535. -559.	1121. 50.	1252. -193.	1014. 115.
5	38.400	-189. 246.	-41. 53.	-336. 439.	1399. -99.	1396. -182.	1211. 147.	1355. -128.	1060. 257.
6	40.500	125. -164.	256. -337.	-6. 8.	1052. 342.	1031. 281.	1177. 178.	1287. -56.	1025. 289.
7	42.600	380. -503.	523. -692.	236. -313.	614. 911.	569. 880.	993. 409.	1092. 188.	806. 566.
8	44.700	579. -773.	733. -978.	426. -569.	202. 1453.	134. 1450.	781. 680.	866. 473.	560. 882.
9	46.800	726. -976.	888. -1192.	565. -759.	-156. 1924.	-247. 1950.	570. 949.	641. 757.	318. 1191.
10	48.900	818. -1105.	985. -1330.	651. -879.	-423. 2273.	-533. 2322.	396. 1169.	453. 992.	119. 1443.
11	51.000	850. -1150.	1019. -1379.	682. -922.	-527. 2401.	-648. 2462.	323. 1251.	371. 1083.	34. 1540.

NOTA : dans le cas où toutes les armatures sont tendues à  $t_1$  jours, l'étude à  $t_2$  jours peut être faite si l'on porte une valeur de  $t_2 > t_1$  en carte A12.



(AVEC LES CABLES DES FAMILLES 1 A 2)

L'homogénéisation porte ici sur toutes les familles de câbles

TRAVÉE 2

SECTION	AIRE HOMOGENEISEE	MOMENT STATIQUE / EXTRADOS	MOMENT D'INERTIE / AXE NEUTRE	VS	VI
1	12.200	9.217	3.310	0.755	-0.995
2	11.382	7.850	2.566	0.690	-0.908
3	10.276	6.197	1.759	0.603	-0.796
4	9.134	4.718	1.132	0.517	-0.683
5	7.956	3.429	0.668	0.431	-0.569
6	7.956	3.436	0.667	0.432	-0.568
7	7.956	3.447	0.668	0.433	-0.567
8	7.956	3.456	0.671	0.434	-0.566
9	7.956	3.464	0.675	0.435	-0.565
10	7.956	3.471	0.679	0.436	-0.564
11	7.956	3.473	0.681	0.437	-0.563
12	7.956	3.471	0.679	0.436	-0.564
13	7.956	3.464	0.675	0.435	-0.565
14	7.956	3.456	0.671	0.434	-0.566
15	7.956	3.447	0.668	0.433	-0.567
16	7.956	3.436	0.667	0.432	-0.568
17	7.956	3.429	0.668	0.431	-0.569
18	9.134	4.719	1.132	0.517	-0.683
19	10.276	6.197	1.759	0.603	-0.796
20	11.382	7.850	2.566	0.690	-0.908
21	12.200	9.217	3.310	0.755	-0.995

NOTA : L'homogénéisation est faite avec le coefficient d'équivalence instantané  $n_i$

CONTRAINTES NORMALES DU BETON ( EN T/M2 ) A LA MISE EN SERVICE DE L'OUVRAGE  
SOUS LES PRECONTRAINTES MAX. ET MOYENNE

SECTION	ABSCISSE *CUMULEE	CP			COMB.		Q.P.		PRECONTRAINTES		A V I O ' E S O U S			COMB. RARE		COMB. FREQ.		COMB. RARE	
		SEUL * MOY.	QL = CP + TP * MAX.	MIN.	CP + TP * (3)	MOY.	MAX.	MOY.	MAX.	CP * (1)+(4)	QL * (2)+(5)	MIN.	MAX.	MIN.	MAX.	QL + PSI1.C1 * MAX.	MIN.	MAX.	MIN.
	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(1)+(4)	(2)+(5)	(3)+(5)											
1	30.000	-956. 1227.	-902. 1157.	-1013. 1301.	1427. -715.	1496. -752.	470. 512.	594. 406.	483. 549.	700. 267.	220. 895.	641. 345.	350. 724.	714. 248.	205. 914.				
2	32.100	-828. 1063.	-781. 1003.	-878. 1128.	1467. -701.	1543. -738.	639. 363.	762. 264.	665. 390.	874. 117.	421. 711.	817. 193.	541. 553.	890. 96.	405. 732.				
3	34.200	-725. 934.	-683. 880.	-770. 992.	1498. -624.	1579. -659.	774. 309.	896. 221.	809. 333.	1035. 38.	564. 656.	965. 129.	687. 494.	1052. 14.	546. 680.				
4	36.300	-587. 760.	-553. 717.	-626. 811.	1488. -459.	1570. -486.	901. 302.	1017. 231.	945. 325.	1215. -31.	690. 661.	1109. 109.	821. 488.	1236. -59.	670. 688.				
5	38.400	-379. 495.	-357. 467.	-408. 533.	1366. -95.	1445. -103.	987. 400.	1088. 363.	1037. 430.	1433. -92.	725. 842.	1218. 191.	879. 638.	1458. -126.	699. 875.				
6	40.500	-8. 10.	-7. 10.	-16. 21.	1028. 337.	1088. 353.	1020. 347.	1081. 363.	1072. 374.	1493. -179.	792. 743.	1223. 176.	931. 561.	1516. -209.	769. 773.				
7	42.600	294. -389.	310. -411.	269. -357.	599. 895.	636. 944.	893. 506.	946. 533.	905. 588.	1405. -68.	653. 917.	1112. 316.	778. 754.	1425. -93.	634. 942.				
8	44.700	530. -707.	560. -747.	492. -656.	196. 1423.	209. 1506.	725. 717.	768. 759.	700. 850.	1295. 73.	478. 1140.	968. 499.	588. 996.	1312. 52.	461. 1161.				
9	46.800	702. -943.	742. -997.	654. -879.	-154. 1880.	-163. 1996.	548. 937.	580. 999.	492. 1117.	1161. 245.	299. 1367.	808. 704.	394. 1244.	1175. 228.	285. 1385.				
10	48.900	810. -1093.	856. -1156.	756. -1021.	-412. 2214.	-439. 2360.	398. 1121.	417. 1204.	317. 1339.	1029. 412.	131. 1579.	661. 889.	226. 1456.	1040. 399.	121. 1592.				
11	51.000	847. -1146.	896. -1211.	791. -1071.	-513. 2335.	-549. 2497.	334. 1189.	347. 1285.	242. 1426.	969. 482.	57. 1665.	596. 964.	152. 1542.	977. 472.	50. 1675.				

par section : première ligne fibre supérieure  
deuxième ligne fibre inférieure

- (1) CP : charges permanentes (ossature + superstructures)
- (2) (3) QL : combinaison quasi-permanente = CP + tassements probables
- (1) + (4) : contraintes béton sous charges permanentes (CP + P)
- (2) + (5) }  
(3) + (5) } : contraintes béton sous la combinaison quasi-permanente (QL + P)
- QL+QC+GRD : contraintes béton sous la combinaison rare (QL + charges d'exploitation + gradient + P)
- QL+PSI1\*Q1 : contraintes béton sous la combinaison fréquente (QL + charges d'exploitation ou gradient + P)
- QL+TA+QC+GRD : contraintes béton sous la combinaison rare avec tassements aléatoires

Le calcul des contraintes béton est effectué avec :

- les caractéristiques des sections nettes sous CP et sous la précontrainte
- les caractéristiques des sections nettes mais homogénéisées pour les autres sollicitations.

L'étude des zones d'enrobage est effectuée par le programme ; seules les contraintes normales extrêmes sont éditées (cf page 131 de la note de calcul).

CONTRAINTES NORMALES DU BETON ( EN T/M2 ) DE L'OUVRAGE EN SERVICE DEFINITIF  
SOUS LES PRECONTRAINTES MIN. ET MOYENNE

SECTION	ABSCISSE *CUMULEE	CP * SEUL * MOY. * (1)	* COMB. Q.P.		* PRECONTRAINTE		* A V I O E S O U S			* COMB. RARE		* COMB. FQTE.		* COMB. RARE	
			* QL = CP + TP	* MIN.	* MOY.	* MIN.	* CP	* QL	* MAX.	* MIN.	* QL + QC + GRO	* MAX.	* MIN.	* QL + TA + OC + GRD	* MAX.
1	30.000	-956. 1227.	-902. 1157.	-1013. 1301.	1275. -636.	1175. -584.	319. 591.	273. 574.	161. 717.	378. 435.	-101. 1063.	319. 513.	28. 892.	393. 416.	-116. 1082.
2	32.100	-828. 1063.	-781. 1003.	-878. 1128.	1301. -618.	1191. -564.	473. 446.	411. 439.	313. 565.	523. 291.	69. 886.	465. 367.	189. 727.	539. 271.	53. 907.
3	34.200	-725. 934.	-683. 880.	-770. 992.	1321. -546.	1205. -496.	597. 387.	522. 384.	435. 497.	661. 201.	190. 820.	591. 293.	313. 657.	679. 178.	172. 843.
4	36.300	-587. 760.	-553. 717.	-626. 811.	1307. -398.	1189. -358.	720. 363.	635. 359.	563. 453.	833. 97.	309. 789.	728. 237.	439. 617.	854. 70.	288. 816.
5	38.400	-379. 495.	-357. 467.	-408. 533.	1198. -73.	1086. -61.	819. 422.	729. 406.	678. 473.	1074. -50.	366. 884.	859. 234.	520. 681.	1099. -83.	341. 918.
6	40.500	-8. 10.	-7. 10.	-16. 21.	903. 311.	817. 289.	895. 321.	810. 299.	802. 310.	1222. -243.	521. 680.	952. 112.	660. 497.	1245. -273.	498. 709.
7	42.600	294. -389.	310. -411.	269. -357.	523. 810.	472. 743.	817. 421.	782. 332.	741. 387.	1242. -269.	490. 715.	948. 115.	614. 553.	1261. -295.	470. 741.
8	44.700	530. -707.	560. -747.	492. -656.	164. 1272.	145. 1159.	694. 565.	705. 412.	637. 502.	1232. -274.	414. 792.	905. 151.	524. 649.	1249. -296.	398. 814.
9	46.800	702. -943.	742. -997.	654. -879.	-140. 1652.	-129. 1491.	562. 709.	614. 493.	526. 611.	1195. -260.	333. 862.	841. 198.	428. 738.	1208. -278.	319. 879.
10	48.900	810. -1093.	856. -1156.	756. -1021.	-358. 1912.	-319. 1706.	452. 819.	537. 550.	436. 685.	1149. -242.	251. 925.	780. 235.	346. 801.	1160. -255.	240. 938.
11	51.000	847. -1146.	896. -1211.	791. -1071.	-440. 1999.	-389. 1771.	408. 853.	507. 559.	402. 700.	1129. -244.	217. 939.	756. 238.	312. 816.	1137. -254.	210. 949.

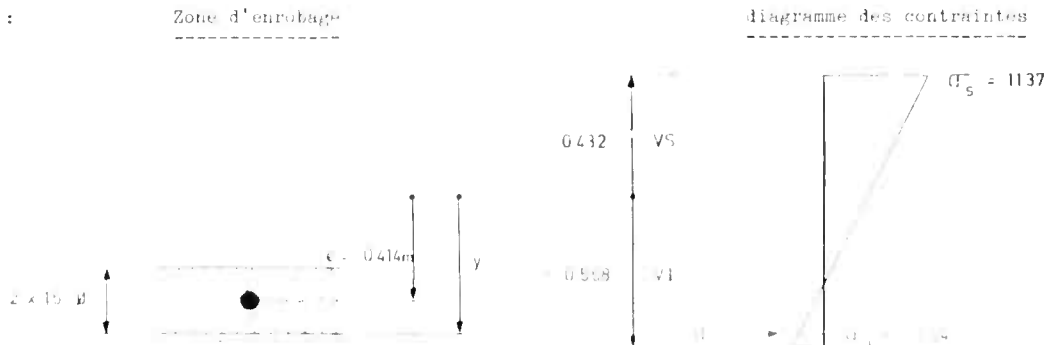
CALCUL DES CONTRAINTES EN SECTION D'ENROBAGE

1) Définition

La section d'enrobage - partie tramée du schéma ci-dessous - est définie dans le cas des ponts-dalles comme une bande axée sur le centre de gravité des câbles. La hauteur de cette bande est fixée une fois pour toutes par le programme à trois fois le diamètre de la gaine.

2) Exemple : étude de la section à 0,5 l. de la travée 2 (en service définitif)

2.1) schéma :



## 2.2) calculs

l'ordonnée  $y$  du bord inférieur de la section d'enrobage est déterminé par :

$$y = e - \min (1,5 \varnothing + \text{DECALAGE} , e - v_i) \quad (*)$$

la contrainte normale de traction en section d'enrobage est de :

$$\sigma = \sigma_i + \frac{\sigma_s - \sigma_i}{v_s - v_i} (y + v_s)$$

soit dans le cas présent

$$y = - 0,414 - \min (1,5 \times 0,080 + 0,009, - 0,414 + 0,568)$$

$$y = - 0,543 \text{ m}$$

$$\text{d'où } \sigma = - 254 + \frac{1137 + 254}{1} (- 0,543 + 0,568)$$

$$\sigma = - 219 \text{ t/m}^2 \text{ à rapprocher de la valeur } - 220 \text{ t/m}^2 \text{ donnée par la note de calcul page 131}$$

(\*) Remarques :

- dans le cas où le programme est utilisé en vérification (CABLAGE = 4) la donnée DECALAGE n'est pas prise en compte.
- de même le bord supérieur de la section d'enrobage est défini par :

$$y' = e + \min (1,5 \varnothing + \text{DECALAGE}, v_s - e)$$

E.L.U.: JUSTIFICATION A L'ETAT LIMITE ULTIME DE RESISTANCE

## RAPPEL DES ABREVIATIONS :

MT1 : A LA MISE EN TENSION A T1 JOURS  
 MT2 : A LA MISE EN TENSION A T2 JOURS  
 M.S : A LA MISE EN SERVICE  
 E.S : EN SERVICE DEFINITIF  
 F.P : FERRAILLAGE DE PEAU  
 N.F : FERRAILLAGE MINIMUM DE NON-FRAGILITE

NOTA : ici est également effectuée l'étude à l'E.L.S. en section fissurée lorsque la vérification est faite suivant la classe III du BPEL.

Colonne ①	SECTION ABSCISSE CUMULEE ②	FERRAILLAGE			ETAT - LIMITE ULTIME ( E L U )								ETAT-LIMITE DE SERVICE (ELS)	
		SECTION D'ACIER ③	DIVERS ④	⑤	M T 1		M T 2		M 5		E . S		M . 5 BETON	E . S ACIERS
					M ULT./M LIM.	⑥	⑦	M ULT./M LIM.	⑥	⑦	M ULT./M LIM.	⑥		
	O.O L 30.000	O.008823	N.F	E.S	-2089.0	-3271.1	-642.8	-4653.3	-3258.7	-4849.6	-4161.5	-5653.6	} fibre supérieure	
		O.019448	F.P		(-3.50, 5.25)	(-3.50, 4.75)	(-3.50, 4.75)	(-3.50, 4.59)	(-3.50, 4.59)	(-3.50, 4.56)	(-3.50, 4.56)	} fibre inférieure		
	O.05L 32.100	O.007551	F.P		-1177.5	-2873.8			-1976.3	-4293.1	-2802.1		-4999.8	
		O.017590	F.P		(-3.50, 4.76)	(-3.50, 4.76)	1217.5	4148.5	1114.6	4110.3	288.8	3542.4		
					(-3.46, 10.00)	(-3.46, 10.00)	(-3.46, 10.00)	(-3.46, 10.00)	(-3.40, 10.00)	(-3.40, 10.00)	(-3.40, 10.00)	(-3.40, 10.00)		
	O.10L 34.200	O.006737	F.P		-610.3	-2374.0			-1221.5	-3546.3	-1884.8	-4085.7		
		O.015285	F.P		(-3.50, 4.01)	(-3.50, 4.01)	177.6	2479.9	1215.2	3366.1	551.9	2899.2		
					(-3.50, 9.29)	(-3.50, 8.65)	(-3.50, 8.65)	(-3.50, 8.88)	(-3.50, 8.88)	(-2.94, 10.00)	(-2.94, 10.00)	(-2.94, 10.00)		
	O.15L 36.300	O.005918	F.P		-223.6	-1887.4			-712.9	-2788.4	-1188.6	-3010.7		
		O.013572	F.P		(-3.50, 3.17)	(-3.50, 3.17)	259.1	1966.0	930.9	2697.2	1210.2	2675.7		
					(-3.50, 7.64)	(-3.50, 7.03)	(-3.50, 7.03)	(-3.50, 7.23)	(-3.50, 7.23)	(-3.35, 10.00)	(-3.35, 10.00)	(-3.35, 10.00)		
	O.20L 38.400	O.005092	F.P		-7.4	-1410.7			-518.6	-2010.9	-785.7	-1990.7		
		O.011609	N.F	MT2	(-3.50, 2.25)	(-3.50, 2.25)	215.9	1266.5	577.1	2024.1	1041.9	2011.2		
					(-3.50, 6.73)	(-3.50, 5.37)	(-3.50, 5.37)	(-3.50, 5.54)	(-3.50, 5.54)	(-3.50, 7.51)	(-3.50, 7.51)	(-3.50, 7.51)		
	O.25L 40.500	O.005092	F.P						-172.2	-1967.7	-310.2	-1882.0		
		O.011609	N.F	MT1			319.3	1472.3	491.2	2020.8	1124.3	2048.1		
					(-3.50, 5.98)	(-3.50, 5.41)	(-3.50, 5.41)	(-3.50, 5.00)	(-3.50, 5.00)	(-3.50, 6.50)	(-3.50, 6.50)	(-3.50, 6.50)		
	O.30L 42.600	O.005092	F.P						-349.3	-1966.8	-324.4	-1809.3		
		O.011609	N.F	MT1			410.2	1470.6	338.7	2018.3	1169.6	2101.0		
					(-3.50, 6.01)	(-3.50, 5.45)	(-3.50, 5.45)	(-3.50, 4.94)	(-3.50, 4.94)	(-3.50, 5.53)	(-3.50, 5.53)	(-3.50, 5.53)		
	O.35L 44.700	O.005092	F.P						-204.3	-1970.4	-590.3	-1965.0		
		O.005342	N.F	E.S			409.3	1259.0	109.8	1811.7	1165.0	1956.9		
					(-3.50, 6.86)	(-3.50, 6.01)	(-3.50, 6.01)	(-3.50, 5.42)	(-3.50, 5.42)	(-3.50, 5.27)	(-3.50, 5.27)	(-3.50, 5.27)		
	O.40L 46.800	O.005092	F.P		-66.3	-1405.1			-832.1	-1962.4	-479.4	-1772.0		
		O.005470	N.F	E.S	(-3.50, 2.34)	(-3.50, 1.97)	347.4	1255.5	559.6	1968.6	832.1	1962.4		
					(-3.50, 6.92)	(-3.50, 5.42)	(-3.50, 5.42)	(-3.50, 5.42)	(-3.50, 5.42)	(-3.50, 5.27)	(-3.50, 5.27)	(-3.50, 5.27)		
	O.45L 48.900	O.005092	F.P		-210.5	-1402.8			-1068.1	-1958.9	-567.4	-1742.1		
		O.005567	N.F	E.S	(-3.50, 2.38)	(-3.50, 2.00)	263.1	1251.2	844.0	1966.2	1068.1	1958.9		
					(-3.50, 6.99)	(-3.50, 5.42)	(-3.50, 5.42)	(-3.50, 5.42)	(-3.50, 5.42)	(-3.50, 5.26)	(-3.50, 5.26)	(-3.50, 5.26)		
	O.50L 51.000	O.005092	F.P		-270.3	-1400.2			-1162.1	-1955.6	-591.6	-1721.2		
		O.005743	N.F	E.S	(-3.50, 2.41)	(-3.50, 2.04)	223.4	1246.5	956.7	1963.7	1162.1	1955.6		
					(-3.50, 7.07)	(-3.50, 5.42)	(-3.50, 5.42)	(-3.50, 5.42)	(-3.50, 5.42)	(-3.50, 5.25)	(-3.50, 5.25)	(-3.50, 5.25)		

SANS OBJET ←

la vérification étant  
faite suivant la classe  
II du BPEL.

### ÉTUDE À L'ÉTAT-LIMITE ULTIME DE RÉSISTANCE

Les résultats de cette étude sont imprimés pour chaque section sur 4 lignes ; les 2 premières lignes correspondent à la fibre supérieure ; les deux lignes suivantes correspondent à la fibre inférieure.

- colonne ① . abscisse relative de la section
- ② . abscisse cumulée de la section par rapport à l'extrémité gauche de l'ouvrage.
- ③ . section d'aciers passifs à placer sur toute la largeur de la fibre concernée (en m<sup>2</sup>)
- ④ . condition ayant déterminé le ferrailage passif
- ⑤ . (éventuellement) phase du calcul correspondant à la condition ④
- ⑥ . moment ultime  $M_u$  calculé pour toute la largeur de la section (charges permanentes + charges d'exploitation + précontrainte en valeur moyenne  $N_u$ )
- . déformation relative (en o/oo du béton de la fibre comprimée et correspondant aux sollicitations  $\bar{M}_u, N_u$ )
- ⑦ . moment ultime résistant  $\bar{M}_u$  calculé pour toute la section et un effort normal  $N_u$
- . déformation relative (en o/oo des aciers passifs placés sur la fibre tendue et correspondant aux sollicitations  $\bar{M}_u, N_u$ ).

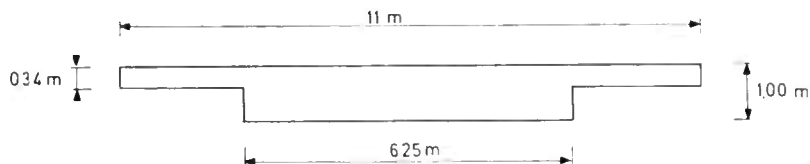
### Remarques :

- Le calcul est effectué pour la totalité de la section transversale (toutes nervures comprises)
- Le programme détermine chaque état d'équilibre par la condition d'égalité des efforts normaux (extérieurs et internes) et par la prise en compte de la compression du béton et de la surtension des aciers (passifs et de précontrainte).
- Lorsque les résultats du calcul de M.ULT/M.LIM sont sans intérêt, ils ne sont pas imprimés.
- On suppose que le centre de gravité des armatures passives est à 4 cm de la fibre extrême.

Exemple numérique : section 11 travée 2 (0,5 L) étudiée en service

L'exemple traité ci-dessous constitue une vérification des résultats obtenus par le calcul automatique.

Le programme effectue les calculs ci-dessous sur une section respectant le contour réel de la dalle ; cependant, afin de vérifier manuellement les résultats de la note de calcul, nous assimilerons la dalle à la section simplifiée en T suivante :



1) Ferraillage passif longitudinal

1.1) Face supérieure

La quantité d'aciers mise en place résulte de la condition de ferraillage minimum de peau (art. 6.1.3.1 du BPEL) soit  $A_s = \max (3 \text{ cm}^2/\text{ml}, 0,1 \text{ ‰ } B)$

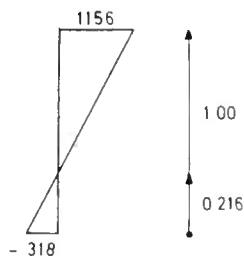
Dans notre cas :  $0,1 \text{ ‰ } B = 0,001 \times 7,87 = 0,0079 \text{ m}^2$

Cette quantité doit être répartie sur l'intrados et l'extrados soit sur 17 m = 11 t 6

La quantité à mettre en place sur l'extrados est donc  $\frac{0,0079 \times 11}{17} = 0,0051 \text{ m}^2$  ou encore  $4,64 \text{ cm}^2/\text{ml}$ .

1.2) Face inférieure

La quantité d'aciers mise en place résulte de la condition de non fragilité en service (art. 6.1.3.2 du BPEL).



Le diagramme des contraintes normales en service est représenté ci-contre (ces valeurs calculées en sections nettes sont à rapprocher des valeurs 1137/-254 calculées en section homogénéisée page 127 de la note de calcul).

La hauteur de béton tendue est de  $\frac{318}{318 + 1156} \times 1 = 0,216 \text{ m}$

La section d'aciers à mettre en place en fibre inférieure vaut donc :

$$\frac{0,216 \times 6,25}{1000} + \frac{0,5 \times 318 \times 0,216 \times 6,25}{40\ 000} \times \frac{270}{318} = 0,005906 \text{ m}^2$$

Cette valeur est à comparer à la valeur de 0,005743 obtenue par le calcul automatique (l'écart provenant de l'approximation faite sur le contour de la section).

2) Effort normal de calcul

$N_u$  (valeur mini) = 2666 + 1429 = 4095 t (cf pages 108 et 111 de la note de calcul)

3) Moments de calcul3.1) Moments dûs aux charges permanentes et d'exploitation (cf page 63 de la note de calcul)

$$(M_{ELU})_{\max} = 2882 \text{ t.m}$$

$$(M_{ELU})_{\min} = 799 \text{ t.m}$$

3.2) Moment dû à l'effet isostatique de la précontrainte

L'ordonnée du câble moyen vaut 0,154 m (cf. page 87 de la note de calcul)

$$M_{iso} = N_u \times (y + v_i) = 4095 \times (0,154 - 0,567) = - 1691 \text{ t.m}$$

3.3) Moment dû à l'effet hyperstatique de précontrainte (cf. pages 109 et 112 de la note de calcul)

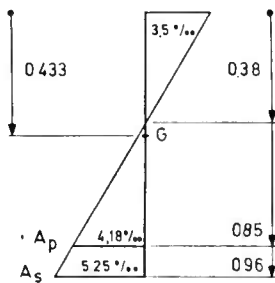
$$M_{HYPER} = 199 + 107 = 306 \text{ t.m}$$

3.4) Moments ultimes de calcul

$$(M_{ULT})_{\max} = 2882 - 1691 + 306 = 1497 \text{ t.m}$$

$$(M_{ULT})_{\min} = 799 - 1691 + 306 = -586 \text{ t.m}$$

Ces valeurs sont à comparer aux valeurs : 1491,8 et - 591,6 obtenues par le calcul automatique (les écarts proviennent de l'arrondi sur l'ordonnée du câble moyen)

4) ÉTUDE DES DÉFORMATIONS DE LA SECTION SOUS SOLLICITATIONS LIMITES MAXIMALES

- La déformation maxi du béton de la fibre comprimée est de 3,5 ‰.

- la déformation des aciers passifs tendus est de 5,25 ‰.

- la distance du centre de gravité de la section du béton à la fibre comprimée (vs) vaut 0,433 m.

- la distance de la face comprimée aux aciers passifs tendus est par ailleurs de

$$h_u = 1,00 - 0,04 = 0,96 \text{ m}$$

- la hauteur du béton comprimé vaut donc  $y = \frac{3,5}{3,5 + 5,25} \times 0,96$  soit  $y = 0,38 \text{ m}$ 

- la variation d'allongement des aciers passifs de précontrainte est déterminée par : (cf. schéma)

$$5,25 \text{ ‰} \times \frac{0,85 - 0,38}{0,96 - 0,38} = 4,25 \text{ ‰}$$

l'allongement total moyen s'élève par conséquent à :

$$\epsilon_p = 4,25 \text{ ‰} + \frac{4095}{26} \times \frac{10^6}{19400000 \times 1668} = 9,11 \text{ ‰}$$

Dans cette application numérique, la variation d'allongement accompagnant le retour à 0 de la déformation du béton adjacent (art. 6.3.3.1 du BPEL) est négligée.

5) EFFORT NORMAL LIMITE5.1) Effort de compression du béton

Le diagramme contrainte-déformation du béton adopté par le programme est du type parabole rectangle. Toutefois dans cette application, nous choisissons pour calculer manuellement les efforts du béton comprimé le diagramme rectangulaire simplifié.

$$- f_{bu} = \frac{0,85 f_{c28}}{\gamma_b} = 1933 \text{ t.m}^2$$

$$- (N_u)_{\text{beton}} = f_{bu} \times 0,8 \times 11 = 1933 \times 0,38 \times 11 = 6632 \text{ t}$$

5.2) Effort de traction des aciers passifs

$$- (N_u)_s = \frac{f_{e1}}{\gamma_s} A_s \text{ (palier plastique) soit } (N_u)_s = \frac{40000}{1,15} \times 0,005743 = 200 \text{ t}$$

5.3) Surtension des aciers de précontrainte

La contrainte correspondant à l'allongement calculé en 4) résulte du diagramme contrainte - déformation des aciers passifs, soit :

$$\min ( f_{peg} / \gamma_p , E_p \times \epsilon_p ) = 146 \ 869 \text{ t/m}^2$$

$$\text{La surtension est donc de } 146 \ 869 - \frac{4095}{26} \times \frac{10^6}{1668} = 52 \ 444 \text{ t/m}^2$$

$$\text{à laquelle correspond un effort de traction } (N_u)_p = 52 \ 444 \times 1668 \times 10^{-6} \times 26 = 2274 \text{ t}$$

5.4) Equilibre des efforts normaux

$$\text{Effort normal de calcul } N_u = 4095 \text{ t}$$

$$\text{Effort normal limite } N_{ul} = 6632 - 2274 - 200 = 4154 \text{ t}$$

(l'écart constaté provient des différentes approximations faites ci-dessus) :

6) MOMENT ULTIME LIMITE

$$M.LIM = (N_u)_{\text{beton}} \times (v_s - \frac{y \times 0,8}{2}) + (N_u)_s (h_a - v_s) + (N_u)_p \times (0,846 - v_s)$$

$$= 6632 \times (0,433 - 0,152) + 200 \times (0,96 - 0,433) + 2274 \times (0,846 - 0,433)$$

$$M.LIM = 2908 \text{ t.m} \text{ à comparer à la valeur de } 2867,8 \text{ t.m} \text{ fournie par la note de calcul.}$$

ÉTUDE À L'ÉTAT-LIMITE DE SERVICE EN SECTION FISSURÉE

Cette étude n'est fournie que si l'on a porté CLASBP = 3 en carte A16 ou C0. La présentation des résultats est semblable à celle adoptée pour l'étude à l'état-limite ultime.

L'étude ELS est effectuée à toutes les phases du calcul, cependant seuls les résultats du calcul aux phases de mise en service (M.S) et de service à l'infini (E.S) sont imprimés.

On trouvera donc pour chaque section, pour chaque fibre et pour les phases M.S et E.S les résultats suivants :

Contrainte béton maxi sur la fibre opposée	contrainte mini des aciers tendus
contrainte mini des aciers passifs tendus placés en section d'enrobage sous l'effet de la combinaison fréquente	surtension mini des aciers de précontrainte



ETUDE A L'ETAT LIMITE DE SERVICE  
 CONTRAINTES NORMALES EXTREMES DE BETON ATTEINTES DANS L'OUVRAGE  
 \* \* \* \* \*

>>> RAPPEL : LES CONTRAINTES LIMITES SONT CELLES DE LA CLASSE 2

( PS11= 0.600 )

1. CONTRAINTES DE COMPRESSION		ATTEINTES	LIMITES
** A LA MISE EN TENSION A 10 JOURS		905. /	1500.
** A LA MISE EN TENSION A 28 JOURS		1540. /	2100.
** A LA MISE EN SERVICE		1675. /	2100.
** EN SERVICE DEFINITIF		1462. /	2100.

	2. CONTRAINTES DE TRACTION		ATTENUES EN SECTION D'ENROBAGE		ATTENUES HORS SECTION D'ENROBAGE	
	ATTEINTES	LIMITES	ATTEINTES	LIMITES		
** A LA MISE EN TENSION A 10 JOURS	124. /	-210.	-116. /	-315.		
** A LA MISE EN TENSION A 28 JOURS	488. /	-270.	-193. /	-405.		
** A LA MISE EN SERVICE						
SOUS QL=CP+K.TP (K=1.000)	484. /	0.	221. /	*****		
SOUS QL + PS11.Q1	355. /	0.	109. /	*****		
SOUS QL + QC + GRD	230. /	-270.	-179. /	-405.		
SOUS QL + K.TA + QC + GRD	215. /	-420.	-209. /	-555.		
** EN SERVICE DEFINITIF						
SOUS QL=CP+K.TP (K=1.000)	169. /	0.	161. /	*****		
SOUS QL + PS11.Q1	40. /	0.	28. /	*****		
SOUS QL + QC + GRD	-210. /	-270.	-274. /	-405.		
SOUS QL + K.TA + QC + GRD	-220. /	-420.	-296. /	-555.		

NOTA: \*\*\*\*\* REPRESENTE UNE VALEUR NON DEFINIE PAR LE REGLEMENT  
 contraintes normales extremes atteintes en sections d'enrobages  
 (zones de largeur 3 Ø centrées sur les axes des gaines)

contraintes de traction extremes atteintes sur les deux faces de la dalle.

REACTIONS HYPERSTATIQUES DE PRECONTRAINTES SUR APPUIS  
 \* \* \* \* \*

		APPUI 1	APPUI 2	APPUI 3	APPUI 4
EN PHASE INITIALE	MOY.	9.1	-9.1	-9.1	9.1
A 10 JOURS	MAX.	9.6	-9.6	-9.6	9.6
A 28 JOURS	MOY.	13.9	-13.9	-13.9	13.9
A 28 JOURS	MAX.	14.7	-14.7	-14.7	14.7
A LA MISE EN SERVICE	MOY.	13.5	-13.5	-13.5	13.5
A LA MISE EN SERVICE	MAX.	14.3	-14.3	-14.3	14.3
EN SERVICE A L'INFINI	MOY.	11.5	-11.5	-11.5	11.5
EN SERVICE A L'INFINI	MAX.	12.8	-12.8	-12.8	12.8

MOY. Précontrainte en valeur moyenne probable  
 MAX. Précontrainte en valeur caractéristique maxi

TRAVEE 2

SECTION	A 10 JOURS		A 28 JOURS		EN SERVICE		A L'INFINI	
	PRECONTRAINTE MAXI	MINI	PRECONTRAINTE MAXI	MINI	PRECONTRAINTE MAXI	MINI	PRECONTRAINTE MAXI	MINI
1	-191.0	-173.6	-291.3	-264.2	-286.4	-256.9	-261.5	-219.6
2	-220.0	-200.0	-335.4	-304.3	-329.8	-295.8	-301.0	-252.6
3	-248.1	-225.4	-378.4	-343.1	-372.0	-333.4	-339.1	-284.2
4	-262.5	-238.2	-400.3	-362.6	-393.5	-352.4	-358.5	-299.9
5	-298.8	-270.8	-455.8	-412.4	-448.1	-400.7	-408.3	-341.1
6	-195.9	-177.0	-299.0	-269.7	-294.1	-262.3	-269.1	-224.8
7	-214.6	-193.5	-327.4	-294.7	-322.2	-286.9	-295.5	-246.8
8	-194.2	-174.6	-296.1	-265.7	-291.2	-258.3	-266.0	-220.7
9	-156.6	-140.3	-238.6	-213.2	-234.3	-206.8	-212.2	-173.6
10	-93.6	-83.5	-142.4	-126.7	-139.6	-122.4	-125.1	-100.7
11	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0

Les efforts calculés, pour l'ensemble des familles de câbles, comprennent :

- l'effet des relevages des câbles
- l'effet éventuel des variations brusques de fibre moyenne (dans le cas de présence de goussets).

Dans le cas des sections sur appuis intermédiaires, les efforts sont calculés à +/- HDALAP/2 des appuis.

VERIFICATION DES CONTRAINTES TANGENTES

TRAVEE 2

SECTION	ETAT LIMITE DE SERVICE								ETAT LIMITE ULTIME							
	A 10 JOURS		A 28 JOURS		EN SERVICE		A L'INFINI		A 10 JOURS		A 28 JOURS		EN SERVICE		A L'INFINI	
	MAXI	LIMITE	MAXI	LIMITE	MAXI	LIMITE	MAXI	LIMITE	MAXI	LIMITE	MAXI	LIMITE	MAXI	LIMITE	MAXI	LIMITE
1	65.	133.	47.	171.	80.	171.	86.	171.	101.	409.	82.	573.	123.	573.	129.	573.
2	48.	133.	25.	171.	62.	171.	70.	171.	80.	409.	57.	573.	103.	573.	111.	573.
3	34.	133.	13.	171.	48.	171.	57.	171.	65.	409.	36.	573.	88.	573.	98.	573.
4	21.	133.	34.	171.	35.	171.	47.	171.	51.	409.	33.	573.	76.	573.	88.	573.
5	18.	133.	67.	171.	49.	171.	39.	171.	27.	409.	66.	573.	52.	573.	66.	573.
6	15.	133.	30.	171.	31.	171.	41.	171.	39.	409.	29.	573.	66.	573.	76.	573.
7	18.	133.	54.	171.	45.	171.	38.	171.	18.	409.	53.	573.	49.	573.	46.	573.
8	24.	133.	56.	171.	50.	171.	43.	171.	23.	409.	55.	573.	54.	573.	48.	573.
9	24.	133.	50.	171.	49.	171.	43.	171.	24.	409.	49.	573.	55.	573.	49.	573.
10	16.	133.	31.	171.	38.	171.	34.	171.	16.	409.	31.	573.	44.	573.	40.	573.
11	2.	133.	2.	171.	20.	171.	20.	171.	2.	409.	2.	573.	28.	573.	28.	573.

application de l'article  
7.21 du BPEL  
(Condition de Châlos Betelle)

application de l'article  
7.33 du BPEL  
(Condition de non rupture  
par compression des bielles)

Ces vérifications concernent la justification du béton

TRAVEE 2

	* MOOULE DE * CISAILLEMENT *	* CONTRAINTE * TANGENTE *	* CONTRAINTE * NORMALE *	* BETA * (GRADES) *	* ESPACEMENT MAXI * DES ETRIERS *	* SECTION MINI * EN M2/ML *
	①	②	③	④	⑤	⑥
SECTION 1	0.162	129.	405.	33.3	1.000	0.008933
2	0.176	111.	423.	33.3	1.000	0.009037
3	0.199	98.	462.	33.3	1.000	0.009173
4	0.229	88.	515.	33.3	0.959	0.009310
5	0.257	66.	589.	33.3	0.800	0.010025
6	0.257	76.	589.	33.3	0.800	0.010025
7	0.257	46.	589.	33.3	0.800	0.010025
8	0.257	48.	699.	33.3	0.800	0.010025
9	0.257	49.	687.	33.3	0.800	0.010025
10	0.257	40.	674.	33.3	0.800	0.010025
11	0.257	28.	665.	33.3	0.800	0.010025

application de l'article  
7.32 du BPEL

① Module de cisaillement  $\frac{\mu}{I_{bn}}$  → moment statique de la partie de la section située au-dessus du centre de gravité  
 →  $\begin{cases} I & \text{inertie de la section} \\ b_n & \text{largeur nette de la section au centre de gravité tous évidements déduits} \\ & \text{(gaines, élégissements)} \end{cases}$

- ② Contrainte tangente en E.L.U. déterminant la section d'étriers
- ③ Contrainte normale en E.L.U. concomittante
- ④ Angle d'inclinaison des bielles correspondant aux contraintes 2 et 3 mais borné à 33,3 grades
- ⑤ Espacement maxi des étriers
- ⑥ Sections d'étriers en m<sup>2</sup> par ml de tablier.

DEFORMEE DE L'OUVRAGE AUSSITOT APRES DECINTREMENT A 10 JOURS  
 \*\* \*\* \*\* \*\*

(module  $E_i(t_1) = 3\ 216\ 421\ t/m^2$ )

TRAVEE 1											
* ABSCISSE	DEFORMEE *	* ABSCISSE	DEFORMEE *	* ABSCISSE	DEFORMEE *	* ABSCISSE	DEFORMEE *	* ABSCISSE	DEFORMEE *	* ABSCISSE	DEFORMEE *
0.0	0.0	1.50	0.0006	3.00	0.0011	4.50	0.0016	6.00	0.0020	7.50	0.0024
7.50	0.0024	9.00	0.0027	10.50	0.0031	12.00	0.0034	13.50	0.0036	15.00	0.0037
15.00	0.0037	16.50	0.0038	18.00	0.0038	19.50	0.0038	21.00	0.0038	22.50	0.0036
22.50	0.0036	24.00	0.0031	25.50	0.0025	27.00	0.0018	28.50	0.0010	30.00	0.0

TRAVEE 2											
* ABSCISSE	DEFORMEE *	* ABSCISSE	DEFORMEE *	* ABSCISSE	DEFORMEE *	* ABSCISSE	DEFORMEE *	* ABSCISSE	DEFORMEE *	* ABSCISSE	DEFORMEE *
0.0	0.0	2.10	-0.0016	4.20	-0.0033	6.30	-0.0049	8.40	-0.0064	10.50	-0.0075
10.50	-0.0075	12.60	-0.0080	14.70	-0.0080	16.80	-0.0076	18.90	-0.0073	21.00	-0.0071
21.00	-0.0071	23.10	-0.0073	25.20	-0.0076	27.30	-0.0080	29.40	-0.0080	31.50	-0.0075
31.50	-0.0075	33.60	-0.0064	35.70	-0.0049	37.80	-0.0033	39.90	-0.0016	42.00	0.0

TRAVEE 3											
* ABSCISSE	DEFORMEE *	* ABSCISSE	DEFORMEE *	* ABSCISSE	DEFORMEE *	* ABSCISSE	DEFORMEE *	* ABSCISSE	DEFORMEE *	* ABSCISSE	DEFORMEE *
0.0	0.0	1.50	0.0010	3.00	0.0018	4.50	0.0025	6.00	0.0031	7.50	0.0036
7.50	0.0036	9.00	0.0038	10.50	0.0038	12.00	0.0038	13.50	0.0038	15.00	0.0037
15.00	0.0037	16.50	0.0036	18.00	0.0034	19.50	0.0031	21.00	0.0027	22.50	0.0024
22.50	0.0024	24.00	0.0020	25.50	0.0016	27.00	0.0011	28.50	0.0006	30.00	-0.0000

Les déformées indiquées sont positives vers le haut ; elles comprennent : l'effet cumulé du poids propre et de la précontrainte.

TRAVEE 1

(module  $E_v 28 = 1\ 199\ 390\ t/m^2$ )

ABSCISSE	DEFORMEE	ABSCISSE	DEFORMEE	ABSCISSE	DEFORMEE	ABSCISSE	DEFORMEE	ABSCISSE	DEFORMEE
0.0	0.0	1.50	0.0039	3.00	0.0071	4.50	0.0089	6.00	0.0125
7.50	0.0147	9.00	0.0166	10.50	0.0180	12.00	0.0189	13.50	0.0193
15.00	0.0192	16.50	0.0186	18.00	0.0178	19.50	0.0166	21.00	0.0154
22.50	0.0137	24.00	0.0115	25.50	0.0089	27.00	0.0061	28.50	0.0031
30.00	0.0								

TRAVEE 2

ABSCISSE	DEFORMEE	ABSCISSE	DEFORMEE	ABSCISSE	DEFORMEE	ABSCISSE	DEFORMEE	ABSCISSE	DEFORMEE
0.0	0.0	2.10	-0.0046	4.20	-0.0092	6.30	-0.0132	8.40	-0.0162
10.50	-0.0176	12.60	-0.0169	14.70	-0.0149	16.80	-0.0123	18.90	-0.0103
21.00	-0.0095	23.10	-0.0103	25.20	-0.0123	27.30	-0.0149	29.40	-0.0169
31.50	-0.0176	33.60	-0.0162	35.70	-0.0132	37.80	-0.0092	39.90	-0.0046
42.00	0.0000								

TRAVEE 3

ABSCISSE	DEFORMEE	ABSCISSE	DEFORMEE	ABSCISSE	DEFORMEE	ABSCISSE	DEFORMEE	ABSCISSE	DEFORMEE
0.0	0.0	1.50	0.0031	3.00	0.0061	4.50	0.0089	6.00	0.0115
7.50	0.0137	9.00	0.0154	10.50	0.0166	12.00	0.0178	13.50	0.0186
15.00	0.0192	16.50	0.0193	18.00	0.0189	19.50	0.0180	21.00	0.0166
22.50	0.0147	24.00	0.0125	25.50	0.0099	27.00	0.0071	28.50	0.0039
30.00	-0.0000								

LIGNES D'INFLUENCE DE LA DEFORMATION EN MILIEU DE TRAVEE

(EN MM POUR 1 T CALCULEE AVEC  $EI = 3596172. T/M^2$ )

MILIEU DE TRAVEE 1	SECTION	TRAVEE 1	TRAVEE 2	TRAVEE 3
1		0.0	0.0	0.0
2		-0.0242	0.0129	-0.0040
3		-0.0476	0.0256	-0.0079
4		-0.0704	0.0378	-0.0117
5		-0.0909	0.0495	-0.0153
6		-0.1101	0.0607	-0.0187
7		-0.1256	0.0699	-0.0217
8		-0.1392	0.0784	-0.0243
9		-0.1475	0.0853	-0.0264
10		-0.1533	0.0906	-0.0280
11		-0.1523	0.0939	-0.0291
12		-0.1482	0.0951	-0.0295
13		-0.1376	0.0940	-0.0291
14		-0.1252	0.0903	-0.0280
15		-0.1084	0.0838	-0.0260
16		-0.0911	0.0745	-0.0231
17		-0.0721	0.0627	-0.0194
18		-0.0536	0.0490	-0.0152
19		-0.0351	0.0337	-0.0104
20		-0.0173	0.0174	-0.0054
21		-0.0000	-0.0000	0.0000

MILIEU DE TRAVEE 2	SECTION	TRAVEE 1	TRAVEE 2	TRAVEE 3
1		0.0	0.0	0.0
2		0.0230	-0.0258	0.0080
3		0.0444	-0.0532	0.0165
4		0.0636	-0.0828	0.0257
5		0.0796	-0.1129	0.0356
6		0.0912	-0.1456	0.0461
7		0.0986	-0.1737	0.0570
8		0.1020	-0.2025	0.0676
9		0.1021	-0.2215	0.0776
10		0.0992	-0.2386	0.0865
11		0.0939	-0.2409	0.0939
12		0.0865	-0.2386	0.0992
13		0.0776	-0.2215	0.1021
14		0.0676	-0.2025	0.1020
15		0.0570	-0.1737	0.0986
16		0.0461	-0.1456	0.0912
17		0.0356	-0.1129	0.0796
18		0.0257	-0.0828	0.0676
19		0.0165	-0.0532	0.0570
20		0.0080	-0.0258	0.0461
21		0.0000	0.0000	0.0356

. Déformation moyenne : déformation de la poutre de même portée que la dalle et de même inertie.

. En vertu du théorème de MAXWELL, ces lignes d'influence sont aussi les déformées de l'ouvrage pour une charge unité placée à mi-portée.

AVANT METRE DU TABLIER  
 \* \* \* \* \*

ACIERS DURS DE PRECONTRAINTE  
 -----

	LONGUEUR TOTALE (*)	POIDS TOTAL	ANCRAGES ACTIFS	ANCRAGES PASSIFS
PREMIER SYSTEME	2674.08 M	35.013 T	52	0

(\*) ABOUTS COMPRIS, MAIS SURLONGUEURS AUX ANCRAGES NON COMPRIS

ACIERS POUR BETON ARME (EVALUATION APPROCHEE)  
 -----

LONGITUDINAUX	TRANSVERSAUX	ETRIERS
17.083 T	T	26.994 T

non opérationnel

BETON  
 -----

VOLUME DE BETON POUR LA GALLE 885.72 M3

COFFRAGE  
 -----

SOUS DALLE	604.73 M2
AUTRES COFFRAGES	663.62 M2
TOTAL COFFRAGES	1268.35 M2

ne comprend pas les  
 aciers transversaux  
 pour le moment.

RATIOS  
 -----

	ACIERS DURS DE PRECONTRAINTE	ACIERS POUR BETON ARME
POIDS D ACIERS PAR M3 DE BETON	0.0395 T	0.0498 T

NOTA LE PRESENT AVANT-METRE NE COMPREND PAS :  
 - LES EQUIPEMENTS (CORNICHES, DALLETIES, ...)  
 - LES FRETTAGES (PRES DES ANCRAGES ET DES APPAREILS D'APPUI)

**Page laissée blanche intentionnellement**

BORDEREAU DES DONNEES REMPLI CORRESPONDANT  
A L'EXEMPLE D'APPLICATION

TABLEAU A : DONNÉES GÉNÉRALES

Titre du passage

CE D UTILISATION DU PROGRAMME MCP EL EXEMPLE D APPLICATION																																																																							
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
Cadre réservé au SETRA																																																																							

REFI	INERTIE	LIGNINT	EYCENTR	MOMENT	EFFIRAN	REAPPUI	MOTRAM	TASMPNT	DIMAP	CABLAGE	FFIRAN	ETRIER	DEFORM	METRE	PP	DESSIN	GRADIENT	PHASE	PRECIS	TRACE 8	TRACE 5	TRACE 4	TRACE 3	TRACE TISE	TRACE 2	TRACE 1	
A 3				0 2 0											1 0 0	2 0											
A 4																											
Cadre réservé au SETRA																											

MCP-EL

- . Ponts-dalles d'inertie variable
- . Ponts-dalles à une ou plusieurs nervures
- . Ponts-dalles élégies

Caractéristiques générales de l'ouvrage

NT	NERV DIVI	MAX	SYMON	SYMBI	PONT	BIAS	BIAS 1	ABOUT	D (1)	D (2)	D (3)	D (4)	D (5)	D (6)
A 5	0 3 0	1	0	0	0	0 0		0 4	3 0	4 2	3 0			

Caractéristiques des goussets

TRCOT	PLAT	GOUS 1C	GOUS 2G	GOUS 2D	GOUS 3G	GOUS 3D	GOUS 4G	GOUS 4D	GOUS 5G	GOUS 5D	GOUS 6G
A 6		8	4	4							

Elegissements ( Cette carte n'est remplie que si PONT ≠ 1 - carte A5 - )

INVIDE	HYVIDE	EVIDE	ESPACE	DELEG	DG (1)	DD (1)	DG (2)	DD (2)	DG (3)	DD (3)	DG (4)	DD (4)	DG (5)	DD (5)	DG (6)	DD (6)
A 7																

Caractéristiques géométriques de la voie portée

INVIDE	ETROT G	EGAU	ESURCH	EDROI	ETROT D	HCHAU	
A 8	0	1 0	0 5	7 5	0 5	1 5	0 0 8

Charges sur l'ensemble du tablier

ISTATLT	MASVOL	OSSAM	OSSAm	QSUPTM	QSUPTm	IQSP	A	B	CE	TR	PSTROT	PSTROL	$\psi_1$	$\Delta\theta$	$\psi_{0\theta}$
A 9	0 0	1 0 6	0 9 6	3 9 8	3 2 6	0 0 0	0 1		0 0 4	3 1 0	0 1 5 0	0 4 5 0		1 2	

ces cases ne sont remplies que si NERV ≠ 1 - carte A5 -

Charges sur les encorbellements latéraux et sur les hourdis intermédiaires

QSUP1Gm	QSUP1G	QCSUP1G	QSUP1DM	QSUP1Dm	QCSUP1D	QSUP2Gm	QSUP2G	QCSUP2Gm	QSUP2DM	QSUP2Dm	QCSUP2D	QSUPHM	QSUPHm	QCSUPH
A 10	0 8 5	0 7 5	1 3 7 5	1 5	1 0 4	1 8	0 7 9	0 7 1	1 2 4	1 0 8	0 9 8	1 7 6		

Coefficients d'excentrement ( Cette carte n'est remplie que si EXCENTR = 0 - carte A3 )

KTRG	KTRD	KA	KB	KBT	KBR	KBG	KMC	KME	KCE 1	KCE 2	KCE 3
A 11											

Caractéristiques du béton aux différentes phases du calcul

t <sub>1</sub>	fc <sub>t1</sub>	t <sub>2</sub>	fc <sub>t2</sub>	fc <sub>28</sub>	MS	E <sub>r</sub>	K <sub>fl</sub>	POISSON	DILAT
A 12	1 0	2 5 0 0	2 8	3 5 0 0	3 5 0 0	9 0		3 0 0	



Caractéristiques des armatures de précontrainte (1<sup>er</sup> système)

	$f_{prg}(1)$	$f_{peg}(1)$	$E_p(1)$	$P_p$ 1000(1)	$\mu_o(1)$	SECAB(1)	DGAINE(1)	RECLAN(1)	$f(1)$	$\Psi(1)$	RAYMIN(1)	DECALAGE(1)
A 13	1,9 0 3 2 3	1,6 8 9 0 0		24,5	0,4 3	1,6 6 8	0,0 8	0,0 0 5	0,1 8	0,0 0 2 0	6 0	0,0 0 9

Caractéristiques des armatures de précontrainte (2<sup>ème</sup> système) (Mettre 0 en première colonne s'il n'y a pas de 2<sup>ème</sup> système)

	$f_{prg}(2)$	$f_{peg}(2)$	$E_p(2)$	$P_p$ 1000(2)	$\mu_o(2)$	SECAB(2)	DGAINE(2)	RECLAN(2)	$f(2)$	$\Psi(2)$	RAYMIN(2)	DECALAGE(2)
A 14				%								

Caractéristiques des armatures passives

	$f_{e1}$	$f_{e2}$	$\sigma_a$	$\sigma_{\psi 1}$	$E_s$
A 15	4,0 0 0 0 0	4,0 0 0 0 0	2,4 4 8 0	6 1 2 0	

Dimensionnement automatique ( Cette carte n'est remplie que si CABLAGE = 1 ou 2 - carte A3 )

	CLAS BP	K 1	K 2	K 3	K 4	COUYS	COUVI	PCENT	MODE	$\sigma_{po}$
A 16	0,0 2 0		1	0 3 8 5		0,0 8	0,0 8	6 5	0,0 3	1,5 2,0 0 0

Tassements

	$\Delta \delta$	YOUNG	KTP	TP1	$\Delta T1$	TP2	$\Delta T2$	TP3	$\Delta T3$	TP4	$\Delta T4$	TP5	$\Delta T5$	TP6	$\Delta T6$	TP7	$\Delta T7$
A 17	1,5 0		1 0	0,0 2,0	0,0 1,0	0,0 1,0	0,0 1,0	0,0 1,0	0,0 1,0	0,0 2,0	0,0 1,0						

Dimensionnement des appareils d'appuis

	COMPREN V	COMPREB V	COMPREN S	COMPREB S	SYMAP	TYPAP	APP 1	TYPAP	APP 2	TYPAP	APP 3	TYPAP	APP 4	TYPAP	APP 5	TYPAP	APP 6	TYPAP	APP 7
A 18	7,5 0		1,5 0 0		0,0 1	1	0,3	1	0,3	1	0,3	1	0,3	1	0	0	0	0	0

NB : • Le tableau A comporte obligatoirement 18 cartes.

- Dans les cas courants il n'est pas nécessaire de remplir les cases hachurées : les paramètres qui y sont situés sont alors initialisés à des valeurs réglementaires ou courantes ou calculés par le programme.

### TABLEAU B : CARACTÉRISTIQUES GEOMÉTRIQUES DE LA STRUCTURE

Caractéristiques géométriques transversales

Nervure

	VACOUTRA	HDALTR	HDALAP	EDALLE 1	EDALLE 2G	EDALLE 2D	EDALLE 3G	EDALLE 3D	HDALLE 2G	HDALLE 2D	HDALLE 3G	HDALLE 3D	HDALLE 4G	HDALLE 4D
B 1	0,0,1	1,0,0,0	1,7,5,0	6,0,0	2,5,0	2,5,0	2,2,5	2,2,5	0,2,2	0,2,2	0,2,3	0,2,3	0,5,5	0,5,5

Hourdis ( Si NERV = 1 mettre 0 en colonne 1 et passer aux cartes suivantes éventuelles )

	LH 1	LH 2	LH 3	MH 2	MH 3	MH 4	ANERV	EPAIS	HNERV	AL (1)	AL (2)
B 2											

Hauteurs de la dalle dans les (NDIV + 1) sections par travée. ( Ce tableau n'est à fournir que si l'on étudie une dalle dont l'intrados est parabolique )

*VACOUTRA = 1 ou 2 et IGOUS = 0*

B 3 A														
B 3 B														
B 4 A														
B 4 B														
B 5 A														
B 5 B														
B 6 A														
B 6 B														
B 7 A														
B 7 B														
B 8 A														
B 8 B														

NB : • Le tableau B comporte au minimum 2 cartes, plus (2 x NT) cartes pour un intrados défini par l'utilisateur.

• Cases hachurées: même remarque que pour le tableau A.

# commande de calcul automatique

(A envoyer en deux exemplaires)

PROGRAMME UTILISE: \_\_\_\_\_

## OUVRAGE

Identité de l'ouvrage: \_\_\_\_\_  
Commune : \_\_\_\_\_ Département: \_\_\_\_\_  
Voie portée : \_\_\_\_\_  
Voie franchie: \_\_\_\_\_  
Pièces jointes et remarques particulières: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

## ORGANISME DEMANDEUR

Raison sociale: \_\_\_\_\_  
Adresse: \_\_\_\_\_  
Commune: \_\_\_\_\_ Code postal : \_\_\_\_\_  
Ingénieur responsable: \_\_\_\_\_ Téléphone(\*): \_\_\_\_\_  
Télex : \_\_\_\_\_

## ENVOI

Organisme demandeur       A tenir à disposition à l'accueil du SETRA  
 Organisme désigné ci-dessous:  
Raison sociale: \_\_\_\_\_  
Adresse: \_\_\_\_\_  
Commune: \_\_\_\_\_ Code postal : \_\_\_\_\_  
A l'attention de: \_\_\_\_\_ Téléphone(\*): \_\_\_\_\_  
Nombre de photoréductions supplémentaires (\*\*) demandé: \_\_\_\_\_

## FACTURATION

Organisme demandeur       Organisme destinataire  
 Organisme désigné ci-dessous:  
Raison sociale: \_\_\_\_\_  
Adresse: \_\_\_\_\_  
Commune: \_\_\_\_\_ Code postal : \_\_\_\_\_  
A l'attention de: \_\_\_\_\_ Téléphone(\*): \_\_\_\_\_

Commande adressée au

Fait à \_\_\_\_\_ le \_\_\_\_\_ 19\_\_

SETRA

Département des Ouvrages d'Art

Ouvrages- types

46 avenue Aristide Briand

B.P. 100 - 92223 BAGNEUX (FRANCE)

(signature du demandeur)

Téléphone: 16-1-664 14 77

Télex : 260 76 3F

répétée en lettres majuscules pour lisibilité:

(\*) Ne pas omettre l'indicatif complet

(\*\*) Deux photoréductions au format 21 x 29,7 sont fournies avec la note de calcul originale; les exemplaires supplémentaires sont facturés en sus.

Cadre réservé au SETRA | Niveau de prestation:

**Page laissée blanche intentionnellement**



**Page laissée blanche intentionnellement**

Caractéristiques des armatures de précontrainte (1<sup>er</sup> système)

	$f_{pg}(1)$	$f_{pg}(1)$	$E_p(1)$	$P_g 1000(1)$	$\mu_o(1)$	SECAB (1)	OGAINE (1)	RECULAN (1)	f (1)	$\Psi$ (1)	RAYMIN (1)	DECALAGE (1)
A 13				%								

Caractéristiques des armatures de précontrainte (2<sup>ème</sup> système) (Mettre 0 en première colonne s'il n'y a pas de 2<sup>ème</sup> système)

	$f_{pg}(2)$	$f_{pg}(2)$	$E_p(2)$	$P_g 1000(2)$	$\mu_o(2)$	SECAB (2)	OGAINE (2)	RECULAN (2)	f (2)	$\Psi$ (2)	RAYMIN (2)	DECALAGE (2)
A 14				%								

Caractéristiques des armatures passives

	$f_{e1}$	$f_{e2}$	$\sigma_a$	$\sigma_{\psi 1}$	$E_s$
A 15					

Dimensionnement automatique ( Cette carte n'est remplie que si CABLAGE = 1 ou 2 - carte A3)

	CLAS BP	K 1	K 2	K 3	K 4	COUVS	COUVI	PCENT	MODE	$\sigma_{po}$
A 16	0 0								0 0	

Tassements

	$\Delta \sigma$	YOUNG	KTP	TP 1	$\Delta T 1$	TP 2	$\Delta T 2$	TP 3	$\Delta T 3$	TP 4	$\Delta T 4$	TP 5	$\Delta T 5$	TP 6	$\Delta T 6$	TP 7	$\Delta T 7$
A 17																	

Dimensionnement des appareils d'appuis

	COMPREN V	COMPRES V	COMPREN S	COMPRES S	SYMAP	TYPAP NAP	APP 1 NAP	TYPAP NAP	APP 2 NAP	TYPAP NAP	APP 3 NAP	TYPAP NAP	APP 4 NAP	TYPAP NAP	APP 5 NAP	TYPAP NAP	APP 6 NAP	TYPAP NAP	APP 7 NAP
A 18					0, 0		0		0		0		0		0		0		0

N.B • Le tableau A comporte obligatoirement 18 cartes.

- Dans les cas courants il n'est pas nécessaire de remplir les cases hachurées : les paramètres qui y sont situés sont alors initialisés à des valeurs réglementaires ou courantes ou calculés par le programme.

**Page laissée blanche intentionnellement**





**Page laissée blanche intentionnellement**

# MCP-EL

## TABLEAU C : VÉRIFICATION DE LA PRÉCONTRAINTÉ

Caractéristiques de la famille de câbles

	CLASBP	NPH	NFC	NUM	ARMA	NCAB	IC1	JC1	IC2	JC2	MT	MODE	$\sigma_{po}$
C0	0,0		0	0	0		0		0			0,0	

*Le tableau C n'est à fournir que si la donnée CABLAGE = 4 (cf. colonne 11 carte A3)*

Ordonnées de la famille de câbles par rapport à l'intrados dans les (NDIV + 1) sections par travée.

C1A													
C1B													
C2A													
C2B													
C3A													
C3B													
C4A													
C4B													
C5A													
C5B													
C6A													
C6B													

NB : On fournira  $(2 \times NT + 1) \times NFC$  cartes pour le tableau C nécessaires pour la vérification (CABLAGE = 4)

**Page laissée blanche intentionnellement**

*Si l'ouvrage est d'inertie constante, ne pas fournir les cartes D 2 à D 24.*

	AIRE	STAT	XIN	WS	WI	ETA
D 1					-	
D 2					-	
D 3					-	
D 4					-	
D 5					-	
D 6					-	
D 7					-	
D 8					-	
D 9					-	
D 10					-	
D 11					-	
D 12					-	
D 13					-	
D 14					-	
D 15					-	
D 16					-	
D 17					-	
D 18					-	
D 19					-	
D 20					-	
D 21					-	
<i>Section de fin de gousset gauche</i>						
D 22					-	
<i>Section d'amorce de gousset droite</i>						
D 23					-	
<i>( A l'abscisse 0,4 D(I) ou 0,5 D(I) ou 0,6 D(NT) )</i>						
D 24					-	
<i>Caractéristiques de la dalle équivalente</i>						
	BG	BD	DEB			
D 25						

**Page laissée blanche intentionnellement**

TABLEAU E : CARTES BP GENERALISEES

	CONTRAINTES LIMITES EN SECTION D'ENROBAGE					CONTRAINTES LIMITES HORS SECTION D'ENROBAGE							
E 1	$\sigma_j(t1)$	$\sigma_j(t2)$	$\sigma_{QL}$	$\sigma_x$	$\sigma_{min}$	$\sigma_{j,2}(t1)$	$\sigma_{j,2}(t2)$	$\sigma_{QL,2}$	$\sigma_{x,2}$	$\sigma_{min,2}$	$\gamma_{bj}$	$\gamma_{bv}$	$\gamma_{bol}$
	$\gamma_{QC}$ ETAT LIMITE D UTILISATION					$\gamma_{QL}$ ULTIME			$\gamma_{QC}$ ULTIME				
E 2	COEF CA	COEF CB	COEF CM	COEF CT	COEF CC	$\gamma_{F3}$	$\gamma_{FI Gmax}$	$\gamma_{FI Gmin}$	$\gamma_{QCA}$	$\gamma_{QCB}$	$\gamma_{QCM}$	$\gamma_{QCT}$	$\gamma_{QCC}$
	COEFFICIENT D'AFFINITE			PRECONTRAINTE									
				EFFET MAX		EFFET MIN							
E 3	$\gamma_s$	$\gamma_p$	$\gamma_b$	P01	DP1	P02	DP2						
	MODULES BETON			EQUIVALENCE ACIER BETON		LOI DU RETRAIT				LOI DU FLUAGE			
E 4	$E_{ij}(t1)$	$E_{ij}(t2)$	$E_{i28}$	$n_i$	$n_v$	$r(t1)$	$r(t2)$	$r(t2-t1)$	$r(MS-t1)$	$r(MS-t2)$	$K_{f1}$	$K_{f2}$	$K_{f3}$

N.B. : Le tableau E n'est fourni que si BPEL = 0 (carte A3)

Le tableau E comporte obligatoirement 4 cartes

**Page laissée blanche intentionnellement**



Charge civile généralisée (véhicule à essieux)

	NCAM	MES	TYPES	ES AV	ES AR	LONG ENC	LARG ENC	LARG ES	DYNA	DYNAM	CDTB (1)	CDTB (2)	CDTB (3)	CDTB (4)	CDTB (5)	CDTB (6)	JBGX	XLARB
F 1		0	0	0	0	m	m	m	0,0									

	ABESS 1	POESS 1	ABESS 2	POESS 2	ABESS 3	POESS 3	ABESS 4	POESS 4	ABESS 5	POESS 5	ABESS 6	POESS 6
F 2	m	t	m	t	m	t	m	t	m	t	m	t

Charge civile généralisée (action répartie)

	PAS	A (0)	A (1)	A (2)	A (3)	A (4)	L VOIE	CDTA (1)	CDTA (2)	CDTA (3)	CDTA (4)	CDTA (5)	CDTA (6)	JAGN	JAGX
F 3	m	t/m <sup>2</sup>	t/m <sup>2</sup>	t/m <sup>2</sup>	t/m <sup>2</sup>	t/m <sup>2</sup>									

Charges exceptionnelles généralisées (véhicules à chenilles)

	TITRE	IDICHA	DYCHA	POICHA	LMAX	LMIN	LARGCHA	LOCHE	CHELA	ESCHE	JMINEG	JMAXEG
F 4 1												

	TITRE	IDICHA	DYCHA	POICHA	LMAX	LMIN	LARGCHA	LOCHE	CHELA	ESCHE	JMINEG	JMAXEG
F 4 2												

	TITRE	IDICHA	DYCHA	POICHA	LMAX	LMIN	LARGCHA	LOCHE	CHELA	ESCHE	JMINEG	JMAXEG
F 4 3												

Superstructures provisoires

	QSUP PM	QSUP Pm	QSPP1GM	QSPP1Gm	DQSPP1G	QSPP1DM	QSPP1Dm	DQSPP1D	QSPP2GM	QSPP2Gm	DQSPP2G	QSPP2DM	QSPP2Dm	DQSPP2D	QSPPHM	QSPPHm	DQSPPH	JOSPN	JQSPX
F 5																			

NB : Composition du tableau F

- Cartes F1 et F2 ces cartes ne sont à fournir que si le chiffre des centaines de B (carte A9) est égal à 1.
- Carte F3 cette carte n'est à fournir que si le chiffre des centaines de A (carte A9) est égal à 1.
- Cartes F41 à F43 on fournira autant de cartes F4 que de charges exceptionnelles généralisées (chiffre des centaines de la donnée CE, carte A9)
- Carte F5 cette carte n'est à fournir que si la donnée IQSP (carte A9) est égal à 1.

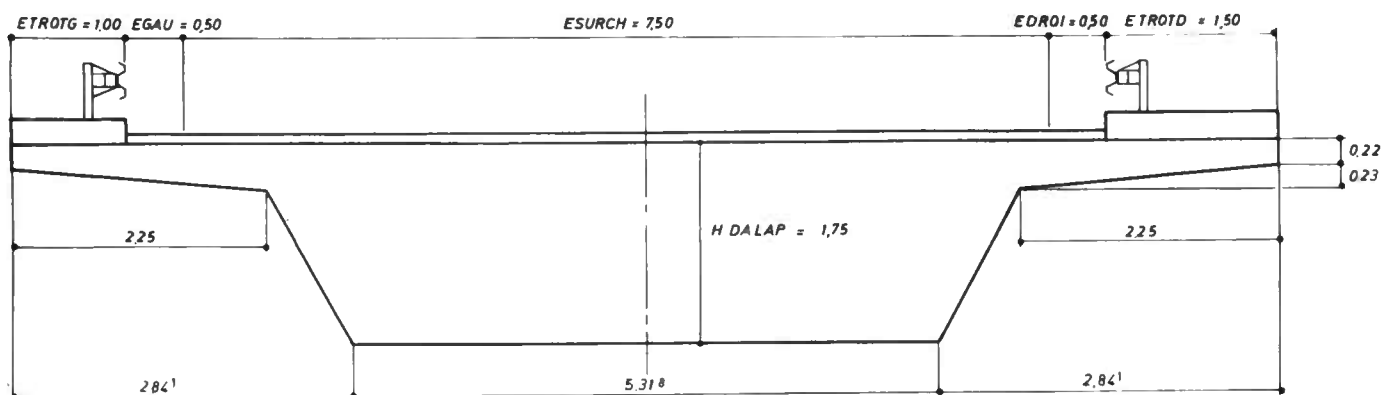
Cases hachurées même remarque que pour le tableau A.

**Page laissée blanche intentionnellement**

# MANUEL D'UTILISATION MCPEL

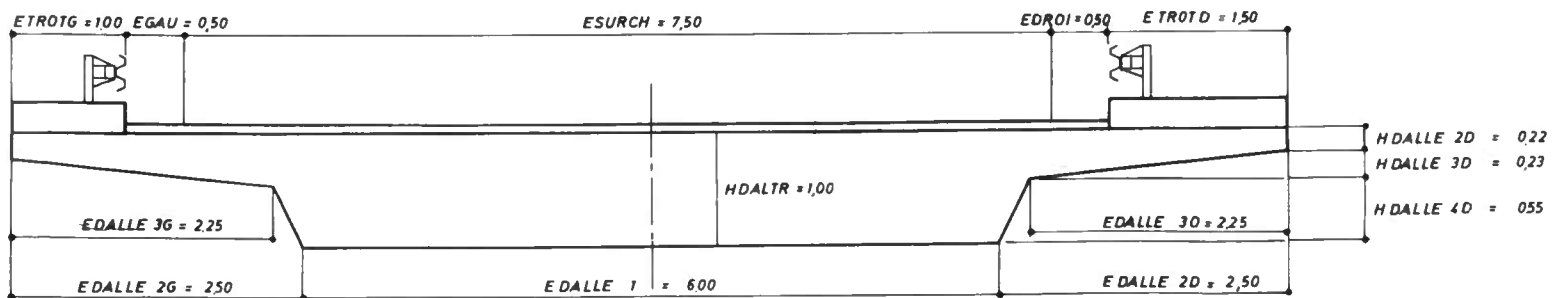
## Exemple d'application

COUPE TRANSVERSALE SUR PILE

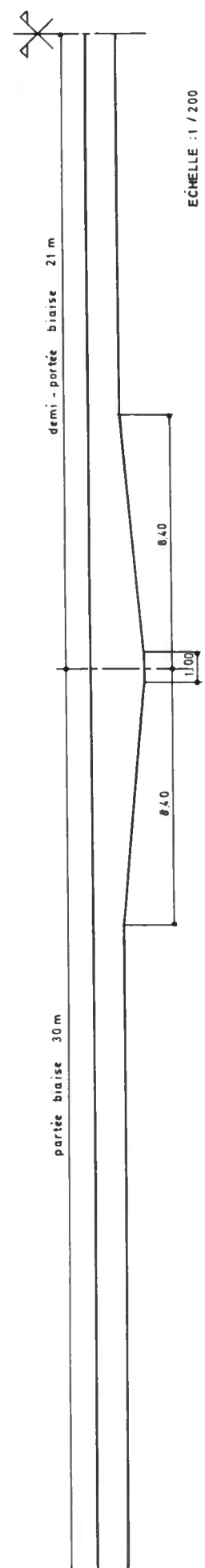


COUPE TRANSVERSALE EN SECTION COURANTE

(Section de plus faible hauteur - Introduite en données, carte B.1)



COUPE LONGITUDINALE BIAISE



EPURE DE CABLAGE

