

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

OUVRAGES TYPES

PASSAGES SUPÉRIEURS OU INFÉRIEURS
EN DALLE PLEINE CONTINUE DE BÉTON ARMÉ

PSI-DA 68

PIÈCES PILOTES

Dessins pilotes

1.2

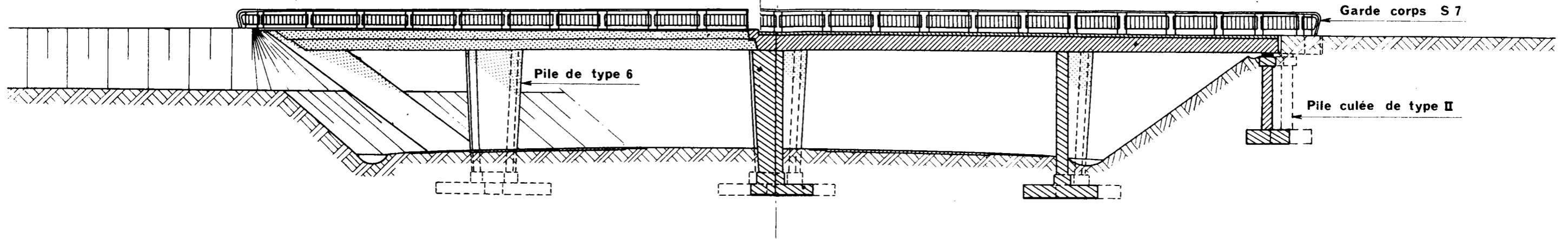
AOÛT 1973

PS TYPE 3 3680 / IV

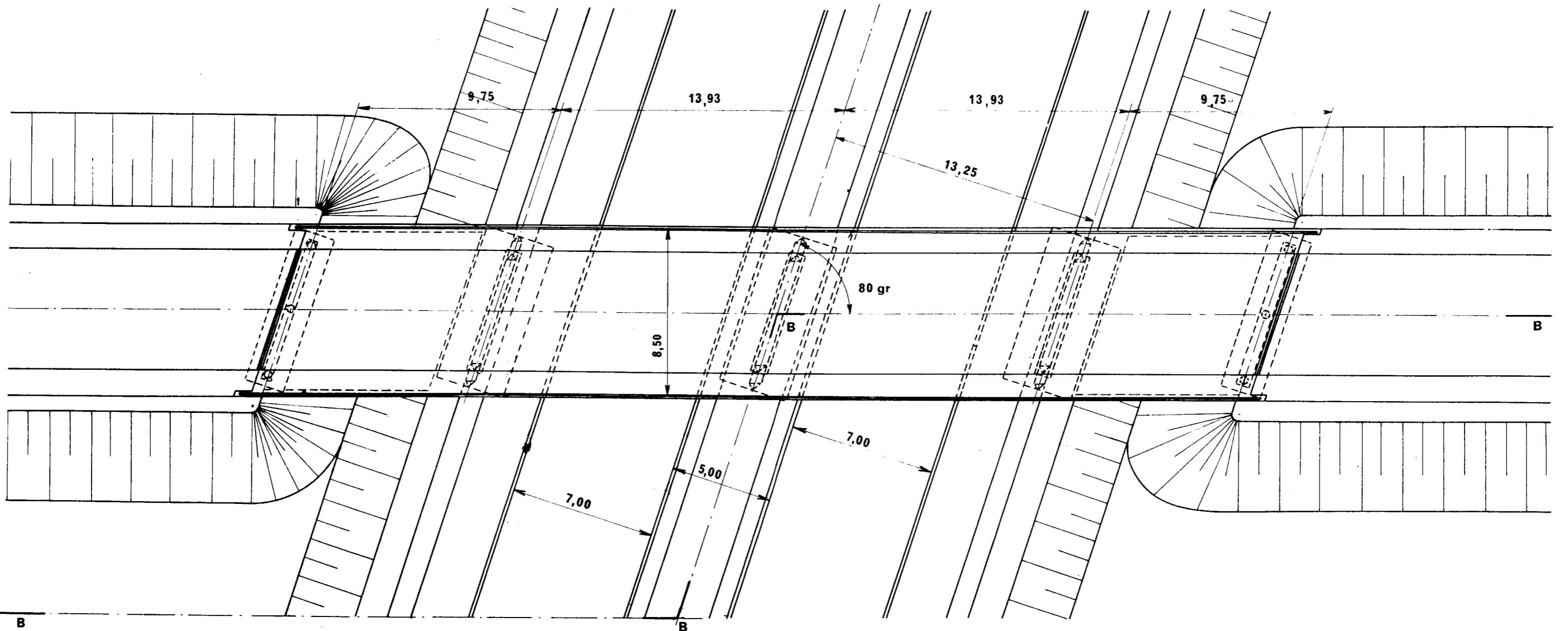
Échelle : 0,005

DEMI-ÉLEVATION

COUPE BBBB



PLAN



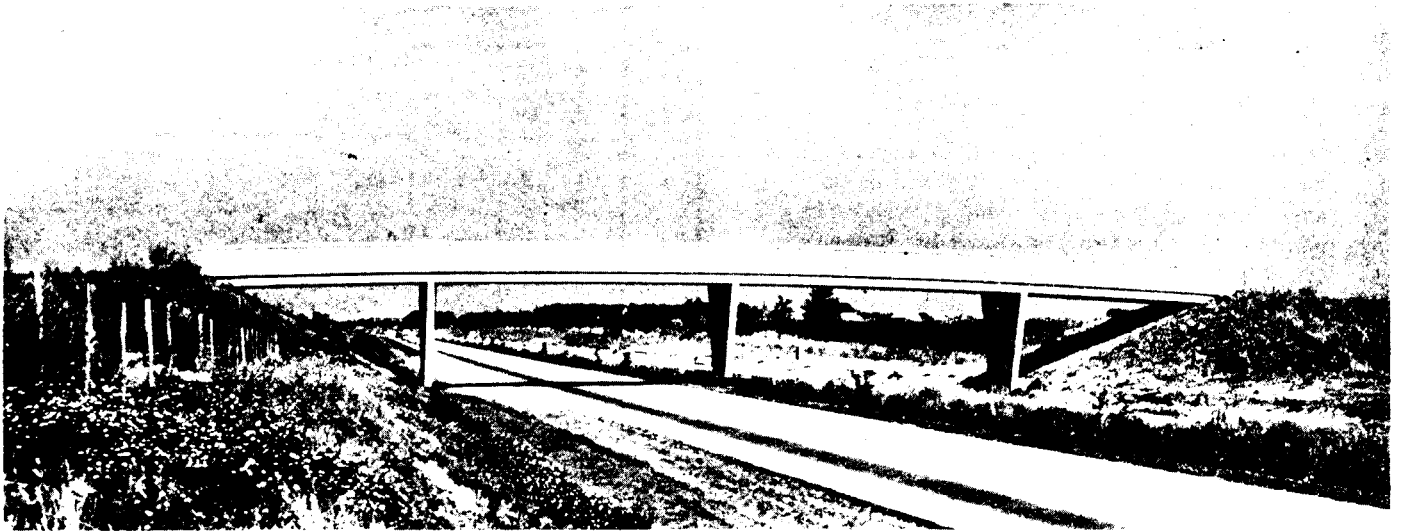
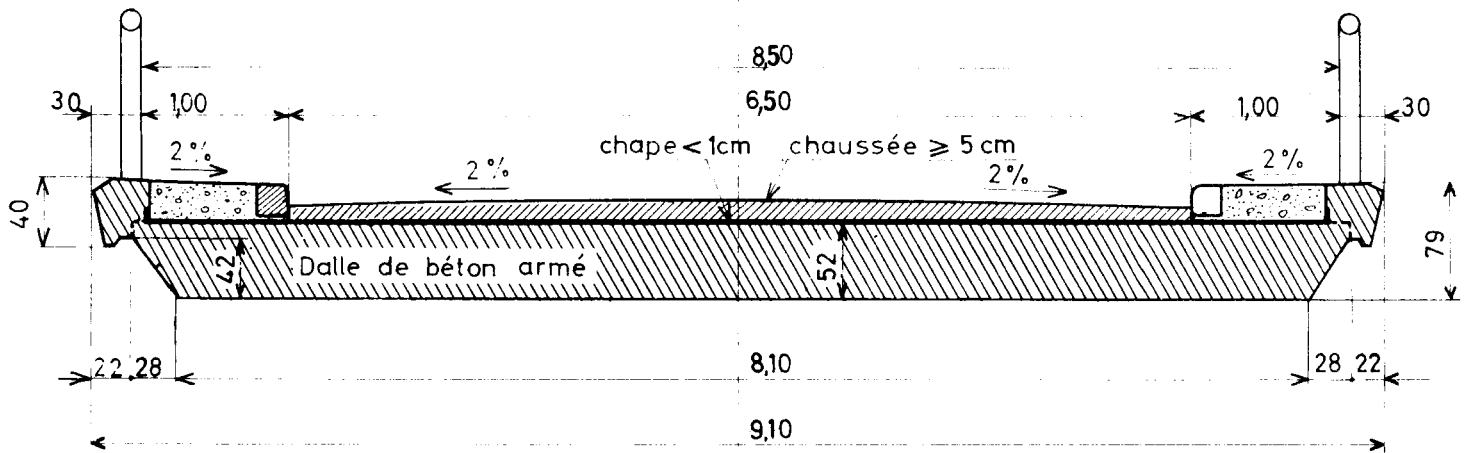
B

B

B

COUPE TRANSVERSALE

Échelle 0,02 (1/50)



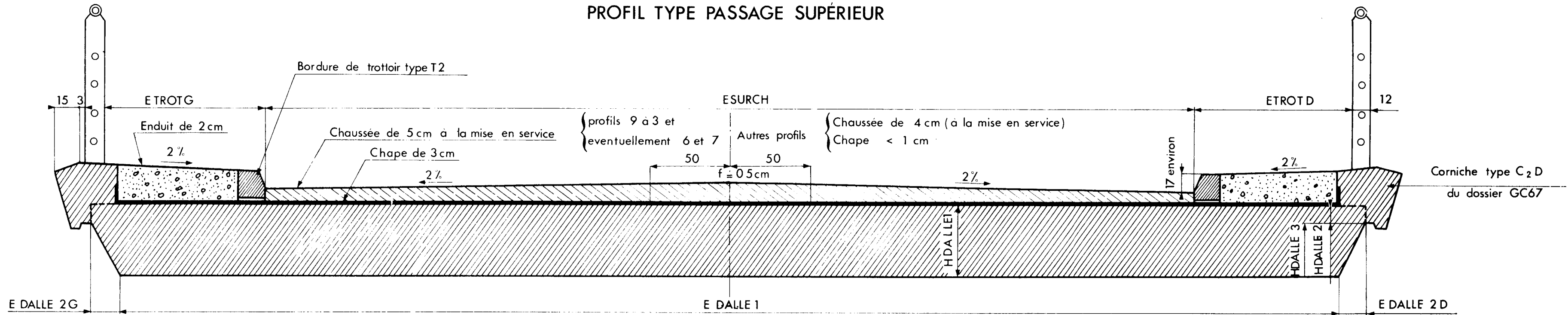
N O T A

- 1°/ - Les tableaux joints aux profils en travers-types donnent les caractéristiques des ouvrages à porter dans le bordereau des données (pièce 2.3) pour les divers profils en travers routiers et autoroutiers tels qu'ils sont définis par le Catalogue des documents types et manuel du projeteur (cf. CAT. 71 chapitres 1 à 3).
- 2°/ - Pour tous les détails concernant les équipements du tablier, l'utilisateur est prié de se reporter aux dossiers suivants ou à leurs éditions ultérieures :
- JADE 68
Joints - Appareils d'appui - Dalles de transition - Evacuation des eaux - Perrés.
- G C 67 - (mise à jour de Décembre 1970)
Garde-corps - Dispositifs de sécurité (glissières - barrières) - Corniches - Grille du trou central.
- STER 66 (dernière mise à jour N° 2 en Juillet 1972).
Surfaçage des tabliers - Etanchéité - Couche de roulement.
Ce dernier dossier est actuellement limité au problème de l'étanchéité.
- 3°/ - Lorsque la dalle est d'épaisseur variable, les épaisseurs HDALLE 1 et HDALLE 2 mesurées sous trottoirs doivent être majorées de la quantité ΔH (cf. pièce 2.2).
- 4°/ - Pour les passages supérieurs QSUP 1 représente le poids des superstructures lorsque la chaussée est d'épaisseur constante (dalle d'épaisseur variable) et QSUP 2 représente le poids des superstructures lorsque la chaussée est d'épaisseur variable (dalle d'épaisseur constante) (cf. pièce 2.2).

Les valeurs de QSUP tiennent compte d'un rechargement ultérieur de 3 cm. Il s'agit de valeurs conseillées, non valables pour les ponts du type PSI-DP.

En cas d'épaisseur finale de chaussée différente de l'épaisseur après rechargement ultérieur, corriger les valeurs de QSUP (cf. pièce 2.2).

PROFIL TYPE PASSAGE SUPÉRIEUR



CARACTÉRISTIQUES DES OUVRAGES POUR CHAQUE PROFIL EN TRAVERS ROUTIER TYPE

Profil en travers type (1)	Classe	Vr			E trotG	E Surch	E trotD	Δ H	E DALLE 1	Q Sup 1	Q Sup 2	Domaine d'emploi courant	capacité économique (2)
		40	80	100									
4	3	X			0,75	4,00	0,75	00,14	5,10	2,07	2,24	chemins ruraux chemins forestiers	
5	3	X			1,00	5,50	1,00	00,20	7,10	2,67	3,00	voies communales chemins départementaux moyens	≤ 500
6	2	X	X		1,00	6,50	1,00	00,25	8,10	3,33	3,79	chemins départementaux importants routes nationales secondaires	≤ 2000
7	1	X	X		1,25	7,50	1,25	00,28	9,60	3,92	4,54	chemins départementaux exceptionnels	6000 à
7	1			X	1,00	8,00	1,00	00,32	9,60	3,70	4,40	routes nationales courantes	7500
1	1	X	X		1,25	11,00	1,25	profil en toit	13,10	4,76	/	Routes	10500 à
1	1			X	1,00	11,50	1,00	profil en toit	13,10	4,55	/	nationales	12000
3	1	X	X		1,25	14,50	1,25	profil en toit	16,60	5,60	/	exceptionnelles	
3	1			X	1,00	15,00	1,00	profil en toit	16,60	5,39	/		

- ① On ne retient que les profils types jugés les plus courants, de chaussée bidirectionnelle sans piste cyclable, sans bande d'arrêt, limitée par deux gardes corps précédés d'une bordure. (cf. CAT. 71 tableau des pages 8 et 9)
- ② En trafic journalier moyen annuel à l'horizon 1990.

Dans le cas d'une corniche type C2D

E DALLE 2G = E DALLE 2D = 0,28 H DALLE 2 = 0,10 PS TROT = 0,150 t/m²

E DALLE 2 = E DALLE 3 = 0,56 H DALLE 3 = H DALLE 1 - HDALLE 2

PROFILS SPÉCIAUX POUR ÉCHANGEURS

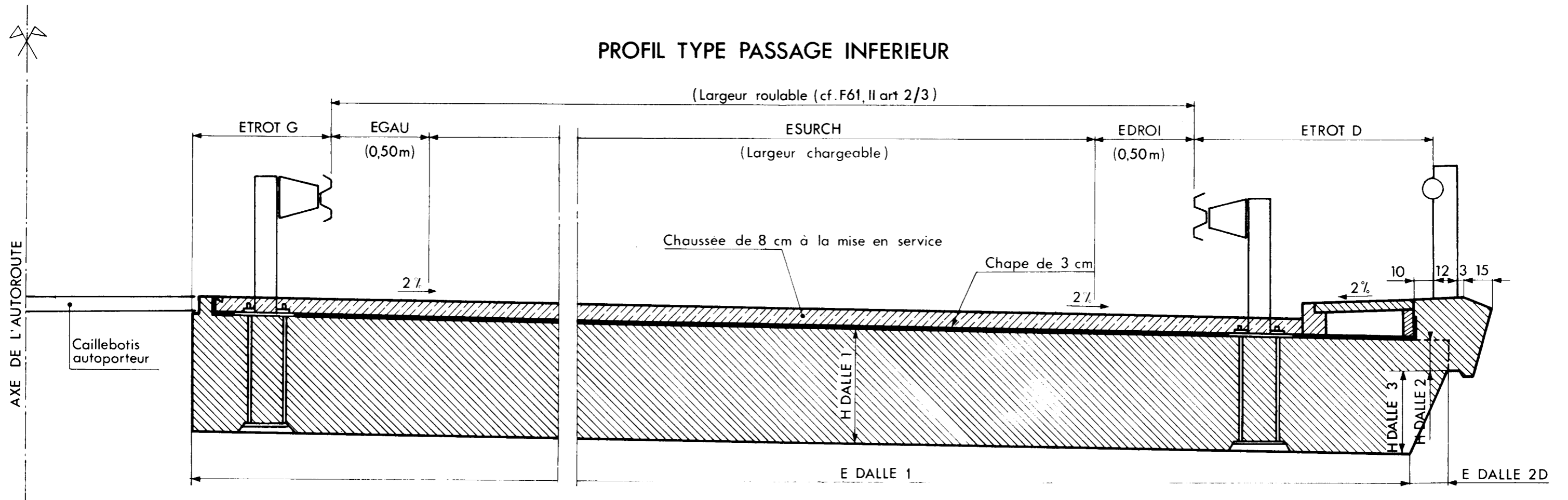
Caractéristiques des ouvrages pour les profils en travers spéciaux pour échangeurs

TYPE	ETROT G	E SURCH	ETROT D	E DALLE 1	Δ H	Q SUP 1	Q SUP 2
A (5)	1,00	5,50	1,00	7,10	/	3,09	/
B (7)	1,00	8,00	1,00	9,60	/	3,70	/
C (7)	1,00	8,00	1,00	9,60	00,32	3,70	4,40

E DALLE 2G = E DALLE 2D = 0,28 HDALLE 2 = 0,10 PS TROT = 0

E DALLE 2 = E DALLE 3 = 0,56 HDALLE 3 = HDALLE 1 - HDALLE 2

PROFIL TYPE PASSAGE INFERIEUR



E DALLE 2D = 0,28

E DALLE 2G = 0,00

H DALLE 2 = 0,10

P.S. TROT = 0

E DALLE 2 = E DALLE 3 = 0,28

H DALLE 3 H DALLE 1 - H DALLE 2

CARACTÉRISTIQUES DES OUVRAGES EN SECTION COURANTE POUR CHAQUE TYPE D'AUTOROUTE

AR TYPE		LTPC revêtu sans appui d'ouvrage					LTPC revêtu avec appui d'ouvrage		LTPC minimal non revêtu		ETROTG	2 b	EGAU	ESURCH	EDROI	ETROTD (1)	COUROU
		Nombre de voies par chaussée	Immatriculation	LTPC	VIDCEN	ETROT G	2 b	LTPC	VIDCEN	LTPC							
AR non élargissable L ≤ 100	2	82	2,0 ⁽¹⁾	0	0,25	11,75	3,0	0,5	4,5	2	0,5	12,0	0,50	9,75	0,50	0,75	11,31
		102	2,5 ⁽¹⁾	0	0,25	12,00	3,5	0,5	5,0	2	0,5	12,25	0,50	10,00	0,50	0,75	11,56
		122,142	3,0	0	0,5	12,50	3,5	0,5	5,0	2	0,5	12,50	0,50	10,00	0,50	1,0	11,56
	3	83	2,0 ⁽¹⁾	0	0,25	15,25	3,0	0,5	4,5	2	0,5	15,50	0,50	13,25	0,50	0,75	14,81
		103	2,5 ⁽¹⁾	0	0,25	15,50	3,5	0,5	5,0	2	0,5	15,75	0,50	13,50	0,50	0,75	15,06
		123,143	3,0	0	0,5	16,00	3,5	0,5	5,0	2	0,5	16,00	0,50	13,50	0,50	1,0	15,06
	4	84	4,5	2	0,5	19,00	4,5	2	7,0	4,5 ⁽²⁾	0,5	19,00	0,50	16,75	0,50	0,75	18,31
		104	4,5	1,5	0,5	19,25	4,5	1,5	7,0	4 ⁽²⁾	0,5	19,25	0,50	17,00	0,50	0,75	18,56
		124,144	5,0	2	0,5	19,50	5,0	2	7,0	4 ⁽²⁾	0,5	19,5	0,50	17,00	0,50	1,0	18,56
AR élargissable avec 15 < L ≤ 100	3	83	2 ⁽¹⁾	0	0,25	13,50	3,0	0,5	4,5	2	0,5	13,75	0,50	12,25	0,50	0	13,50
		103	2,5 ⁽¹⁾	0	0,25	13,75	3,5	0,5	5	2	0,5	14,00	0,50	12,50	0,50	0	13,75
		123,143	3,0	0	0,5	14,00	3,5	0,5	5	2	0,5	14,00	0,50	12,50	0,50	0	13,75
	4	84	4,5	2	0,5	17,25	4,5	2	7,0	4,5 ⁽²⁾	0,5	17,25	0,50	15,75	0,50	0	17,25
		104	4,5	1,5	0,5	17,50	4,5	1,5	7,0	4 ⁽²⁾	0,5	17,5	0,50	16,00	0,50	0	17,50
		124,144	5,0	2	0,5	17,50	5,0	2	7,0	4 ⁽²⁾	0,5	17,5	0,50	16,00	0,50	0	17,50

Nota : LTPC = largeur du terre-plein central.
VIDCEN = vide central.

COUROU = largeur de la couche de roulement.

2 b = ETROT G + EGAU + ESURCH + EDROI + ETROTD

} LTPC = VIDCEN + 2 ETROT G + 2 bandes dérasées de gauche (et non pas EGAU).

(1) Lorsqu'il est prévu un dispositif rigide à droite la largeur du trottoir de droite (ETROTD) est nulle ; les largeurs de la dalle (2b) et de la couche de roulement (COUROU) sont évidemment réduites dans ce cas . Pour les ponts de 15 à 100 m de long des autoroutes élargissables un dispositif rigide est obligatoire à droite .

(2) La grande largeur du vide central ne permet pas de placer un caillebotis autoporteur .

Cette absence de grille peut être remplacée :

Par un dispositif rigide (la largeur du trottoir de gauche ETROT G est alors nulle .)

Par un garde-corps précédé d'une glissière souple ; prévoir alors un trottoir de gauche plus large pour permettre le fonctionnement normal de la glissière (valeurs indiquées dans le tableau ci-dessus).

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

OUVRAGES TYPES

**PASSAGES SUPÉRIEURS OU INFÉRIEURS
EN DALLE PLEINE CONTINUE DE BÉTON ARMÉ**

PSI-DA 68

CALCUL AUTOMATIQUE

**Poids des superstructures
Dalle bombée - Corrections des épaisseurs**

2.2

AOÛT 1973

POIDS DES SUPERSTRUCTURES - DALLE BOMBÉE
CORRECTION DES ÉPAISSEURS

1 - DALLE BOMBÉE - CORRECTIONS A APPORTER A H DALLE 1 ET H DALLE 2.

- 1.1 - Généralités
- 1.2 - Méthode de calcul
- 1.3 - Valeurs de ΔH suivant le type de profils en travers
- 1.4 - Longueurs des étriers.

2 - POIDS DES SUPERSTRUCTURES PAR METRE LINEAIRE DE TABLIER.

- 2.1 - Généralités
- 2.2 - Superstructures des passages inférieurs
- 2.3 - Superstructures des passages supérieurs

((REMARQUE PRELIMINAIRE. Cette pièce est une reprise de la pièce 2.2 du dossier-pilote PSI.DP 69, avec cependant de légères différences; en particulier pour la prise en compte des charges permanentes différées.

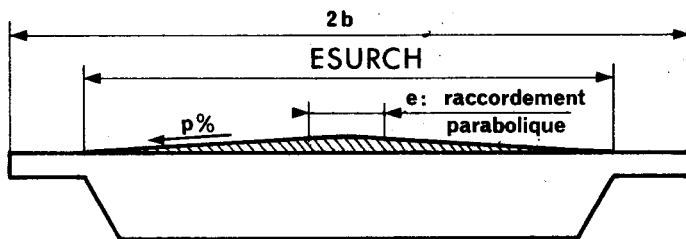
I - DALLE BOMBEE - CORRECTIONS A APPORTER A HDALLE 1 et HDALLE 2

1.1 - Généralités :

Lorsque l'ossature résistante de la dalle est bombée, on doit tenir compte de ce bombement qui a pour effet de déplacer la position de l'axe neutre d'une part, et d'augmenter l'épaisseur moyenne de la dalle et son inertie d'autre part, par rapport à la dalle rectangulaire ayant pour épaisseur l'épaisseur de l'ossature résistante sous trottoirs.

On peut tenir compte de ces effets lorsque l'ossature résistante de la dalle est bombée, en majorant les épaisseurs HDALLE 1 et HDALLE 2 pour prendre en compte une hauteur moyenne telle que l'ossature résistante réelle et l'ossature résistante prise en compte dans le calcul aient mêmes aires et donc des positions de la fibre moyenne et des inerties très voisines.

On majore donc les épaisseurs HDALLE 1 et HDALLE 2 mesurées sous trottoirs de la quantité ΔH suivante

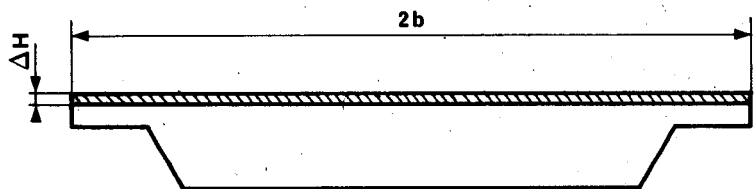


$$\Delta H = \frac{B}{2b} =$$

Aire de bombement

Largeur droite de la face supérieure de la dalle

Ossature résistante prise en compte dans le calcul



1.2 - Méthode de calcul :

Pour un profil classique de chaussée à profil convexe de largeur de chaussée **ESURCH** présentant des pentes égales et opposées de $p\%$ raccordées suivant un arc de parabole sur une largeur e , l'aire B de bombement et la quantité ΔH sont données par les formules suivantes :

$$B = \left[\frac{\text{ESURCH}^2}{4} - \frac{e^2}{12} \right] \cdot \frac{p}{100}$$

$$\text{et } \Delta H \text{ (cm)} = \left[\frac{\text{ESURCH}^2}{4} - \frac{e^2}{12} \right] \cdot \frac{p}{2b} \quad (\text{ESURCH, } e \text{ et } b \text{ en mètre})$$

1-3 - Valeurs du ΔH suivant le type de profils en travers :

ΔH prend donc en général les valeurs numériques suivantes pour les différents profils en travers types définis dans le catalogue (cf. CAT 71) avec $e = 1,00$ m et $p = 2$ %.

Pour les profils larges la dalle a un profil en toit $\Delta H = 0$
(profils 1 - 2 et 3)

TYPE	4	5	6	7	9	
V_r	40 à 60	40 à 60	80	80	100	40 à 100
ESURCH	4,00	5,00	6,50	7,50	8,00	11,00
2 b(m)	5,50	7,50	8,50	10,00	10,00	12,00
$\Delta H(m)$	0,014	0,020	0,025	0,028	0,032	0,050

1.4 - LONGUEUR DES ETRIERS :

Lorsque la dalle est bombée et que les ferrailages sont disposés en respectant les distances d'enrobage en face supérieure, la distance séparant les ferrailages longitudinaux inférieur et supérieur n'est pas la même dans la partie centrale de la dalle et dans les parties latérales. Il y a donc lieu de prévoir des longueurs d'étriers différentes.

II - POIDS DE SUPERSTRUCTURES PAR METRE LINEAIRE DE TABLIER :

2.1 - Généralités :

Le poids de superstructures entre dans le tableau de données sous la dénomination QSUP. Il doit être évalué en tonne par mètre linéaire de tablier.

Les superstructures comprennent (cf. pièce 1.2. pour les figures) :

- des éléments linéaires : tels que garde-corps, corniche, glissières, bordures de trottoir, murette porte-grille dont le poids est le même quelle que soit la largeur $2b$ de l'ouvrage pour les passages inférieurs d'une part et pour les passages supérieurs d'autre part.
- des éléments de surface : la chape régnant approximativement sur toute la largeur de l'ouvrage, le revêtement bitumineux régnant sur une largeur comprise entre les socles de glissières de sécurité (ou entre les bordures de trottoirs), le béton de remplissage des trottoirs.

Attention, pour tous ces détails concernant l'équipement du tablier (garde-corps, glissières, corniche, grille centrale, chape d'étanchéité, couche de roulement, ...) l'utilisateur est prié de se reporter aux dossiers-pilotes GC - 67 (et mise à jour N° 1 de Décembre 1970) et STER 66 (et mises à jour N° 1 de Juin 1969 et N° 2 de Juillet 1972).

2.2. - SUPERSTRUCTURES DES PASSAGES INFÉRIEURS (P.I) :

La nouvelle normalisation des autoroutes de liaison prévue par la circulaire ministérielle du 22 Mars 1971 portant Instructions sur les conditions techniques d'aménagement des Autoroutes de liaison est plus complexe que celle prévue précédemment par la circulaire 17 du 1er Mars 1962.

On ne peut plus donner comme on avait pu le faire dans le dossier-pilote PSL.DA 68 initial, les valeurs du poids des superstructures par mètre linéaire de tablier pour chaque type d'autoroute en raison des nombreux choix qui peuvent être faits maintenant sur les parties latérales du tablier : tel que le maintien ou non des passages de service à droite, le choix des dispositifs de sécurité (cf. CAT 71 § 1,42 et CPS 71 § 11 et 12).

Pour calculer le poids des superstructures des passages inférieurs on fera donc un mètre pour un mètre d'ouvrage en considérant les éléments linéaires puis les éléments de surface.

2.2.1 - Éléments linéaires :

Il s'agit essentiellement des dispositifs de sécurité.

2.2.1.1 - Superstructures du coté droit :

Le poids des superstructures du coté droit varie en fonction :

- de la largeur du passage de service fonction de la vitesse de référence de l'autoroute ou de surlargeurs éventuelles pour canalisations,
- du remplissage de trottoir (plein ou dallettes),

- des canalisations éventuelles sous trottoirs,
- du choix du dispositif de sécurité,
- du choix de la corniche, ...

2.2.1.2 - Superstructures du côté gauche :

Le poids des superstructures du côté gauche varie en fonction :

- de la largeur du terre-plein central,
- de la couverture éventuelle du vide central par un caillebotis autoporteur,
- du type du dispositif de sécurité.

Indiquons, par exemple, que lorsque le vide central n'est pas couvert ou lorsqu'un seul tablier est construit dans une première phase de réalisation (déviation intégrable), les superstructures du côté gauche sont très semblables aux superstructures du côté droit.

Nous indiquons ci-après les poids courants de ces éléments en tonnes par mètre linéaire :

Garde-corps de passage inférieur	0,03 t/ml
Glissière sur platine	0,02 t/ml
Bordure de trottoir	0,20 t/ml
Corniche	0,28 t/ml
Barrière normale type muret californien	0,57 t/ml
Barrière normale métallique	0,10 t/ml
Murette porte-grille	0,04 t/ml
Caillebotis auto-porteur	0,03 t/m ²

2.2.2. - Éléments de surface :

La chape a pour épaisseur 0,03 m et pour densité 2,2 t/m³. On considère qu'elle s'étend sur toute la largeur de l'ouvrage. Elle intervient donc pour

$$2,2 \times 0,03 \times 2 b = 0,066 \times 2 b \text{ t/ml}$$

Le revêtement bitumineux dont l'épaisseur finale est de l'ordre de 0,11 m (tous reprofilages compris) et la densité 2,2 t/m³ s'étend sur une largeur inférieure à 2 b entre socles de glissières (ou barrières) soit environ :

$$2,2 \times 0,11 (2b - x) = 0,242 \times 2b - 0,242 x$$

avec : $2b - x$ = largeur de la couche de roulement, généralement $0 \leq x \leq 1$ m

2.2.3 - Poids des superstructures pour les passages inférieurs.

C'est la somme des éléments linéaires et des éléments de surface

$$Q \text{ Sup} = 0,308 \times 2 b + \text{éléments linéaires à droite} \\ + \text{éléments linéaires à gauche} \\ - 0,242 x$$

avec $2 b$ = largeur droite de la face supérieure de la dalle. Cette formule est valable quel que soit le biais de l'ouvrage.

L'essentiel des valeurs de Q_{SUP} est représenté par les éléments de surface supposés ici épais de 11 cm au total à la mise en service. Rapporté au m^2 de tablier on peut considérer que le poids des superstructures des passages inférieurs est voisin de $0,340 t/m^2$.

$$Q_{SUP} \approx 0,340 t/m^2$$

2.3 - SUPERSTRUCTURES DES PASSAGES SUPERIEURS (P.S.)

2.3.1 - Eléments linéaires :

Métré pour 1 m d'ouvrage :

Eléments	Densité	Dimensions	Poids
Garde-corps			0,10
Corniche	2,50	2 x 0,112 m ²	0,56
Bordure de trottoirs T2	2,50	2 x 0,25 x 0,15	0,19
Total			0,85

Les éléments linéaires représentent donc un poids de 0,85 t/ml pour les passages supérieurs.

2.3.2 - Eléments de surface :

Les épaisseurs courantes de la chape (H_1) et du revêtement bitumineux (H_2) sont indiquées dans les tableaux 2.3.4 et 2.3.5.

La chape d'épaisseur constante H_1 et de densité $2,2 t/m^3$; on considère qu'elle s'étend sur toute la largeur de l'ouvrage.

Elle intervient donc pour $2,2 \times H_1 \times 2 b$ t/ml

Le revêtement bitumineux dont l'épaisseur est généralement de H_2 pour les passages supérieurs et la densité $2,2 t/m^3$; il s'étend sur la distance entre trottoirs soit $ESURCH$.

donc $2,2 \times H_2 \times ESURCH$ t/ml

Le béton maigre de remplissage des trottoirs dont l'épaisseur est voisine de 0,25 m et la densité $2,4 t/m^3$; il s'étend pour un trottoir sur une largeur égale de la largeur du trottoir diminuée de 0,35 m,

donc $2,4 \times 0,25 \times (ETROTD + ETROTG - 0,70)$
 $= 0,60 (ETROTD + ETROTG) - 0,42$

Si la dalle est d'épaisseur constante et si le profil de la chaussée est bombée, il faut ajouter le poids du renformis

$$\text{soit } 2,2 \times \left[\frac{ESURCH^2}{4} - \frac{e^2}{12} \right] \cdot \frac{p}{100}$$

2.3.3 - Poids des superstructures :

C'est la somme des différents termes définis ci-dessus et l'on a deux formules selon que la chaussée est d'épaisseur constante (pas de renformis) ou que la chaussée est d'épaisseur variable (avec renformis).

Chaussée d'épaisseur constante :

$$Q_{SUP 1} = 0,43 + 2,2 \times H_1 \times 2 b + 2,2 \cdot H_2 \cdot ESURCH + 0,60 (ETROTD + ETROTG)$$

Chaussée d'épaisseur variable :

$$Q_{SUP 2} = 0,43 + 2,2 \times H_1 \times 2 b + 2,2 \cdot H_2 \cdot ESURCH + 0,60 (ETROTD + ETROTG) \\ + 2,2 \left[\frac{ESURCH^2}{4} - \frac{e^2}{12} \right] \cdot \frac{p}{100}$$

avec $2 b$ = largeur droite de la face supérieure de la dalle. Ces formules sont valables quel que soit le biais de l'ouvrage.

2.3.4 - Valeurs de Q_{SUP} suivant le profil en travers-type routier :

Q_{SUP} prend donc en général les valeurs numériques suivantes pour les profils.

TYPE	4	5	6	7		1		2	3	
V_r km/h	40 à 80	40 à 80	80	80	100	40 à 80	100	40 à 60	40 à 60	100
$2b_m$	5,50	7,50	8,50	10,00	10,00	13,50	13,50	14,50	17,00	17,00
H_1 chape (cm)	1 (1)	1 (1)	3	3	3	3	3	3	3	3
Revêtement H_2 bitumi- neux (cm)	7	7	8	8	8	8	8	8	8	8
$Q_{SUP 1}$ t/ml	2,07	2,67	3,33	3,92	3,70	4,76	4,55	4,79	5,60	5,39
$Q_{SUP 2}$ t/ml	2,24	3,00	3,79	4,54	4,40					

(1) Voir C.P.S. type commentaire du paragraphe 2.19.2

L'attention est attirée sur les modifications à apporter en cas d'épaisseur de superstructure différente des épaisseurs H_1 et H_2 indiquées ci-dessus;

2.3.5 - Valeurs de QSUP pour les profils en travers spéciaux pour échangeurs.

QSUP prend en général les valeurs numériques suivantes pour les profils en travers spéciaux pour échangeurs définis dans CAT 71.

: PROFIL EN TRAVERS	: A	: B	: C	:
: $2 b_{(m)}$: 7,50	: 10,00	: 10,00	:
: H_1 chape (cm)	: 3	: 3	: 3	:
: H_2 revêtement (cm)	: 8	: 8	: 8	:
: Q SUP 1	: 3,09	: 3,70	: 3,70	:
: Q SUP 2	:	:	: 4,40	:

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

OUVRAGES TYPES

PASSAGES SUPÉRIEURS OU INFÉRIEURS
EN DALLE PLEINE CONTINUE DE BÉTON ARMÉ

PSI-DA 68

CALCUL AUTOMATIQUE

Bordereau des données commenté

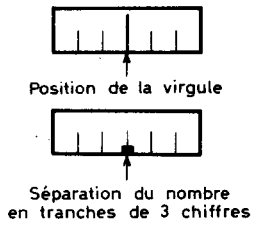
2.3

AOÛT 1973

CALCUL ÉLECTRONIQUE DES PONTS CONTINUS EN DALLE PLEINE D'ÉPAISSEUR CONSTANTE EN BÉTON ARMÉ

A. DONNÉES GÉNÉRALES

CARTE A1																																																													Cases remplies par le S.E.T.R.A.											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71	72
CARTE A2																																																																								
CARTE A3	LIGNIF	EXCENTR	MOMENT	EFRAN	RÉAPPUI	MOTRAN	TASMENT	DIMAP	FERLON	FERTRAN	ÉTRIERS	POINÇON	DÉFORM	AVANT MÉTRÉ	PP	DESSIN	UNITÉS																																																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	Mètre	Tonne	Grade																																																					
CARTE A4																																																																								
CARTE A5	STATUT	NT	SYMLON	SYMTAB	SYMAP	CM	COEF. A	COEF. B	PS TROT	MASVOL	NF	DISEXT	DISINT	YY (2)	YY (3)	YY (4)	YY (5)																																																							
	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0																																																														
CARTE A6	Q SUP	ABOUT	BIAIS	D1	D2	D3	D4	D5	D6																																																															
	t/m	m	gr	m	m	m	m	m	m																																																															
CARTE A7	ETROT G	E GAU	E SURCH	E DROI	ETROT D	H CHAU	KA	KBC	KCM	KTR	KBE	KBR																																																												
	m	m	m	m	m	m																																																																		
CARTE A8	H DALLE 1	H DALLE 2	H DALLE 3	E DALLE 1	E DALLE 2	E DALLE 3																																																																		
	m	m	m	m	m	m																																																																		
CARTE A9	PHI 1	PHI 2	PHI 3	PHI 4	$\sigma_{en 1}$	$\sigma_{en 2}$	$\sigma_{en 3}$	$\sigma_{en 4}$	$\sigma_{b flex}$	σ_{b}	POISSON	RETRAI	E_v	ψ_d																																																										
	0	0	0	0	t/m ²	t/m ²	t/m ²	t/m ²	t/m ²	t/m ²																																																														
CARTE A10	N1	N2	ESPAC 1	ESPAC 2	ENROBS	ENROB I																																																																		
CARTE A11	TP 1	ΔT_1	TP 2	ΔT_2	TP 3	ΔT_3	TP 4	ΔT_4	TP 5	ΔT_5	TP 6	ΔT_6	TP 7	ΔT_7																																																										
	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0																																																										
CARTE A12	COMPREN V	COMPRES V	COMPRES S	COMPRES S	APPUI 1	APPUI 2	APPUI 3	APPUI 4	APPUI 5	APPUI 6	APPUI 7																																																													
	t/m ²	t/m ²	t/m ²	t/m ²	TYPAP	NAP	TYPAP	NAP	TYPAP	NAP	TYPAP	NAP	TYPAP	NAP	TYPAP	NAP																																																								



B - CARTES GÉNÉRALISANT LES SURCHARGES

(CAS DE SURCHARGES NON CONFORMES AU FASCICULE #1 - TITRE II)

CARTE B0	L VOIE	CDTA (1)	CDTB (1)	CDTA (2)	CDTB (2)	CDTA (3)	CDTB (3)	CDTA (4)	CDTB (4)	CDTA (5)	CDTB (5)	CDTA (6)	CDTB (6)	Seulement si chiffre des centaines de STATUT = 4		
	0 0	m														
CARTE B1	NVOE	NCAM	MES	TYPES	ESAV	ESAR	LONG ENC	LARG ENC	LARG ES	DYNA	DYNAM 1	DYNAM 2	DYNAM 3	DYNAM 4	DYNAM 5	DYNAM 6
		0	0	0	0	0	m	m	m		0 0		0 0		0 0	
CARTE B2	ABESS 1	POESS 1	ABESS 2	POESS 2	ABESS 3	POESS 3	ABESS 4	POESS 4	ABESS 5	POESS 5	ABESS 6	POESS 6	Seulement si chiffre des unités de STATUT = 2,3 ou 4			
	0 0 0	0 0 0	m	m	m	m	m	m	m	m	m	m				
CARTE B3	PAS	A (0)	A (1)	A (2)	A (3)	A (4)	Seulement si chiffre des unités de STATUT = 3 ou 4									
	m	U/m2	U/m2	U/m2	U/m2	U/m2										
CARTE B4	DYCHA	DYCHA	POCHA	LARGCHA	LOCHE	CHELA	ESCHE	Seulement si CM = 5								
	0 0	0 0		m	m	m	m									

1. ORGANISATION GÉNÉRALE DU PROGRAMME

CARTES A1 et A2

TEXTE DU TITRE. Il sera écrit sur deux lignes de 60 caractères chacune, espaces et blancs compris. Comme pour le programme PSI.DP 69 et à la différence des autres programmes de la Division des Ouvrages d'Art B du S.E.T.R.A., la page de garde de la note de calcul imprimée reproduit exactement et sur deux lignes la disposition adoptée par l'utilisateur. 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.

Les cases 61 à 72 des cartes 1 et 2 ne sont pas remplies par l'utilisateur ; elles le sont par le S.E.T.R.A. au moment du passage en machine électronique et reçoivent alors l'indication de la date de ce passage qui est imprimée automatiquement sur la page de garde de la note de calcul, et un numéro d'ordre d'utilisation du programme.

CARTE A3

EXECUTION DES CALCULS

Chaque case représente un tronçon du programme et, suivant qu'elle est cotée 1 ou 0, la partie du calcul correspondante est faite ou non.

Porter normalement 1 dans toutes les cases de la carte A3, et 2 dans la case JASMENT si l'on désire que la sécurité vis-à-vis des tassements d'appui soit étudiée.

LIGNINF

Calcul des équations des lignes d'influence des moments fléchissants, efforts tranchants et réactions d'appui sur appuis.

EXCENTR

1 : Calcul des coefficients correctifs de répartition transversale selon la méthode de M. GUYON.
0 : Si l'on porte 0, la machine utilise les coefficients de répartition transversale lus à la carte A7 du bordereau des données (cf. carte A7).

MOMENT

Calcul des courbes enveloppes des moments longitudinaux.

EFTRAN

Calcul des efforts tranchants extrêmes au droit des appuis.

REAPPUI

Calcul des réactions d'appui globales extrêmes par appui.

MOTRAN

Calcul des moments de flexion transversale (selon la méthode de M. GUYON) en milieu de travée.

TASMENT	0 : Pas de calcul. 1 : Moments et réactions sur appuis dus à des dénivellations d'appui de 1 cm. 2 : En plus la sécurité vis-à-vis des tassements d'appui introduits en carte A 11 est étudiée.
DIMAP	Dimensionnement des appareils d'appui. Calcul des chevêtres.
FERLON	Calcul du ferrailage longitudinal. Epure d'arrêt des barres retenue - Métré
FERTRAN	Calcul du ferrailage transversal.
ETRIERS	Sécurité vis-à-vis du cisaillement à l'effort tranchant général.
POINCON	Cisaillement de poinçonnement aux environs des appuis concentrés
DEFORM	Calcul de la déformation du tablier sous l'effet de la charge permanente, et des surcharges.
AVANT-METRE	Avant-métré récapitulatif. Rappel des caractéristiques principales de l'ouvrage et des résultats principaux du calcul.
P.P.	Tableau récapitulatif des résultats du programme PSI.DA 68 utilisables en données pour le programme P.P. (Piles et Palées).
DESSIN	Il n'est fait que dans le cas du ferrailage transversal parallèle aux lignes d'appui (cf. pièce 2.1 § 6.1.4.2.).
<u>CARTE A4</u>	<u>IMPRESSION DES RESULTATS DES CALCULS</u>

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

0 : Seule l'impression des résultats essentiels du tronçon de calcul considéré est assurée.

1 : La note imprimée fournit en plus les intermédiaires de calcul permettant une vérification pas à pas de la note de calcul.

Porter normalement les mêmes chiffres que sur la carte A3 dans les cases LIGNINF, EXCENTR, MOMENT, MOTRAN de la carte A4 pour permettre la vérification rudimentaire de la note par l'Entrepreneur.

Les impressions supplémentaires fournies en portant 1 dans les cases de la carte A4 sont les suivantes :

- LIGNINF Equation des lignes d'influence des moments fléchissants tous les 1/10 de travée.
- EXCENTR Lignes d'influence du coefficient correctif de répartition transversale pour les bords de la dalle, les bords de chaussée, l'axe de la chaussée avec effet des divers cas de surcharges.
- MOMENT Indication des positions de surcharges correspondant aux moments longitudinaux extrêmes tous les 1/10 de travée.
- MOTRAN Eléments de calcul du moment de flexion transversale (influence de l'étalement des charges; influence de la position des charges, lignes d'influence du coefficient μ de la théorie de MM. GUYON - MASSONNET).

2. DONNÉES RELATIVES AU CALCUL

CARTE A5

PROGRAMME DE SURCHARGES UTILISE PAR LE CALCUL.

STATUT

00j Application de F 61, II (1960).
 i0j Application de F 61, II (1971) i = classe du pont.
 40j Application de F 61, II (1971), la largeur de voie nominale et les coefficients de dégressivité transversale sont introduits en donnée (carte Bo).

j = 0 ou 1 Le programme de surcharges utilisé est celui défini par le titre II du fascicule 61 du CPC.

j = 2 : Les surcharges roulantes du Type Bc (camions) sont définies par les cartes supplémentaires B₁ et B₂, et la surcharge générale de la chaussée du type A (ℓ) est celle définie au fascicule 61 - Titre II du C.P.C.

j = 3 : On considère les surcharges roulantes du type Bc (camions) et la surcharge générale de chaussée du type A (ℓ) définies dans les cartes B₁, B₂, B₃.

j = 4 : Les effets de la surcharge générale de chaussée et des surcharges roulantes généralisées (définies par les cartes B₁, B₂ et B₃) sont cumulés.

NT

Nombre de travées (de une à six).

SYMLON

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

SYMTAB

Symétrie transversale du profil en travers. Porter 1 si ETROTG = ETROTD et EGAU = EDROI = 0 - Porter 0 dans les autres cas.

SYMAP

Symétrie longitudinale des appareils d'appui : 0 - pas de symétrie
 1 - Symétrie longitudinale, 2 - les appareils d'appui sur les appuis intermédiaires sont tous identiques.

CM

Classe du char militaire à prendre en compte. Noter :

- 0 - Aucun char
- 3 - Mc 80, (Véhicule à chenilles STANAG 80) ou char de 70 t suivant le règlement de surcharges appliqué
- 4 - Mc 120, (Véhicule à chenilles STANAG 120) ou char de 100 t suivant le règlement de surcharges appliqué
- 5 - Surcharge militaire introduite en donnée en carte B4.

COEF A

Coefficient de minoration (ou de majoration) de la surcharge A. Porter normalement 1,000 pour appliquer le Titre II du fascicule 61 du C.P.C. Dans le cas de chaussée bidirectionnelle avec séparateur central voir: article 2.2 du Fascicule 61 Titre II; incorporer le séparateur central à la largeur chargeable ESURCH et limiter le nombre de voies chargeables prises en compte par le programme à l'aide du bordereau B (consulter le gestionnaire si le cas se présente).

COEF B

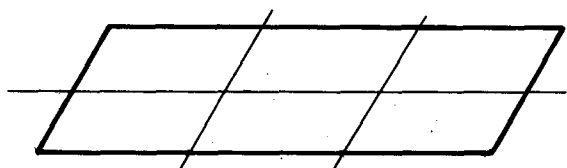
Coefficient de minoration (ou de majoration) de la surcharge B. Porter normalement 1,010 (cf. pièce 2.1 § 2.1.1.).

- PS TROT Densité de surcharge des trottoirs. Indiquer 0 dans le cas d'une plate-forme autoroutière. Indiquer 0,150t/m² dans le cas de voirie ordinaire.
- MASVOL Masse volumique du béton, soit en principe 2,5 d'après l'article 7.2 du fascicule 61, titre VI du C.P.C. Si on veut employer des bétons légers, consulter le S.E.T.R.A.
- NF Donnée relative aux fibres étudiées pour la flexion transversale.
- | | | |
|--|---|----------------------|
| <p>. Si on porte 1 les calculs sont effectués pour la fibre 1, <u>axe mécanique de la dalle</u></p> <p>. Si on porte 2 les calculs sont effectués pour la fibre 1, et pour les fibres 2 et 3 à + EDALLE/4 de l'axe mécanique de la dalle</p> <p>. Si on porte 3 les calculs sont effectués pour la fibre 1, les fibres 2 et 3 et les fibres 4 et 5 à + 3 EDALLE/8 de l'axe mécanique de la dalle</p> | } | Porter normalement 3 |
|--|---|----------------------|
- DISEXT Distance de l'axe mécanique à l'axe géométrique de l'extrados de la dalle.*
- DISINT Distance de l'axe mécanique à l'axe géométrique de l'intrados de la dalle.*
- Y Y (2)
Y Y (3)
Y Y (4)
Y Y (5)
- Normalement porter 0. Des valeurs différentes de 0 seront à porter, après contact avec les Ingénieurs gestionnaires, pour certains profils d'ouvrages exceptionnels : ponts plus larges qu'un pont normal d'autoroute, profils en travers plus dissymétriques qu'un tablier de P.I., largeurs de trottoirs très faibles.
- Si Y Y (2) ≠ 0 les coefficients K de répartition transversale seront étudiés pour les fibres 1 (bord gauche du trottoir gauche), et les fibres 2, 3, 4, 5 définies au bordereau des données dans les cases YY (2), YY (3), YY (4), YY (5) par leurs distances au bord gauche du trottoir gauche.

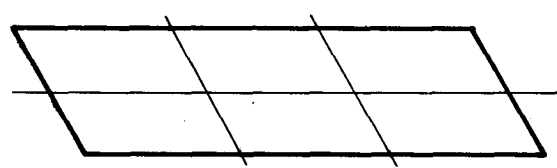
* Ces données ne sont opérationnelles que pour le calcul des efforts (cf. PSI-DP pièce 2.1 § 2.1.7) dans le cas d'une dissymétrie transversale de la dalle. Elles ne sont pas prises en compte ni pour le calcul du ferrailage longitudinal, ni pour le dessin; pour ces calculs la dalle est considérée comme parfaitement symétrique.

CARTE A6DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES GENERALES

- QSUP Poids des superstructures c'est-à-dire poids des charges que porte l'ouvrage en permanence sans qu'elles concourent à la résistance (en tonnes par mètre de longueur de tablier) (cf. pièce 2.2).
- ABOUT Longueur biaise d'about sur appuis extrêmes (distance comptée sur l'axe du pont, entre le plan vertical de la ligne d'appui de rive et le plan vertical d'about de la dalle). Valeur conseillée = $0,10 + 10 \text{ PHI } 1$.
- BIAIS Biais géométrique de l'ouvrage (angle en grades entre ses lignes d'appui et son axe compté de 0 à 200 g).



BIAIS de 0 à 100 g



BIAIS de 100 à 200 g

D I ... D 6

Portées biaises des travées successives (distances comptées sur l'axe du pont entre les plans verticaux des lignes d'appui).

CARTE A7CARACTERISTIQUES DE LA VOIE PORTEE (cf. figures page 10).

ETROTG

Largeur utile du trottoir de gauche. Pour un passage inférieur : Largeur droite de la bande non surchargée située à gauche de la glissière de sûreté de gauche (glissière côté terre-plein central)

E GAU

F 61, II (1960) = largeur droite de la bande dérasée de gauche c'est-à-dire de la zone comprise entre le bord gauche de la chaussée et la glissière de gauche.

F 61, II (1971). Lorsqu'il existe un dispositif de sécurité (glissière ou barrière), largeur de la bande non chargeable côté chaussée, le long du dispositif de sécurité (0,50 m), sinon porter 0.

ESURCH

F 61, II (1960) : Largeur droite de la chaussée.

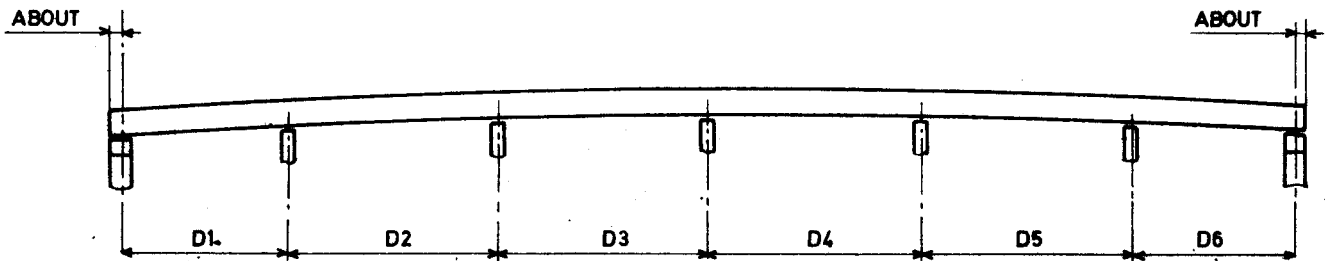
F 61, II (1971) Largeur chargeable, telle qu'elle est définie par l'article 2 du titre II du Fascicule 61.

EDROI

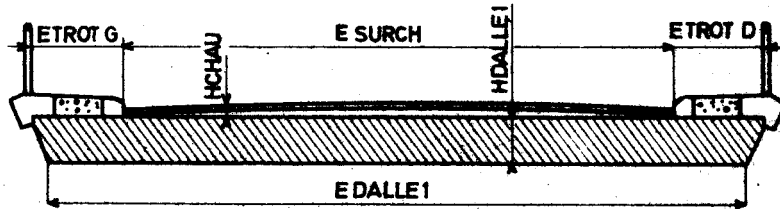
F 61, II (1960) : largeur droite de la bande d'arrêt d'urgence de droite, c'est-à-dire de la zone comprise entre le bord de la chaussée et la glissière de sûreté de droite.

F 61, II (1971). Lorsqu'il existe un dispositif de sécurité (glissière ou barrière), largeur de la bande non chargeable côté chaussée, le long du dispositif de sécurité (0,50 m), sinon porter 0.

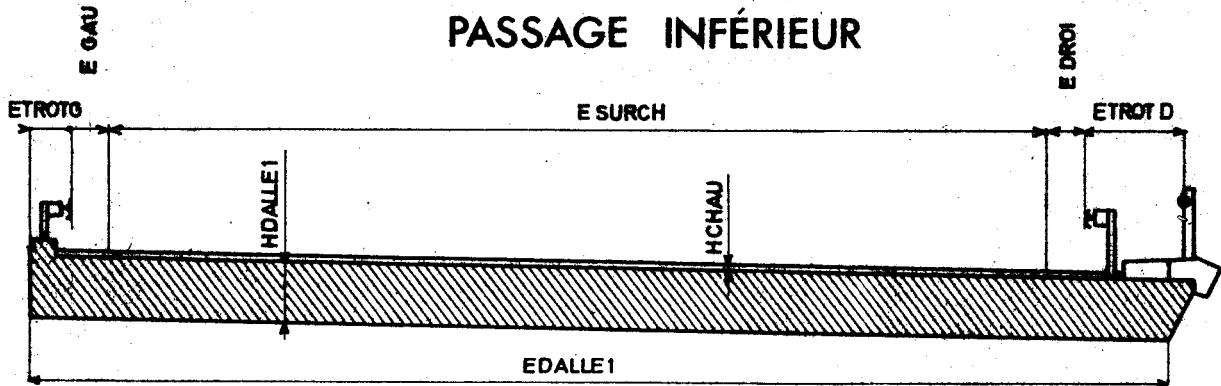
PROFIL EN LONG



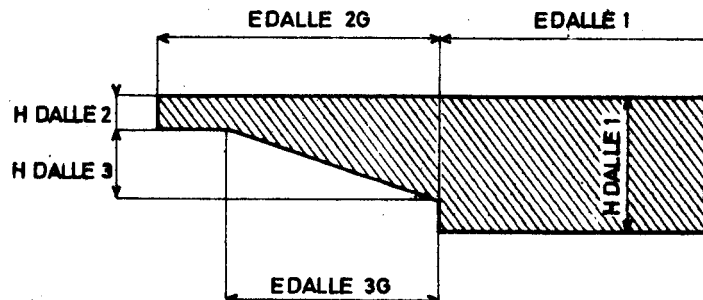
PASSAGE SUPÉRIEUR



PASSAGE INFÉRIEUR



DÉTAIL D'UN ENCORBELLEMENT



NOTA
IMPORTANTIS

EDALLE 2 = E DALLE 2G + E DALLE 2D
 E DALLE 3 = E DALLE 3G + E DALLE 3D
 H DALLE 1 et H DALLE 2 sont à ajuster si l'ossature résistante est bombée (cf pièce 2.2)

- ETRO7D Largeur utile du trottoir de droite. Pour un passage inférieur :
largeur droite de la bande non surchargée située à droite de la
glissière de sûreté de droite.
- HCHAU Epaisseur moyenne de béton équivalent au renformis (éventuel),
à la chape et à la chaussée (cf. pièce 2.1 § 2.2)
- KA, KBC
KCM, KTR
KBT, KBR Coefficients correctifs de répartition transversale, relatifs respec-
tivement à la surcharge A, à la surcharge Bc, au char militaire, à la
surcharge des trottoirs, à la surcharge Bt, à la surcharge Br. Ces six
coefficients sont à définir si, et seulement si, on ne désire pas que
les coefficients correctifs de répartition transversale soient calculés
par la méthode de M. GUYON et que l'on a en conséquence porté 0 dans la
case 2 (EXCÉTR) de la carte A3. Le programme ne considère qu'une
seule valeur par type de surcharge, valable pour l'ensemble de l'ouvrage.
- Pour A et Bc, ces coefficients doivent tenir compte non seulement de
la majoration due à l'excentrement des surcharges, mais aussi des
coefficients a1 et bc fonctions du nombre de voies surchargées
donnant l'effet le plus défavorable. Plus précisément, il faut pour
les différentes fibres longitudinales considérées, N étant le nombre
total de voies, calculer les coefficients d'excentrement KA (i)
(ou KBC (i) des différentes voies de circulation (ou files de
camions) successifs, comparer les quantités.
- $$\frac{a1(i) \times \sum_{i=1}^N KA(i)}{N} \text{ ou } \frac{bc(i) \times \sum_{i=1}^N KBC(i)}{N}$$
- et retenir les plus grandes de ces quantités pour les reporter dans
les données KA et KBC du programme. En général, les coefficients KA et
KBC seront de la forme $a1(N) \times (1 + \epsilon_1)$ et $bc(N) \times (1 + \epsilon_2)$
- CARTE A8 Cette carte utilise les éléments de définition du PROFIL DE LA DALLE
schématisé sur la figure p. 10.
- HDALLE 1 Epaisseur minimale de l'ossature résistante.
- HDALLE 2 Epaisseur à l'extrémité des encorbellements latéraux de la dalle. Ces
épaisseurs (HDALLE 1 et HDALLE 2) sont à majorer si la dalle est bombée,
pour prendre en compte une épaisseur moyenne (cf pièce 2.2)
- HDALLE 3 Epaisseur verticale du flanc qui peut exister entre l'encorbellement
et le corps de la dalle.
- HDALLE 1 et HDALLE 3 sont des épaisseurs de départ que le programme
optimise (cf. pièce 2.1 § 4).
- EDALLE 1 Largeur droite de sous-dalle du corps de la dalle (largeur entre arêtes
inférieures).
- EDALLE 2 Largeur droite CUMULEE des encorbellements.
- EDALLE 3 Largeur droite CUMULEE des flancs obliques.

Dans le cas du calcul d'une dalle avec encorbellements, il est con-
seillé à l'utilisateur du programme de joindre une coupe transver-
sale de l'ouvrage au bordereau des données dûment rempli.

CARTE A9

CARACTERISTIQUES DES ACIERS ET DU BETON

Diamètres	}	PHI 1	Aciers longitudinaux principaux et éventuellement des chevêtres incorporés.))	
		PHI 2	Aciers transversaux en travée - Aciers des chevêtres incorporés - Aciers longitudinaux complémentaires.)		(voir pièce 2.1 § 6.1 1.2)
		PHI 3	Aciers transversaux supérieurs en travée - Aciers longitudinaux de construction.)		
		PHI 4	Etriers.)		
$\sigma_{en} 1$	Contrainte d'élasticité nominale des aciers de diamètre PHI 1.)	Notations et références au F. 61 VI de 1970 du C.P.C.			
$\sigma_{en} 2$	Contrainte d'élasticité nominale des aciers de diamètre PHI 2.)				
$\sigma_{en} 3$	Contrainte d'élasticité nominale des aciers de diamètre PHI 3.)				
$\sigma_{en} 4$	Contrainte d'élasticité nominale des aciers de diamètre PHI 4.)				
$\overline{\sigma_b} \text{ flex}$	Contrainte admissible de <u>compression</u> du béton en flexion simple. Valeur conseillée : $\overline{\sigma_b} \text{ flex}$ = 1500t/m ² pour les dalles sans encorbellements importants.)				
$\overline{\sigma_b}$	Contrainte de <u>traction</u> de référence du béton. Valeur conseillée : $\overline{\sigma_b}$ = 60 à 70t/m ² .)				
POISSON	Coefficient de POISSON - Valeur conseillée = 0 (Art. 19.3.4))				
RETRAI	Raccourcissement relatif final du retrait du béton. (cf. fascicule 61 Titre VI - Article 4 § 4).)				
E_v	Module de déformation <u>différée</u> du béton. Si E_v n'est pas introduit, il est <u>calculé</u> automatiquement par le programme d'après une <u>résistance</u> nominale du béton supposée égale à 2,4 $\overline{\sigma_b} \text{ flex}$. (cf. fascicule 61 Titre VI, article 9.6).)				
ψ_d	Coefficient de scellement qui caractérise les barres au point de vue de leur adhérence (art. 29.1.2. du fascicule 61. VI du CPC du 27.10.70) Sert au calcul de la <u>longueur</u> de scellement droit avec une contrainte d'adhérence admissible $\overline{\tau_b}$ égale à $\overline{\tau_b} = 1,25 \psi_d^2 \overline{\sigma_b}$ (cf. pièce 2.5 § 3.1.4.2.). Si ψ_d n'est pas donné, la <u>contrainte</u> d'adhérence admissible $\overline{\tau_d}$ est prise égale à $\overline{\tau_d} = 2,8 \overline{\sigma_b}$ (article 24.2.1. du fascicule 61, VI du CPC du 14.11.64).)				

CARTE A10DISPOSITION DES ARMATURES

N 1	Nombre de barres dans un groupe d'armatures longitudinales.	} valeurs conseillées	N 1 = 3
N 2	Nombre de groupes considérés ensemble pour l'épure d'arrêt des barres.		N 2 = 3
ESPACE 1	Espacement désiré entre axes des groupes ; sera éventuellement modifié par le programme (cf. pièce 2.1 § 6.2.1.2).		ESPACE 1 = 10 PHI 1
ESPACE 2	Espacement maximal désiré pour les armatures transversales. (donnée non opérationnelle).		
ENROB S	Enrobage des aciers de la nappe supérieure (cf. pièce 2.1 § 6.1.2.3).		
ENROB I	Enrobage des aciers de la nappe inférieure.		

CARTE A11TASSEMENT DES APPUIS

TP _i	Tassement probable de l'appui i.	} (cf. pièce 2.1 § 2.1.4 et § 3.4 de la mise à jour).
T _i	Tassement supplémentaire aléatoire de l'appui i.	

CARTE A12DIMENSIONNEMENT DES APPAREILS D'APPUI

COMPRES V	Compression admissible moyenne des appareils d'appui en <u>élastomère</u> sous charge permanente.	} (cf. pièce 1.3 § 3)
COMPRES B V	Compression admissible moyenne des articulations par <u>section rétrécie de béton</u> , sous charge permanente.	
COMPRES S	Compression admissible moyenne des appareils d'appui en <u>élastomère</u> sous charges maximales.	
COMPRES B S	Compression admissible moyenne des articulations par <u>section rétrécie de béton</u> , sous charges maximales.	
TYPAP	Type de l'appareil d'appui utilisé : 0, appareil d'appui par section rétrécie de béton ; 1, appareil d'appui en élastomère ; 2, autre type d'appareil d'appui.	
NAP	Nombre d'appareils d'appui dans la ligne d'appui considérée.	

3 - SURCHARGES GÉNÉRALISÉES (CARTES B)

Les données portées dans les cartes B sont relatives à la généralisation des surcharges (non conformes au fascicule 61 - Titre II). Des exemples de telles surcharges figurent dans la note de mise à jour N° 1. du présent dossier-pilote.

CARTE B0

Permet la généralisation de la notion de classe (à remplir si et seulement si la case des centaines de STATUT est égale à 4).

LVOIE

Largeur nominale d'une voie V_0 (cf. § 4.2 du fascicule 61, II, 1971).

CDTA (i)

Coefficient a_i relatif à la surcharge A correspondant à i voies surchargées.

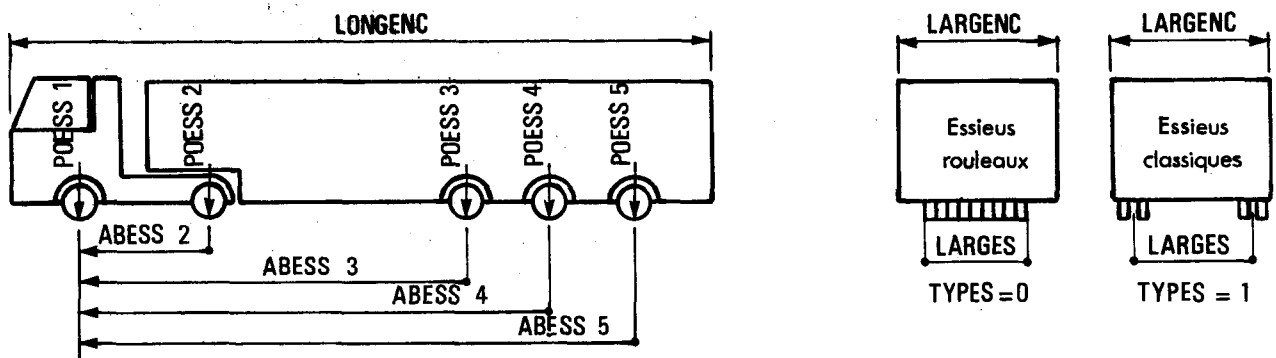
CDTB (i)

Coefficient b_c 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 $i > \text{NFC}$.

CARTE B1

GENERALISATION DES CAMIONS DU TYPE Bc

Cette surcharge généralisée n'est prise en compte que si le chiffre des unités de STATUT est égal à 2, 3 ou 4.



NVOIE

Nombre de voies de circulation pour les surcharges généralisées (à remplir que si le nombre de voies est différent de celui résultant de l'application du fascicule 61 - Titre II).

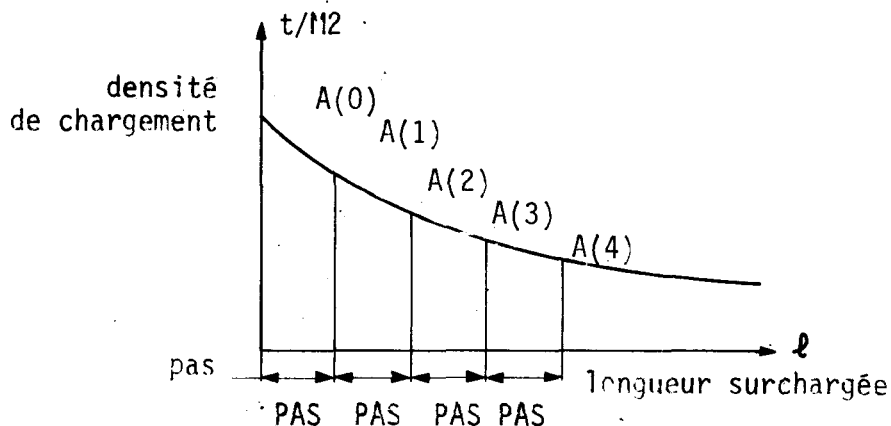
NCAM

Nombre de véhicules par voie de circulation ; ce nombre doit être inférieur ou égal à 3.

NES

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

TYPES	1 : Essieu classique composé de deux roues. 0 : Essieu du type rouleau. A noter que tous les essieux doivent être du même type.
ESAV ESAR	Dans le calcul de la flexion transversale pour la surcharge du type B, les essieux de numéro ESAV à ESAR (bornes comprises) sont pris en compte (cf. pièce 2.1 § 9).
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 à axe des deux roues d'un même essieu (si TYPES = 1).
DYNA	1 : Les coefficients de majoration dynamique doivent être lus dans les cases suivantes (un coefficient par travée). 0 : Les coefficients de majoration dynamique sont calculés suivant le règlement (fascicule 61 - Titre II).
DYNAM 1 à DYNAM 6	Si DYNA = 1, les coefficients de majoration dynamique sont indiqués par travée (DYNAM 1 en travée 1, etc...).
<u>CARTE B2</u> ABESS _i POESS _i	La carte B2 définit longitudinalement le véhicule en précisant les abscisses et poids de chaque essieu par rapport à une origine donnée. On prendra l'essieu avant du véhicule comme essieu d'origine (ES (1) abscisse 0) ; les essieux seront numérotés dans l'ordre et on fournira pour chacun d'eux son <u>abscisse</u> (ABESS _i) par rapport à l'essieu origine et son <u>poids</u> (POESS _i).
<u>CARTE B3</u>	<u>GENERALISATION DE LA SURCHARGE A (l)</u> . Cette surcharge généralisée n'est prise en compte que si le chiffre des centaines de STATUT est égal à 3 ou 4.

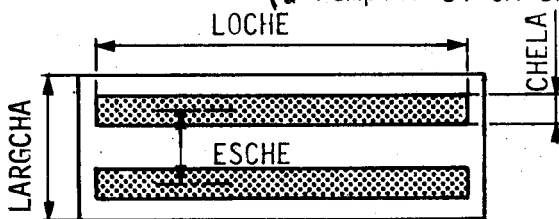


PAS La carte B3 définit une surcharge A généralisée à partir de données supplémentaires qui sont pour une longueur unitaire PAS exprimée en mètre, les surcharges générales de chaussée (exprimées en t/m²) A (0), A (1), A (2), A (3), A (4) pour une longueur surchargée de 0, PAS, 2 PAS, 3 PAS, 4 PAS. Adopter normalement pour PAS une valeur entière voisine du quart de la somme des deux plus grandes portées.

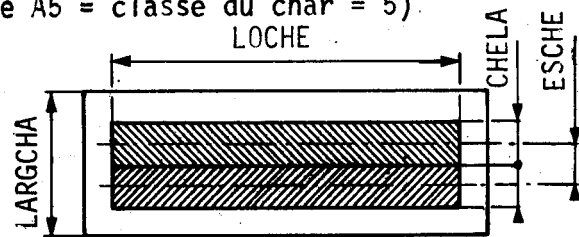
CARTE B4

GENERALISATION DE LA SURCHARGE MILITAIRE

(à remplir si CM en carte A5 = classe du char = 5).



Véhicule à chenilles



ESCHE = CHELA

Véhicule à action répartie

IDYCHA 1 : Le coefficient de majoration dynamique de la surcharge militaire valable pour l'ensemble de l'ouvrage doit être lu dans la donnée suivantes :

0 : Les coefficients de majoration dynamique sont calculés suivant le règlement (fascicule 61 - Titre II).

DYCHA Si IDYCHA = 1, valeur du coefficient de majoration dynamique, valable pour l'ensemble de l'ouvrage, applicable à la surcharge militaire.

POICHA Masse totale du char.

LARGCHA Largeur d'encombrement du char. Elle est égale à deux fois la distance minimale entre l'axe longitudinal de la surcharge et le bord de la largeur surchargeable.

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 surcharge exceptionnelle type D ou E, la largeur d'une chenille et la distance d'axe en axe des deux chenilles sont toutes deux égales à la demi-largeur du rectangle représentant une remorque.

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

OUVRAGES TYPES

PASSAGES SUPÉRIEURS OU INFÉRIEURS
EN DALLE PLEINE CONTINUE DE BÉTON ARMÉ

PSI-DA 68

CALCUL AUTOMATIQUE

Bordereau des données

2.3

AOÛT 1973

CALCUL AUTOMATIQUE PSI DA 68

CADRE DE LETTRE DE COMMANDE
(à envoyer en 3 exemplaires)

I - ADRESSER LA COMMANDE A:

Monsieur l'Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées
Chef de la DOA.B

A l'attention de M. l'Ingénieur des Ponts et Chaussées
Chargé du 3ème Arrondissement

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

II - CADRE DE LA DEMANDE

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

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

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

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

III - IMPRESSION DE LA NOTE DE CALCUL

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

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

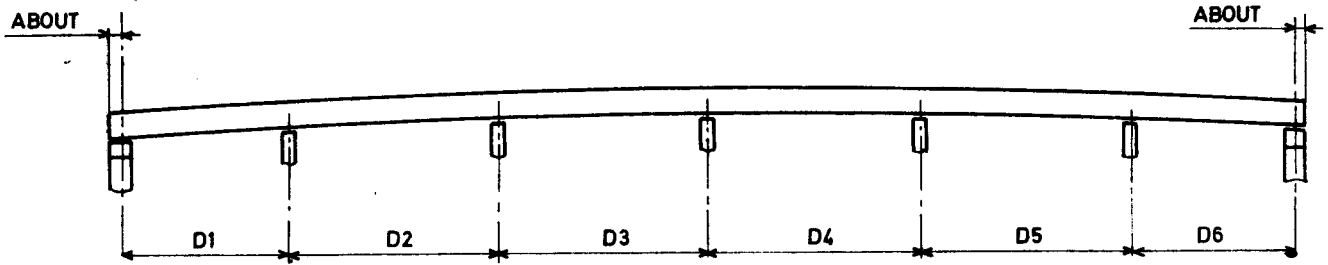
* Ces exemplaires supplémentaires sont facturés en sus (coût des photocopies)

B - CARTES GÉNÉRALISANT LES SURCHARGES

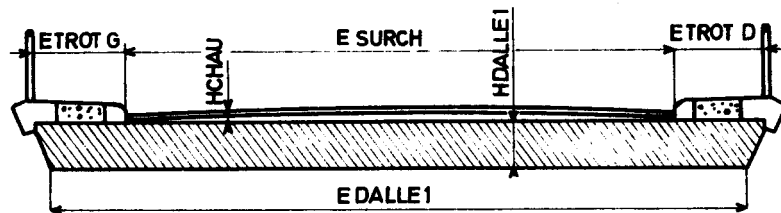
(CAS DE SURCHARGES NON CONFORMES AU FASCICULE 61 - TITRE II)

CARTE B0	L VOIE	CDTA (1)	CDTB (1)	CDTA (2)	CDTB (2)	CDTA (3)	CDTB (3)	CDTA (4)	CDTB (4)	CDTA (5)	CDTB (5)	CDTA (6)	CDTB (6)			
	0 0 ^m													Seulement si chiffre des centaines de STATUT = 4		
CARTE B1	NVOIE	NCAM	NES	TYPES	ESAV	ESAR	LONG ENC	LARG ENC	LARG ES	DYNA	DYNAM 1	DYNAM 2	DYNAM 3	DYNAM 4	DYNAM 5	DYNAM 6
		0	0	0	0	0	^m	^m	^m	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0	0 0
CARTE B2	ABESS 1	POESS 1	ABESS 2	POESS 2	ABESS 3	POESS 3	ABESS 4	POESS 4	ABESS 5	POESS 5	ABESS 6	POESS 6				
	0 0 0 0 0 0	^t	^m	^t	^m	^t	^m	^t	^m	^t	^m	^t	^m	^t		
CARTE B3	PAS	A (0)	A (1)	A (2)	A (3)	A (4)										
	^m	^{t/m2}	^{t/m2}	^{t/m2}	^{t/m2}	^{m/t2}								Seulement si chiffre des unités de STATUT = 2,3 ou 4		
														Seulement si chiffre des unités de STATUT = 3 ou 4		
CARTE B4	IDYCHA	DYCHA	POICHA	LARGCHA	LOCHE	CHELA	ESCHE									
	0 0	0 0	^t	^m	^m	^m	^m							Seulement si CM = 5		

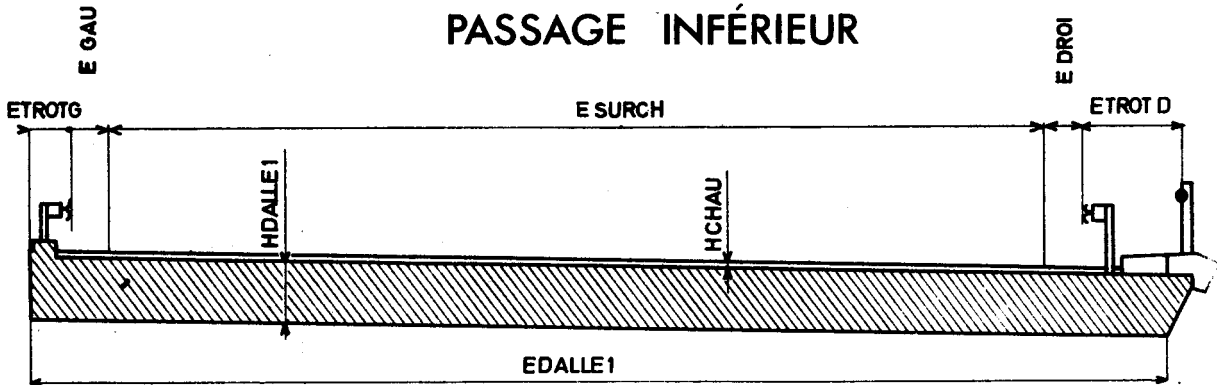
PROFIL EN LONG



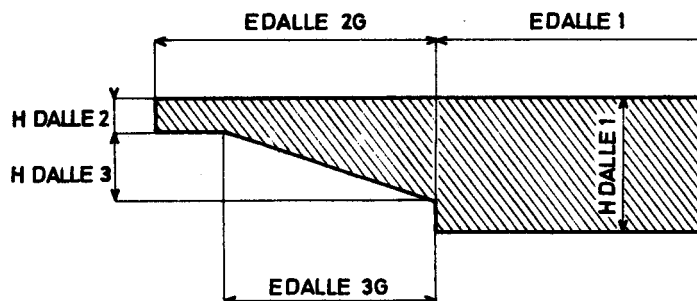
PASSAGE SUPÉRIEUR



PASSAGE INFÉRIEUR



DÉTAIL D'UN ENCORBELLEMENT



NOTA

$E \text{ DALLE } 2 = E \text{ DALLE } 2G + E \text{ DALLE } 2D$

$E \text{ DALLE } 3 = E \text{ DALLE } 3G + E \text{ DALLE } 3D$

H DALLE 1 et H DALLE 2 sont à ajuster si l'ossature résistante est bombée (cf pièce 2.2)

1PORTANTS

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

OUVRAGES TYPES

PASSAGES SUPÉRIEURS OU INFÉRIEURS
EN DALLE PLEINE CONTINUE DE BÉTON ARMÉ

PSI-DA 68

CALCUL AUTOMATIQUE

Dessin automatique

2.6

AOÛT 1973

1 - PRESENTATION

Le dessin automatique du ferrailage PSI.DA est une visualisation des résultats de la note de calcul. Pour commander le dessin automatique du PSI.DA on portera un 1 dans la case dessin (16ème case) de la carte A3.

L'automatisation du dessin du ferrailage du PSI.DA rend périmée la pièce 1.4 du dossier-pilote: Dessins types de ferrailages, calques qui permettaient le dessin, mais non à l'échelle, des ferrailages.

Ce dessin comprend:

des dessins à l'échelle de 5 cm.p.m.

{	2 plans de ferrailage - nappe supérieure
	- nappe inférieure
	la coupe longitudinale dans l'axe de l'ouvrage
{	les coupes transversales - sur chaque appui
	- au milieu de chaque travé.

{	<u>des récapitulations</u> ferrailage longitudinal: pour chaque numéro de fer
	ferrailage transversal; pour chaque plage.

Il faut noter que:

dessins et récapitulations sont faits que pour un demi-ouvrage en cas de symétrie longitudinale et pour toute la longueur s'il n'y a pas de symétrie longitudinale.

(
(
(
le ferrailage transversal n'est dessiné que si le système de ferrailage retenu est le système parallèle.

le repérage des fers est fait conformément à la pièce 2.1 (§ 6.1.3.3 pour le ferrailage longitudinal, § 6.1.4.5 pour le ferrailage transversal).

la coupe transversale de l'ouvrage est supposée symétrique.

5 - RECAPITULATION

Pour chaque travée, le dessin donne

{	la récapitulation du ferrailage longitudinal.
	la récapitulation du ferrailage transversal.

5.1 FERRAILLAGE LONGITUDINAL

Pour chaque numéro de chaque plage:

diamètre des fers
nombre de fers
abscisse de l'origine des fers
abscisse de l'extrémité des fers
longueur des fers

Pour chaque plage: poids du ferrailage par diamètre.

(pour les plages LSA et LIT le premier nombre indique le poids des fers de diamètre ϕ 1; le deuxième nombre - lorsqu'il existe - donne le poids des fers de diamètre ϕ 2).

5.2 FERRAILLAGE TRANSVERSAL

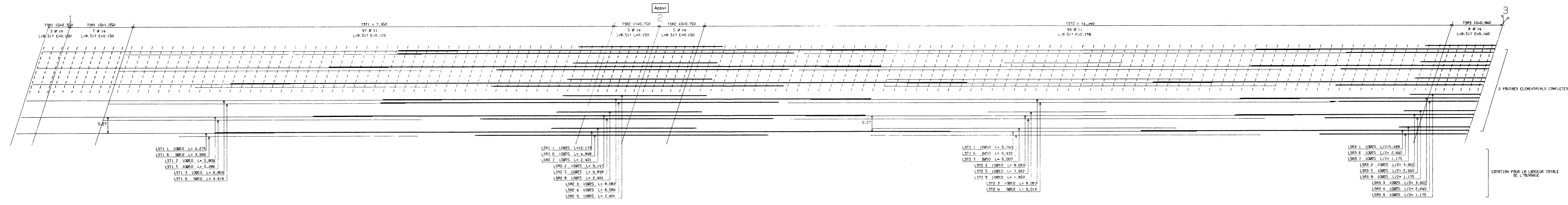
Pour chaque plage: diamètre des fers et disposition

(ALT pour alternés
TB pour tête bêche)
longueur des fers
espacement des fers
nombre de fers.

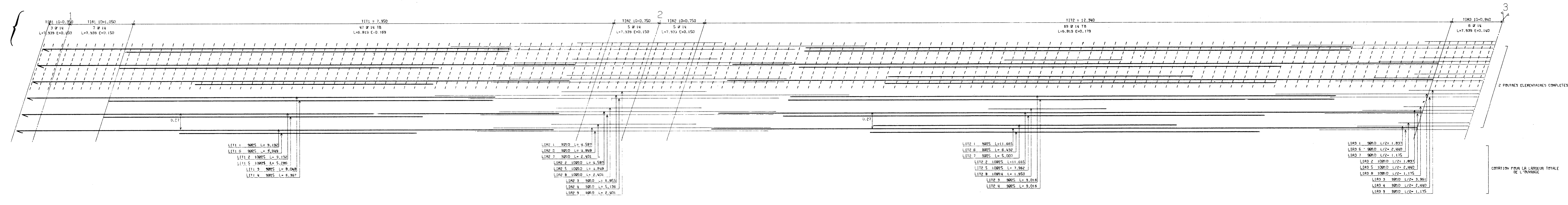
Pour chaque plage en cumulant le ferrailage inférieur et le ferrailage supérieur:

poids du ferrailage par diamètre.

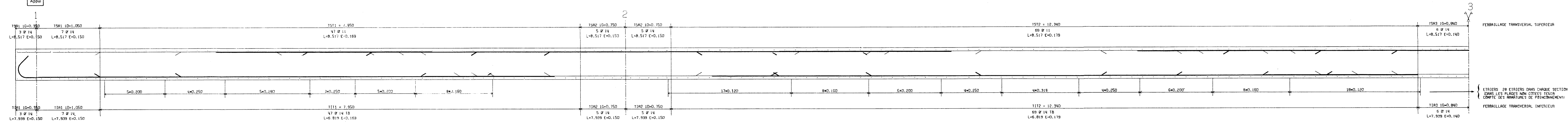
ARMATURES SUPERIEURES



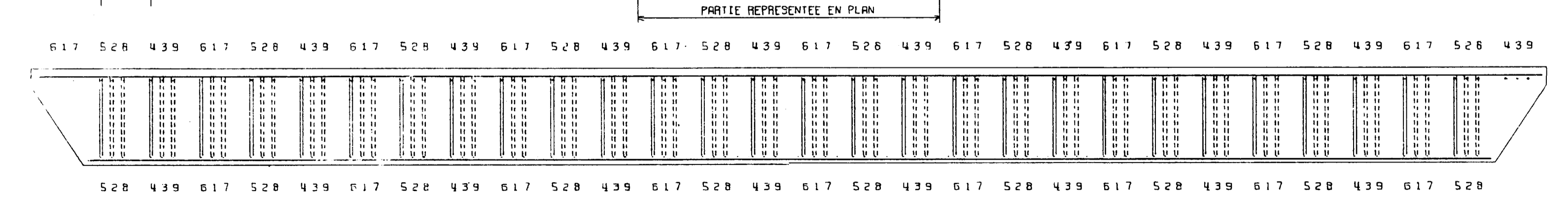
ARMATURES INFERIEURES



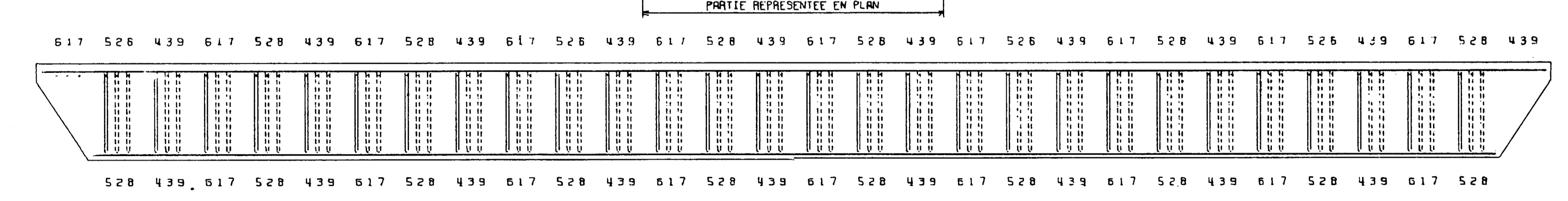
COUPE LONGITUDINALE



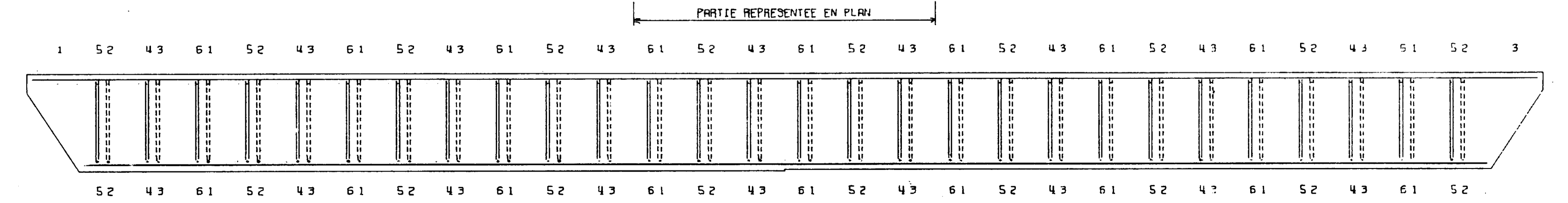
COUPE TRANSVERSALE SUR APPUI 2



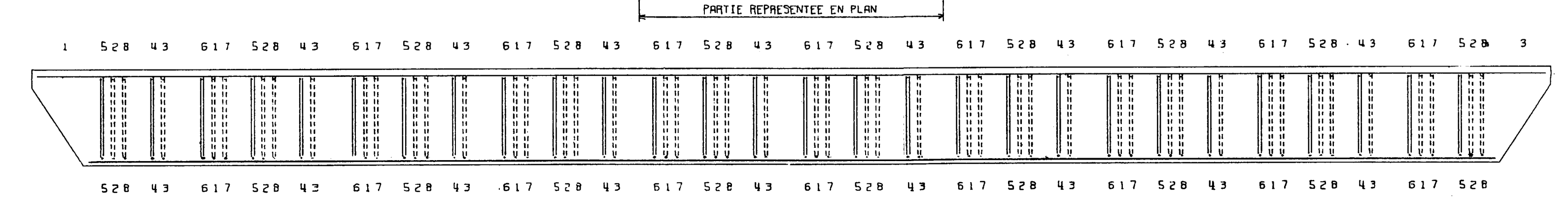
COUPE TRANSVERSALE SUR APPUI 3



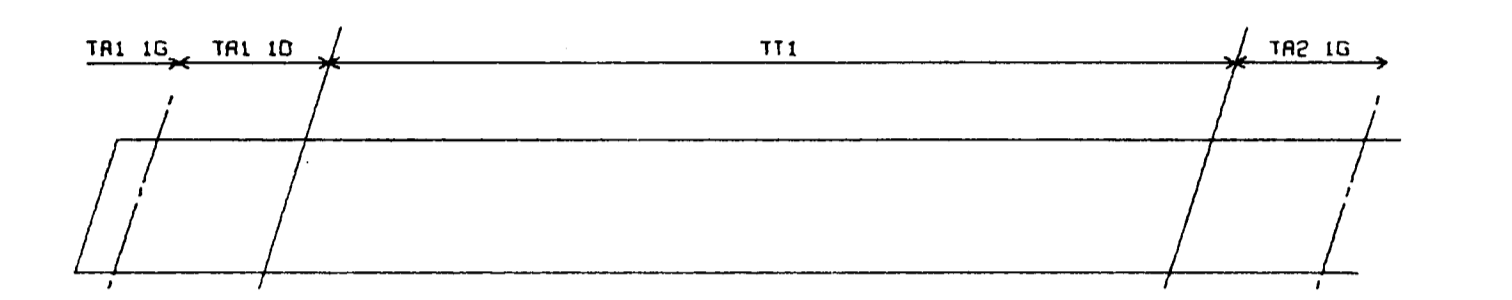
COUPE TRANSVERSALE EN TRAVÉE 1



COUPE TRANSVERSALE EN TRAVÉE 2

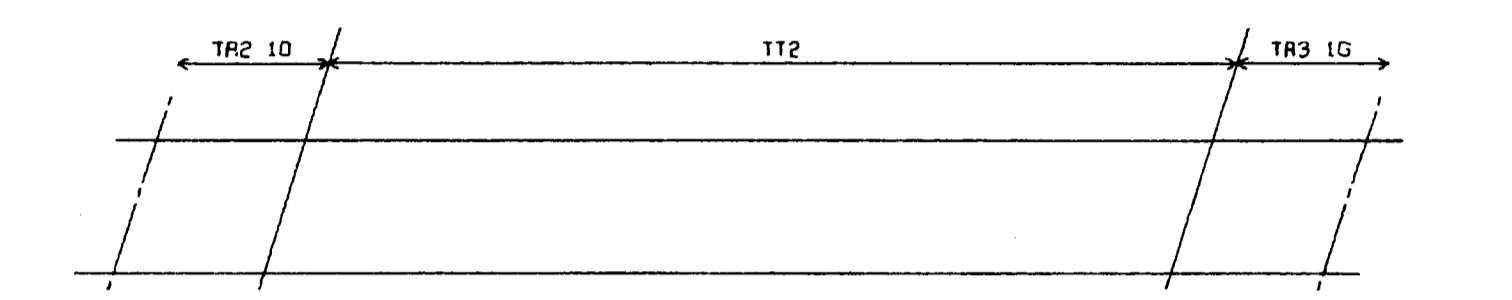


ARMATURES TRANSVERSALES - TRAVÉE 1



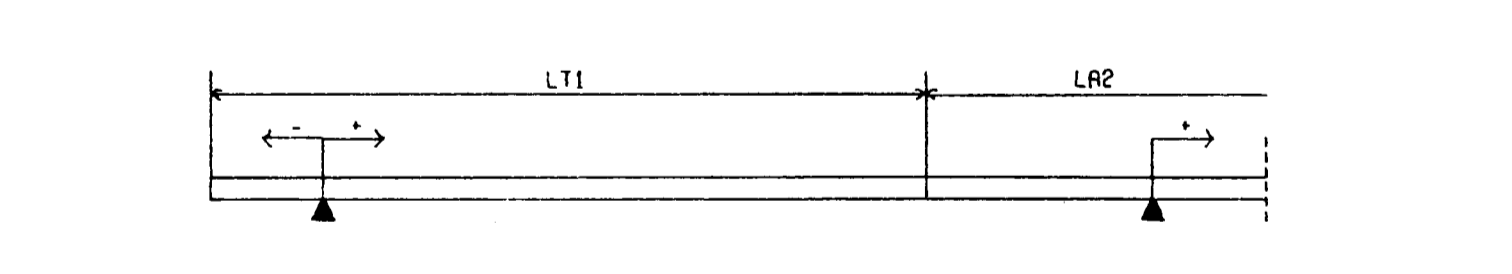
FACE SUPERIEURE	DES FERS	LONGUEUR	ESPACEMENT	NOMBRE	PRIX	OBSERVATIONS
TSR1	10	14	8,52	0,150	3	* LES VALEURS INDIQUEES DANS LE COLONNE PRIX SONT CELLES DE FINIS LES FERS DE MEME DIMENSION DE LA TRAVÉE DE CUIVRE ENFERMEES PLANCHER DE L'APPUI
	10	14	8,52	0,150	1	
	20	11	8,52	0,100	47	
TSR2	10	14	8,52	0,150	5	FACE SUPERIEURE
	10	14	7,94	0,150	3	
	10	14	7,94	0,150	1	
TIR1	10	14	8,82	0,100	47	FACE INFERIEURE
	10	14	8,82	0,100	47	
	10	14	7,94	0,150	5	

ARMATURES TRANSVERSALES - TRAVÉE 2



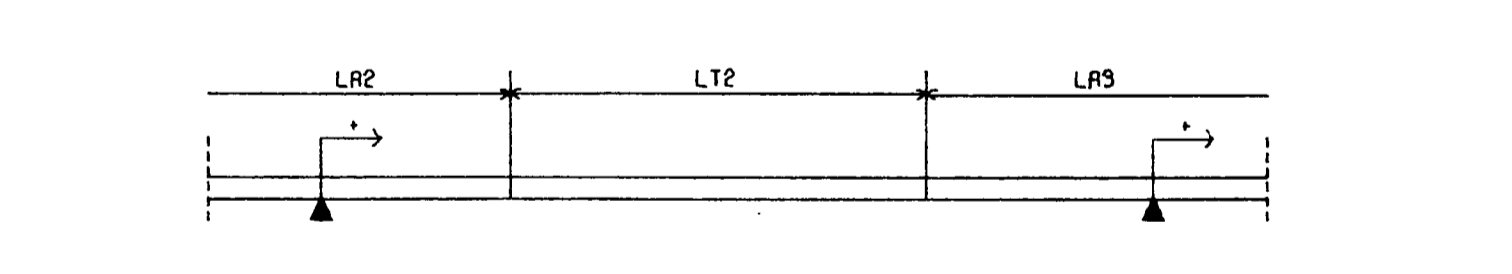
FACE SUPERIEURE	DES FERS	LONGUEUR	ESPACEMENT	NOMBRE	PRIX	OBSERVATIONS
TST1	10	14	8,52	0,150	5	* LES VALEURS INDIQUEES DANS LE COLONNE PRIX SONT CELLES DE FINIS LES FERS DE MEME DIMENSION DE LA TRAVÉE DE CUIVRE ENFERMEES PLANCHER DE L'APPUI
	10	14	8,52	0,178	69	
	20	11	8,52	0,178	69	
TST2	10	14	8,52	0,150	5	FACE SUPERIEURE
	10	14	7,94	0,150	5	
	10	14	7,94	0,150	5	
TIR2	10	14	8,82	0,100	47	FACE INFERIEURE
	10	14	8,82	0,100	47	
	10	14	7,94	0,150	6	

ARMATURES LONGITUDINALES - TRAVÉE 1



ARMATURES SUPERIEURES	DES FERS	NOMBRE	ABSCISSE ORIGINALE	ABSCISSE FINALE	LONGUEUR	PRIX	OBSERVATIONS
LST1	10	11	0,00	1,00	1,00	* LES ABSCISSES SONT COMPTEES A PARTIR DE L'ORIGINE ORIGINALE A SAUF EXCEPTION PRIS DE L'ABSCISSE DES ARMATURES D'APPUI. LES ABSCISSES SONT COMPTEES EN METRES ENFERMEES PLANCHER DE L'APPUI.	
	10	11	0,00	1,00	1,00		
	20	11	0,00	1,00	1,00		
LSA2	10	11	0,00	1,00	1,00	2,000	
	10	11	0,00	1,00	1,00		
	20	11	0,00	1,00	1,00		
LIT1	10	11	0,00	1,00	1,00	1,514	
	10	11	0,00	1,00	1,00		
	20	11	0,00	1,00	1,00		
LIA2	10	11	0,00	1,00	1,00	0,619	
	10	11	0,00	1,00	1,00		
	20	11	0,00	1,00	1,00		

ARMATURES LONGITUDINALES - TRAVÉE 2



ARMATURES SUPERIEURES	DES FERS	NOMBRE	ABSCISSE ORIGINALE	ABSCISSE FINALE	LONGUEUR	PRIX	OBSERVATIONS
LST2	10	11	0,00	1,00	1,00	0,305	
	10	11	0,00	1,00	1,00		
	20	11	0,00	1,00	1,00		
LSA3	10	11	0,00	1,00	1,00	1,170	
	10	11	0,00	1,00	1,00		
	20	11	0,00	1,00	1,00		
LIT2	10	11	0,00	1,00	1,00	2,189	
	10	11	0,00	1,00	1,00		
	20	11	0,00	1,00	1,00		
LIA3	10	11	0,00	1,00	1,00	0,004	
	10	11	0,00	1,00	1,00		
	20	11	0,00	1,00	1,00		

Avant-métré des seuls fers longitudinaux et transversaux représentés pour un demi-couvrage en cas de système longitudinal et pièce 2.4 page 20 l'avant-métré relatif à l'ouvrage.

Pour le ferrailage transversal, l'espacement des aciers et les plages correspondantes sont mesurés suivant l'axe longitudinal de l'ouvrage.

Le ferrailage longitudinal est composé de poutres élémentaires formées par 3 groupes de 3 fers. L'espacement de ces groupes, mesuré perpendiculairement à l'axe de l'ouvrage, est de 0,27m.

NOTA - Le dessin doit être complété par les ferrillages non déterminés par le programme: poinçonnement, fretage, corniches, escorbellements latéraux (x/y et y/x).

PSI.DA 68 pièce 3.5
SERVICE D'ETUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES
46 AVENUE BRISTIDE ORLANDO
92 BOULEVARD

SERVICE D'ETUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES
MODELE D'APPLICATION 3680/IV

FERRAILLAGE

MINISTERE DE L'EQUIMENT ET DU LOGEMENT

SERVICES D'ETUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

OUVRAGES TYPES

PASSAGES SUPERIEURS OU INFERIEURS
EN DALLE PLEINE CONTINUE DE BETON ARME

PSI-DA 68

ETUDE DES PONTS-DALLES
(ET PORTIQUES OUVERTS)
EN BETON ARME DE BIAIS PRONONCE

4

[Accéder au
Sommaire](#)

PRÉAMBULE

Le sous-dossier 4 du PSI.DA 68 traite du problème de ferrailage des tabliers en dalle pleine indépendante ou continue, d'épaisseur constante et de biais prononcé, qui n'est pas du ressort du programme de calcul PSI.DA, valable pour les dalles droites ou peu biaises.

)) On peut, en outre, étendre le domaine d'application de ce sous-
((dossier et de son programme au ferrailage horizontal des PI.PO et des
) PORTIQUES OUVERTS DOUBLES de biais prononcé, après avoir procédé au calcul
((de structure de ces ouvrages par le programme MRB.

Dossier et programme associé ont été établis, sous l'autorité de Messieurs M. HUET, Directeur du S.E.T.R.A., H. MATHIEU, Chef de la D.O.A.-B, et J. NOURISSON, Ingénieur des Ponts et Chaussées, Chef du 3ème Arrondissement, par Monsieur H. HUYNH, Ingénieur Civil des Ponts et Chaussées.

Tout renseignement complémentaire concernant le présent sous-dossier pilote et le programme associé peut être obtenu en s'adressant à

S.E.T.R.A.

Division des Ouvrages d'Art B
3ème Arrondissement

B.P. 100 92223 - BAGNEUX

Téléphone: 655.42.42

Monsieur H. HUYNH
Ingénieur Civil des Ponts et Chaussées

Ce sous-dossier comporte 3 pièces:

- 4.1 - DIMENSIONNEMENT D'UN AVANT-PROJET.
- 4.2 - PROGRAMME PREPUR, NOTE DE CALCUL COMMENTEE ET BORDEREAU DES DONNEES.
- 4.3 - MODELES D'APPLICATION.

SETRA

SERVICE D'ÉTUDES
TECHNIQUES
DES ROUTES
ET AUTOROUTES

DOA B

OUVRAGES TYPES

PSI.DA 68

PONTS-DALLES (ET PORTIQUES OUVERTS)
EN BÉTON ARMÉ DE BIAIS PRONONCÉ

4.1

Dimensionnement d'un avant.projet

AOÛT 1973

DIMENSIONNEMENT D'UN AVANT PROJET

- 1 - INTRODUCTION
- 2 - CALCUL DES EFFORTS - PROGRAMME MRB.
- 3 - LES FERRAILLAGES TYPES
- 4 - DIMENSIONNEMENT DES ARMATURES HORIZONTALES VIS-A-VIS DES EFFORTS DE FLEXION - PROGRAMME MRB.BA
- 5 - DIMENSIONNEMENT DES ARMATURES VERTICALES DE CISAILLEMENT

1 - INTRODUCTION

Les ponts routiers à plusieurs travées dont les portées biaises vont jusqu'à 20 mètres sont souvent conçus comme des dalles de béton armé continues soutenues par des piles. Compte tenu de l'esthétique et de l'exécution, il est avantageux d'éviter les entretoises et d'obtenir un dessous de plaque plan: d'où la nécessité des ponts-dalles d'épaisseur constante.

Des problèmes particuliers touchent le dimensionnement de la plaque lorsque les lignes d'appui sont biaises:

- I.1 - Détermination de la grandeur et de la direction des moments principaux en plusieurs points, et des déformations.
- I.2 - Choix des directions d'armatures convenables.
- I.3 - Dimensionnement de l'armature compte tenu de l'écart entre les directions de moments principaux et d'armature.
- I.4 - Détermination du moment extrême déterminant au dessus et autour des appuis.
- I.5 - Dimensionnement en fonction du poinçonnement (détermination de l'armature nécessaire, de son espacement et de son ancrage).
- I.6 - Dimensionnement pour un moment négatif et une réaction d'appui élevés dans les angles obtus.

Ce présent sous-dossier du PSI-DA se propose de répondre à ces problèmes.

2 - CALCUL DES EFFORTS - PROGRAMME M R B

Le programme M R B (pour de plus amples détails, se reporter au dossier-pilote MRB.BP ²), se basant sur la méthode des réflexions biharmoniques, d'où le sigle MRB, calcule :

2.1 - Les moments principaux M_X , M_Y en tous les points de la dalle suivant un système de maillage carré (sauf les points au voisinage du bord libre).

2.2 - Les moments référentiels M_x , M_y et le moment de torsion M_{xy} .

2.3 - Le biais mécanique Ψ , angle que fait la perpendiculaire au bord libre avec le moment principal M_X , compté positivement dans le sens inverse des aiguilles d'une montre.

2.4 - Les efforts tranchants et les réactions d'appui.

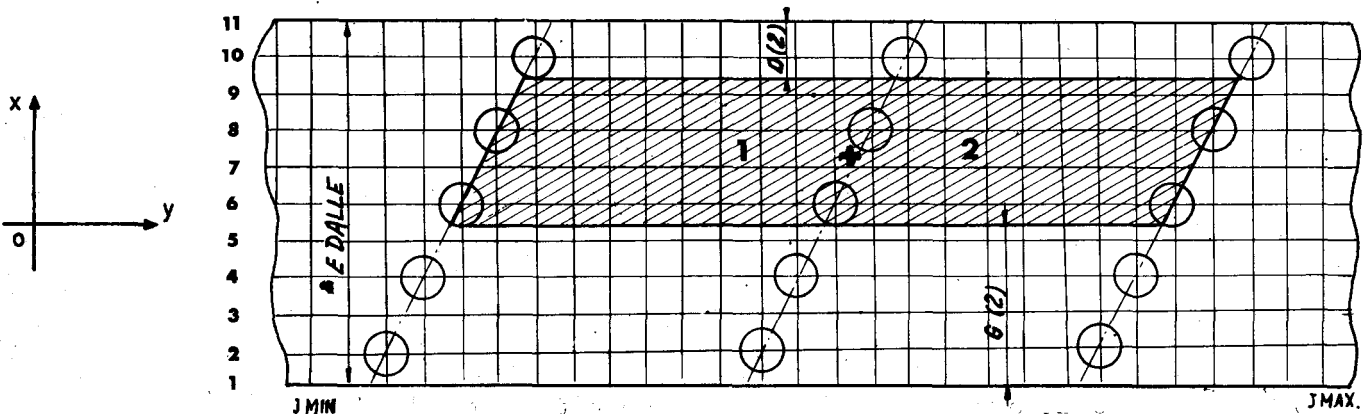
Tous ces calculs sont faits sous l'effet de tous les cas de chargements possibles.

a) - charge permanente

b) - surcharge répartie A (l)

c) - surcharges roulantes BC

d) - surcharges locales ponctuelles ou rectangulaires.



Présentation de la dalle sous surcharge A (l)
dans le calcul MRB.

3 - LES FERRAILLAGES TYPES

3.1 - TRAVEE INDEPENDANTE ET PI.PO DE BIAIS PRONONCE

3.1.1 - Une étude sérieuse des abaques de Rüsck et Hergenroder (Influence Surfaces for moment in SKEW-SLABS - Technological University of MUNICH) nous permet de conclure qu'il existe quatre catégories de dalles indépendantes dans chacune desquelles la répartition des moments principaux sous charge et surcharge réparties est assez régulière (voir l'abaque : " Guide du choix d'un système de ferrailage optimal " page 7).

Soit γ l'angle que fait le plus grand moment principal positif * sous charge et surcharge réparties avec la normale à la ligne d'appui (sens trigonométrique).

1. Catégorie 1. (correspond à la zone I de l'abaque)
 - a)- au centre de la dalle $0 \leq \gamma \leq 2,5$ grades
 - b)- à l'angle obtus $0 \leq \gamma \leq 6$ grades
2. Catégorie 2. (correspond à la zone II de l'abaque)
 - a)- au centre de la dalle $0 \leq \gamma \leq 12$ grades
 - b)- à l'angle obtus $- 35$ grades $\leq \gamma \leq 0$
3. Catégorie 3. (correspond à la zone III de l'abaque)
 - a)- au centre de la dalle $2,5$ grades $\leq \gamma \leq 35$ grades
 - b)- à l'angle obtus $- 20$ grades $\leq \gamma \leq 0$
4. Catégorie 4. (correspond à la zone IV de l'abaque)
 - a)- au centre de la dalle $2,5$ grades $\leq \gamma \leq 32$ grades
 - b)- à l'angle obtus $0 \leq \gamma \leq 6$ grades

3.1.2 - Les ferrailages types I à IV sur l'abaque page 7

1 - Principe fondamental

((Plus la direction de l'acier s'approche de la direction
 ((du moment principal, plus la consommation d'acier est
 ((optimale.

2. A l'aide de ce principe et des catégories sus-citées, nous avons établi quatre ferrailages - types avec une variante pour les 2ème, 3ème et 4ème types.

* Nous appelons dans ce dossier direction d'un moment la direction des contraintes qu'il engendre.

Ces ferraillements - types sont représentés ci-après pages 10 à 16, précisés et commentés comme suit:

a)- Pour les types III et IV, l'armature principale est dirigée parallèlement à la direction du moment principal maximum au centre de la dalle.

b)- Pour le type II bis, la consommation des aciers est plus élevée que celle du type II, mais la disposition des aciers est par contre plus pratique que celle du type II (ferraillement parallèle aux bords libres).

c)- Pour les types III bis et IV bis, l'armature principale est perpendiculaire aux lignes d'appui. La consommation d'acier de ces types est plus élevée que les types précédents, mais on gagne sur le plan constructif car la disposition des armatures est plus facile à réaliser que celle des types III et IV.

REMARQUE IMPORTANTE

((Ces types de ferraillement, conçus sous l'influence seule des surcharges réparties, n'ont rien d'absolu, car il est fort possible que l'enveloppe des moments sous surcharges concentrées soit différente de la distribution des moments sous surcharges réparties. Nous n'avons pas l'ambition de standardiser systématiquement le ferraillement des ponts-dalles biais à une travée, notre but est simplement de montrer aux utilisateurs la corrélation entre la direction des moments principaux et celle des armatures et les zones sensibles de la dalle (centre, angle obtus, bord libre) sur lesquelles il faut porter beaucoup d'attention au moment de la détermination du ferraillement.))

3.2 - TRAVEES CONTINUES ET PORTIQUE OUVERT DOUBLE DE BIAIS PRONONCE

1°)- Principe. Comme la portée des travées continues est couramment assez grande, une direction pour l'armature principale s'impose: généralement celle qui est parallèle aux bords libres.

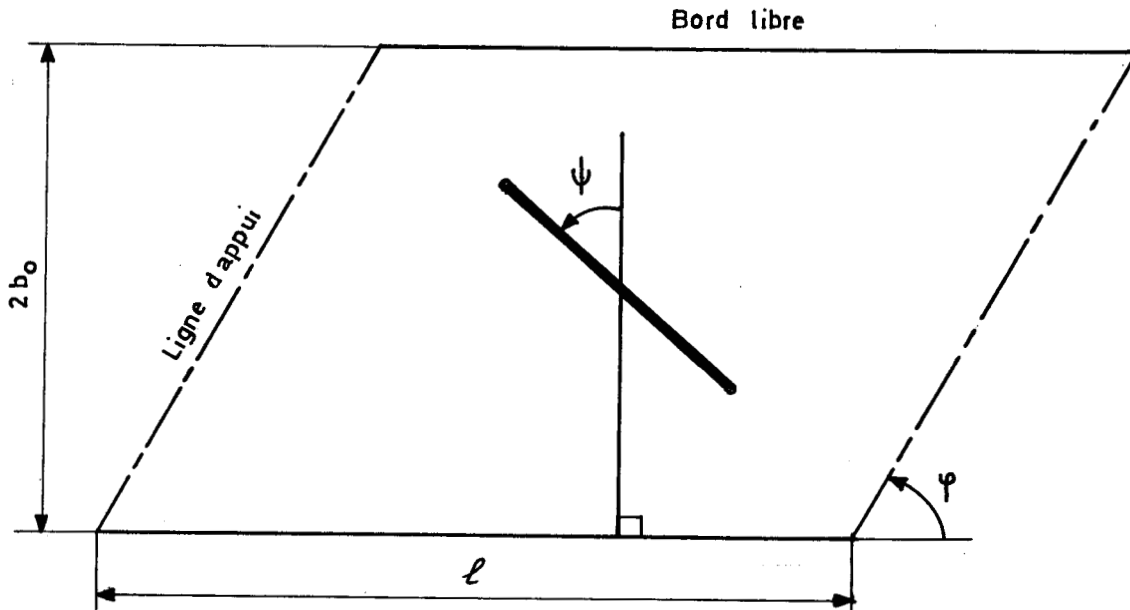
L'autre direction peut être choisie: soit parallèle à la direction prédominante des moments principaux, dans le cas d'ouvrages relativement larges, soit telle que la direction prédominante des moments principaux soit la bissectrice des deux directions de ferraillement, soit perpendiculaire aux bords libres.

2°)- Définition et recherche de la direction prédominante

La direction prédominante est la direction plus ou moins commune du moment principal qui se répartit sur une grande partie de la dalle. C'est en général la direction du moment principal positif au centre de la dalle.

Il suffit alors de connaître la direction de ce moment pour avoir la direction prédominante.

Les formules statistiques suivantes nous donnent la valeur du biais mécanique au centre d'une travée, qui est la direction recherchée.



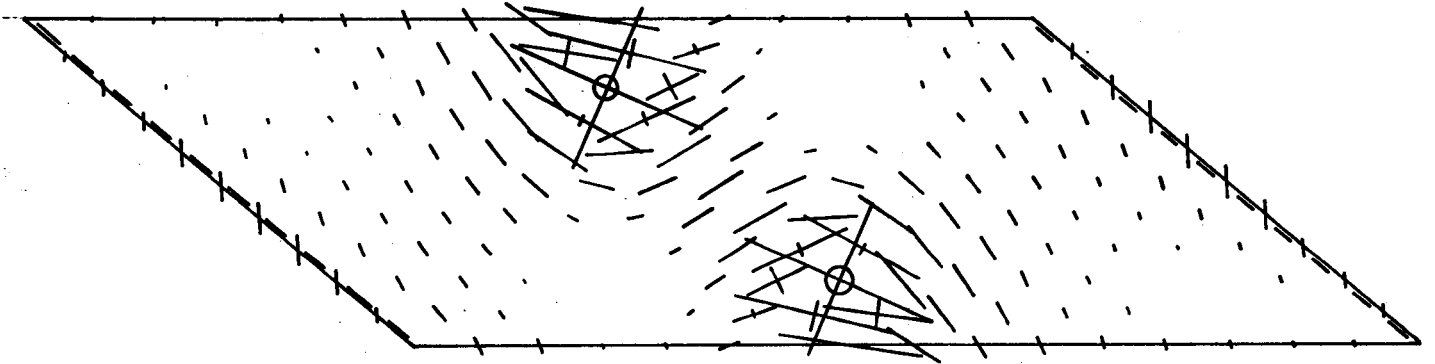
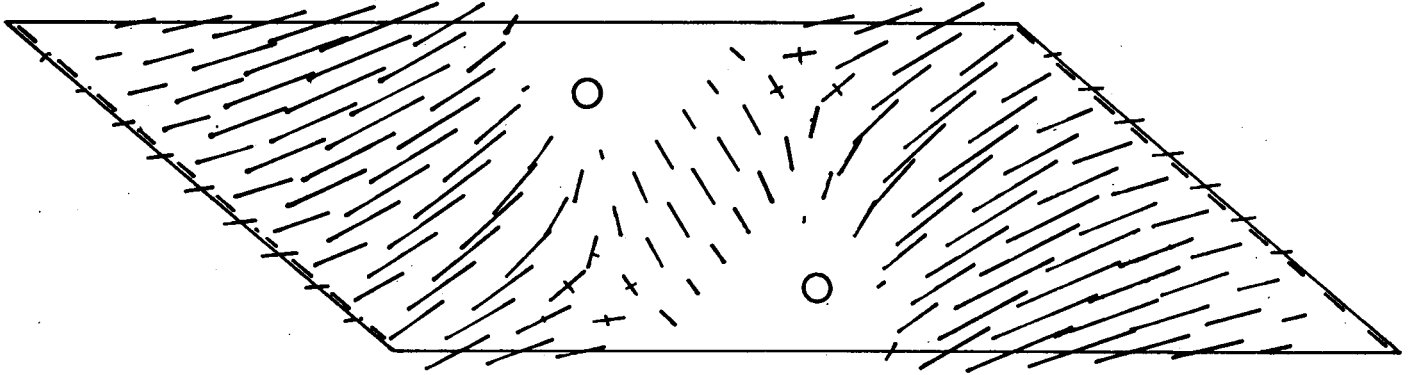
$$\eta = \frac{2b_0}{l \sin \varphi}$$

φ : biais géométrique de la dalle

ψ : biais mécanique au centre de la dalle (angle que forme le moment principal M_x avec la normale aux bords libres, compté positivement dans le sens trigonométrique).

Dans les formules suivantes, les biais φ et ψ sont exprimés en grades:

$$\left\{ \begin{array}{l} \psi = \varphi \quad \text{pour } \eta > 2 \\ \psi = \varphi + \frac{1 - 0,5\eta}{2,2\eta} (100 - \varphi) \quad \text{pour } 0,37 \leq \eta \leq 2 \\ \psi = 100 \quad \text{pour } \eta < 0,37 \end{array} \right.$$

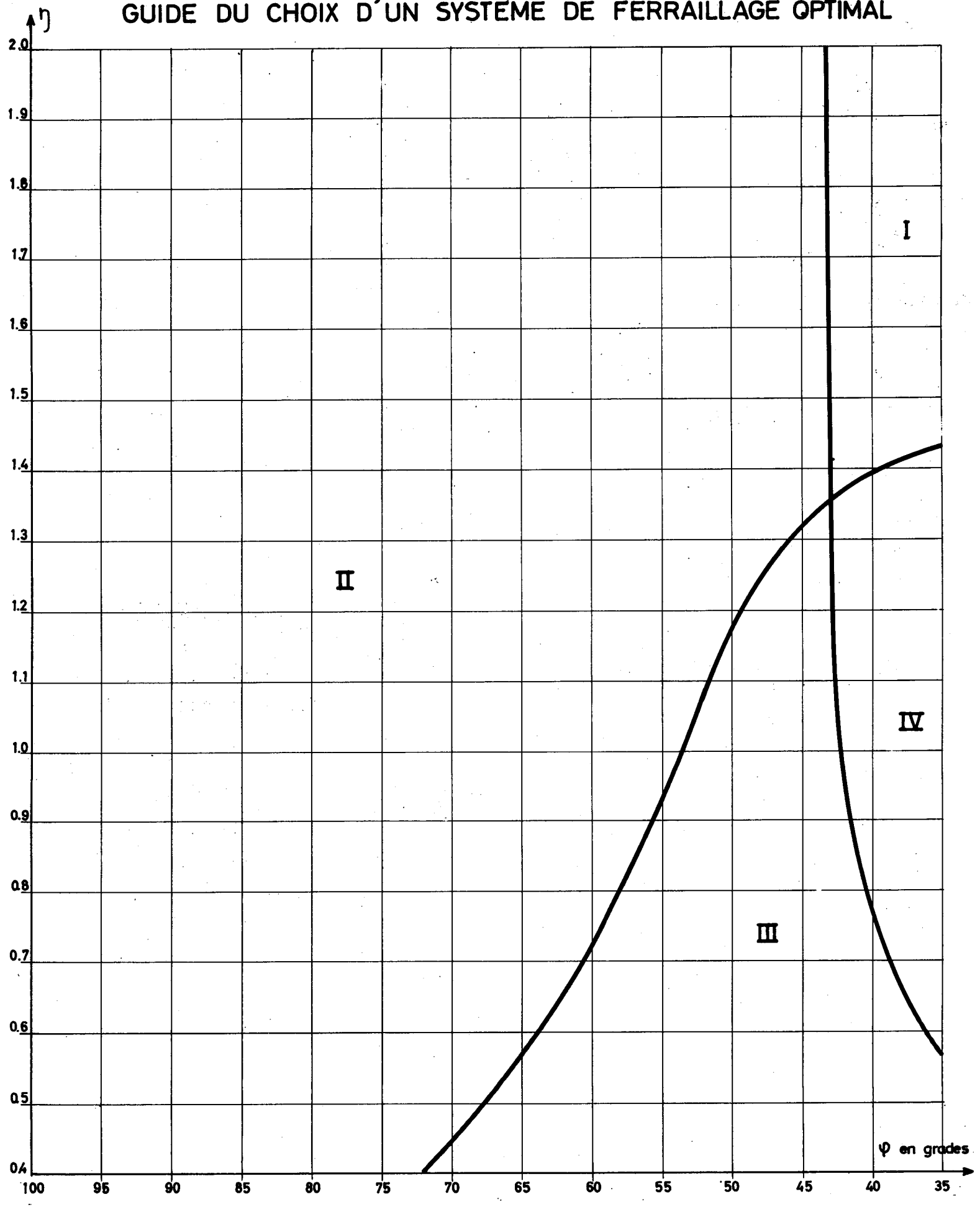


Répartition des moments principaux dans une dalle à deux travées sous charges réparties. La direction prédominante est celle qui est parallèle aux moments positifs en travée.

7

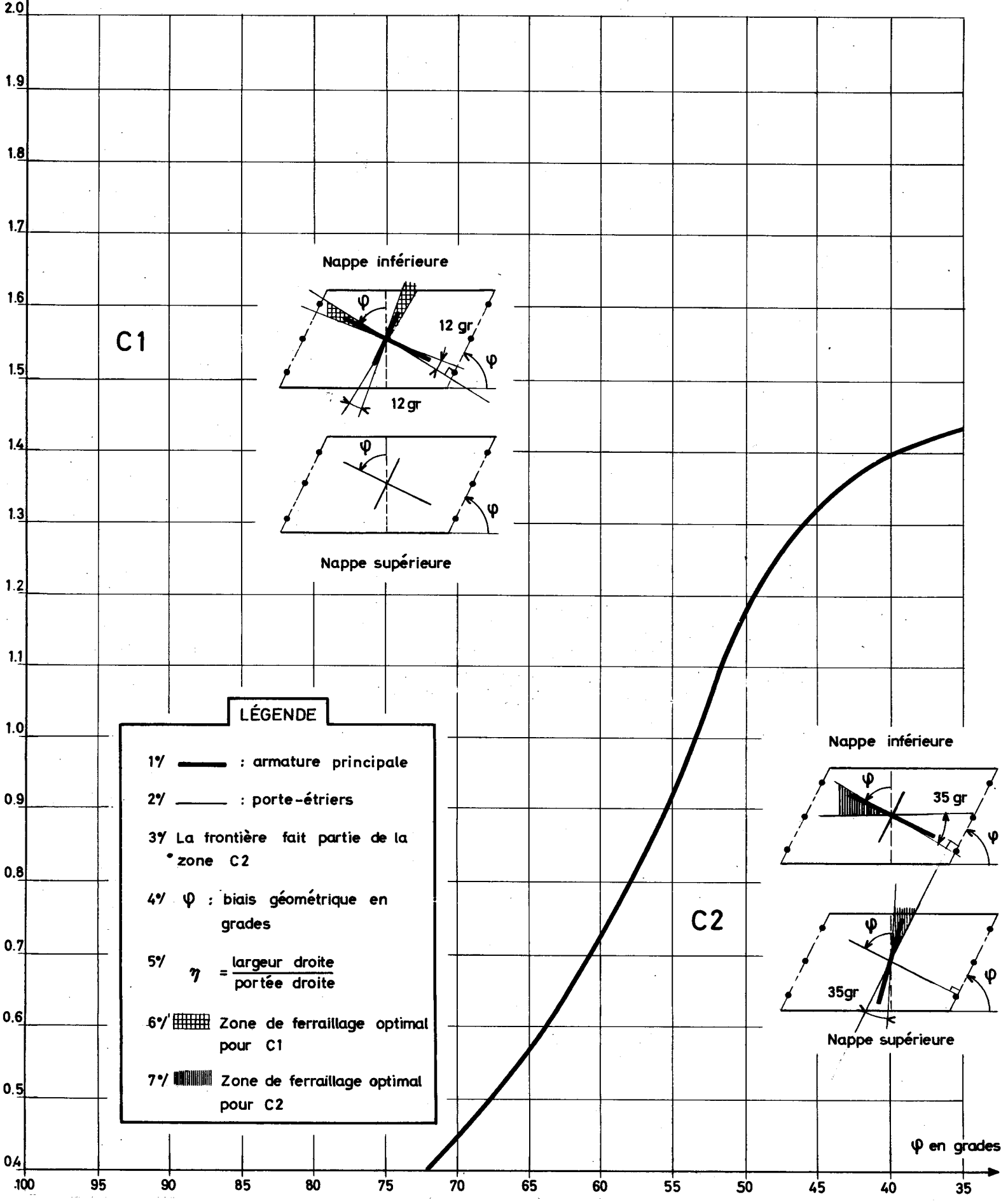
PONT_DALLE INDÉPENDANT A ÉPAISSEUR CONSTANTE

GUIDE DU CHOIX D'UN SYSTÈME DE FERRAILLAGE OPTIMAL

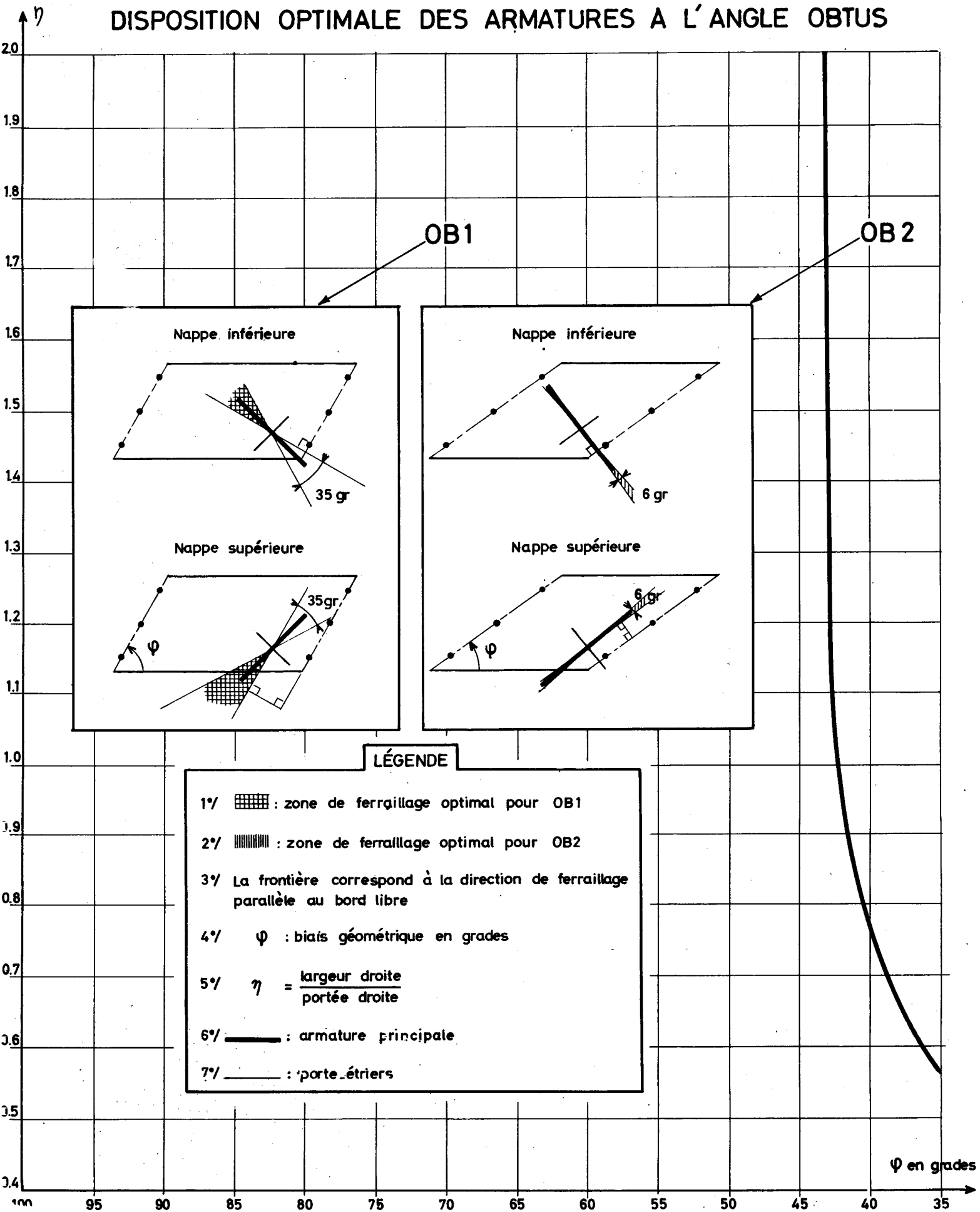


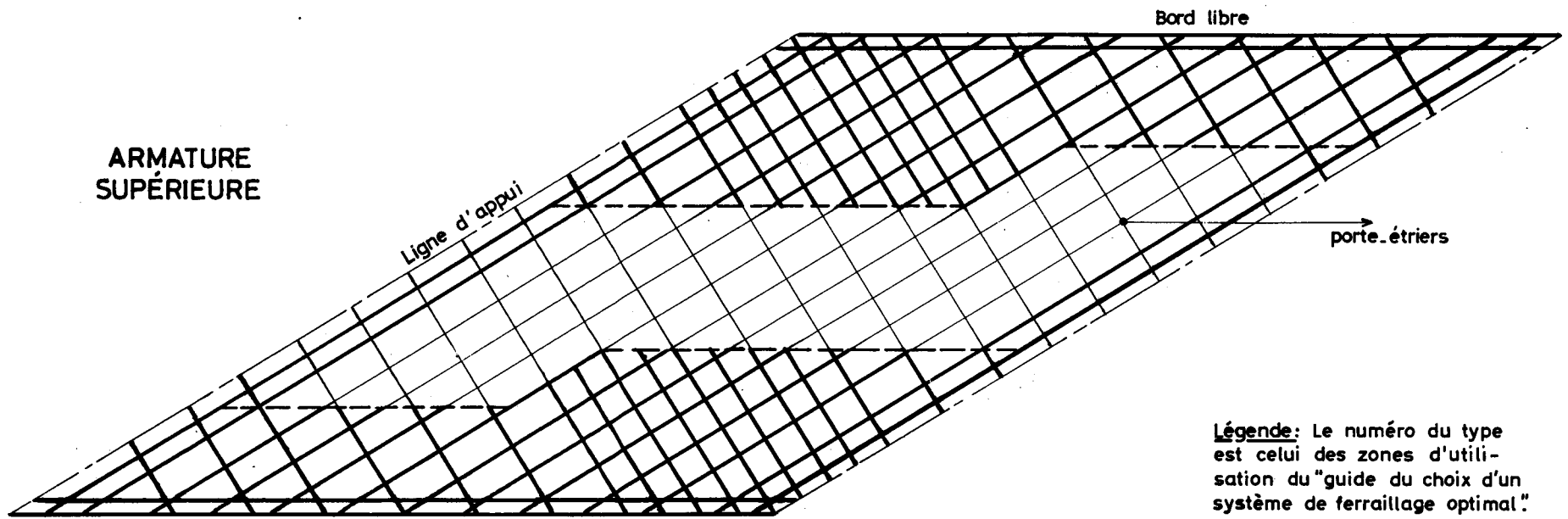
PONT - DALLE INDÉPENDANT A ÉPAISSEUR CONSTANTE

DISPOSITION OPTIMALE DES ARMATURES AU CENTRE DE LA DALLE



PONT-DALLE INDÉPENDANT A ÉPAISSEUR CONSTANTE DISPOSITION OPTIMALE DES ARMATURES A L'ANGLE OBTUS

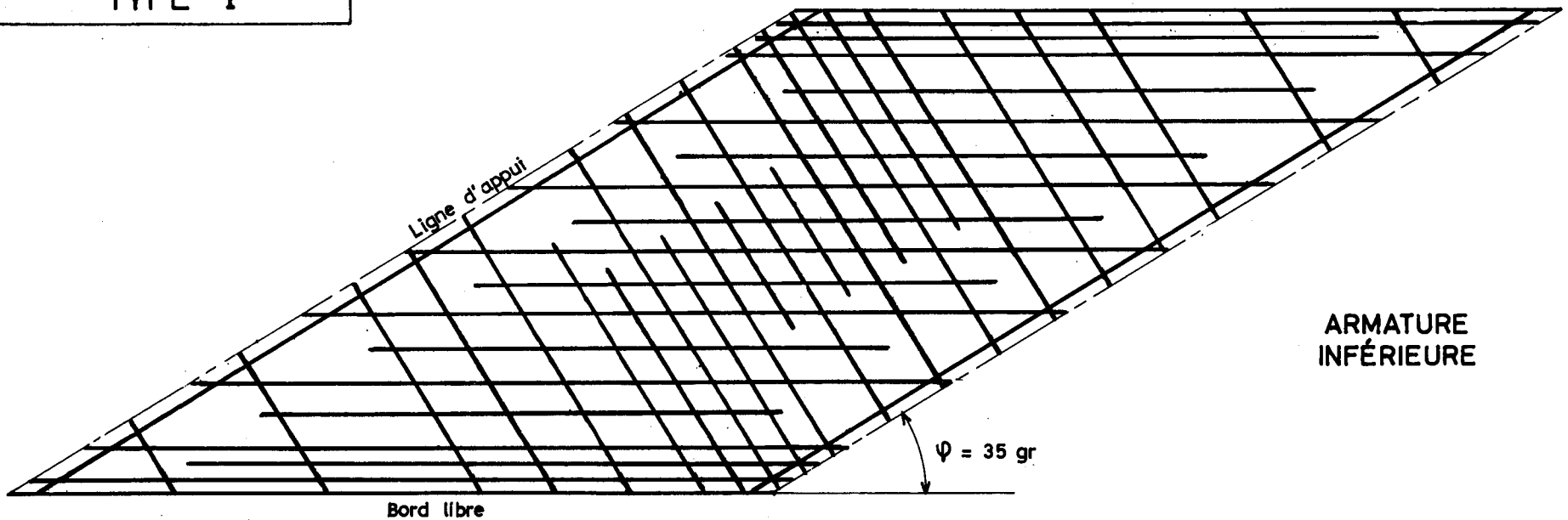




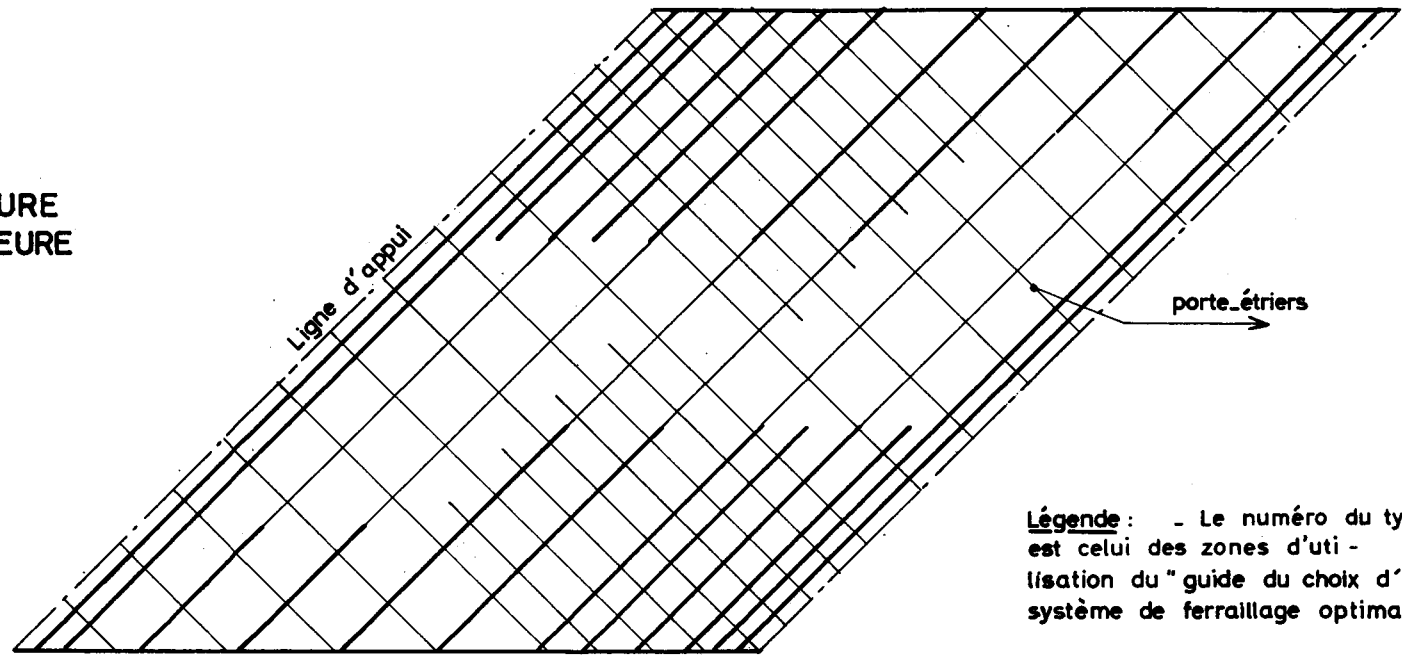
Légende: Le numéro du type est celui des zones d'utilisation du "guide du choix d'un système de ferrailage optimal."

LES FERRAILLAGES TYPES

TYPE I



ARMATURE
SUPÉRIEURE

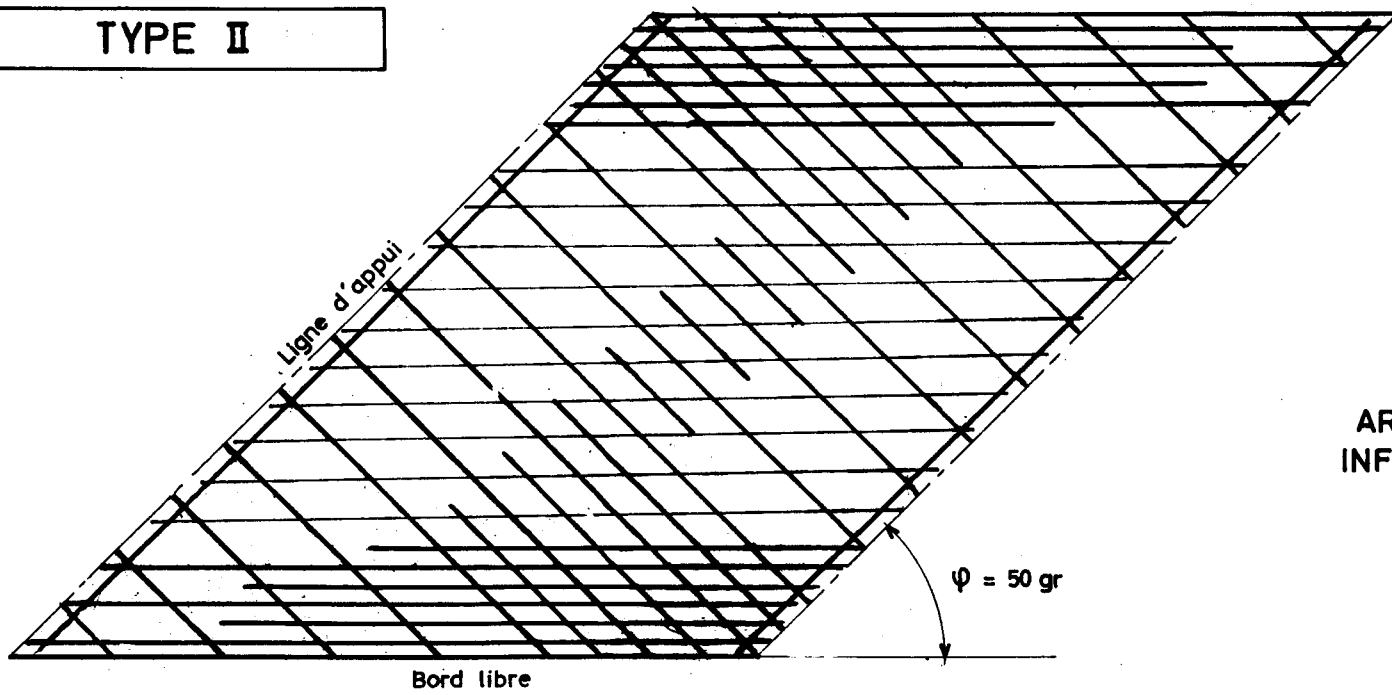


Légende : - Le numéro du type
est celui des zones d'uti-
lisation du "guide du choix d'un
système de ferrailage optimal."

11

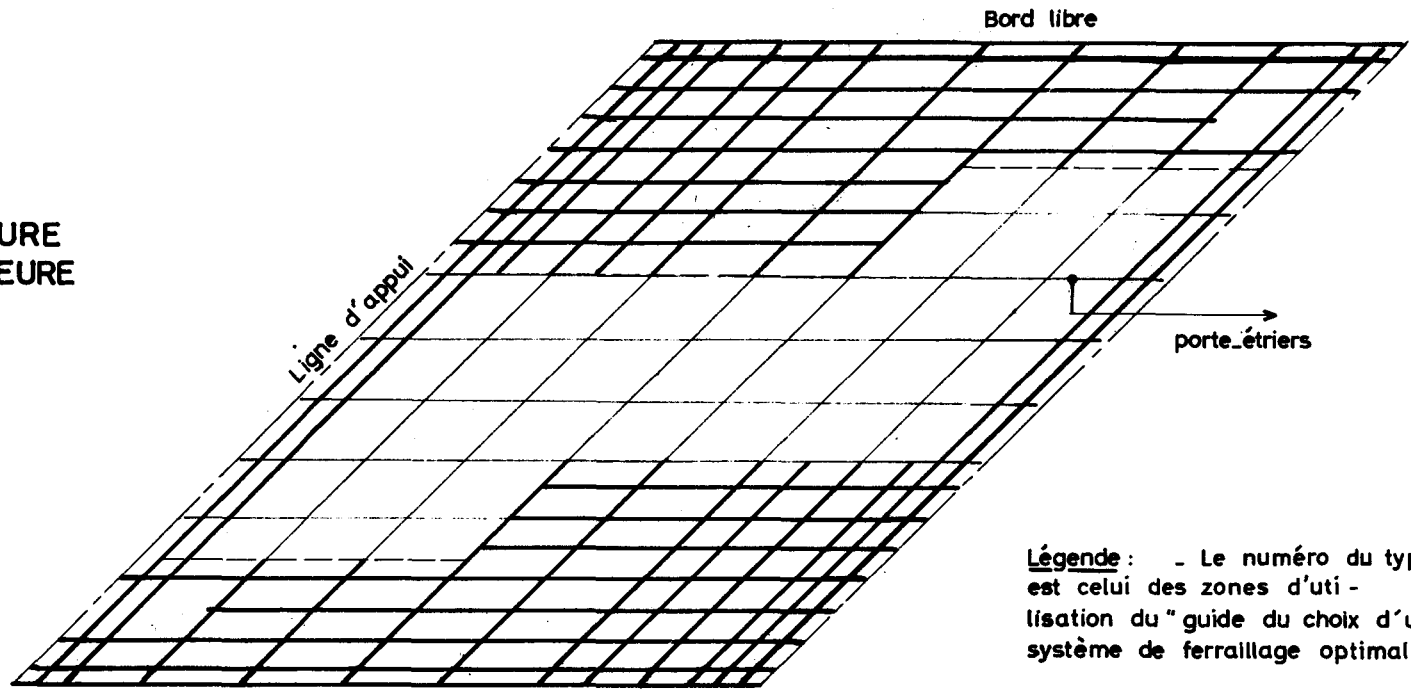
LES FERRAILLAGES TYPES

TYPE II



ARMATURE
INFÉRIEURE

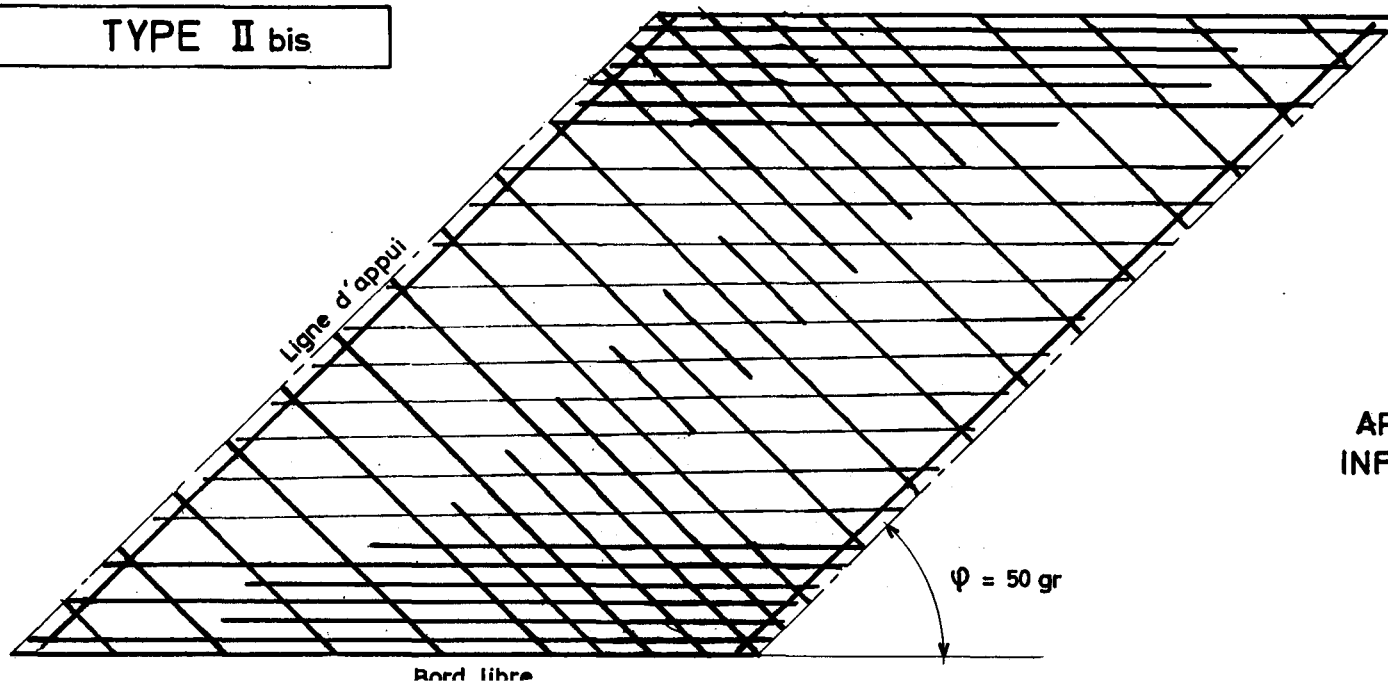
**ARMATURE
SUPÉRIEURE**



Légende : - Le numéro du type est celui des zones d'utilisation du "guide du choix d'un système de ferrailage optimal.

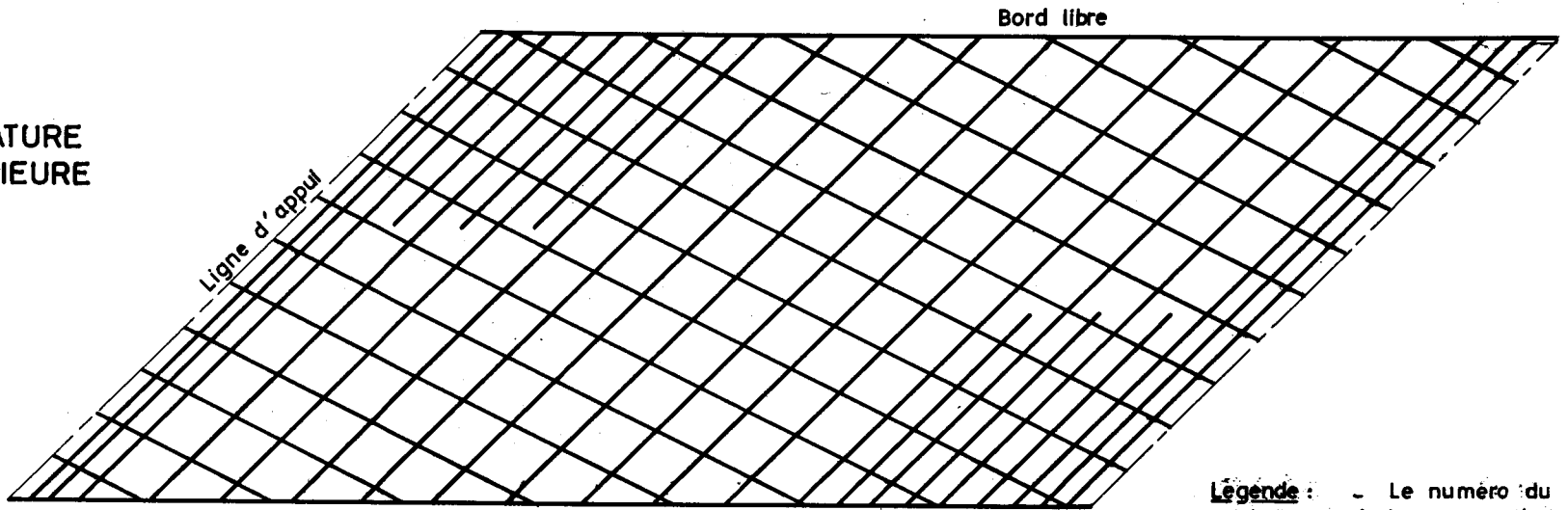
LES FERRAILLAGES TYPES

TYPE II bis



**ARMATURE
INFÉRIEURE**

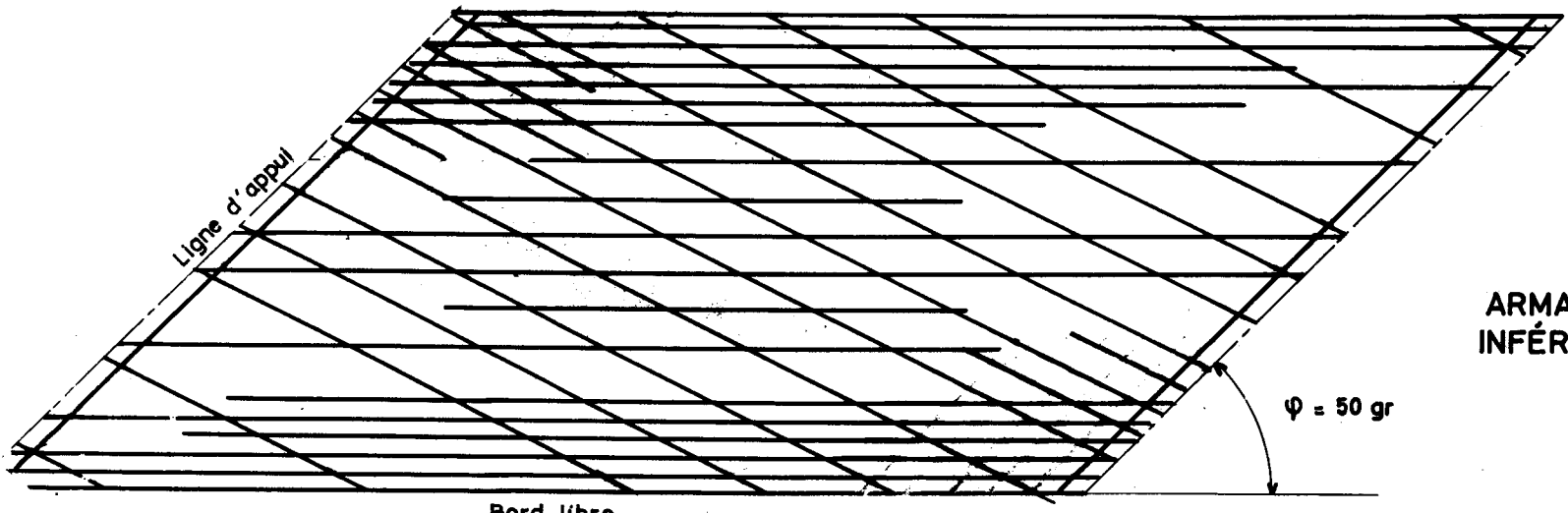
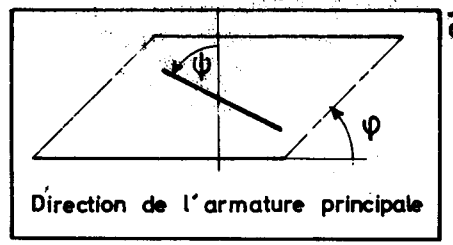
ARMATURE
SUPÉRIEURE



Légende : - Le numero du type est celui des zones d'utilisation du "guide du choix d'un système de ferrailage optimal."

LES FERRAILLAGES TYPES

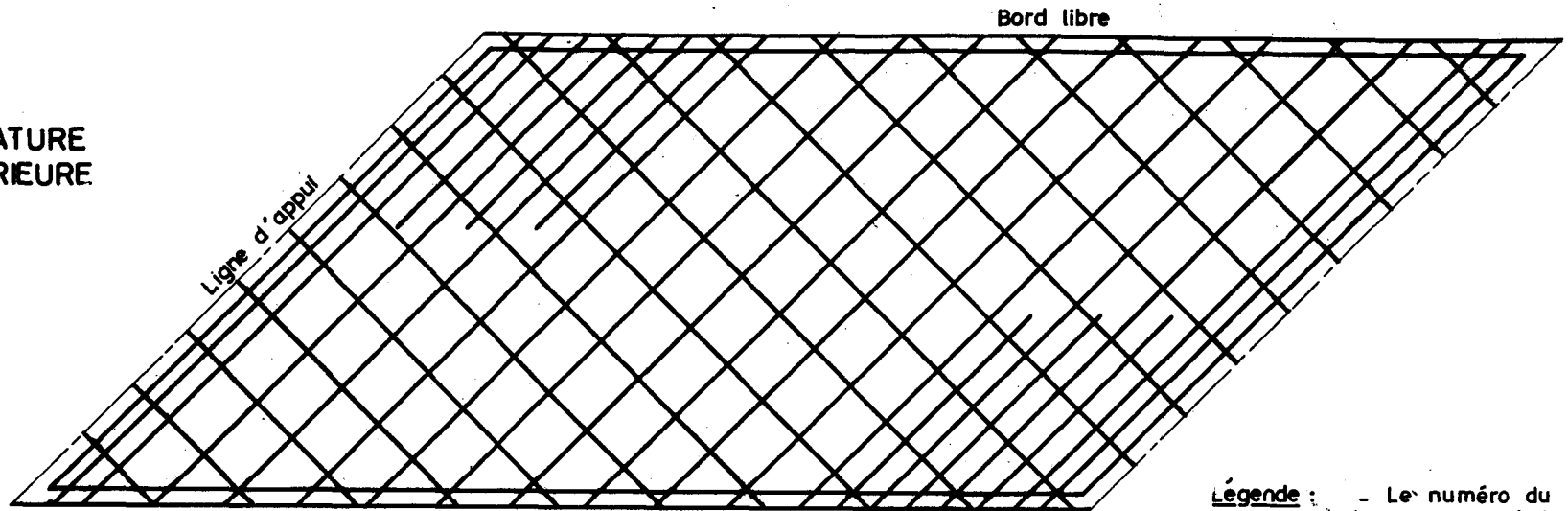
TYPE III



ARMATURE
INFÉRIEURE

$\psi = 50 \text{ gr}$

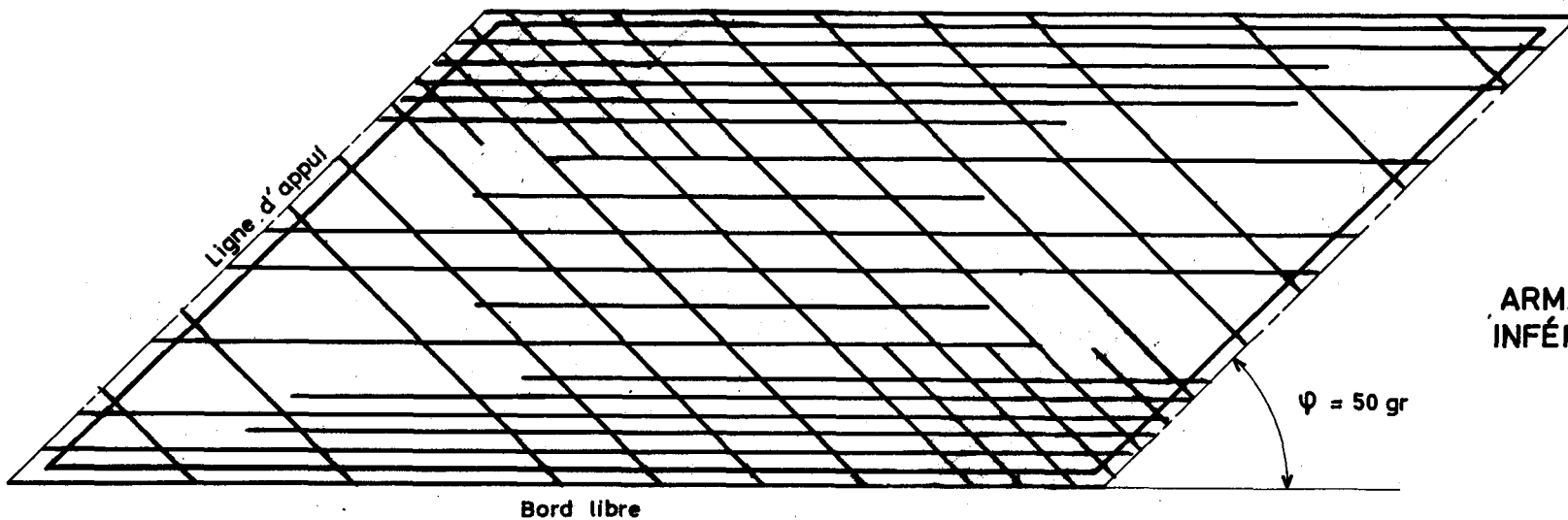
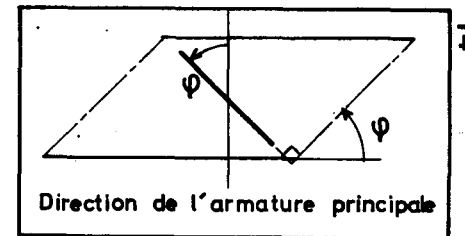
ARMATURE
SUPÉRIEURE



Légende : - Le numéro du type est celui des zones d'utilisation du "guide du choix d'un système de ferrailage optimal."

LES FERRAILLAGES TYPES

TYPE III bis



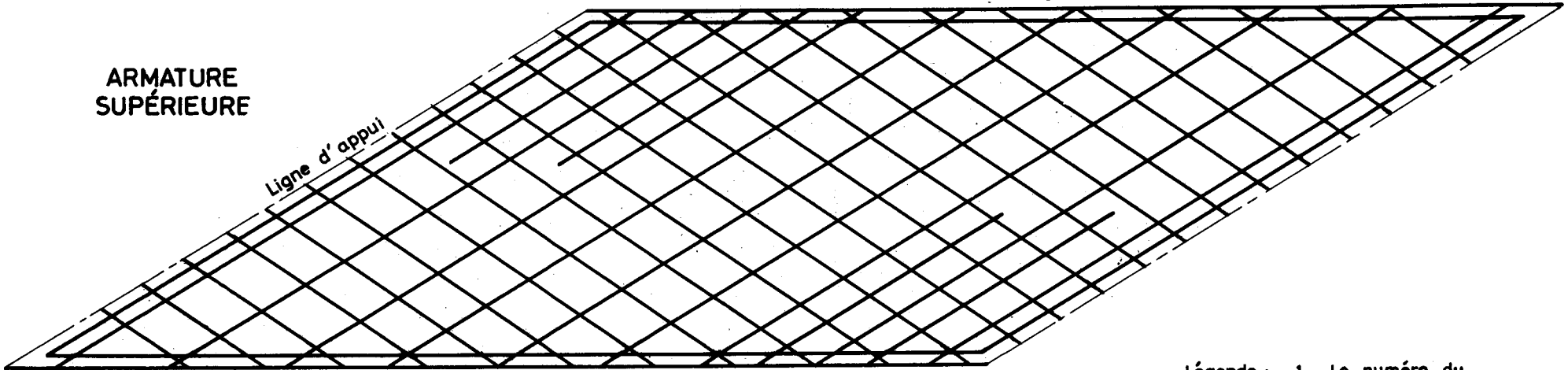
ARMATURE
INFÉRIEURE

$\psi = 50 \text{ gr}$

Bord libre

ARMATURE SUPÉRIEURE

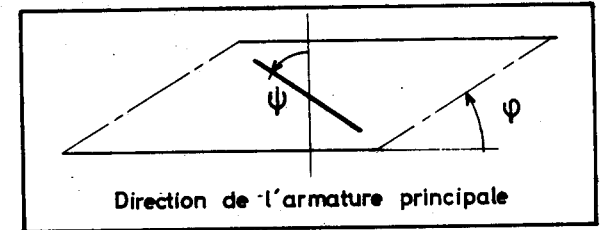
Ligne d'appui



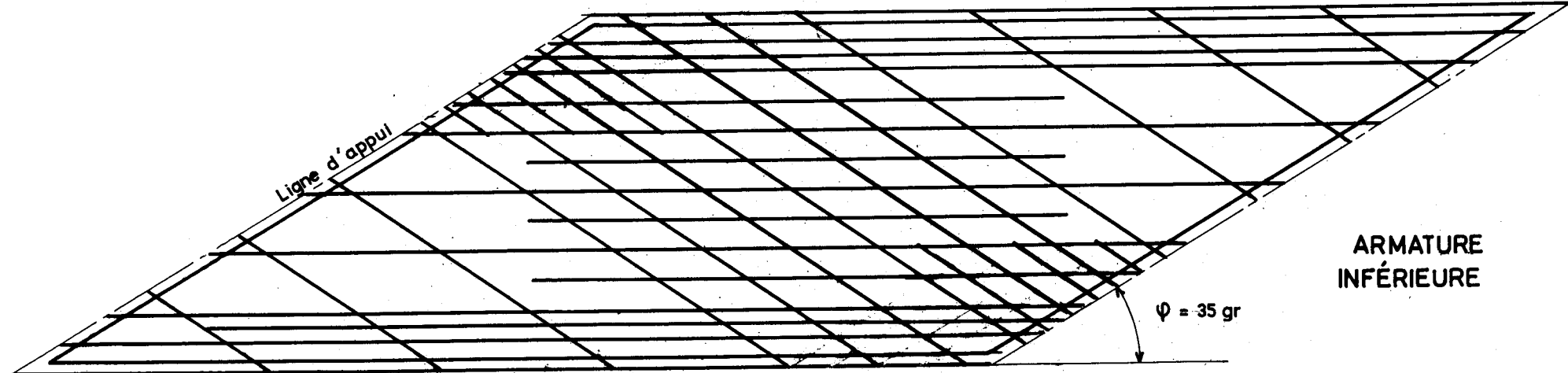
Légende : 1 - Le numéro du type est celui des zones d'utilisation du "guide au choix d'un système de ferrailage optimal".

LES FERRAILLAGES TYPES

TYPE IV



Ligne d'appui

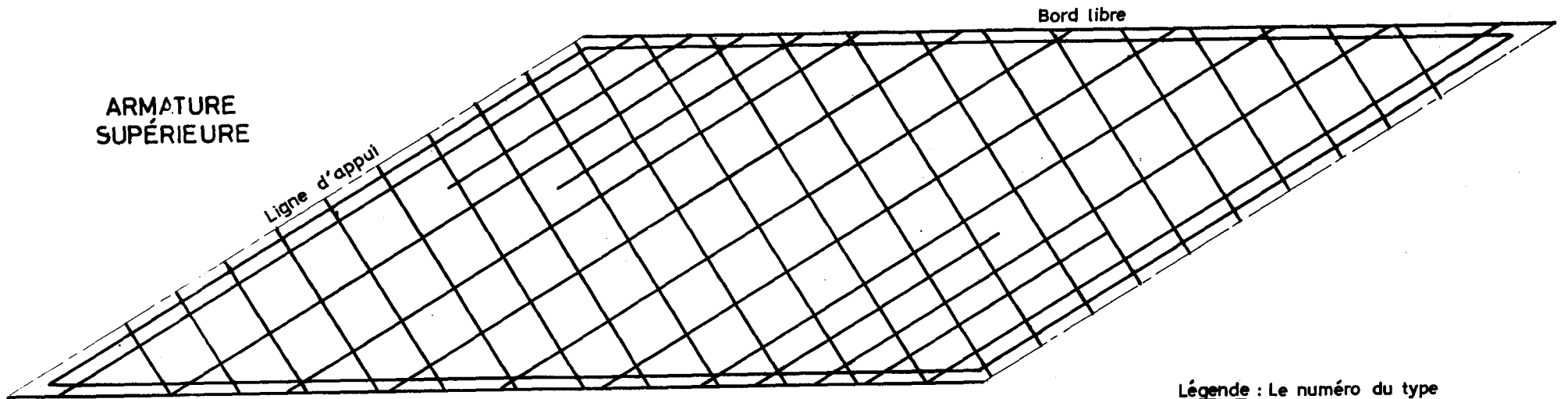


ARMATURE INFÉRIEURE

$\phi = 35 \text{ gr}$

Bord libre

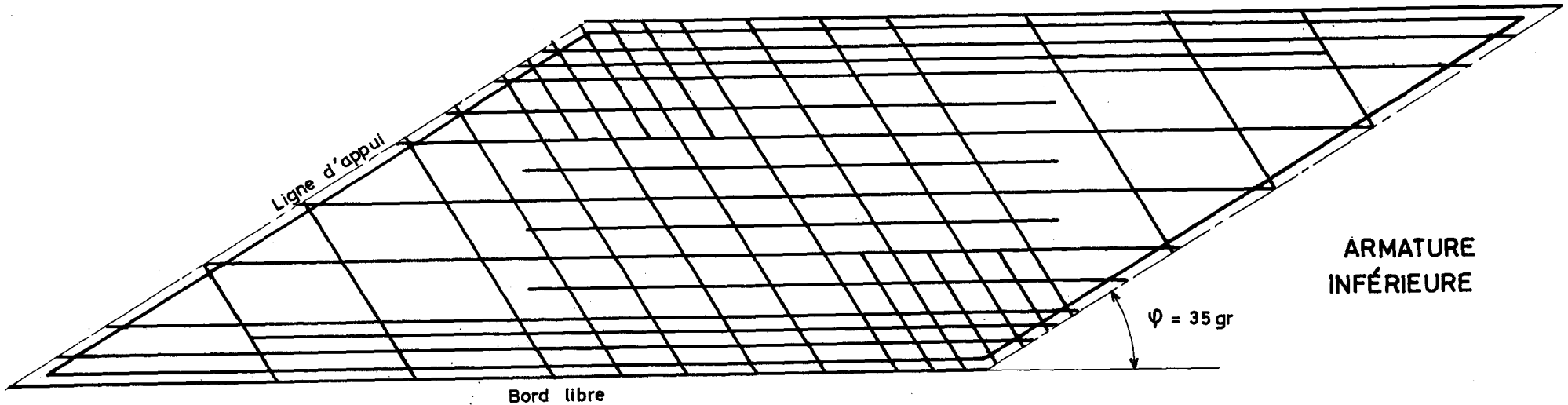
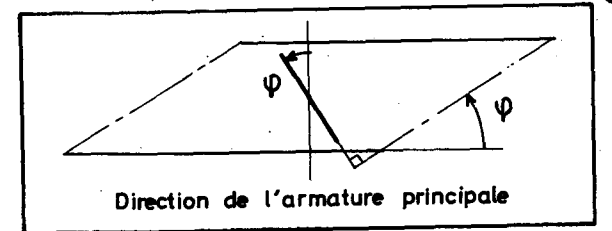
ARMATURE
SUPÉRIEURE



Légende : Le numéro du type est celui des zones d'utilisation du "guide du choix d'un système de ferrailage optimal".

LES FERRAILLAGES TYPES

TYPE IV bis



ARMATURE
INFÉRIEURE

4 - DIMENSIONNEMENT DES ARMATURES HORIZONTALES VIS-A-VIS DES EFFORTS DE FLEXION - PROGRAMME MRB.BA.

4.1 - PRINCIPE DU CALCUL AUTOMATIQUE DU FERRAILLAGE HORIZONTAL (sous-programme FER du MRB.BA).

Pour plus amples détails, se reporter au dossier MRB.BP 70. (pièce 1.7 Le dimensionnement des armatures passives).

Nous nous bornons ici à rappeler que les sections d'acier données par le programme automatique ne tiennent pas compte:

- ((- du décalage $Z/2$ des courbes représentatives des sections d'acier,))
- ((- des longueurs d'ancrage des armatures que l'on pourra))
 ((prendre égales à quarante diamètres pour les armatures à haute))
 ((adhérence,))
- ((- de la différence des taux de travail admissibles des))
 ((armatures selon leur diamètre.))
- ((Ces différents points entraînent une majoration de 20 à 40%))
 ((environ par rapport au mètre du ferrailage donné par la note de))
 ((calcul MRB.BA.))

4.2 - RESULTATS FOURNIS PAR LE SOUS-PROGRAMME FER DE MRB.BA.

Pour chaque état de flexion, le sous-programme FER du programme MRB.BA calcule les sections d'armatures pour les deux nappes en face inférieure et supérieure et pour les différents systèmes de ferrailage étudiés.

Puis le programme calcule les taux de ferrailage trouvés pour les différents états de flexion et leur enveloppe, et effectue une comparaison économique des différents systèmes de ferrailage (voir note de calcul commentée, pièce 4.2.2 page 1).

4.3 - UTILISATION DES RESULTATS DE CALCUL.

Nous donnons ci-après quelques principes sur l'utilisation des résultats du calcul de ferrailage.

4.3.1 - Choix d'un système de ferrailage.

Parmi les différents systèmes de ferrailage étudiés, il peut y avoir un système (couple de deux directions) qui est beaucoup plus économique que les autres; en ce cas, on choisira ce système pour ferrailer la dalle.

Dans certains cas, il sera intéressant, ou il sera nécessaire de prévoir la juxtaposition de plusieurs systèmes de ferrailage: cela peut être le cas de la zone des bords libres dans laquelle il sera toujours intéressant de prévoir une direction de ferrailage parallèle à la direction des bords libres, cela peut être également le cas pour le ferrailage en face supérieure des zones des angles obtus de travées.*

((Comme le programme nous donne la consommation de chaque face))
)) inférieure et supérieure, on pourra alors combiner le système le))
 ((plus économique d'une face avec le système le plus économique))
)) de l'autre face, tout en respectant une direction commune comme))
 ((porte-étriers.))

4.3.2 - Minimum construction de ferrailage

Il y a lieu de prévoir pour les deux directions θ_1 et θ_2 retenues et pour les deux faces inférieure et supérieure un ferrailage minimum pour chaque nappe de chaque face, pour s'opposer au gradient de retrait dans la dalle avant décintrement (2 à 3 centimètres carrés par mètre de largeur normalement à la direction des armatures) (cf. C.P.C. F61, VI Art. 19.5).

4.4 - UTILISATION DU PROGRAMME PREPUR

Une fois le système de ferrailage optimal choisi, il faut en faire une épure d'arrêt des barres. C'est en général un travail long et fastidieux, parce que:

a)- le programme MRB.BA ne délivre que des sections d'acier aux noeuds d'un système de maillage carré ne correspondant pas en général aux directions d'armature (direction non parallèle et non perpendiculaire au bord libre). Une interpolation des résultats de MRB.BA s'impose.

b)- il faut ensuite décaler de $Z/2$ (Z étant le bras de levier de la dalle) les courbes enveloppes des sections d'acier.

c)- comme le programme MRB.BA ne calcule pas les sections d'acier au voisinage du bord libre, pour les avoir, l'utilisateur doit recourir à une extrapolation longue et pénible.

d)- si l'utilisateur désire obtenir un plan de ferrailage régulier afin de gagner du temps d'étude et de dessin, il risquera de majorer de façon excessive le ferrailage. L'utilisateur trouvera au paragraphe 4.5.2 la détermination des limites inférieure et supérieure de l'avant-métré du plan de ferrailage. Le programme PREPUR qui sera présenté à la pièce 4.2.1 de ce sous-dossier permet de s'affranchir de ces difficultés.

* Pour le calcul de 3 lits d'armatures voir annexe 1 à la fin de cette pièce.

4.5 - ELABORATION DES EPURES D'ARRET DES BARRES A PARTIR DES COURBES REPRESENTATIVES ENVELOPPES DES SECTIONS D'ACIER

4.5.1 - Règles pratiques

Une fois le système de ferrailage optimal choisi, si le projeteur ne veut pas utiliser le programme PREPUR, il doit:

- a)- partager la dalle en plages (ou bandes) parallèles aux directions d'armature.
- b)- calculer par interpolation les sections d'acier nécessaires à ces plages.
- c)- tracer la courbe représentative de ces sections d'acier.
- d)- décaler ces courbes de $Z/2$ et prolonger quelques barres supplémentaires jusqu'à l'about de la dalle, avec ancrage par courbure, au voisinage de chaque point d'appui d'une ligne d'appui d'extrémité.

A partir de ces données, le projeteur commence à établir l'épure d'arrêt des barres. Nous proposons ici quelques règles pratiques:

a)- il est conseillé au projeteur de commencer par la plage la plus chargée, c'est-à-dire celle ayant la plus grande quantité d'acier. Ceci permet le choix du plus gros diamètre d'acier à utiliser et d'un espacement des armatures.

b)- le projeteur relève la valeur d'acier maximale de la plage et fait une combinaison de plusieurs diamètres, s'il juge nécessaire, de telle façon que la somme des sections des barres utilisées soit supérieure ou égale à la section d'acier maximale de la plage (diamètres conseillés HA 14, HA 20, HA 32).

c)- dans le cas où la section d'acier à mettre en place est trop élevée (quantité supérieure ou égale à 80 cm² par mètre linéaire), il est préférable d'employer des paquets de 4, 3, 2 barres non en contact 2 à 2, en respectant l'article 29.15 du C.P.C. fascicule 61 titre VI (27-10-70) concernant la distance entre axes des barres isolées parallèles. En outre, la distance libre entre deux paquets consécutifs doit être supérieure ou égale à la largeur de la cheminée de bétonnage (7 cm).

d)- pour chaque paquet, les barres sont de longueurs différentes, il est conseillé de réserver des barres de petit diamètre aux grandes longueurs, en particulier lorsque la section de l'acier le long de la plage étudiée présente plusieurs maxima.

4.5.2 - Limites inférieure et supérieure de l'avant-métré du ferrailage réel par rapport au ferrailage donné par MRB.BA

En général, le projeteur a tendance à établir un plan de ferrailage régulier, ce qui a pour conséquence d'allonger les barres plus qu'il ne faut et de mettre un pourcentage de majoration trop élevé par rapport au métré théorique indicatif donné par la note de calcul MRB.BA.

Cette majoration peut parfois atteindre 60%.

Nous proposons ici une règle de détermination des limites inférieure et supérieure de l'avant-métré final par rapport au métré donné par MRB.BA. Cet avant-métré ne concerne, bien entendu, que le ferrailage horizontal.

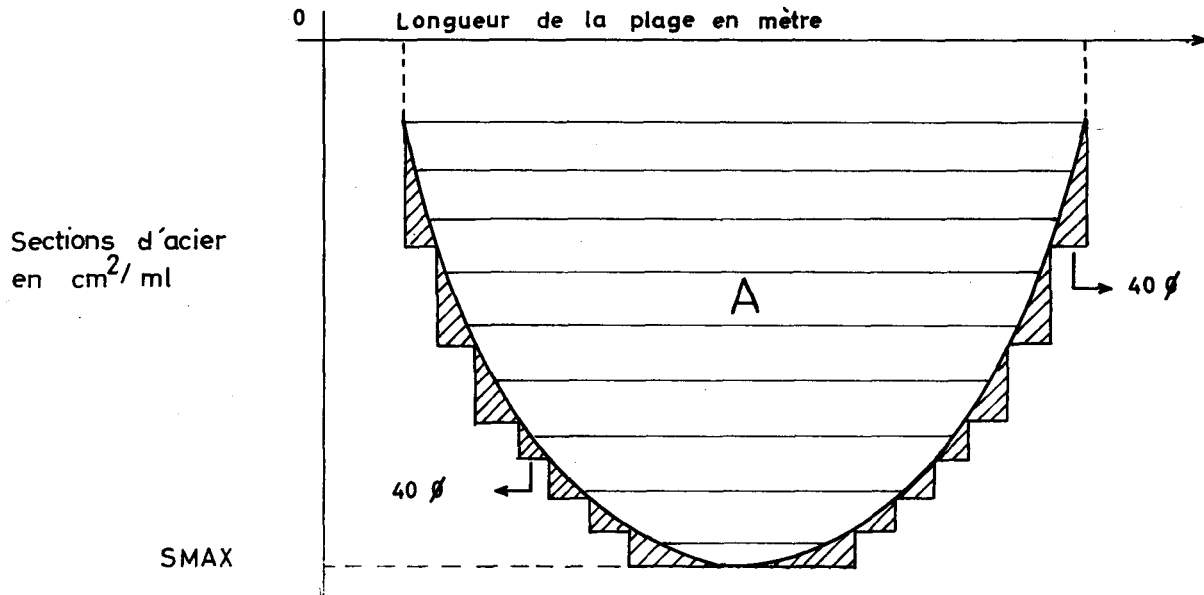
Supposons que l'on ait déterminé les courbes enveloppes, décalées de $Z/2$, des sections d'acier des différentes plages de la dalle.

Rappelons ici que la longueur d'ancrage rectiligne est évaluée forfaitairement à 40ϕ , ϕ étant le diamètre de la barre utilisée, et que la longueur développée d'un ancrage par courbure est évaluée forfaitairement à 21ϕ pour un angle au centre de 135° et à 20ϕ pour un angle au centre de 180° (rayon de courbure $5,5\phi$), (voir pièce 4.3 les croquis types d'ancrage par courbure).

Pour simplifier les choses, dans l'estimation des limites de l'avant-métré, on prend 40ϕ pour la longueur d'ancrage et on suppose que la forme de la courbe enveloppe des sections d'acier est parabolique. La méthode peut s'appliquer à une forme quelconque :

soit SMAX: section d'acier maximale de la courbe enveloppe considérée.

A: aire de la parabole. Cette aire peut être calculée facilement à partir des résultats de PREPUR en faisant la somme des sections indiquées sur la courbe représentative et en multipliant cette somme par le pas des noeuds.



L'aire des petits triangles rectangles représente la somme des sections d'acier nécessaires à l'ancrage.

Soit B cette aire, on a

$B = S_{MAX} \times 40 \phi$, comme limite inférieure de cette section.

Dans le souci de simplifier le ferrailage, il est admissible d'aller jusqu'à une longueur d'ancrage de l'ordre de 80ϕ , ce qui donne une limite supérieure de $2B$ pour la somme des sections d'acier nécessaires aux ancrages.

Donc l'avant-métré S de la plage correspondante est limitée inférieurement et supérieurement par $A + B$ et $A + 2B$

$$A + B \leq S \leq A + 2B$$

En général, les rapports des limites inférieure et supérieure de l'avant-métré final par rapport au métré de la note de calcul MRB.BA sont respectivement 25% et 40%.

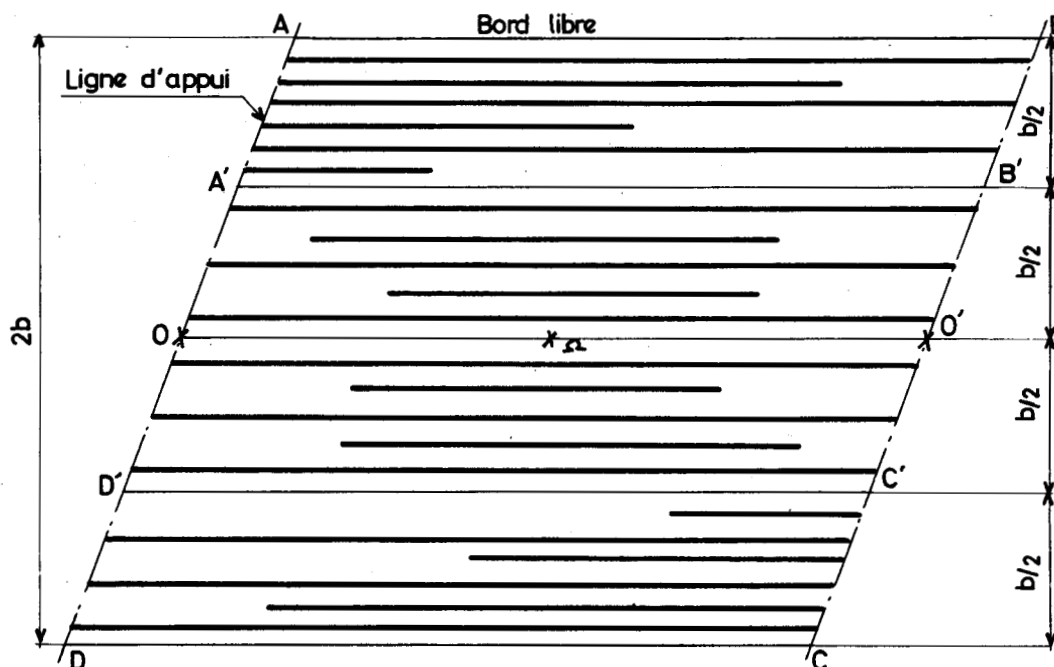
Ces valeurs ne sont pas impératives à respecter, elles fournissent seulement un ordre de grandeur autour duquel l'avant-métré final peut varier pour concilier la régularité du plan de ferrailage et la majoration par rapport au ferrailage de MRB.BA .

4.5.3 - Simplification des plans de ferrailage

C'est un travail fastidieux d'effectuer une épure d'arrêt des barres pour toutes les plages de la dalle et c'est très compliqué au point de vue constructif en raison de la disparité des plages. On cherchera à les homogénéiser.

Pour cela, on recherche les symétries soit géométriques soit mécaniques de la dalle.

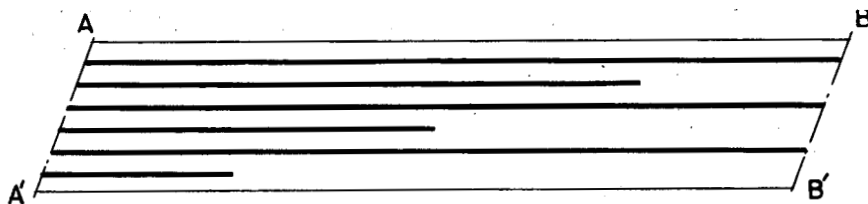
4.5.3.1 - Dalle symétrique par rapport au centre et direction de l'armature parallèle au bord libre



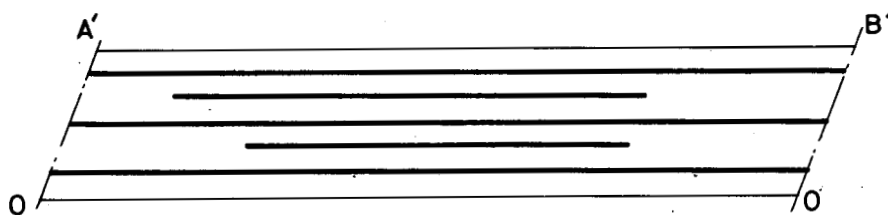
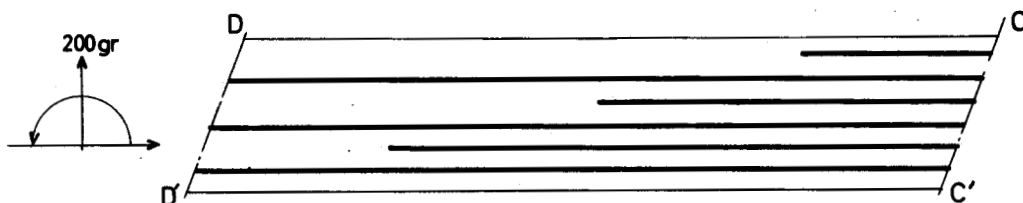
1°) - On partage la dalle en $2n$ (4 par exemple, suivant biais et largeur) parallélogrammes égaux (voir figure page 21); le comportement mécanique de $ABB'A'$ et $CDD'C'$ est analogue, de même que $A'B'O'O$ et $C'D'O'O'$ - symétrie par rapport au point Ω).

2°) - On recherche la plage la plus sollicitée des parallélogrammes $ABB'A'$ et $CDD'C'$ et on la généralise sur toutes leurs largeurs.

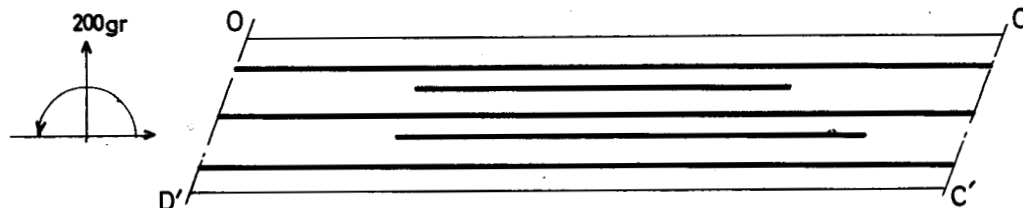
3°) - De même, pour les parallélogrammes $A'B'O'O$ et $C'D'O'O'$.



Une rotation de 200 grades fera coïncider $CDD'C'$ avec $ABB'A'$

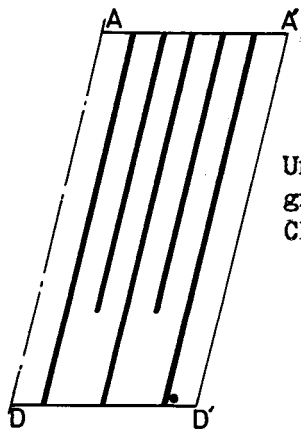
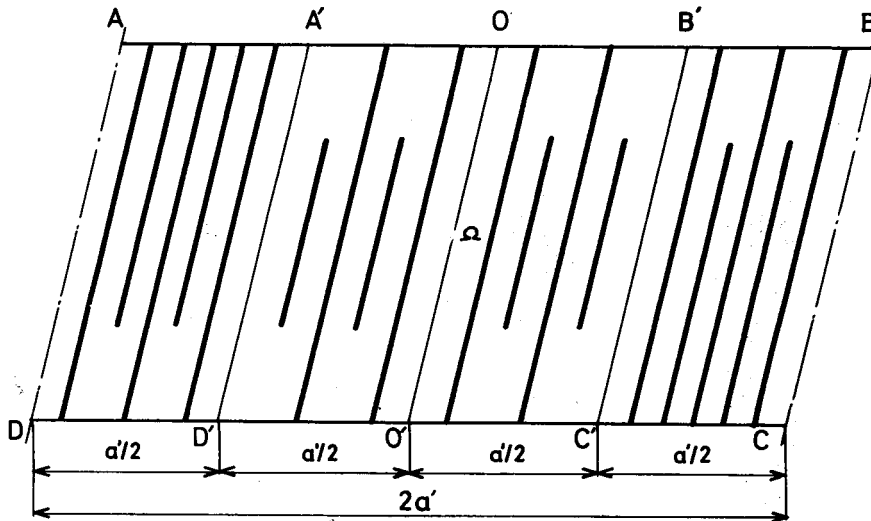


Une rotation de 200 grades fera coïncider $C'D'O'O'$ avec $A'B'O'O$

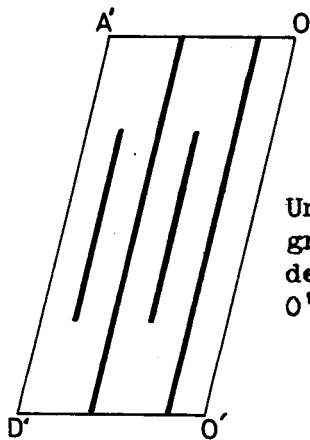
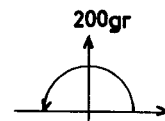
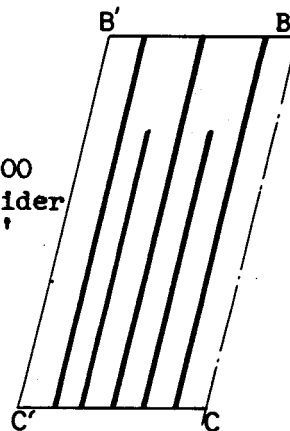


4.5.3.2 - Dalle symétrique par rapport au centre et direction de l'armature parallèle aux lignes d'appui

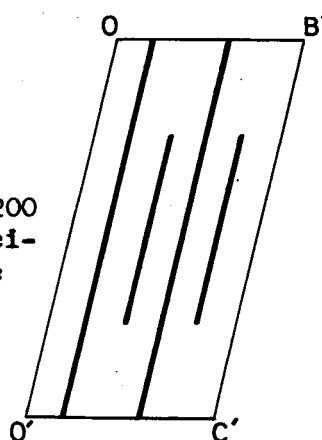
Méthode analogue dans la direction des lignes d'appui.



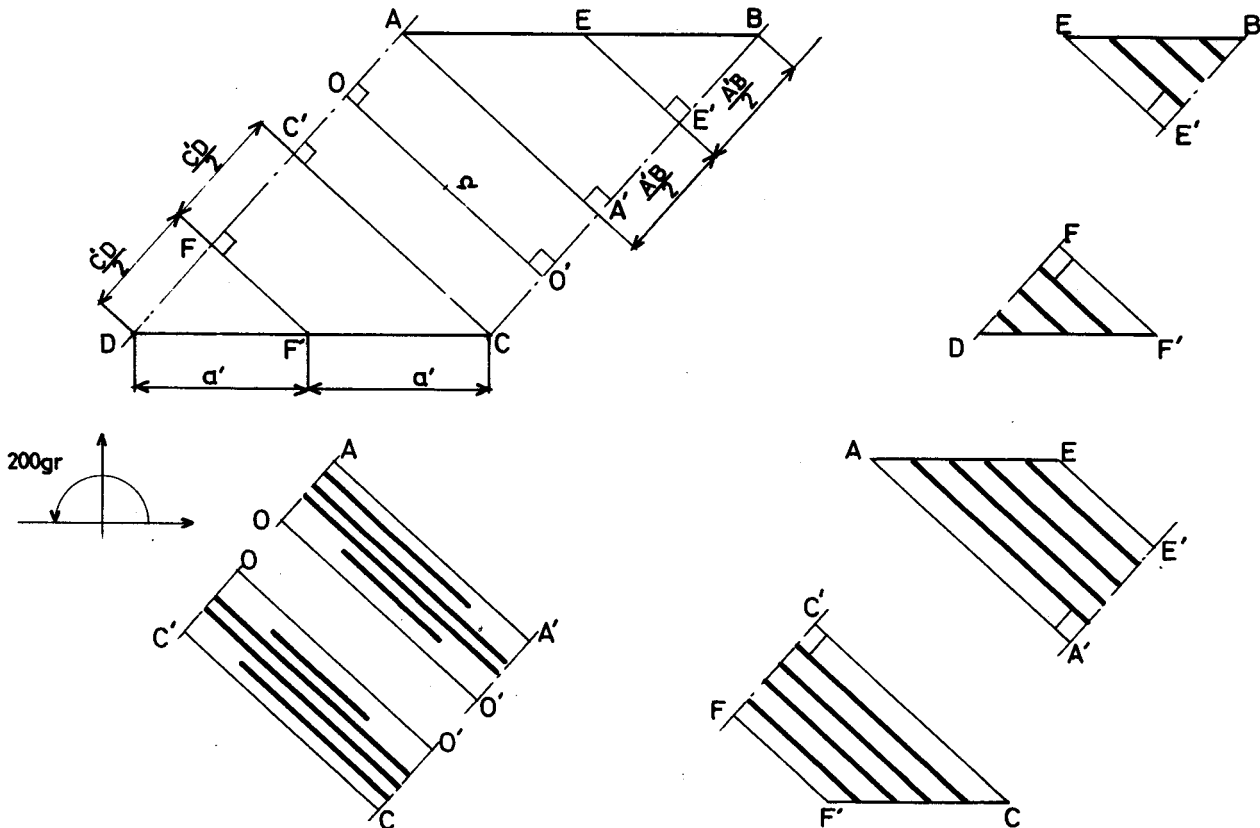
Une rotation de 200 grades fera coïncider CBB'G' avec ADD'A'



Une rotation de 200 grades fera coïncider O B'C'O' avec O'D'A'O



4.5.3.3 - Dalle symétrique par rapport au centre et direction de l'armature perpendiculaire aux lignes d'appui.
(ou inclinée aux lignes d'appui)



Une rotation de 200 grades fera coïncider le triangle F'DF, le rectangle CC'O'O', le trapèze F'FC'C au triangle EBE', au rectangle AA'O'O' et au trapèze EE'A'A respectivement.

1°)- Les comportements mécaniques des triangles EBE', F'DF sont analogues, de même pour les trapèzes EE'A'A et F'FC'C et pour les rectangles (ou parallélogrammes) AA'O'O' et CC'O'O'.

2°)- On procède ensuite de la même façon que 4.3.1.

5 - DIMENSIONNEMENT DES ARMATURES VERTICALES DE CISAILLEMENT

Le dimensionnement des armatures verticales de cisaillement dans les dalles biaises de béton armé n'est pas effectué par le calcul MRB-BA.

On est amené à distinguer comme dans le cas des dalles de béton armé peu biaises (cf. dossier PSI DA pièce 2.1. § 6.1.5.) deux justifications différentes vis-à-vis des efforts de cisaillement.

1°)- Le cisaillement d'effort tranchant général que l'on évaluera à partir des efforts tranchants principaux : les armatures verticales de cisaillement seront dimensionnées en appliquant l'article 25 : Actions tangentés ou de cisaillement. Poutres soumises à la flexion simple du fascicule 61, VI du Cahier des Prescriptions Communes des Marchés de l'Etat (Circulaire 70.115 du 17-10-70).

2°)- Le cisaillement aux environs des points d'appui concentrés : le dimensionnement des armatures verticales sera mené conformément à la pièce "Répartition des armatures de cisaillement aux environs des points d'appui concentrés des ponts dalles". (Document type du S.E.T.R.A. daté d'août 1966).

5.1 - CISAILLEMENT D'EFFORT TRANCHANT GENERAL

5.1.1 - Calculs des efforts

La note de calcul MRB BA fournit pour chaque état de flexion et en chaque noeud d'étude de la dalle l'effort tranchant principal au mètre linéaire (exprimé en T / m).

On considérera pour chaque noeud d'étude la plus grande valeur des efforts tranchants principaux relatifs aux différents états de flexion étudiés.

La contrainte tangente du plan neutre sera donnée par la formule classique :

$$\tau_b = \frac{T}{0,875 \times h}$$

h étant la hauteur utile de la dalle pour les armatures ayant la direction θ_1 (en général $h = h_t - 0,06$ m, h_t étant la hauteur totale de la dalle).

5.1.2 - Dimensionnement des armatures

La densité des armatures verticales ω_1 qui représente la section des armatures verticales par unité de surface de la dalle sera au moins égale à :

$$\omega_t = \frac{\tau_b}{\bar{\sigma}_{at}}$$

avec $\bar{\sigma}_{at} = \left(1 - \frac{\tau_b}{9\bar{\sigma}_b}\right) \sigma_{en}$ en l'absence de reprise de bétonnage

$\bar{\sigma}_{at} = \frac{2}{3} \sigma_{en}$ s'il y a reprise de bétonnage

$\bar{\sigma}_b$ contrainte de traction de référence

σ_{en} limite d'élasticité nominale des armatures verticales de cisaillement.

En outre l'espacement maximum \bar{t} défini par la formule suivante doit être respecté entre rangées d'étriers, dans deux directions perpendiculaires entre elles :

$$\bar{t} = h \left(1 - 0,30 \frac{\tau_b}{\bar{\sigma}_b}\right)$$

5.2 - CISAILLEMENT AUX ENVIRONS DES POINTS D'APPUI CONCENTRES

Rappelons la marche générale de l'étude, qui est exposée en détail dans le document type RAC.

5.2.1 - Charge supportée par chaque appareil d'appui

Les réactions d'appui maximales pondérées Q_e sont données directement par la note de calcul MRB.BA pour chaque état de flexion. Ces réactions pourront être minorées du poids propre du rectangle délimité par le périmètre de poinçonnement étudié et des charges d'exploitation P appliquées à l'intérieur de ce rectangle :

$$Q = Q_e - 2,5 \times S \times h_t - 1,2 \times P$$

avec S , surface du rectangle de poinçonnement.

5.2.2. - Contrainte maximale de cisaillement par poinçonnement

Le taux de cisaillement sera donné par la relation :

$$\tau_b = 1,5 \times \frac{Q}{pc_1 \times h_t}$$

pc_1 périmètre de poinçonnement..

Le périmètre du premier contour sera égal au périmètre de l'appareil d'appui (dans la mesure où la proximité d'un bord de dalle n'intervient pas dès le premier contour) augmenté de $4 h_t$.

On utilise dans ce sous-dossier les nouvelles notations de traction et de compression. L'apostrophe s'applique aux efforts et contraintes de compression ainsi qu'aux sections comprimées, qu'elle distingue des efforts et contraintes de traction ainsi que des sections tendues.

5.2.3 - Contrainte de cisaillement par poinçonnement

Partant du périmètre de poinçonnement pc_1 , nous considérerons les rectangles C concentriques au rectangle C_1 (si l'appareil d'appui n'est pas en bord de dalle) ou les contours C enveloppes du rectangle C_1 (si l'appareil d'appui est en bord de dalle) (cf. figure page 7 de la pièce " Répartition des armatures de cisaillement aux environs des points d'appui concentrés des ponts-dalles").

Nous déterminerons le rectangle, ou le contour C_2 ou C_3 , pour lequel la contrainte de cisaillement due à l'effet de poinçonnement le long de ce périmètre devient égale à celle de l'effort tranchant général donné par la note de calcul électronique MRB.BA au point situé à la même distance du centre de l'appareil d'appui sur la perpendiculaire à la ligne d'appui menée par le centre de l'appareil d'appui.

On tracera ensuite:

- la courbe donnant les contraintes de cisaillement par effet de poinçonnement en fonction de la distance du centre de l'appareil d'appui au rectangle ou au contour C, distance prise perpendiculairement à la ligne d'appui;

- la courbe enveloppe des contraintes de cisaillement dues à l'effort tranchant général dans cette même direction (cf. § 5.1 ci-dessus).

5.2.4 - Densité des armatures de cisaillement

La densité d'armatures verticales de cisaillement de poinçonnement est donnée par les mêmes formules que par le cisaillement vis-à-vis de l'effort tranchant général (§ 5.1.2).

Remarque importante

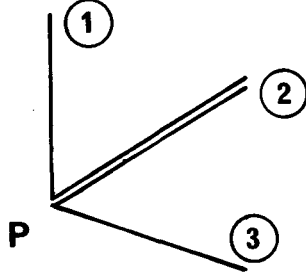
((Les efforts tranchants donnés par MRB ne sont pas valables au voisinage des lignes d'appuis extrêmes en raison d'un " effet de fuite ". Ils sont faibles vis-à-vis des efforts de poinçonnement. Donc, dans l'attente d'une formulation automatique correcte des efforts tranchants aux appuis extrêmes, l'utilisateur doit les calculer à la main en se référant à la pièce " Répartition des armatures de cisaillement aux environs des points d'appui concentrés des ponts-dalles " Document type du S.E.T.R.A., daté d'Août 1966 et au dossier-pilote MRB.BP 70 (pièce 1.7).

MÉTHODE DE CALCUL DE FERRAILLAGE POUR TROIS LITS D'ARMATURES

Pour les zones des bords libres et des lignes d'appui, il est parfois nécessaire de mettre en place des armatures dans trois directions pour une seule face, soit que le système de ferrailage retenu pour cette face de la dalle est localement inadapté, soit que cette troisième direction d'armatures résulte de dispositions constructives.

Nous proposons ici deux méthodes pour calculer le ferrailage dans ce cas :

1°/ - METHODE MRB-BA - Souvent l'utilisateur sera en présence de deux systèmes de ferrailage avec une direction commune. Il fixe a priori une valeur d'acier dans une direction et cherche à évaluer les sections d'acier dans les deux autres, à partir des résultats de MRB-BA.



Soient : $(\omega_{11}, \omega_{21})$ les sections d'acier MRB-BA au point P suivant les directions 1 et 2 du système 1,

$(\omega_{22}, \omega_{32})$ les sections d'acier MRB-BA au point P suivant les directions 2 et 3 du système 2.

$\Omega_1, \Omega_2, \Omega_3$: les sections d'acier nécessaires au point P, en présence de 3 lits d'armature.

On doit avoir :

$$\Omega_1 \geq k_1 \omega_{11} \quad (1)$$

$$\Omega_2 \geq k_1 \omega_{21} + k_2 \omega_{22} \quad (2)$$

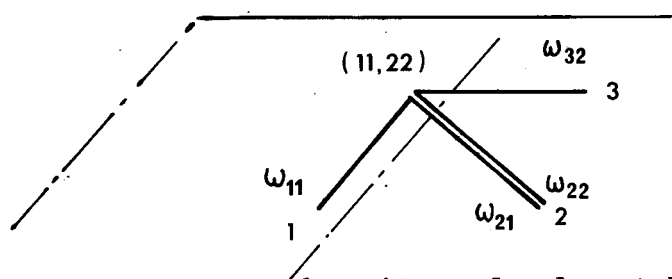
$$\Omega_3 \geq k_2 \omega_{32} \quad (3)$$

$$\text{avec } k_1, k_2 \geq 0 \text{ et } k_1 + k_2 = 1 \quad (4)$$

Pour fixer les idées, supposons que Ω_1 soit fixé, on a donc 4 équations pour déterminer 4 inconnues $k_1, k_2, \Omega_2, \Omega_3$.

Exp. - Il s'agit du ferrailage au noeud (11,22) (voisinage de la deuxième ligne d'appui) de la face inférieure du second modèle d'application

(cf. pièces 4.3.2.2 et 4.3.2.3). On a adopté le système 2 (armatures parallèle aux bords libres et perpendiculaire aux lignes d'appui) qui est globalement le plus économique. Pour ce système, le note de calcul MRB-BA donne en ce noeud :



$$\omega_{22} = 6 \text{ cm}^2/\text{ml} \quad \omega_{32} = 25 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

Or le système 1 (armatures parallèle et perpendiculaire aux lignes d'appui) donne en ce noeud :

$$\omega_{11} = 12 \text{ cm}^2/\text{ml} \quad \omega_{21} = 1 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

On voit que localement le système 1 est plus économique que le système 2.

En ce noeud, on a mis suivant la direction 3 le ferrailage plancher 3 HA 14 c'est-à-dire $\Omega_3 = 4,62 \text{ cm}^2$ (cf. pièce 4.3.2.3.).

Ceci donne le système d'équations suivant :

$$\Omega_1 = 12 k_1$$

$$\Omega_2 = k_1 + 6 k_2$$

$$4,62 = 25 k_2$$

$$k_1 + k_2 = 1$$

$$\text{D'où } \Omega_1 = 9,78 \text{ cm}^2, \Omega_2 = 1,925 \text{ cm}^2, \Omega_3 = 4,62 \text{ cm}^2$$

$$\Omega_1 + \Omega_2 + \Omega_3 = 16,325 \text{ cm}^2$$

Ceci représente une économie de 47 % par rapport au système 2 a priori retenu, sans compter le fait que la direction 1 (parallèle à la ligne d'appui) joue en même temps le rôle de chevêtre incorporé.

2°/ - METHODE HAHN (ANNALE DES TRAVAUX PUBLICS DE BELGIQUE n° 6 - 1970 - 1971).

Les quantités d'acier dans deux directions étant fixées cette méthode permet d'évaluer la valeur de la troisième.

Soient : M_X, M_Y : moments principaux maximum et minimum connus sous le cas de chargement le plus défavorable.

M_i = moment par unité de largeur du lit d'armature i de la face supérieure.

M'_i = moments par unité de largeur du lit d'armature i de la face inférieure.

θ_i = angle que fait le lit d'armature i avec la normale au bord libre.

Ψ = biais mécanique, angle que fait le vecteur-couple du moment principal minimum avec la normale aux bords libres.

Ω_i = sections d'acier en cm^2 par mètre de largeur du lit d'armature i de la face supérieure. On a $M_i = \Omega_i z_i \bar{\sigma}_a$

z_i : bras de levier du lit d'armature i de la face supérieure

Ω'_i : sections d'acier en cm^2 par mètre de largeur du lit d'armature i , de la face inférieure, on a : $M'_i =$

$$\bullet \quad \Omega'_i z'_i \bar{\sigma}_a.$$

z'_i : bras de levier du lit d'armature i de la face inférieure.

Posons $M_s = M_x + M_y$

$$M_d = |M_x - M_y|$$

$$a_i = \frac{M_s}{2} - \frac{M_d}{2} \cos 2(\theta_i - \Psi) \quad i = 1, 2, 3$$

$$b_1 = \sin^2(\theta_2 - \theta_3)$$

$$b_2 = \sin^2(\theta_1 - \theta_3)$$

$$b_3 = \sin^2(\theta_1 - \theta_2)$$

$$c = M_x \times M_y$$

A l'aide du cercle de Mohr et sans tenir compte d'une traction du béton on arrive aux formules suivantes pour calculer M_3 et M'_3 en supposant M_1, M_2 et M'_1, M'_2 connus, quels que soient les signes de M_x et M_y :

$$\text{Face supérieure } M_3 = - \frac{c + b_3 M_1 M_2 + a_1 M_1 + a_2 M_2}{b_1 M_2 + b_2 M_1 + a_3}$$

avec la condition: $M_s + M_1 + M_2 + M_3 \geq 0$

$$\text{Face inférieure } M'_3 = - \frac{c + b_3 M'_1 M'_2 - a_1 M'_1 - a_2 M'_2}{b_1 M'_2 + b_2 M'_1 - a_3}$$

avec la condition: $-M_s + M'_1 + M'_2 + M'_3 \geq 0$

Lorsqu'une condition d'inégalité n'est pas vérifiée, les moments résistants des lits d'armatures 1 et 2 sont insuffisants et il subsiste des tractions dans le béton quelle que soit la section d'armatures mise en oeuvre dans la direction 3. Il faut alors reprendre le calcul avec de nouvelles valeurs pour les moments résistants des deux lits d'armatures 1 et 2.

Lorsque M_3 (ou) M'_3 est négatif, on n'a pas besoin d'acier dans la direction 3, mais les moments M_1 , M_2 et, M'_1 , M'_2 doivent vérifier les relations suivantes :

$$c + b_3 M_1 M_2 + a_1 M_1 + a_2 M_2 \geq 0 \quad M_s + M_1 + M_2 \geq 0$$

$$c + b_3 M'_1 M'_2 - a_1 M'_1 - a_2 M'_2 \geq 0 \quad -M_s + M'_1 + M'_2 \geq 0$$

L'attention est attirée sur le fait qu'un choix arbitraire de M_1 et M_2 ne conduit pas à un ferrailage optimal. On se rendra compte du degré de surabondance à la grandeur des valeurs positives des inégalités.

Exp. - On reprend le 2ème modèle d'application, en considérant le ferrailage au noeud (14; 26), de la face supérieure (cf. pièces 4.3.2.4. et 4.3.2.5). On a adopté pour cette face le système 1 (armatures perpendiculaire et parallèle aux lignes d'appui), qui est globalement plus économique que l'autre. Au noeud (14, 26), MRB-BA nous donne :

- 41 cm²/ml suivant la direction perpendiculaire à la ligne d'appui,
et 46 cm²/ml suivant la direction parallèle à la ligne d'appui.

C'est-à-dire un total de 87 cm²/ml.

En ce noeud au voisinage du bord libre, si nous mettons $\Omega_1 = 30$ cm²/ml suivant la direction parallèle au bord libre ($\theta_1 = 100$ gr) et $\Omega_2 = 20$ cm²/ml suivant la direction perpendiculaire à la ligne d'appui ($\theta_2 = 50$ gr), cherchons à évaluer Ω_3 suivant la direction parallèle à la ligne d'appui ($\theta_3 = -50$ gr) sachant que sous le cas de chargement le plus défavorable, l'état de tension au noeud (14, 26) est :

$$M_x = -14,5 \text{ tm/m}, \quad M_y = -61,4 \text{ tm/m}, \quad \psi = 8,3 \text{ gr.}$$

Pour $\bar{\sigma}_a = 26666 \text{ t/m}^2$ et $z_1 \simeq 0,53 \text{ m}$, $z_2 \simeq 0,46 \text{ m}$ et $z_3 \simeq 0,49 \text{ m}$, on aura :

$$\Omega_3 = 17 \text{ cm}^2/\text{ml}$$

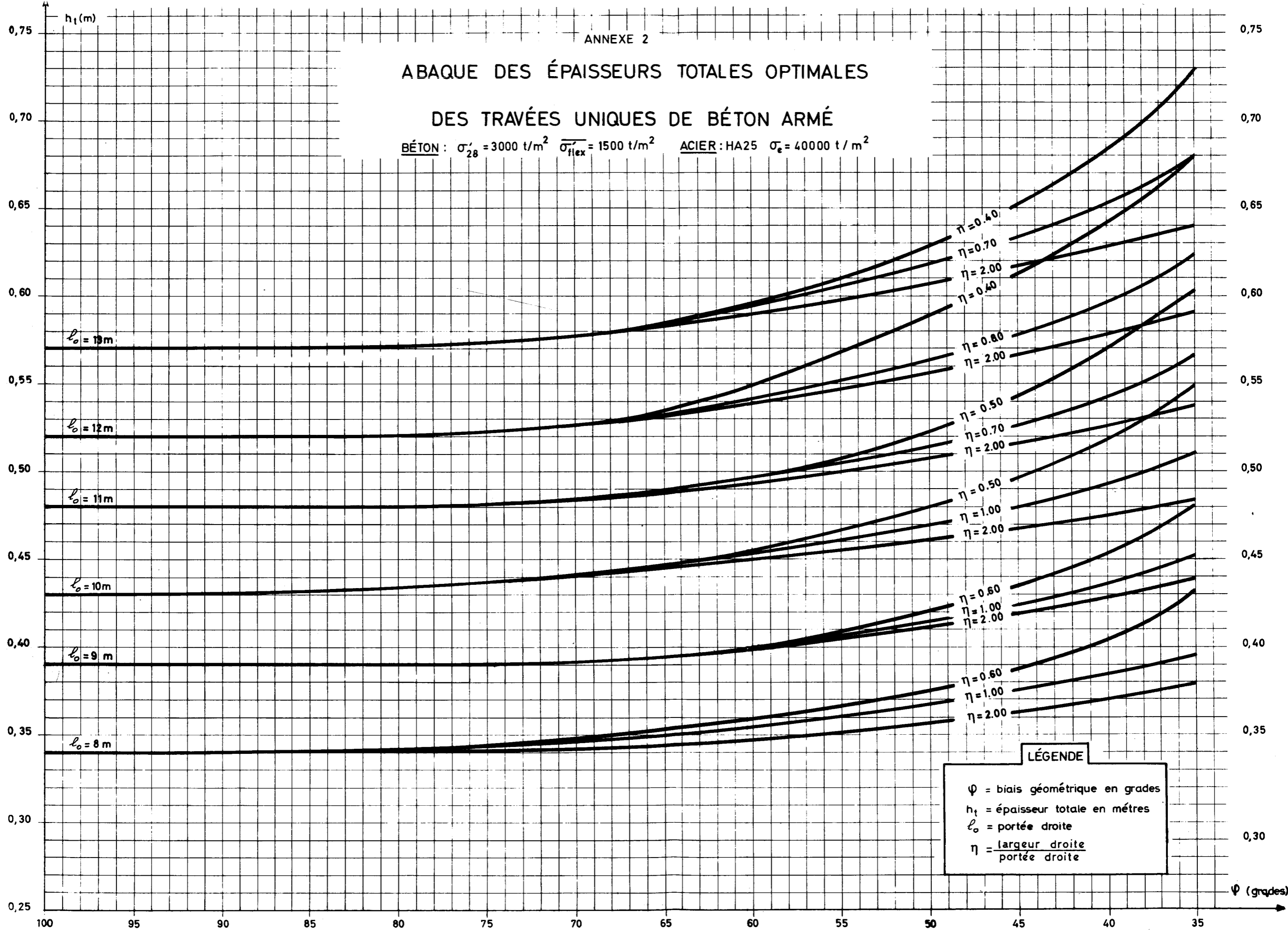
Donc un total de $\Omega_1 + \Omega_2 + \Omega_3 = 67 \text{ cm}^2/\text{ml}$.

Ceci donne une économie de $\frac{87 - 67}{67} = 30 \%$.

ABAQUE DES ÉPAISSEURS TOTALES OPTIMALES

DES TRAVÉES UNIQUES DE BÉTON ARMÉ

BÉTON : $\sigma'_{28} = 3000 \text{ t/m}^2$ $\overline{\sigma'_{flex}} = 1500 \text{ t/m}^2$ ACIER : HA25 $\sigma_e = 40000 \text{ t/m}^2$



LÉGENDE

- ψ = biais géométrique en grades
- h_t = épaisseur totale en mètres
- l_o = portée droite
- $\eta = \frac{\text{largeur droite}}{\text{portée droite}}$

SETRA

SERVICE D'ÉTUDES
TECHNIQUES
DES ROUTES
ET AUTOROUTES

DOA B

OUVRAGES TYPES

PSI.DA 68

PONTS-DALLES (ET PORTIQUES OUVERTS)
EN BÉTON ARMÉ DE BIAIS PRONONCÉ

4.2 Programme PRÉPUR

**Note de calcul commentée et
bordereau des données**

AOÛT 1973

**PROGRAMME PRÉPUR-NOTE DE CALCUL COMMENTÉE
ET BORDEREAU DES DONNÉES**

- 1 - PRESENTATION DU PROGRAMME PREPUR
- 2 - NOTE DE CALCUL COMMENTEE
- 3 - BORDEREAU DES DONNEES

Le calcul automatique présenté est un calcul fournissant une aide au projet des plans de ferrailage à partir des résultats de sections établis par le programme MRB.BA. Il découpe la structure calculée en bandes (ou plages) et délivre pour chaque bande une enveloppe des sections d'acier à partir de laquelle il est aisé de faire manuellement des arrêts de barres.

Une autre méthode sera prochainement proposée aux utilisateurs: il s'agit du dessin automatique des isoquantités de ferrailage, dessin à partir duquel on déterminera graphiquement plages de ferrailage uniforme et arrêts de barres; c'est la méthode qui a été suivie lors de l'établissement du sous-dossier portiques ouverts de biais prononcé du dossier PI.PO 66.

Cette méthode sera exposée dans la deuxième mise à jour du dossier-pilote MRB.BP 70.

SETRA

SERVICE D'ÉTUDES
TECHNIQUES
DES ROUTES
ET AUTOROUTES

DOA B

OUVRAGES TYPES

PSI.DA 68

PONTS-DALLES (ET PORTIQUES OUVERTS)
EN BÉTON ARMÉ DE BIAIS PRONONCÉ

4.2.1

Présentation du programme

PRÉPUR

AOÛT 1973

Ce document est propriété de l'administration et ne peut être utilisé ou reproduit même partiellement sans l'autorisation du Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes ou de son représentant autorisé

PRÉSENTATION DU PROGRAMME PRÉPUR

- 1 - INTRODUCTION**
- 2 - ANALYSE DU PROGRAMME PREPUR**
- 3 - METHODE PRATIQUE D'EPURE D'ARRET DES BARRES**

1 - INTRODUCTION

Comme nous avons dit au paragraphe 4.4 de la pièce 4.1, le programme PREPUR apporte une aide au projet des plans de ferrailage à partir des résultats établis par le programme MRB.BA

Il s'agit d'un petit programme complémentaire du programme MRB.BA que l'utilisateur peut:

a)- ou bien commander directement en utilisant le bordereau des données (pièce 4.2.3) une fois connus les résultats MRB.BA et fixés les systèmes de ferrailage optimaux;

b)- ou bien laisser au gestionnaire du programme de s'en charger, avec, bien entendu, un contact préalable pour décider du système de ferrailage de MRB.BA à utiliser.

Dans tous les deux cas, l'utilisateur doit commander au préalable la sortie des sections d'acier MRB.BA sous forme de cartes perforées en mettant 1 à la colonne 66 de la carte FER du bordereau n° 12 du programme MRB.BA (cf. pièce 1.4 du dossier MRB.BP 70), ceci au moment de la commande de calcul de MRB.BA, car ces cartes serviront de données d'entrée pour le programme PREPUR.

2 - ANALYSE DU PROGRAMME PREPUR

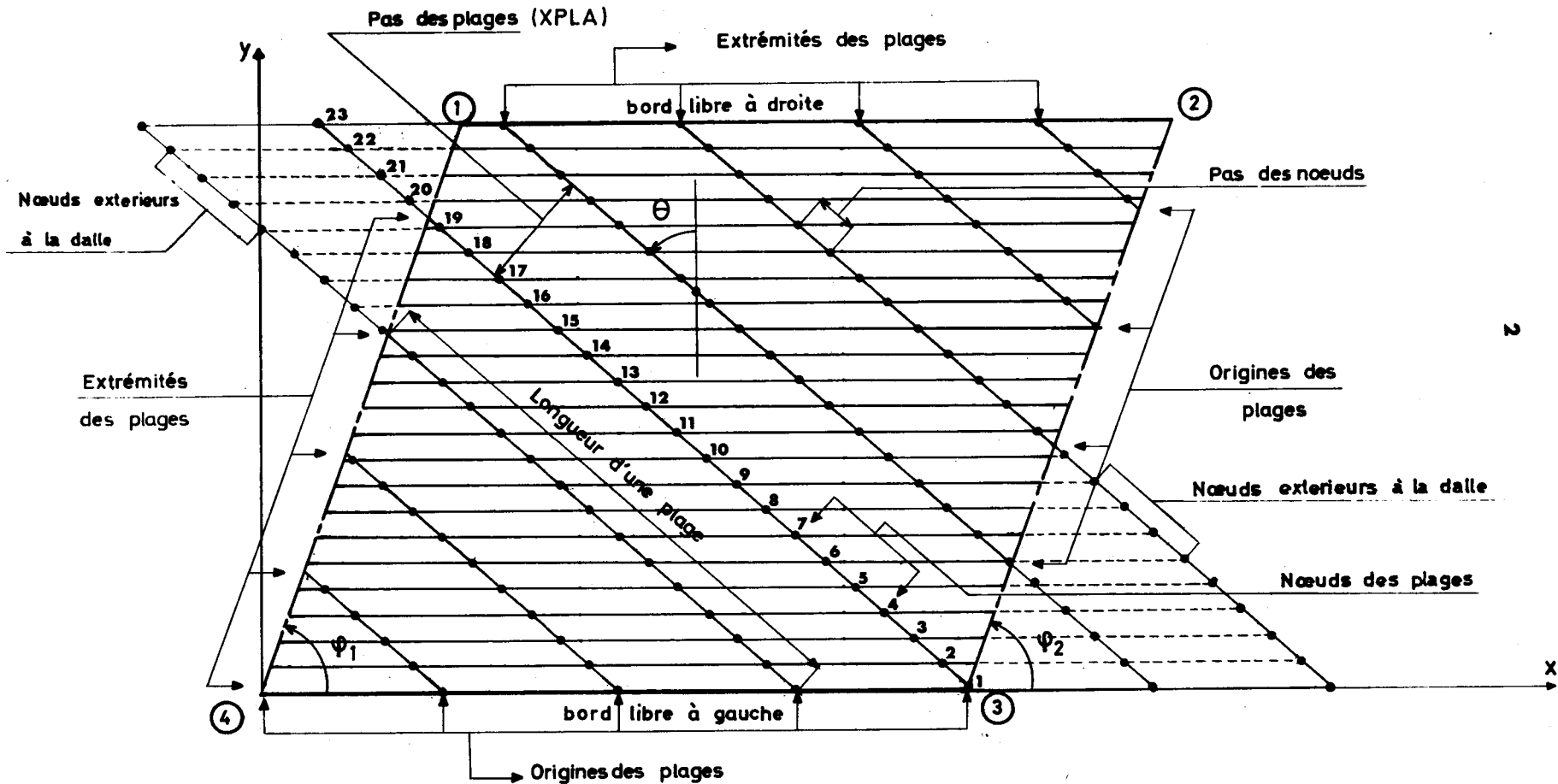
L'idée fondamentale, c'est de partager la dalle en différentes plages parallèles à une direction d'armature, de largeur $XPLA^*$, sauf la première de largeur $XPLA/2$ (pour tenir compte de ce qui se passe au voisinage du bord libre dans le cas où l'armature y est parallèle) et la dernière dont la largeur (donnée par la note de calcul) est fonction de la direction d'armature et de la configuration géométrique de la dalle. Ces plages sont de forme parallélogrammique ou trapézoïdale dont les deux bases sont parallèles à la direction d'armature. Les lignes médianes de ces plages coupent le contour géométrique de la dalle en leurs origines et extrémités.

La numérotation des plages se fait de la façon suivante (voir figure page 2).

- Si la direction d'armature est parallèle aux bords libres, la numérotation se fait du bord libre à gauche au bord libre à droite.

* XPLA est une donnée fixée par l'utilisateur, (voir pièce 4.2.3).

LA DALLE AVEC SES PLAGES DE FERRAILLAGE



Le premier noeud des plages est l'intersection de la ligne médiane de ces plages avec le bord libre à gauche. Les noeuds à l'extérieur de la dalle ont des sections d'acier nulles.

- Dans les autres cas, la numérotation se fait de la première ligne d'appui à la dernière.

Le programme PREPUR donne en sortie sur imprimante les coordonnées des origines et extrémités des lignes médianes des plages par rapport à un système d'axes dont l'origine O est l'intersection de la première ligne d'appui et du bord libre à gauche, l'axe Ox des abscisses est le bord libre à gauche dirigé de la première ligne d'appui à la dernière, et l'axe Oy des ordonnées est la normale à Ox et dirigé du bord libre à gauche au bord libre à droite (voir figure page 2). On remarque ici que les qualifications " gauche, droite " sont conservées pour rester en concordance avec celles du dossier MRB.BP 70 (cf. pièce 1.4, pièce 1.6 de ce dossier), x et y étant en revanche intervertis.

Le programme PREPUR donne aussi la longueur de chaque plage (longueur de la ligne médiane).

Ensuite, pour obtenir les sections d'acier nécessaires à chaque plage, le programme PREPUR fixe NP* noeuds sur la ligne médiane et détermine, par interpolation, les sections d'acier en ces noeuds à partir des résultats MRB.BA. Les noeuds extérieurs à la dalle ont des sections d'acier nulles.

Par convention, la numérotation des noeuds se fait de la façon suivante (voir figure page 2):

- Si la direction d'armature est parallèle aux bords libres, les noeuds n° 1 et NP sont respectivement les intersections de la première ligne d'appui et de la dernière avec les lignes médianes des plages.

- Si la direction d'armature n'est pas parallèle aux bords libres, les noeuds n° 1 et NP sont respectivement les intersections du bord libre à gauche (et éventuellement son prolongement) et du bord libre à droite (et éventuellement son prolongement) avec les lignes médianes des plages.

Une fois les sections d'acier pour chaque plage calculées, le programme PREPUR les décale de $Z/2$ et dessine sur imprimante les courbes enveloppes décalées de $Z/2$ des sections d'acier.

L'utilisateur pourra, alors, considérer ces plages comme des poutres et appliquera manuellement les règles de l'épure d'arrêt des barres aux courbes enveloppes. Ce qui suit présente une méthode pratique pour élaborer l'épure d'arrêt des barres à partir des résultats de PREPUR.

3 - METHODE PRATIQUE D'EPURE D'ARRET DES BARRES

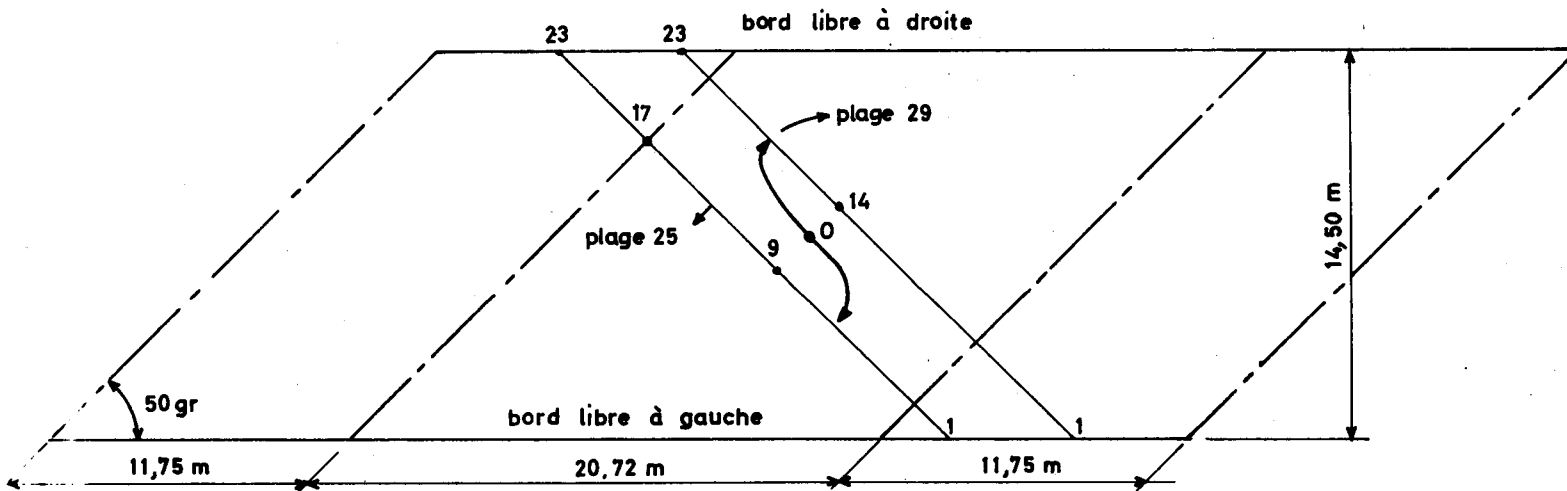
Pour illustrer cette méthode, nous avons pris la courbe enveloppe des sections d'acier de la plage n° 25 de la direction 1 du système de ferrailage 2 ($\theta = 50$ gr) de la face inférieure du second modèle d'application (cf. pièce 4.3.2).

* NP est une donnée fixée par l'utilisateur (voir pièce 4.2.3).

Il s'agit d'une dalle à trois travées solidaires, de biais géométrique 50 grades, et d'épaisseur 65 cm. Comme la dalle est symétrique, l'étude a été limitée à la moitié de l'ouvrage, (NP = 23).

La densité linéaire (par mètre de largeur) maximale est de 37 cm²/ml (voir figure page 7), nous avons pris 9 fers : 3 HA 14, 3 HA 20 et 3 HA 32 qui font une section totale de:
 $4,62 + 9,42 + 24,13 = 38,17 \text{ cm}^2$.

La courbe représentative des sections d'acier se compose de deux "demi-paraboles". La première débute au noeud 9 (intersection de la ligne médiane de la plage 25 avec la ligne passant par le centre 0 de la dalle et parallèle aux lignes d'appui) et se termine au noeud 17 (intersection de la ligne médiane de la plage 25 et la deuxième ligne d'appui). La deuxième demi-parabole débute au noeud 19 et se termine au noeud 23 (intersection de la ligne médiane de la plage 25 avec le bord libre à droite). La zone de raccordement comprise entre les noeuds 17 et 19 correspond à un minimum qui n'est pas en pratique à considérer.



Ces remarques faites, voici la marche à suivre pour l'établissement du ferrailage de la plage 25.

Les figures illustrant cette méthode se trouvent aux pages 7 et 8.

* Le caractère parabolique n'est pas absolu. Le mot " demi-parabole " n'est employé que par commodité de langage pour désigner un arc de courbe.

1°)- On dessine un segment de droite au niveau de 4,6 cm² d'acier, (les 3 HA 14) qui coupe la courbe aux points B et C. Les points B et C sont respectivement au milieu de la maille limitée par les noeuds 16, 17 et de la maille limitée par les noeuds 18, 19.

Au point A qui est au milieu de la maille limitée par les noeuds 9 et 10, les fers sont à prolonger dans l'autre moitié de la dalle, et au point D (bord de la dalle) ils sont à ancrer par courbure (dont la longueur forfaitaire est égale à $21 \phi = 21 \times 14 = 294 \text{ mm}$).

Donc de A à D il faut 3 HA 14 de longueur:
 $(23 - 9,5) \times 0,931 + 0,294 = 12,863 \text{ m}$
 0,931 m: pas de noeuds.

2°)- Un segment de droite au niveau de 14 cm² d'acier représente les 3 HA 14 + 3 HA 20. Il coupe la courbe aux points B1 et C1.

Les distances en abscisse des points B1, B et C, C1 sont respectivement
 $B1 \ B'1 \geq (1 + 0,5) \times 0,931 = 1,40 \text{ m}$ et
 $C1' \ C1 \geq (0,5 + 1 + 0,5) \times 0,931 = 1,862 \text{ m}$.

Ces deux distances sont supérieures à la longueur d'ancrage rectiligne $40\phi = 0,80 \text{ m}$ des HA 20. Donc B1 B'1 et C'1 C1 sont pris comme longueurs d'ancrage effectives de ces 3 HA 20.

Ces barres ont pour longueur:
 $A1 \ B'1 = (16,5 - 9,5) \times 0,931 = 6,52 \text{ m}$ (à prolonger au delà de A1) et
 $C'1 \ D1 = (23 - 18,5) \times 0,931 + 21 \times 0,02 = 4,61 \text{ m}$.

3°)- Le segment A2 B2 au niveau de 22 cm² d'acier représente 1 HA 32.

La distance B2 B'2, voisine de $(0,5 + 0,5) \times 0,931 = 0,931 \text{ m}$, est inférieure à $40\phi = 40 \times 32 = 1,28 \text{ m}$.

Cette barre HA 32 a une longueur de:
 $(13,5 - 9,5) \times 0,931 + 1,28 = 5 \text{ m}$ (à prolonger au delà de A2).

4°)- Le segment A3 B3 au niveau de 30 cm² d'acier représente 1 HA 32.

$B3 \ B'3 \geq (1 + 0,5) \times 0,931 = 1,40 \text{ m} \geq 40\phi = 1,28 \text{ m}$.

Cette barre HA 32 a une longueur de:
 $(12 - 9,5) \times 0,931 + 1,40 = 3,725 \text{ m}$ (à prolonger).

5°)- Le segment A4 B4 au niveau de 38 cm² d'acier permet d'envelopper le maximum 37 cm² de la courbe, B4 étant l'intersection du segment avec la tangente à la courbe au point B3.

$B4 \ B'4 \geq (1 + 0,5) \times 0,931 = 1,40 \text{ m} \geq 40\phi = 1,28 \text{ m}$.

Cette barre HA 32 a une longueur de:
 $A4 \ B'4 = (12 - 9,5) \times 0,931 = 2,325 \text{ m}$ (à prolonger).

6°)- Pour le sommet de 16 cm², il suffit d'ajouter 1 HA 14 de longueur:

$$C2 D2 + (40 + 21) \times 0,014 = (1 + 0,5) \times 0,931 + 0,854 =$$

$$1,397 + 0,854 = 2,251 \text{ m.}$$

7°)- Pour avoir l'autre partie de la plage, il suffit de combiner cette plage avec la symétrique par rapport au centre O de la plage 29 (voir figure page 8).

La figure en page 7 représente le ferrailage complet de la plage n° 25.

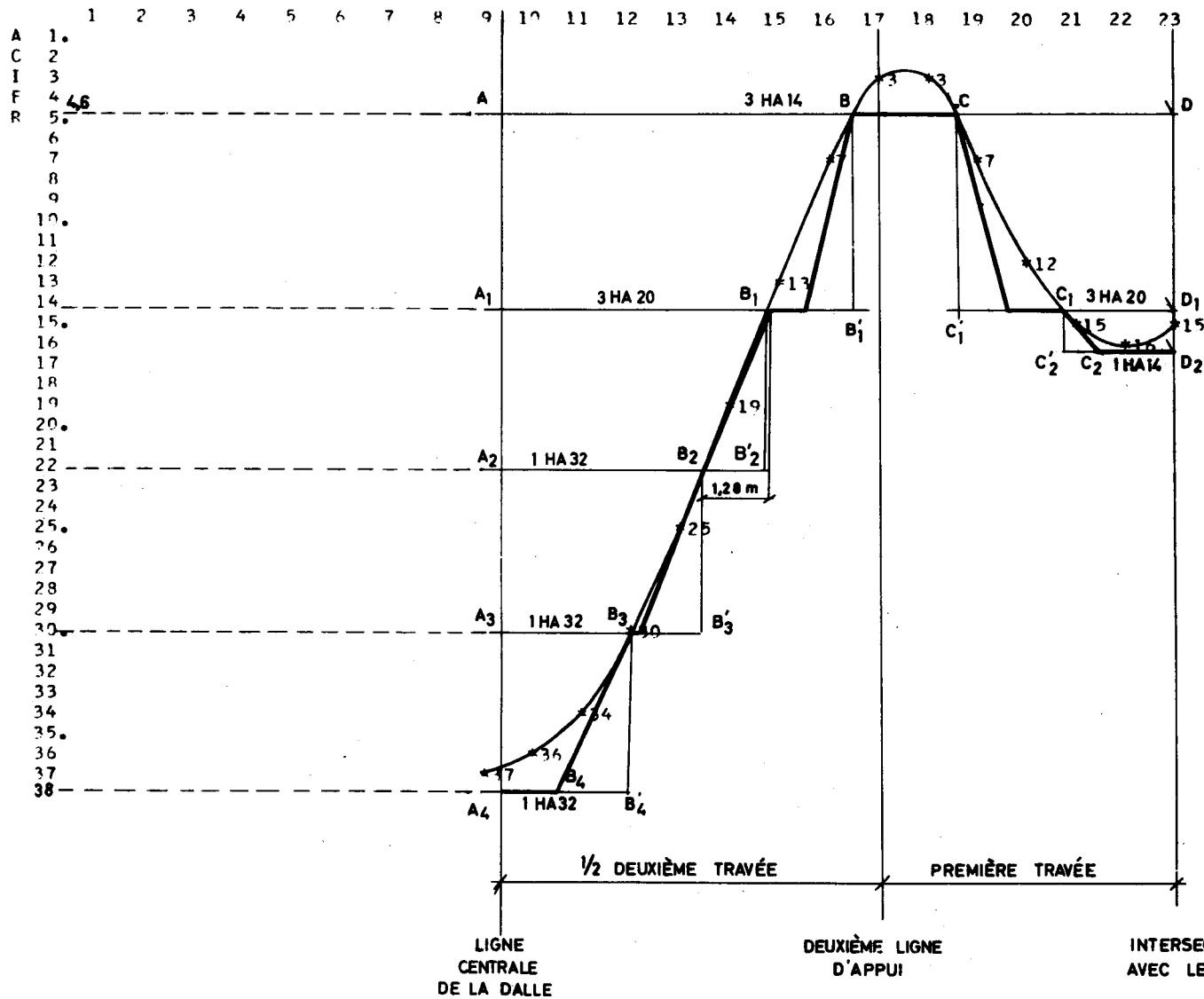
COURBE REPRESENTATIVE

ENVELOPPE DES SECTIONS D'ACIER DECALEE DE Z/2 EN CM²/ML AUX NOEUDS DE LA PLAGE NUMERO 25

DE LA DIRECTION 1 DU SYSTEME DE FERRAILLAGE 2 DE LA FACE INFÉRIEUR

TETA= 50.00GRADES***PAS DES NOEUDS=0.931M

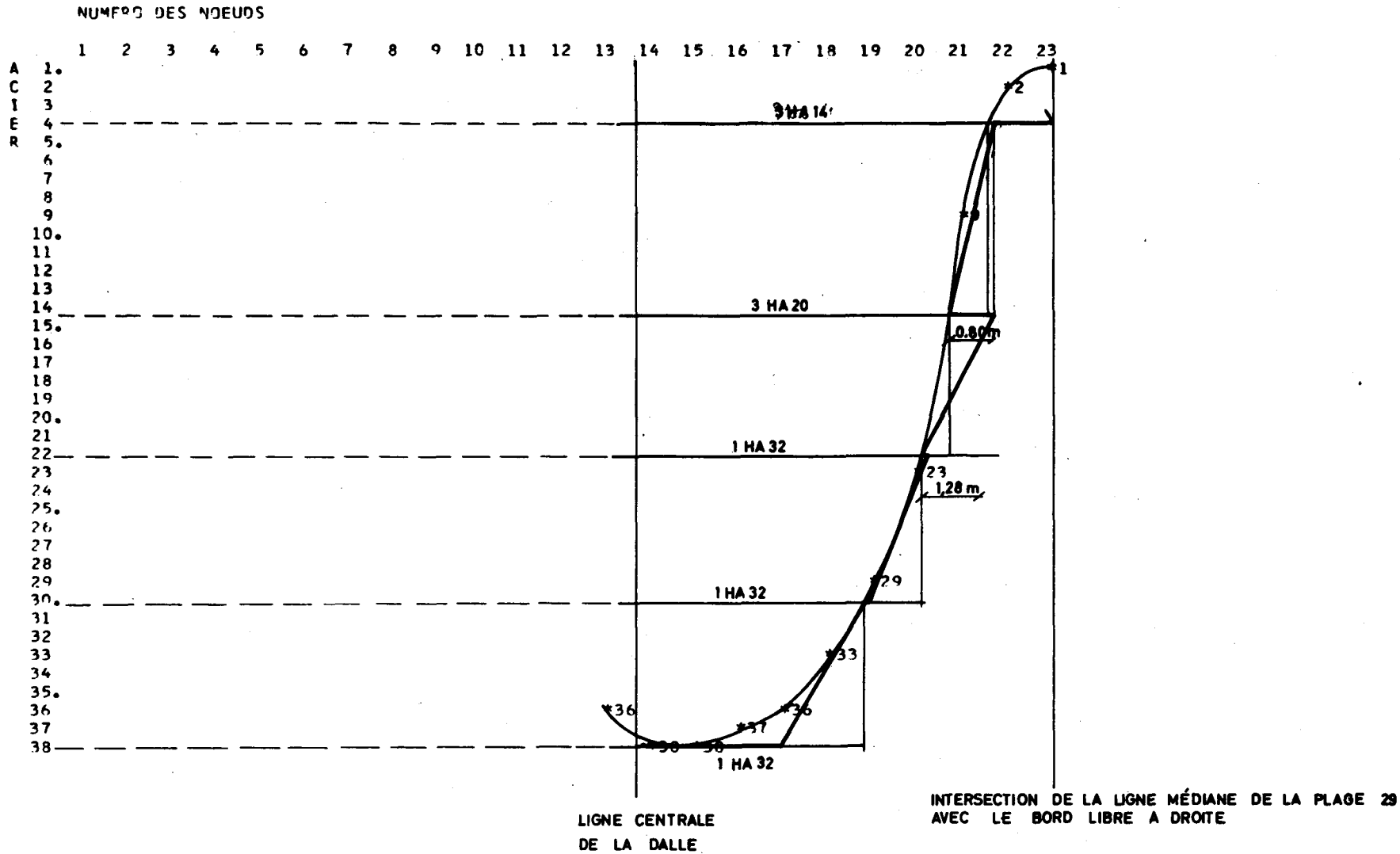
NUMERO DES NOEUDS



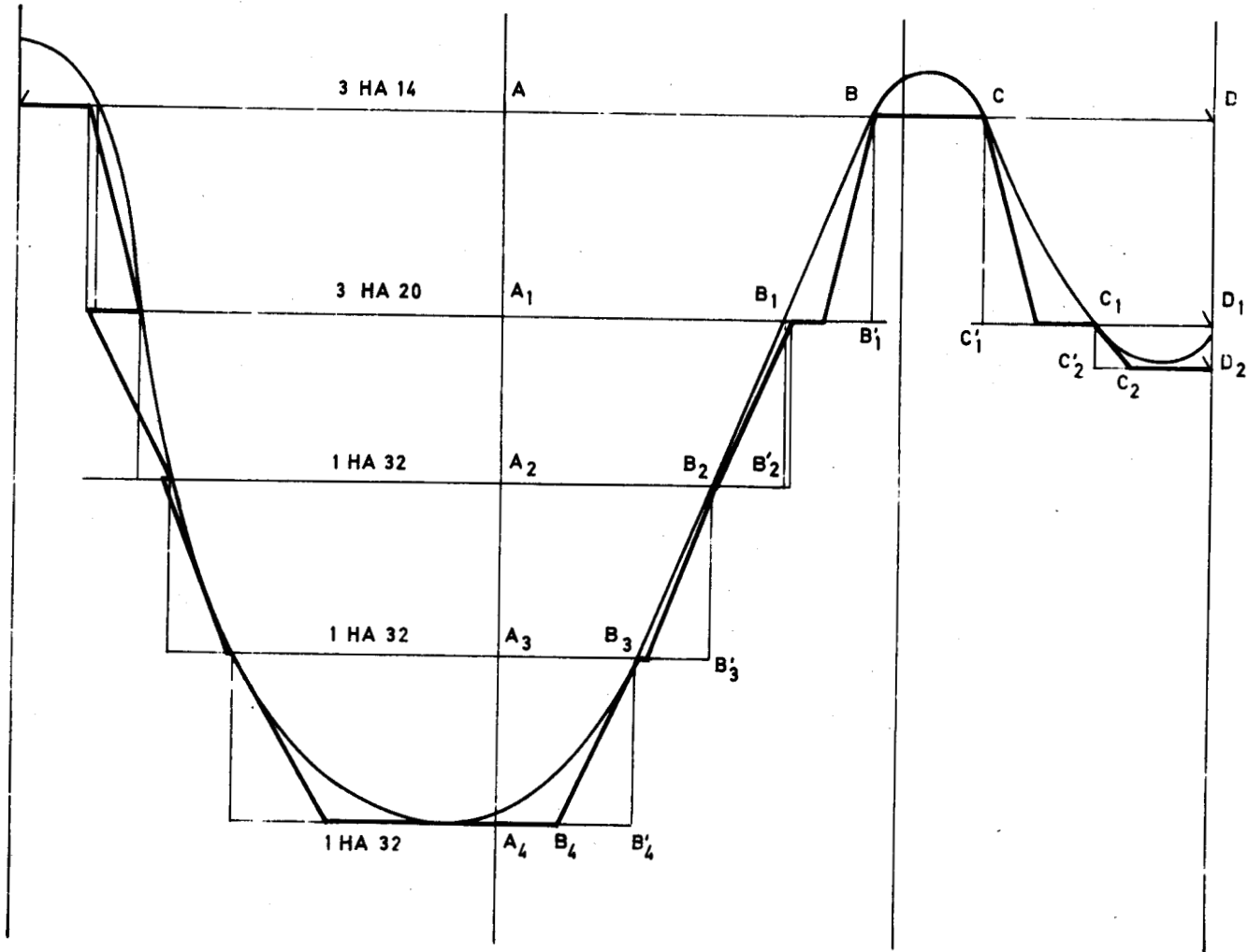
COURBE REPRESENTATIVE

ENVELOPPE DES SECTIONS D'ACIER DÉCALÉE DE Z/2 EN CM²/ML AUX NOEUDS DE LA PLAGE NUMERO 29
DE LA DIRECTION 1 DU SYSTEME DE FERRAILLAGE 2 DE LA FACE INFÉRIEURE

TETA= 50.00GRADES***PAS DES NOEUDS=0.931M



FERRAILLAGE COMPLET DE LA PLAGE 25



INTERSECTION DE LA LIGNE
MÉDIANE DE LA PLAGE 25
AVEC LE BORD LIBRE A GAUCHE

LIGNE CENTRALE
DE LA DALLE

DEUXIÈME LIGNE
D'APPLI'

INTERSECTION DE LA LIGNE
MÉDIANE DE LA PLAGE 25
AVEC LE BORD LIBRE A DROITE

SETRA

SERVICE D'ETUDES
TECHNIQUES
DES ROUTES
ET AUTOROUTES

DOA B

OUVRAGES TYPES

PSI.DA 68

PONTS-DALLES (ET PORTIQUES OUVERTS)
EN BÉTON ARMÉ DE BIAIS PRONONCÉ

4.2.2

Note de calcul commentée

AOÛT 1973

Ce document est propriété de l'administration et ne peut être utilisé ou reproduit même partiellement sans l'autorisation du Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes ou de son représentant autorisé

On reproduit ci-après la partie essentielle de la note de calcul du programme PREPUR d'un pont-dalle à trois travées, qui sert également de modèle d'application (voir pièce 4.3.2).

Il s'agit d'une dalle continue à trois travées, symétrique par rapport à son centre 0, de largeur droite 14,50 m, de portées biaisées 11,75 m, 20,72 m et 11,75 m, de biais géométrique 50 grades et d'épaisseur 0,65 m.

1°/ Chargement : (règlement de charges de 1960)

Le calcul MRB.BA a été fait avec :

- $A(\ell)$ sur la travée 1,2 et 1 + 2
- B_c en 4 files sur la travée 1, excentrés vers le bord libre à droite
- Char sur la travée 1, excentré vers le bord libre à droite.

La note de calcul MRB.BA donne des résultats qui permettent de conclure que, dans ce cas, le chargement par $A(\ell)$ est toujours plus défavorable que les autres chargements (B_c et char). En général, quand les chargements ne paraissent pas envelopper tous les cas possibles, il est indispensable de rendre le ferrailage plus logique que celui donné par MRB.BA en jouant sur la symétrie géométrique ou mécanique de la dalle.

2°/ Acier : Le pont a été calculé par MRB.BA pour deux systèmes de ferrailage :

<u>Système 1</u> :	<u>Directions</u>	$\theta_1 = 50 \text{ gr}$	$\theta_2 = - 50 \text{ gr}$
	<u>Consommation</u>	face inférieure	8,860 t
		face supérieure	6,209 t
<u>Système 2</u> :	<u>Directions</u>	$\theta_1 = 50 \text{ gr}$	$\theta_2 = 100 \text{ gr}$
	<u>Consommation</u>	face inférieure	8,273 t
		face supérieure	7,969 t.

Ces résultats concernent seulement la moitié du pont, en raison de sa symétrie.

Les sections d'armatures ont été calculées avec les hauteurs utiles et bras de levier suivants :

Direction	1	0,60 m	0,51 m
Direction	2	0,62 m	0,52 m

On a pris, pour le calcul de ferrailage, des aciers Fe E 40 de diamètre 20 mm avec 28 000 t/m² comme contrainte de traction admissible. Or, dans les plans de ferrailage effectif, il est fort possible qu'on utilise des aciers de diamètre supérieur à 20 mm. Si l'utilisateur emploie des HA 32 à la place des HA 20, il y aura une majoration aisée à calculer due à la différence des limites d'élasticité nominale et des bras de levier.

Cette majoration est de l'ordre de 7% dans le cas d'une dalle de 0,50 cm d'épaisseur.

3°/ Béton: Dosage du béton: 400 kg/m³ (contrôle strict)

Contrainte de traction de référence du béton: 7,5 bars

Coefficient de Poisson: 0,15

Rigidité: $0,297 \cdot 10^{-5}$ tm²/m

DETERMINATION DES PLAGES DE FERRAILLAGES POUR TETA= 50.00GRADES

L'ORIGINE DES AXES DE REFERENCE EST LE SOMMET EN BAS ET A GAUCHE DE LA DALLE
 L'AXE DES ABSCISSES EST PARALLELE AU BORD LIBRE ET DIRIGE DE GAUCHE A DROITE
 L'AXE DES ORDONNEES EST PERPENDICULAIRE AU BORD LIBRE ET DIRIGE DE BAS EN HAUT
 LES PLAGES SONT NUMEROTEES DE GAUCHE A DROITE
 L'UNITE DE LONGUEUR EST LE METRE
 TETA EST L'ANGLE QUE FAIT L'ARMATURE AVEC LA NORMALE AU BORD LIBRE , COMPTE
 POSITIVEMENT DANS LE SENS TRIGONOMETRIQUE
 PAS DES PLAGES= 1.000 M.

Plages perpendiculaires aux lignes d'appui (voir page 3)

L'origine est l'intersection de la première ligne d'appui et du bord libre à gauche (voir figure page 3)

Limites des lignes médianes des plages

PLAGE	ORIGINE		EXTREMITE		LONGUEUR
	X0	Y0	X1	Y1	
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1.414	0.0	0.707	0.707	1.000
3	2.828	0.0	1.414	1.414	2.000
4	4.243	0.0	2.121	2.121	3.000
5	5.657	0.0	2.828	2.828	4.000
6	7.071	0.0	3.536	3.536	5.000
7	8.485	0.0	4.243	4.243	6.000
8	9.899	0.0	4.950	4.950	7.000
9	11.314	0.0	5.657	5.657	8.000
10	12.728	0.0	6.364	6.364	9.000
11	14.142	0.0	7.071	7.071	10.000
12	15.556	0.0	7.778	7.778	11.000
13	16.971	0.0	8.485	8.485	12.000
14	18.385	0.0	9.192	9.192	13.000
15	19.799	0.0	9.899	9.899	14.000
16	21.213	0.0	10.607	10.607	15.000
17	22.627	0.0	11.314	11.314	16.000

Longueurs limitées à la mi-portée de la travée centrale pour raison de symétrie.

INFORMATIQUE

18	23.935	0.107	12.021	12.021	16.849
19	24.642	0.814	12.728	12.728	16.849
20	25.349	1.521	13.435	13.435	16.849
21	26.056	2.228	14.142	14.142	16.849
22	26.763	2.935	15.194	14.504	16.361
23	27.470	3.642	16.609	14.504	15.361
24	28.177	4.349	18.023	14.504	14.361
25	28.885	5.057	19.437	14.504	13.361
26	29.592	5.764	20.851	14.504	12.361
27	30.299	6.471	22.266	14.504	11.361
28	31.006	7.178	23.680	14.504	10.361
29	31.713	7.885	25.094	14.504	9.361
30	32.420	8.592	26.508	14.504	8.361
31	33.127	9.299	27.922	14.504	7.361
32	33.834	10.006	29.337	14.504	6.361
33	34.541	10.713	30.751	14.504	5.361
34	35.248	11.420	32.165	14.504	4.361
35	35.956	12.128	33.579	14.504	3.361
36	36.663	12.835	34.993	14.504	2.361
37	37.370	13.542	36.408	14.504	1.361
38	38.077	14.249	37.822	14.504	0.361

Les épures d'arrêt des barres de ces plages sont données aux pages 10, 11, 12.

SECTIONS D'ACIER DU PROGRAMME MRB-BA EN CH2/ML AUX NOEUDS DU MAILLAGE CARRE 1.036* 1.036

DE LA DIRECTION 1 DU SYSTEME DE FERRAILLAGE 2 DE LA FACE INFÉRIEURE

TETA= 50.00GRADES***PAS DES NOEUDS=1.036M

NUMERO DES NOEUDS	NUMERO DES NOEUDS													
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	4	4	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	6	7	4	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	9	9	9	7	4	1	0	0	0	0	0	0	0	
8	11	12	12	12	10	0	2	0	0	0	0	0	0	
9	13	14	15	15	14	10	6	3	0	0	0	0	0	
10	14	16	17	18	17	15	11	6	6	0	0	0	0	
11	14	16	18	19	18	17	14	11	10	8	0	0	0	
12	12	15	17	18	18	18	16	16	15	11	8	0	0	
13	1	11	13	15	16	18	19	19	17	13	11	3	0	
14	1	1	4	9	14	17	19	19	17	14	12	8	8	
15	1	1	1	3	12	15	16	17	17	15	14	12	11	
16	7	1	1	2	9	8	9	12	14	14	14	12	10	
17	9	1	1	1	2	1	1	6	10	14	12	11	11	
18	11	5	1	2	1	1	1	1	6	12	12	13	13	
19	13	13	11	6	1	1	1	1	1	9	13	16	15	
20	13	16	14	5	1	1	1	1	1	8	15	17	16	
21	11	16	15	8	1	1	1	1	1	8	14	15	15	
22	9	15	16	12	3	1	1	1	1	6	6	7	11	
23	8	14	16	15	9	3	1	1	1	1	1	1	6	
24	12	15	17	17	15	11	6	4	6	2	1	1	1	
25	16	19	21	22	21	18	15	14	11	3	1	1	1	
26	20	23	25	26	26	25	23	20	17	13	8	1	1	

Commentaire : On reproduit ici le tableau des sections d'acier MRB-BA du ferrailage optimal qu'on a choisi au départ. Ces tableaux sont fournis sous forme de cartes perforées par le programme MRB-BA. Ces cartes servent de données d'entrées au programme PREPUR. Le système de maillage carré de MRB est respecté.

27	23	26	28	30	31	31	30	28	26	24	22	21	1
28	26	29	31	33	34	35	34	34	32	31	30	27	24
29	29	31	33	35	37	37	37	37	36	35	33	31	28
30	30	32	34	36	37	38	38	38	37	36	34	32	30
31	28	31	33	35	36	37	37	37	37	35	33	31	29
32	24	27	30	31	32	34	34	35	34	33	31	29	26
33	1	21	22	24	26	28	30	31	31	30	28	26	23
34	1	1	8	13	17	20	23	25	26	26	25	23	20
35	1	1	1	3	11	14	15	18	21	22	21	19	16
36	1	1	1	2	6	4	6	11	15	17	17	15	12
37	4	1	1	1	1	1	1	3	9	15	16	14	8

SECTIONS D'ACIER NON DECALEES COMPTEES EN CM2/ML AUX NOEUDS DES PLAGES
 DE LA DIRECTION 1 DU SYSTEME DE FERRAILLAGE 2 DE LA FACE INFERIEURE

TETA= 50.00GRADES***PAS DES NOEUDS=0.932M

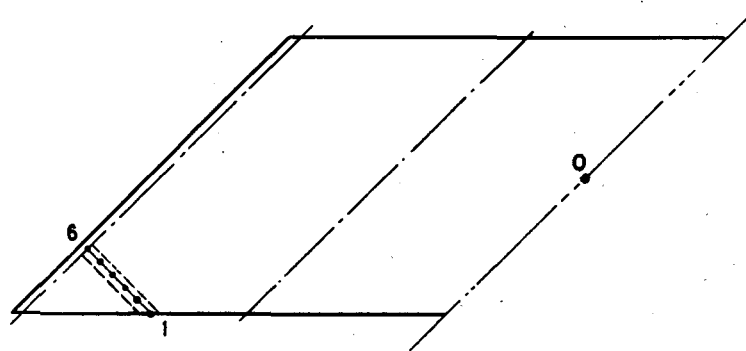
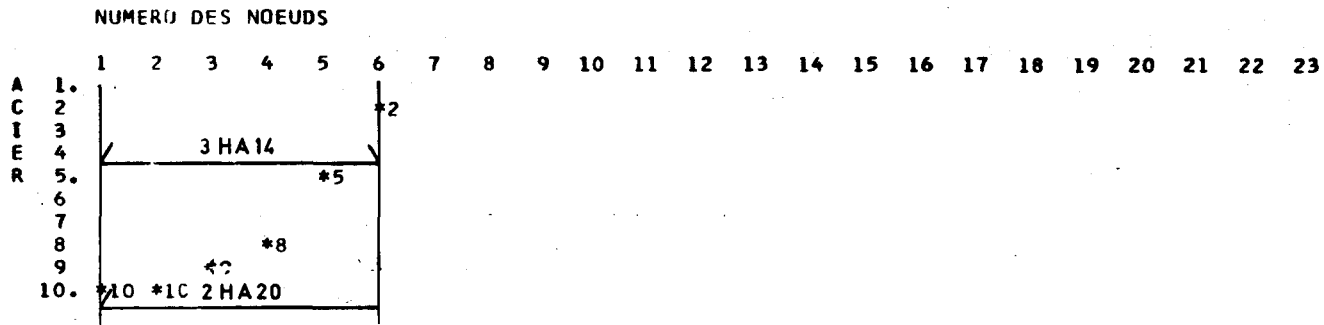
VOIR FIGURE
 PAGE 3

NUMERO DES PLAGES	NUMERO DES NOEUDS																								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	5	4	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	7	6	5	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	10	10	8	7	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	12	12	12	10	8	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
8	12	14	14	14	13	10	7	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
9	10	13	15	16	16	15	13	9	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
10	2	3	13	16	17	18	17	14	11	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
11	1	1	3	12	16	18	19	18	16	11	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
12	14	5	1	1	8	14	18	19	18	17	12	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
13	17	12	6	2	2	5	11	16	18	18	16	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
14	15	14	9	2	1	2	4	11	15	18	18	16	13	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
15	10	13	13	8	3	2	2	6	13	16	18	19	18	15	12	7	0	0	0	0	0	0	0	0	
16	5	10	14	15	12	4	2	2	7	10	15	18	19	19	17	13	8	0	0	0	0	0	0	0	
17	3	7	12	16	16	12	7	3	2	2	5	11	16	18	18	15	12	9	0	0	0	0	0	0	
18	0	9	10	15	16	14	8	4	1	1	1	1	8	13	17	16	14	12	7	0	0	0	0	0	
19	0	0	15	15	16	16	12	6	1	1	1	1	2	6	12	14	15	14	11	6	0	0	0	0	
20	0	0	0	19	18	17	16	11	3	2	1	1	1	2	6	12	14	14	14	12	9	0	0	0	
21	0	0	0	0	24	22	20	16	10	4	1	1	1	1	1	7	12	13	12	12	11	11	0	0	
22	0	0	0	0	0	27	26	23	19	12	5	1	1	1	1	5	10	13	13	13	11	10	9	0	
23	0	0	0	0	0	0	31	29	26	21	15	7	3	1	1	5	10	14	16	16	14	13	12	0	
24	0	0	0	0	0	0	0	34	32	30	25	19	13	6	4	2	5	9	15	17	16	15	14	0	
25	0	0	0	0	0	0	0	0	37	35	33	29	23	17	11	5	2	2	5	10	15	16	15	0	

26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	37	35	32	27	20	12	3	2	1	2	8	14	15
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	38	37	35	30	25	16	7	2	1	2	7	14
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	38	38	38	36	33	29	23	12	1	1	1	3
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	38	38	37	35	32	27	21	4	1	1
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	36	36	36	35	33	29	23	1	2	
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	33	34	34	33	32	30	26	20	
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30	30	31	31	30	30	26	
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	27	27	27	28	28	
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22	23	23	23	23	
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18	19	19	19	
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	14	14	
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	9	
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	

COURBE REPRESENTATIVE

ENVELOPPE DES SECTIONS D'ACIER DECALEE DE Z/2 EN CM²/ML AUX NOEUDS DE LA PLAGE NUMERO 6
 DE LA DIRECTION 1 DU SYSTEME DE FERRAILLAGE 2 DE LA FACE INFERIEURE
 TETA= 50.00GRADES***PAS DES NOEUDS=0.932M

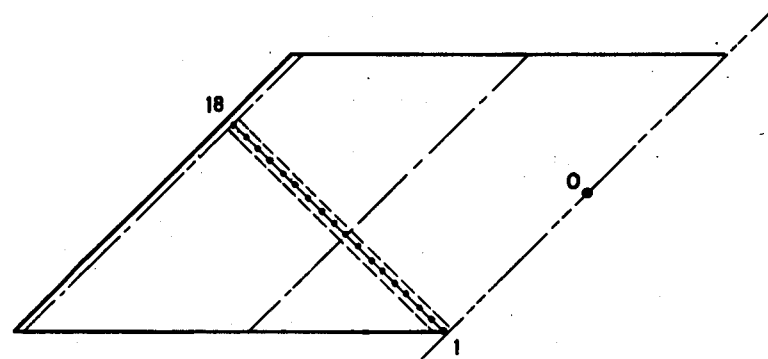
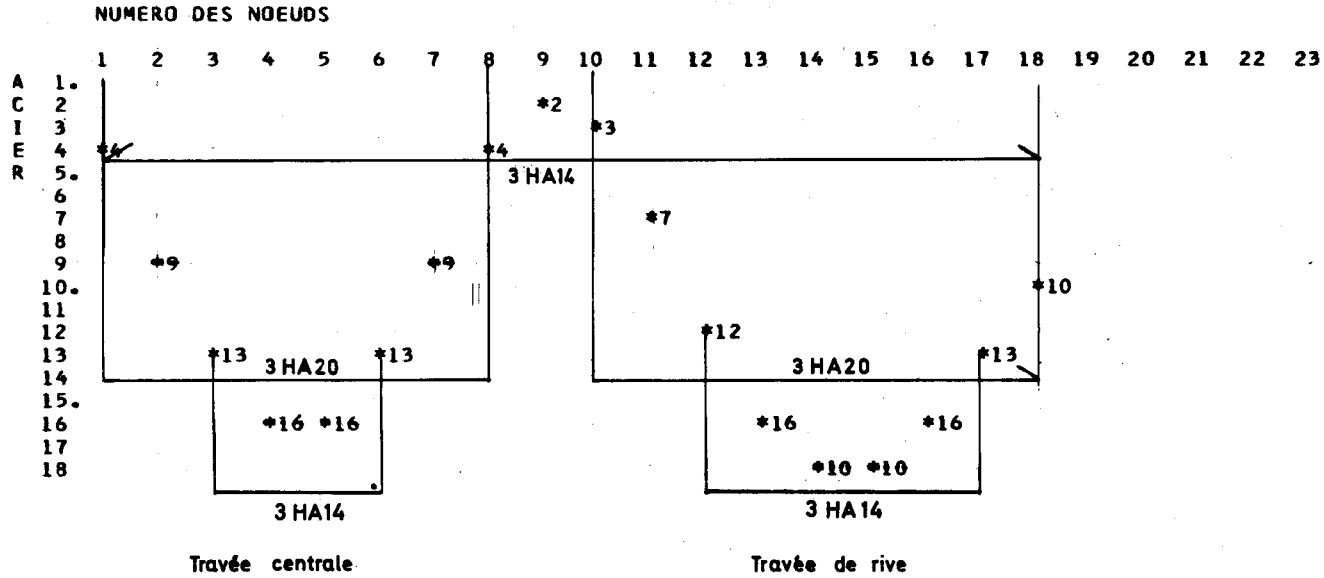


COURBE REPRESENTATIVE

ENVELOPPE DES SECTIONS D'ACIER DECALEE DE Z/2 EN CM²/ML AUX NOEUDS DE LA PLAGE NUMERO 17

DE LA DIRECTION 1 DU SYSTEME DE FERRAILLAGE 2 DE LA FACE INFERIEURE

TETA= 50.00GRADES***PAS DES NOEUDS=0.932M



COURBE REPRESENTATIVE

ENVELOPPE DES SECTIONS D'ACIER DECALEE DE Z/2 EN CM2/ML AUX NOEUDS DE LA PLAGE NUMERO 28
 DE LA DIRECTION 1 DU SYSTEME DE FERRAILLAGE 2 DE LA FACE INFÉRIEURE
 TETA= 50.00GRADES***PAS DES NOEUDS=0.932M

NUMERO DES NOEUDS

A
C
I
E
R

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
26.
27.
28.
29.
30.
31.
32.
33.
34.
35.
36.
37.
38.

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17 18 19 20 21 22 23

Commentaire :

La gamme des diamètres d'acier est $\emptyset 32, \emptyset 20, \emptyset 14$.

Soit $S(3\emptyset X)$ la section totale de 3 barres d'acier de diamètre X.

On a :

$S(3\emptyset 14) = 4,618 \text{ cm}^2$

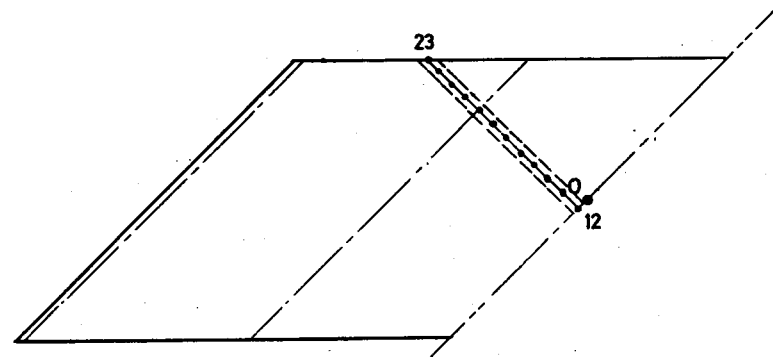
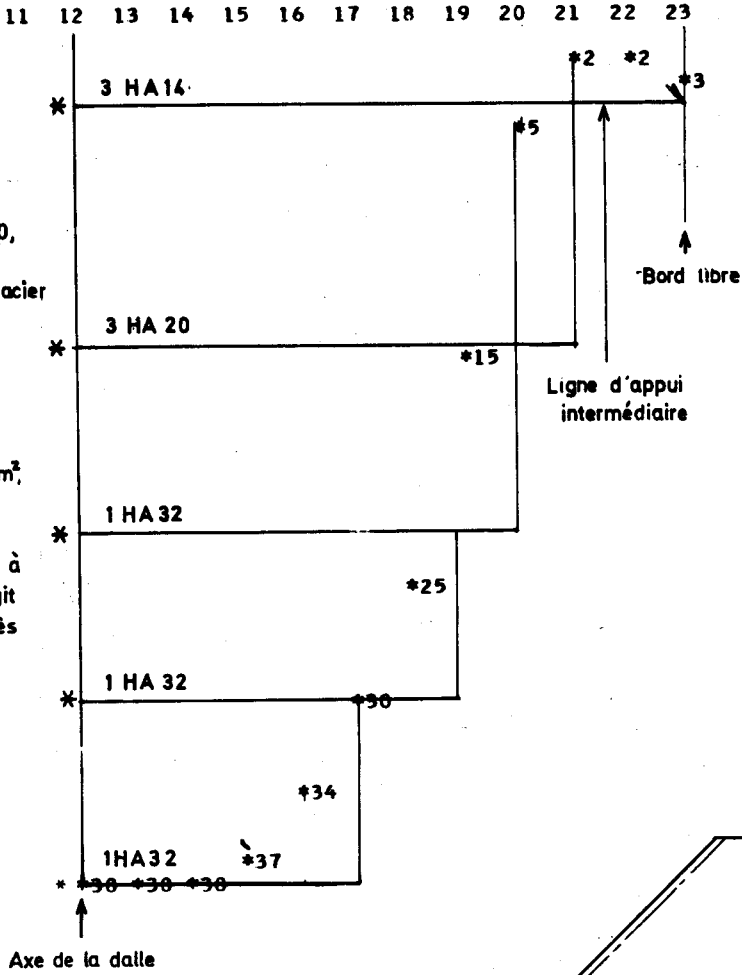
$S(3\emptyset 20) = 9,425 \text{ cm}^2$

$S(3\emptyset 32) = 24,127 \text{ cm}^2$

Comme $S(3\emptyset 20) + S(3\emptyset 32) + S(3\emptyset 14) = 38,17 \text{ cm}^2$, cette section est supérieure au maximum de la courbe représentative enveloppe.

Les extrémités marquées d'un astérisque sont à prolonger sur l'autre moitié de la dalle (il s'agit ici de l'étude de la moitié de la dalle) d'après la plage n°27.

Les barres retournées sont à ancrer.



DETERMINATION DES PLAGES DE FERRAILLAGES POUR TETA= 100.00GRADES

L'ORIGINE DES AXES DE REFERENCE EST LE SOMMET EN BAS ET A GAUCHE DE LA PALLE
 L'AXE DES ABSCISSES EST PARALLELE AU BORD LIBRE ET DIRIGE DE GAUCHE A DROITE
 L'AXE DES ORDONNEES EST PERPENDICULAIRE AU BORD LIBRE ET DIRIGE DE BAS EN HAUT
 LES PLAGES SONT NUMEROTEES DE GAUCHE A DROITE
 L'UNITE DE LONGUEUR EST LE METRE
 TETA EST L'ANGLE QUE FAIT L'ARMATURE AVEC LA NORMALE AU BORD LIBRE , COMPTE
 POSITIVEMENT DANS LE SENS TRIGONOMETRIQUE
 PAS DES PLAGES= 1.000 M

L'origine est l'intersection de la première ligne d'appui et du bord libre à gauche (voir figure page 16)

Limites des lignes médianes des plages

PLAGE	Limites des lignes médianes des plages				LONGUEUR
	ORIGINE		EXTREMITE		
	X0	Y0	X1	Y1	
1	0.0	0.0	23.828	0.0	23.828
2	1.000	1.000	24.828	1.000	23.828
3	2.000	2.000	25.828	2.000	23.828
4	3.000	3.000	26.828	3.000	23.828
5	4.000	4.000	27.828	4.000	23.828
6	5.000	5.000	28.828	5.000	23.828
7	6.000	6.000	29.828	6.000	23.828
8	7.000	7.000	30.828	7.000	23.828
9	8.000	8.000	31.828	8.000	23.828
10	9.000	9.000	32.828	9.000	23.828
11	10.000	10.000	33.828	10.000	23.828
12	11.000	11.000	34.828	11.000	23.828
13	12.000	12.000	35.828	12.000	23.828
14	13.000	13.000	36.828	13.000	23.828
15	14.000	14.000	37.828	14.000	23.828

Longueurs limitées à la mi-portée de la travée centrale pour raison de symétrie.

Les épures d'arrêt des barres de ces plages sont données aux pages 18 et 19.

SECTIONNS D'ACIER DU PROGRAMME MRB-BA EN CM2/ML AUX NOEUDS DU MAILLAGE CARRE 1.036* 1.036

DE LA DIRECTION 2 DU SYSTEME DE FERRAILLAGE 2 DE LA FACE INFÉRIEURE

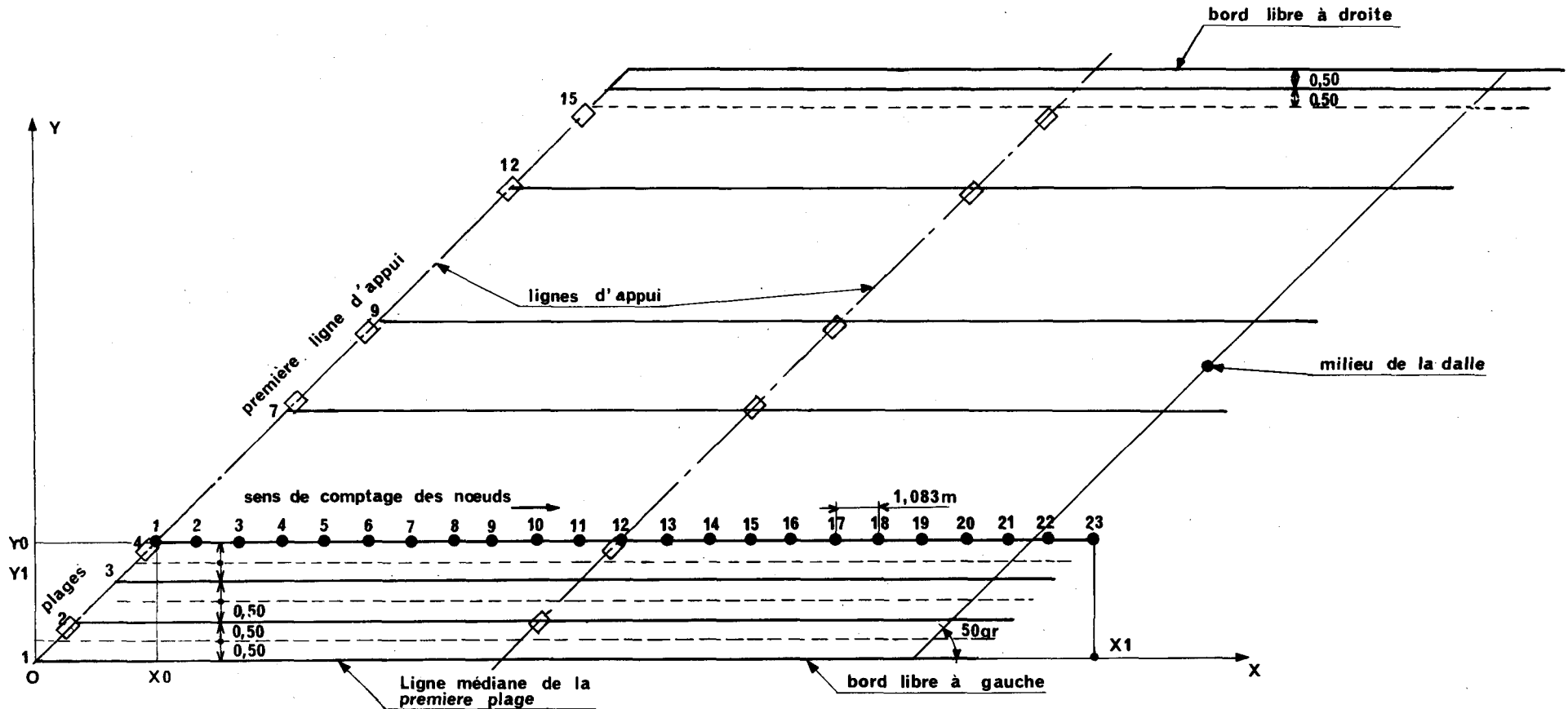
TETA= 100.00GRADES***PAS DES NOEUDS=1.036M

NUMERO DES NOEUDS	NUMERO DES NOEUDS													
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	5	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	7	5	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	11	9	9	8	6	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	13	11	9	7	4	3	0	0	0	0	0	0	0	
8	14	12	10	7	6	6	5	0	0	0	0	0	0	
9	13	11	9	7	7	6	5	4	0	0	0	0	0	
10	11	9	8	6	6	6	5	6	7	0	0	0	0	
11	6	5	4	4	4	5	5	6	8	7	0	0	0	
12	1	1	1	1	2	3	4	7	7	4	4	0	0	
13	1	1	1	1	1	2	5	6	6	5	7	8	0	
14	1	1	1	1	1	4	6	6	5	6	9	16	22	
15	1	1	1	1	3	6	6	6	4	6	13	21	26	
16	3	1	1	2	9	7	4	3	4	8	14	21	25	
17	7	1	1	15	14	4	1	3	4	8	14	21	24	
18	13	10	14	21	12	1	1	1	3	10	14	21	24	
19	18	18	18	14	1	1	1	1	2	10	15	21	25	
20	20	19	16	6	1	1	1	1	1	8	18	22	24	
21	19	18	14	6	1	1	1	1	1	17	22	22	22	
22	18	17	14	8	2	1	1	1	14	25	20	15	16	
23	18	16	14	10	5	2	1	3	17	20	5	1	5	
24	22	18	14	11	8	6	4	7	10	4	1	1	1	
25	25	21	17	14	11	8	5	4	1	1	1	1	1	
26	27	23	19	16	13	9	6	2	1	1	1	1	1	

Commentaire : On reproduit ici le tableau des sections d'acier MRB-BA du ferrailage optimal qu'on a choisi au départ.
 Ces tableaux sont fournis sous forme de cartes perforées par le programme MRB-BA. Ces cartes servent de données d'entrées au programme PREPUR.
 Le système de maillage carré de MRB est respecté.

INFORMATIQUE

27	27	23	20	16	13	10	7	3	1	1	1	1	1
28	26	22	19	16	13	11	8	6	3	1	1	1	1
29	22	20	17	14	12	11	9	8	7	6	6	7	7
30	16	15	13	11	10	10	10	10	10	11	13	15	16
31	7	7	6	6	7	8	9	11	12	14	17	20	22
32	1	1	1	1	3	6	8	11	13	16	19	22	26
33	1	1	1	1	1	4	7	10	13	16	20	23	27
34	1	1	1	1	1	2	6	9	13	16	19	23	27
35	1	1	1	1	1	4	5	8	11	14	17	21	25
36	1	1	1	4	10	7	4	6	8	11	14	18	22
37	4	1	5	19	15	3	1	2	5	10	14	17	18



Commentaire - Les plages sont repérées par leurs lignes médianes. Ici on a 15 plages parallèles au bord libre. La première plage est de largeur 0,50m et sa ligne médiane est confondue avec le bord libre à gauche. La dernière plage est de largeur $[E_{DALLE} - (K_{MAX}) - 0,50]$ m où

E_{DALLE} : largeur droite de la dalle en mètre.

K_{MAX} : nombre maximal des plages, ici 15.

Les 23 noeuds sont comptés sur la ligne médiane de gauche à droite

SECTIONS D'ACIER NON DECALEES COMPTEES EN CM2/ML AUX NOEUDS DES PLAGES

DE LA DIRECTION 2 DU SYSTEME DE FERRAILLAGE 2 DE LA FACE INFÉRIEURE

VOIR FIGURE PAGE 16

TETA= 100.00GRADES***PAS DES NOEUDS=1.083M

NUMERO DES PLAGES	NUMERO DES NOEUDS																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	5	8	8	9	10	14	16	16	15	11	5	1	1	1	4	11	16	18	21	21	20	20	26
2	5	6	6	8	12	14	14	13	10	5	1	1	1	3	6	12	17	20	20	19	19	22	26
3	3	2	6	10	12	12	11	9	4	1	1	1	2	2	7	15	19	19	18	17	18	21	24
4	1	6	9	10	11	10	8	4	1	1	1	1	1	8	16	18	16	15	15	15	17	20	21
5	5	8	8	8	8	7	4	1	1	1	2	6	16	18	11	8	9	10	12	14	16	17	17
6	6	5	7	7	6	4	2	1	2	4	10	14	10	3	2	3	5	8	11	13	14	14	13
7	3	6	7	7	5	3	2	4	6	8	8	3	1	1	2	2	5	8	10	11	12	12	11
8	5	6	6	6	4	5	6	6	5	2	1	1	1	1	2	3	6	7	8	9	10	10	10
9	4	6	6	7	6	6	6	4	3	1	1	1	1	2	4	6	4	4	6	8	10	11	11
10	5	8	8	7	6	5	4	4	3	2	1	3	11	12	7	2	2	3	6	9	12	13	13
11	6	6	6	6	6	7	7	8	8	6	13	21	17	3	1	1	2	4	9	13	15	15	15
12	4	6	8	10	12	12	13	14	15	21	23	10	2	1	1	1	3	9	14	17	19	19	17
13	6	12	17	18	19	19	19	21	22	18	3	1	1	1	1	3	9	16	20	22	22	21	18
14	13	22	24	23	23	24	24	23	17	4	1	1	1	1	3	9	18	23	25	26	25	22	19
15	27	28	27	26	27	26	23	18	9	2	1	1	1	2	9	18	25	29	30	29	26	22	19

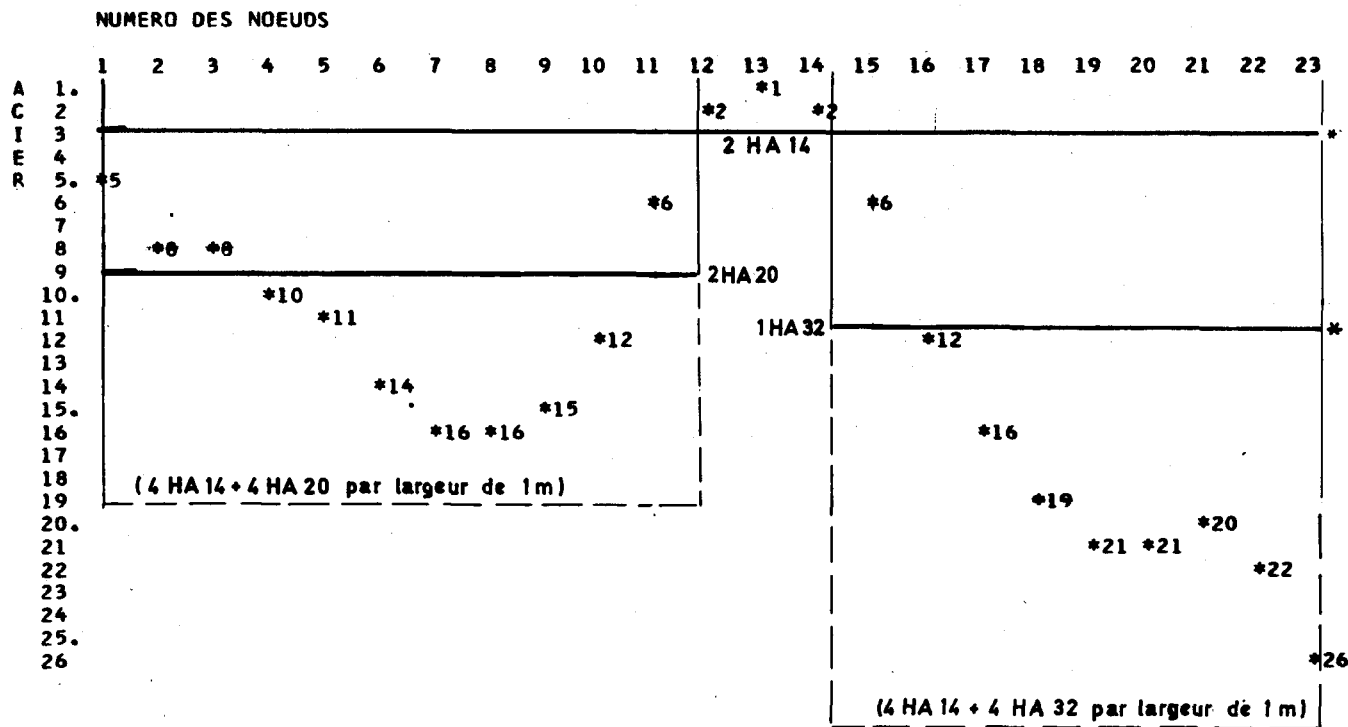
Dans cette zone de la ligne d'appui intermédiaire, le système de ferrailage 1 est mieux adapté (cf plan 4323)

COURBE REPRESENTATIVE

ENVELOPPE DES SECTIONS D'ACIER DECALEE DE Z/2 EN CM2/ML AUX NOEUDS DE LA PLAGE NUMERO 1

DE LA DIRECTION 2 DU SYSTEME DE FERRAILLAGE 2 DE LA FACE INFÉRIEURE

TETA= 100.006RADES***PAS DES NOEUDS=1.083M



Commentaire :

La gamme des aciers est Ø32, Ø20, Ø14 Ø10. La largeur de la plage étant de 0,50 m, ceci entraine que la quantité d'acier sera réduite de 6/10.

On a $S(2HA14) = 3,080 \text{ cm}^2$
 $S(2HA20) = 6,275 \text{ cm}^2$
 $S(1HA32) = 8,050 \text{ cm}^2$

Donc $S(2HA14) + S(2HA20) = 9,355 \text{ cm}^2$, cette quantité d'acier enveloppe le premier maximum de $4 \times 16 \text{ cm}^2 = 6,4 \text{ cm}^2$. $S(2HA14) + S(1HA32) = 11,050 \text{ cm}^2$, cette quantité d'acier enveloppe le 2^{ème} maximum de $4 \times 26 \text{ cm}^2 = 10,4 \text{ cm}^2$.

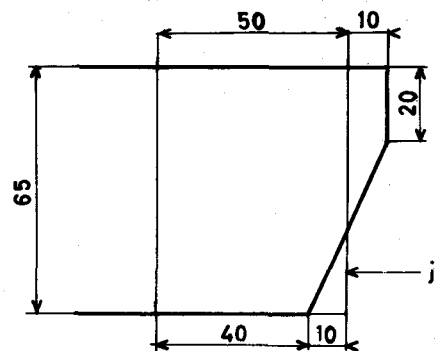
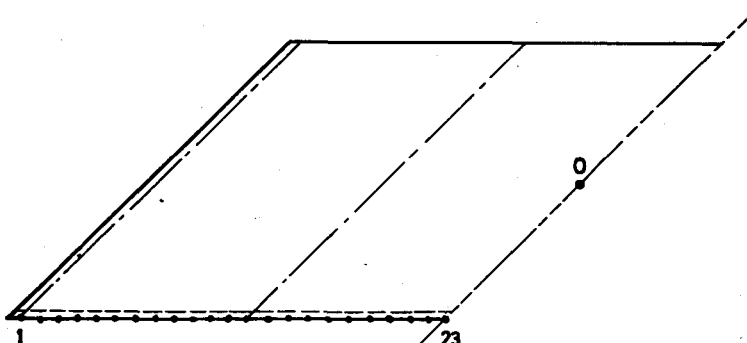
Les 2HA14 sont à ancrer au nœud 1 et à prolonger dans l'autre moitié de la dalle.

Les 2HA20 sont à ancrer au nœud 1 et à arrêter au nœud 12 (la densité est de 25cm²/ml)

Les HA32 sont à ancrer au nœud 14 et à prolonger dans l'autre moitié de la dalle.

Les fers à prolonger dans l'autre moitié de la dalle sont les symétriques des fers de la plage 15.

C'est seulement en raison de la faible largeur de la plage que l'on paraît envelopper aussi largement le maximum.

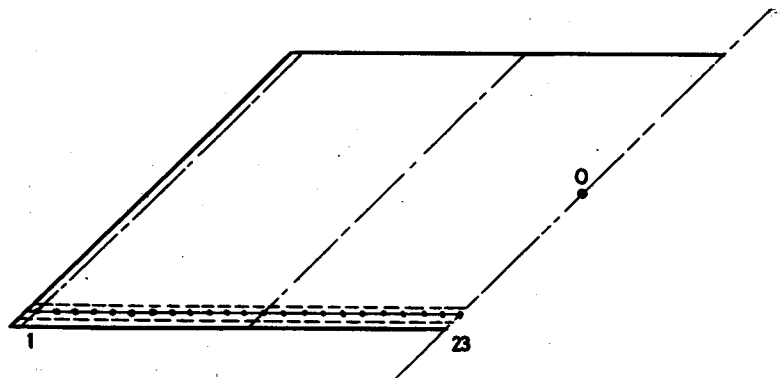
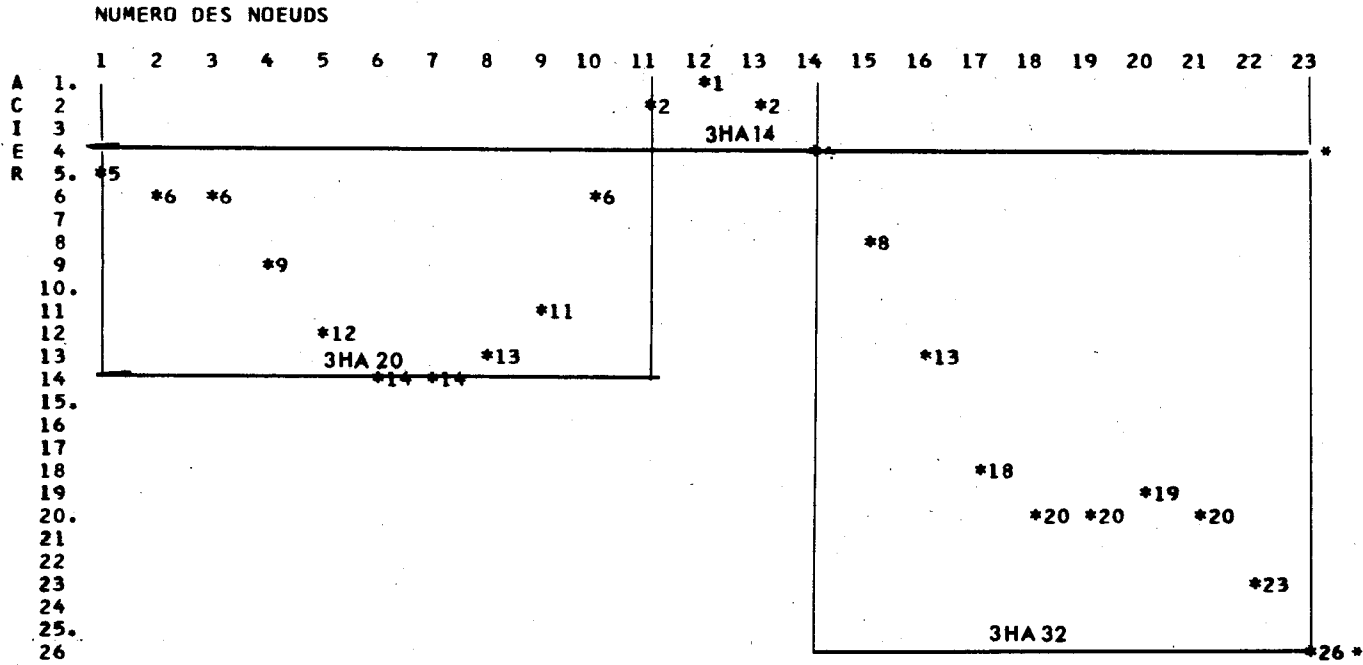


joue de la dalle équivalente

COURBE REPRESENTATIVE

ENVELOPPE DES SECTIONS D'ACIER DECALEE DE Z/2 EN CM²/ML AUX NOEUDS DE LA PLAGE NUMERO 2
DE LA DIRECTION 2 DU SYSTEME DE FERRAILLAGE 2 DE LA FACE INFÉRIEURE

TETA= 100.00GRADES***PAS DES NOEUDS=1.083M



Il est ensuite fourni des sorties semblables pour les (13) autres plages de la même direction (non reproduites ici).

DETERMINATION DES PLAGES DE FERRAILLAGES POUR TETA= 50.00GRADES

L'ORIGINE DES AXES DE REFERENCE EST LE SOMMET EN BAS ET A GAUCHE DE LA DALLE
 L'AXE DES ABCISSES EST PARALLELE AU BORD LIBRE ET DIRIGE DE GAUCHE A DROITE
 L'AXE DES ORDONNEES EST PERPENDICULAIRE AU BORD LIBRE ET DIRIGE DE BAS EN HAUT
 LES PLAGES SONT NUMEROTEES DE GAUCHE A DROITE
 L'UNITE DE LONGUEUR EST LE METRE
 TETA EST L'ANGLE QUE FAIT L'ARMATURE AVEC LA NORMALE AU BORD LIBRE , COMPTE
 POSITIVEMENT DANS LE SENS TRIGONOMETRIQUE
 PAS DES PLAGES= 1.000 M.

L'origine est l'intersection de la première ligne d'appui et du bord libre à gauche (voir figure page 3) on passe maintenant aux ferrailrages supérieurs.

Limites des lignes médianes des plages

PLAGE	ORIGINE		EXTREMITÉ		LONGUEUR
	X0	Y0	X1	Y1	
1	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
2	1.414	0.0	0.707	0.707	1.000
3	2.828	0.0	1.414	1.414	2.000
4	4.243	0.0	2.121	2.121	3.000
5	5.657	0.0	2.828	2.828	4.000
6	7.071	0.0	3.536	3.536	5.000
7	8.485	0.0	4.243	4.243	6.000
8	9.899	0.0	4.950	4.950	7.000
9	11.314	0.0	5.657	5.657	8.000
10	12.728	0.0	6.364	6.364	9.000
11	14.142	0.0	7.071	7.071	10.000
12	15.556	0.0	7.778	7.778	11.000
13	16.971	0.0	8.485	8.485	12.000
14	18.385	0.0	9.192	9.192	13.000
15	19.799	0.0	9.899	9.899	14.000
16	21.213	0.0	10.607	10.607	15.000
17	22.627	0.0	11.314	11.314	16.000

Longueurs limitées à la mi-portée de la travée centrale pour raison de symétrie.

18	23.935	0.107	12.021	12.021	16.849
19	24.642	0.814	12.728	12.728	16.849
20	25.349	1.521	13.435	13.435	16.849
21	26.056	2.228	14.142	14.142	16.849
22	26.763	2.935	15.194	14.504	16.361
23	27.470	3.642	16.609	14.504	15.361
24	28.177	4.349	18.023	14.504	14.361
25	28.885	5.057	19.437	14.504	13.361
26	29.592	5.764	20.851	14.504	12.361
27	30.299	6.471	22.266	14.504	11.361
28	31.006	7.178	23.680	14.504	10.361
29	31.713	7.885	25.094	14.504	9.361
30	32.420	8.592	26.508	14.504	8.361
31	33.127	9.299	27.922	14.504	7.361
32	33.834	10.006	29.337	14.504	6.361
33	34.541	10.713	30.751	14.504	5.361
34	35.248	11.420	32.165	14.504	4.361
35	35.956	12.128	33.579	14.504	3.361
36	36.663	12.835	34.993	14.504	2.361
37	37.370	13.542	36.408	14.504	1.361
38	38.077	14.249	37.822	14.504	0.361

Les épures d'arrêt des barres de ces plages sont données aux pages 26 et 27.

SECTIONS D'ACIER DU PROGRAMME MRB-BA EN CM2/ML AUX NOEUDS DU MAILLAGE CARRE 1.036* 1.036

INFORMATIQUE

DE LA DIRECTION 1 DU SYSTEME DE FERRAILLAGE 1 DE LA FACE SUPERIEURE.

TETA= 50.00GRADES***PAS DES NOEUDS=1.036M

NUMERO DES NOEUDS		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
NUMERO DES NOEUDS	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	2	3	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	2	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	1	2	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	1	1	1	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0
8	1	1	1	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0
9	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
11	2	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
12	8	6	5	4	3	2	1	1	1	1	1	0	0	0
13	19	15	12	8	6	4	3	2	1	1	1	2	0	0
14	34	30	22	16	12	9	6	4	3	2	2	1	2	0
15	39	39	32	26	21	15	11	8	6	5	4	3	1	0
16	38	42	42	39	30	23	17	12	9	7	6	5	5	0
17	30	31	35	39	36	29	23	18	15	12	11	9	8	0
18	22	24	29	36	41	37	31	26	22	18	16	15	14	0
19	15	18	23	31	42	48	45	35	29	25	23	21	19	0
20	8	10	14	20	27	37	46	42	36	32	29	26	24	0
21	4	5	7	9	16	26	40	48	46	39	34	31	29	0
22	1	1	1	4	7	12	21	31	39	38	36	34	33	0
23	1	1	1	1	1	5	9	18	28	36	36	36	37	0
24	1	1	1	1	1	1	4	9	18	31	40	44	41	0
25	1	1	1	1	1	1	1	3	8	16	29	44	45	0
26	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	13	32	41	0

Commentaire : On reproduit ici le tableau des sections d'acier MRB-BA du ferrailage optimal qu'on a choisi au départ.
Ces tableaux sont fournis sous forme de cartes perforées par le programme MRB.BA. Ces cartes servent de données d'entrées au programme PREPUR.
Le système de maillage carré de MRB est respecté.

27	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	5	10
28	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
29	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
30	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
31	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
32	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
33	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
34	39	30	10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
35	44	41	26	12	3	1	1	1	1	1	1	1	1
36	41	42	37	28	14	4	1	1	1	1	1	1	1
37	37	36	36	34	26	15	6	2	1	1	1	1	1

SECTIONS D'ACIER NON DECALEES COMPTEES EN CM2/ML AUX NOEUDS DES PLAGES

DE LA DIRECTION 1 DU SYSTEME DE FERRAILLAGE 1 DE LA FACE SUPERIEURE

TETA= 50.00GRADES***PAS DES NOEUDS=0.932M

NUMERO DES PLAGES	NUMERO DES NOEUDS																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2	6	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	2	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	1	2	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	1	1	2	3	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	1	1	1	2	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
8	2	1	1	1	1	1	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
9	10	4	2	2	1	1	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10	28	17	8	4	2	2	1	1	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
11	39	36	24	13	7	4	2	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	34	39	38	32	20	11	6	3	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
13	26	32	39	41	34	23	14	7	4	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
14	15	21	27	33	41	37	27	17	10	5	3	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
15	6	11	17	23	30	37	40	32	21	13	7	4	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
16	3	5	8	14	22	29	36	38	32	23	15	9	5	3	2	1	1	0	0	0	0	0	0
17	1	1	3	6	11	19	30	38	40	32	24	17	11	6	3	2	1	1	0	0	0	0	0
18	0	1	1	1	3	8	15	27	41	43	34	25	18	11	8	5	3	2	2	0	0	0	0
19	0	0	1	1	1	2	5	12	23	37	46	39	28	20	14	9	6	4	2	2	0	0	0
20	0	0	0	1	1	1	1	4	9	21	36	46	41	31	23	16	11	7	5	3	2	0	0
21	0	0	0	0	1	1	1	1	2	7	17	35	45	41	33	26	19	14	10	6	4	1	0
22	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	6	14	27	42	44	35	28	23	17	13	9	6	3
23	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	2	4	12	24	37	41	38	31	26	21	16	12	8
24	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	4	11	23	34	38	36	33	28	23	19	15
25	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	3	9	23	35	37	36	33	30	26	21

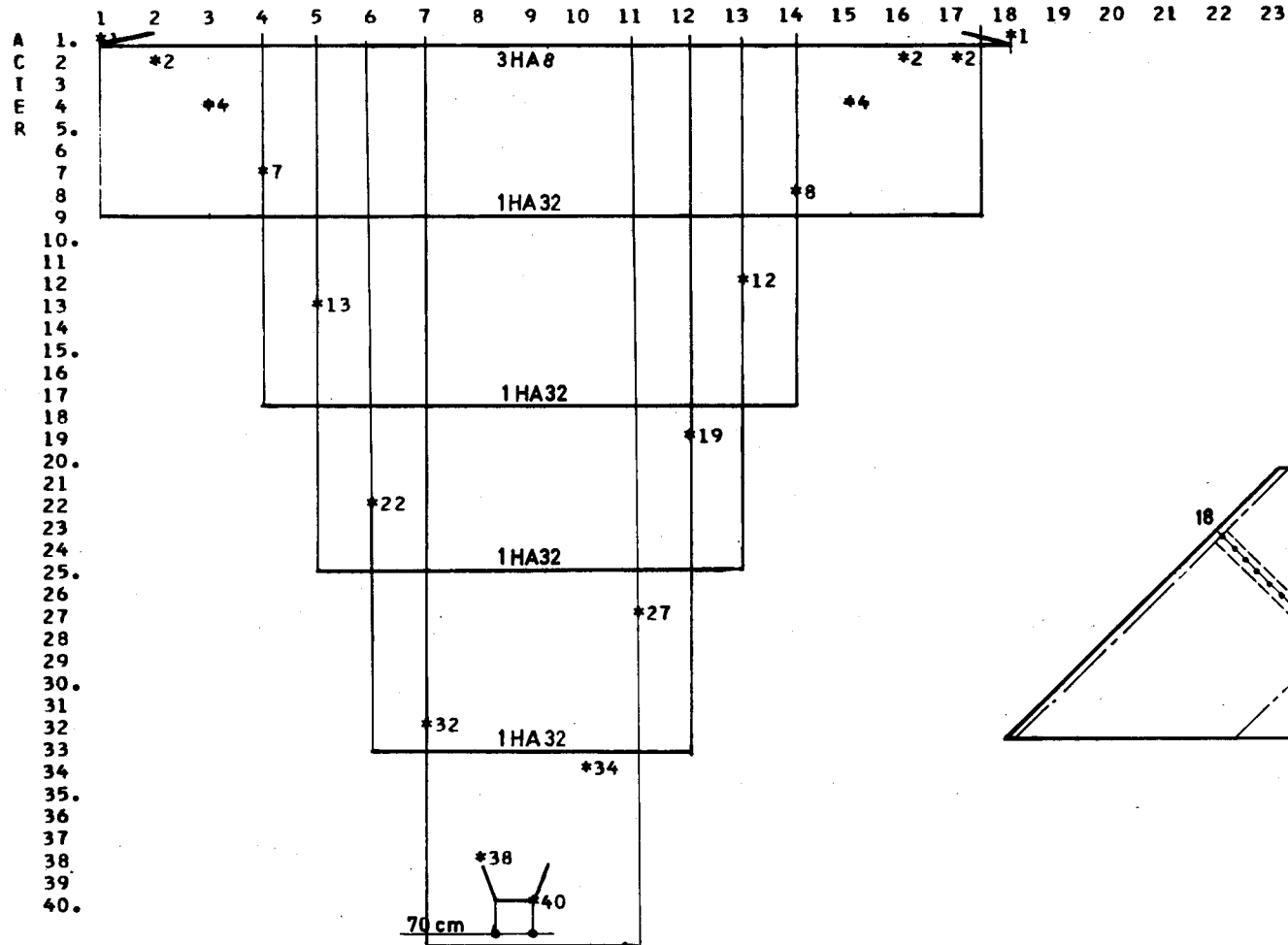
26	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	8	20	35	40	37	35	32	28
27	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	2	5	17	36	44	41	38	35
28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	15	36	44	43	38	
29	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	2	5	24	45	47	
30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	3	10	30	
31	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	2	
32	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	
33	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	
34	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	
35	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	1	
36	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	
37	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	
38	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	

COURBE REPRESENTATIVE

ENVELOPPE DES SECTIONS D'ACIER DECALEE DE Z/2 EN CM2/ML AUX NOEUDS DE LA PLAGE NUMERO 17 DE LA DIRECTION 1 DU SYSTEME DE FERRAILLAGE 1 DE LA FACE SUPERIEURE

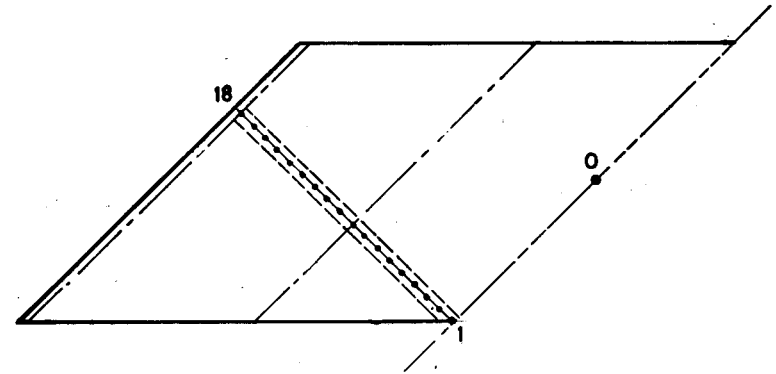
TETA= 50.00GRADES***PAS DES NOEUDS=0.932M

NUMERO DES NOEUDS



Travée centrale

Travée de rive



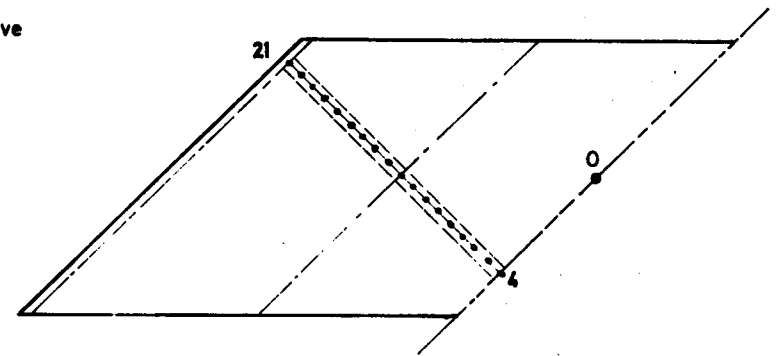
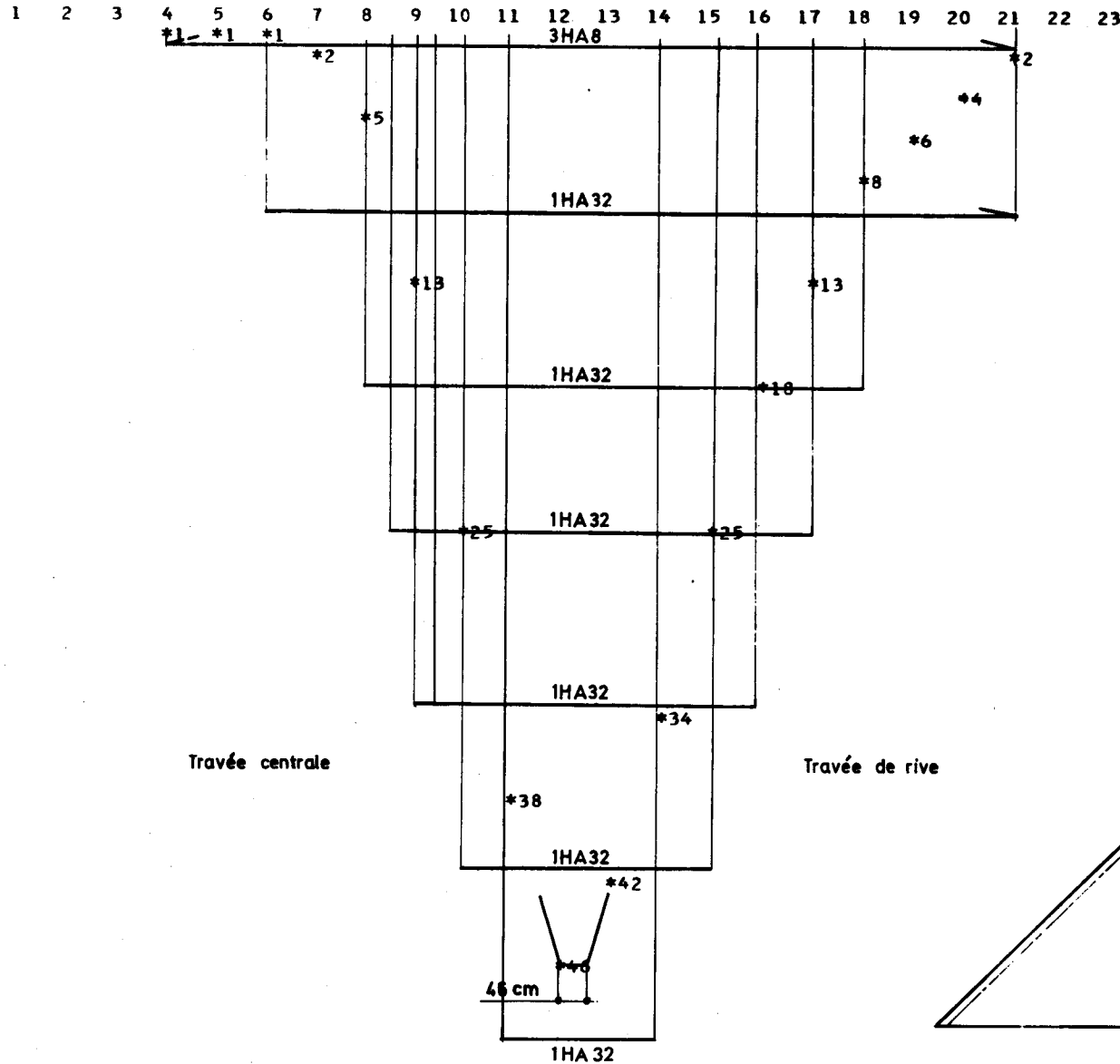
COURBE REPRESENTATIVE

ENVELOPPE DES SECTIONS D'ACIER DECALEE DE Z/2 EN CM2/ML AUX NOEUDS DE LA PLAQUE NUMERO 20
 DE LA DIRECTION 1 DU SYSTEME DE FERRAILLAGE 1 DE LA FACE SUPERIEURE
 TETA= 50.00GRADES***PAS DES NOEUDS=0.932M

NUMERO DES NOEUDS

A
C
I
E
R

1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
16.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
26.
27.
28.
29.
30.
31.
32.
33.
34.
35.
36.
37.
38.
39.
40.
41.
42.
43.
44.
45.
46.



DETERMINATION DES PLAGES DE FERRAILLAGES POUR TETA= -50,00GRADES

INFORMATIQUE

L'ORIGINE DES AXES DE REFERENCE EST LE SOMMET EN BAS ET A GAUCHE DE LA DALLE
 L'AXE DES ABCISSES EST PARALLELE AU BORD LIBRE ET DIRIGE DE GAUCHE A DROITE
 L'AXE DES ORDONNEES EST PERPENDICULAIRE AU BORD LIBRE ET DIRIGE DE BAS EN HAUT
 LES PLAGES SONT NUMEROTEES DE GAUCHE A DROITE

L'origine est l'intersection de la première
 ligne d'appui et du bord libre à gauche
 (voir figure page 29)

L'UNITE DE LONGUEUR EST LE METRE

TETA EST L'ANGLE QUE FAIT L'ARMATURE AVEC LA NORMALE AU BORD LIBRE, COMPTE

POSITIVEMENT DANS LE SENS TRIGONOMETRIQUE

PAS DES PLAGES= 1.000 m.

Plages parallèles aux
 lignes d'appui (voir p29)

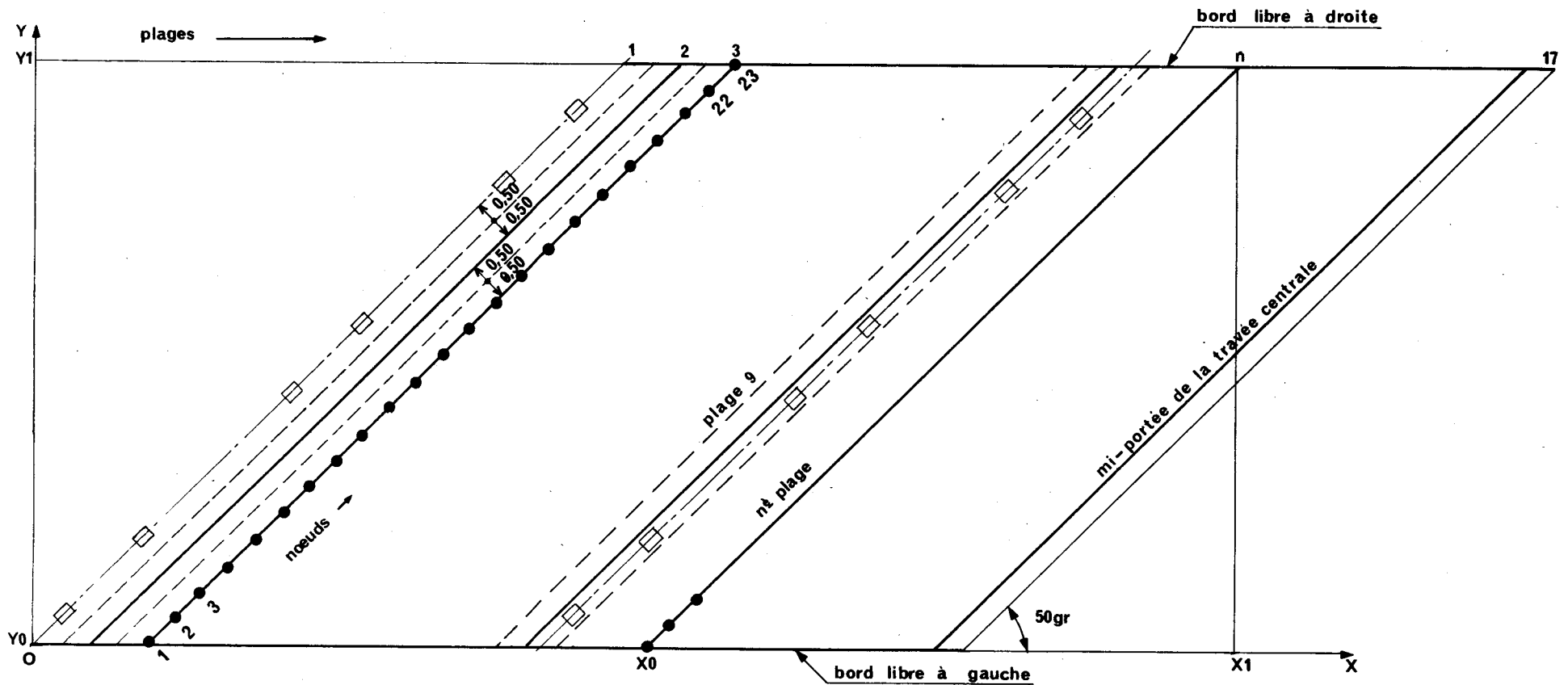
Limites des lignes médianes des plages

PLAGE	ORIGINE		EXTREME		LONGUEUR
	X0	Y0	X1	Y1	
1	0.0	0.0	14.504	14.504	20.512
2	1.414	0.0	15.918	14.504	20.512
3	2.828	0.0	17.332	14.504	20.512
4	4.243	0.0	18.747	14.504	20.512
5	5.657	0.0	20.161	14.504	20.512
6	7.071	0.0	21.575	14.504	20.512
7	8.485	0.0	22.989	14.504	20.512
8	9.899	0.0	24.403	14.504	20.512
9	11.314	0.0	25.818	14.504	20.512
10	12.728	0.0	27.232	14.504	20.512
11	14.142	0.0	28.646	14.504	20.512
12	15.556	0.0	30.060	14.504	20.512
13	16.971	0.0	31.475	14.504	20.512
14	18.385	0.0	32.889	14.504	20.512
15	19.799	0.0	34.303	14.504	20.512
16	21.213	0.0	35.717	14.504	20.512
17	22.627	0.0	37.131	14.504	20.512

Longueurs limitées
 à la mi-portée de
 la travée centrale
 pour raison de
 symétrie.

Les épures d'arrêt des barres de ces plages sont données aux pages 33 et 34.

Les plages 1 et 9 contiennent les lignes d'appui. Ces plages et les plages voisines jouent donc un rôle de chevêtre incorporé



Commentaire - Les plages ici sont parallèles à la ligne d'appui. La ligne médiane de la première plage est confondue avec la première ligne d'appui. Les 23 nœuds sont comptés sur la ligne médiane de chaque plage du bord libre à gauche au bord libre à droite.

SECTIONS D'ACIER DU PROGRAMME MRB-BA EN CM2/ML AUX NOEUDS DU MAILLAGE CARRÉ 1.036* 1.036

DE LA DIRECTION 2 DU SYSTÈME DE FERRAILLAGE 1 DE LA FACE SUPÉRIEURE

INFORMATIQUE

TETA= -50.00GRADES***PAS DES NOEUDS=1.036M

NUMERO DES NOEUDS	NUMERO DES NOEUDS													
	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
4	1	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
5	1	3	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
6	2	2	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	
7	4	2	2	2	2	5	0	0	0	0	0	0	0	
8	5	3	2	2	4	4	2	0	0	0	0	0	0	
9	7	5	4	3	3	3	3	4	0	0	0	0	0	
10	8	7	5	4	3	3	3	3	2	0	0	0	0	
11	10	8	6	4	3	3	3	2	2	2	0	0	0	
12	11	10	7	5	3	3	3	2	2	3	4	0	0	
13	17	14	9	5	3	3	2	2	2	3	3	4	0	
14	26	19	11	8	5	3	2	2	2	2	4	9	11	
15	21	14	12	11	6	3	2	2	1	2	3	6	8	
16	17	18	16	12	5	3	3	3	1	1	1	4	4	
17	11	12	7	4	2	2	4	4	2	1	1	1	2	
18	5	5	3	2	3	6	9	7	5	3	1	1	1	
19	1	1	2	5	13	17	13	8	8	6	3	1	1	
20	1	1	1	6	11	9	7	10	12	8	5	2	1	
21	1	1	1	2	5	7	13	18	14	7	5	4	4	
22	1	1	1	1	2	5	8	6	2	3	4	6	8	
23	1	1	1	1	1	3	3	1	1	2	6	11	14	
24	1	1	1	1	1	2	2	1	3	10	16	19	21	
25	8	1	1	1	1	2	1	2	5	12	16	22	32	
26	11	1	1	1	2	2	2	2	5	11	20	36	46	

Commentaire : On reproduit ici le tableau des sections d'acier MRB-BA du ferrailage optimal qu'on a choisi au départ.
Ces tableaux sont fournis sous forme de cartes perforées par le programme MRB-BA. Ces cartes servent de données d'entrees au programme PREPUR.
Le système de maillage carré de MRB est respecté.

27	13	10	4	3	3	3	3	3	5	10	18	28	32
28	16	13	11	8	4	4	4	5	7	10	15	20	22
29	18	16	13	10	8	6	6	6	8	11	15	19	21
30	20	18	14	11	8	7	6	7	8	11	14	18	20
31	21	19	15	11	8	6	6	6	8	10	13	16	18
32	22	20	15	10	7	5	4	4	4	8	11	13	16
33	32	28	18	10	5	3	3	3	3	3	4	10	13
34	46	36	20	11	4	2	2	1	1	1	1	3	11
35	32	22	15	11	4	1	1	1	1	1	1	1	8
36	21	18	14	9	2	1	1	1	1	1	1	1	1
37	14	11	6	2	1	1	2	2	1	1	1	1	1

SECTIONS D'ACIER ~~NON~~ ~~DECALÉES~~ COMPTÉES EN CM²/ML AUX NOEUDS DES PLAGES

DE LA DIRECTION 2 DU SYSTEME DE FERRAILLAGE 1 DE LA FACE SUPERIEURE

TETA= -50.00GRADES***PAS DES NOEUDS=0.932M

NUMERO DES PLAGES	NUMERO DES NOEUDS																						
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
1	2	2	1	1	2	4	2	1	2	4	4	2	3	3	2	2	2	4	3	5	8	11	11
2	2	1	1	2	4	3	2	2	4	4	4	4	3	3	2	3	4	4	6	8	8	6	4
3	1	1	2	3	2	2	2	3	4	3	3	3	3	2	2	3	3	4	4	5	3	3	2
4	2	2	3	3	3	3	4	4	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2	1	1
5	4	5	5	4	5	5	5	4	3	3	3	2	2	2	2	2	1	2	1	1	2	1	2
6	7	7	7	7	7	6	6	5	3	4	3	2	3	3	2	3	3	3	3	2	3	5	9
7	9	9	9	9	8	8	6	6	6	4	3	4	4	5	6	7	7	6	5	5	8	13	19
8	11	11	11	13	12	10	10	9	6	4	3	7	9	8	10	10	7	5	5	10	16	22	34
9	12	16	18	19	14	13	13	7	3	5	10	13	10	12	14	7	4	5	12	20	27	40	55
10	24	28	22	16	17	12	5	3	8	16	11	9	16	11	3	2	7	15	19	29	44	40	33
11	30	22	18	15	9	4	4	9	12	9	10	10	6	2	3	8	13	17	27	31	28	23	24
12	16	13	10	6	3	3	5	6	5	5	5	3	2	2	5	9	13	17	21	21	21	22	22
13	9	5	3	1	2	2	2	2	2	3	3	2	2	3	5	8	12	15	17	19	20	20	20
14	3	1	1	1	1	2	1	1	2	2	2	2	3	4	7	9	12	14	16	17	17	17	17
15	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2	3	4	5	6	8	10	12	13	13	13	13	15	19
16	1	1	1	1	1	1	1	2	3	4	4	5	7	8	8	10	10	9	8	7	9	12	9
17	1	1	2	2	1	2	3	4	4	6	7	7	7	7	5	5	4	2	2	2	4	1	1

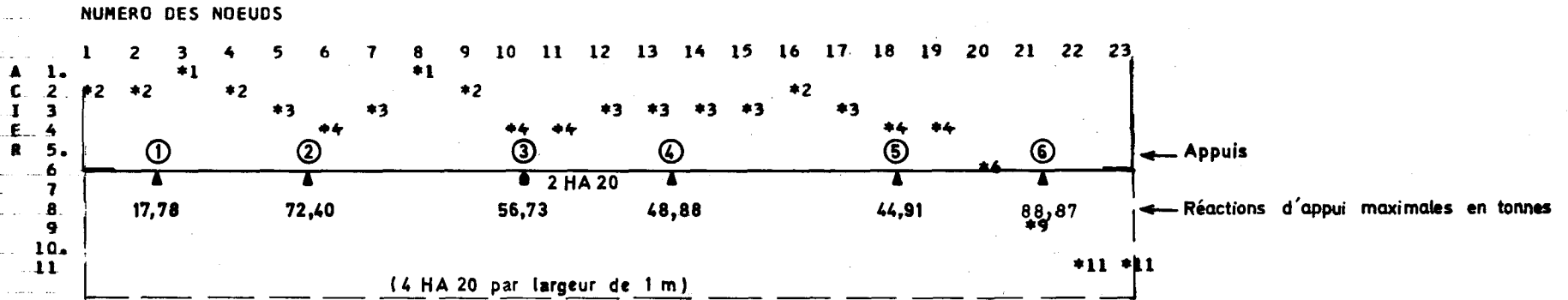
Commentaire : Le coefficient de Poisson est pris en compte dans le calcul MRB-BA et est égal à 0,15
 La plage 10 correspond à la deuxième ligne d'appui, ceci explique la quantité élevée d'acier qui s'y trouve surtout dans les angles obtus (noeuds 1,2,3 et 21,22,23). Par ailleurs la note de calcul MRB-BA donne des moments longitudinaux négatifs :

- côté du bord libre à gauche = -40 tm/m, ceci exige 30 cm²/ml de HA32 comme fers filants
- côté du bord libre à droite = -60 tm/m, ceci exige 45 cm²/ml de HA32 comme fers filants

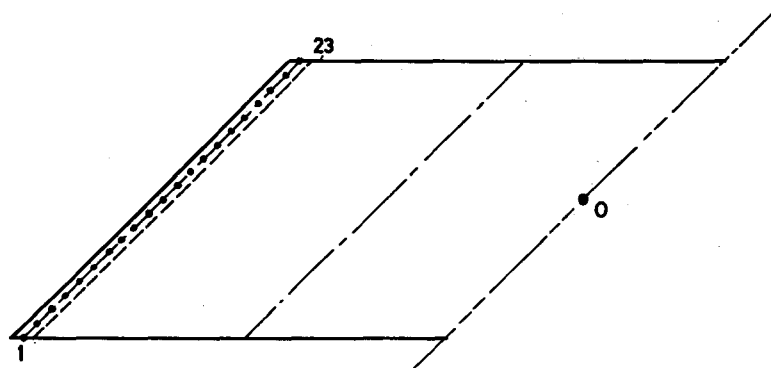
Donc dans les angles obtus vers les bords libres, il y a 3 lits d'armature pour la face supérieure (pour les détails voir pièce 4.3.25).

COURBE REPRESENTATIVE

ENVELOPPE DES SECTIONS D'ACIER DECALEE DE Z/2 EN CM2/ML AUX NOEUDS DE LA PLAGE NUMERO 1
 DE LA DIRECTION 2 DU SYSTEME DE FERRAILLAGE 1 DE LA FACE SUPERIEURE
 TETA= -50.00GRADES***PAS DES NOEUDS=0.932M



Commentaire : La gamme des aciers est $\emptyset 32, \emptyset 20, \emptyset 14, \emptyset 10$. La plage a une largeur de 0,50 m, la densité d'acier sera réduite de moitié. Comme $S(2HA20) = 6,275 \text{ cm}^2$, cette quantité d'acier absorbe complètement le maximum $\frac{1}{2} \times 11 \text{ cm}^2 = 5,5 \text{ cm}^2$ de la courbe enveloppe.



C'est seulement en raison de la faible largeur de la plage qu'on paraît envelopper aussi largement le maximum.

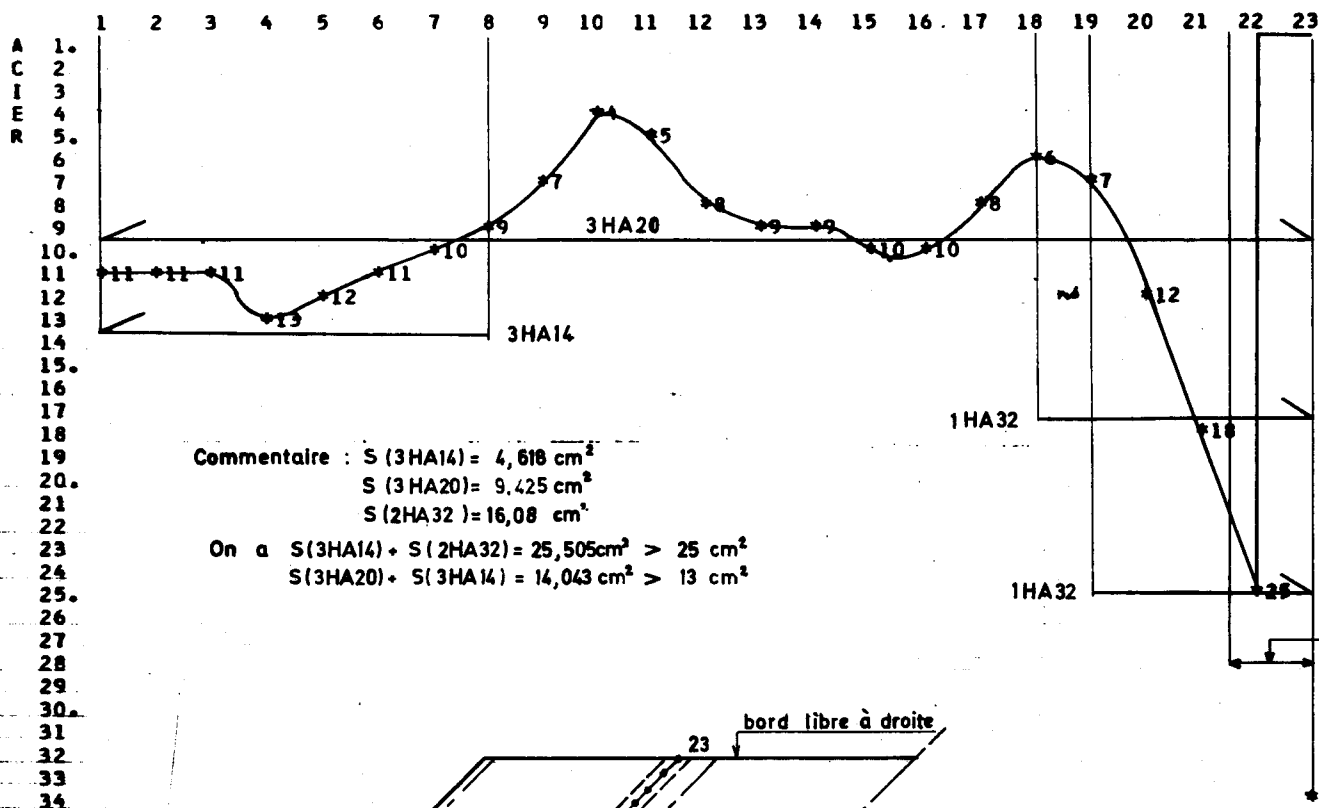
COURBE REPRESENTATIVE

ENVELOPPE DES SECTIONS D'ACIER DECALEE DE Z/2 EN CM²/PL AUX NOEUDS DE LA PLAGE NUMERO 8

DE LA DIRECTION 2 DU SYSTEME DE FERRAILLAGE 1 DE LA FACE SUPERIEURE

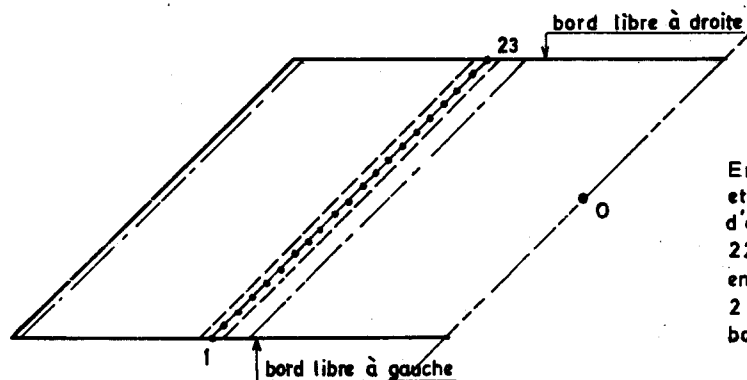
TETA= -50.00GRADES***PAS DES NOEUDS=0.932M

NUMERO DES NOEUDS



Ce travail, plage par plage, terminé il faut s'assurer qu'on n'a pas trop mélangé les diamètres, que les espacements varient assez régulièrement et que le mètre n'est pas trop éloigné de ce à quoi on devait s'attendre (majoré de l'ordre de 40% par rapport au mètre indicatif donné par MRB-BA).

Dans cette zone, au voisinage du bord libre à droite, on dispose 3 lits d'armatures.



En tenant compte de l'existence de 24,12 cm² d'acier suivant la direction $\theta = 100$ gr et de 41,72 cm² d'acier suivant la direction $\theta = 50$ gr, on n'a besoin que de 1 cm² d'acier au lieu de 34 cm² d'acier suivant cette direction $\theta = -50$ grades, entre les nœuds 22 et 23 (cf annexe 1, pièce 4.1). D'où la courbe représentative des sections d'acier en trait plein. Au voisinage du bord libre à droite, il suffit donc de mettre 3HA20 + 2HA32 pour reprendre 25 cm² (valeur atteinte au bord de la 3^e nappe parallèle, au bord libre) et d'assurer un bon ancrage par crochets.

SETRA

SERVICE D'ÉTUDES
TECHNIQUES
DES ROUTES
ET AUTOROUTES

DOA B

OUVRAGES TYPES

PSI.DA 68

POÑTS-DALLES (ET PORTIQUES OUVERTS)
EN BÉTON ARMÉ DE BIAIS PRONONCÉ

4.2.3

Bordereau des données

AOÛT 1973

Ce document est propriété de l'administration et ne peut être utilisé ou reproduit même partiellement sans l'autorisation du Service d'Études Techniques des Routes et Autoroutes ou de son représentant autorisé

1 - INTRODUCTION

Comme nous avons dit, le programme PREPUR D'ARRET DES BARRES est disjoint du programme MRB.BA. Or les données d'entrée du programme PREPUR sont les tableaux des ferraillements enveloppes fournis par le programme MRB.BA. Nous avons envisagé plusieurs possibilités de fichiers: enregistrement de ces tableaux sur disque, sur bande magnétique et sur cartes; seule la dernière est retenue à cause de sa maniabilité et de son coût peu élevé.

Pour le bordereau de données concernant le programme MRB.BA proprement dit, l'utilisateur se réfère aux pièces 1.3 et 1.4 du MRB.BP 70. Une seule modification: c'est la carte FER du bordereau N° 12 où l'on a ajouté la 66ème colonne IPERFO pour une demande éventuelle de perforation des tableaux de ferraillements fournis par le MRB.BA (cf. pièce 1.4 du dossier MRB.BP 70).

1	2	3	8	12	18	24	30	36	42	48	52	54	57	59	62	65	66
			gr	m	gr	gr	gr	gr	gr	gr	gr	1/2 m					
FER	NSYSU		σ_a *	\emptyset	TETA 1	TETA 2	TETA 1	TETA 2	TETA 1	TETA 2	σ'_{28} *						IPERFO
					SYSTEME I		SYSTEME II		SYSTEME III								

FER: Calcul du ferraillement en tous les points d'étude: indiquer 1

NSYSU: Nombre des systèmes de ferraillement définis par l'utilisateur: 1, 2 ou 3.

σ_a : Contrainte de traction admissible des armatures sous sollicitations pondérées du premier genre

\emptyset : Diamètre des armatures (sert seulement pour le calcul des hauteurs utiles)

TETA1, TETA2: Directions des deux nappes d'armature

σ'_{28} : Contrainte de traction de référence du béton.

IPERFO: - 0 : pas de perforation

IPERFO - 1 : perforation de tous les tableaux des ferraillements enveloppes

Avant chaque paquet de cartes reproduisant chaque tableau, il y a une carte précisant le système de ferraillement, la direction de l'armature et la nappe de ferraillement correspondante.

Chaque ligne du tableau des ferraillements enveloppes est reproduite sur une carte (format 2313) et une numérotation de cette carte est faite dans les colonnes 78 à 80. Ce numéro est celui des lignes des noeuds dans la direction du bord libre du programme MRB.BA.

* Il s'agit là des anciennes notations (conservées pour rester homogène avec le dossier MRB.BP 70), elles correspondent à des contraintes de traction.

2 - PREPARATION DU BORDEREAU DES DONNEES DU PROGRAMME PREPUR
(voir bordereau joint)

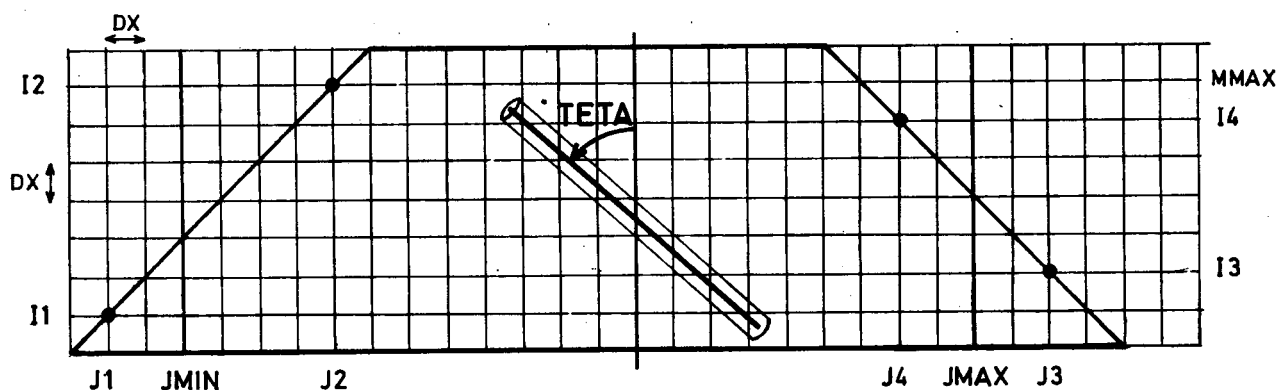
A - DONNEES GEOMETRIQUES

Carte A 1 NTABLE: nombre de tableaux des sections d'acier MRB.BA dont l'utilisateur désire étudier l'épure d'arrêt des barres.

HDALLE: épaisseur de la dalle porteuse, en mètre.

PHIFER: diamètre des aciers, en mètre.

DX: pas du maillage carré de MRB.BA, en mètre.



Carte A 2 MMAX: nombre de mailles par ligne (cf. MRB.70 pièce 1.4).

JMIN: numéro de la ligne de noeuds du début de l'étude (cf. MRB.70 pièce 1.4).

JMAX: numéro de la ligne de noeuds de la fin de l'étude (cf. MRB.70 pièce 1.4).

(I1, J1), (I2, J2), (I3, J3), (I4, J4): numéros des colonnes et des lignes repérant les quatre points définissant la zone (en forme de trapèze et plus souvent de parallélogramme) dont le ferrailage doit être étudié par PREPUR (voir figure). Si l'on souhaite étudier le ferrailage de la dalle entière, ces quatre points peuvent être les points N1, N2, N3, N4 définissant les deux lignes d'appui extrêmes (cf. MRB.70 pièce 1.4).

Dans certains cas (grande longueur de l'ouvrage et direction de ferrailage parallèle aux bords libres - $\theta = 100$ gr -), il peut être nécessaire de déterminer plusieurs zones d'études pour le programme PREPUR, en vue d'obtenir une précision convenable (consulter le gestionnaire dans ce cas).

B - DONNEES DU FERRAILLAGE

Carte B 1 NORDI: direction de l'armature suivant l'appellation de la note de calcul MRB.BA

1: direction 1
2: direction 2

((Nota. Pour des raisons pratiques de programmation, on a réservé 1))
)) pour les aciers intérieurs et 2 pour les aciers extérieurs.
((L'utilisateur ne doit pas oublier cette règle pour ne pas fausser))
)) le calcul automatique du bras de levier Z.

NORNA: face de ferrailage correspondante

1: face inférieure
2: face supérieure

NORSY: numéro d'ordre du système de ferrailage donné par MRB.BA

Carte B 2 TETA: l'angle que fait la direction de l'acier avec la normale au bord libre, compté positivement dans le sens trigonométrique, en grades.

Carte B 3 NP: nombre de noeuds par plage ($NP \leq 30$), en entier
On choisira NP de façon que le pas des noeuds soit voisin de 1 m.

XPLA: pas des plages en mètre (valeur conseillée 1 m).

C - DONNEES DES SECTIONS D'ACIER MRB.BA

Le programme MRB.BA permet d'avoir les cartes perforées des sections d'acier des différents systèmes de ferrailage. L'utilisateur prendra le paquet de cartes correspondant au tableau à étudier et celui-ci constitue les cartes du bordereau C.

REMARQUE IMPORTANTE. Les cartes B et C constituent les données nécessaires à l'étude d'un système de ferrailage ce qui entraîne qu'il y aura autant de cartes B et C que de systèmes de ferrailage à étudier.
Exemple: on a deux systèmes à étudier. Pour le premier système on a les bordereaux B (1) et C (1). Pour le second système on a les bordereaux B (2) et C (2). On dispose donc B (1), C (1), B (2), C (2).

Les unités de production (U P) nécessaires à l'exécution du programme PREPUR sont ajoutées aux U P du calcul MRB.BA pour déterminer le coût total de facturation. L'emploi du programme PREPUR augmente de 5 à 10% le coût des notes de calcul MRB.BA.

Disposition des cartes de données

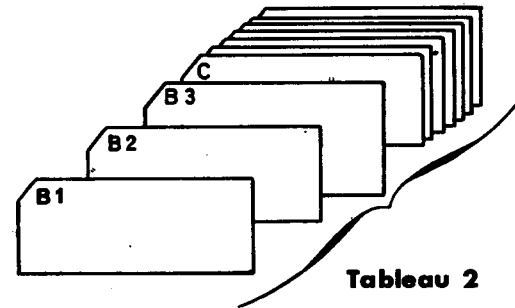


Tableau 2

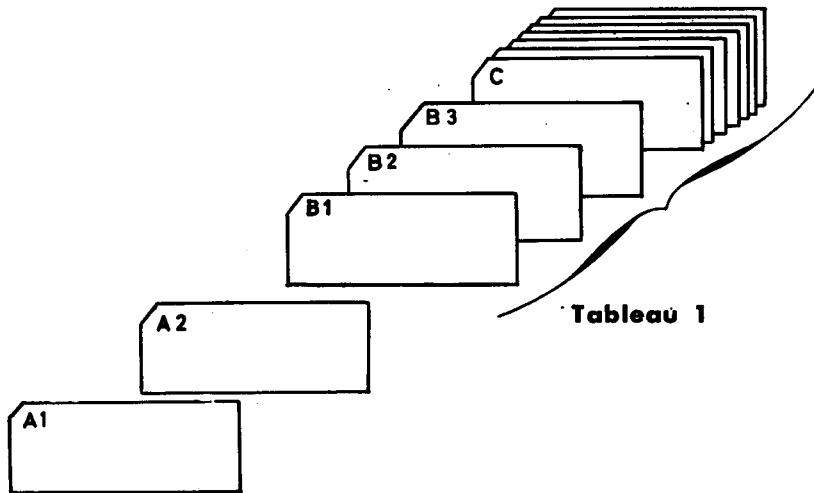


Tableau 1

CALCUL AUTOMATIQUE

CADRE DE LETTRE DE COMMANDE
(à envoyer en 3 exemplaires)

I - ADRESSER LA COMMANDE A:

Monsieur l'Ingénieur en Chef des Ponts et Chaussées
Chef de la DOA.B

A l'attention de M. l'Ingénieur des Ponts et Chaussées
Chargé du 3ème Arrondissement

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

II - CADRE DE LA DEMANDE

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

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

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

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

III - IMPRESSION DE LA NOTE DE CALCUL

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

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

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

à envoyer en 3 exemplaires au S.E.T.R.A. Division des Ouvrages d'Art B.
A l'attention du 3ème Arrondissement. B.P. 100 - 92223 - BAGNEUX

SETRA

SERVICE D'ÉTUDES
TECHNIQUES
DES ROUTES
ET AUTOROUTES

DOA B

OUVRAGES TYPES

PSI.DA 68

PONTS-DALLES (ET PORTIQUES OUVERTS)
EN BÉTON ARMÉ DE BIAIS PRONONCÉ

4.3

Modèles d'application

AOÛT 1973

MODÈLES D'APPLICATION

1 - SAUT DE MOUTON 3750\ 143

2 - P.I. DU CD 24 (MONTPELLIER)

SETRA

SERVICE D'ÉTUDES
TECHNIQUES
DES ROUTES
ET AUTOROUTES

DOA B

OUVRAGES TYPES

PSI.DA 68

PONTS-DALLES (ET PORTIQUES OUVERTS)
EN BÉTON ARMÉ DE BIAIS PRONONCÉ

4.3.1

Modèle d'application PI 3 7 50\143

Saut de Mouton Standard

AOÛT 1973

MODÈLE D'APPLICATION PI 3 7 50\143

- 1°/ - CALCUL DE FERRAILLAGE
- 2°/ - PLAN DE FERRAILLAGE INFÉRIEUR :
DIRECTION 1, SYSTÈME 2, $\theta_1 = 50 \text{ gr}$
- 3°/ - PLAN DE FERRAILLAGE INFÉRIEUR :
DIRECTION 2, SYSTÈME 2, $\theta_2 = 100 \text{ gr}$
- 4°/ - PLAN DE FERRAILLAGE SUPÉRIEUR :
DIRECTION 1, SYSTÈME 1, $\theta_1 = 50 \text{ gr}$
- 5°/ - PLAN DE FERRAILLAGE SUPÉRIEUR :
DIRECTION 2, SYSTÈME 1, $\theta_2 = - 50 \text{ gr}$
- 6°/ - REPARTITION DES ETRIERS

PSI.DA 68

pièce 4.3.1.1

CALCUL DE FERRAILLAGE

MODELE D'APPLICATION 3750\143 - SAUT DE MOUTON.1°/ - FERRAILLAGE HORIZONTAL -

Il s'agit d'un pont-dalle indépendant d'épaisseur 0,64 m, de portée droite 12,00 m, de largeur droite 16,00 m, de biais géométrique 50 gr.

$$\eta = \frac{\text{largeur droite}}{\text{portée droite}} = \frac{16}{12} = 1,33$$

Donc c'est le ferrailage type II du catalogue (voir § 3, pièce 4.1.).

Le ferrailage a été calculé par le programme MRB-BA avec 3 systèmes.

	<u>Système 1 - Directions</u>	$\theta_1 = 50 \text{ gr}$ $\theta_2 = - 50 \text{ gr}$
	<u>Système 2 - Directions</u>	$\theta_1 = 50 \text{ gr}$ $\theta_2 = 100 \text{ gr}$
	<u>Système 3 - Directions</u>	$\theta_1 = 100 \text{ gr}$ $\theta_2 = - 50 \text{ gr}$
	<u>Consommations</u>	face supérieure 2,470 t face inférieure 12,542 t
	<u>Consommations</u>	face supérieure 5,553 t face inférieure 11,321 t
	<u>Consommations</u>	face supérieure 4,339 t face inférieure 42,788 t

On a intérêt à combiner la face inférieure du système 2 avec la face supérieure du système 1, avec la direction commune $\theta_1 = 50 \text{ gr}$, comme porteurs.

La direction 2 du système 2 de la face inférieure et la direction 2 du système 1 de la face supérieure constituent les deux lits extérieurs du ferrailage.

L'utilisateur trouvera les tableaux de ferrailage fournis par MRB-BA pour ce système optimal à la fin de cette pièce (pages 8 à 11).

La méthode indiquée au § 4.5.2. de la pièce 4.1. nous donne :

Face	Système	Direction	θ	Limite inférieure	Limite supérieure
supérieure	1	1	50 gr	0,573 t	0,697 t
	1	2	- 50 gr	2,737 t	3,130 t
inférieure	2	1	50 gr	9,065 t	9,965 t
	2	2	100 gr	4,679 t	5,172 t

Il résulte de ce tableau qu'en suivant, le plus près possible, les résultats de la note de calcul MRB-BA, on doit s'attendre à une majoration par rapport aux mètres de cette note :

- comprise entre 34 % et 55 % pour le ferrailage supérieur
- comprise entre 21,5 % et 34 % pour le ferrailage inférieur
- globalement comprise entre 24 % et 38 %.

En fait, pour avoir une certaine régularité dans les plans de ferrailage, on a obtenu pour le ferrailage effectif :

Face	Système	Direction	θ	Consommation
supérieure	1	1	50 gr	1,060 t
	1	2	- 50 gr	3,679 t
inférieure	2	1	50 gr	10,300 t
	2	2	100 gr	5,495 t
total				20,534 t

Donc une majoration de 49 % par rapport au mètre indicatif de la note de calcul MRB-BA.

Comme le volume du béton est de 188,3 m³, ceci correspond à un taux d'acier de 109 kg/m³ de béton et 122 kg/m³ avec les étriers (cf. plus loin § 2.3.).

2°/ - FERRAILLAGE VERTICAL - Les aciers de direction $\theta_1 = 50$ gr servent de porte-étriers.

2.1. - REACTIONS D'APPUI MAXIMALES -

Appuis	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Réactions en tonnes	40,34	123,17	120,44	35,23	251,04	284,52	27,23	120,83	110,56	32,22

Nous donnons ci-après le calcul du ferrailage vertical de l'appui N° 6, dont la réaction d'appui est la plus élevée. Ce calcul est valable aussi pour l'appui N° 5.

Le ferrailage vertical des appuis N° 2, 3, 8 et 9 est calculé avec une réaction de 123,17 t.

Pour les appuis N° 1, 4, 7 et 10 la réaction d'appui est nettement plus faible. Il pourrait être envisagé de réduire le ferrailage vertical de poinçonnement au droit de ces appuis. Par souci d'homogénéité et pour pallier à une redistribution toujours possible de la réaction d'appui entre les différents appuis, il est recommandé d'adopter le même ferrailage de poinçonnement pour tous les appuis, à l'exception de ceux situés dans l'angle obtus (appuis N° 5 et 6).

2.2. - CALCUL DE τ_b ET t DE L'APPUI N° 6 -

2.2.1. - Calcul de τ_b pour le poinçonnement -

Le cisaillement de poinçonnement est calculé en suivant la méthode du document type RAC (Répartition des armatures de cisaillement aux environs des points d'appui concentrés des ponts-dalles).

Le contour C_1 a pour dimension 1 m x 1,2 m.

Le tableau suivant donne les résultats obtenus pour les différents contours.

Contour	Q_t	P_{cm}	τ_b t/m ²
C_1	280,61	3,2	202,4
$C_1 + 0,30$ m	274,87	4,18	151,7
$C_1 + 1,80$ m	222,24	7,80	65,8

2.2.2. - Calcul de τ_b pour l'effort tranchant général -

La note de calcul MRB-BA nous donne le schéma suivant de la répartition de l'effort tranchant maximal T de la dalle.

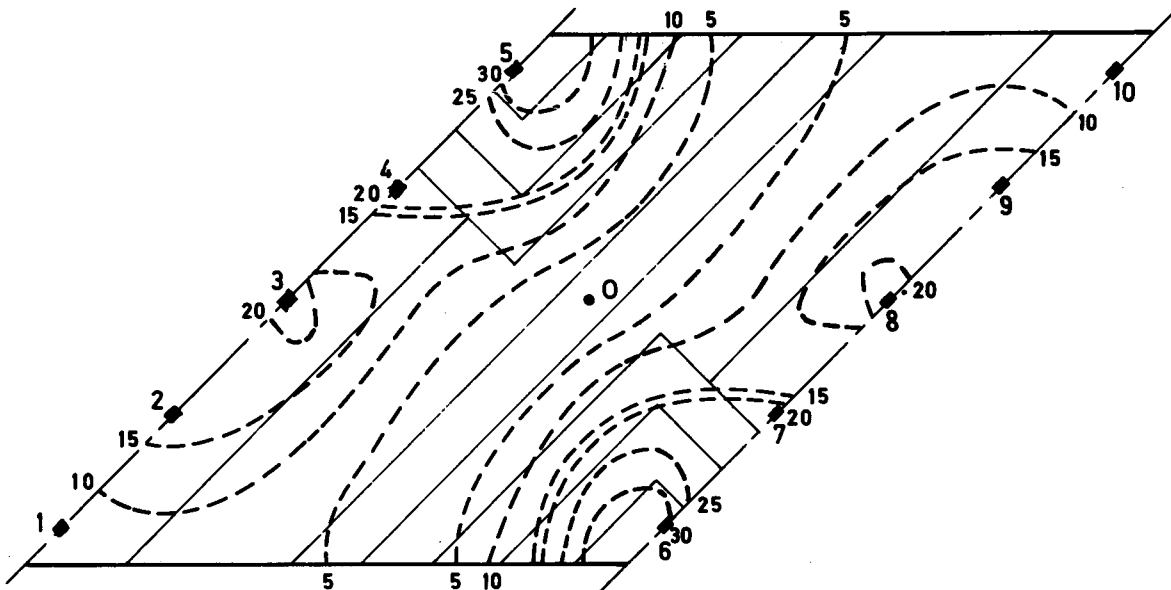


SCHÉMA DE RÉPARTITION DES ÉTRIERS A PARTIR DES LIGNES DE NIVEAU DES EFFORTS TRANCHANTS T (en t/m) (Pour les détails voir pièce 4.3.1.6)

On calcule τ_b par la formule

$$\tau_b = \frac{T}{Z}$$

T : effort tranchant en T/m

Z : bras de levier du couple des forces élastiques, égal à 0,50 m pour la dalle en question.

2.2.3. - Espacement des étriers (voir dossier RAC).

$$\text{On a } \omega_t \left(\frac{\text{m}^2}{\text{m}^2} \right) = \frac{\tau_b \text{ (t/m}^2\text{)}}{\sigma_{at} \text{ (t/m}^2\text{)}}$$

SECTIONS D'ACIER DU PROGRAMME MRB-BA EN CM2/ML AUX NOEUDS DU MAILLAGE CARRE 1.143* 1.143

DE LA DIRECTION 2 DU SYSTEME DE FERRAILLAGE 2 DE LA FACE INFÉRIEURE

TETA= 100.00GRADES***PAS DES NOEUDS=1.143M

NUMERO DES NOEUDS

2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

NUMERO
DES NOEUDS

2	*3*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	9	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	14	14	7	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	14	11	2	*1*	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	17	12	8	9	7	0	0	0	0	0	0	0	0
7	22	17	15	13	12	8	0	0	0	0	0	0	0
8	27	22	19	15	11	4	*2*	0	0	0	0	0	0
9	31	26	21	17	13	9	10	12	0	0	0	0	0
10	33	28	23	19	16	14	13	18	20	0	0	0	0
11	34	28	24	20	17	15	16	19	17	*18*	0	0	0
12	33	28	23	19	16	14	16	17	14	10	5	0	0
13	29	24	20	16	13	11	13	13	10	4	1	1	0
14	22	19	15	11	9	8	10	9	4	1	1	1	*1*
15	12	10	7	5	5	5	7	6	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1	3	6	4	2	1	1	1	1
17	1	1	1	1	1	5	8	6	5	6	8	10	13
18	*1*	1	1	1	3	10	11	9	9	11	14	18	21
19	0	1	1	3	11	15	15	12	12	14	18	22	27
20	0	0	4	11	16	19	18	15	14	17	20	25	30
21	0	0	0	*13*	20	22	18	16	17	20	23	26	31
22	0	0	0	0	22	20	15	17	19	21	25	28	33
23	0	0	0	0	14	13	14	17	21	25	27	31	31
24	0	0	0	0	0	0	*6*	9	15	20	21	23	27
25	0	0	0	0	0	0	0	11	13	14	15	16	20
26	0	0	0	0	0	0	0	0	8	9	7	9	14

Commentaire: On reproduit ici (pages 10,11) les tableaux des sections d'acier enveloppes de tous les cas de chargements étudiés de la face inférieure du système de ferrailage 2, qui est le système le plus économique. L'exploitation de ces tableaux par PREPUR est la même que celle de la face supérieure (cf pages 8,9 de cette pièce).



avec $\bar{\sigma}_{at} = \rho_a \sigma$ en

$$\rho_a = 1 - \frac{\tau_b}{9 \bar{\sigma}_b}$$

ω_t : rapport du volume des aciers de couture au volume du béton dans la région considérée, également dénommé "pourcentage" des aciers de couture.

$$\omega_t = \frac{A_t}{t \times d}$$

où A_t désigne la section d'une armature transversale d'âme

t l'espacement des cours successifs d'armature d'âme, mesuré perpendiculairement aux cours,

d leur espacement dans un cours.

Les armatures horizontales servant de porte-étriers et orientées perpendiculairement aux lignes d'appui ont un espacement de 0,20 m. Les armatures d'âme auront soit le même espacement, soit un espacement double (dans ce dernier cas on pourra placer les étriers alternativement sur les porte-étriers de rang pair et impair).

Si l'on emploie des aciers HA de 6 mm et de 10 mm de diamètre avec un béton ayant une contrainte de traction de référence de 7 bars, les valeurs retenues pour le couple (d,t) données dans les tableaux ci-dessous permettent de reprendre les taux de cisaillement τ_b et les efforts tranchants T par mètre linéaire suivants :

En outre, l'espacement t des étriers est limité par la valeur

$$\bar{t} = \max \left[h \left(1 - \frac{0,3 \tau_b}{\bar{\sigma}_b} \right), 0,2 h \right] \quad \text{avec } h = 0,64 - 0,06 = 0,58 \text{ m.}$$

HA 6 $d = 40 \text{ cm}$

t cm	\bar{t} cm	τ_b t/m ²	T t/m
20	50,92	28,4	14,2
30	53,6	17,7	8,85

HA 10 $d = 20 \text{ cm}$

t cm	\bar{t} cm	τ_b t/m ²	T t/m
10	11,6	216,5	108,25
30	30,85	109,1	54,55

SECTIONS D'ACIER DU PROGRAMME MRB-BA EN CM2/ML AUX NOEUDS DU MAILLAGE CARRE 1.143* 1.143

DE LA DIRECTION 1 DU SYSTEME DE FERRAILLAGE 2 DE LA FACE INFÉRIEURE

TETA= 50.00GRADES***PAS DES NOEUDS=1.143M

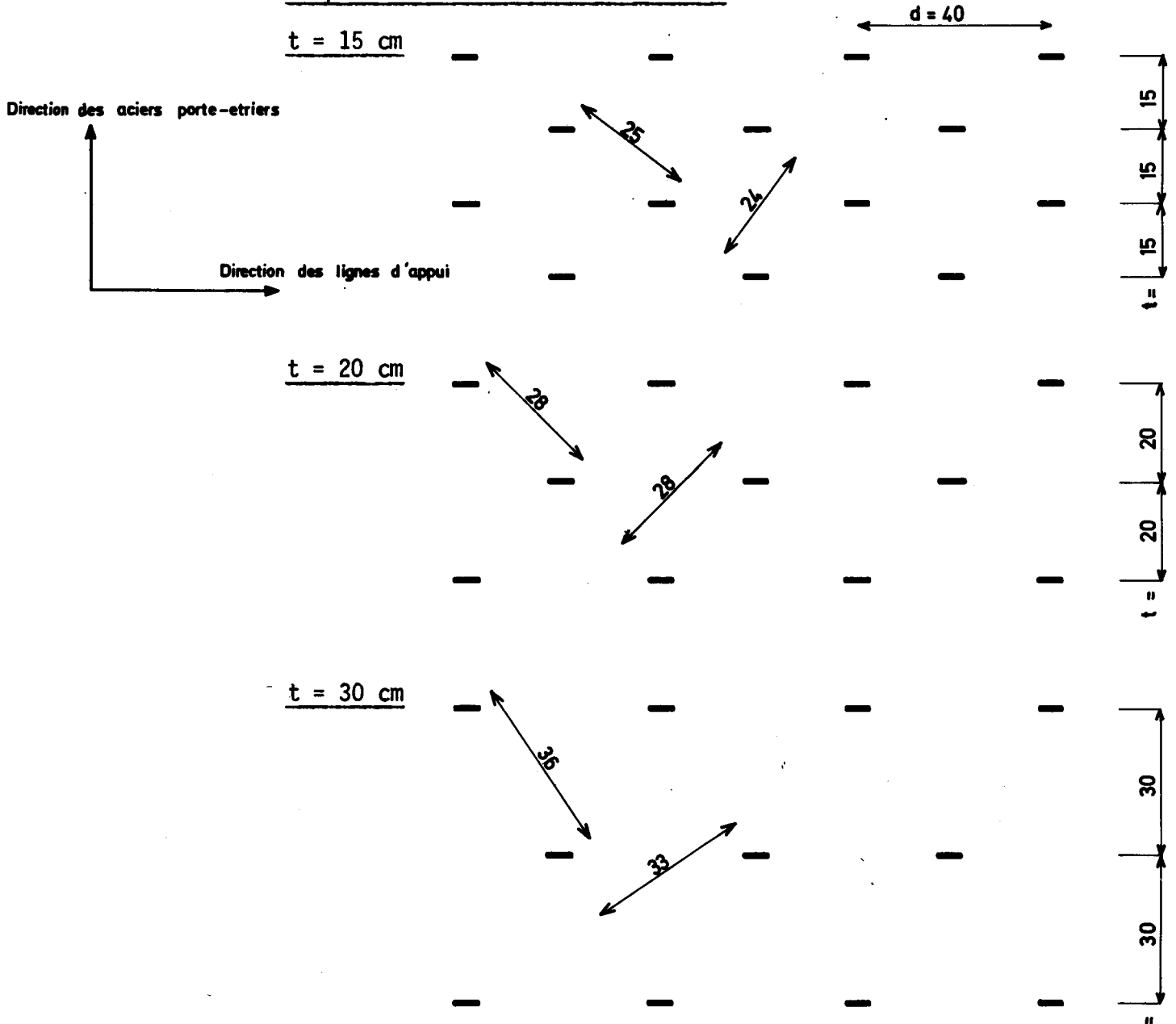
NUMERO DES NOEUDS		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
NUMERO DES NOEUDS	2	*1*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	6	7	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	8	10	3	*1*	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	11	13	10	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	16	18	16	11	7	0	0	0	0	0	0	0	0
	8	20	23	22	20	16	10	*3*	0	0	0	0	0	0
	9	25	28	29	28	25	20	10	10	0	0	0	0	0
	10	30	33	35	34	32	28	20	21	20	0	0	0	0
	11	36	38	40	40	39	35	33	32	27	*25*	0	0	0
	12	40	43	45	46	45	42	43	41	35	27	14	0	0
	13	44	47	49	50	50	48	50	49	43	34	20	8	0
	14	47	50	53	54	54	53	55	54	48	40	34	26	*20*
	15	47	51	55	56	56	56	58	56	51	48	46	42	31
	16	44	50	54	55	56	57	59	57	55	53	51	47	41
	17	33	45	49	50	53	58	59	56	55	54	52	48	44
	18	*14*	28	35	41	51	56	57	54	53	52	50	47	43
	19	0	8	22	38	47	53	53	51	49	49	47	44	41
	20	0	0	17	29	40	46	47	45	44	44	43	41	37
	21	0	0	0	*20*	33	37	37	37	38	40	39	36	33
	22	0	0	0	0	25	25	23	28	32	34	34	32	29
	23	0	0	0	0	0	14	11	21	26	28	29	27	24
	24	0	0	0	0	0	0	*2*	11	20	21	23	22	20
	25	0	0	0	0	0	0	0	4	12	12	17	18	15
	26	0	0	0	0	0	0	0	0	3	4	12	13	11



$d = 40 \text{ cm}$

$t \text{ cm}$	$\bar{t} \text{ cm}$	$\tau_b \text{ t/m}^2$	$T \text{ t/m}$
15	34,74	93,6	46,8
30	45,5	50,5	25,25

Dispositions alternées des étriers -



Ce qui précède nous permet de déterminer l'épure des étriers de la façon suivante :

SECTIONS D'ACIER DU PROGRAMME MRB-BA EN CM2/ML AUX NOEUDS DU MAILLAGE CARRE 1.143* 1.143
 DE LA DIRECTION 2 DU SYSTEME DE FERRAILLAGE 1 DE LA FACE SUPERIEURE
 TETA= -50.00GRADES***PAS DES NOEUDS=1.143M

NUMERO DES NOEUDS		2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
NUMERO DES NOEUDS	2	*1*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	3	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	4	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	5	1	1	2	*9*	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	6	1	1	4	6	1	0	0	0	0	0	0	0	0
	7	1	1	1	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0
	8	4	1	1	1	1	2	*9*	0	0	0	0	0	0
	9	1	1	1	1	1	4	5	1	0	0	0	0	0
	10	14	6	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
	11	17	12	5	1	1	1	1	1	*1*	0	0	0	0
	12	21	15	11	4	1	1	1	1	1	1	4	0	0
	13	24	19	14	5	3	1	1	1	3	7	12	18	0
	14	27	22	16	9	4	2	1	3	7	12	21	35	*43*
	15	31	25	17	10	5	3	3	5	8	14	21	30	36
	16	33	28	17	9	5	4	3	4	7	11	16	25	31
	17	40	32	20	10	4	3	4	5	7	10	15	23	29
	18	*49*	39	19	9	3	3	4	5	7	10	13	20	26
	19	0	17	10	3	1	1	4	5	7	8	11	17	22
	20	0	0	1	1	1	1	1	6	6	1	8	14	19
	21	0	0	0	*1*	1	1	1	6	1	1	1	11	16
	22	0	0	0	1	1	1	6	7	1	1	1	5	13
	23	0	0	0	0	3	9	7	1	1	1	1	1	11
	24	0	0	0	0	0	0	*10*	4	1	1	1	1	8
	25	0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	1	1	1
	26	0	0	0	0	0	0	0	0	1	6	3	1	1



Pour les appuis 5 et 6 -

Deux zones successives HA 10 avec $t = 10$ cm, $d = 20$ cm et $t = 15$ cm, $d = 40$ cm.

Pour les autres appuis - Une bande parallèle aux lignes d'appui où se trouvent des HA 10 avec $t = 30$ cm, $d = 20$ cm.

Pour le reste de la dalle : des HA 10 $t = 30$ cm, $d = 40$ cm et des HA 6 $t = 20$ cm, $d = 40$ cm et $t = 30$ cm, $d = 40$ cm.

Le dessin de cette épure d'étriers fait l'objet de la pièce 4.3.1.6.

2.3. - METRE DES ETRIERS -

La répartition d'étriers retenue comprend 1,965 t d'aciers de 10 mm de diamètre, 0,555 t d'acier de 6mm, soit au total 2,52 t pour l'ensemble du tablier.

Ceci correspond à 13,4 kg/m³ de béton.

Pour les détails de répartition, voir pièce 4.3.1.6.

SECTIONS D'ACIER DU PROGRAMME MRB-BA EN CM2/ML AUX NOEUDS DU MAILLAGE CARRE 1.143* 1.143

DE LA DIRECTION 1 DU SYSTEME DE FERRAILLAGE 1 DE LA FACE SUPERIEURE

TETA= .50.00GRADES***PAS DES NOEUDS=1.143M

NUMERO DES NOEUDS
2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14

NUMERO
DES NOEUDS

2	*4*	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4	1	1	5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	1	1	1	*8*	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	1	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0
7	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0
8	1	1	1	1	1	1	*2*	0	0	0	0	0	0
9	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	0
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*1*	0	0	0
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	*15*
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
18	*12*	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
19	0	6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
21	0	0	0	*1*	1	1	1	1	1	1	1	1	1
22	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1
23	0	0	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1
24	0	0	0	0	0	0	*7*	1	1	1	1	1	1
25	0	0	0	0	0	0	0	5	1	1	1	1	1
26	0	0	0	0	0	0	0	0	7	5	1	1	1

Commentaire : On reproduit ici (pages 8,9) les deux tableaux des sections d'acier enveloppes de tous les cas de chargements étudiés de la face supérieure du système de ferrailage 1 qui est plus économique que les deux autres. Ces tableaux, fournis sous forme de cartes perforées par le calcul MRB-BA, servent de données d'entrée pour le programme PREPUR. PREPUR, à son tour, trace les courbes représentatives décalées de Z / 2 des sections d'acier suivant les directions de ferrailage, qui permettent d'établir les plans de ferrailage définitifs (cf 4.3.1.2 , 4.3.1.3 , 4.3.1.4 , 4.3.1.5). Ces courbes ainsi que leur exploitation ne sont pas reproduites ici en raison de l'analogie avec le deuxième modèle d'application (cf pièce 4.2.2 note de calcul commentée).



PSI.DA 68

4.3.1.2

Modèle d'application PI 3 7 50 \ 143

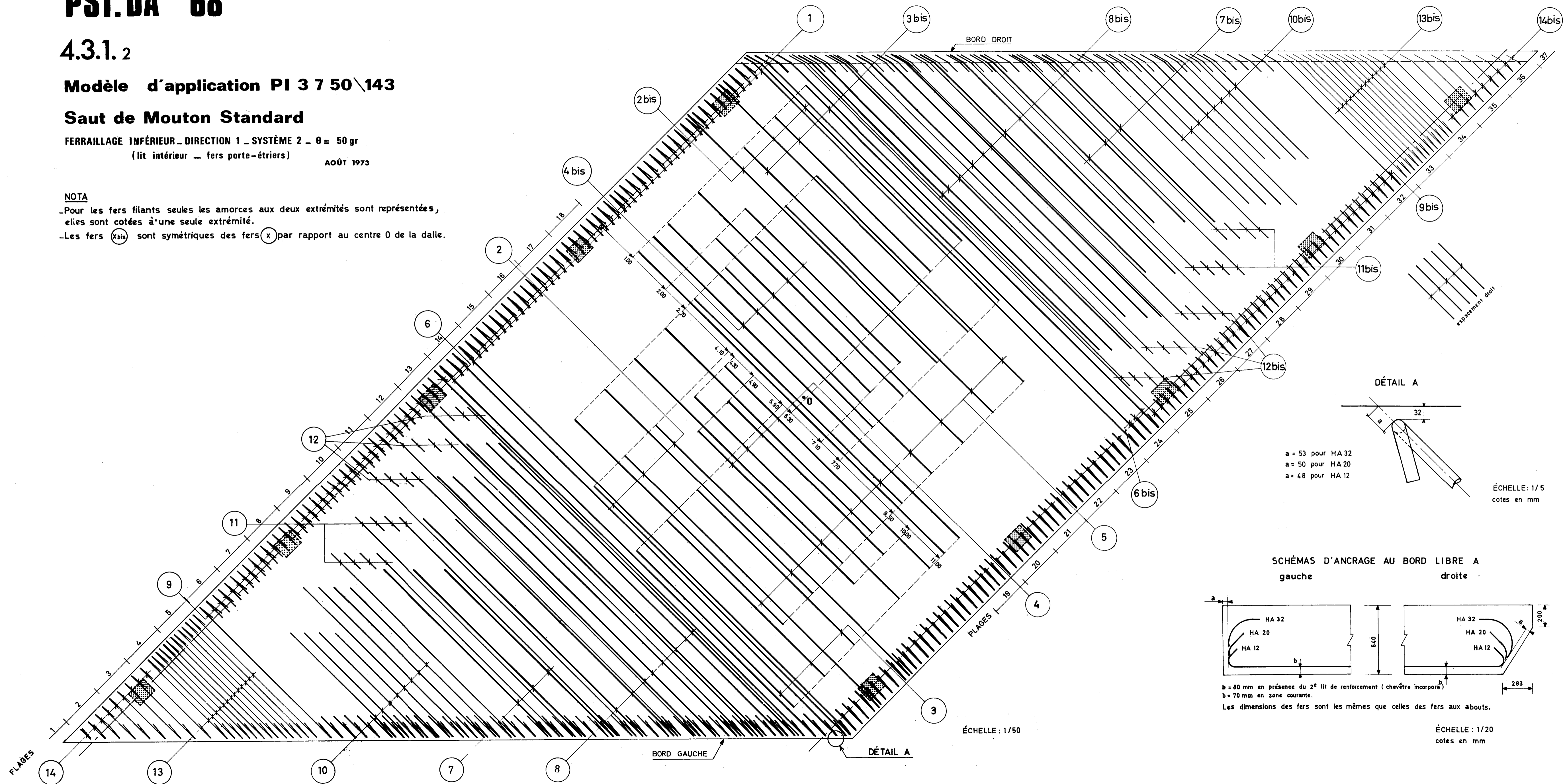
Saut de Mouton Standard

FERRAILLAGE INFÉRIEUR - DIRECTION 1 - SYSTÈME 2 - $\theta = 50$ gr
(lit intérieur - fers porte-étriers)

AOÛT 1973

NOTA

...Pour les fers filants seules les amorces aux deux extrémités sont représentées, elles sont cotées à une seule extrémité.
...Les fers (x) sont symétriques des fers (x) par rapport au centre 0 de la dalle.

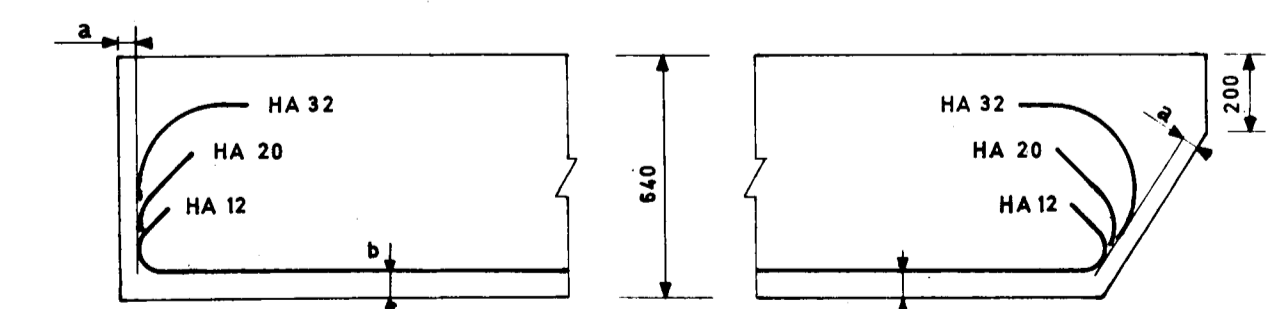


ÉCHELLE: 1/50

a = 53 pour HA 32
a = 50 pour HA 20
a = 48 pour HA 12

ÉCHELLE: 1/5
cotes en mm

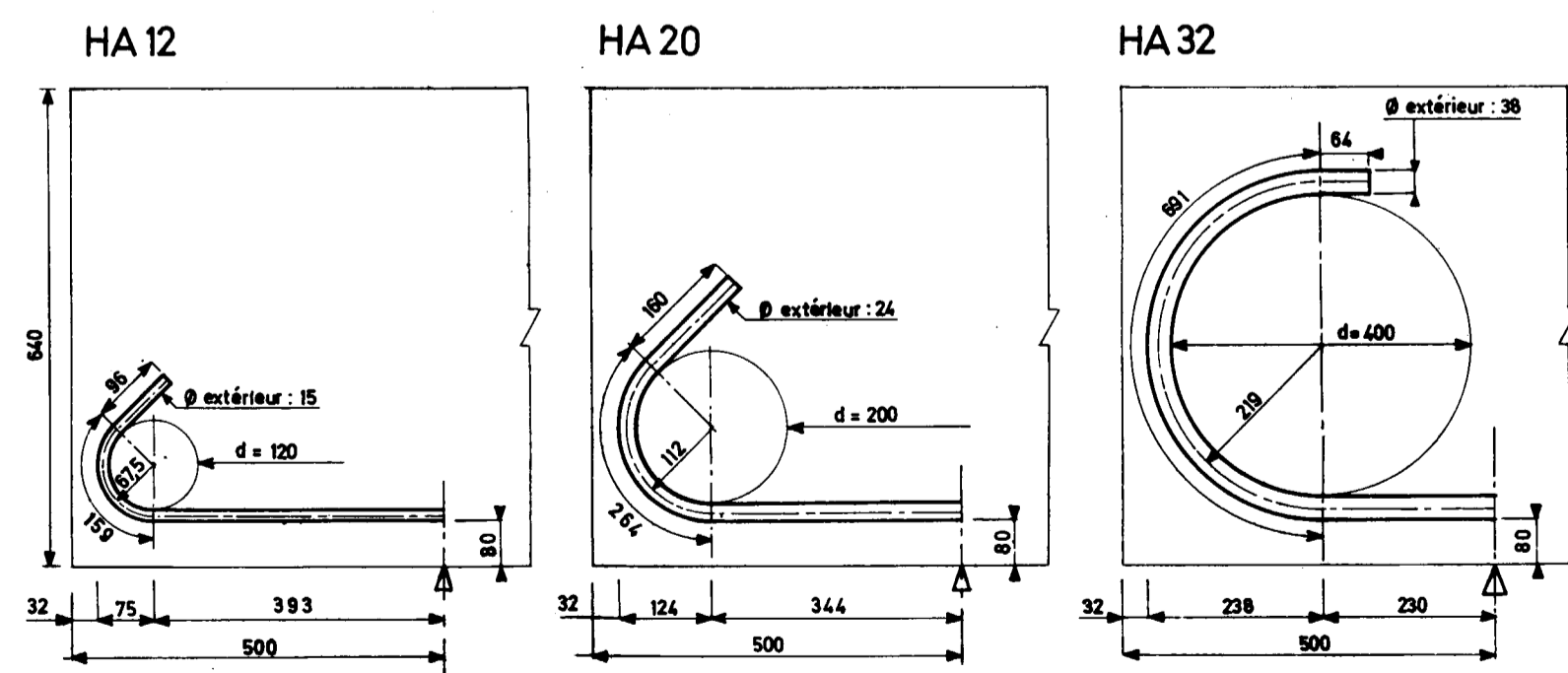
SCHÉMAS D'ANCRAGE AU BORD LIBRE A gauche droite



b = 80 mm en présence du 2^e lit de renforcement (chevêtre incorporé)
b = 70 mm en zone courante.
Les dimensions des fers sont les mêmes que celles des fers aux abouts.

ÉCHELLE: 1/20
cotes en mm

Diamètre mm	Nomenclature	L: longueur d'une barre m	l	N° de barres	Espace mer droit cm	Longueur totale m	Poids	Observations	
HA 32	1	13,90	fers filants	49	20	681,1		* Les longueurs totales sont les longueurs développées, crochets compris. * Les fers 1, 6, 6bis, 9, 9bis, 13, 13bis, 14 et 14bis servent de porte-étriers.	
	2 et 2bis	9,00	4,10 2 ^e lit 1,00	2 x 3	100	54			
	3 et 3bis	5,30	5,90 2 ^e lit 1,00	2 x 3	100	31,8			
	4 et 4bis	5,1 - 6,7 - 10	4,30-4,90 2 ^e lit 1,00-2,00	2 x 5	50	67,2			
	5	6,80	2,70	9	100	61,2			
	6 et 6bis	13,5 ≤ L ≤ 13,80	fers filants	2 x 3	20	81,9			
	7 et 7bis	6,20	5,60	2 x 3	50	37,2			
	8 et 8bis	7,7 - 9,2 - 10,5	7,40-8,80 9,80	2 x 8	25 et 12,5	14,9			
							1163,4	7,345 T	
HA 20	9 et 9bis	5 ≤ L ≤ 13	fers filants	2 x 40	20	720		* l étant la distance - de la première ligne d'appui aux origines des fers 1 jusqu'aux fers 6bis - du bord libre aux extrémités non ancrées des fers 7 jusqu'aux fers 14bis	
	10 et 10bis	4 et 5,4	3,60-5,10	2 x 8	20	75,2			
	11 et 11bis	6,5 et 7,7	6,20-7,40	2 x 8	20	113,6			
	12 et 12bis	9,3 - 10,10 - 11,10	9,20-10,00 11,00	2 x 12	20	244			
							1152,8	2,843 T	
HA 12	13 et 13bis	2,9 ≤ L ≤ 4,4	fers filants	2 x 13	12,5	94,90			
	14 et 14bis	0,9 ≤ L ≤ 2,6	fers filants	2 x 9	25	31,50			
							126,40	0,112 T	
POIDS TOTAL							10,300 T		



DÉTAILS D'ANCRAGE AUX ABOUTS

ÉCHELLE: 1/10
cotes en mm

La longueur développée de l'ancrage jusqu'à la ligne d'appui est prise égale à :
0,648m pour les fers de HA12 (angle au centre égal à 150 gr)
0,768 m HA20 (angle au centre égal à 150 gr)
0,985 m HA32 (angle au centre égal à 100 gr)

PSI.DA 68

4.3.1.3

Modèle d'application PI 3 7 50\143

Saut de Mouton Standard

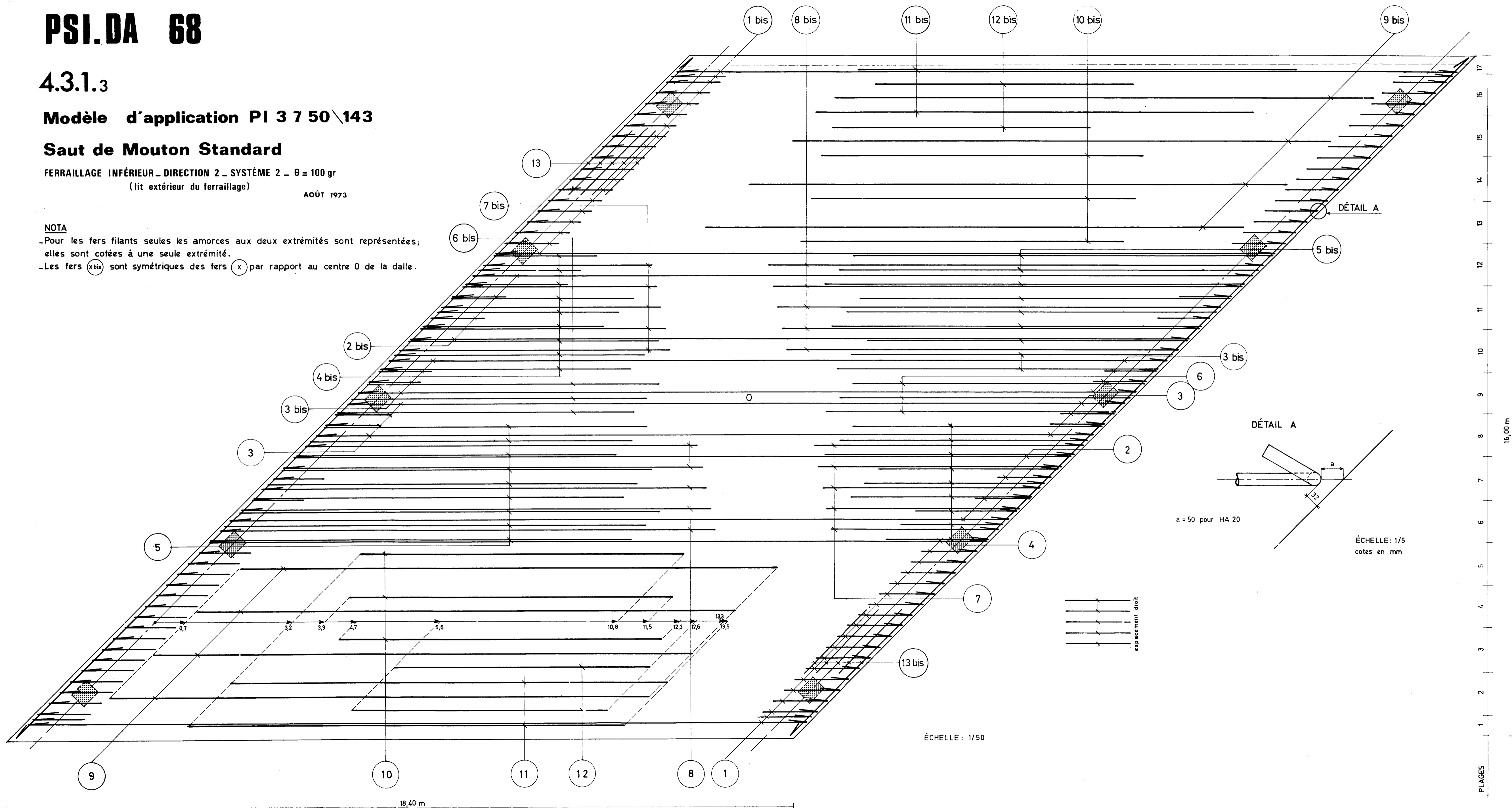
FERRAILLAGE INFÉRIEUR - DIRECTION 2 - SYSTÈME 2 - $\theta = 100$ gr
(lit extérieur du ferrillage)

AOÛT 1973

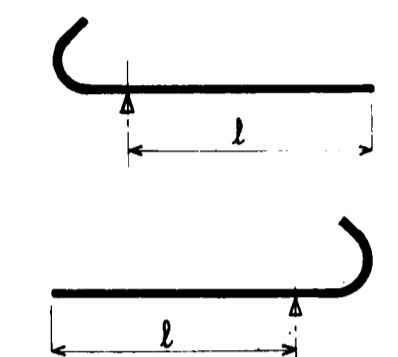
NOTA

... Pour les fers filants seules les amorces aux deux extrémités sont représentées, elles sont cotées à une seule extrémité.

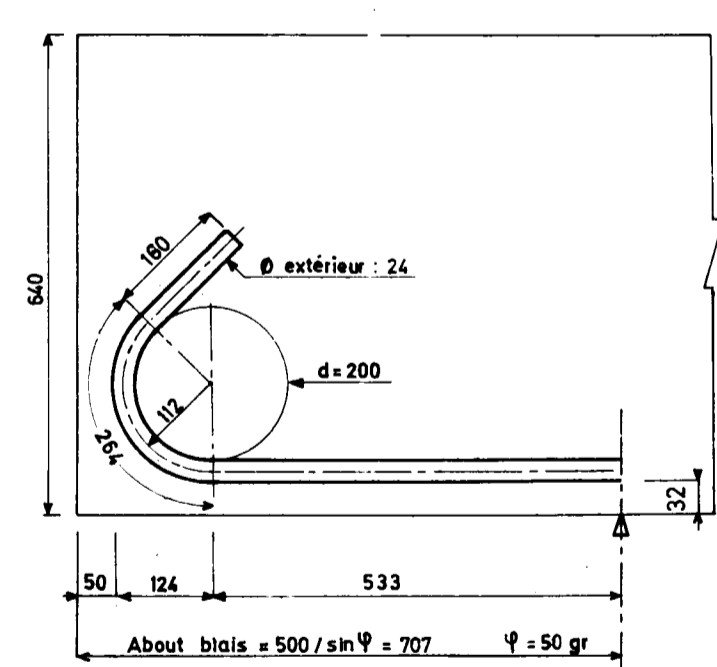
... Les fers (x bis) sont symétriques des fers (x) par rapport au centre 0 de la dalle.



Diamètre mm	Nomenclature	L: longueur d'une barre m	ℓ	Nombre des barres	Espace-ment droit cm	Longueur totale m	Poids	Observations
HA 32	9 et 9 bis	12,6	Voir plan de ferrillage	2 x 4	100	100,8	1,336 t	* Les longueurs totales sont les longueurs développées, ancrages compris.
	10 et 10 bis	7,6		2 x 3	100	45,6		
	11 et 11 bis	10,3		2 x 2	100	41,2		
	12 et 12 bis	6		2 x 2	100	24,0		
						211,6		* Les angles au centre de l'ancrage par courbure sont de 150 gr
HA 20	1 et 1 bis	18,9	Fers filants	2 x 19	25	718,2	4,159 t	* Les fers filants (13) et (13 bis) jouent le rôle de chevêtre incorporé.
	2 et 2 bis	18,9	Fers filants	2 x 4	50	151,2		
	3 et 3 bis	18,9	Fers filants	2 x 4	25	151,2		
	4 et 4 bis	2,7 - 4,6 - 6,2	$3 \times 5,2 - 3 \times 3,6$ $3 \times 1,8$	2 x 3 - 2 x 3 - 2 x 3	33	81,6		
	5 et 5 bis	7,6 - 8,7 - 9,9	$3 \times 9,2 - 3 \times 8,1$ $3 \times 6,9$	2 x 3 - 2 x 3 - 2 x 3	33	157,2		
	6 et 6 bis	6,8	3 x 6,3	2 x 3	33	40,8		
	7 et 7 bis	$4,2 \leq L \leq 6,5$	$3,3 \leq \ell \leq 5,7$	2 x 5	50	53,5		
	8 et 8 bis	$9,4 \leq L \leq 11,9$	$8,6 \leq \ell \leq 11$	2 x 5	50	106,5		
	13 et 13 bis	22,6	Fers filants	2 x 5	20	226,0		
						1 686,2		
POIDS TOTAL							5,495 t	



HA 20



La longueur développée de l'ancrage jusqu'à la ligne d'appui est prise égale à 0,987 m pour les fers de HA 20.

ÉCHELLE: 1/10
cotes en mm

PLAGES

PSI.DA 68

4.3.1.4

Modèle d'application PI 3 7 50\143

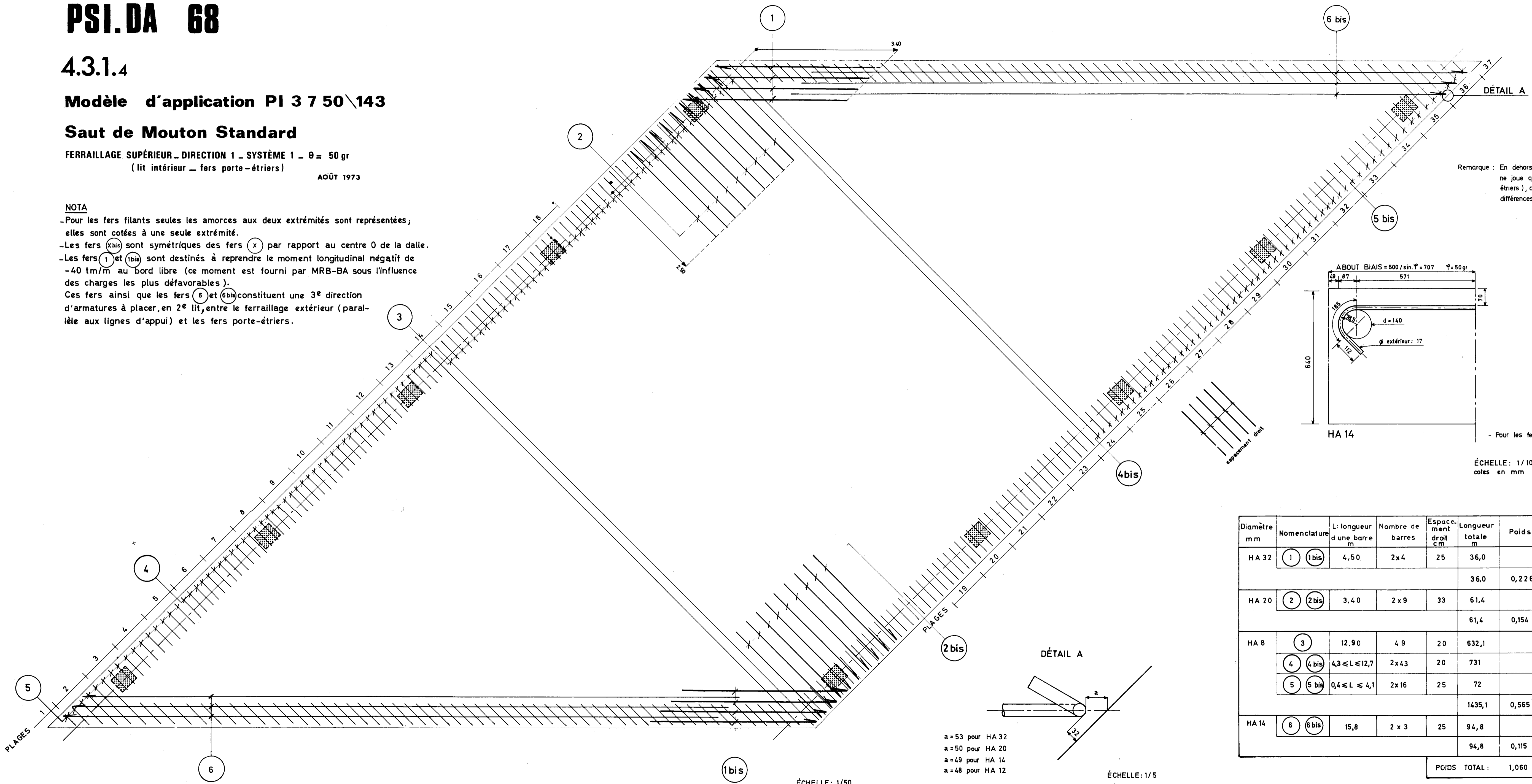
Saut de Mouton Standard

FERRAILLAGE SUPÉRIEUR - DIRECTION 1 - SYSTÈME 1 - $\theta = 50$ gr
(lit intérieur - fers porte-étriers)

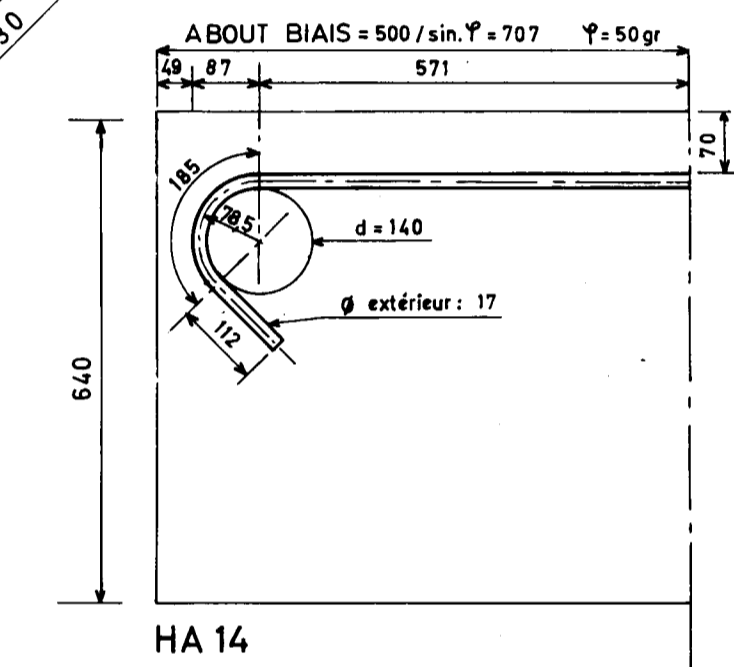
AOÛT 1973

NOTA

- Pour les fers filants seules les amorces aux deux extrémités sont représentées, elles sont cotées à une seule extrémité.
- Les fers (x bis) sont symétriques des fers (x) par rapport au centre 0 de la dalle.
- Les fers (1) et (1 bis) sont destinés à reprendre le moment longitudinal négatif de -40 tm/m au bord libre (ce moment est fourni par MRB-BA sous l'influence des charges les plus défavorables).
- Ces fers ainsi que les fers (6) et (6 bis) constituent une 3^e direction d'armatures à placer, en 2^e lit, entre le ferraillement extérieur (parallèle aux lignes d'appui) et les fers porte-étriers.



Remarque : En dehors de la zone des angles obtus ce ferraillement ne joue qu'un rôle d'armatures de construction (porte-étriers), d'armatures de peau ("couture des effets des différences de température et de retrait").



- Pour les fers de HA 20 et HA 32 voir pièce 4.3.1.2

ÉCHELLE: 1/10
cotes en mm

Diamètre mm	Nomenclature	L: longueur d'une barre m	Nombre de barres	Espace-ment droit cm	Longueur totale m	Poids t	Observations
HA 32	(1) (1 bis)	4,50	2 x 4	25	36,0		*Les longueurs totales sont les longueurs développées crochets compris
					36,0	0,226	
HA 20	(2) (2 bis)	3,40	2 x 9	33	61,4		*Cette direction sert de porte-étriers
					61,4	0,154	
HA 8	(3)	12,90	4 9	20	632,1		*Les HA 32 sont ajoutés pour reprendre les moments longitudinaux négatifs (-40 tm/m) aux bords libres
	(4) (4 bis)	$4,3 \leq L \leq 12,7$	2 x 43	20	731		
	(5) (5 bis)	$0,4 \leq L \leq 4,1$	2 x 16	25	72		
HA 14	(6) (6 bis)	15,8	2 x 3	25	94,8		
					94,8	0,115	
POIDS TOTAL:						1,060	

a = 53 pour HA 32
a = 50 pour HA 20
a = 49 pour HA 14
a = 48 pour HA 12

ÉCHELLE: 1/5
cotes en mm

PSI.DA 68

4.3.1.5

Modèle d'application PI 3 7 50\143

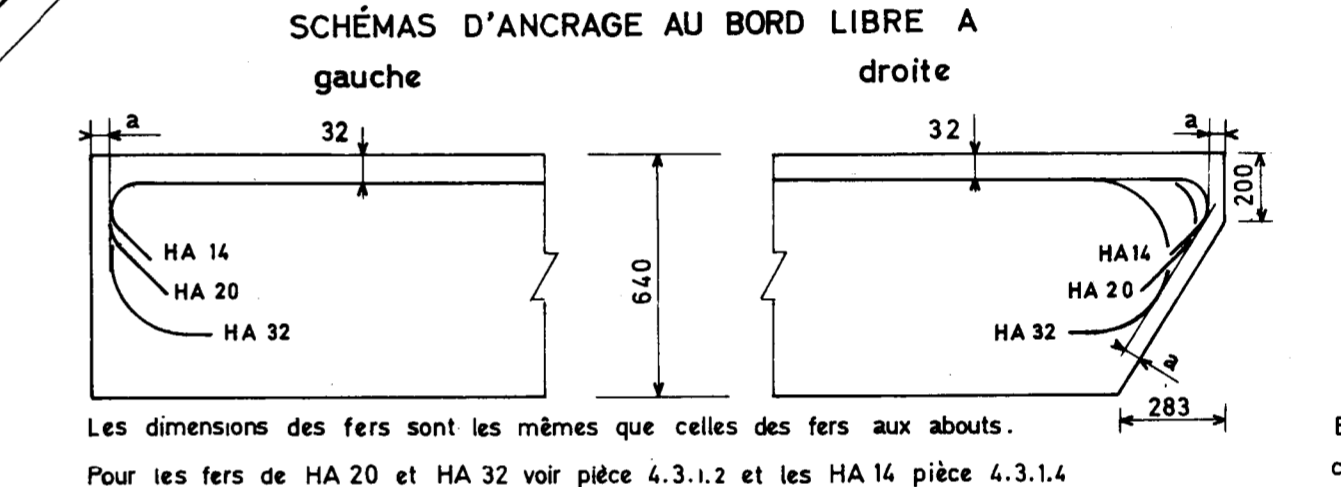
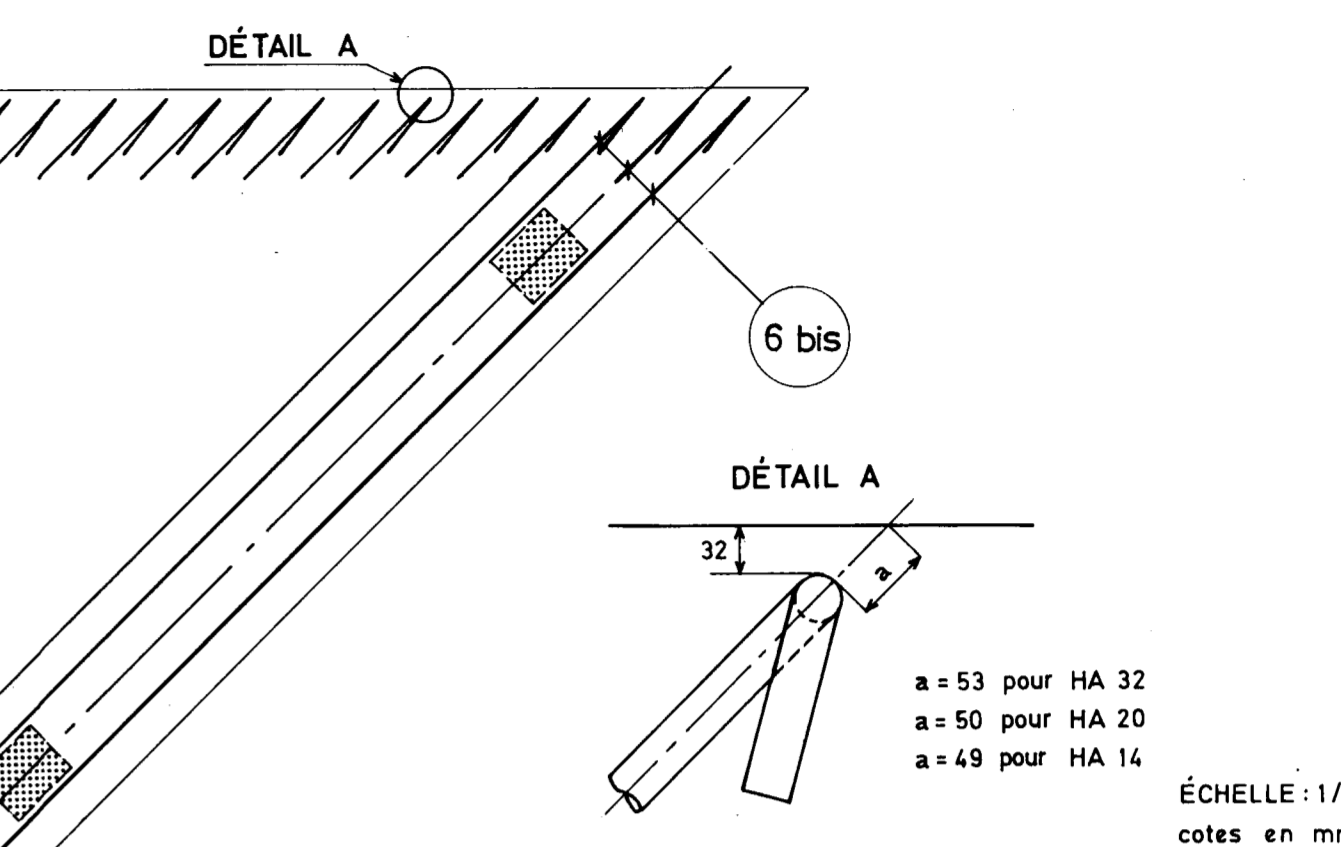
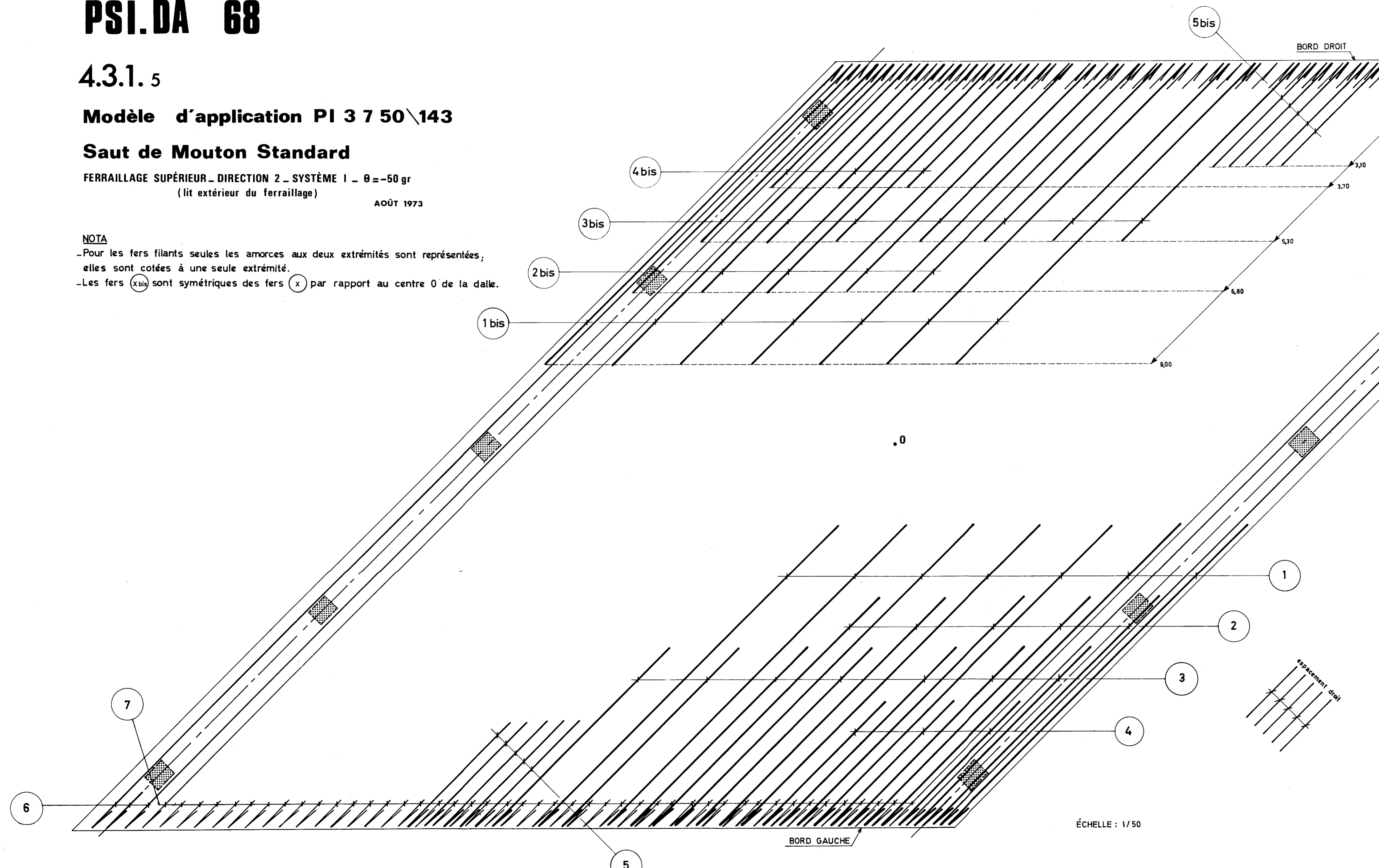
Saut de Mouton Standard

FERRAILLAGE SUPÉRIEUR - DIRECTION 2 - SYSTÈME 1 - $\theta = -50$ gr
(lit extérieur du ferrailage)

AOÛT 1973

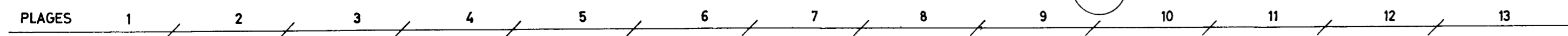
NOTA

- Pour les fers filants seules les amorces aux deux extrémités sont représentées, elles sont cotées à une seule extrémité.
- Les fers (x bis) sont symétriques des fers (x) par rapport au centre 0 de la dalle.



Les dimensions des fers sont les mêmes que celles des fers aux abouts.
Pour les fers de HA 20 et HA 32 voir pièce 4.3.1.2 et les HA 14 pièce 4.3.1.4

Diamètre mm	Nomenclature	L: longueur d'une barre m	Nombre des barres	Espace ment droit cm	Longueur totale m	Poids	Observations
HA 32	1 et 1 bis	9,4	2 x 7	100	131,6	2,003 t	* Les fers (6 bis) et (7) peuvent être réalisés par 2 fers joints par recouvrement sur une longueur égale à 40 ϕ . * Le ferrailage est symétrique par rapport au centre 0 de la dalle.
	2 et 2 bis	7,3	2 x 5	100	73		
	3 et 3 bis	5,8	2 x 7	100	81,4		
	4 et 4 bis	5,2	2 x 3	100	31,2		
					317,2		
HA 20	5 et 5 bis	3,4	2 x 5	25	34	0,429 t	
	6 et 6 bis	23,3 (filants)	2 x 3	25	139,8		
					173,8		
HA 14	7	23,1 (filants)	45	25	1039,5	1,247 t	
POIDS TOTAL						3,679 t	



ÉCHELLE : 1/50

PSI.DA 68

4.3.1.6

Modèle d'application PI 3 7 50\143

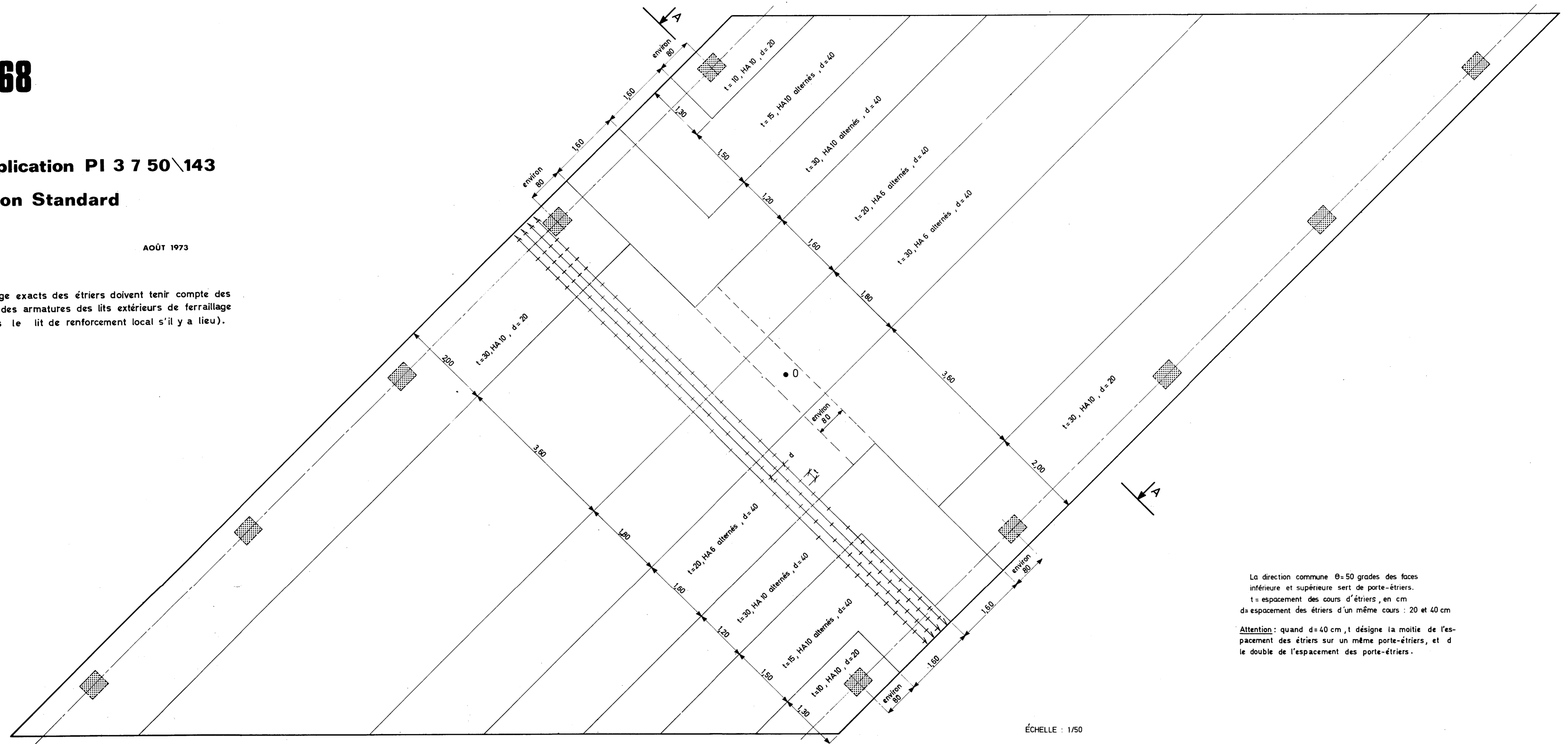
Saut de Mouton Standard

RÉPARTITION DES ÉTRIERS

AOÛT 1973

NOTA

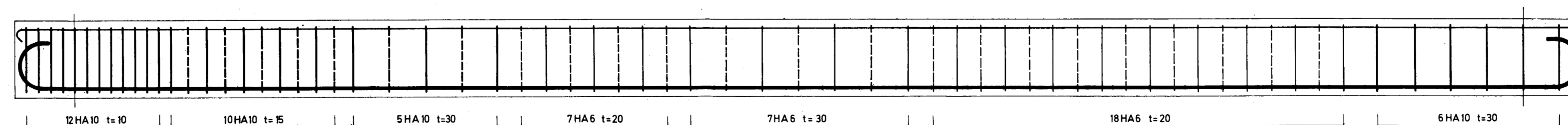
La longueur et le façonnage exacts des étriers doivent tenir compte des diamètres d'encombrement des armatures des lits extérieurs de ferrillage des deux faces (y compris le lit de renforcement local s'il y a lieu).



La direction commune $\theta=50$ grades des faces inférieure et supérieure sert de porte-étriers.
 t = espacement des cours d'étriers, en cm
 d = espacement des étriers d'un même cours : 20 et 40 cm

Attention : quand $d=40$ cm, t désigne la moitié de l'espacement des étriers sur un même porte-étriers, et d le double de l'espacement des porte-étriers.

Coupe AA



12 HA10 t=10 | 10 HA10 t=15 | 5 HA10 t=30 | 7 HA6 t=20 | 7 HA6 t=30 | 18 HA6 t=20 | 6 HA10 t=30

SETRA

SERVICE D'ÉTUDES
TECHNIQUES
DES ROUTES
ET AUTOROUTES

DOA B

OUVRAGES TYPES

PSI.DA 68

PONTS-DALLES (ET PORTIQUES OUVERTS)
EN BÉTON ARMÉ DE BIAIS PRONONCÉ

4.3.2

Modèle d'application

PI du CD 24 (Montpellier)

AOÛT 1973

MODÈLE D'APPLICATION : PI du CD 24 (MONTPELLIER)

- 1°/ - CALCUL DE FERRAILLAGE
- 2°/ - PLAN DE FERRAILLAGE INFÉRIEUR :
DIRECTION 1, SYSTÈME 2, $\theta_1 = 50$ gr
- 3°/ - PLAN DE FERRAILLAGE INFÉRIEUR :
DIRECTION 2, SYSTÈME 2, $\theta_2 = 100$ gr
- 4°/ - PLAN DE FERRAILLAGE SUPÉRIEUR :
DIRECTION 1, SYSTÈME 1, $\theta_1 = 50$ gr
- 5°/ - PLAN DE FERRAILLAGE SUPÉRIEUR :
DIRECTION 2, SYSTÈME 1, $\theta_2 = -50$ gr
- 6°/ - REPARTITION DES ETRIERS

PSI.DA 68

pièce 4.3.2.

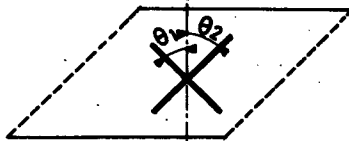
CALCUL DE FERRAILLAGE

MODELE D'APPLICATION : P.I. DU C.D. 24 (MONTPELLIER).

1°/ - FERRAILLAGE HORIZONTAL -

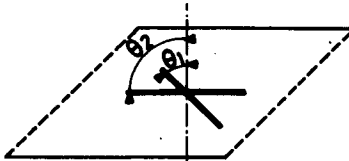
Il s'agit d'un pont-dalle d'épaisseur 0,65 m, de largeur droite 14,50 m, de biais géométrique 50 grades, à 3 travées de portées biaises respectives 11,75 m, 20,72 m et 11,75 m.

Le calcul de MRB-BA a été effectué avec deux systèmes de ferrailage :



Système 1 - Directions $\theta_1 = 50 \text{ gr}$ $\theta_2 = -50 \text{ gr}$

Consommations face supérieure 4,979 t
face inférieure 7,210 t



Système 2 - Directions $\theta_1 = 50 \text{ gr}$ $\theta_2 = 100 \text{ gr}$

Consommations face supérieure 6,739 t
face inférieure 6,918 t

Ces résultats concernent seulement la moitié du pont en raison de sa symétrie.

Choix du système de ferrailage optimal -

On a combiné face supérieure système 1
face inférieure système 2

Ce qui donne une consommation indicative résultant de la note de calcul MRB-BA de :

$$(6,918 + 4,979) \times 2 = 23,794 \text{ t.}$$

Ces valeurs ne tiennent pas compte des longueurs d'ancrage et du décalage de $Z/2$.

Le système de ferrailage retenu pour cet ouvrage fait l'objet de la pièce 4.2.2. (Note de calcul commentée).

La méthode indiquée au § 4.5.2. de la pièce 4.1. pour évaluer les quantités de ferrailage plausibles nous donne :

Face	Système	Direction	θ	Limite inférieure	Limite supérieure
supérieure	1	1	50 gr	7,920 t	8,593 t
	1	2	-50 gr	5,410 t	6,015 t
inférieure	2	2	50 gr	9,907 t	10,550 t
	2	2	100 gr	7,028 t	7,732 t

Il résulte de ce tableau qu'en suivant, le plus près possible, les résultats de la note de calcul MRB-BA, on doit s'attendre à une majoration par rapport aux mètres de la note de calcul MRB-BA :

- comprise entre 34 % et 46 % pour le ferrailage supérieur
- comprise entre 23 % et 32 % pour le ferrailage inférieur
- globalement comprise entre 27 % et 38 %.

Avant-métré du ferrailage effectif :

Face	Système	Direction	θ	Consommation
supérieure	1	1	50 gr	9,930 t
	1	2	- 50 gr	7,040 t
inférieure	2	1	50 gr	10,473 t
	2	2	100 gr	9,035 t
total				36,478 t

L'avant-métré du ferrailage effectif est de 36,478 t, donc une majoration de 53 % par rapport au ferrailage fourni par MRB-BA.

Volume du béton $(12,46 + 20,72 + 12,46) \times 14,50 \times 0,65 = 430 \text{ m}^3$

ceci donne un taux d'acier de 85 kg/m³ de béton et 94 kg/m³ avec les étriers (cf. plus loin § 2.3).

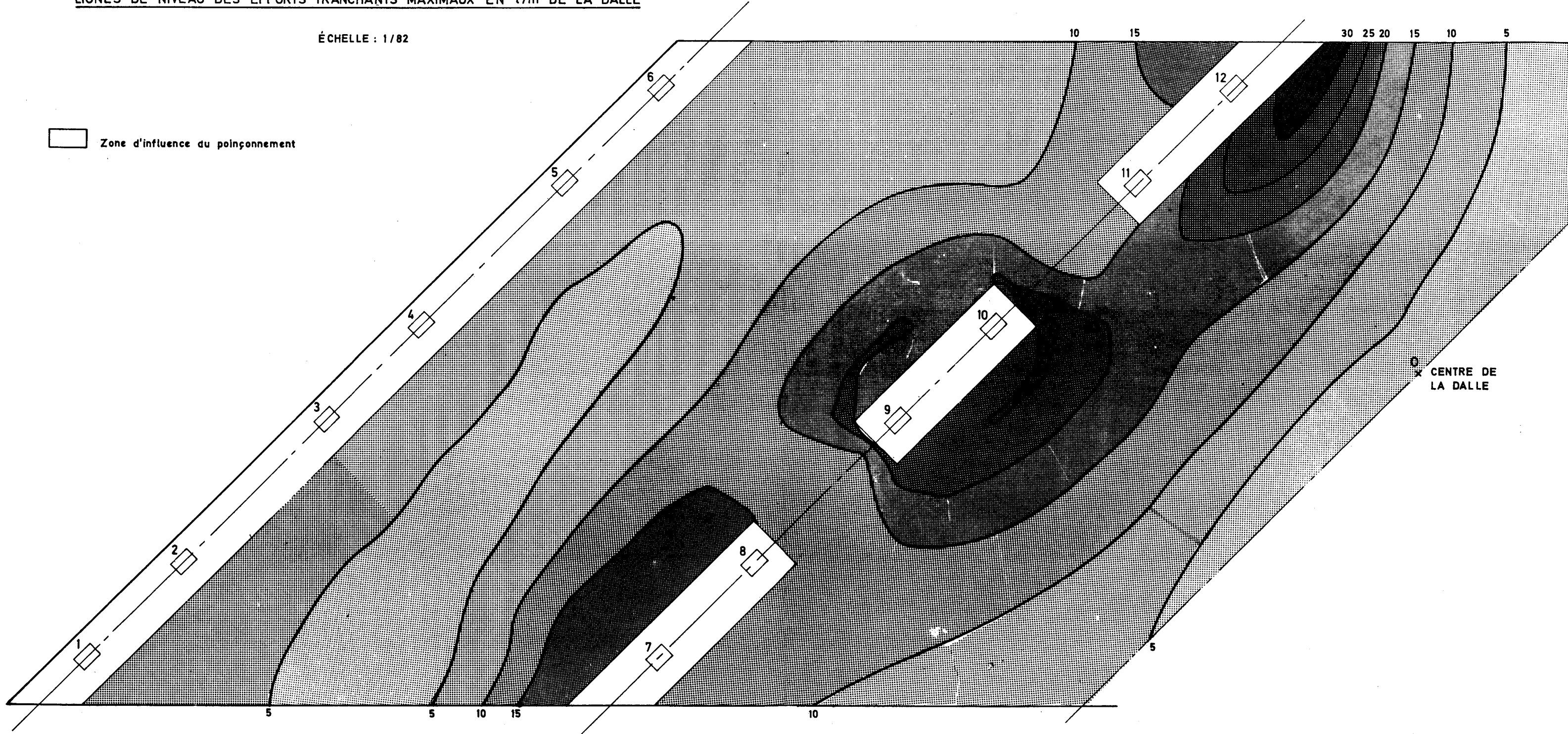
2°/ - FERRAILAGE VERTICAL -

Les fers de direction $\theta = 50 \text{ gr}$ servent de porte étriers.

LIGNES DE NIVEAU DES EFFORTS TRANCHANTS MAXIMAUX EN t/m DE LA DALLE

ÉCHELLE : 1/82

 Zone d'influence du poinçonnement



2.1. - REACTIONS D'APPUI MAXIMALES -

Les réactions d'appui maximales pondérées des différents appuis sont données par le tableau suivant :

Appuis	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Réactions en tonnes	17,78	72,4	56,73	48,88	44,91	88,87	143,72	136,95	184,33	193,33	109,90	223,61

Ces valeurs concernent seulement la moitié de la dalle, il suffit de faire une symétrie par rapport au centre 0 de la dalle pour obtenir l'autre moitié.

Nous donnons ci-après le calcul de ferrailage vertical de l'appui n°12, appui le plus sollicité de la ligne d'appui intermédiaire.

2.2. - CALCUL DE τ_b ET DE t DE L'APPUI N° 12 -

2.2.1. - Calcul de τ_b pour l'effort tranchant général -

La note de calcul MRB-BA nous permet de déterminer les lignes de niveau de l'effort tranchant général maximal T, dont le dessin est fourni ci-contre.

On calcule τ_b par la formule :

$$\tau_b = \frac{T}{Z}$$

T : effort tranchant en T/m

Z : bras de levier du couple des forces élastiques, égal à 0,51 m pour notre cas.

2.2.2. - Calcul de τ_b pour le poinçonnement -

Les dimensions en plan (a, b) de l'appareil d'appui en élastomère fretté pour une réaction de 223,61 t sont (pièce 3.2, dossier JADE 68)

$$a = 30 \text{ cm}$$

$$b = 50 \text{ cm}$$

La méthode RAC nous permet d'établir le tableau des contours

Contour	Q_t	Pc_m	$\tau_b \text{ t/m}^2$
C_1	216,89	4,17	120
$C_1 + 0,10 \text{ m}$	215,21	4,57	108,6

2.2.3. - Espacement des étriers (voir RAC) -

L'espacement d des armatures d'âme dans un même cours est $d = 0,33$ m et la hauteur utile de la dalle $0,59$ m. En utilisant des aciers à haute adhérence de 6 ou 10 mm de diamètre, la contrainte de traction de référence du béton étant de 7 bars, les valeurs retenues pour l'espacement t des cours d'étriers (15 , 20 et 30 cm) permettent de reprendre les taux de cisaillement et l'effort tranchant par mètre linéaire suivant :

HA 6

t cm	\bar{t} cm	τ_b t/m ²	T t/m
15	47,8	44	22,5
20	50,4	34	17,2
30	53,2	23	11,7

HA 10

t cm	\bar{t} cm	τ_b t/m ²	T t/m
10	20,6	152	77,5
15	31,2	110,2	56,2
30	43,8	60,3	30,7

Ce qui précède nous permet de dessiner le schéma de répartition des étriers. Le dessin de détail se trouve à la pièce 4.3.2.6.

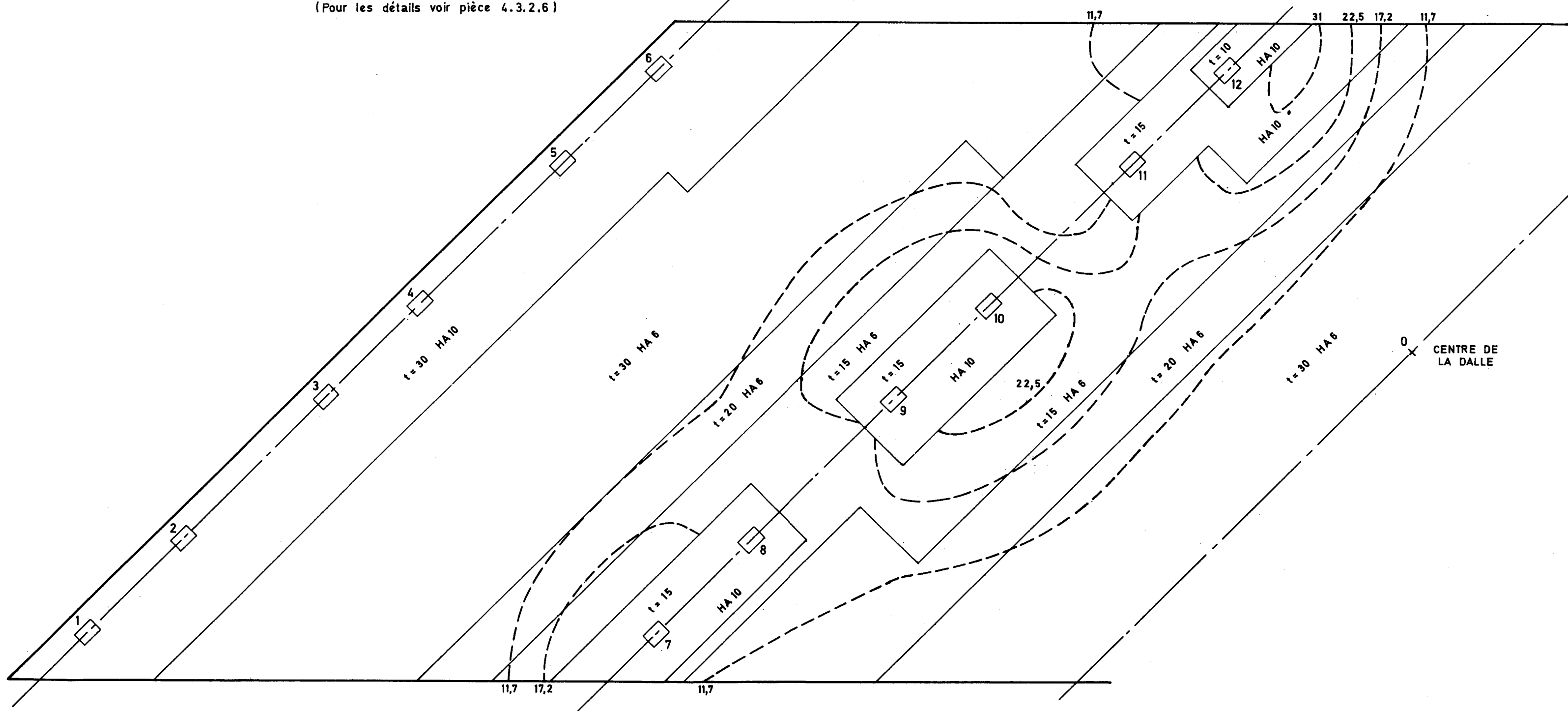
2.3. - METRE DES ETRIERES -

La répartition d'étriers retenue comprend $2,13$ t d'acier de 10 mm de diamètre, $1,717$ t d'acier de 6 mm, soit au total $3,847$ t pour l'ensemble du tablier.

Ceci correspond à 9 kg/m³ de béton.

SCHÉMA DE RÉPARTITION DES ÉTRIERS A PARTIR DES LIGNES DE NIVEAU DES EFFORTS TRANCHANTS T (en t/m)

(Pour les détails voir pièce 4.3.2.6)



t= espacement en cm de 2 cours d'étriers successifs, avec d=33 cm comme distance des étriers dans un même cours.

PSI.DA 68

4.3.2.2

Modèle d'application

PI du CD 24 (Montpellier)

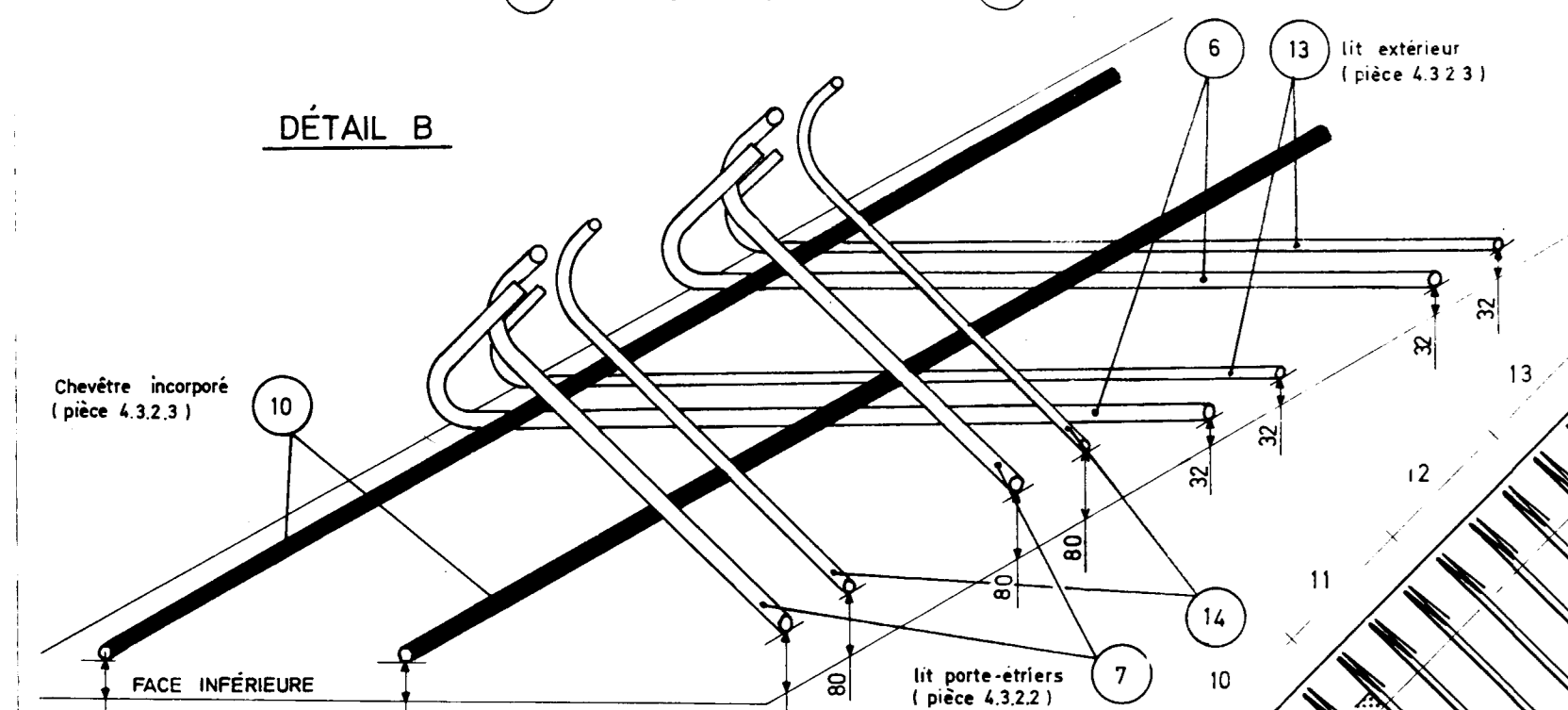
FERRAILLAGE INFÉRIEUR - DIRECTION 1 - SYSTÈME 2 - $\theta = 50$ gr
(lit intérieur - fers porte-étriers)

AOÛT 1973

NOTA

- Pour les fers filants seules les amorces aux deux extrémités sont représentées, elles sont cotées à une seule extrémité.
- Les fers (x_{bis}) sont symétriques des fers (x) par rapport au centre O de la dalle.

DÉTAIL B



DÉTAIL B

17

16

15

14

13

12

11

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

0

1

2

3

4

5

6

7

8

9

10

11

12

13

14

15

16

17

18

19

20

21

22

23

24

25

26

27

28

29

30

31

32

33

34

35

36

37

38

39

40

41

42

43

44

45

46

47

48

49

50

51

52

53

54

55

56

57

58

59

60

61

62

63

64

65

66

67

68

69

70

71

72

73

74

75

76

77

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100

101

102

103

104

105

106

107

108

109

110

111

112

113

114

115

116

117

118

119

120

121

122

123

124

125

126

127

128

129

130

131

132

133

134

135

136

137

138

139

140

141

142

143

144

145

146

147

148

149

150

151

152

153

154

155

156

157

158

159

160

161

162

163

164

165

166

167

168

169

170

171

172

173

174

175

176

177

178

179

180

181

182

183

184

185

186

187

188

189

190

191

192

193

194

195

196

197

198

199

200

201

202

203

204

205

206

207

208

209

210

211

212

213

214

215

216

217

218

219

220

221

222

223

224

225

226

227

228

229

230

231

232

233

234

235

236

237

238

239

240

241

242

243

244

245

246

247

248

249

250

251

252

253

254

255

256

257

258

259

260

261

262

263

264

265

PSI.DA 68

4.3.2.4

Modèle d'application

Pl du CD 24 (Montpellier)

FERRAILLAGE SUPÉRIEUR - DIRECTION 1 - SYSTÈME 1 - $\theta = 50$ gr
(lit intérieur - fers porte-étriers)
AOÛT 1973

NOTA
- Le ferrailage des deux lignes d'appui intermédiaires est symétrique par rapport au centre 0 de la dalle. Seul le ferrailage de la deuxième ligne d'appui est représenté ici, en revanche, l'avant-métré est calculé pour la dalle toute entière.
- Les fers (x) sont symétriques des fers (x) par rapport au centre 0 de la dalle.

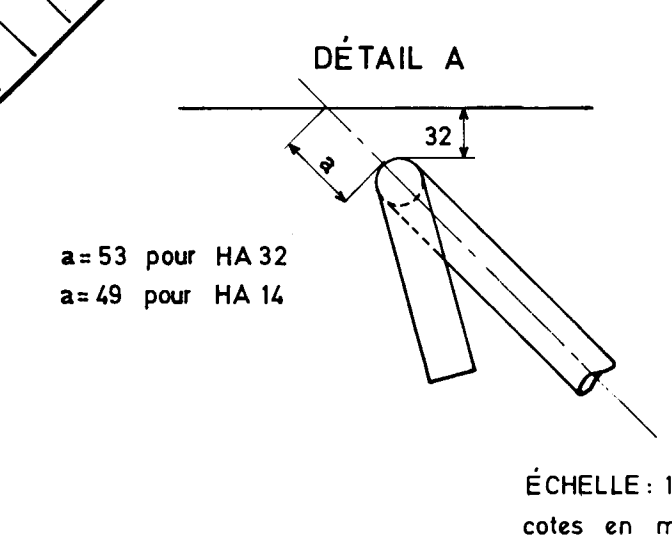
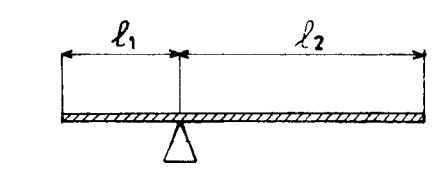
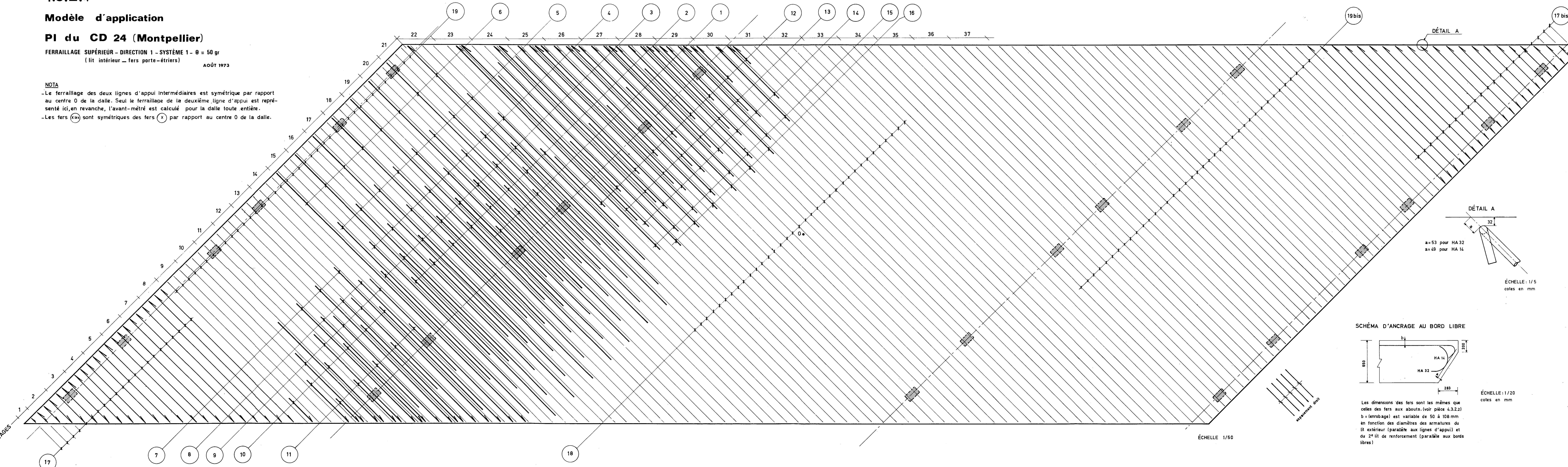
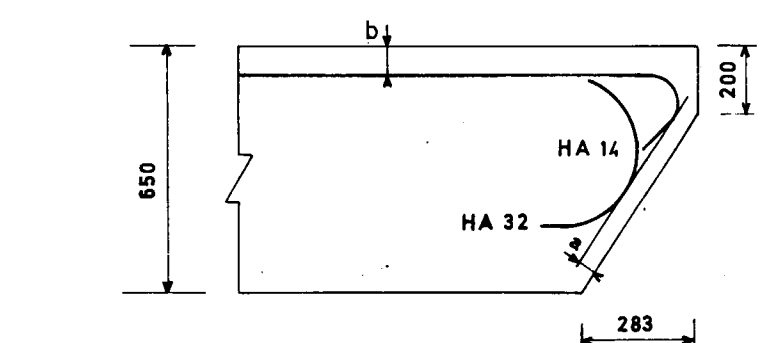


SCHÉMA D'ANCRAGE AU BORD LIBRE



Les dimensions des fers sont les mêmes que celles des fers aux abouts. (voir pièce 4.3.2.2)
b = (enrobage) est variable de 50 à 108 mm en fonction des diamètres des armatures du lit extérieur (parallèle aux lignes d'appui) et du 2^e lit de renforcement (parallèle aux bords libres)

Diamètre mm	Nomenclature	L: longueur d'une barre m	l_1	l_2	Nombre des barres	Espace ment droit cm	Longueur totale m	Poids t	Observations	
HA 32	(1)	2,8	1,30	1,50	3	100	8,4	2 x 711,5	8,983	*Les HA 32 sont représentés en moitié pour raison de symétrie par rapport au centre 0. Pour avoir l'autre moitié, il suffit de faire une rotation de 200gr autour de 0. * Cette direction sert de porte-étriers. Pour les détails de réparation des étriers, voir 4.3.2.6.
	(2)	4,3	2,2	2,1	8	100	34,4			
	(3)	5,9	2,1	3,8	8	100	47,2			
	(4)	8	4,3	3,7	8	100	64,0			
	(5)	10,4	5,7	4,7	8	100	83,2			
	(6)	14,2	8,8	5,4	8	100	113,6			
	(7)	$6 \leq L \leq 9$	4,6	$1,4 \leq l_2 \leq 4,4$	4	100	30			
	(8)	$6,3 \leq L \leq 8,3$	3,5	$2,8 \leq l_2 \leq 4,8$	3	100	21,9			
	(9)	$4,3 \leq L \leq 8$	3,3	$1 \leq l_2 \leq 4,7$	5	100	30,75			
	(10)	$2 \leq L \leq 7$	2,2	$0,2 \leq l_2 \leq 4,8$	6	100	27,0			
	(11)	$2 \leq L \leq 2,5$	1	$1 \leq l_2 \leq 1,5$	5	100	12			
	(12)	$1,7 \leq L \leq 2,8$	0,6	$0,6 \leq l_1 \leq 1,7$	9	100	23,8			
	(13)	$4 \leq L \leq 10$	1,6	$0,7 \leq l_1 \leq 7,6$	7	100	49,0			
	(14)	$2,9 \leq L \leq 8,3$	0	$0 \leq l_1 \leq 5,4$	8	100	52,4			
	(15)	$4,5 \leq L \leq 11,6$	0,7	$0,7 \leq l_1 \leq 7,8$	8	100	64,4			
	(16)	$6,2 \leq L \leq 10$	2	$2 \leq l_1 \leq 5,8$	6	100	48,6			
HA 14	(17) (17bis)	$0,7 \leq L \leq 7,7$	Fers filants	2 x 22	33	185	2 x 185	0,222		
HA 8	(18)	20,9	Fers filants	35	33	731,5	1835,2	0,725		
	(19) (19bis)	$7,9 \leq L \leq 20,4$		2 x 39	33	1103,7				
POIDS TOTAL								9,930		

PSI.DA 68

4.3.2.5

Modèle d'application

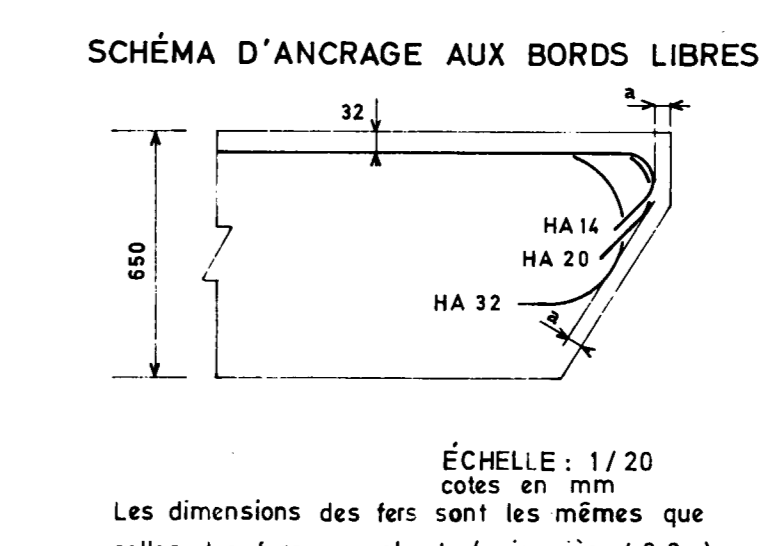
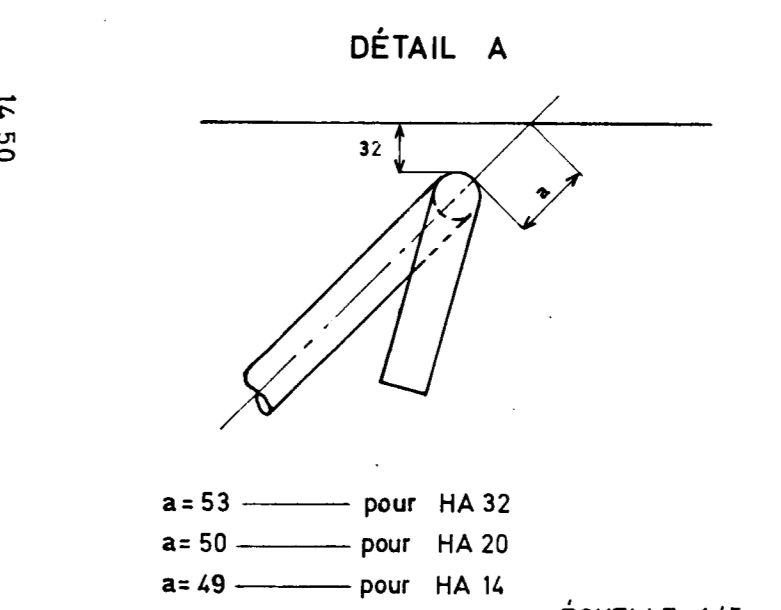
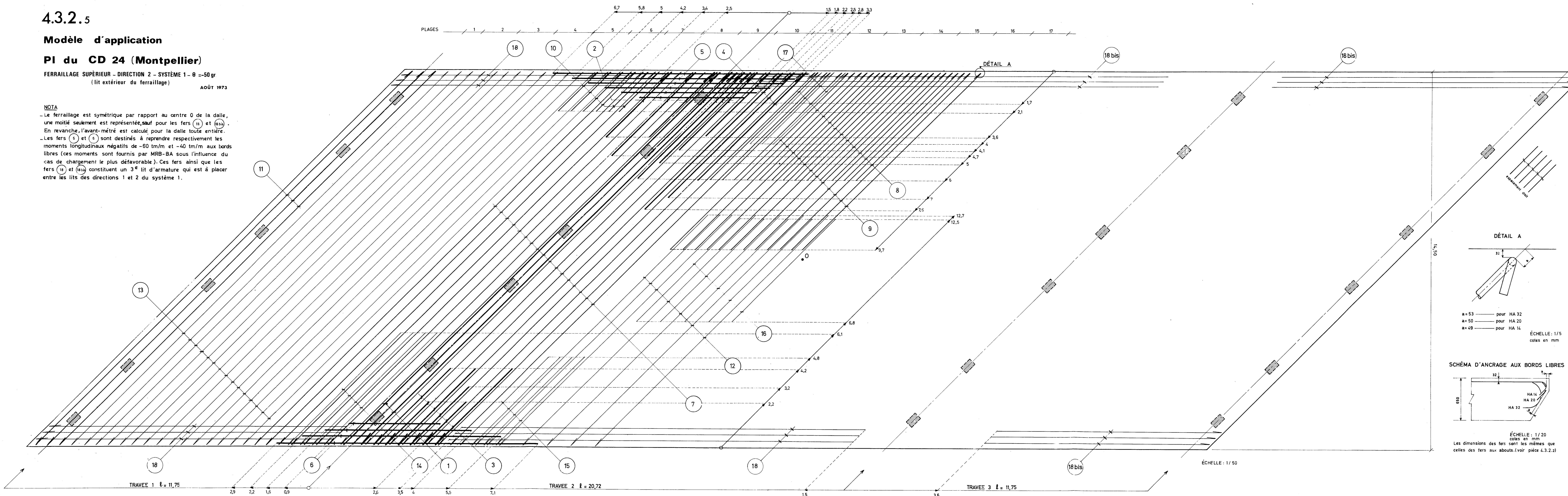
PI du CD 24 (Montpellier)

FERRAILLAGE SUPÉRIEUR - DIRECTION 2 - SYSTÈME 1 - $\theta = -50$ gr
(lit extérieur du ferrailage)

AOÛT 1973

NOTA

- Le ferrailage est symétrique par rapport au centre O de la dalle, une moitié seulement est représentée, sauf pour les fers (18) et (18 bis). En revanche, l'avant-métré est calculé pour la dalle toute entière.
- Les fers (5) et (5 bis) sont destinés à reprendre respectivement les moments longitudinaux négatifs de -60 tm/m et -40 tm/m aux bords libres (ces moments sont fournis par MRB-BA sous l'influence du cas de chargement le plus défavorable). Ces fers ainsi que les fers (18) et (18 bis) constituent un 3^e lit d'armature qui est à placer entre les lits des directions 1 et 2 du système 1.



Diamètre mm	Nomenclature	L: longueur d'une barre m	Nombre de barres	Espace-ment droit cm	Longueur totale m	Poids t	Observations
HA 32	(1)	22	2x2	33	88	38,7	* On a ajouté des fers filants pour reprendre les moments longitudinaux négatifs aux angles obtus : -60tm/m repris par (5) -40tm/m repris par (5 bis)
	(2)	Variable	2x7	16, 33, 66	72,4		
	(3)	Variable	2x6	33	47		
	(4)	Variable	2x4	33	41,6		
	(5)	$4 \leq L \leq 10$	2x6	18	84		
	(6)	$3,5 \leq L \leq 10$	2x4	25	54		
						2,443	* La présence de (4), (8), (17) s'explique par l'existence des moments négatifs élevés aux bords libres vers l'angle obtus.
HA 20	(7)	21,5	2x17	33	710	1271,8	* Le ferrailage est représenté ici en moitié par raison de symétrie par rapport au centre O.
	(8)	6,3	2x13	33	164		
	(9)	10	2x12	33	240		
	(10)	2,4	2x6	33	28,8		
	(11)	21,5	2x3	33	129		
						3,136	
HA 14	(12)	12,9	2x7	66 ou 33	181	1209,2	1,461
	(13)	21,2	2x15	33	636		
	(14)	6,3	2x4	33	50,4		
	(15)	5	2x4	33	40		
	(16)	5,7	2x5	66	57		
	(17)	4,2	2x3	33	25,2		
	(18)	$\begin{matrix} 3 \times 8,4 \\ 3 \times 15,7 \\ 3 \times 11,5 \end{matrix}$	2x9	25	219,6		
	(18 bis)						
						1209,2	1,461
POIDS TOTAL :						7,040	

PSI.DA 68

4.3.2.6

Modèle d'application

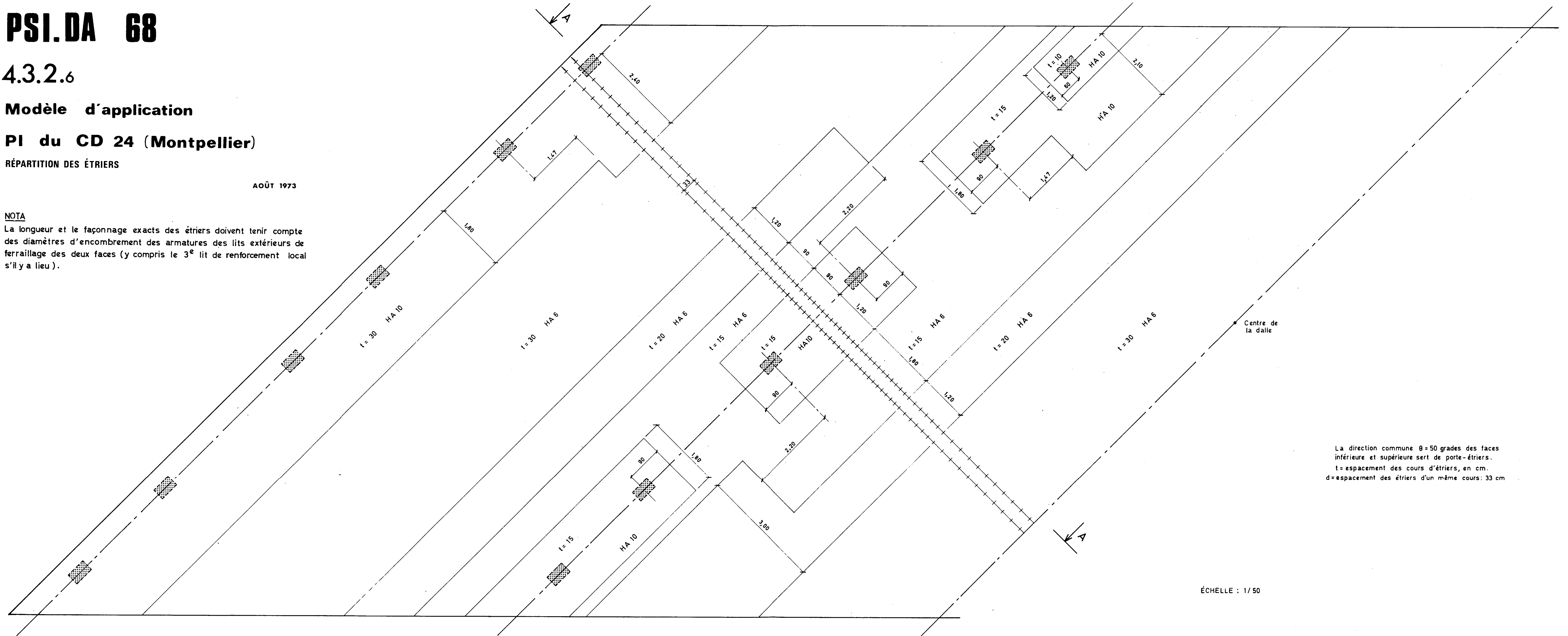
PI du CD 24 (Montpellier)

RÉPARTITION DES ÉTRIERS

AOÛT 1973

NOTA

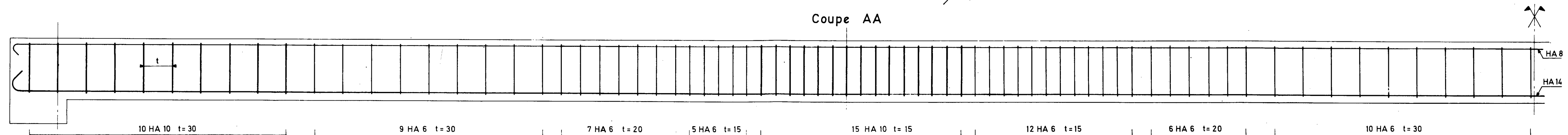
La longueur et le façonnage exacts des étriers doivent tenir compte des diamètres d'encombrement des armatures des lits extérieurs de ferrailage des deux faces (y compris le 3^e lit de renforcement local s'il y a lieu).



La direction commune $\theta = 50$ grades des faces inférieure et supérieure sert de porte-étriers.
 t = espacement des cours d'étriers, en cm.
 d = espacement des étriers d'un même cours: 33 cm

ÉCHELLE : 1/50

Coupe AA



ÉCHELLE : 1/25

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

OUVRAGES TYPES

PASSAGES SUPÉRIEURS OU INFÉRIEURS
EN DALLE PLEINE CONTINUE DE BÉTON ARMÉ

PSI-DA 68

MISE A JOUR N° 1

AOÛT 1973

Ce document est propriété de l'administration et ne peut être utilisé ou reproduit même partiellement sans l'autorisation du Service d'Etudes Techniques des Routes et Autoroutes ou de son représentant autorisé

OBJET : la présente mise à jour concerne outre diverses modifications minimales ;

- la mise en exploitation du dessin automatique
- l'adaptation au nouveau programme de charges.
- la parution du sous-dossier 4 : Etude des ponts-dalles (et portiques ouverts) en béton armé de biais prononcé.

B O R D E R E A U D E S P I E C E S

Note de mise à jour

ces pièces annulent et remplacent les pièces de même numéro du dossier initial (1.2 - Dessins pilotes)
(
(2.2 - Poids des superstructures - Dalle bombée - corrections des épaisseurs)
(
(2.3 - Bordereaux des données commenté et non commenté

Ces pièces annulent la pièce 1.4 du dossier initial (2.6 - Dessin automatique (présentation)
(
(3.5 - Dessin automatique (dessin)

4. - Etude des ponts-dalles (et portiques ouverts) en béton armé de biais prononcé.

- 4.1 - Dimensionnement d'un avant-projet
- 4.2 - Programme PREPUR, note de calcul commentée et bordereau des données
 - 4.2.1 - Présentation du programme PREPUR
 - 4.2.2 - Note de calcul commentée
 - 4.2.3 - Bordereau des données
- 4.3 - Modèles d'application.
 - 4.3.1 - Saut de mouton standard.
 - 4.3.2 - PI du CD 24 (Montpellier).

Tout renseignement complémentaire concernant la présente mise à jour peut être obtenu en s'adressant à :

S.E.T.R.A.

Division des Ouvrages d'Art B

B.P. 100 92 223 - BAGNEUX

Tél : 655.42.42.

Madame PLOUZEAU
Ingénieur I.N.S.A.

Sous-dossier 4 : Monsieur HUYNH
Ingénieur Civil des P et C

Monsieur NOURISSON
Ingénieur des Ponts et Chaussées

OBJET

Le dossier-pilote PSI-DA 68 traite des tabliers en dalle pleine continue d'épaisseur constante de béton armé de 1 à 6 travées. De tels tabliers sont très fréquemment utilisés pour les passages supérieurs sur autoroutes à 2 voies de circulation par chaussée et peuvent être utilisés pour certains passages inférieurs sous autoroutes.

Ce type de tablier fait l'objet pour les biais modérés d'un programme de calcul électronique complet fournissant le dimensionnement technique, l'ensemble des ferraillements (ferraillage longitudinal complet, ferraillage transversal, épure de répartition des étriers, étriers au poinçonnement d'appui), le calcul des appareils d'appui, le calcul des déformations, et un avant-métré récapitulatif et le dessin automatique des ferraillements.

Le dossier-pilote fournit un exemple d'application choisi de façon à illustrer au mieux les résultats que donne le programme de calcul et l'application des pièces pilotes.

Il est complété par une étude des ponts en dalle armée d'inertie constante de biais prononcé de une travée ou de plusieurs travées continues, le programme de calcul électronique à utiliser pour ces ouvrages de biais prononcé est le programme de calcul MRB-BA.

BORDEREAU DES PIÈCES

Note de mise à jour *

I - PIECES PILOTES

- 1.1 - Notice Générale
- 1.2 - Dessins pilotes *
- 1.3 - Implantation et dimensionnement d'un avant-projet

2 - CALCUL AUTOMATIQUE

- 2.1 - Présentation
- 2.2 - Poids des superstructures - Dalle bombée - Corrections des épaisseurs *
- 2.3 - Bordereau des données
- 2.4 - Note de calcul commentée (correspondant au sous-dossier 3)
- 2.5 - Méthode de calcul
- 2.6 - Dessin automatique *

3 - MODELE D'APPLICATION PS 3680/IV

- 3.1 - Notice descriptive
- 3.2 - Plans de coffrage
- 3.3 - Ferraillement
- 3.4 - Compléments à la note de calcul automatique
- 3.5 - Dessin automatique *

4 - ETUDE DES PONTS-DALLES (ET PORTIQUES OUVERTS) EN BETON

- 4.1 - Dimensionnement d'un avant-projet
- 4.2 - Programme PREPUR, note de calcul commentée et bordereau de 5 données
- 4.3 - Modèles d'application

* Pièces diffusées ou mises à jour en Août 1973.

Tout renseignement complémentaire concernant le présent dossier-pilote peut être obtenu en s'adressant à :

S.E.T.R.A.
Division des Ouvrages d'Art B
46, Avenue Aristide Briand

92223 BAGNEUX

Tél. 655.42.42

Madame PLOUZEAU
Ingénieur INSA - Gestionnaire

pour le sous-dossier 4 :
Monsieur HUYNH
Ingénieur Civil des Ponts et
Chaussées

Monsieur NOURISSON
Ingénieur des Ponts et Chaussées

Cette page doit être collée
au verso de la chemise générale
du dossier-pilote PSI.DA 68
après mise à jour

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

OUVRAGES TYPES

PASSAGES SUPÉRIEURS OU INFÉRIEURS
EN DALLE PLEINE CONTINUE DE BÉTON ARMÉ

PSI-DA 68

Note de mise à jour n° 1

AOÛT 1973

OBJET DE LA MISE A JOUR N° 1

La présente note de mise à jour a pour but d'annoncer à tous les utilisateurs :

- la mise en exploitation du dessin automatique,
 - l'adaptation du programme de charges défini par le nouveau titre II du fascicule 61 du C.P.C. (Circulaires n° : 71-155 du 29.12.1971 et 71-156 du 30.12.1971),
 - la modification des pièces 1.2, 2.2, 2.3, et 2.4.
 - la parution du sous-dossier 4 : Etude des ponts-dalles (et portiques ouverts) en béton armé de biais prononcé.
- 1 - DESSIN AUTOMATIQUE (cf. pièces 2.6 et 3.5).

Le dessin automatique PSI.DA est maintenant opérationnel. Le dessin est fourni sur calque. Son coût est voisin de celui de la note de calcul électronique PSI.DA correspondante. Il représente l'essentiel des pièces 3.3 "Ferrailage" du dossier-pilote et illustre avant tout la note de calcul automatique. Dans le cas où le programme de calcul est exploité en niveau B, le barème de facturation est le suivant :

PSI.DA sans dessin	300 + 100 N + 0,4 S	plafonné à 1800 F
PSI.DA avec dessin	300 + 100 N + 2,4 S	plafonné à 2500 F

(N nombre de travées, S surface utile du tablier).

Malgré sa précision, il est entendu qu'il s'agit d'un dessin de projet et non d'exécution. Cependant nous conseillons de le demander en général.

La commande de dessin automatique s'effectue sur le nouveau bordereau des données dont on trouvera un calque et la manière de le remplir.

2 - PROGRAMME DE CHARGES.

Le programme PSI.DA 68 a été adapté pour prendre en compte le nouveau titre II du fascicule 61 du Cahier des Prescriptions Communes (Circulaires 71-155 et 71-156 des 29 et 30 Décembre 1971). Dans son usage normal le programme considère les nouvelles charges (A, Bc et Bt) avec leurs coefficients a1 et a2 d'une part, bc et bt d'autre part, et les nouvelles charges militaires. En utilisant les surcharges généralisées il est possible d'étudier l'effet d'autres charges comme les charges exceptionnelles (convois D et E), les engins de terrassement (cf. DELTA 70, Directive provisoire sur l'admission éventuelle des engins lourds de terrassement sur les Ouvrages d'Art).

Pour de plus amples renseignements sur le nouveau programme de charges l'utilisateur est invité à se reporter au document SURCH 71 (notamment à la note de mise à jour N° 1 du PSI.DP 69). Cette dernière est valable pour les deux dossiers PSI.DP et PSI.DA. Les paragraphes qui concernent uniquement le tablier en dalle de béton armé PSI.DA y sont en italique. Depuis la parution de ce document le programme PSI.DA a été amélioré : il considère maintenant, outre les charges A et Bc, la charge Bt.

Il est fourni ci-après extraits de cette note de mise à jour, le sommaire et le paragraphe 4 relatif aux surcharges exceptionnelles (convois D et E).

Extrait de SURCH 71

SOMMAIRE (DE LA MISE A JOUR N° 1 DU PSI.DP)

1. PREPARATION DU BORDEREAU DES DONNEES

Carte A5 Programme de surcharges utilisé par le calcul.
Carte A7 Caractéristiques de la voie portée.
Cartes B Surcharges généralisées.

Indications des modifications et compléments apportés au bordereau des données et commentaires correspondants.

2. EXPLOITATION DE LA NOTE DE CALCUL

Les modifications sont exposées avec photoréductions commentées des pages dont la présentation a été modifiée.

3. SYSTEME Bt (Article 5.4.)

Etude comparative des moments fléchissants longitudinaux et transversaux dus aux systèmes Bc et Bt.

3.1. Moments longitudinaux

- 3.11 Cas d'une travée indépendante
- 3.12 Cas d'une travée continue
- 3.13 Conclusion. Manière de remplir les bordereaux de données des programmes de calcul PSI-DP 69 et PSI-DA 68. Ponts de 1° et 2° classes à deux voies de circulation seulement.

3.2. Moments transversaux

4. SURCHARGES EXCEPTIONNELLES (Article 10)

- 4.1. Efforts longitudinaux
- 4.2. Efforts transversaux
- 4.3. Vérification d'un ouvrage sous les surcharges exceptionnelles.

- 4.31 Adaptation manuelle
- 4.32 Calcul électronique.

Extrait de SURCH 71

5. SURCHARGES MILITAIRES (Article 9)

6. PONTS DALLES A LARGES ENCORBELLEMENTS

Le nouveau titre II du fascicule 61 du C.P.C. apporte des modifications au calcul des moments à l'encastrement des dalles avec encorbellements.

7. ENGINES LOURDS DE TERRASSEMENTS

- 7.1. Efforts longitudinaux
- 7.2. Efforts transversaux
- 7.3. Marche à suivre pour justifier un ouvrage sous l'action des engins de terrassements.

La présente pièce s'applique aux deux structures types PSI-DP 69 et PSI-DA 68 et aux programmes correspondants.

Les indications spécifiques au tablier PSI-DP sont données en caractère élite.

Les indications spécifiques au tablier PSI-DA sont données en caractère italique.

4. SURCHARGES EXCEPTIONNELLES (Article 10)

Convois D et E

4.1 EFFORTS LONGITUDINAUX

Pour voir si les surcharges exceptionnelles D et E peuvent être prédominantes sur les surcharges civiles A (et Bc), nous avons comparé les moments fléchissants dus à la surcharge générale de chaussée A et ceux dus aux surcharges exceptionnelles pour une travée indépendante à mi-portée. L'ouvrage est supposé de première classe.

Dans cette comparaison la surcharge A est pondérée par 1,2 alors que la surcharge exceptionnelle ne l'est pas. Nous avons donc comparé M_{ex} et $1,2 M_A$.

Les moments M_A et M_{ex} s'expriment par les formules suivantes :

$$M_A = \frac{K_A \cdot a_1 \cdot NVOIE \cdot 3,50 \cdot A(l) \cdot D^2}{8}$$

$$M_{ex} = \frac{K_{ex} \cdot (P/l_{ex}) \cdot D^2 \cdot F(l_{ex})}{8}$$

$$\text{avec } F(l_{ex}) = 1 \quad \text{pour } D < l_{ex}$$

$$F(l_{ex}) = 1 - \left(1 - \frac{l_{ex}}{D}\right)^2 \quad \text{pour } D > l_{ex}$$

avec K_A , K_{ex} . Coefficients de majoration pour excentrement relatifs à la surcharge A et à la surcharge exceptionnelle.

a_1 coefficient fonction du nombre de voies et donné par l'article 4.2.1.

NVOIE Nombre de voies de circulation sur l'ouvrage

D Portée de la travée

P Poids d'une des remorques de la surcharge exceptionnelle

l_{ex} Longueur d'une remorque de la surcharge exceptionnelle

En utilisant le programme EXCENTR. programme extrait du programme PSI.DP 69 et permettant le calcul des coefficients correctifs de répartition transversale, nous avons observé dans le cas des dalles sans encorbellement (ou avec encorbellements limités) que la surcharge exceptionnelle ne donne des moments fléchissants longitudinaux supérieurs aux moments pondérés sous la surcharge A que dans le cas suivant : ouvrages (de 1ère classe) à 2 voies de circulation, surcharge exceptionnelle type E et portées supérieures à 13 m. Le supplément de moment fléchissant de la surcharge

exceptionnelle E est de 10 % environ par rapport au moment pondéré par 1,2 dû à A pour des portées de 17 à 30 m.

(Indiquons pour mémoire que sur les ouvrages de 2ème classe à 2 voies de circulation, les convois de type D et E donneraient des efforts plus importants que la surcharge A pondérée quelle que soit la portée).

4.2 - EFFORTS TRANSVERSAUX

Moments négatifs : La surcharge exceptionnelle est peu excentrée ; son axe longitudinal est réputé situé à 3,50 m du bord de la largeur surchargeable. Il en résulte que les moments négatifs dans le sens transversal sont soit nuls, soit voisins de ceux dus aux autres surcharges (portées de 4 à 40 m., largeur équivalente de 8 à 24 m.)

Moments positifs : Par contre, les moments transversaux positifs dus à la surcharge exceptionnelle (convoi D ou E) sont plus importants que ceux dus aux surcharges civiles et militaires. Le moment transversal dû à la surcharge exceptionnelle est de l'ordre de 1.25 à 1.75 fois celui pondéré par 1,2 dû aux surcharges civiles (A ou Bc) pour les portées supérieures à 15 m.

Ces moments transversaux sont uniquement fonction de la portée équivalente et de la largeur équivalente de la dalle considérée*. En utilisant le programme MOTRAN, programme extrait du programme PSI.DP 69 et permettant le calcul des moments transversaux, nous avons établi les abaques des pages 22 et 23 donnant le moment transversal positif maximum pour la surcharge exceptionnelle, c'est-à-dire dans la section à mi-portée, sur l'axe de l'ouvrage. Ces moments sont évalués en tenant compte d'un coefficient de Poisson nul et d'un coefficient de Poisson égal à 0.20

4.3 - VERIFICATION D'UN OUVRAGE SOUS LES SURCHARGES EXCEPTIONNELLES

Lorsqu'un ouvrage devra être justifié sous l'action des surcharges exceptionnelles définies à l'article 10, diverses procédures sont possibles :

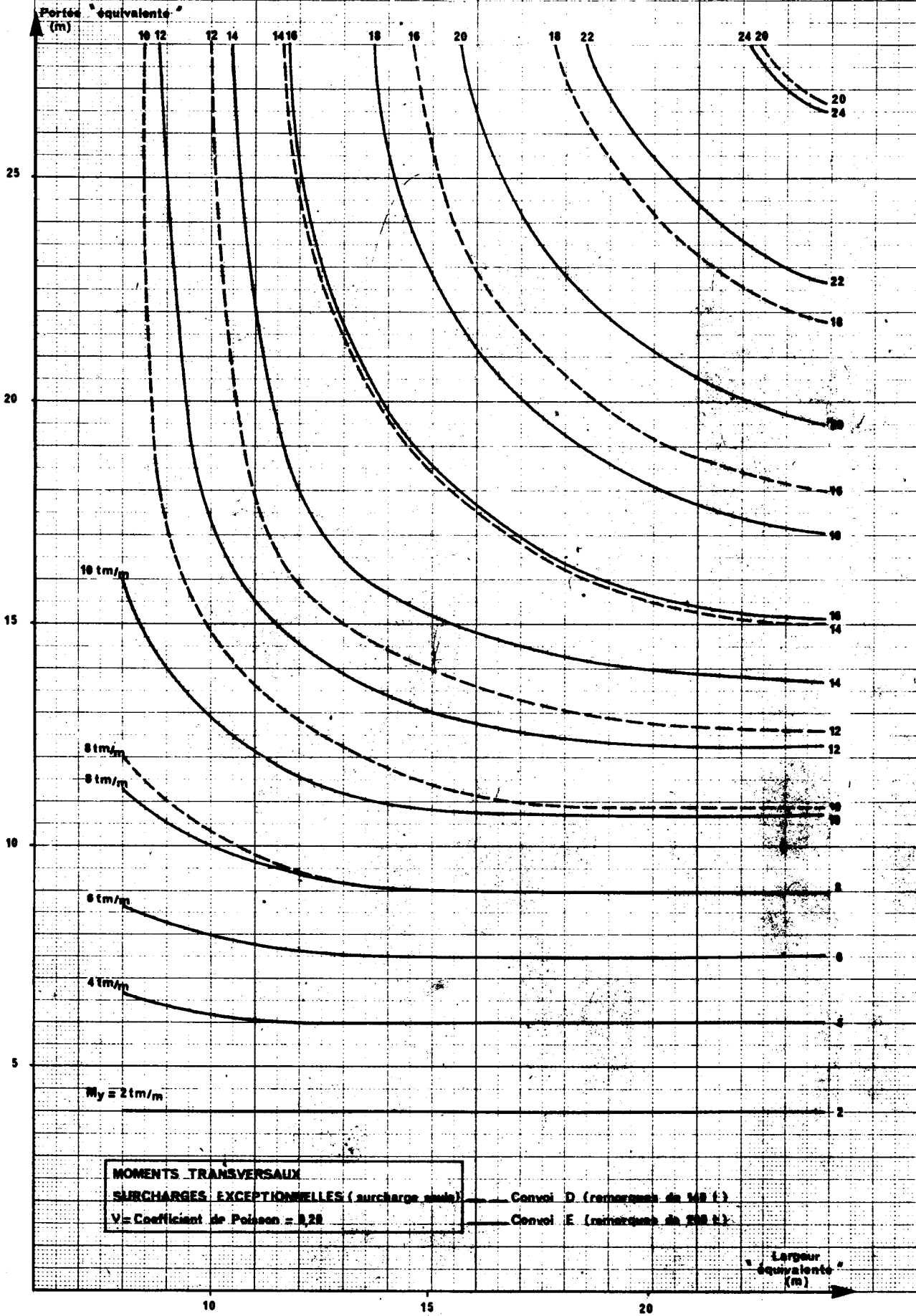
4.3.1 Adaptation manuelle

Les renseignements contenus dans les deux paragraphes ci-dessus sont suffisants pour procéder à la justification de l'ouvrage sous l'action de la surcharge exceptionnelle.

Le moment transversal principal pondéré positif (cf. pièce 2.4 page 22B) de la note de calcul doit être réévalué en tenant compte de la surcharge exceptionnelle. La correction simple à appliquer aux ferraillements transversaux inférieurs déterminés par la note de calcul PSI.DP 69 (cf. pièce 2.4 page 23B) consistera à multiplier ces ferraillements par le rapport (supérieur à 1) des moments transversaux pondérés compte tenu de l'ensemble des charges.

* La portée équivalente est définie dans le dossier-pilote PSI-DP 69 à la pièce 2.1 p. 15 et 2.5 p. 13, la largeur équivalente à la pièce 2.1 p. 14; les principes du calcul des efforts transversaux sont donnés pièce 2.5 p. 34 et suivantes.

Extrait de SURCH 71



4.3.2 Calcul électronique

On peut effectuer le calcul de l'ouvrage par le programme PSI.DP 69 en introduisant la surcharge exceptionnelle en donnée soit sous la forme de camions, soit sous la forme d'une surcharge militaire généralisée.

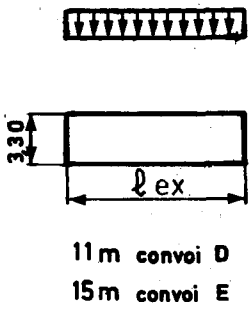
Cette introduction de la surcharge exceptionnelle en bordereau des données peut être envisagée soit lors du premier calcul de détermination, soit lors d'un deuxième calcul en vérification.

Les programmes PSI.DP 69 et PSI.DA 68 permettent deux possibilités de prendre en donnée la surcharge exceptionnelle.

1° "Surcharge militaire" introduite en donnée

Porter CM = 5 et décrire une remorque de la surcharge exceptionnelle dans la carte B4.

Cette façon de procéder ne permet de prendre en compte que l'une des deux remorques des surcharges exceptionnelles. Les efforts apportés par la deuxième remorque ne sont pas calculés par le programme. Les suppléments de moments dus à la deuxième remorque peuvent être évalués soit manuellement à partir des équations des lignes d'influence, soit de façon approchée en suivant les mêmes règles que celles données pour le cas de charge constitué par deux chars (cf. pièce 2.1 § 4.3)



Cas du convoi D	DYCHA	DYCHA	POCHA	SMLAR	LOCHE	CHELA	ESCHE
CARTE B4	0,0,1	0,0,1 0,0,0	1,4,0 0,0,0	0,0,7 ^m 0,0,0	0,1,1 ^m 0,0,0	6,0,1 ^m 6,5,0	0,0,1 ^m 6,5,0

Cas du convoi E	DYCHA	DYCHA	POCHA	SMLAR	LOCHE	CHELA	ESCHE
CARTE B4	0,0,1	0,0,1 0,0,0	2,0,0 0,0,0	0,0,7 ^m 0,0,0	0,1,5 ^m 0,0,0	0,0,1 ^m 6,5,0	0,0,1 ^m 6,5,0

2° "Camion" introduit en bordereau des données : 2 camions dans le sens longitudinal

Utiliser le STATUT 402. Il y a deux véhicules dans le sens longitudinal.

Porter COEF B = 0,84 (environ 1/1,2).

On décrit al et bc dans la carte B0 et les caractéristiques du camion en cartes B1 et B2 (essieux constitués de rouleaux ; TYPES = 0).

Chaque remorque est assimilée à un "camion" de 6 essieux du type rouleau régulièrement espacés (2,20 m ou 3,00 m). Les 4 essieux centraux ont le même poids (28t ou 40t) et les deux essieux extrêmes ont un poids moitié (14t ou 20t).

La distance entre axes des deux remorques pris en compte dans le calcul est supérieure ou égale à la distance, réelle.

3° "Camion" introduit en bordereau des données, 1 camion dans le sens longitudinal

Une troisième possibilité consisterait à introduire en bordereau des données un seul "camion" dans le sens longitudinal, chaque remorque était représentée par 3 essieux. Dans cette 3ème représentation la distance entre les deux plates-formes est invariable. Nous avons jugé que ce 3ème mode de représentation ne présentait pas, dans les cas courants, une précision suffisante pour l'évaluation des efforts longitudinaux. En effet avec ce mode de représentation l'erreur relative maximale que l'on peut commettre dans le calcul des efforts longitudinaux est de $0,25 \frac{(l_{ex})^2}{D}$, les calculs d'intégration étant effectués par la méthode des trapèzes en considérant 2 trapèzes par remorque.

Ce troisième mode de représentation peut présenter un intérêt lorsque les portées de l'ouvrage sont supérieures à 2 fois la longueur des remorques de la surcharge exceptionnelle.

4° Comparaison des 3 possibilités de représentation

Avec le premier mode de représentation le dimensionnement est effectué selon les mêmes règles que les surcharges militaires. Or la circulaire d'envoi prévoit effectivement d'appliquer les mêmes coefficients de prise en compte pour les surcharges exceptionnelles et pour les surcharges militaires.

Avec les deux autres modes de représentation, le dimensionnement sous les surcharges exceptionnelles est effectué selon les règles applicables à la surcharge Bc. C'est pourquoi il convient de porter COEF B = 0,84.

Avec le coefficient ci-dessus, les règles relatives aux surcharges exceptionnelles sont :

- appliquées correctement dans le cas du PSI-DA,
- avec deux erreurs qui se compensent dans le cas de PSI-DP ; le coefficient de prise en compte est $1,1 \times 0,84 = 0,92$ est inférieur à 1, mais le domaine de sécurité considéré (Art. II de l'Instruction provisoire du 12 Août 1965) est celui relatif aux surcharges routières normales, c'est-à-dire, essentiellement la non décompression du béton sur les fibres extrêmes.

3 - AUTRES MODIFICATIONS

3.1 - PIECES 1.2 ET 2.2 (Dessins pilotes - Poids des superstructures).

Ces pièces ont été modifiées pour tenir compte des nouvelles définitions des profils en travers types (Instructions sur les Conditions Techniques d'Aménagement des Routes Nationales d'une part et des Autoroutes de Liaison d'autre part ; cf. également les chapitres 1 à 3 de CAT 71).

3.2 - BORDEREAU DES DONNEES : Pièce 2.3

L'introduction du dessin et du nouveau règlement de charges a entraîné des modifications dans la présentation du bordereau des données, surtout pour les surcharges généralisées. Les explications seront données dans le bordereau des données commenté.

3.3 - PIECE 2.4 NOTE DE CALCUL COMMENTEE

Depuis la parution du dossier SURCH 71 le programme a été modifié ; il considère maintenant, en plus des charges B_c , le système B_t :

- les tableaux des moments fléchissants en travée, des efforts tranchants sur appuis, des réactions d'appui font apparaître l'effet le plus défavorable. Pour les moments fléchissants, lorsque le système B_t est prépondérant le programme imprime "BT" dans la colonne SENS DE MARCHE du tableau POSITIONS DES SURCHARGES CORRESPONDANT AUX MOMENTS FLECHISSANTS EXTREMES

- les tableaux des moments principaux de flexion transversale font apparaître les moments dus à B_c et ceux dus à B_t .

La présentation des calculs des moments transversaux (lignes d'influence du coefficient μ de GUYON-MASSONNET, ((pages 13A)), récapitulation des moments principaux de flexion transversale M_y par mètre de largeur de dalle) a été modifiée car le programme utilise maintenant la même séquence de calculs que le programme PSI.DP 69.

Par ailleurs l'expression du moment transversal retenu pour le calcul du ferrailage (cf. page 16A) est changée pour tenir compte de la nouvelle condition de non fragilité (cf. article 19 de la Circulaire 70.155 et PSI.DP 69 pièce 2.5 § 6).

$$M_{CR} = \text{Sup} \left[\text{Inf} \left(1,2 M_{AP}, \frac{M_{NF}}{1,5} \right), M_{APo} \right] \quad M_{NF} \text{ calculé avec } \sigma_{28} = 3\overline{\sigma}_b$$

(cf. pièce 2.5, Annexe 3 page 60)

3.4 - TASSEMENTS D'APPUI : Pièce 2.1 § 2.1.4

L'exploitation du programme PSI.DA 68 nous a montré que lorsque les portées sont très faibles, les tassements aléatoires conseillés au § 2.1.4 de la pièce 2.1 conduisaient à des renforcements de ferrailage très importants.

En conséquence, la fin du paragraphe 2.1.4.2 (page 6) est modifiée comme suit :

1 - Certitude qu'il n'y aura pas de tassement d'appui, par exemple fondation sur rocher ou sur pieux battus au refus, on peut prendre 0 partout.

2 - Il est très probable qu'il n'y aura pas de tassements appréciables mais ce n'est pas une véritable certitude : nous conseillons de prendre quand même un tassement aléatoire égal environ à $\Delta T_i = \frac{1}{1500}$ de la portée adjacente la plus courte.*

3 - Il est à craindre qu'on ait certains tassements jugés cependant compatibles avec la structure : nous conseillons dans ce cas de prendre un tassement aléatoire égal à environ $\Delta T_i = \frac{1}{750}$ de la portée adjacente la plus courte.*

Ces valeurs conseillées en 3.4.2 et 3.4.3 ne sont pas des valeurs techniques mais des valeurs de compatibilité avec la méthode de calcul suivie par le programme PSI.DA pour reprendre les efforts dus aux tassements.

Si l'utilisateur a retenu des valeurs plus importantes pour ces tassements aléatoires, il est invité à se mettre en rapport avec le gestionnaire qui pourra lui donner des conseils utiles.

En effet, dans ce cas, pour des tassements d'appui importants, la méthode suivie par le programme PSI.DA 68, conduit à des renforcements de ferrailage pour reprendre les tassements d'appui qui deviennent très importants. Une autre disposition des ferrailages à mettre en place lorsque les tassements sont importants est à l'étude ; en quelques mots, il s'agit de déterminer un ferrailage qui reste compatible avec l'apparition sous l'influence des tassements, de rotules plastiques dans le tablier (correspondant à des sections fortement fissurées).

4 - SOUS-DOSSIER 4 (Etude des ponts-dalles et portiques ouverts en béton armé de biais prononcé).

L'étude des ponts-dalles en béton armé sort du domaine d'application du programme PSI.DA quand le biais géométrique est inférieur à 70 grades et la largeur dépasse 18 mètres. Voilà l'objectif du sous-dossier 4.

On procède au calcul d'efforts et de ferrailage de ces dalles par le programme MRB.BA (voir dossier MRB.BP 70). Le sous-dossier 4, avec son programme PREPUR, fournit une aide au projeteur pour l'exploitation des tableaux de ferrailage donnés par MRB.BA en vue d'en faire des épures d'arrêt des barres.

Ce sous-dossier comporte 3 pièces :

* NB Il va de soi que l'emploi de la structure PSI.DA pour les faibles portées doit être dans ces conditions subordonnées à des conditions de fondation relativement sûres et homogènes.

1°/ Dimensionnement d'un avant-projet :

Cette pièce fournit au projeteur des indications sur les directions optimales de ferrailage d'une dalle isostatique (cas des sauts de mouton standards), une méthode pour l'obtention des épures d'arrêt des barres à partir des courbes représentatives enveloppes des sections d'acier, des indications sur le calcul des étriers pour reprendre l'effort tranchant général et le poinçonnement au voisinage des appuis.

Elle termine par un abaque donnant les épaisseurs optimales techniques des dalles isostatiques.

2°/ Programme PREPUR - Note de calcul commentée et bordereau des données.

Cette pièce présente le programme PREPUR, son analyse et son exploitation.

3°/ Modèles d'application. Le calcul de ferrailage et les plans de ferrailage d'un saut de mouton standard et d'une dalle continue à trois travées sont présentés dans cette pièce.