

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT  
SERVICE SPÉCIAL DES AUTOROUTES

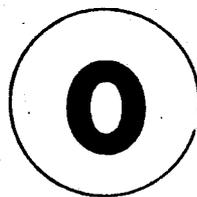
OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

CULÉES TYPES

**C.T. 66**

NOTICE

Ce document est propriété  
l'Administration et ne peut être  
utilisé ou reproduit, même par-  
tiellement, sans l'autorisation du  
Service Spécial des Autoroutes.



DIVISION DES OUVRAGES D'ART

BP 235

Orly - Aéroport (Seine)

Tél 587 51 41

CHEF DU SERVICE

38, rue Liancourt

PARIS 14<sup>e</sup> - Tél 734 37 74

**M. LAURAS**

Ing. T.P.E.

**G. MONNERET**

Ingénieur en Chef

**A. THIEBAULT**

Ingénieur en Chef

**J. C. LERAY**

Ing. P.C.

**H. MATHIEU**

Ingénieur en Chef  
Adjoint au Chef du Service

MAI 1966

INDEX

I - INTRODUCTION

- 1.1 - L'aspect "conception" des culées
- 1.2 - L'aspect "dimensionnement" des culées

2 - ARTICULATION ET MODE D'EMPLOI DU PREDOSSIER C.T.

2.1 - Le guide "conception"

- 2.1.1 - Les schémas "A"
- 2.1.2 - Les organigrammes "B"
- 2.1.3 - Les culées pilotes "C"
- 2.1.4 - Divers "D"

2.2 - Le guide "dimensionnement"

- Généralités sur le prédimensionnement et l'avant-métré
- Le prédimensionnement des culées à éléments indépendants

2.3 - L'exemple d'application

3 - LES-ORIENTATIONS DU PREDOSSIER C.T.

4 - ESTIMATION DU CÔÛT DES CULÉES A ELEMENTS INDEPENDANTS

Une culée doit reposer sur des assises sûres , lesquelles seront recherchées en superficie ou en profondeur ; elle doit être stable sous l'effet d'efforts variés : poids propre, poussée des terres et réactions du tablier tant horizontales que verticales ; sans que son économie n'en soit sacrifiée, son aspect doit être soigné ; son modelé offrira une transition heureuse entre la ligne mince du tablier et la masse des terrassements d'accès . L'énumération de ces rôles variés, tous tributaires de facteurs nombreux et de dimensions très aléatoires, fait comprendre qu'une étude de culée doit être traitée comme un cas d'espèce .

Donc , en matière de culée toute tentative de standardisation ne saurait être trouvée dans la recherche de modèles prêts à l'emploi ( tels les pile et palées ) , du fait qu'un modèle est implicitement conçu à l'avance .

Aussi C.T. a été compris , et doit être compris par l'utilisateur, comme un guide pour la conception et le dimensionnement des culées .

### 1.1. L'ASPECT CONCEPTION

L'utilisation de C.T. n'est donc absolument pas comparable à l'usage des autres dossiers d'ouvrages types du S.S.A.R. , pour lesquels la phase de conception est réduite à un choix préalable unique , celui d'un type d'ouvrage, et à des aménagements de détail

Nous ne saurions trop insister sur l'importance qui doit être accordée à la conception d'une culée et sur le soin qui doit lui être apporté ; en effet tout en découle : la stabilité , le coût et l'aspect .

La place qui a été réservée dans le pré-dossier C.T. à la conception donne la mesure exacte du soin avec lequel on doit la traiter .

### 1.2. L'ASPECT DIMENSIONNEMENT

Le dossier complet donnera ultérieurement les règles de dimensionnement détaillées de toutes les parties de l'ouvrage .

Le présent pré-dossier donne simplement des règles pratiques et des abaques qui serviront au prédimensionnement et à l'estimation des quantités .

L'application de ces pièces tendra généralement vers un allègement des structures .

Bref, les lignes directrices de ce dossier-pilote invitent à ceci :  
" concevoir juste " et " faire léger " .

Avant même d'examiner la consistance de C.T. , nous tenons à préciser que ce pré-dossier se rapporte aux ouvrages courants . Dans les cas spéciaux on se reportera aux traités les plus connus , dont entre autres :

- " Piles , culées et cintres des ponts " , de ROBINSON - DUNOD 1958, particulièrement utile au stade de la conception .

" Murs de soutènement " de M. et A. REIMBERT - EYROLLES 1965 , traité théorique et pratique pour un dimensionnement judicieux sous l'influence , en particulier , de la poussée des terres .

2

ARTICULATION ET MODE D'EMPLOI DU PREDOSSIER C.T.
---

Le présent dossier provisoire comprend trois parties :

- les pièces pilotes " Conception " et leurs références : les " culées pilotes "
- les pièces pilotes " Dimensionnement "
- un exemple d'application

2.I. GUIDE " CONCEPTION " .

Son objet : guider l'utilisateur dans l'art de bien concevoir une culée.  
Son principe : une approche progressive de la solution par une décomposition rationnelle des opérations préparatoires et des décisions à prendre et par une discussion systématique des solutions envisageables .  
La présentation : des organigrammes dont les vecteurs représentent les relations logiques de la conception et dont les cadres figurent les décisions à prendre ; ces cadres se réfèrent soit à des tableaux, soit à des schémas , soit encore à des dessins de culées pilotes .

## 2.I.I. Les schémas " A " .

Conformément à leur définition , les schémas ont pour objet de faire ressortir un aspect particulier de l'objet décrit , la représentation de cet objet étant par ailleurs dépouillée de tous les détails qui ne se rapportent pas à cet aspect particulier

### Les schémas A.I : Morphologie des éléments . Liaison entre éléments

Ils s'attachent à décrire la morphologie des différentes structures de culée et les articulations que l'on peut rencontrer entre les éléments ( murs de front et murs latéraux ) qui les composent . Leur objet : donner une intuition du fonctionnement mécanique des culées . C'est avec cette intuition qu'on évitera les erreurs , certainement les plus graves : celles qui se rapportent à la stabilité . On s'y référera dès le début (cf.B.4 ) .

### A.2 : Implantation des murs latéraux . Raccordement aux terrassements

Pour l'usager , pris en tant que spectateur , l'aspect d'une culée peut être la meilleure ou la pire des choses . Tout est dans le style avec lequel on aura su modeler les terrassements d'accès et dans la manière dont on aura su y inscrire les murs latéraux . C'est éventuellement une affaire de proportions dans les volumes et de raccords entre ces volumes .

Les schémas A.2 donnent en vue perspective, tablier de pont enlevé , les différentes solutions envisageables en fonction des terrassements généraux d'accès et du type de structure envisagé .

Dans les cas complexes , d'échangeur notamment , il faudra naturellement avoir recours aux dessins perspectifs ou au modèle réduit.

## 2.I.2. Les Organigrammes " B " .

### Organigramme B.I. : la nomenclature

Une expression nette n'est-elle pas la meilleure garantie d'une pensée claire ? A cet effet l'organigramme B.I présente une petite nomenclature de la terminologie d'usage . Nous conseillons vivement de s'y conformer .

### Organigramme B.2 : les critères servant à l'appréciation des données

Dresser une liste complète des conditions de réalisation et des fonctions de l'ouvrage est un préalable sur lequel aucune " impasse " n'est admise . De plus , il est recommandé de se faire une idée de l'ordre de grandeur de ces données de base . L'organigramme B.2 présente la liste de ces

données ; en outre il propose des valeurs de référence qui permettent d'apprécier leur intensité , laquelle peut être forte , moyenne ou faible .

Les appréciations , on le voit mi-qualitatives mi-quantitatives, sont mises entre guillemets . On retrouvera ces guillemets par la suite dans les discussions ; la présence des guillemets rappellera que la valeur de ces appréciations est essentiellement fonction des critères numériques qui en limitent la fourchette d'application .

Un exemple précisera ce que nous entendons par " appréciation "

Exemple : l'appréciation de la portance d'un sol vis à vis d'une fondation superficielle .

On se doute que la portance du sol de fondation est primordiale pour la conception et le dimensionnement d'une culée . Guider l'utilisateur implique que ce dernier formule une appréciation sur la portance du sol de fondation .

Les divers comportements possibles du sol de fondation vis à vis de la portance s'énumèrent comme suit :

- rupture généralisée du sol
- tassement différentiel entre deux zones de la fondation
- tassement différentiel entre la zone d'implantation de la culée et celle des appuis voisins .

Nous allons apprécier le rôle et l'importance de ces trois comportements .

On peut ériger en principe que , si une fondation superficielle est envisageable , les risques de rupture du terrain sont négligeables devant les risques de tassements inadmissibles . Il n'en sera donc pas tenu compte pour la conception et le dimensionnement des culées fondées superficiellement ( alors qu'il en serait tout autrement si la culée reposait sur fondations profondes ) .

Les risques de tassements différentiels d'une zone à l'autre de la culée sont difficilement appréciables et leurs conséquences difficilement prévisibles . En effet tout affaissement d'une zone entraîne une surcharge des zones avoisinantes et , de ce fait , un risque supplémentaire de tassement de ces mêmes zones ; ce qui équivaut , en fin de compte , à une uniformisation des pressions sous l'ouvrage . Devant de tels aléas on se contentera de retenir ou non , au stade de la conception , des types de culées qui , par leur structure , se révèlent plus ou moins sensibles aux tassements différentiels, selon que de tels tassements seront exclus ou non .

La portance d'un sol de fondation sera surtout caractérisée par son comportement vis à vis des risques de tassements différentiels entre la zone d'appui de la culée et les zones des appuis voisins . A ce propos , on se reportera utilement au dossier FOCS .

Notons que les tassements différentiels admissibles sont fonction :

- du type de culée ( structure indépendante ou solidaire )
- du type de tablier ( structure isostatique ou hyperstatique )
- du matériau du tablier ( béton armé , béton précontraint , acier ) .

En définitive :

La pression admissible , notée  $\bar{\sigma}$  qui correspondra à un risque de tassement différentiel admissible d'un appui à l'autre , servira à apprécier la portance du sol de fondation lequel , par convention , sera :

- " bon " si  $\bar{\sigma} > 3,5 \text{ kg/cm}^2$
- " moyen " si  $2 \text{ kg/cm}^2 < \bar{\sigma} \leq 3,5 \text{ kg/cm}^2$
- " médiocre " si  $\bar{\sigma} \leq 2 \text{ kg/cm}^2$

Organigramme B.3 : L'organigramme des options

Le rassemblement et l'appréciation des données de base met l'utilisateur en mesure de procéder à la conception proprement dite . A cet effet l'organigramme B.3 lui propose , sous une forme schématique , le programme des différentes options envisageables :

- ce qui doit faire l'objet d'une option est figuré dans un cadre losange .

- d'un même losange partent diverses flèches : ces dernières conduisent à un rectangle qui représente une option .

- l'organigramme serait parfaitement rationnel si , à tout stade de la conception , les options précédemment retenues étaient sans influence sur les suivantes ; l'organigramme B.3 est aussi rationnel que possible , sans atteindre une rigueur absolue .

- Concevoir la culée revient donc à imaginer sur l'organigramme B.3 un cheminement . L'ordre de grandeur des combinaisons d'options élémentaires des seules culées légères est de l'ordre de  $2^{20}$  .

Ainsi tenons-nous, chiffre en main , les preuves suivantes :

- la conception d'une culée est un cas d'espèce ( 1 chance sur 2<sup>20</sup> de rencontrer deux cas semblables, du moins en principe ) ;
- une bonne conception est tributaire d'une information détaillée et serrée;
- la responsabilité de la conception revient normalement aux Ingénieurs les mieux informés , c'est-à-dire aux utilisateurs des services extérieurs qui ont l'avantage d'être sur le "tas " et d'avoir une connaissance précise des conditions de réalisation .

Organigramme B.4 : la motivation des options en fonction des données de base .

L'organigramme B.4 passe en revue les avantages et inconvénients des options envisagées dans la pièce B.3.

On se place successivement suivant les trois optiques fondamentales que sont :

- la stabilité
- l'économie
- l'aspect

L'utilisateur puisera dans cette pièce l'argumentation de ses choix .

Nous tenons à préciser que cette argumentation n'est pas exhaustive . Elle est à prendre comme un "pense-bête " et non comme un " pense à tout " . Il est évident que cette argumentation est sommaire parce que trop qualitative. Nous espérons , dans le dossier complet , l'étoffer et la préciser .

### 2.I.3. Les culées pilotes " C " .

Les pièces " C " décrivent des culées diverses sous forme, non plus de schémas , mais de dessins de coffrage , dessins tels qu'on devra en trouver dans les A.P.D. ou les dossiers d'appel d'offres .

Les pièces " C " ne décrivent pas des culées modèles , mais des culées pilotes dont la conception a été conduite par des soucis essentiellement doctrinaires et non des soucis d'application immédiate .

L'utilisation des culées pilotes consistera à décalquer non pas une culée complète mais un mur de front par ci , un mur latéral par là , un garde-grève par ailleurs , à la suite d'une option comme la pièce B.4 y invite ( références de la dernière colonne ) .

On a veillé cependant à présenter des assemblages qui correspondent à bon nombre d'ouvrages qui , d'emblée , se rapportent aux cas les plus courants .

Ce mode de présentation présente les avantages suivants :

- Initier l'utilisateur par la méthode " globale " , comme en lecture ;
- éviter des répétitions ;
- présenter des ensembles et non des détails qu'il aurait fallu relier par des considérations écrites et , de ce fait , peu suggestives .

#### 2.1.4. DIVERS " D " : principes de ferrailage , phases de bétonnage , garde-grève , dispositions et équipements divers

Cette pièce donne des indications sur des dispositions diverses et, en matière d'équipements , renvoie , afin d'éviter toute répétition , aux pièces de dossiers pilotés qui en traitent .

### 2.2. GUIDE " DIMENSIONNEMENT "

C'est la consistance relativement sommaire du sous-dossier " Dimensionnement " qui donne au dossier C.T. son caractère provisoire .

Les pièces fournies , en effet , traitent de généralités sur le dimensionnement et du prédimensionnement des culées à éléments indépendants .

#### 2.2.1. Généralités sur le prédimensionnement et l'avant-métré

On ne saurait mieux les qualifier de pense - bête et de guide de travail .

Pour dimensionner un ouvrage il faut :

- 1 ) rassembler un certain nombre de données ;
- 2 ) faire des opérations dans un ordre logique ;
- 3 ) établir l'avant-métré poste par poste , sans omission .

C'est ce qu'énumère la pièce 2.1.

- 2.2.2. Le prédimensionnement des culées à éléments indépendants

Le prédimensionnement des dimensions de coffrage des culées , en toute rigueur à éléments indépendants , peut être rapidement établi à l'aide de trois abaques :

- Abaque 1 : prédimensionnement du mur de front
- Abaque 2 : prédimensionnement des murs latéraux
- Abaque 3 : prédimensionnement direct des semelles des murs latéraux
- Abaque 3 : une méthode itérative permet d'exploiter ce même abaque pour le prédimensionnement des semelles du mur de front .

L'estimation du métré des armatures se fera d'après une règle de pourcentage qui est précisée dans les généralités .

Ces pièces seront , nous l'espérons , appréciées par l'Ingénieur de l'Administration au stade de l'établissement d'un dossier d'appel d'offres , puisqu'elles permettent d'obtenir très rapidement les éléments nécessaires à la rédaction du détail estimatif .

2.2.3. L'exemple d'application

L'exemple d'application traite volontairement un cas courant et facile .

On y trouvera les cinq phases de l'étude :

- 1 ) La description des conditions d'exécution , ce qui équivaut à un cahier des charges .
- 2 ) Le rassemblement des données et leur appréciation.
- 3 ) Les options : à cet effet on ne manquera pas de se reporter aux organigrammes B.3 et B.4 qui ont été reproduits et surchargés des considérations qui ont conduit aux options retenues .
- 4 ) Le prédimensionnement : on aura , en particulier , une illustration détaillée de l'utilisation des abaques et un exemple de justification des semelles du mur de front .
- 5 ) L'avant - métré

D'après l'articulation et la consistance de ce pré-dossier , l'utilisateur peut valablement se demander s'il ne s'agit pas plutôt d'un guide sur la construction des culées , plutôt que d'un dossier de culées types .

Il n'en est rien , du fait que , si l'utilisateur du pré-dossier est amené à faire des choix , il ne procède pas à n'importe quel choix . Les choix disponibles font , en effet , partie d'un éventail de solutions qui , au contraire d'être exhaustif , a volontairement fait l'objet d'un tri et en particulier d'éliminations. Tant et si bien que les ouvrages conçus d'après C.T. seront du même "style " , du même " type " , type étant pris au sens qui lui est attribué quand on veut qualifier un individu comme étant particulièrement représentatif d'une race .

Le dossier C.T. a , en effet , été conçu conformément aux tendances suivantes qui équivalent , pour l'utilisateur , à des orientations :

préférer des murs en voiles simples , éventuellement nervurés , aux structures massives ;

- dimensionner les éléments de sorte que le pourcentage d'acier soit raisonnable , c'est à dire ni excessif ni surtout insuffisant , et de façon que le taux de travail du béton ne soit pas ridiculement bas .

Plus précisément :

les abaques de prédimensionnement ont été établis pour un taux de travail du béton à la flexion composée de  $100 \text{ kg / cm}^2$  ; ce taux correspond à un matériau de bonne qualité pour lequel , toutefois , un contrôle strict n'est pas exigé

corrélativement , la densité d'armatures H.A. nécessaires sera en moyenne de  $40 \text{ kg/m}^3$  et oscillera entre  $30 \text{ kg / m}^3$  pour les culées en voile simple sans fruit , à  $50 \text{ kg/m}^3$  pour les culées simultanément très légères et relativement hautes . Il a été reconnu que ces proportions sont , dans les cas courants de culées fondées sur semelles , au voisinage de l'optimum économique et du côté de la rusticité par rapport à cet optimum .

ESTIMATION DU CÔT DES CULÉES A ELEMENTS INDEPENDANTS

Nous avons jugé utile de donner , dans l'esprit de CAT -66 , chapitre XI , une base pour l'estimation des avants-projets de culées à éléments indépendants .

Le prix total pour une culée se décomposera comme suit :

$$P = P_1 \times l + P_2 + P_3$$

formule dans laquelle :

- $p_1$  est le coût du mètre linéaire de mur de front , en fondation superficielle .
- $l$  est la longueur totale du mur de front dans la solution " mur de front court " (cf. pièce C.I. ), et aussi la largeur biaise du tablier .
- $P_2$  est le coût global des murs latéraux , en fondation superficielle
- $P_3$  est un supplément pour fondations profondes

Les coûts partiels sont détaillés ci-après , en fonction de la hauteur totale ( fondation et épaisseur du tablier comprises ) des murs , qui en est le paramètre essentiel . Ils sont nets et ne comportent pas de " somme à valoir " , qu'il y aura lieu d'ajouter le cas échéant .

4.I. CÔT DU METRE LINEAIRE DE MUR DE FRONT ( hauteur totale  $H_1$  )

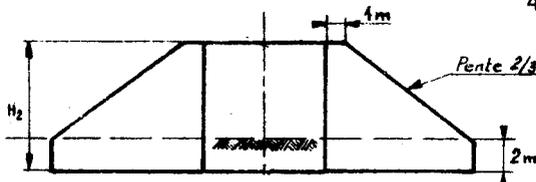
On reprendra la formule de CAT - 66 , chapitre XI , 6.I :

$$p_1 = 25 H_1^2 + 100 H_1 + 300 \text{ F/ml}$$

#### 4.2. CÔTÉ GLOBAL DES MURS LATÉRAUX

On fera la distinction entre murs en aile et murs en retour . Dans l'un et l'autre cas les prix sont établis pour des murs de hauteur totale maximale  $H_2$  ( fondation incluse ) comprise entre 6 m et 12 m, dont 2 m de fiche , pour une pression exercée sur le sol égale à 2 kg /cm<sup>2</sup> et pour des talus de pente 2/3 .

##### 4.2.1. Murs en aile

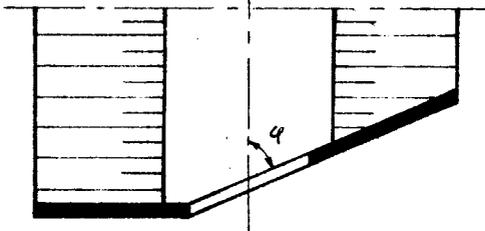


$$P_2^A = ( 460 H_2^2 - 3000 H_2 + 9000 ) \times K \quad F$$

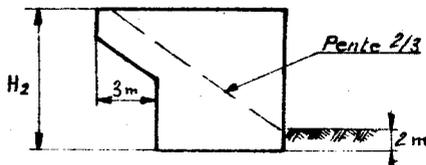
dans cette formule ,  $H_2$  est la hauteur maximale du mur et K un coefficient qui tient compte du biais ( angle  $\varphi$  )

$$K = 1 + \frac{1}{\sin \varphi}$$

( K est donc voisin de 2, ce qui s'explique par le fait qu'une culée comporte 2 murs latéraux )



##### 4.2.2. Murs en retour

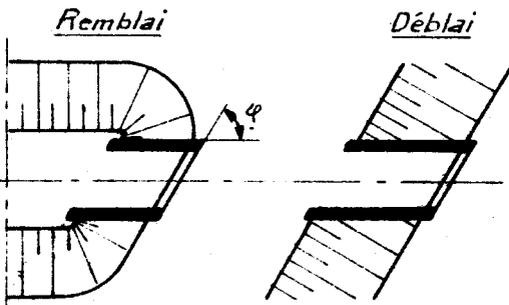


Les murs considérés sont supposés terminés en consoles de 3 m de portée

$$P_2^R = ( 960 H_2^2 - 8450 H_2 + 25000 ) \times K \quad F$$

la valeur de K ( coefficient tenant compte du biais ) est:

$$K \begin{cases} \text{cas du remblai} & = 1 + \frac{1}{\sin \varphi} \\ \text{cas du déblai} & = \frac{2}{\sin \varphi} \end{cases}$$



#### 4.3. SUPPLEMENT POUR FONDATIONS PROFONDES

On se reportera à CAT - 66 , chapitre XI , 5.2.

REMARQUE : Les formules ci-dessus ont été établies à partir des données de base ci-après .

QUANTITES : évaluées d'après les pièces " Dimensionnement " du présent dossier .

PRIX : prix unitaire moyens pratiqués pour des ouvrages courants à l'époque de parution du présent dossier ; la liste qui suit en donne le détail .

DESIGNATION DU POSTE	UNITES	PRIX UNITAIRES ( F )
Fouilles pour fondations	m <sup>3</sup>	12
Remblaiement de fouilles	m <sup>3</sup>	6
Béton de propreté	m <sup>3</sup>	130
Béton pour semelles	m <sup>3</sup>	140
Béton pour murs	m <sup>3</sup>	150
Coffrages ordinaires	m <sup>2</sup>	30
Coffrages fins	m <sup>2</sup>	40
Aciers H.A.	kg	1,90
Badigeonnage	m <sup>2</sup>	4
Drainage derrière les murs	m <sup>2</sup>	25

Ces prix correspondent à l'index I<sub>0</sub> du Catalogue .

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT  
SERVICE SPÉCIAL DES AUTOROUTES

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

CULÉES TYPES

**C.T. 66**

GUIDE "CONCEPTION"

**1**

DIVISION DES OUVRAGES D'ART  
B.P. 235 Orly - Aérogare (Seine)  
Tél. 587 51 41

CHEF DU SERVICE  
38, rue Liancourt  
PARIS 14<sup>e</sup> - Tél. 734 37 74

**M. LAURAS**

Ing. T.P.E.

**G. MONNERET**

Ingénieur en Chef

**A. THIÉBAULT**

Ingénieur en Chef

**J. C. LERAY**

Ing. P.C.

**H. MATHIEU**

Ingénieur en Chef  
Adjoint au Chef du Service

MAI 1966

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT  
SERVICE SPÉCIAL DES AUTOROUTES

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

CULÉES TYPES

**C.T. 66**

GUIDE "CONCEPTION"

SCHÉMAS

Morphologie des éléments

Liaisons entre éléments

Ce document est propriété  
de l'Administration et ne peut être  
utilisé ou reproduit, même partielle-  
ment, sans l'autorisation écrite du  
Service Spécial des Autoroutes.

A.1

DIVISION DES OUVRAGES D'ART

BP 235

Orly - Aéroport (Seine)

Tel. 587 51 41

CHEF DU SERVICE

38 rue Biancourt

PARIS 14<sup>e</sup> Tel. 734 37 74

M LAURAS

Ing T.P.E.

G MONNERET

Ingénieur en Chef

A. THIEBAULT

Ingénieur en Chef

J. C. LERAY

Ing P.C.

H. MATHIEU

Ingénieur en Chef  
Adjoint au Chef du Service

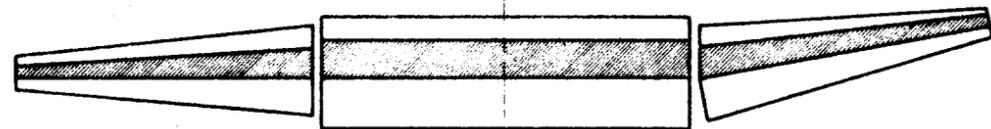
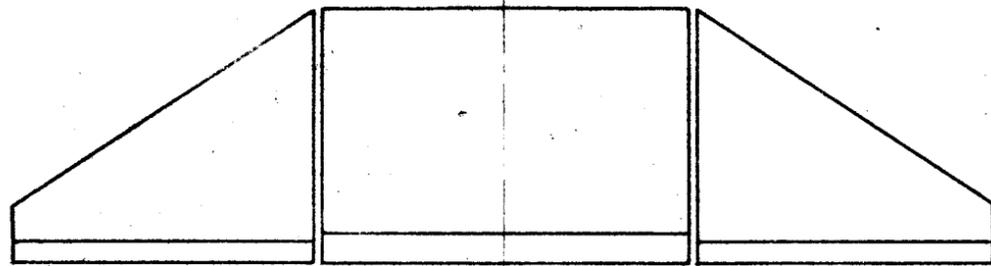
MAI 1966

CULÉE LÉGÈRE

# CAS D'UNE CULÉE ÉTROITE

## AVEC MURS EN AILE

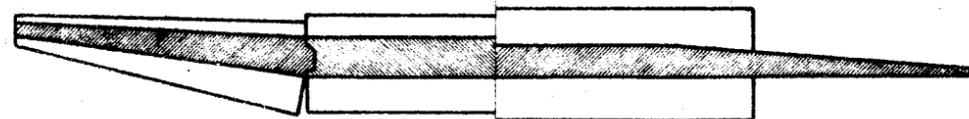
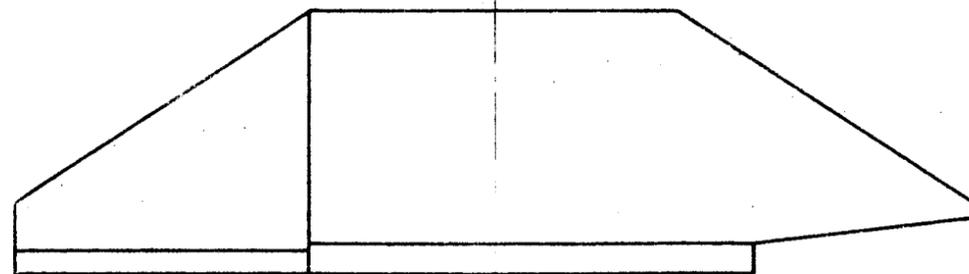
ÉLÉMENTS INDÉPENDANTS



ÉLÉMENTS SOLIDAIRES

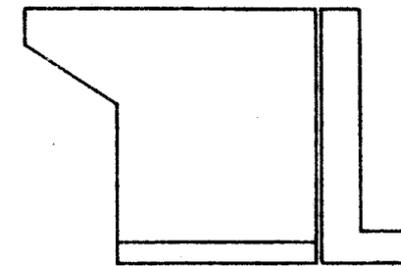
EMBREVÉS

EN CONSOLE

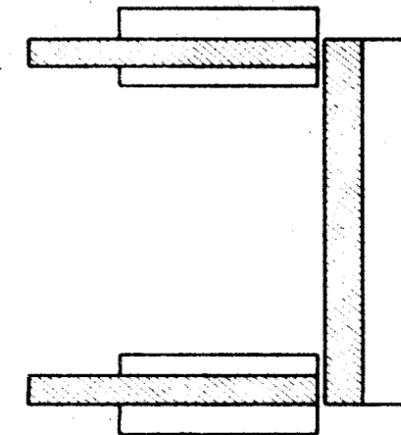


## AVEC MURS EN RETOUR

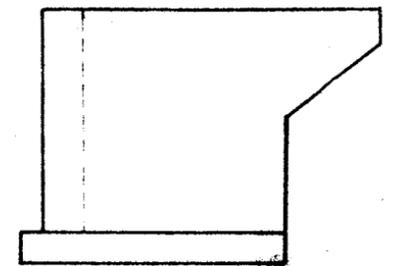
ÉLÉMENTS INDÉPENDANTS



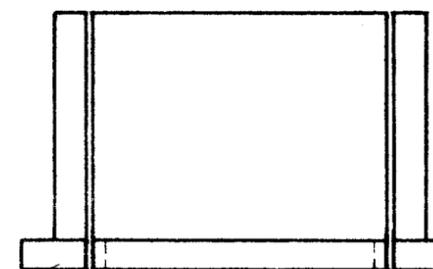
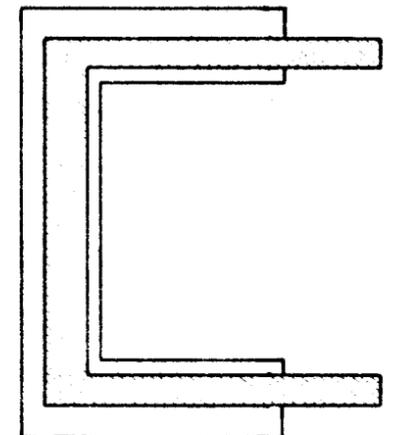
JOINTS LATÉRAUX



ÉLÉMENTS SOLIDAIRES

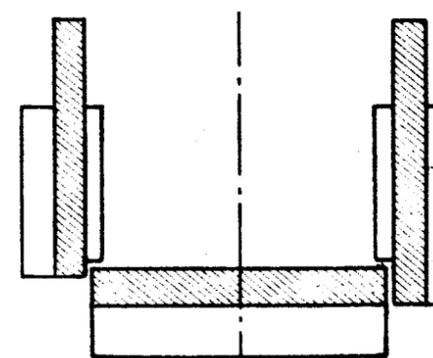


SUR SEMELLE

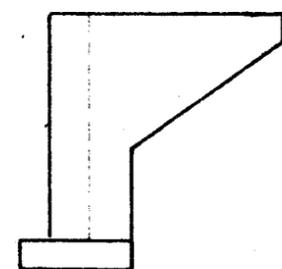


JOINTS FRONTAUX  
(2 solutions)

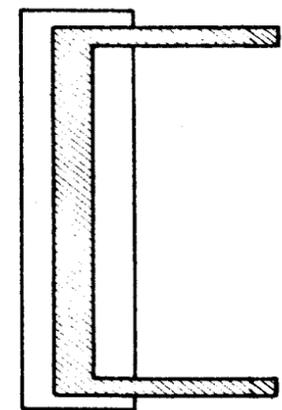
Mur court



Mur long



EN CONSOLE

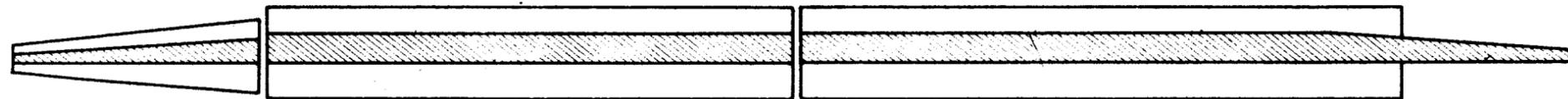
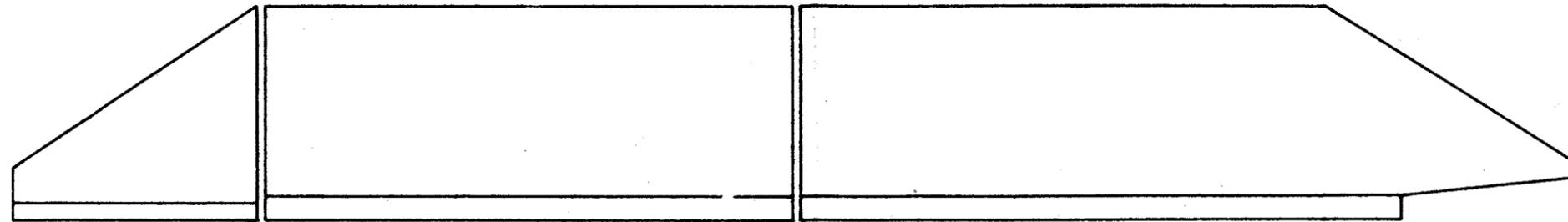


# CAS D'UNE CULÉE LARGE

## AVEC MURS EN AILE

ÉLÉMENTS INDÉPENDANTS

ÉLÉMENTS SOLIDAIRES EN CONSOLE

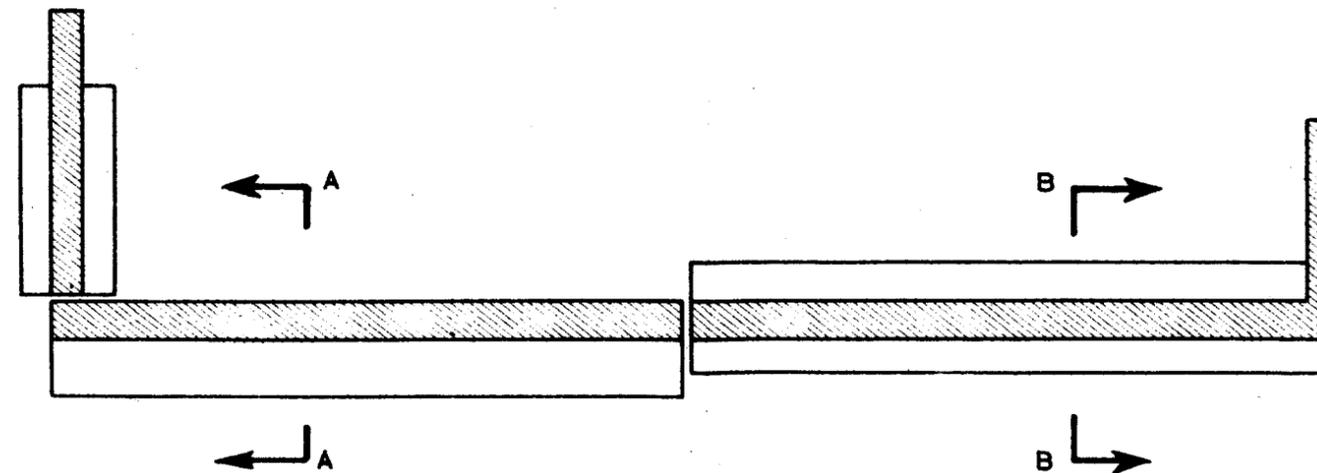
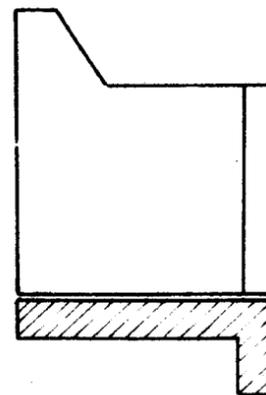


## AVEC MURS EN RETOUR

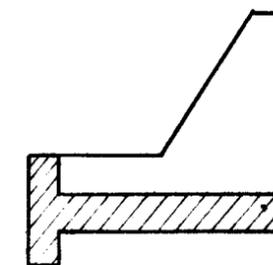
ÉLÉMENTS INDÉPENDANTS

ÉLÉMENTS SOLIDAIRES EN CONSOLE

COUPE AA



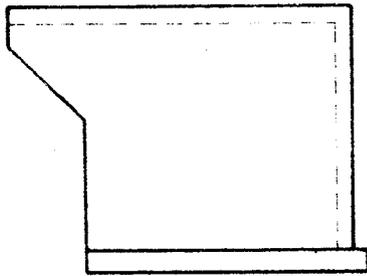
COUPE BB



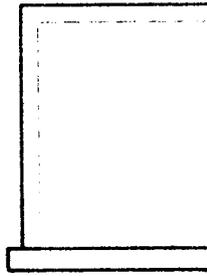
CULÉE CREUSE

# CAS D'UNE CULÉE ÉTROITE

ÉLEVATION LATÉRALE



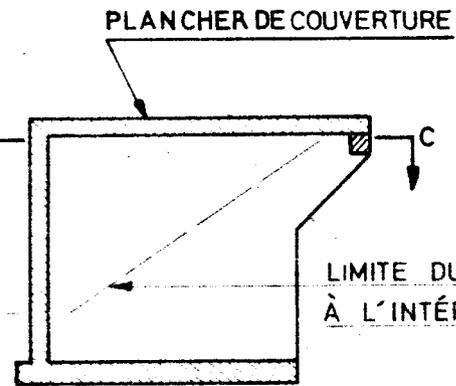
1/2 ÉLEVATION FRONTALE



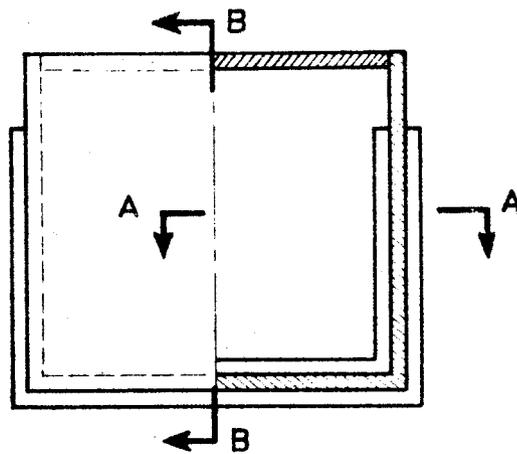
1/2 COUPE AA



1/2 COUPE BB



1/2 PLAN

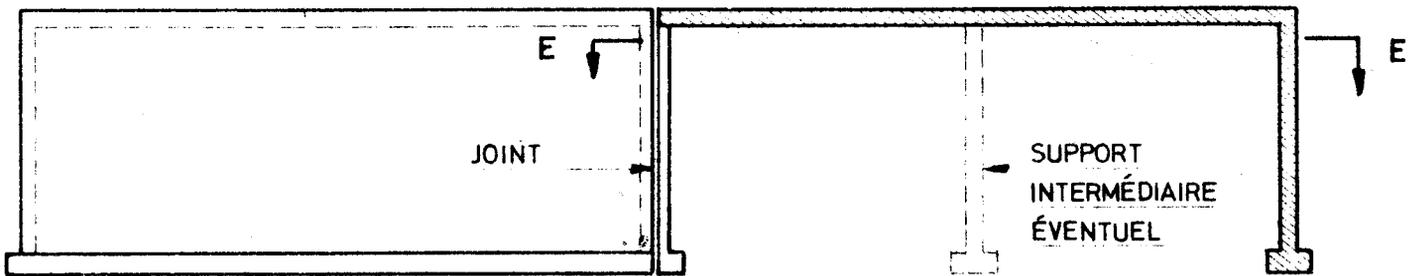


1/2 COUPE CC

# CAS D'UNE CULÉE LARGE

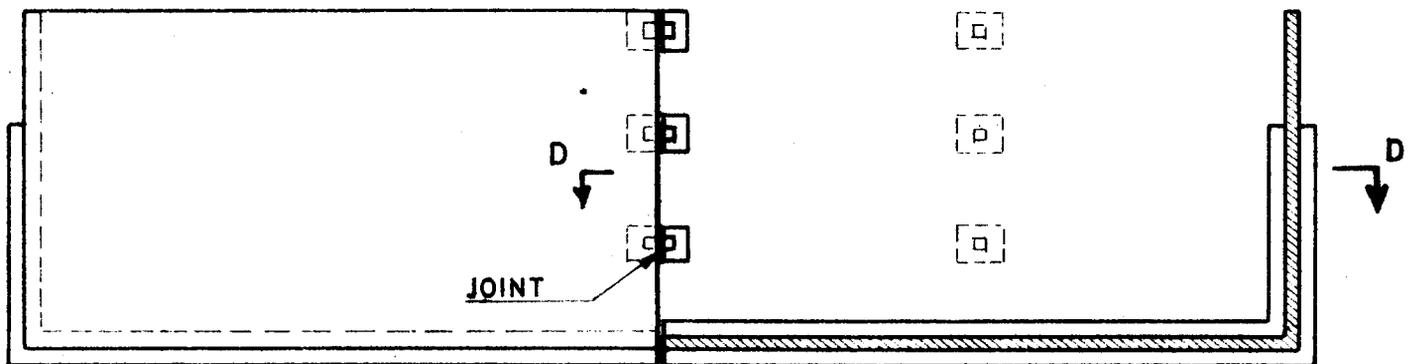
1/2 ÉLEVATION FRONTALE

1/2 COUPE DD



1/2 PLAN

1/2 COUPE EE



MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT  
SERVICE SPÉCIAL DES AUTOROUTES

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

CULÉES TYPES

**C.T. 66**

GUIDE "CONCEPTION"

SCHÉMAS

**Implantation des murs latéraux**  
**Raccordement aux terrassements**

Ce document est propriété de  
l'Administration et ne peut être  
utilisé ou reproduit, même  
partiellement, sans l'autorisation du  
Service Spécial des Autoroutes.

A.2

DIVISION DES OUVRAGES D'ART

BP 235

Orly - Aéroport (Seine)

Tél 587 51 41

CHEF DU SERVICE

38, rue Liancourt

PARIS 14<sup>e</sup> - Tél 734 37 74

M. LAURAS

Ing. T.P.E.

G. MONNERET

Ingénieur en Chef

A. THIEBAULT

Ingénieur en Chef

J. C. LERAY

Ing. P.C.

H. MATHIEU

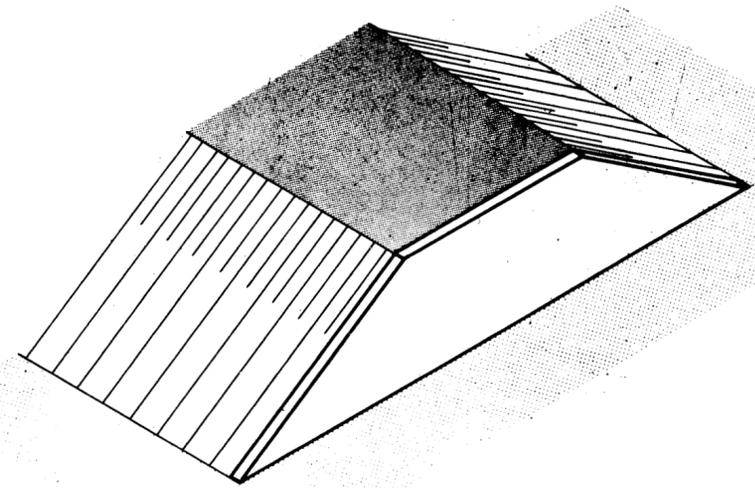
Ingénieur en Chef  
Adjoint au Chef du Service

MAI 1966

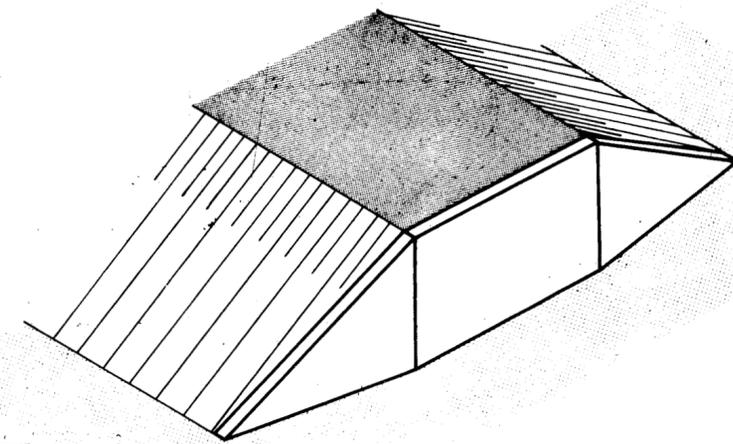
NOTA : Les dispositions représentées à la présente pièce n'ont pas un caractère limitatif.

**CAS DU REMBLAI**

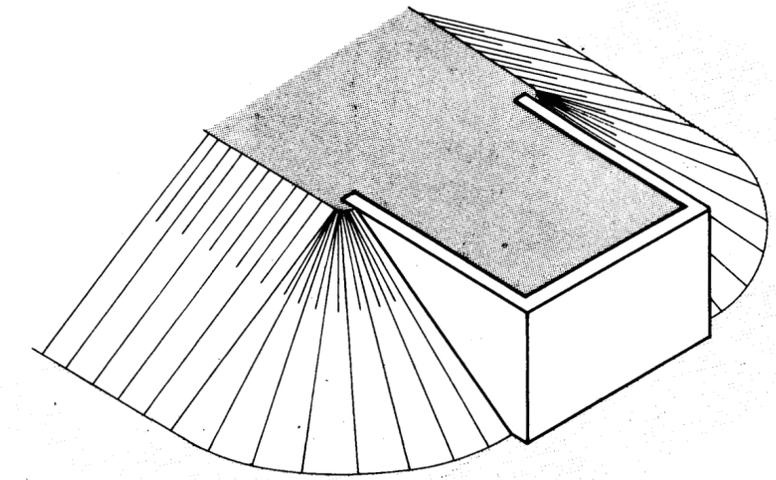
O U V R A G E      D R O I T



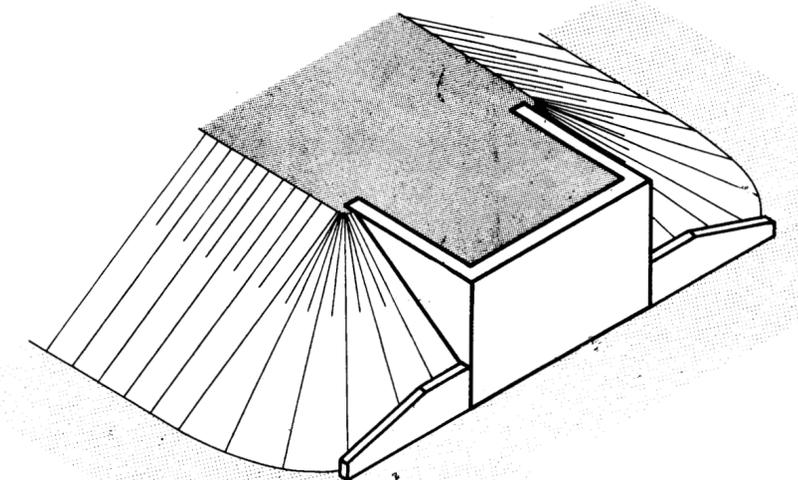
MURS LATÉRAUX  
EN AILE



EN ÉVASEMENT

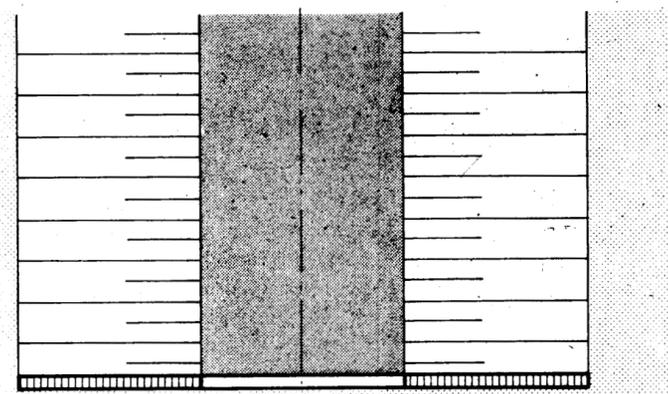


NORMAUX SIMPLES

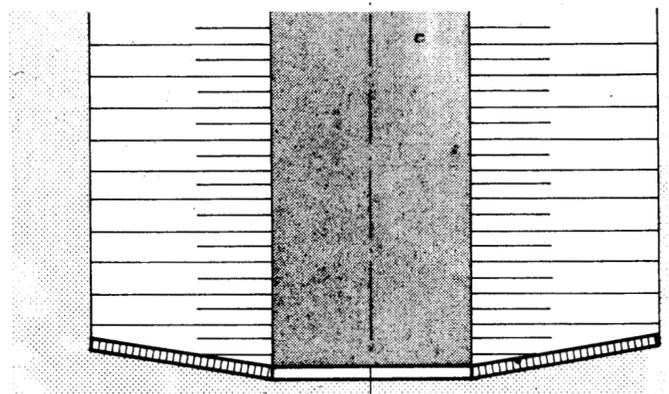


MURS LATÉRAUX  
EN RETOUR

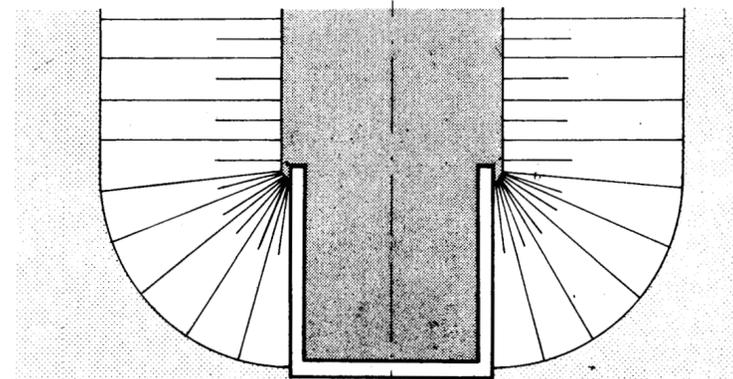
NORMAUX AVEC MURETTES  
DE PIED DE TALUS



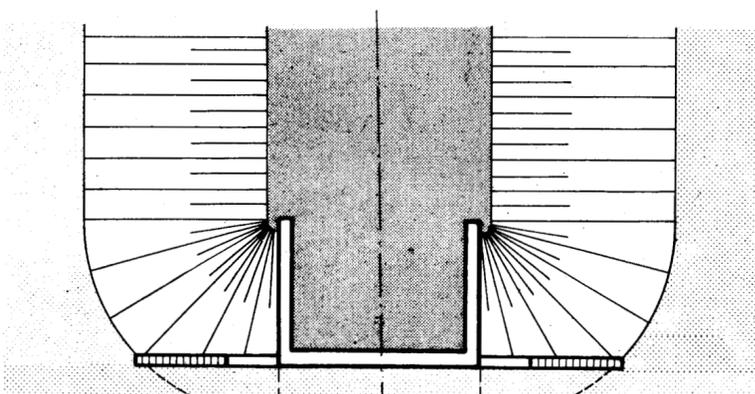
EN ALIGNEMENT



EN ÉVASEMENT



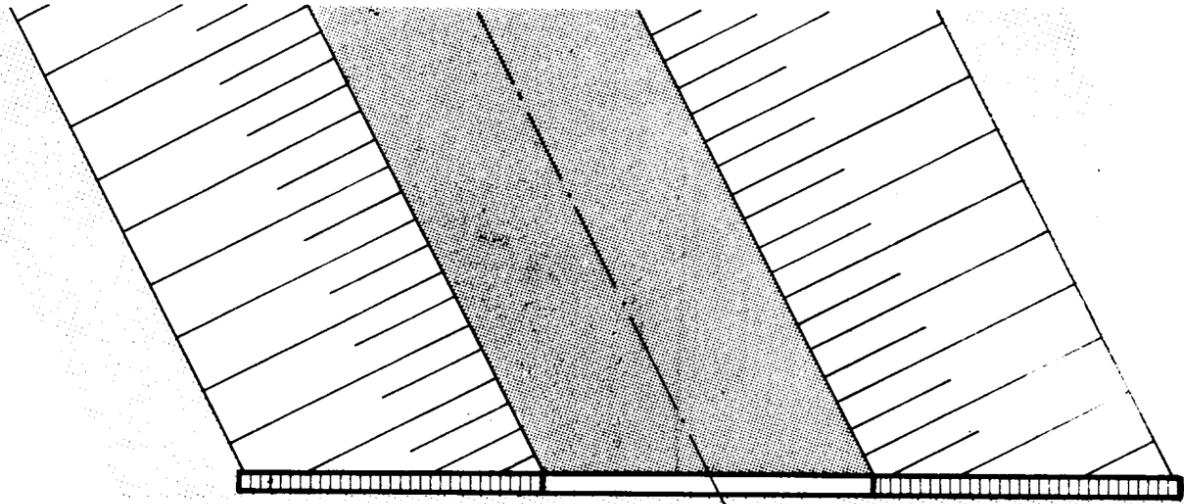
NORMAUX SIMPLES



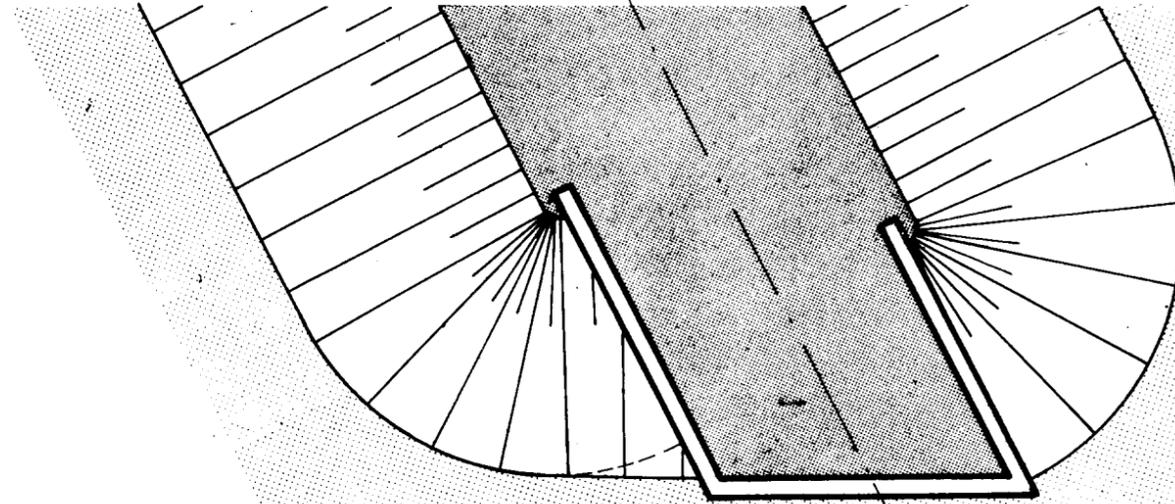
NORMAUX AVEC MURETTES  
DE PIED DE TALUS

# O U V R A G E      B I A I S

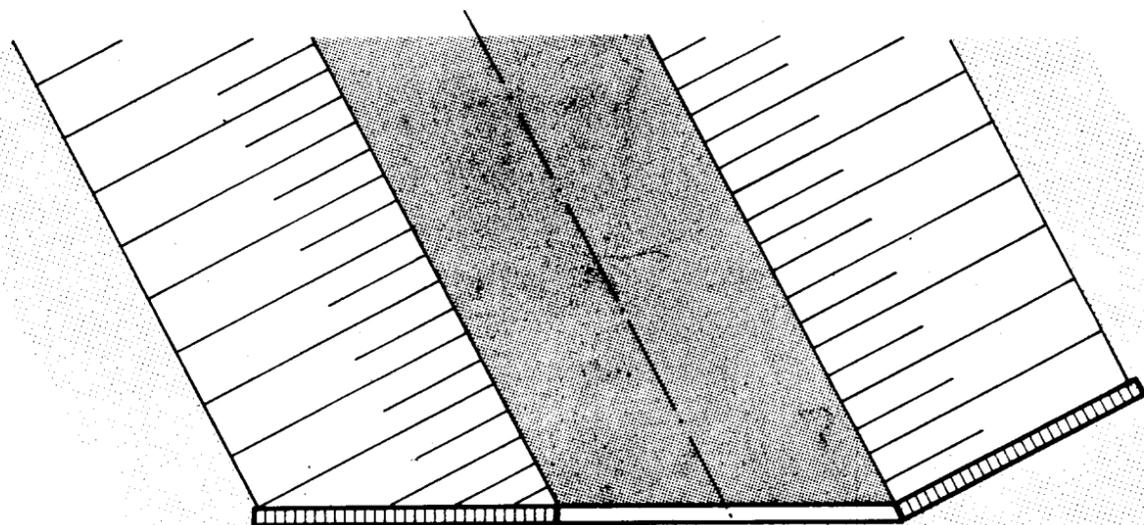
EN ALIGNEMENT



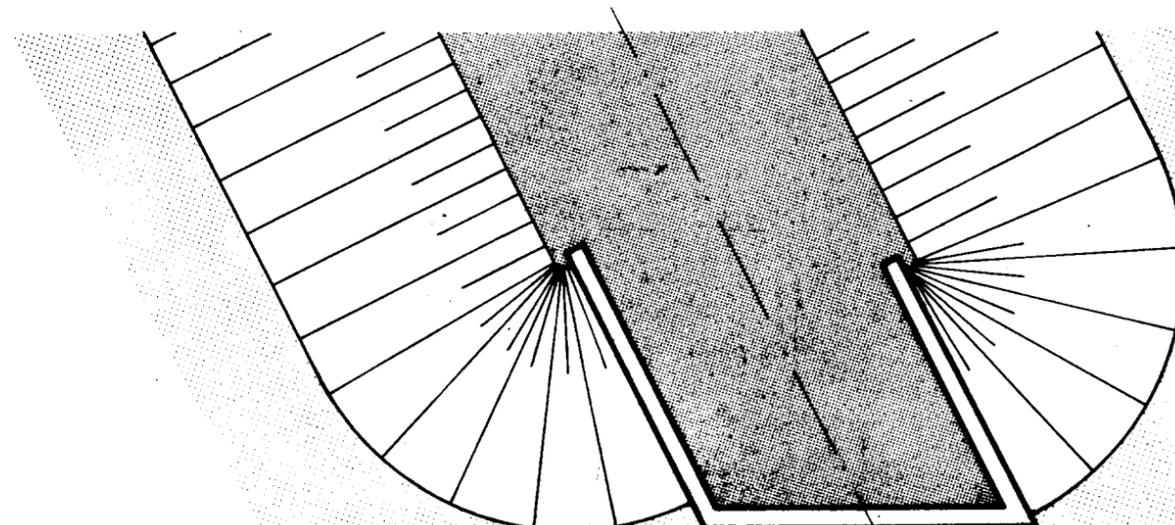
RACCORDEMENT PAR QUARTS DE CÔNE ET PLAN TANGENT



MURS LATÉRAUX  
EN AILE



MURS LATÉRAUX  
EN RETOUR

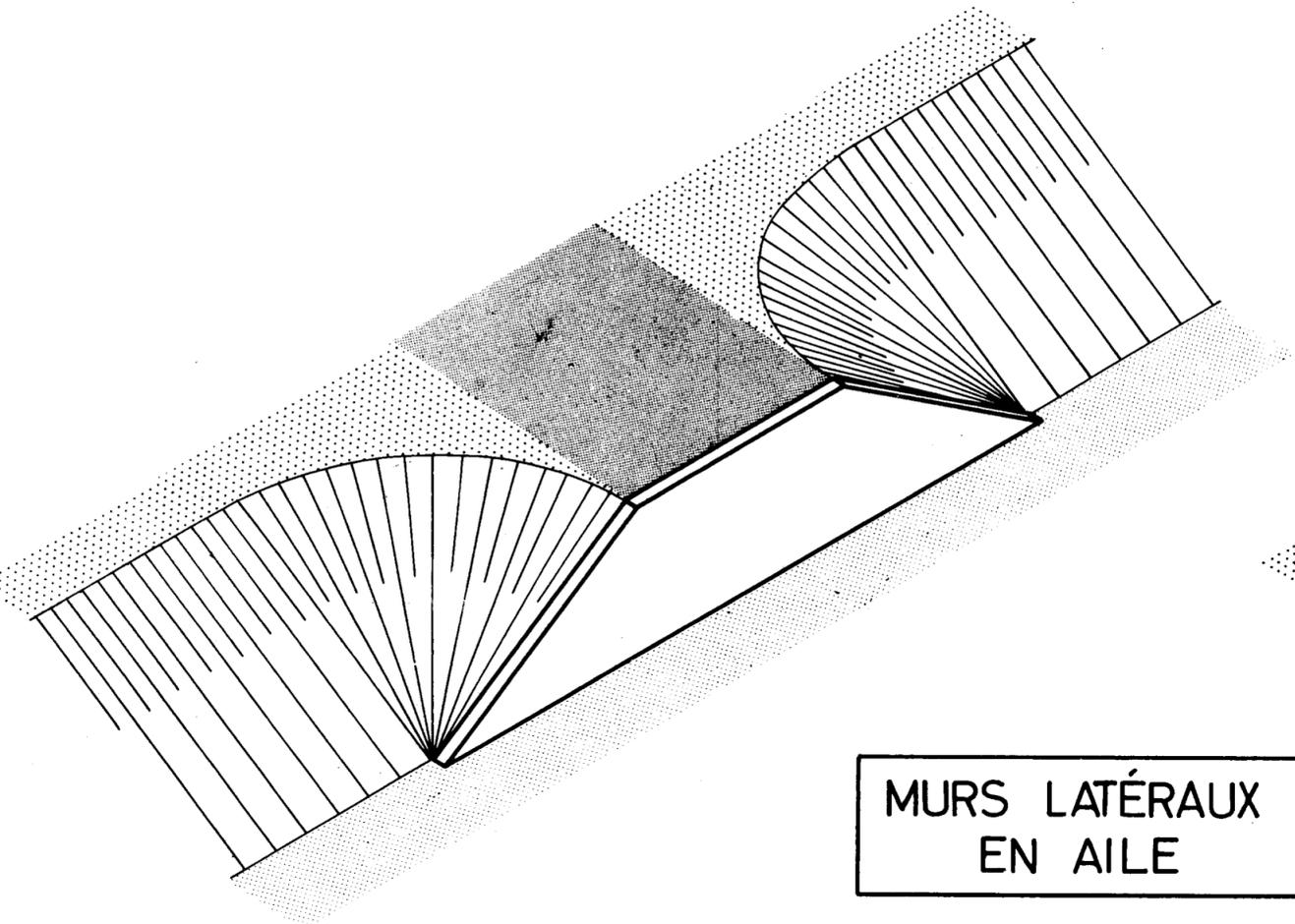


EN ALIGNEMENT ET EN ÉVASEMENT

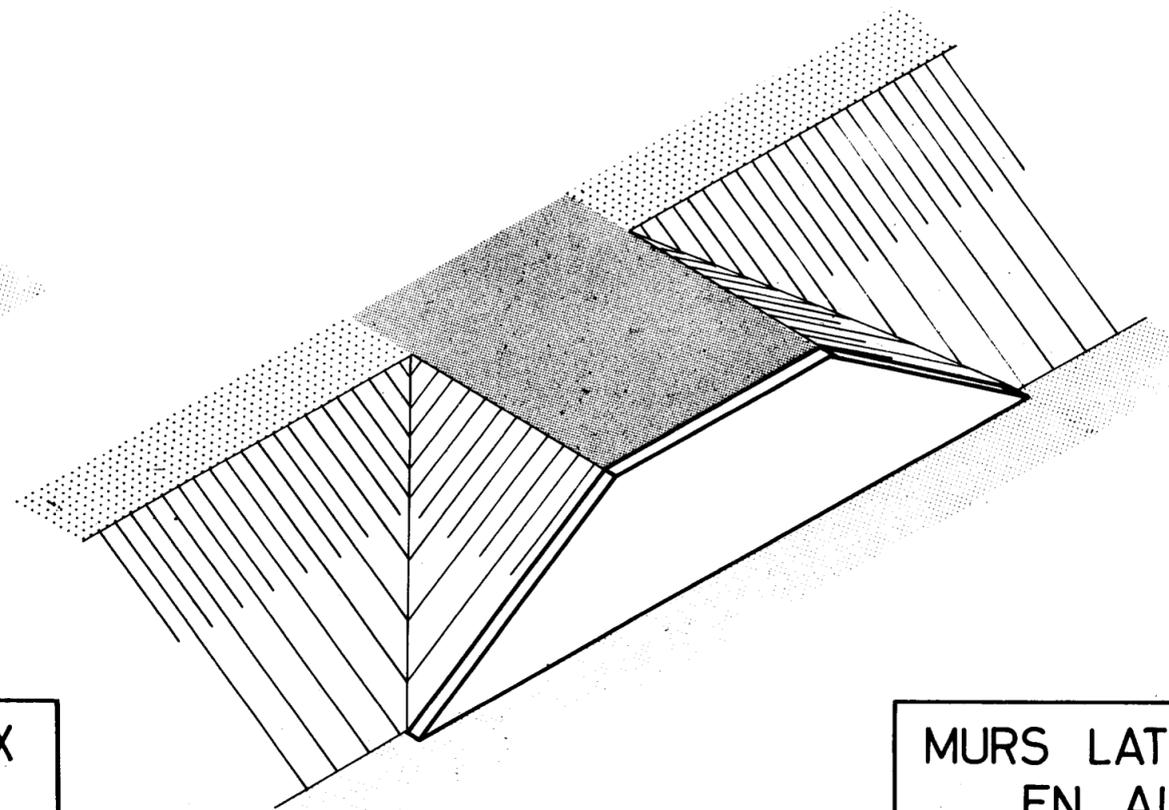
RACCORDEMENT PAR QUARTS DE CÔNE SIMPLES

# **CAS DU DÉBLAI**

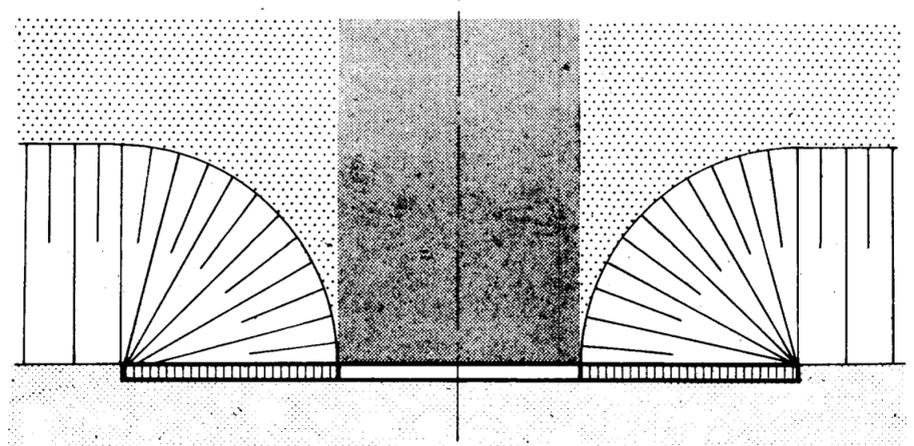
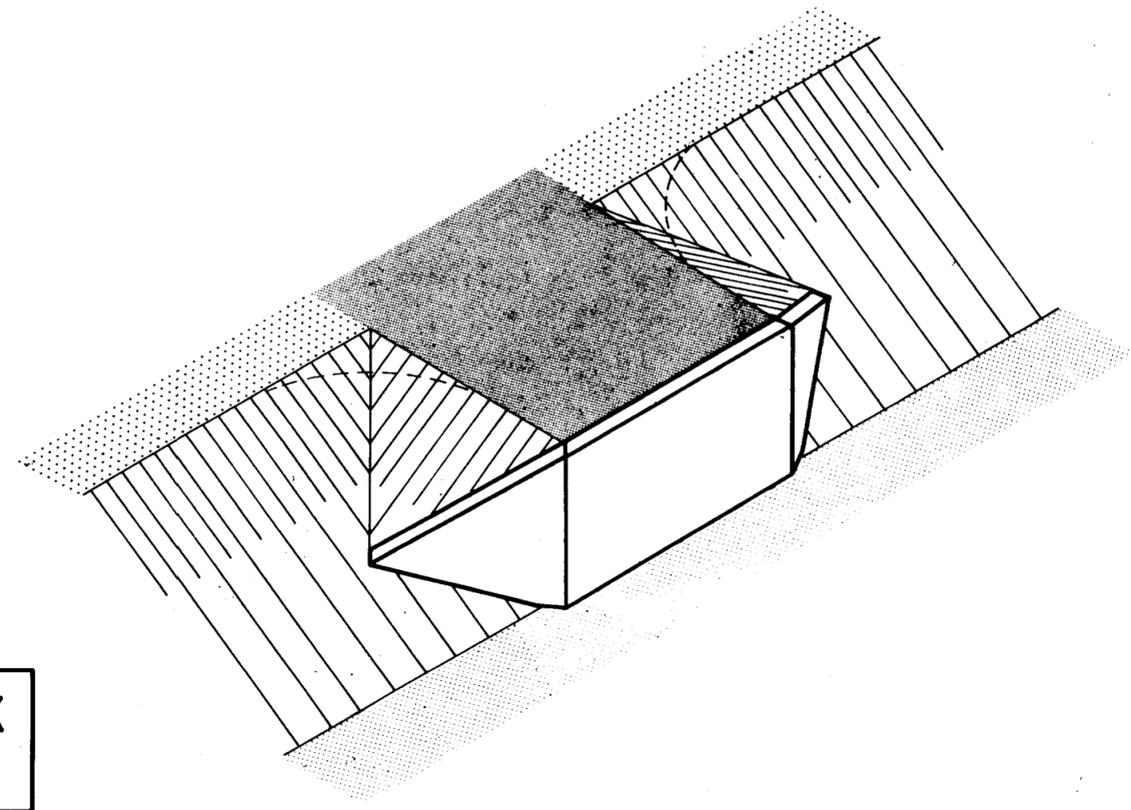
# O U V R A G E      D R O I T



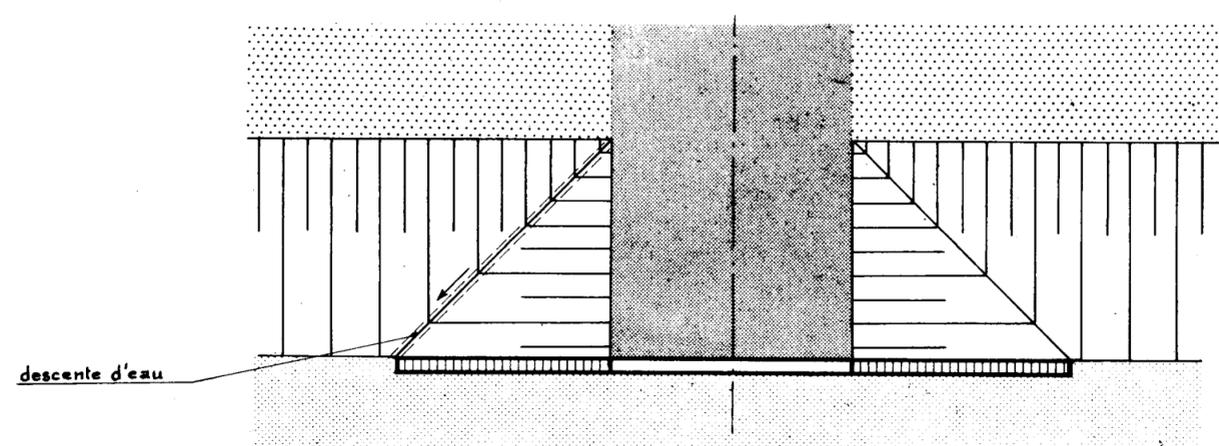
MURS LATÉRAUX  
EN AILE



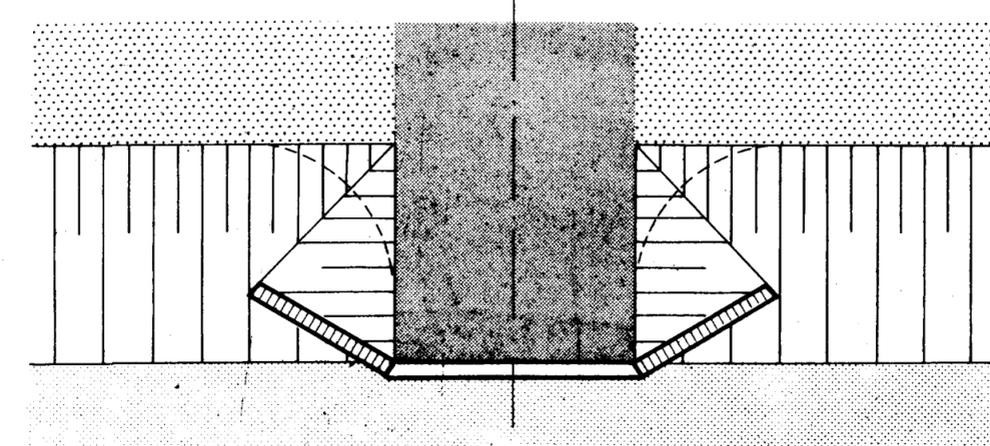
MURS LATÉRAUX  
EN AILE



EN ALIGNEMENT, AVEC RACCORDEMENT PAR QUARTS DE CÔNE INVERSÉS



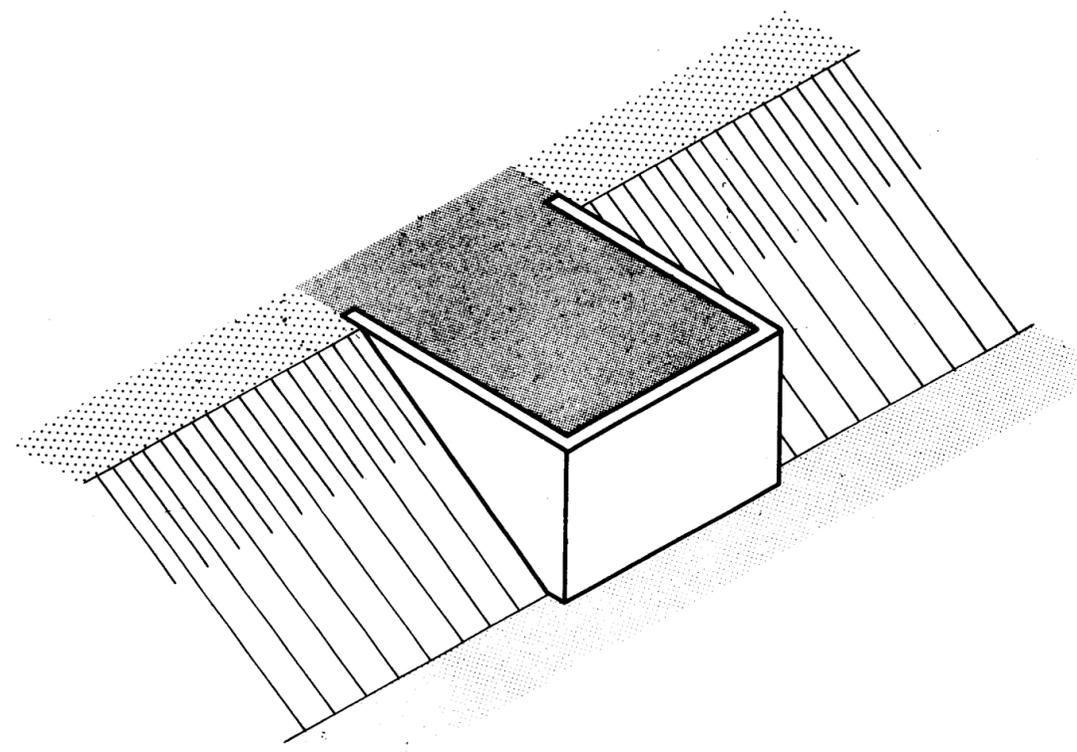
EN ALIGNEMENT, AVEC RACCORDEMENT PAR PLANS COUPÉS



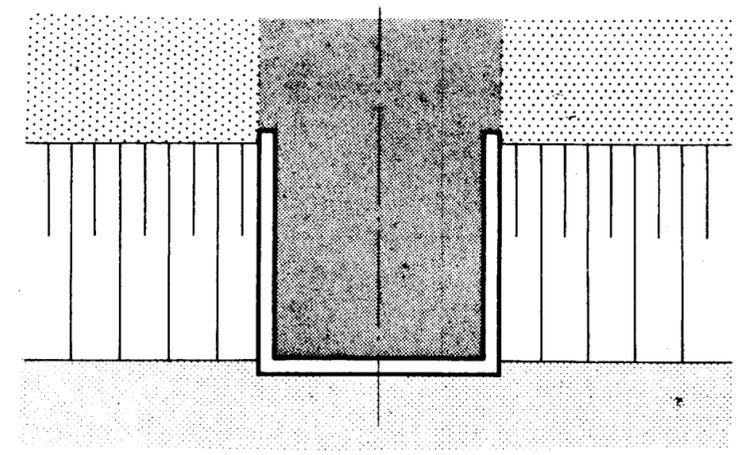
EN ÉVASEMENT

NOTA: On peut envisager une variante avec quarts de cône inversés (en tiretés)

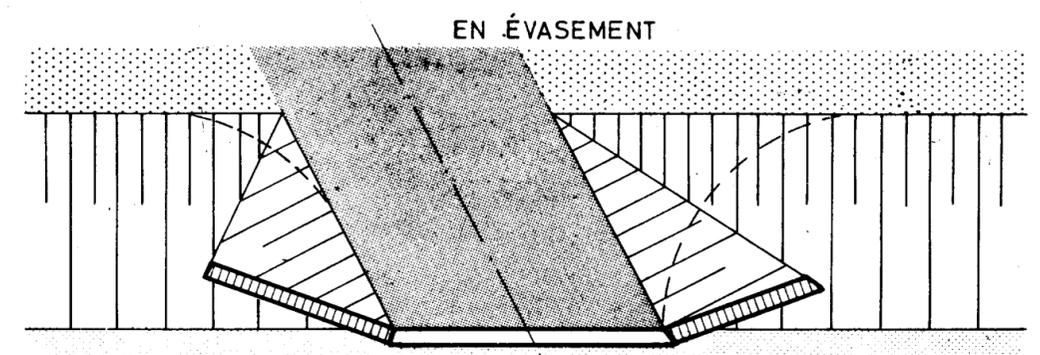
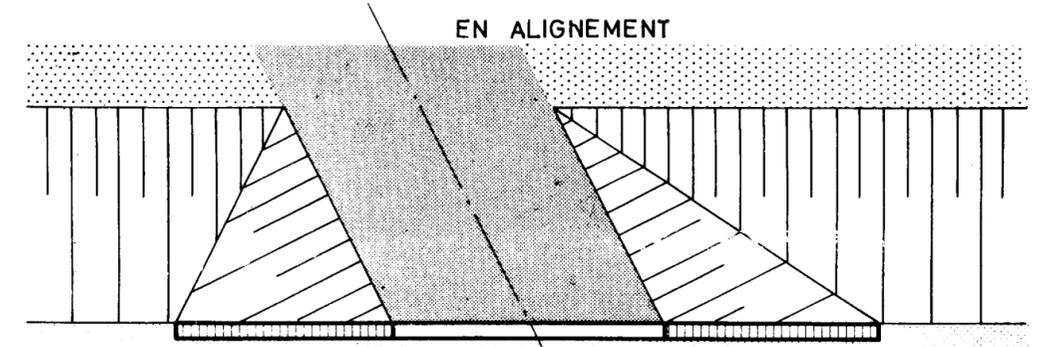
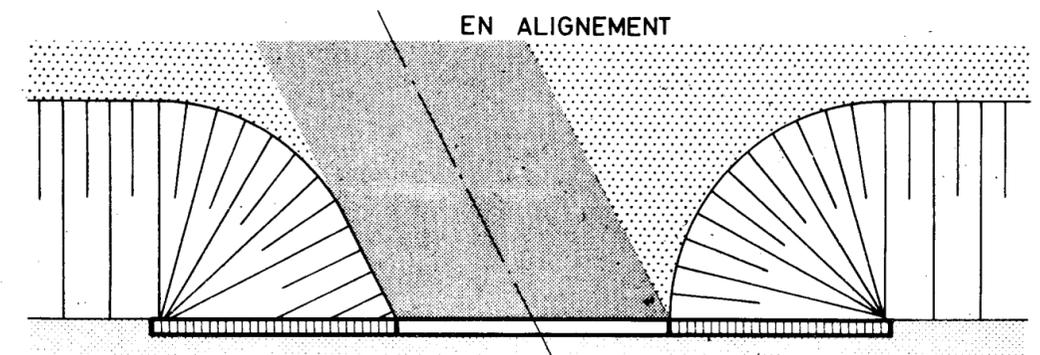
# O U V R A G E      B I A I S



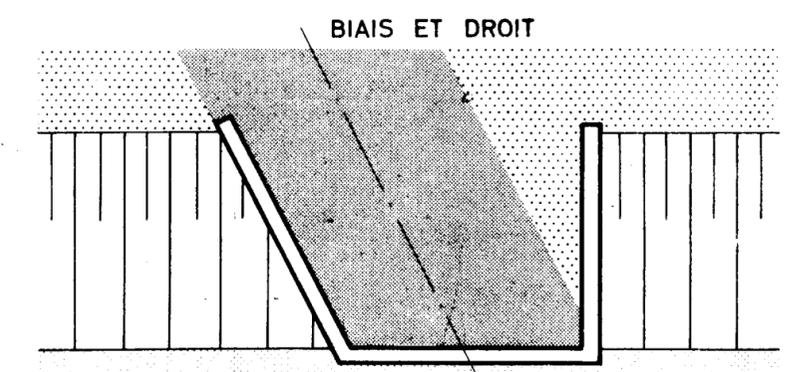
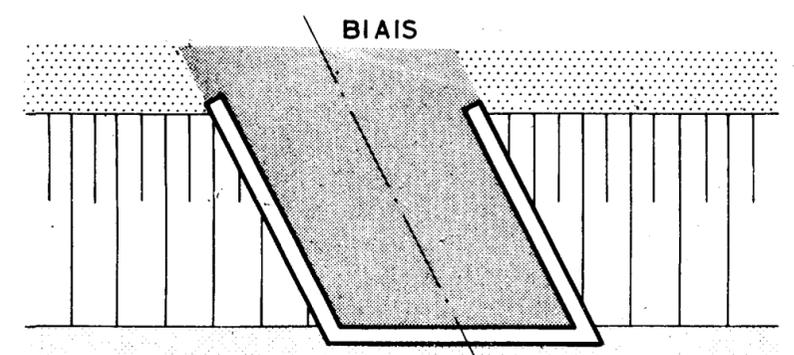
MURS LATÉRAUX EN RETOUR



NORMAUX



MURS LATÉRAUX EN AILE



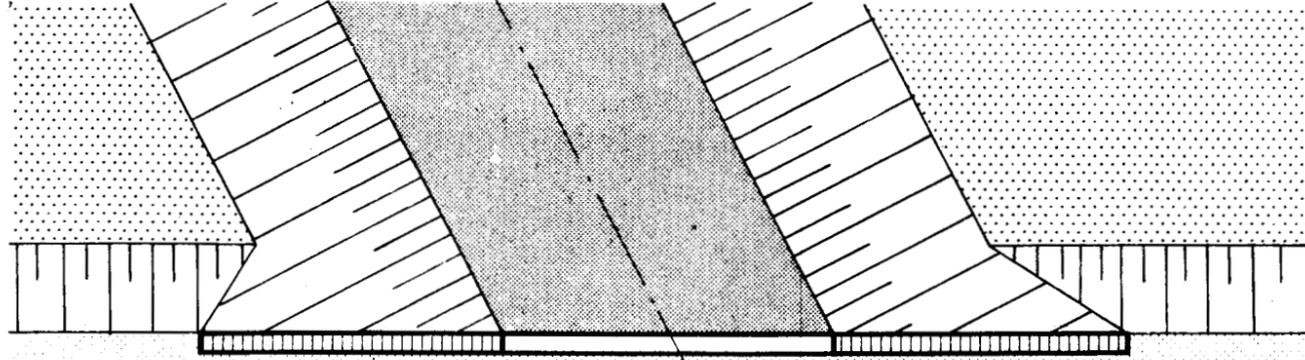
NOTA: Le mur de droite est plus court que celui de gauche.

MURS LATÉRAUX EN RETOUR

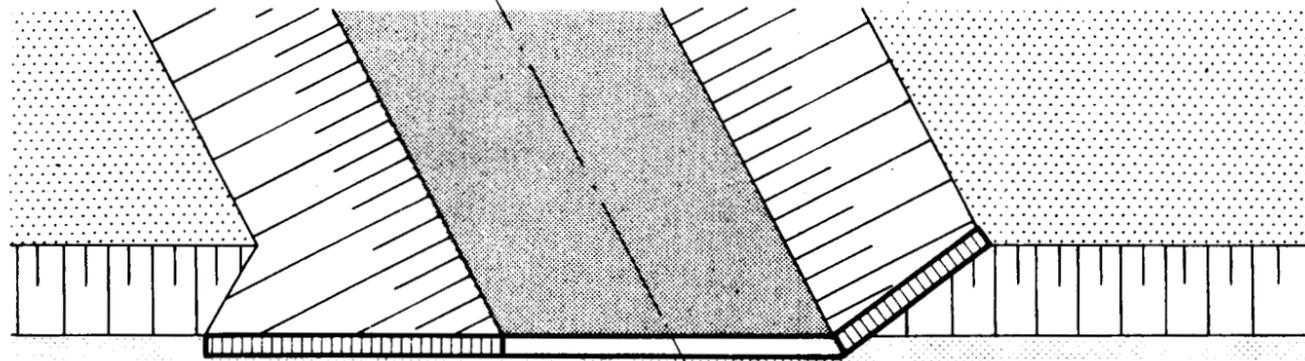
**CAS DU TERRASSEMENT MIXTE**  
**(déblai-remblai)**

# O U V R A G E      B I A I S

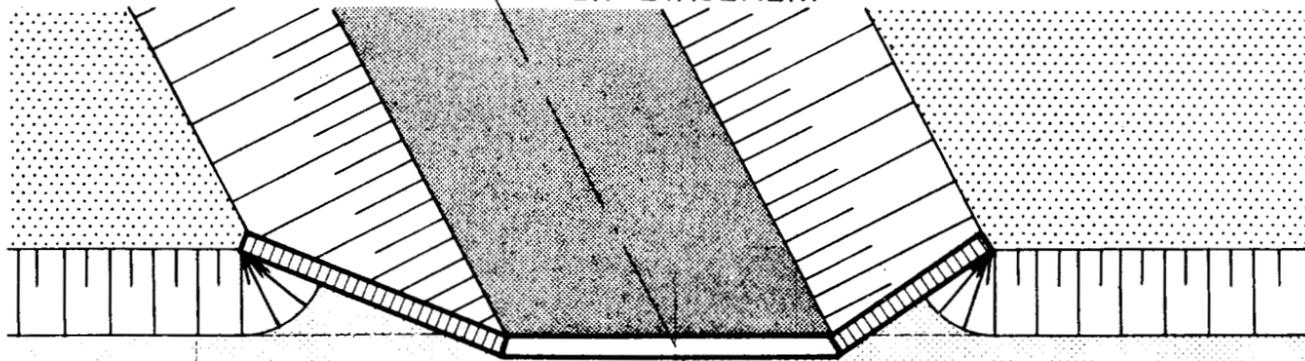
EN ALIGNEMENT



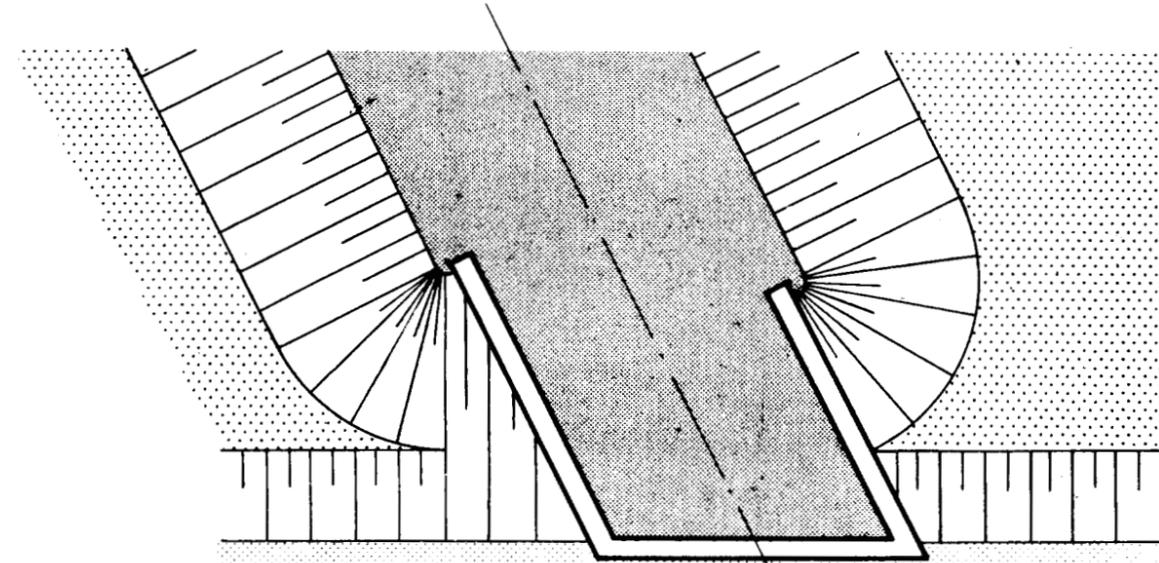
EN ALIGNEMENT ET EN ÉVASEMENT



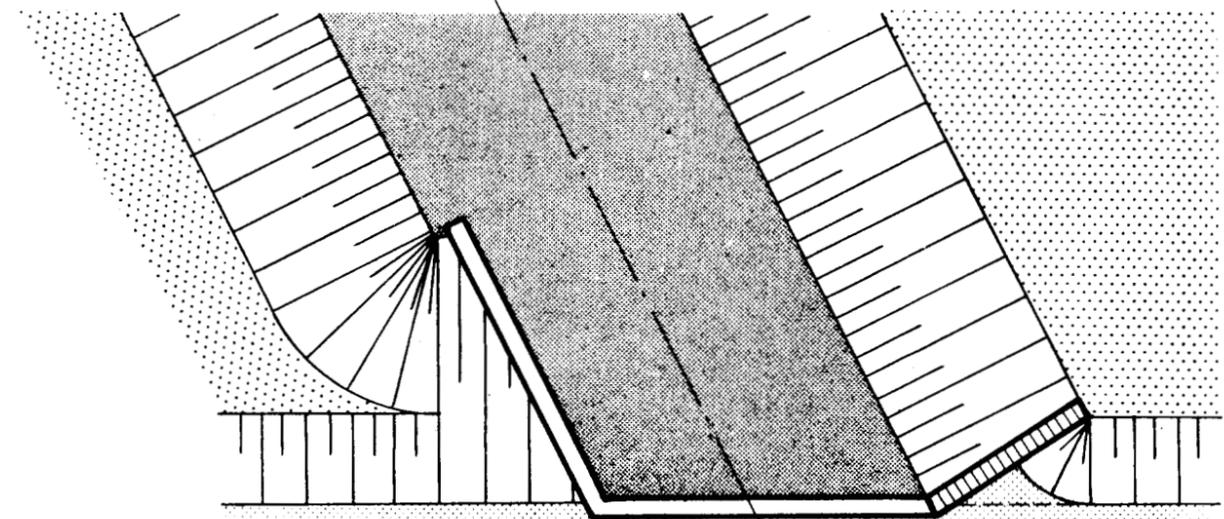
EN ÉVASEMENT



MURS LATÉRAUX EN AILE



MURS LATÉRAUX EN RETOUR

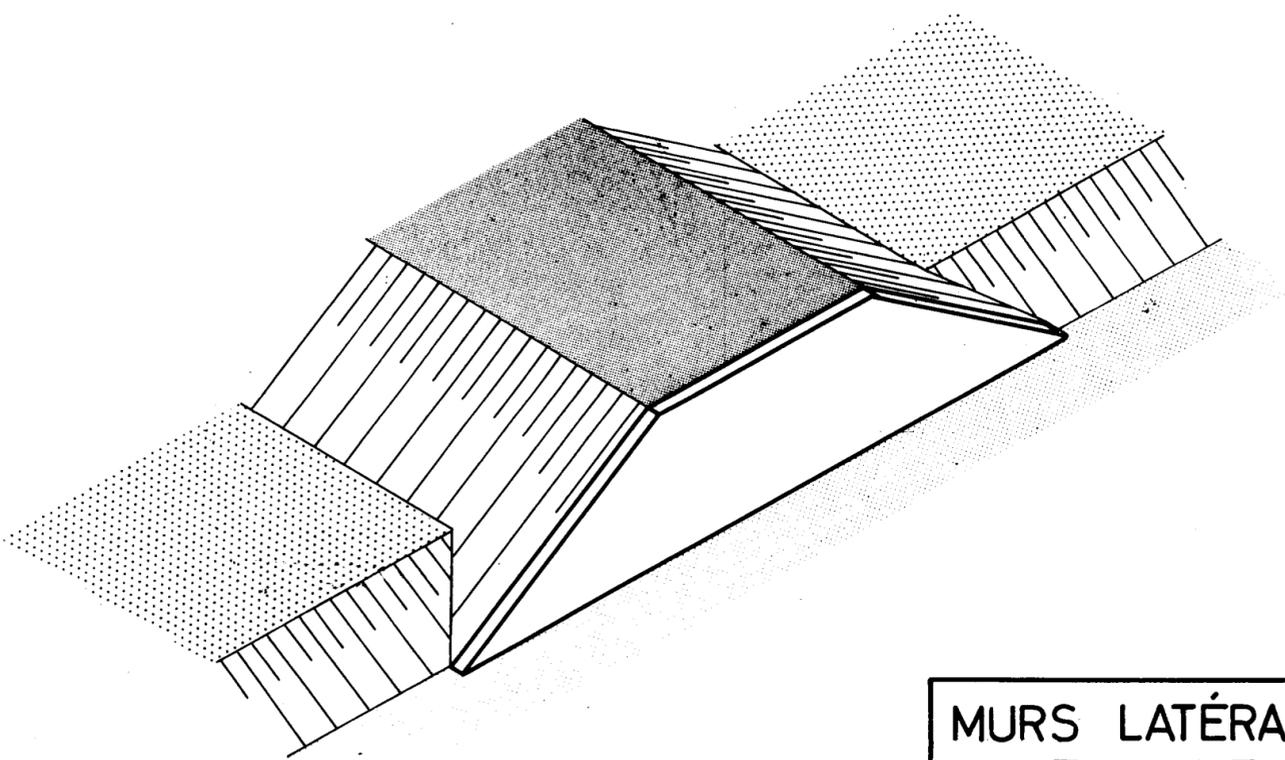


EN RETOUR

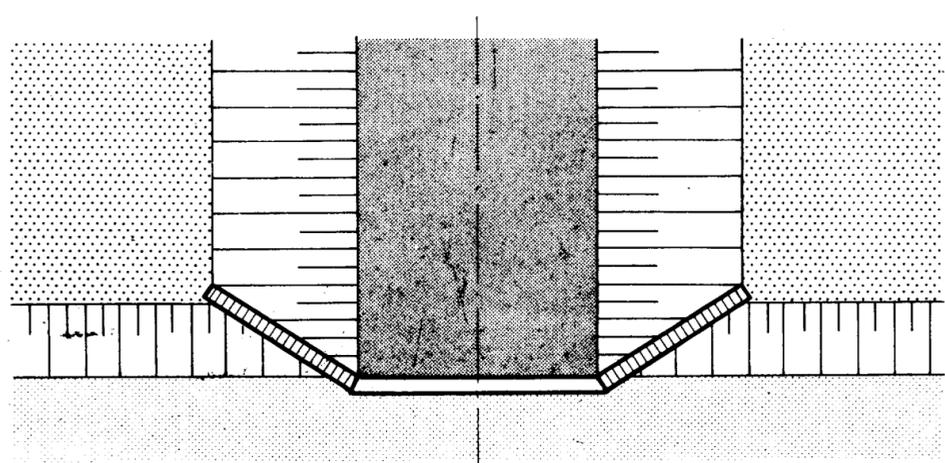
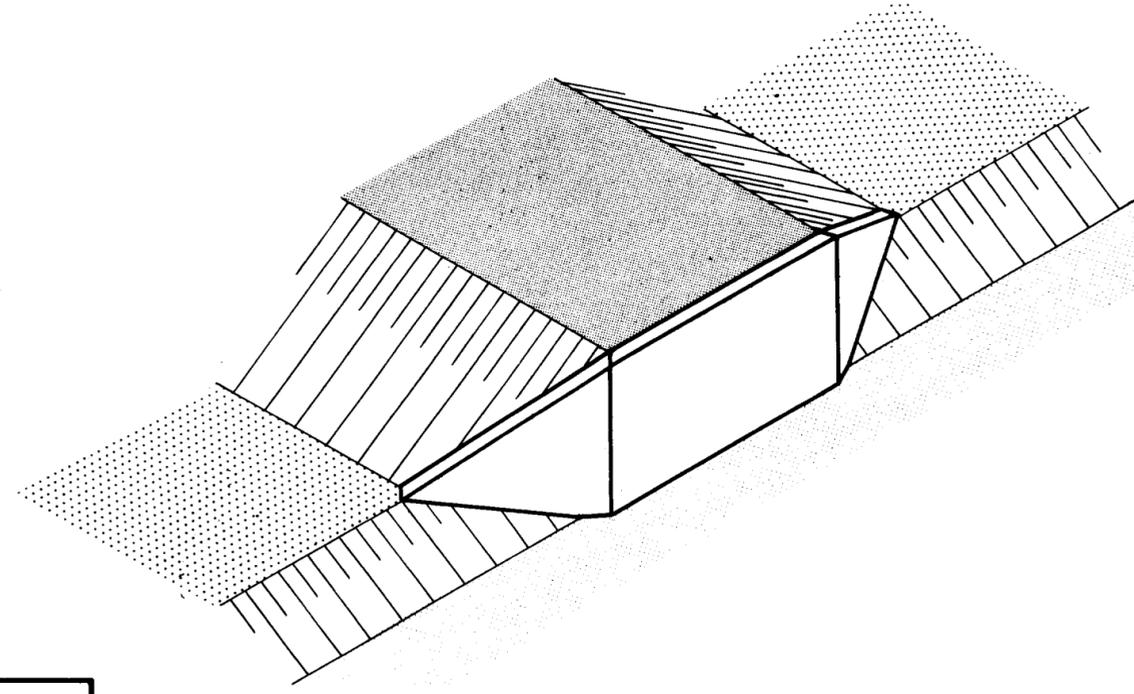
EN AILE

MURS LATÉRAUX MIXTES

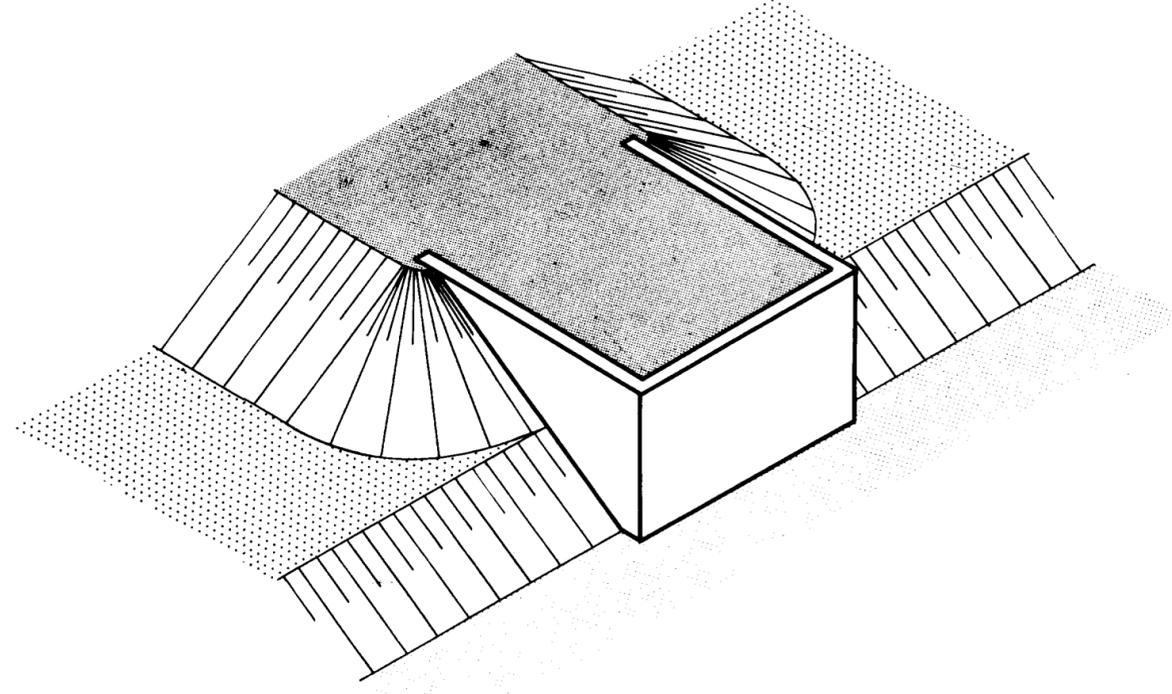
# O U V R A G E      D R O I T



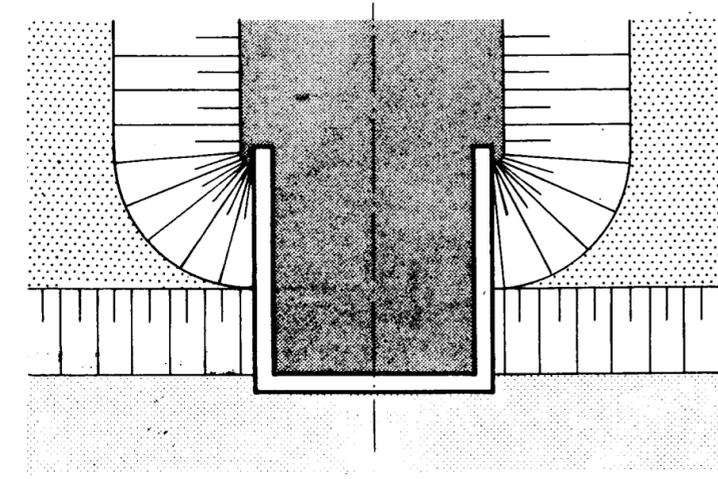
MURS LATÉRAUX  
EN AILE



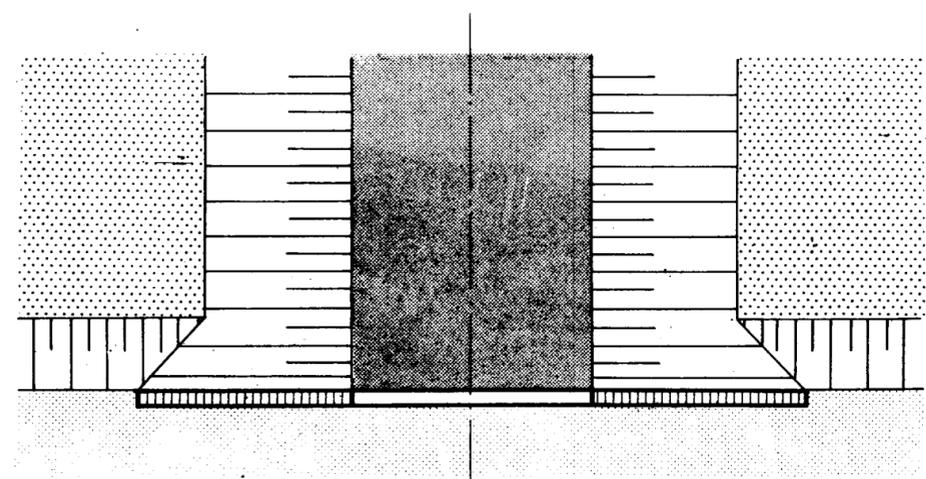
EN ÉVASEMENT



MURS LATÉRAUX  
EN RETOUR



NORMAUX



EN ALIGNEMENT

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT  
SERVICE SPÉCIAL DES AUTOROUTES

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

CULÉES TYPES

**C.T. 66**

GUIDE "CONCEPTION"

ORGANIGRAMMES

Nomenclature

Ce document est propriété de  
l'Administration et ne peut être  
utilisé ou reproduit, même par-  
tiellement, sans l'autorisation du  
Service Spécial des Autoroutes.

**B.1**

DIVISION DES OUVRAGES D'ART  
BP 235 Orly - Aérogare (Seine)  
Tél 587 51 41

CHEF DU SERVICE  
38, rue Liancourt  
PARIS 14<sup>e</sup> - Tél 734 37 74

**M. LAURAS**

Ing. T.P.E.

**G. MONNERET**

Ingénieur en Chef

**A. THIEBAULT**

Ingénieur en Chef

**J. C. LERAY**

Ing. P.C.

**H. MATHIEU**

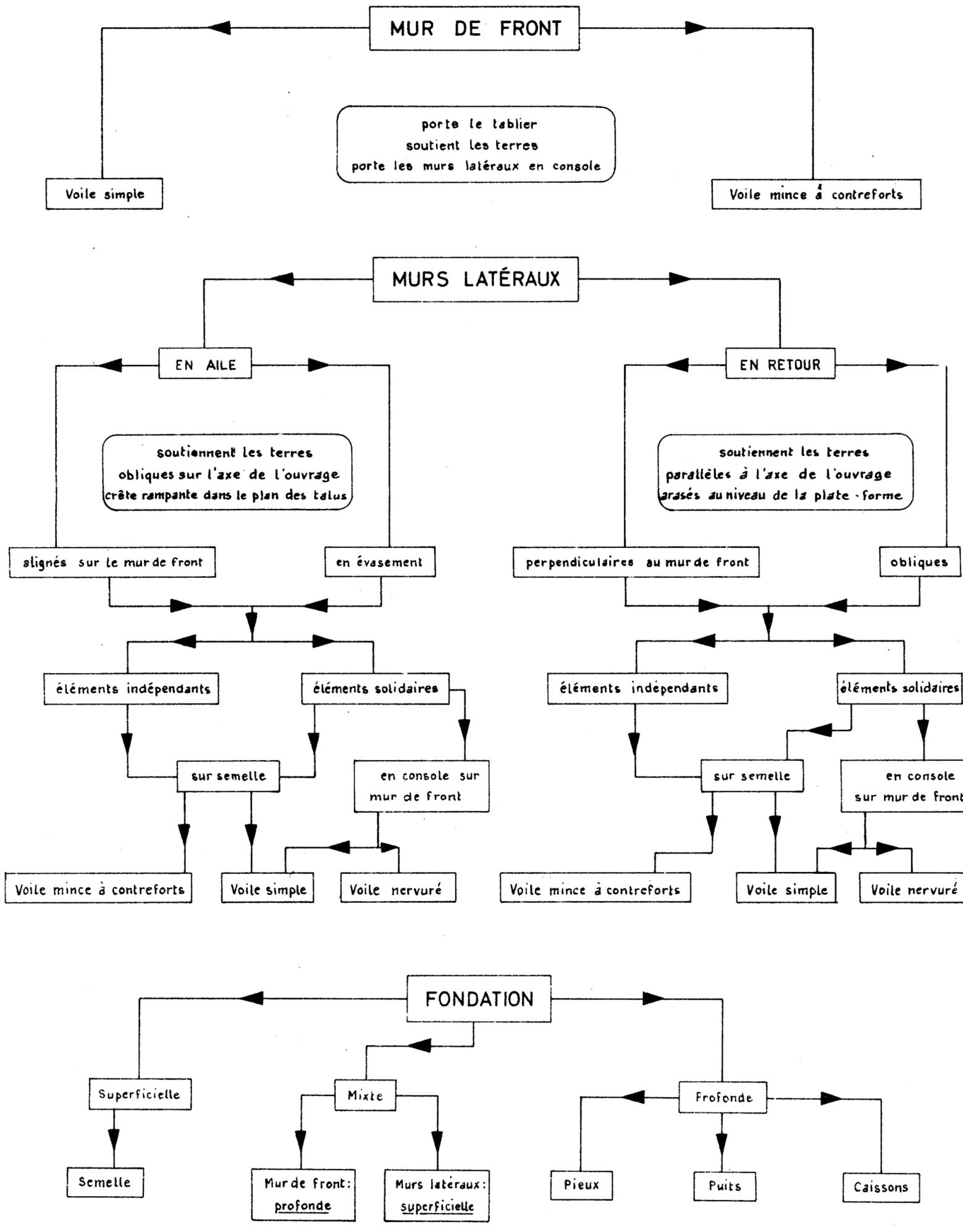
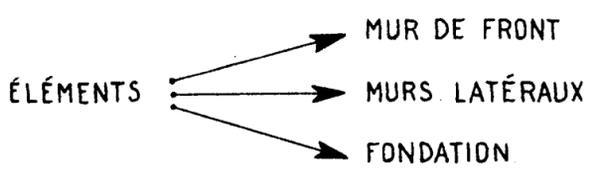
Ingénieur en Chef  
Adjoint au Chef du Service

MAI 1966

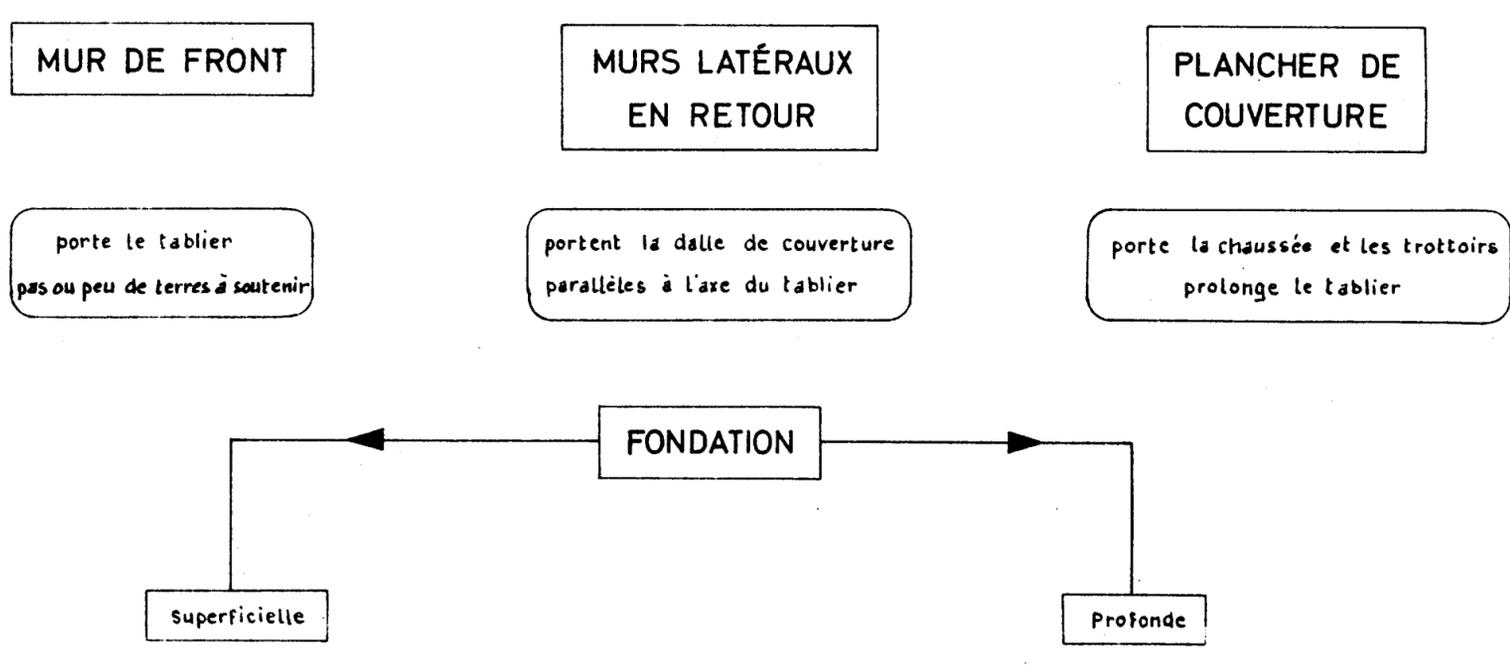
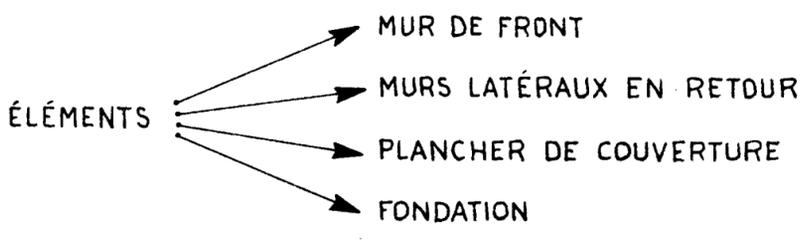
**CULÉE MASSIVE** - Soumise à la poussée des terres ; ne comporte pas d'armatures.

**CULÉE LÉGÈRE** - Soumise à la poussée des terres ; comporte des armatures en quantité modérée. (30 à 50 kg d'acier H.A. par m<sup>3</sup> de béton)

C.22



**CULÉE CREUSE** - Non soumise à la poussée des terres ; quantité relativement importante d'armatures.



MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT  
SERVICE SPÉCIAL DES AUTOROUTES

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

CULÉES TYPES

**C.T. 66**

GUIDE "CONCEPTION"

ORGANIGRAMMES

Les critères servant à l'appréciation  
des données

Ce document est  
l'Administration  
utilisé ou repris  
riellement, sans  
Service Spécial

**B.2**

DIVISION DES OUVRAGES D'ART  
BP 235 Orly - Aéroport (Seine)  
Tél. 587 51 41

CHEF DU SERVICE  
38 rue Liancourt  
PARIS 14<sup>e</sup> - Tél. 734 37 74

M. LAURAS Ing. T.P.E.

G. MONNERET  
Ingénieur en Chef

A. THIEBAULT  
Ingénieur en Chef

J. C. LERAY Ing. P.C.

H. MATHIEU  
Ingénieur en Chef  
Adjoint au Chef du Service

MAI 1966

DONNÉES	CRITÈRES	APPRÉCIATION
<p>LE SOL DE FONDATION pour fondation superficielle</p>	<p>La profondeur (F) <math>\left\{ \begin{array}{l} F \leq 2m \\ 2m &lt; F \leq 4m \\ F &gt; 4m \end{array} \right.</math></p> <p>La portance, caractérisée par la pression admissible (<math>\bar{\omega}</math>), est fonction essentiellement des tassements admissibles. Ces derniers sont eux-mêmes fonction du type de tablier supposé retenu, mais dont la structure est susceptible d'être modifiée après un examen approfondi des conditions de fondation.</p> <p><math>\bar{\omega} \leq 2 \text{ kg/cm}^2</math>  <math>2 \text{ kg/cm}^2 &lt; \bar{\omega} \leq 3,5 \text{ kg/cm}^2</math>  <math>\bar{\omega} &gt; 3,5 \text{ kg/cm}^2</math></p>	<p>"faible" "moyenne" "grande"</p> <p>"médiocre" "moyenne" "bonne"</p>
<p>LE MODELÉ DES TERRASSEMENTS</p>	<p>La plate-forme inférieure est au niveau du terrain naturel.</p> <p>La plate-forme supérieure est au niveau du terrain naturel.</p> <p>La plate-forme inférieure est au-dessous du terrain naturel; la plate-forme supérieure est au-dessus du terrain naturel.</p>	<p>Terrassement en "REMBLAI"</p> <p>Terrassement en "DÉBLAI"</p> <p>Terrassement "MIXTE" (mi-déblai, mi-remblai)</p>
<p>LA HAUTEUR VUE</p>	<p>Hauteur vue (Hv) <math>\left\{ \begin{array}{l} H_v \leq 5m \\ 5m &lt; H_v \leq 6m \\ 6m &lt; H_v \leq 8m \\ H_v &gt; 8m \end{array} \right.</math></p>	<p>"faible" "courante" "grande" "très grande"</p>
<p>LE TABLIER</p>	<p>Largeur droite (l) <math>\left\{ \begin{array}{l} l \leq 10m \\ 10m &lt; l \leq 15m \\ l &gt; 15m \end{array} \right.</math></p> <p>Longueur de la travée contigüe</p> <p>Épaisseur</p> <p>Biais (<math>\varphi</math>) <math>\left\{ \begin{array}{l} \varphi \geq 80 \text{ gr.} \\ 80 \text{ gr.} &gt; \varphi \geq 60 \text{ gr.} \\ \varphi &lt; 60 \text{ gr.} \end{array} \right.</math></p> <p>Structure <math>\left\{ \begin{array}{l} \text{isostatique} \\ \text{hyperstatique} \end{array} \right.</math></p>	<p>"étroite" "moyenne" "large"</p> <p>pour mémoire</p> <p>pour mémoire</p> <p>"quasi-droit" "sensible" "accentué"</p> <p>plus ou moins sensible aux tassements différentiels d'appuis.</p>
<p>LES APPUIS INTERMÉDIAIRES</p>	<p>L'architecture des appuis</p>	<p>"Voile simple" "Voiles multiples" "Colonnes" "Appuis en V" "Appuis en T"</p>
<p>LE REMBLAI D'ACCÈS</p>	<p>Le coefficient de poussée (<math>\lambda</math>) (relatif à un massif à surface libre horizontale) <math>\left\{ \begin{array}{l} \lambda \leq 0,20 \\ 0,20 &lt; \lambda \leq 0,35 \\ \lambda &gt; 0,35 \end{array} \right.</math></p>	<p>"faible" "moyen" "fort"</p>

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT  
SERVICE SPÉCIAL DES AUTOROUTES

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

CULÉES TYPES

**C.T. 66**

GUIDE "CONCEPTION"

ORGANIGRAMMES

L'organigramme des options

Ce document est propriété de  
l'Administration et ne peut être  
utilisé ou reproduit sans  
accord préalable. Sa diffusion est  
limitée au Service Spécial des Autoroutes.

**B.3**

DIVISION DES OUVRAGES D'ART  
B.P. 235 - 93 - Aéroport - (Seine)  
Tél. 587 51 41

CHEF DU SERVICE  
38, rue Liancourt  
PARIS 14<sup>e</sup> - Tél. 734 37 74

**M. LAURAS** Ing. T.P.E.

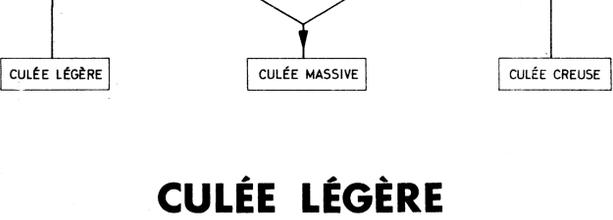
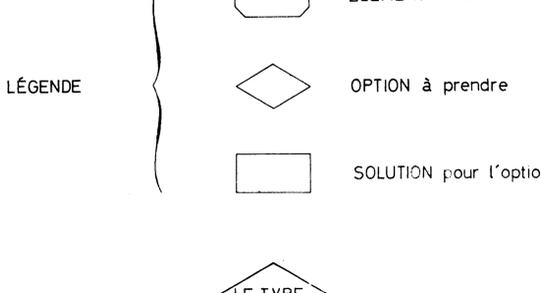
**G. MONNERET**  
Ingénieur en Chef

**A. THIEBAULT**  
Ingénieur en Chef

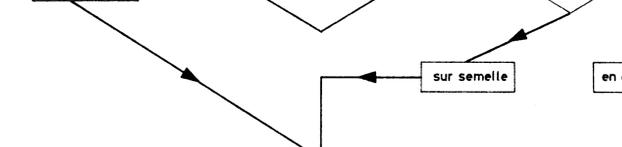
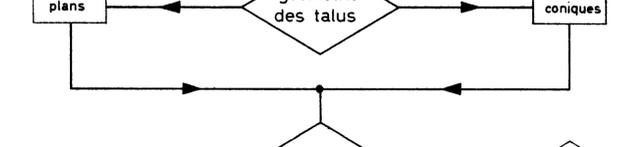
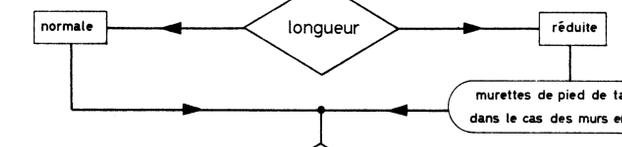
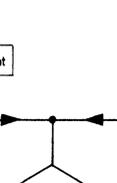
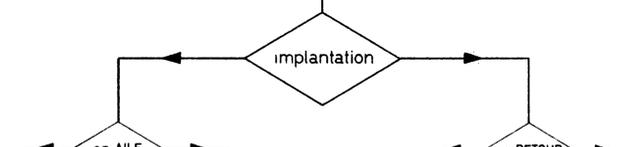
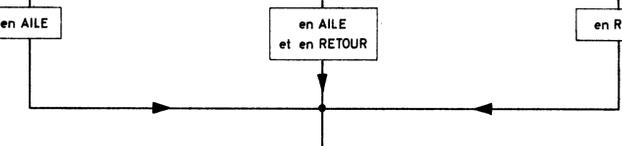
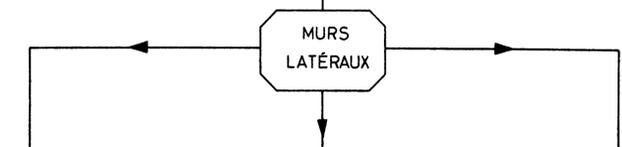
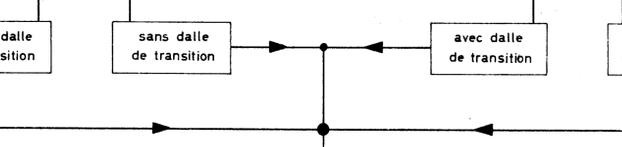
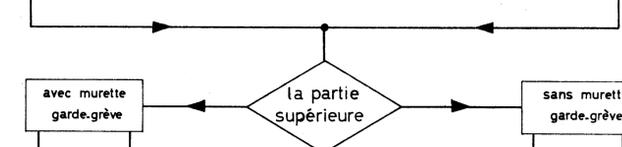
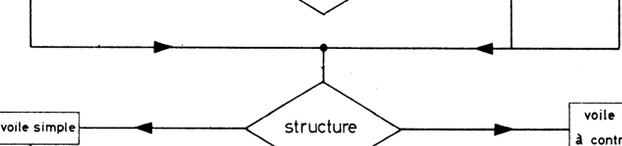
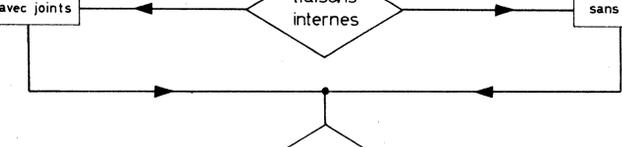
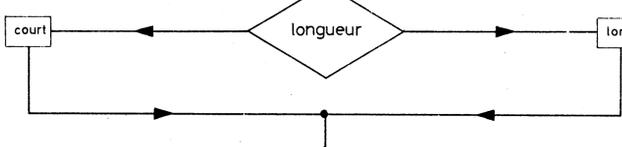
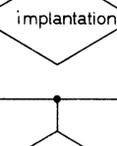
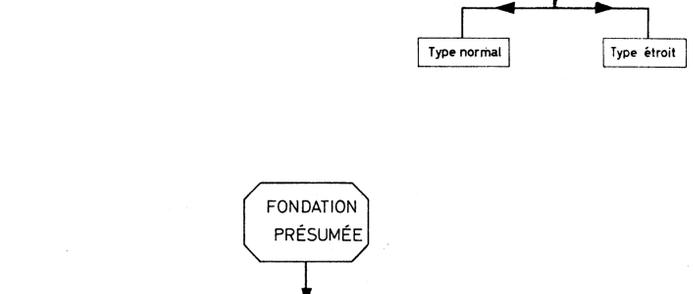
**J. C. LERAY** Ing. P.C.

**H. MATHIEU**  
Ingénieur en Chef  
Adjoint au Chef du Service

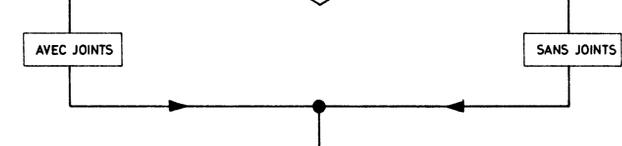
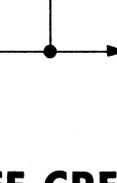
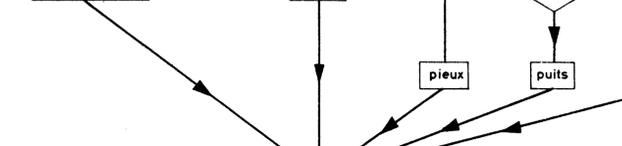
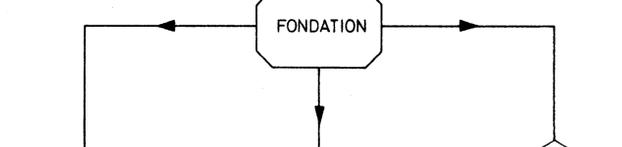
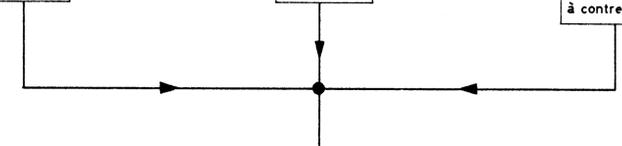
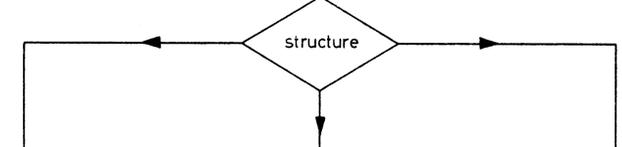
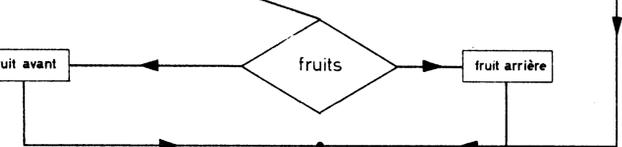
MAI 1966



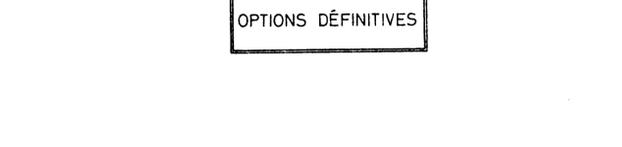
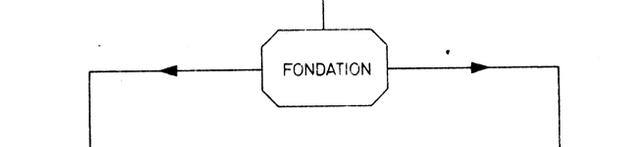
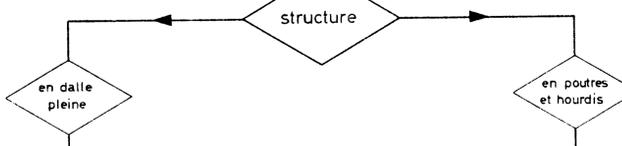
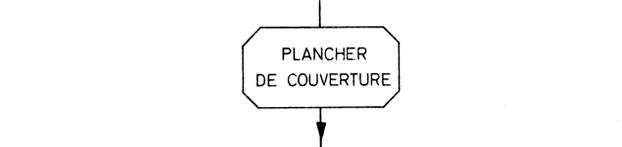
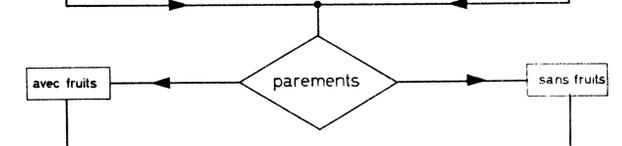
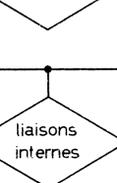
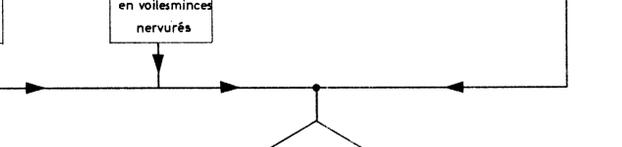
## CULÉE LÉGÈRE



murettes de pied de talus dans le cas des murs en retour



## CULÉE CREUSE



MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT  
SERVICE SPÉCIAL DES AUTOROUTES

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

CULÉES TYPES

C.T. 66

GUIDE "CONCEPTION"

ORGANIGRAMMES

La motivation des options en fonction  
des données de base

Ce document est propriété de  
l'Administration et ne peut être  
utilisé ou reproduit, même par-  
tiellement, sans l'autorisation du  
Service Spécial des Autoroutes.

B.4

DIVISION DES OUVRAGES D'ART

B.P. 235

Orly - Aéroport (Seine

Tél. 587 51 41

CHEF DU SERVICE

38 rue Liancourt

PARIS 14<sup>e</sup> - Tél. 734 37 74

M. LAURAS

Ing. T.P.E.

G. MONNERET

Ingénieur en Chef

A. THIEBAULT

Ingénieur en Chef

J. C. LERAY

Ing. P.C.

H. MATHIEU

Ingénieur en Chef  
Adjoint au Chef du Service

MAI 1966

ÉLÉMENT à concevoir	OPTION à prendre	SOLUTION pour l'option	MOTIF SERVANT À ORIENTER L'UTILISATEUR VERS UNE OPTION STRUCTURALE EN CONSIDÉRATION DES 3 CRITÈRES			Référence aux schémas et aux CULÉES-PILOTES
			STABILITÉ	ASPECT	ÉCONOMIE	
LE TYPE DE CULÉE	CULÉE MASSIVE		Structure relativement fragile vis à vis de tassements différentiels du fait de l'absence d'armatures.	Identité d'aspect avec la culée légère (cf. ci-dessous)	Utilisation possible de béton de qualité très ordinaire, mais dont le prix n'est pas sensiblement inférieur à celui d'un béton courant pour béton armé.  Une comparaison rapide avec la solution légère consiste à : - dimensionner et évaluer la solution légère - évaluer la solution massive en prenant des épaisseurs identiques en tête et à la base (largeur de la semelle en béton armé) Celle solution peut être justifiée : - dans le cas de hauteur totale faible (< 4 m) - dans le cas exceptionnel où un béton non armé se révèle extrêmement bon marché.	
		TYPE NORMAL	Facile à assurer sur tout sol de fondation de qualité "moyenne" et en cas de hauteur vue "courante".			Possibilités diverses d'encadrement, soit par murs en aile, soit par murs en retour.
	CULÉE LÉGÈRE	TYPE ÉTROIT	cf. TYPE NORMAL	Agréable si les proportions entre hauteur vue, largeur et importance des encorbellements du tablier et de la culée sont bonnes.  Discutable dans le cas contraire (culée étroite et hauteur vue "importante", par exemple).		Non évidente (présence obligatoire de murs en retour, généralement plus coûteux que les murs en aile).
LE TYPE DE STRUCTURE	CULÉE CREUSE		Stabilité satisfaisante sur bon sol. Solution pouvant se révéler satisfaisante sur des sols nécessitant des fondations spéciales meilleure sécurité vis à vis des risques de glissement général du sous-sol de fondation sous l'effet du poids du remblai qui est réduit à un talus.  Suppression de la poussée des terres sur les murs.	La nécessité de prévoir systématiquement des murs en retour leur donne un aspect uniforme.  Ne se prête donc pas à une adaptation aux terrassements.	Solution risquant d'être coûteuse, surtout si l'ouvrage est large : présence du plancher nervuré de couverture, mise en oeuvre complexe du coffrage et du ferrillage.  Elle peut être avantageuse dans le cas d'une culée étroite et haute. Par ailleurs, sa légèreté diminue l'importance des fondations profondes.	A1 C5
		INDÉPENDANTE	Avantages : solution sûre, applicable dans tous les cas de culée courante. Étude simple.  Inconvénients : risques de tassements et de déversement des murs les uns par rapport aux autres.	Présence obligatoire de joints verticaux impliquant les risques suivants : - mauvaise exécution des joints et salissures par le suintement des eaux sur les parements - déversement des murs les uns par rapport aux autres - dommages par suite des mouvements relatifs.	Cette solution n'est pas toujours la plus économique : les murs latéraux en retour et les fondations sont généralement plus coûteux que dans le cas d'une structure solidaire, lorsque les conditions de stabilité permettent d'envisager cette solution.  Elle est généralement économique quand les murs latéraux peuvent être fondés superficiellement, à la différence du mur de front (fondations mixtes).	A1 C1 C3
	SOLIDAIRE	Difficilement applicable aux culées larges (nécessité de prévoir des joints).  Dans le cas de murs en aile solidarisés au mur de front par un joint à emboîtement on évite ainsi les fissures verticales dues au retrait. Par contre le joint risque de se dégrader en cas de tassements du sol de fondation.  Dans le cas de mur en retour sur semelle ou en console, la stabilité de l'ensemble est améliorée, donc peu de risques de déversement. Par contre, risques de fissuration, essentiellement au raccordement des murs latéraux et du mur frontal et fragilité vis à vis des tassements.	Excepté le cas du joint à emboîtement, aspect uni et satisfaisant : absence de joints verticaux.		A1 C2 C4	
MUR DE FRONT	IMPLANTATION	DROIT BIAIS	pour mémoire : se reporter à la pièce P 2			"
	LONGUEUR	COURT	La longueur du mur a peu d'influence sur la stabilité. La distinction s'évanouit lorsque la largeur de la plate-forme varie progressivement aux abords de l'ouvrage	Cas de murs latéraux en aile : identité d'aspect (longueur totale invariable) Cas de murs latéraux en retour : meilleur aspect dans le cas du mur long (surtout si le tablier est étroit).	Le mur court est plus économique dans tous les cas.	C1 à C4
		LONG				
	LIAISONS INTERNES	AVEC JOINTS	Seulement dans le cas de culées pour tabliers larges (se reporter au TYPE DE STRUCTURE)			A1 C1 à C4
		SANS JOINTS	Se reporter au TYPE DE STRUCTURE			
	PAREMENTS	AVEC FRUITS	Influence négligeable sur la stabilité.	Un léger fruit à l'avant, bien que parfois peu esthétique, permet de masquer un léger déversement.	Un fruit important dans le parement arrière peut conduire à une solution économique (utilisation rationnelle du matériau).	C1 C2
		SANS FRUITS				
	STRUCTURE	VOILE SIMPLE	Solution sûre. Justification aisée.	Identité d'aspect	Solution économique pour les murs de hauteur "courante", du fait de la simplicité de la mise en oeuvre.	C1 à C4
		VOILE MINCE A CONTRE-FORTS	Possibilité de mobiliser le poids du remblai pour assurer la stabilité.  Utilisation rationnelle de la matière, mais fragilité relative des voiles minces.			Solution risquant d'être coûteuse : complexité du calcul, du dessin et de la mise en oeuvre, tant des coffrages que des armatures.  A ne pas envisager en dehors de hauteurs exceptionnelles.
	LA PARTIE SUPÉRIEURE	AVEC OU SANS MURETTE GARDE-GRÈVE	La présence, ou l'absence, de murette garde-grève est liée essentiellement au type de joint du tablier.			C1
AVEC OU SANS DALLE DE TRANSITION		La murette, qui peut être solidaire du mur de front ou de la dalle de transition (quand elle existe), est soumise à des efforts importants - Stabilité à justifier.	La murette garde-grève n'est pas toujours apparente. En cas d'absence de murette, risques de salissures sur le parement vu.	La suppression de la murette entraîne une économie certaine.	D	
MURS LATÉRAUX	EN AILE	Bonne. Facile à assurer dans la plupart des cas, sauf sur trop mauvais sol.  Bonne tenue des talus en arrière.	Satisfaisant dans le cas du "remblai". Liaison plus délicate avec les terrassements dans le cas du "déblai".	Solution économique dans presque tous les cas (sur face minimale des murs latéraux).	A1 A2 C1 C2	
		EN RETOUR	Assez bonne. Facile à assurer en cas de hauteur vue "courante".  Dans le cas du remblai, tenue parfois déficiente des quarts de cône. Problème d'équilibre et de calcul des consoles éventuelles.	Très satisfaisant. Adaptées à tous les cas de terrassement.	Solution parfois coûteuse dans le cas de hauteur vue "importante" ayant leur fondation propre. Peut être économique pour des murs en console sur le mur de front.	A1 A2 C3 C4
MURS EN AILE	IMPLANTATION	EN ALIGNEMENT	Incidence de l'orientation des murs sur le coefficient de poussée des terres (pente du talus en arrière).	Moyen. Amélioré souvent avec murs en évaseement.	Peu de différence (le mur en évaseement est un peu plus cher parce que plus long).	A2
		EN ÉVASEMENT				
	LONGUEUR	NORMALE	Comme ci-dessus.	Amélioré souvent avec murs de longueur réduite (cas du terrassement mixte).	Economie possible, mais non évidente, dans le cas de longueur réduite (la diminution de longueur est compensée par l'augmentation de hauteur à l'extrémité).	A2
		RÉDUITE				
	GÉOMÉTRIE DES TALUS	PLANS	Bonne tenue des talus. Exécution facile.	Satisfaisant dans tous les cas.	Coût sensiblement égal.	A2
		CONIQUES	Tenue parfois déficiente. Exécution plus délicate.	Risques de dégradations.		
	LIAISON AU MUR DE FRONT	Se reporter au TYPE DE STRUCTURE			"	
PAREMENTS	Se reporter au MUR DE FRONT			"		
STRUCTURE	EN VOILE SIMPLE	Se reporter au MUR DE FRONT			"	
	EN VOILE MINCE A CONTRE-FORTS	Utilisé dans le cas d'une structure solidaire en console.  Celle solution n'est possible que si le mur en console n'est pas trop long.	Identité d'aspect avec les autres types.	Solution pouvant être économique si les fondations sont onéreuses.  Sera, de toute façon, assez rarement utilisée.	C2	
MURS EN RETOUR	IMPLANTATION	(cas d'un ouvrage biais) BIAIS OU BIAIS ET DROIT	La solution "biais et droit" est plus heureuse mais discutable : à comparer avec des murs en aile.	La solution "biais et droit" est plus heureuse mais discutable : à comparer avec des murs en aile.	Les 2 solutions sont comparables sur le plan économique : la solution "biais et droit" comporte une longueur moindre de murs, mais un surcroît de remblai.	A2
		NORMALE	Stabilité améliorée dans le cas d'un mur de longueur normale en structure solidaire.	Une diminution de longueur (liée à la présence de murettes de pied de talus) n'améliore pas l'aspect, bien au contraire (effet de pénétrissement des talus). Il doit être toutefois acceptable en remblai avec une murette cylindrique ceinturant le quart de cône.	L'économie apportée par une diminution de la longueur est elle compensée par l'existence des murettes de pied de talus?	A2
	RÉDUITE (avec murette de pied de talus)					
	GÉOMÉTRIE DES TALUS. LIAISON AU MUR DE FRONT. PAREMENTS	se reporter aux MURS EN AILE			"	
STRUCTURE	se reporter au MUR DE FRONT			"		
FONDATION		Le choix dépend de la structure portée (isostatique ou hyperstatique) et de la partie de culée considérée			"	
	SUPERFICIELLE	Bonne et facile à assurer sur sol à portance "bonne" à "profondeur" "moyenne" ou à portance "moyenne" à "profondeur" "faible".		Solution économique sur sol "moyen" à "profondeur" "faible".  Dans le cas de sol "moyen" à "profondeur" "moyenne" ou à "grande" "profondeur" à comparer avec la fondation "profonde".	C1 à C5	
	MIXTE	Solution intéressante dans le cas de sols à portance "moyenne" à "profondeur" "moyenne" avec murs en aile indépendants : le mur de front sera fondé sur pieux ou puits, ce qui élimine les risques de tassements inadmissibles ; les murs en aile seront fondés superficiellement, les tassements ayant peu d'incidence sur leur stabilité.		Solution économique dans les conditions énumérées ci-contre (colonne : stabilité).	"	
PROFONDE	Solution rationnelle sur sol à portance "médiane" sur une grande épaisseur ou sur sol à portance "bonne" à "grande" "profondeur".  Bonne stabilité lorsque les éléments de la fondation (pieux, puits, etc.) reposent sur un sol à portance "bonne".		Solution souvent coûteuse.  Le prix est à comparer avec celui d'une fondation superficielle. (cf. ci-dessus)	"		

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT  
SERVICE SPÉCIAL DES AUTOROUTES

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

CULÉES TYPES

**C.T. 66**

GUIDE "CONCEPTION"

CULÉES PILOTES

**Culée avec murs en aile  
indépendants**

Ce document est propriété de  
l'Administration et ne peut être  
utilisé ou reproduit, même par-  
tiellement, sans l'autorisation du  
Service Spécial des Autoroutes.

**C.1**

DIVISION DES OUVRAGES D'ART  
BP 235 Orly - Aéroport (Seine)  
Tél. 587 51 41

CHEF DU SERVICE  
38 rue Biancourt  
PARIS 14<sup>e</sup> - Tél. 734 37 74

**M. LAURAS** Ing. T.P.E.

**G. MONNERET**  
Ingénieur en Chef

**A. THIEBAULT**  
Ingénieur en Chef

**J. C. LERAY** Ing. P.C.

**H. MATHIEU**  
Ingénieur en Chef  
Adjoint au Chef du Service

MAI 1966

MURS EN VOILES SIMPLES

# CAS D'UN OUVRAGE DROIT

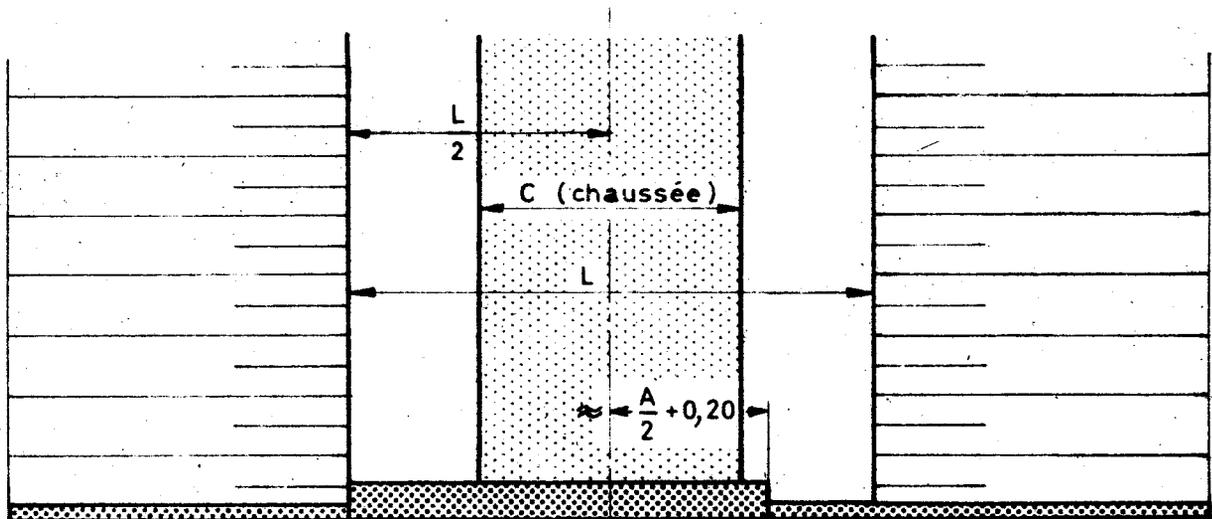
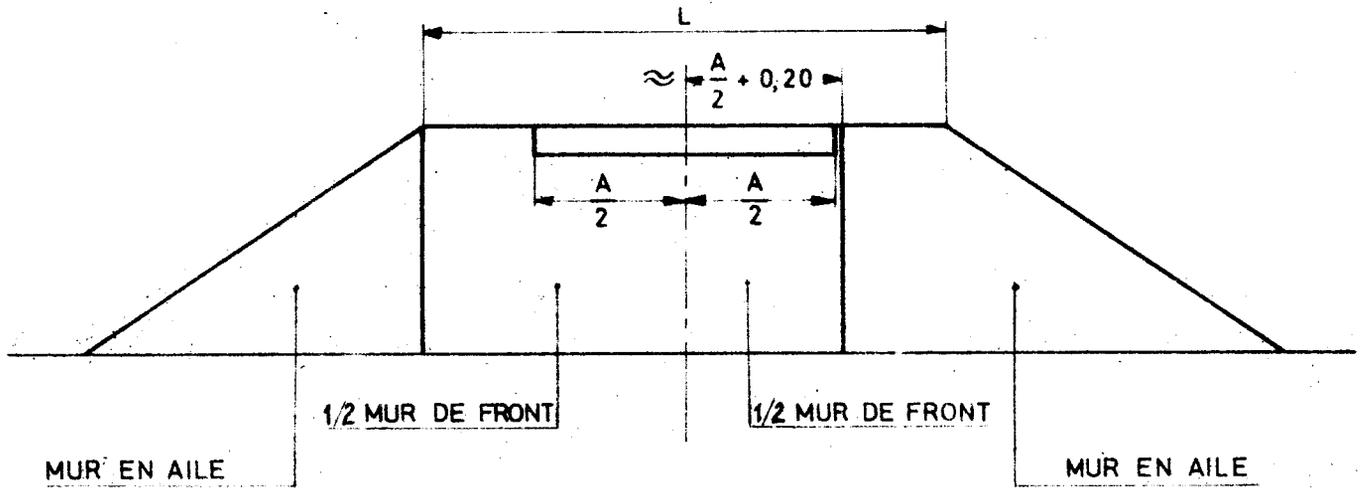
## NOTA

- 1 - LES DISPOSITIONS FIGURÉES POUR LA PLATE-FORME SUPÉRIEURE AUX ABORDS DE L'OUVRAGE SONT SCHÉMATIQUES, ELLES SONT À ÉTUDIER DANS CHAQUE CAS : IL EST GÉNÉRALEMENT PRÉFÉRABLE QU'ELLES FORMENT TRANSITION PROGRESSIVE ENTRE SECTION COURANTE ET OUVRAGE, PLUTÔT QUE D'ÊTRE IDENTIQUES À LA SECTION COURANTE.
  
- 2 - LES COTES FIGURANT AUX DESSINS SONT DONNÉES À TITRE INDICATIF. EN PARTICULIER, LES ÉPAISSEURS DE SEMELLE PEUVENT ÊTRE À AUGMENTER POUR LES GRANDES HAUTEURS DE MURS.

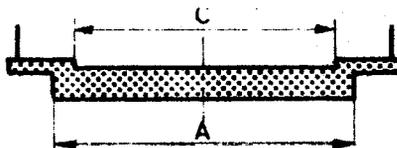
# DISPOSITIONS D'ENSEMBLE

MUR DE FRONT LONG

MUR DE FRONT COURT

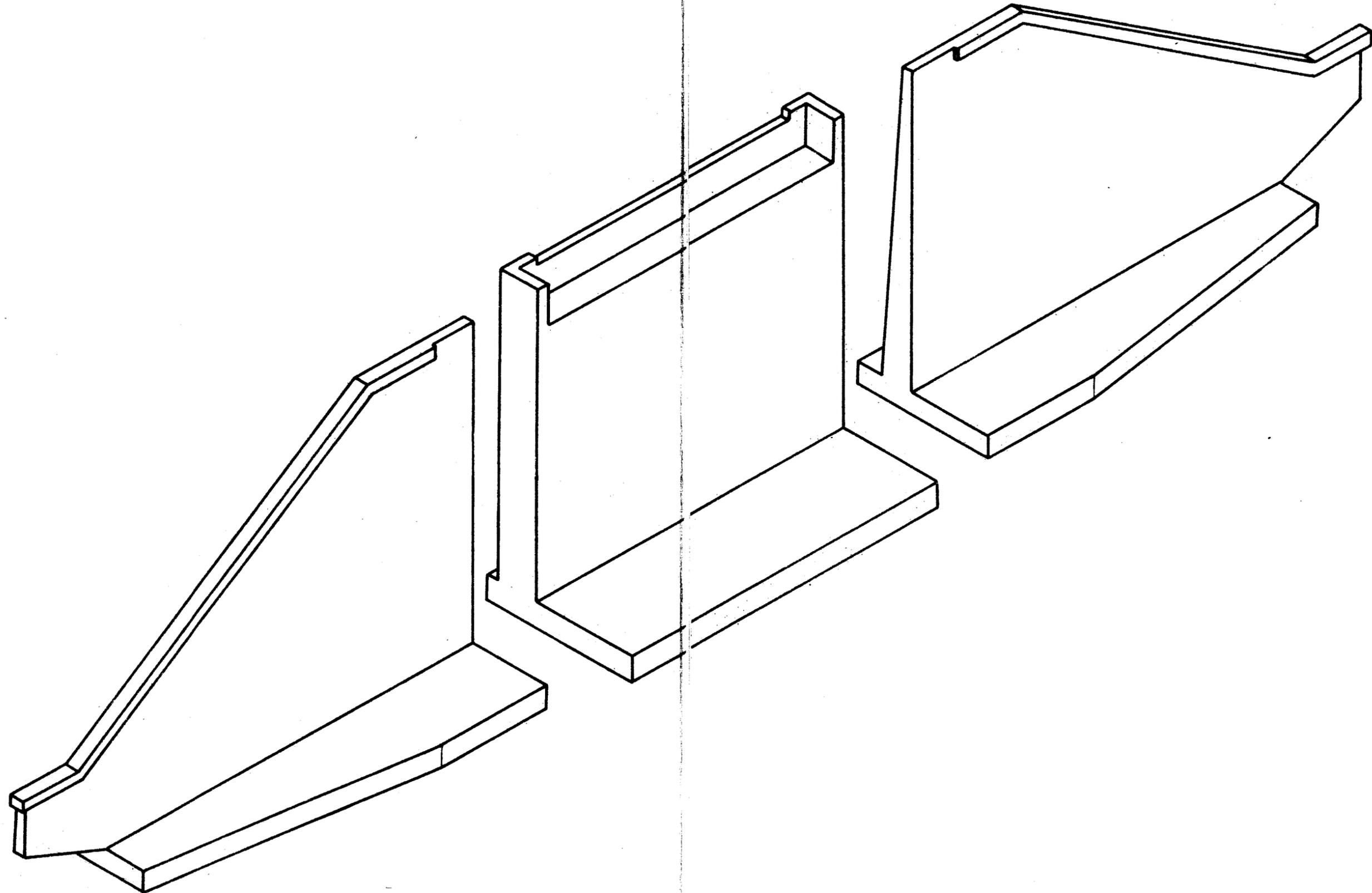


COUPE DU TABLIER →



PERSPECTIVE EN VUE ÉCLATÉE

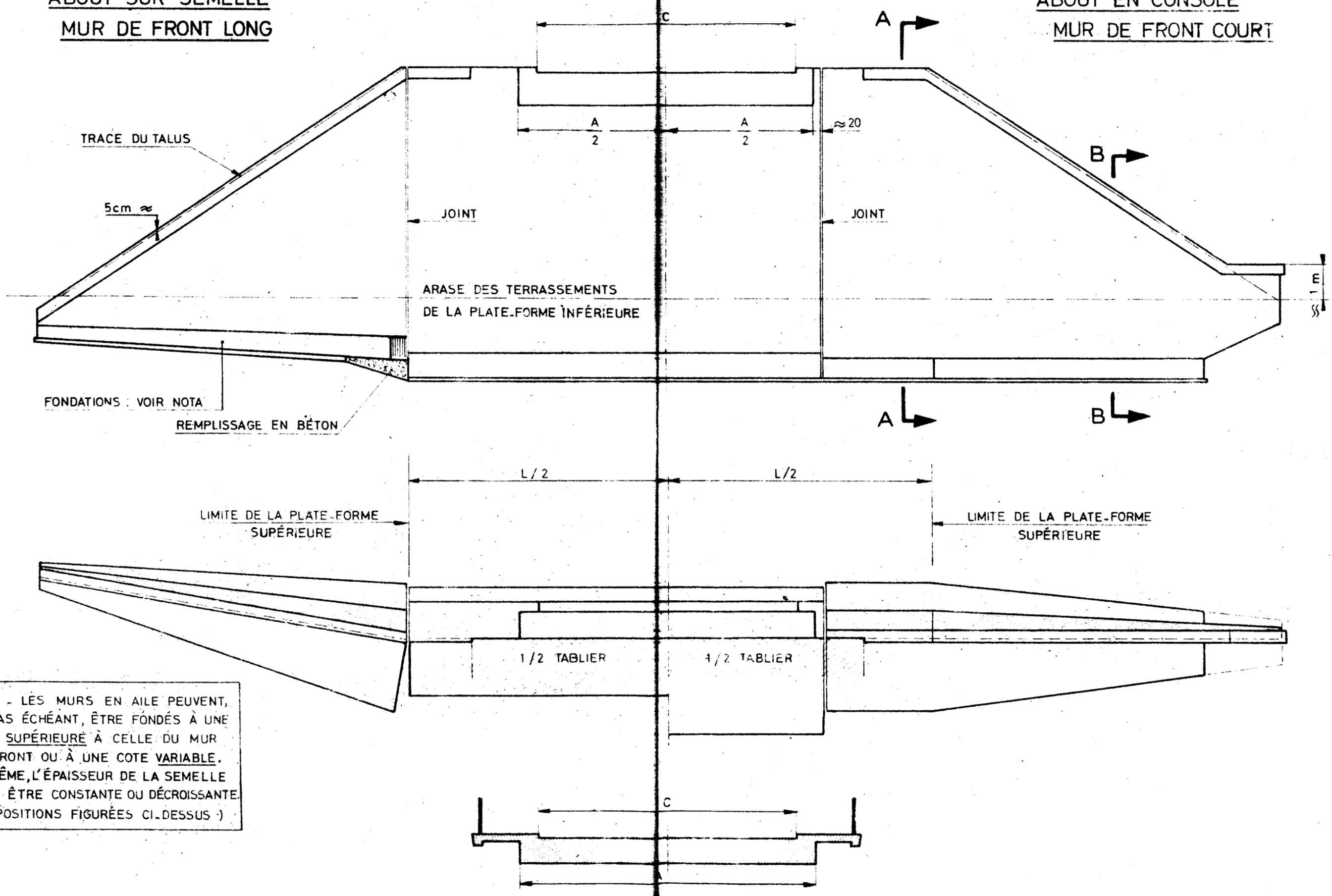
( MUR DE FRONT COURT )



# 1/2 ÉLÉVATIONS

ABOUT SUR SEMELLE  
MUR DE FRONT LONG

ABOUT EN CONSOLE  
MUR DE FRONT COURT



FONDACTIONS : VOIR NOTA

REPLISSAGE EN BÉTON

LIMITE DE LA PLATE-FORME  
SUPÉRIEURE

LIMITE DE LA PLATE-FORME  
SUPÉRIEURE

1/2 TABLIER

1/2 TABLIER

**NOTA** - LES MURS EN AILE PEUVENT, LE CAS ÉCHÉANT, ÊTRE FONDÉS À UNE COTE SUPÉRIEURE À CELLE DU MUR DE FRONT OU À UNE COTE VARIABLE. DE MÊME, L'ÉPAISSEUR DE LA SEMELLE PEUT ÊTRE CONSTANTE OU DÉCROISSANTE. ( DISPOSITIONS FIGURÉES CI-DESSUS )

# COUPES TRANSVERSALES

## MUR DE FRONT

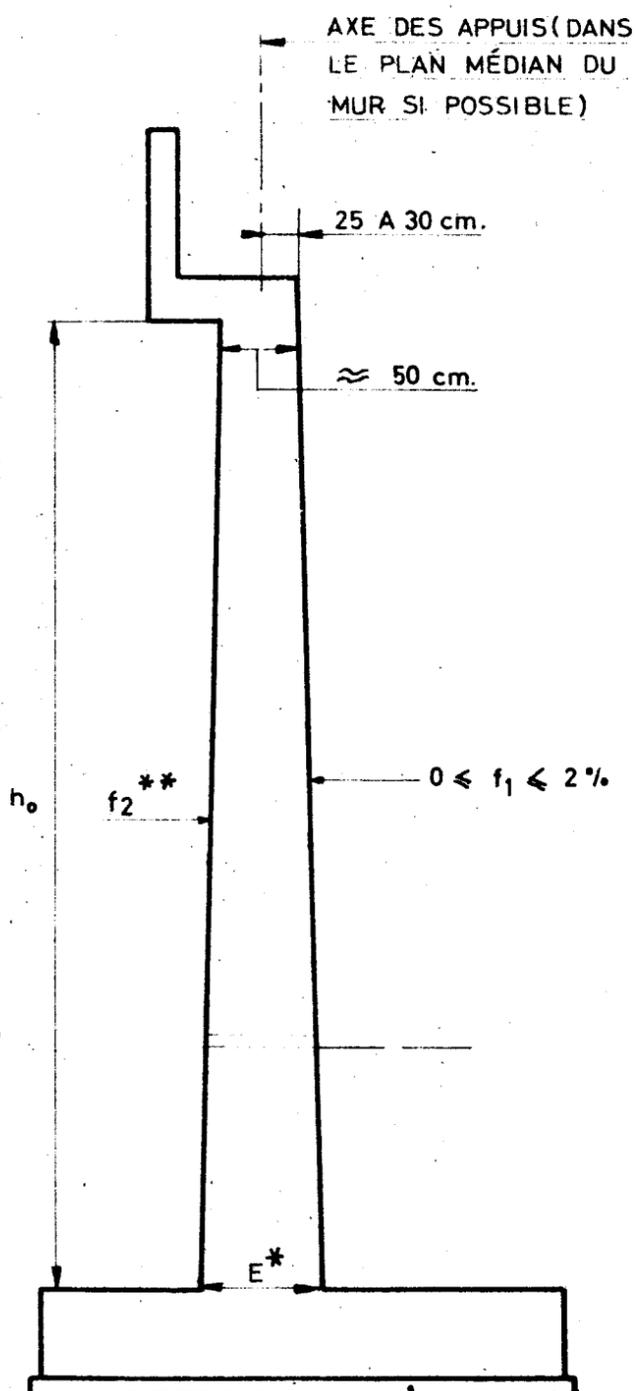
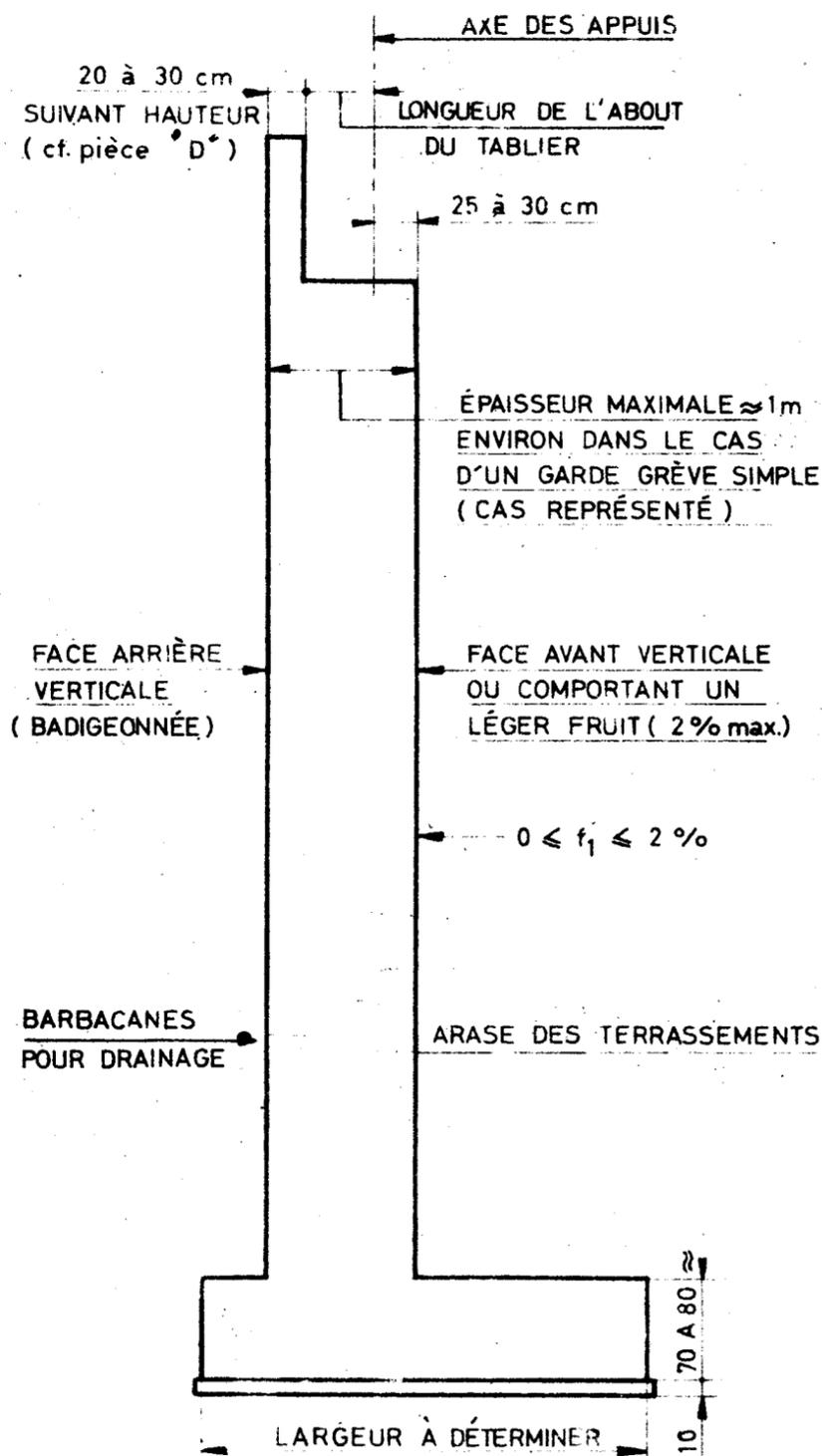
## MURS EN AILE

Épaisseur imposée géométriquement

Épaisseur réduite

Coupe AA

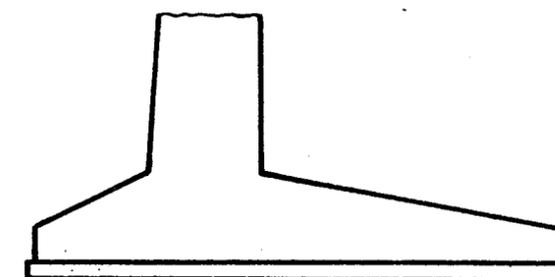
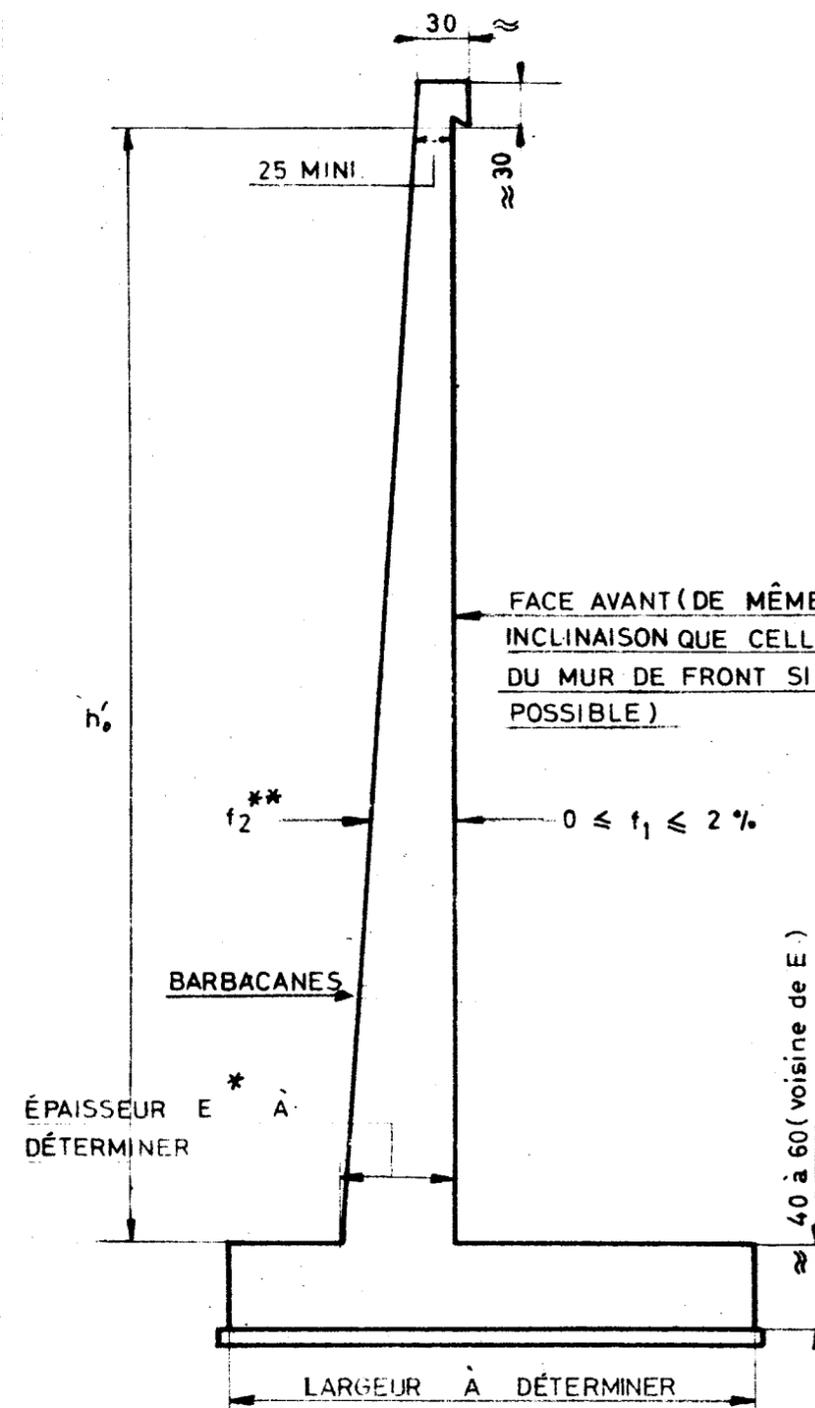
Variante "Semelle"



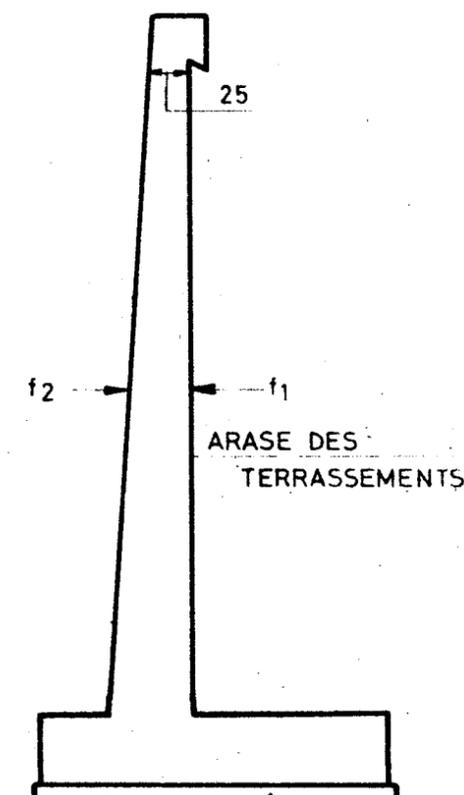
BÉTON DE PROPRETÉ

$$* E \geq 0,50 + f_1 h_0$$

$$** f_2 \approx \frac{E - 0,50}{h_0} - f_1$$



Coupe BB



BÉTON DE PROPRETÉ

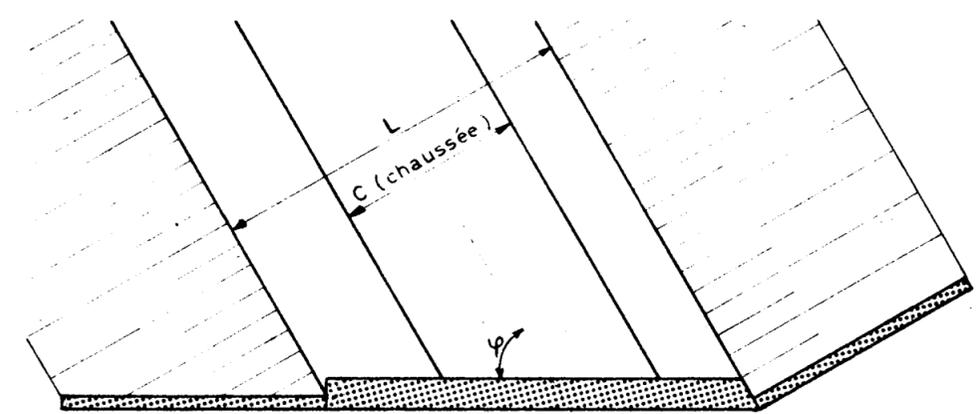
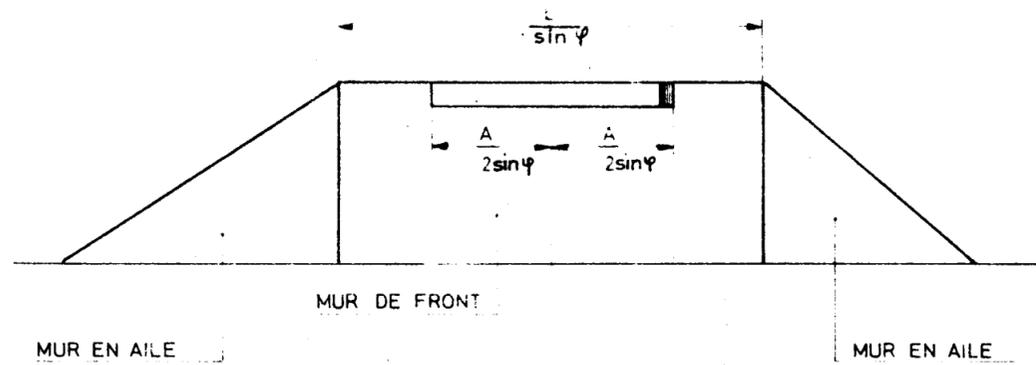
$$* E \geq 0,25 + f_1 h_0$$

$$** f_2 \approx \frac{E - 0,25}{h_0} - f_1$$

NOTA - SI L'OUVRAGE COMPORTE UNE DALLE DE TRANSITION, DES DISPOSITIONS PARTICULIÈRES SONT À ENVISAGER : Cf. PIÈCE 'D'.

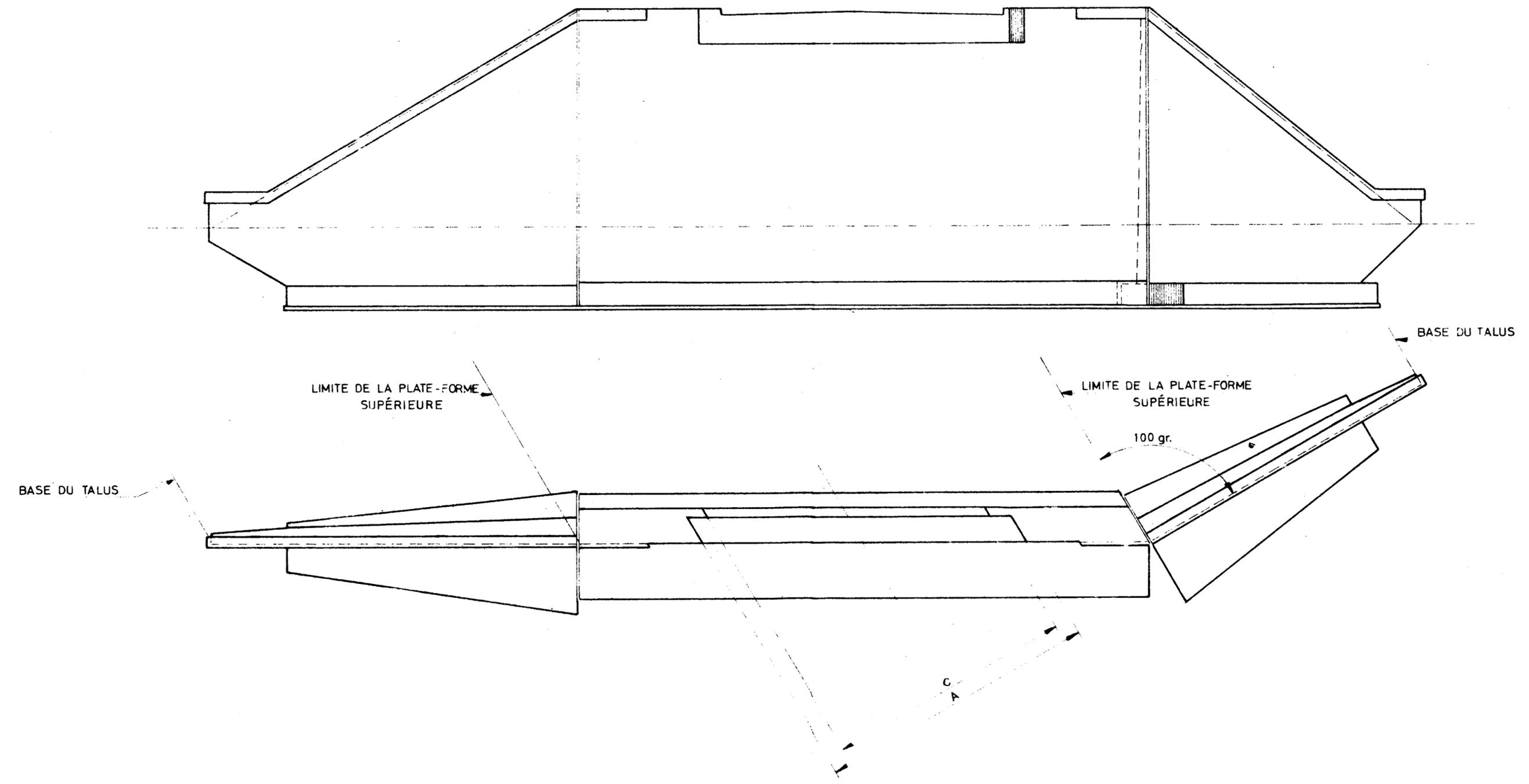
# CAS D'UN OUVRAGE BIAIS

# DISPOSITION D'ENSEMBLE



# ÉLÉVATION

( MUR DE FRONT LONG )

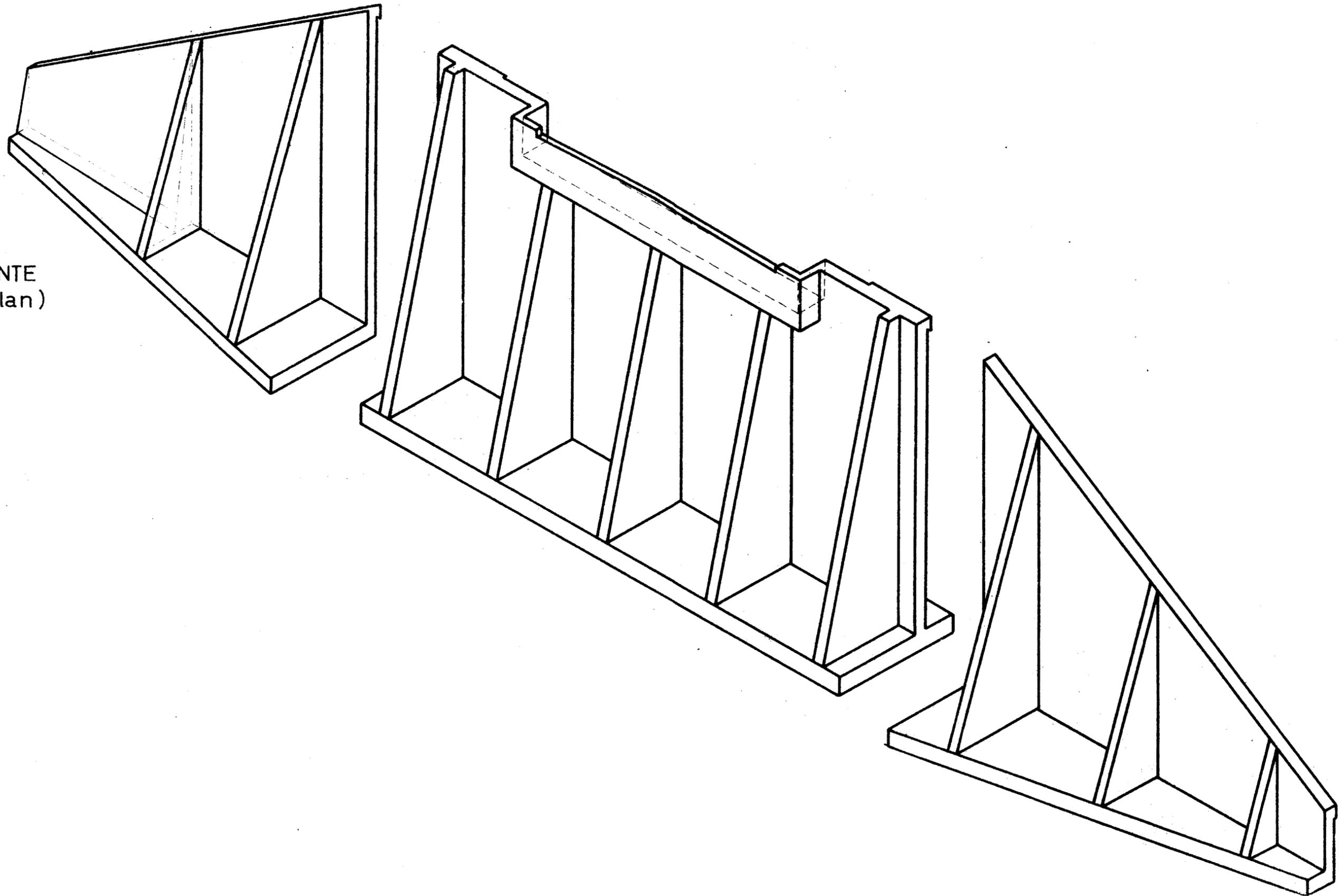


MURS EN VOILES MINCES  
À CONTREFORTS

# PERSPECTIVE EN VUE ÉCLATÉE

( MUR DE FRONT LARGE )

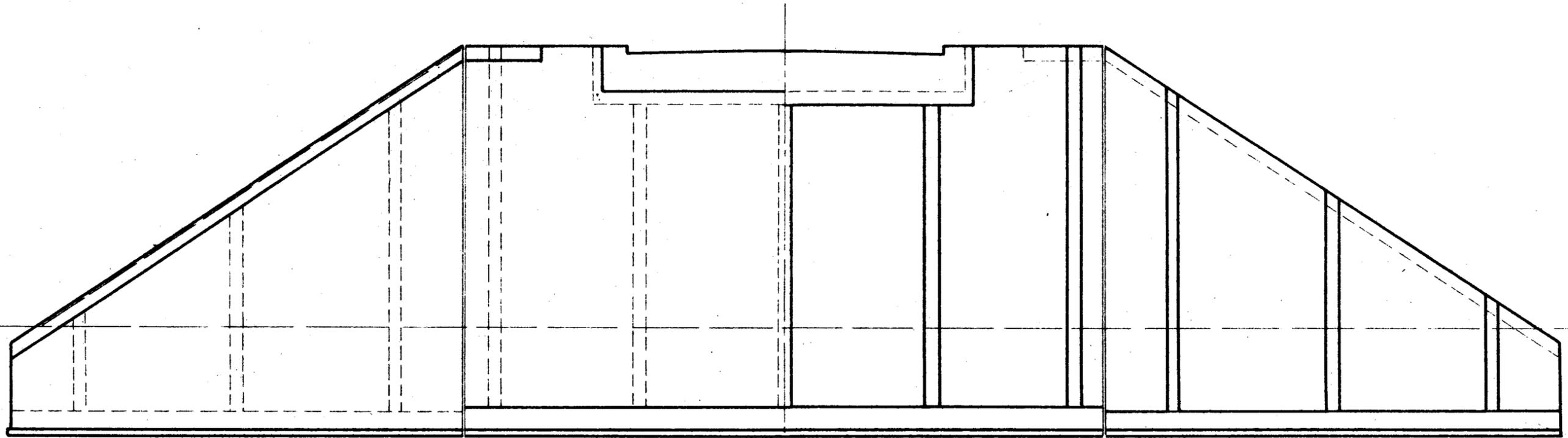
VARIANTE  
( voir plan )



# 1/2 ÉLÉVATIONS

VUE AVANT

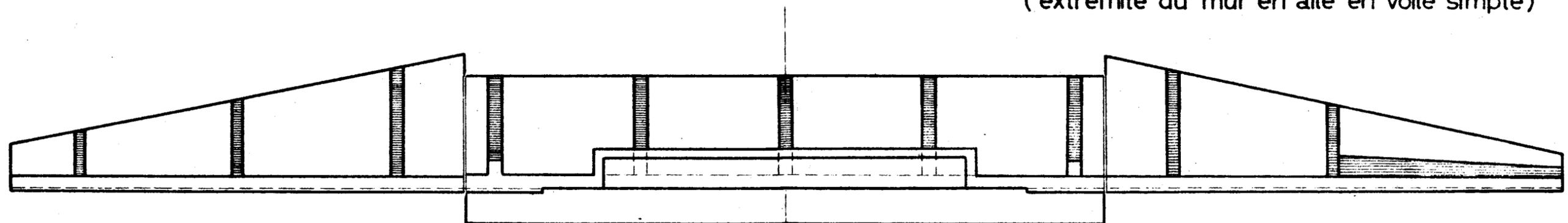
VUE ARRIÈRE



# 1/2 PLANS

DISPOSITION COURANTE

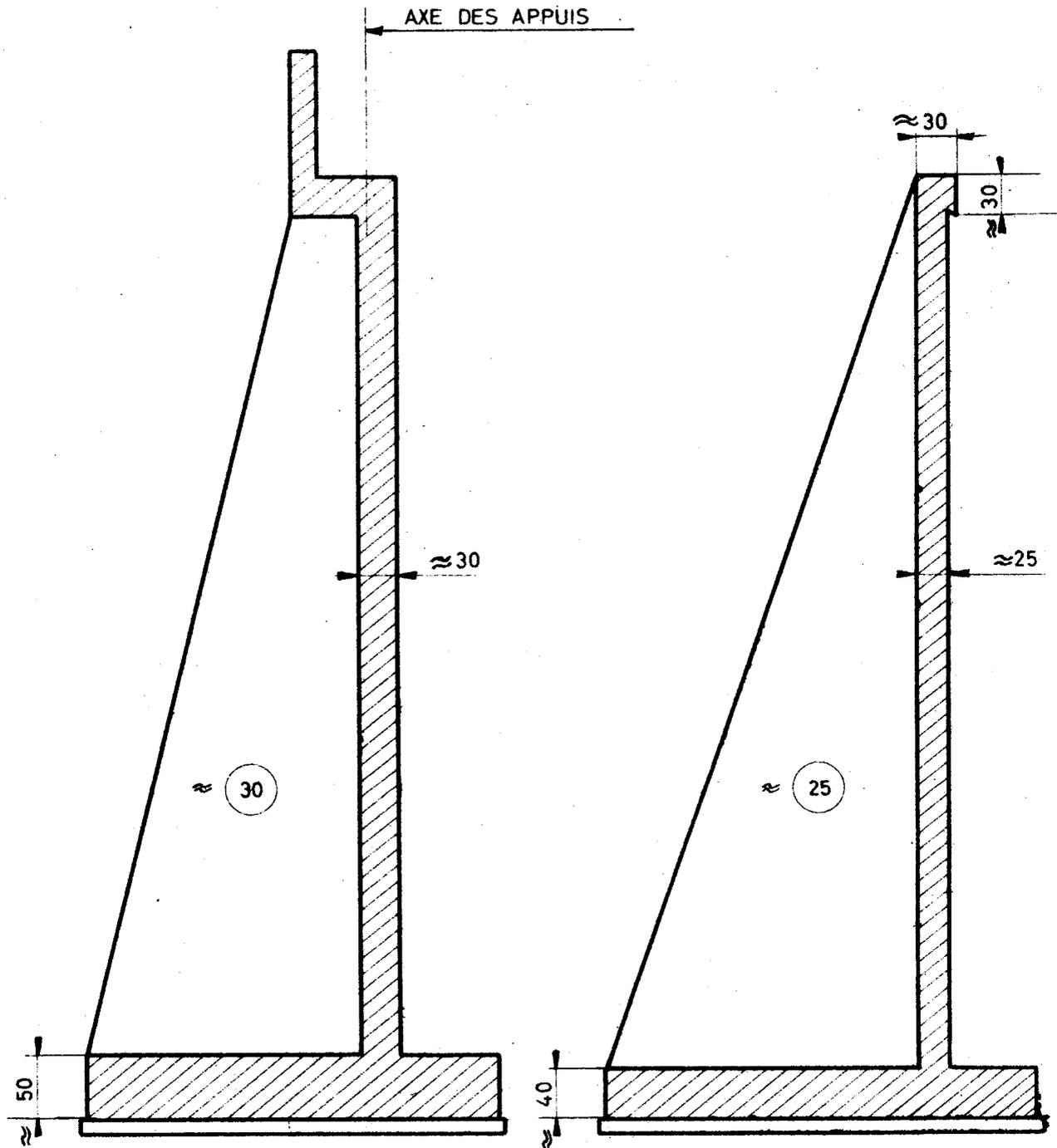
VARIANTE  
(extrémité du mur en aile en voile simple)



# COUPES TRANSVERSALES

MUR DE FRONT

MUR EN AILE



NOTA - LES CONTREFORTS DU MUR DE FRONT SERONT PLACÉS,  
SI POSSIBLE, AU DROIT DES APPUIS DU TABLIER.

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT  
SERVICE SPÉCIAL DES AUTOROUTES

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

CULÉES TYPES

**C.T. 66**

GUIDE "CONCEPTION"

CULÉES PILOTES

Culée avec murs en aile

solidaires

**C.2**

Ce document est propriété de l'Administration et ne peut être utilisé ou reproduit, même partiellement, sans l'autorisation du Service Spécial des Autoroutes.

DIVISION DES OUVRAGES D'ART

BP 235

Orly - Aérogare (Seine)

Tél. 587 51 41

CHEF DU SERVICE

38, rue Liancourt

PARIS 14<sup>e</sup> - Tél. 734 37 74

**M. LAURAS**

Ing. T.P.E.

**G. MONNERET**

Ingénieur en Chef

**A. THIEBAULT**

Ingénieur en Chef

**J. C. LERAY**

Ing. P.C.

**H. MATHIEU**

Ingénieur en Chef  
Adjoint au Chef du Service

MAI 1966

MURS EN VOILES SIMPLES

# SUR SEMELLES

NOTA : Cf. pièce C1

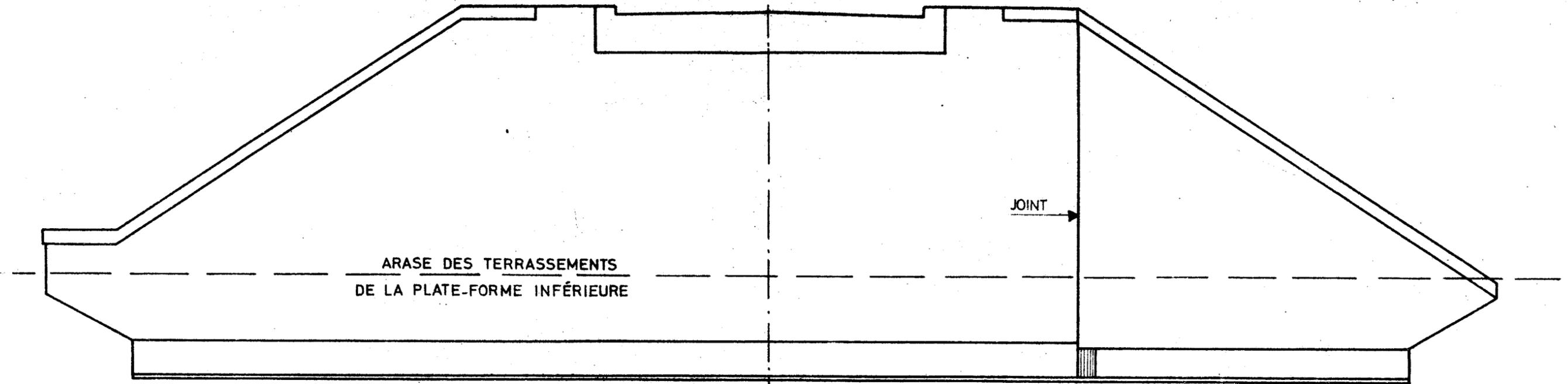
# 1/2 ÉLÉVATIONS

## ENSEMBLE MONOBLOC

( ABOUT EN CONSOLE )

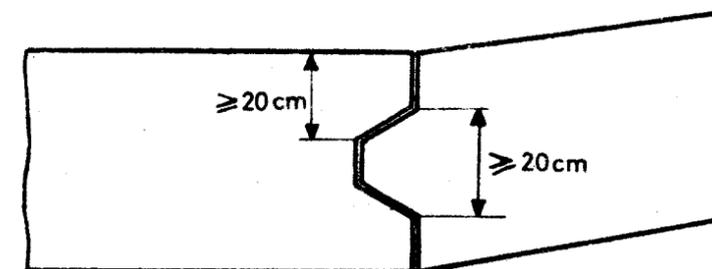
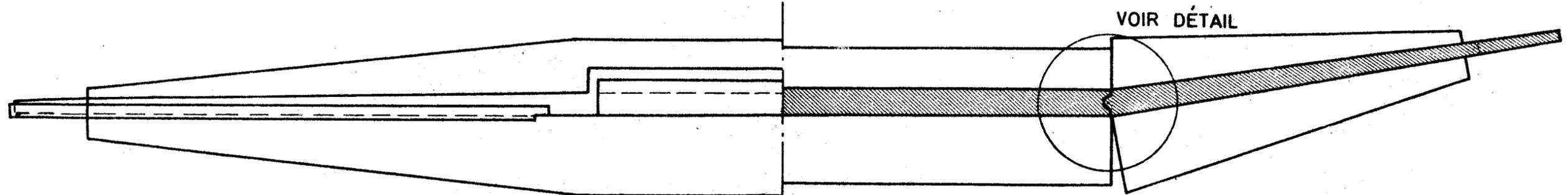
## AVEC JOINT À EMBRÈVEMENT

( SOLUTION EXCEPTIONNELLE )



## 1/2 PLAN

## 1/2 PLAN-COUPÉ



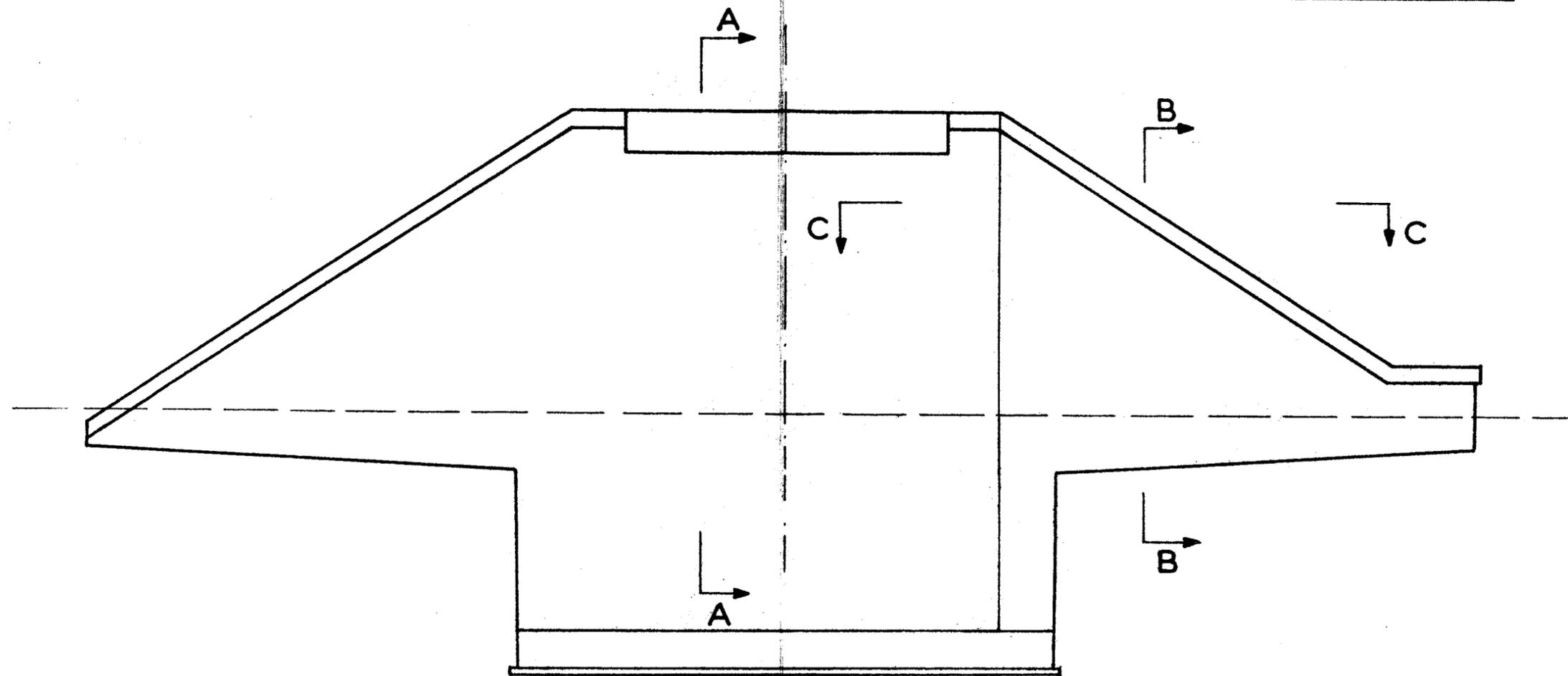
DÉTAIL DU  
JOINT ( A TITRE INDICATIF )

EN CONSOLE

# 1/2 ÉLÉVATIONS

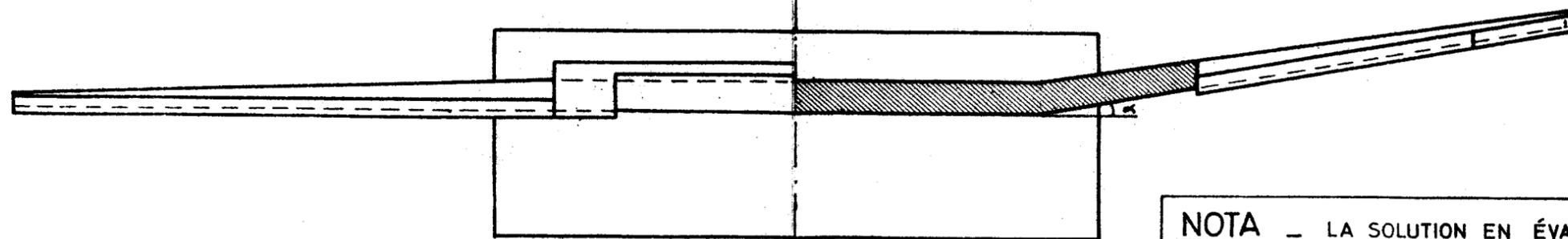
MUR EN AILE EN ALIGNEMENT

MUR EN AILE EN ÉVASEMENT



1/2 PLAN

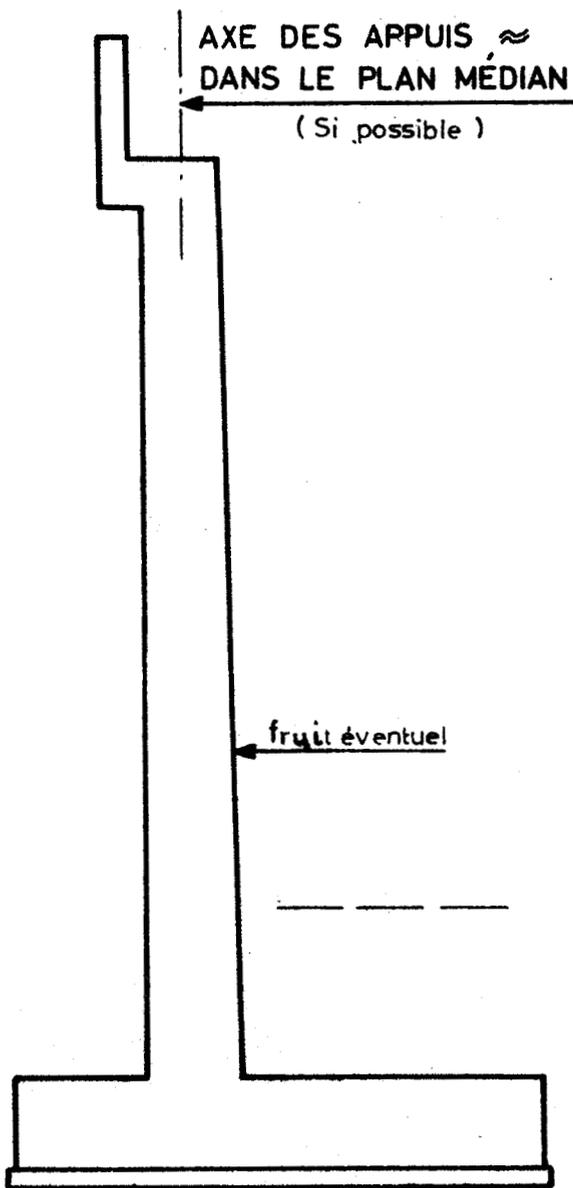
1/2 PLAN-COUPÉ C C



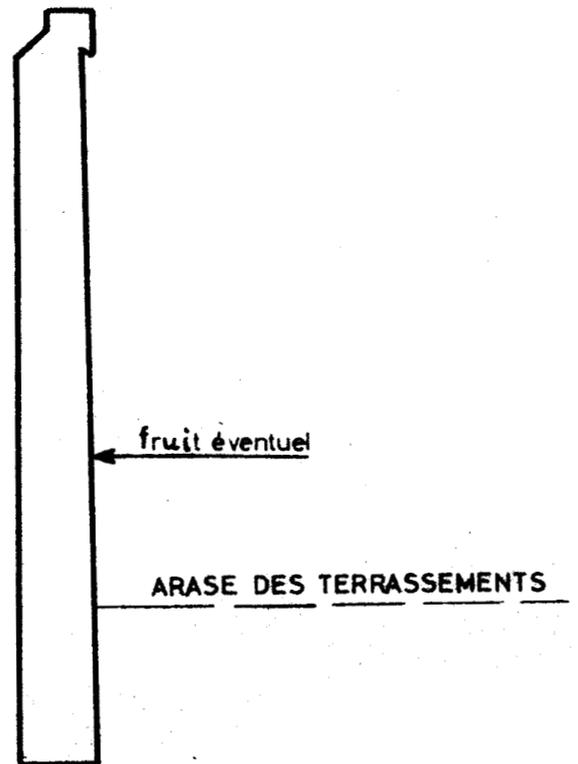
**NOTA** — LA SOLUTION EN ÉVASEMENT N'EST VALABLE QUE POUR DE FAIBLES VALEURS DE  $\alpha$  (10gr MAXIMUM), ET POUR DES MURS DE FRONT RELATIVEMENT ÉPAIS; ELLE DOIT ÊTRE EXCEPTIONNELLE.

# COUPES TRANSVERSALES

## COUPE AA

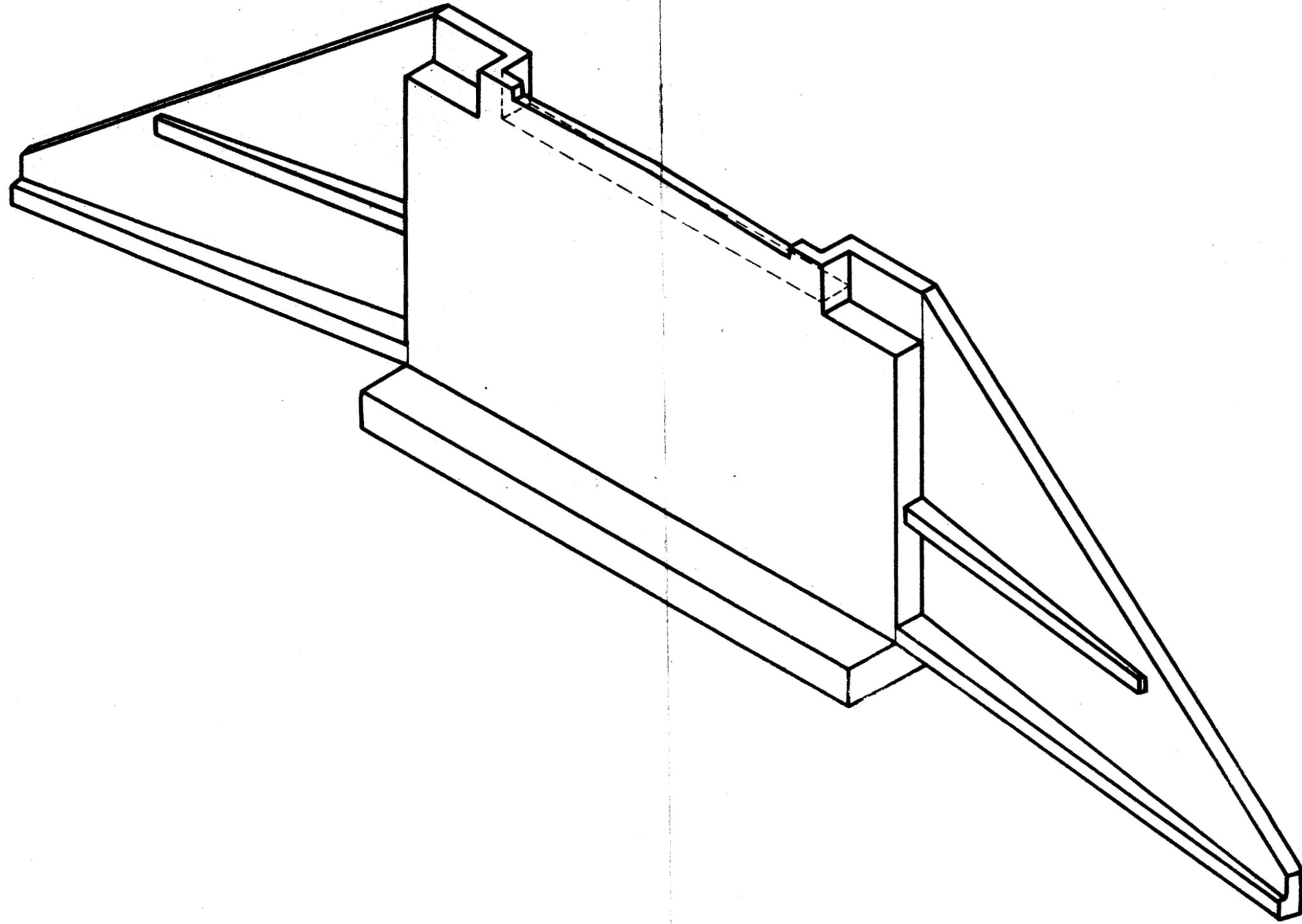


## COUPE BB



MURS EN VOILES MINCES  
NERVURÉS

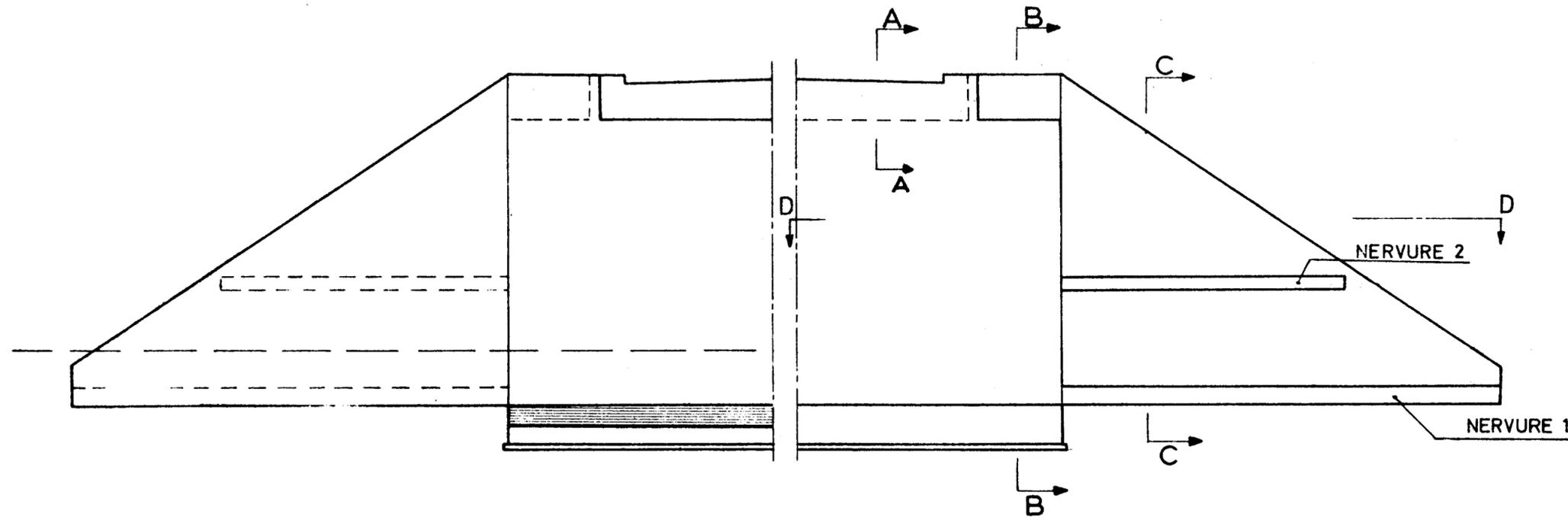
VUE PERSPECTIVE



# 1/2 ÉLÉVATIONS

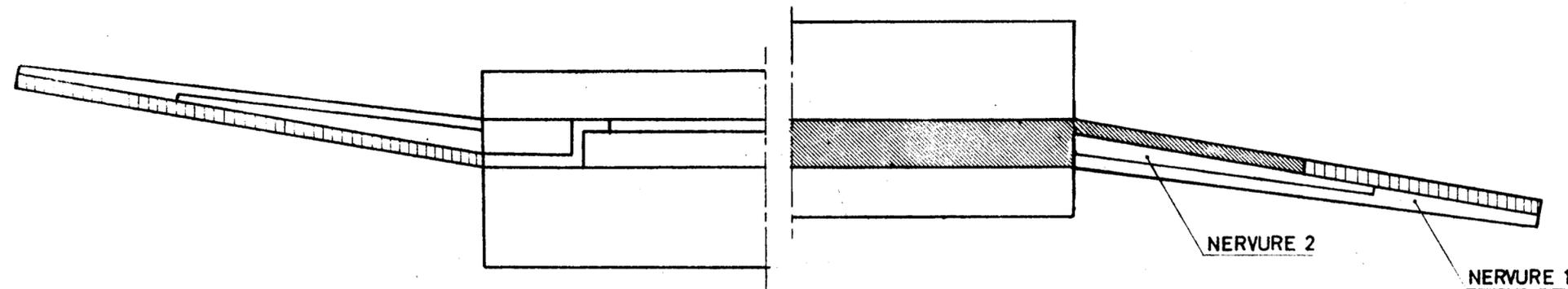
VUE AVANT

VUE ARRIÈRE



1/2 PLAN

1/2 PLAN-COUCPE DD

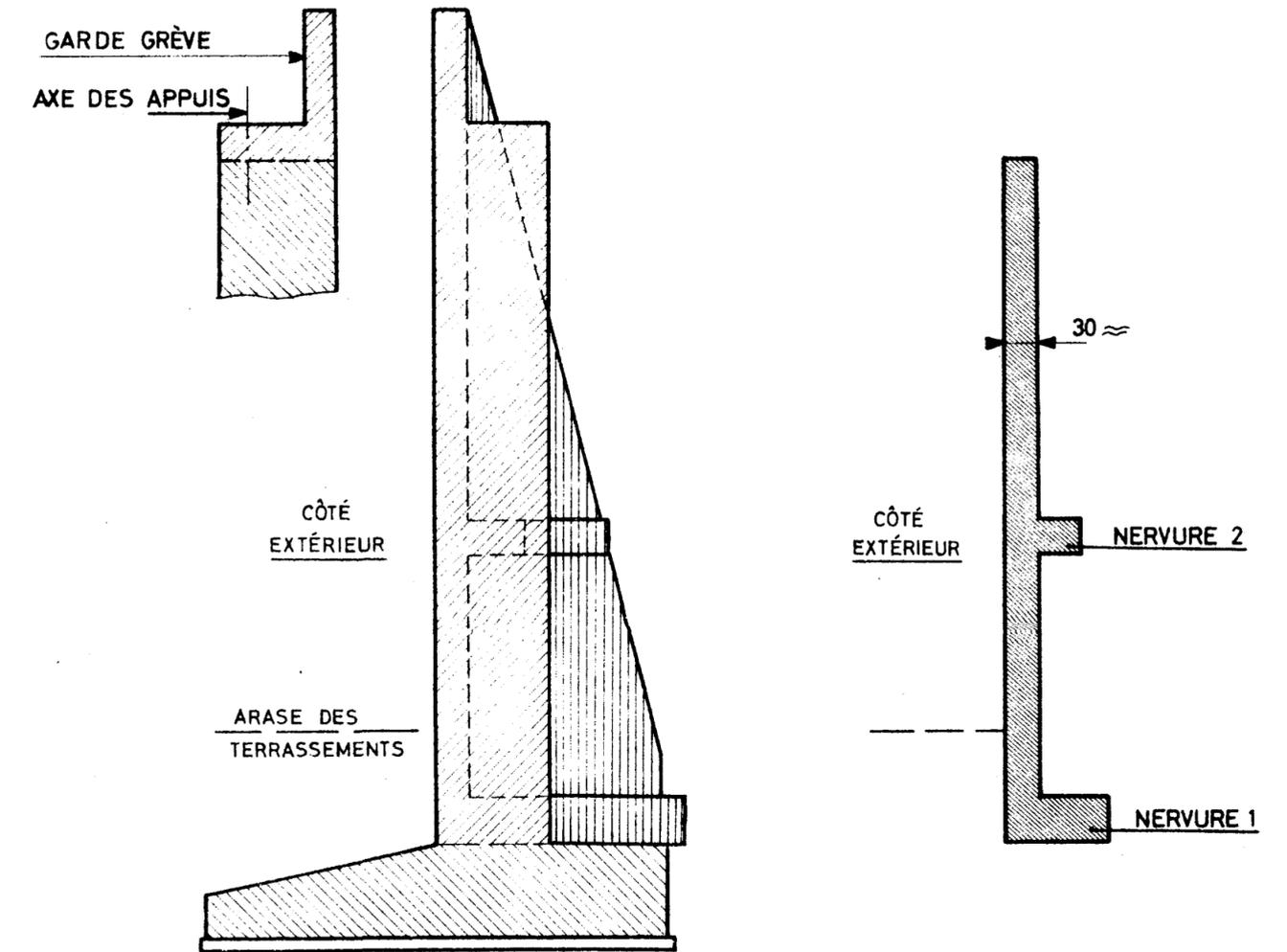


# COUPES TRANSVERSALES

COUCPE AA

COUCPE BB

COUCPE CC



MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT  
SERVICE SPÉCIAL DES AUTOROUTES

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

CULÉES TYPES

**C.T. 66**

GUIDE "CONCEPTION"

CULÉES PILOTES

**Culée avec murs en retour**

**indépendants**

Ce document est propriété de l'Administration et ne peut être utilisé ou reproduit, même partiellement, sans l'autorisation du Service Spécial des Autoroutes.

**C.3**

DIVISION DES OUVRAGES D'ART  
BP 235 Orly - Aérogare (Seine)  
Tél 587 51 41

CHEF DU SERVICE  
38 rue Liancourt  
PARIS 14<sup>e</sup> - Tél 734 37 74

**M. LAURAS**

Ing. T.P.E.

**G. MONNERET**  
Ingénieur en Chef

**A. THIEBAULT**

Ingénieur en Chef

**J. C. LERAY**

Ing. P.C.

**H. MATHIEU**  
Ingénieur en Chef  
Adjoint au Chef du Service

MAI 1966

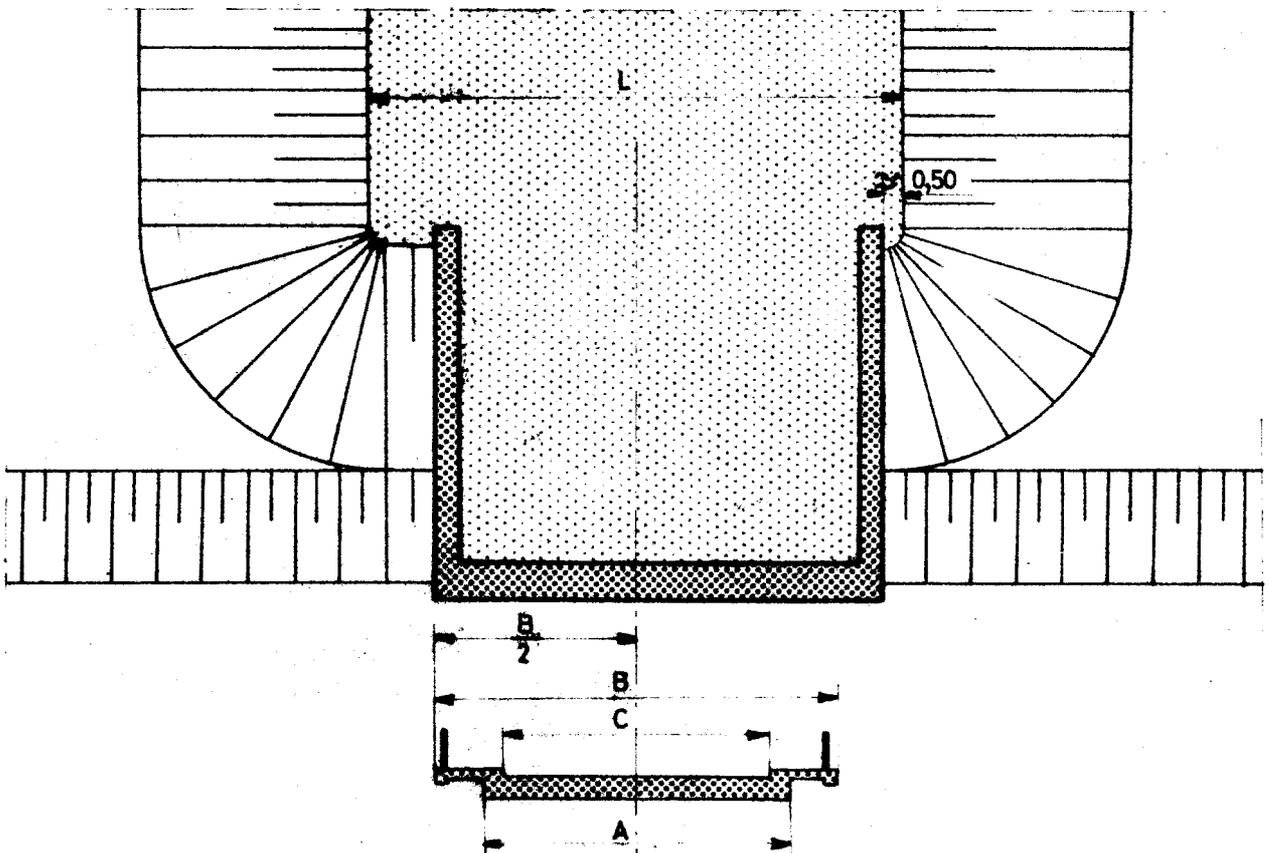
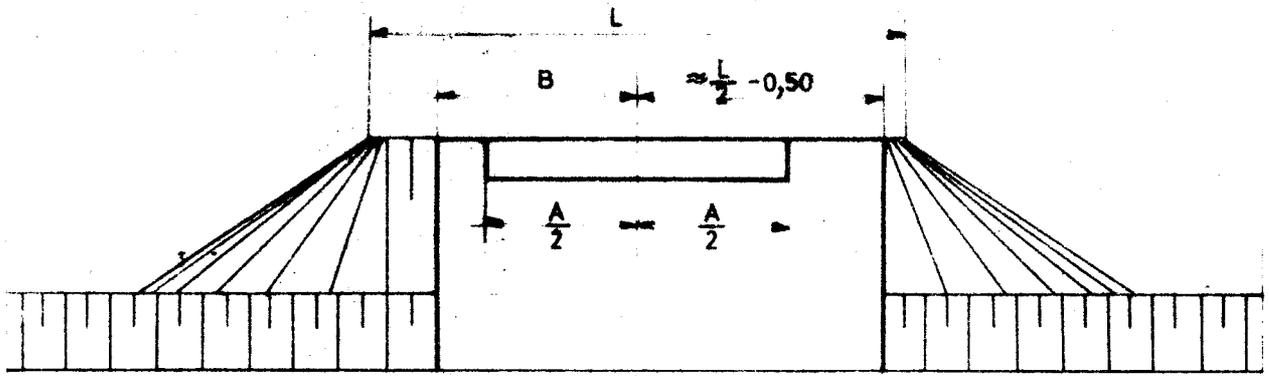
CAS D'UN OUVRAGE DROIT

NOTA : cf. pièce C.1

# DISPOSITIONS D'ENSEMBLE

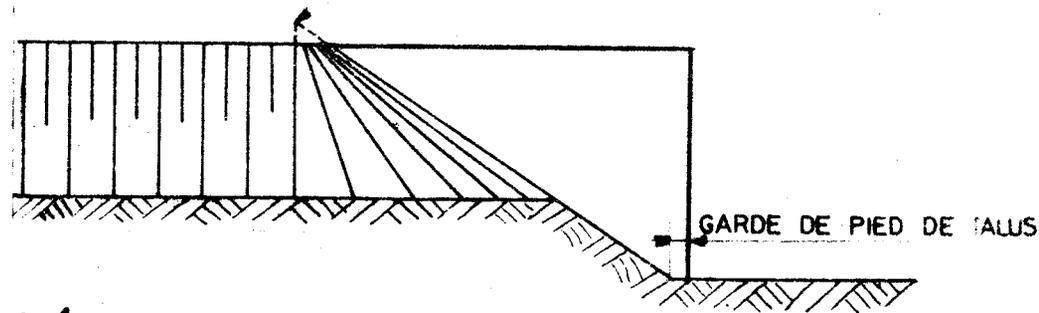
MUR DE FRONT COURT

MUR DE FRONT LONG



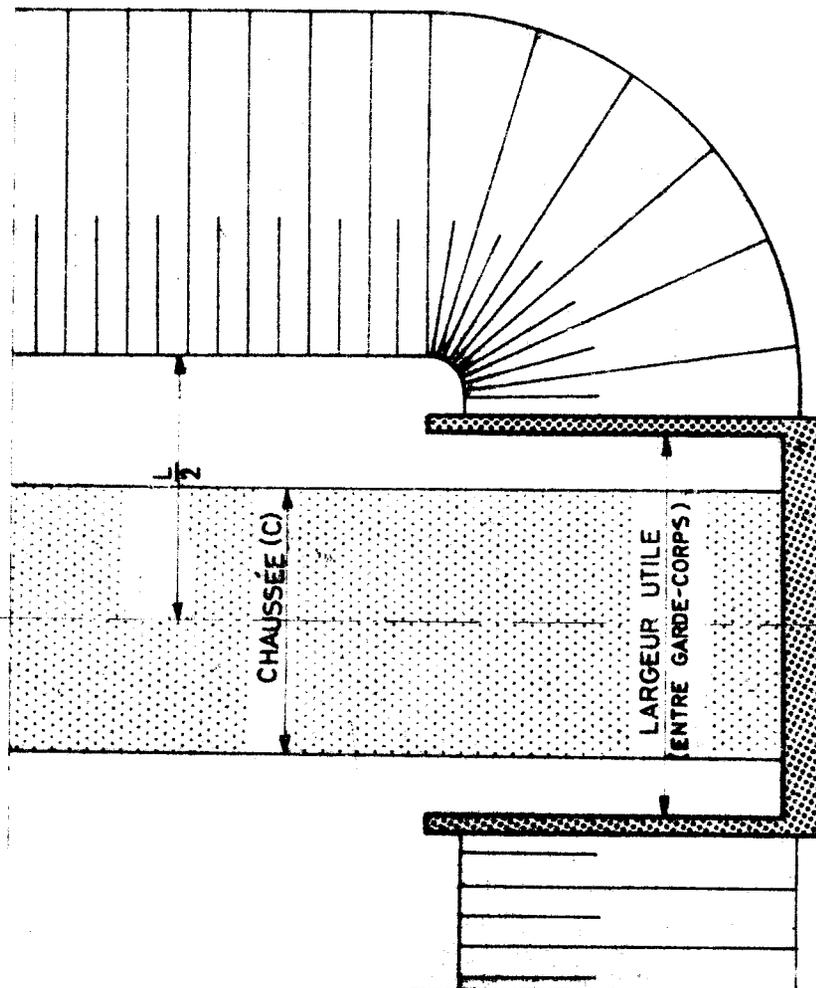
# ÉLEVATION LATÉRALE (Cas du terrassement mixte)

SOMMET THEORIQUE DU QUART DE CÔNE



1/2 PLANS

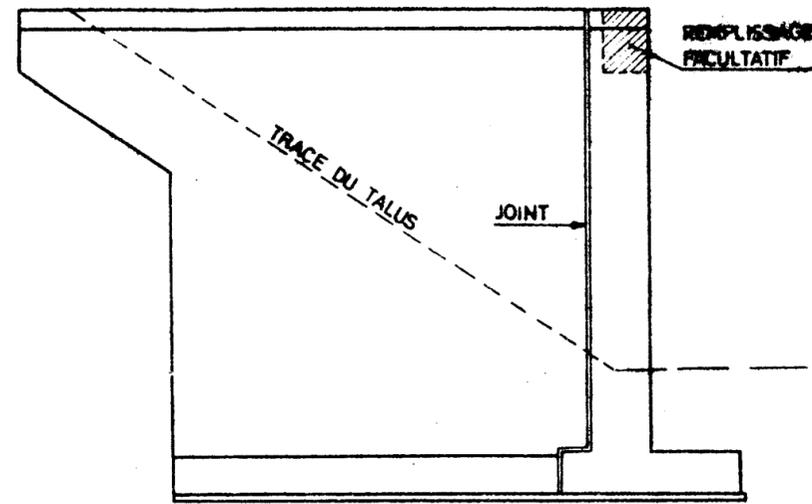
CAS DU REMBLAI



CAS DU DÉBLAI

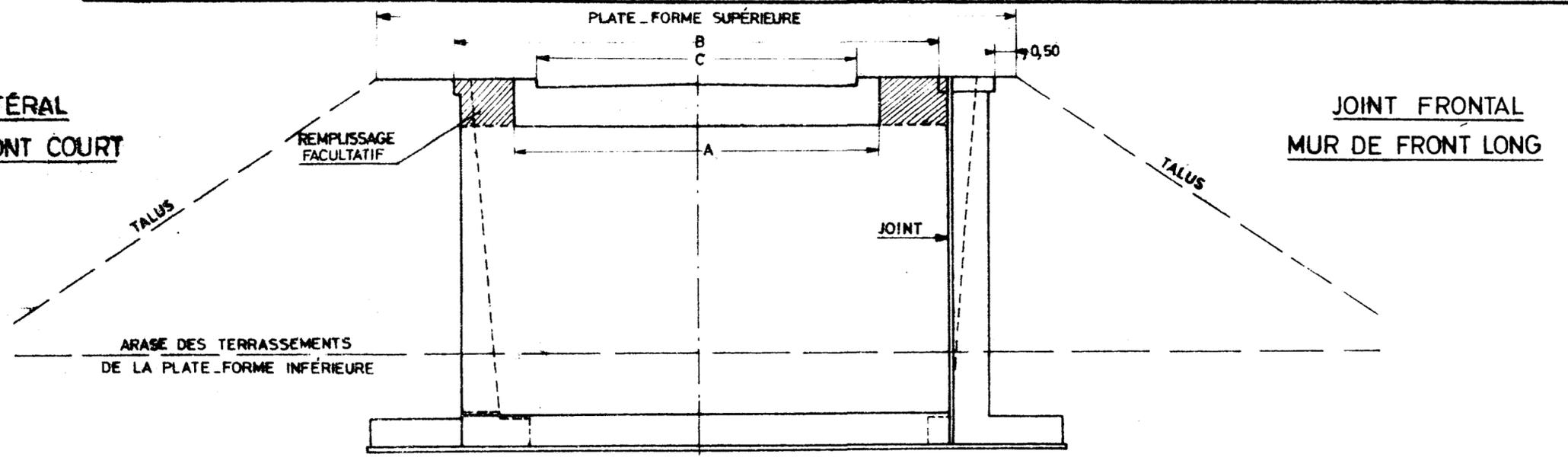
# ÉLÉVATION LATÉRALE

(Semelle du mur de front non décrochée)



# 1/2 ÉLÉVATIONS FRONTALES (cas du remblai ou du terrassement mixte)

JOINT LATÉRAL  
MUR DE FRONT COURT

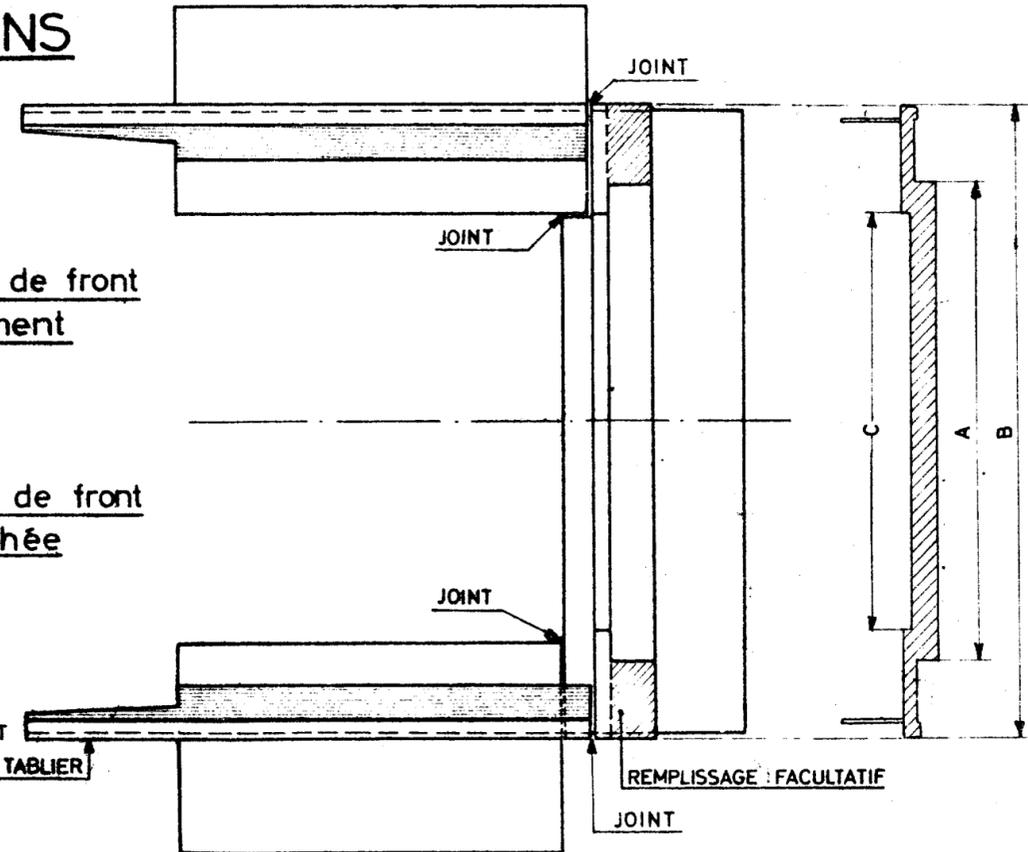


## 1/2 PLANS

Semelle du mur de front en décrochement

Semelle du mur de front non décrochée

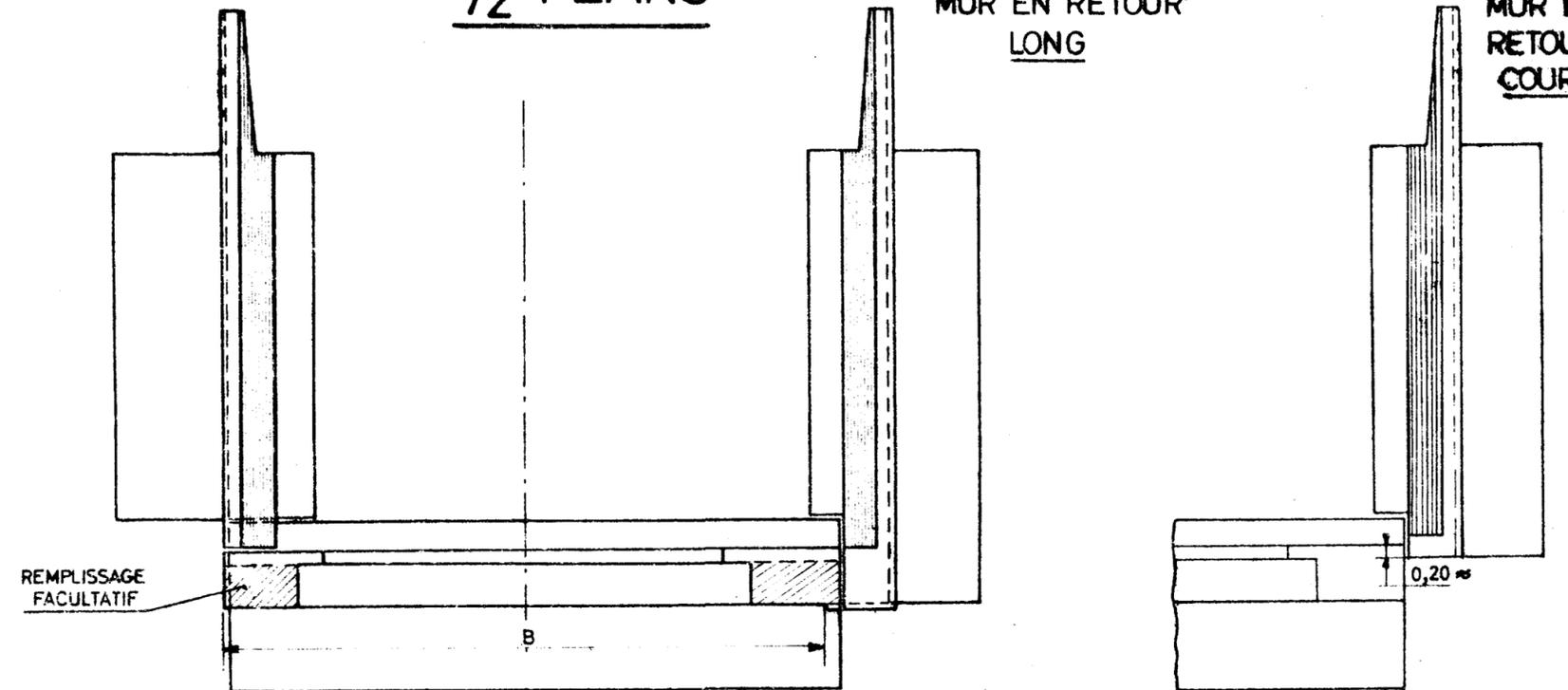
CORNICHE DANS LE PROLONGEMENT DE CELLE DU TABLIER



## 1/2 PLANS

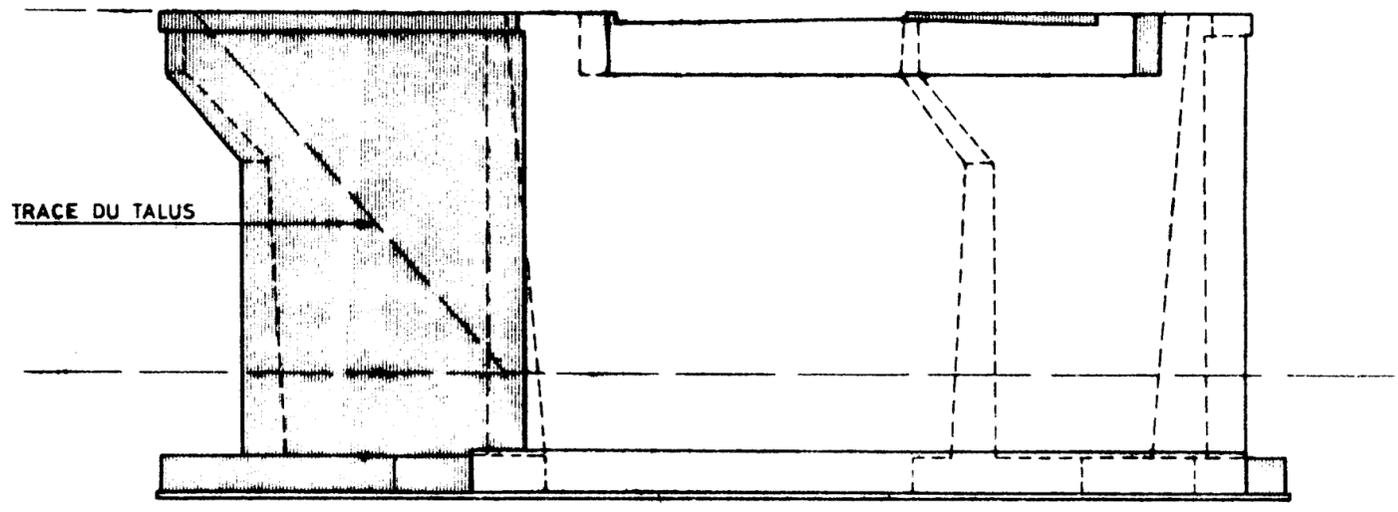
MUR EN RETOUR LONG

MUR EN RETOUR COURT



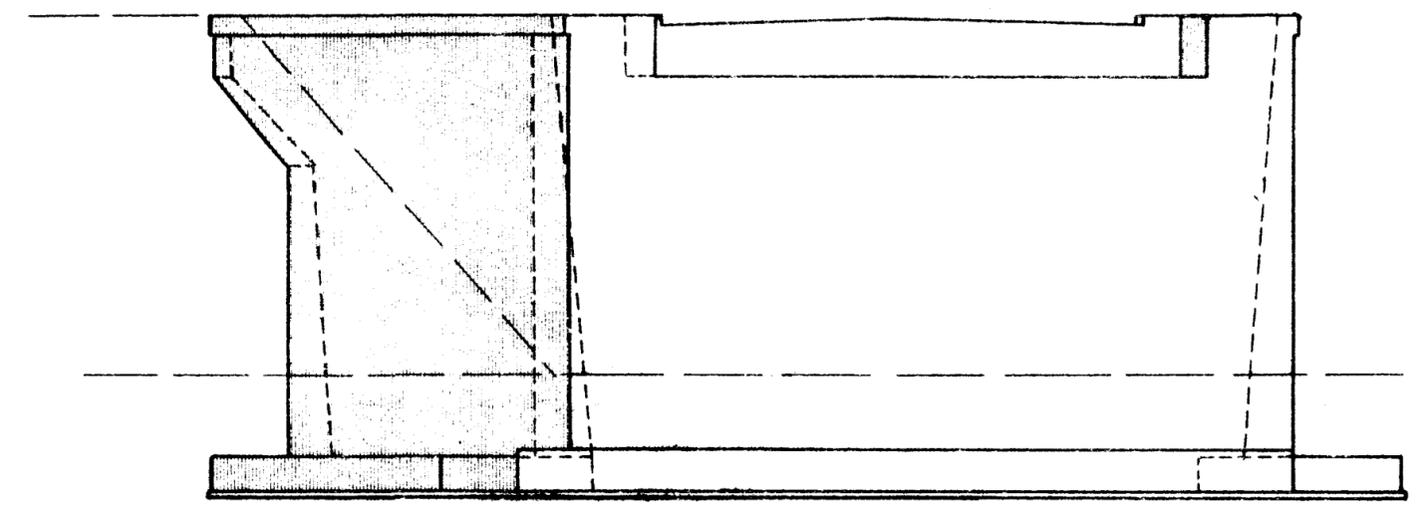
1<sup>er</sup> CAS

ÉLÉVATION



2<sup>ème</sup> CAS

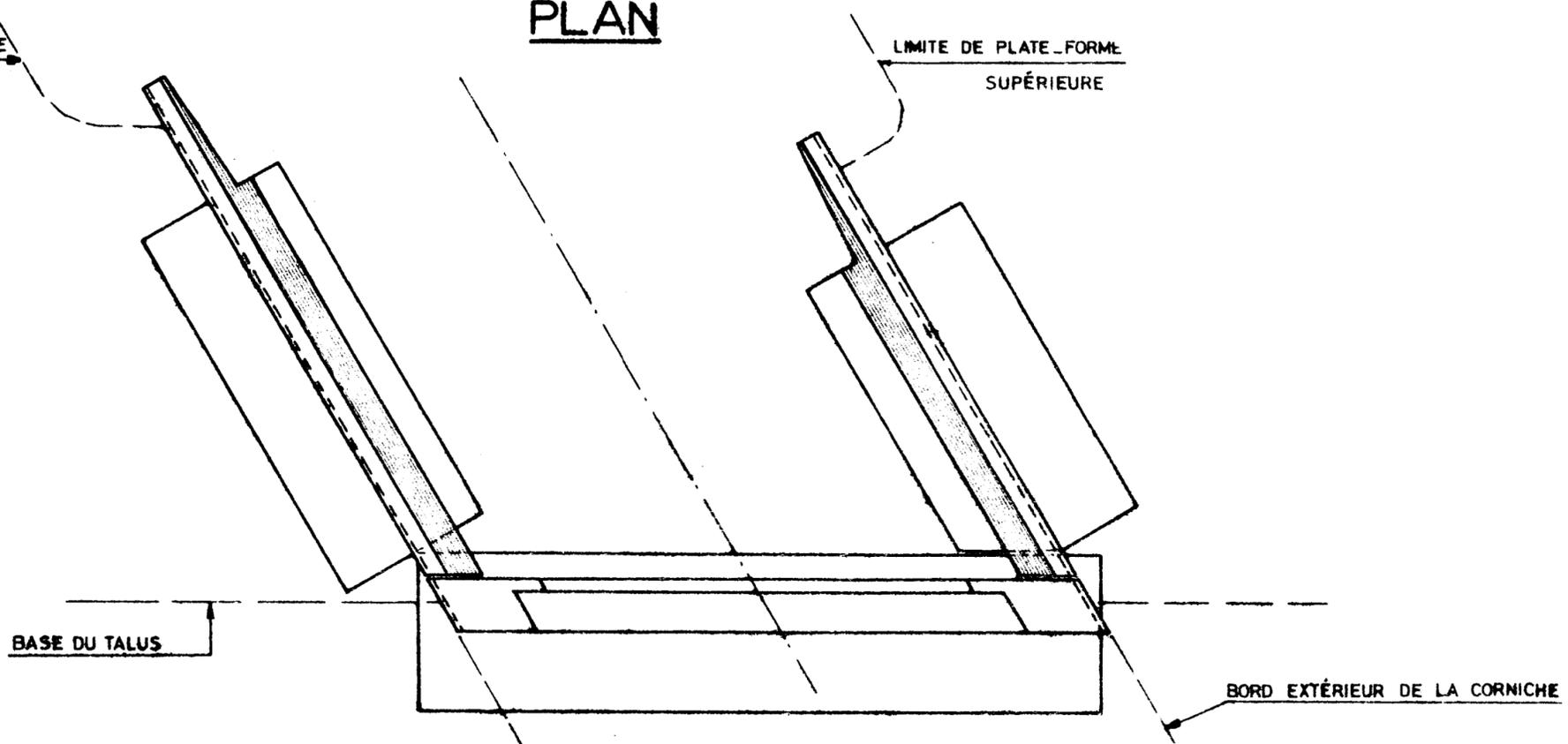
ÉLÉVATION



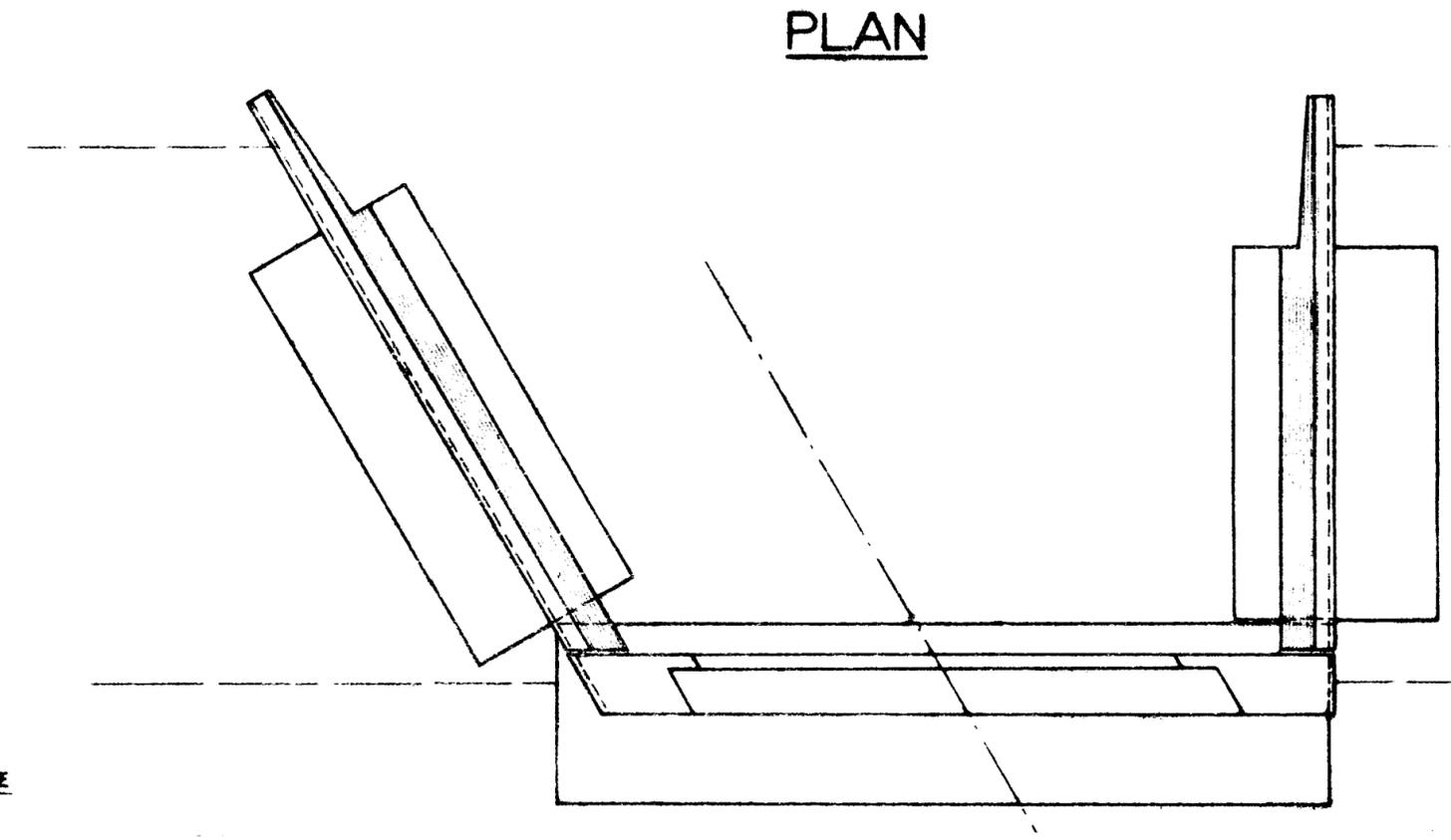
PLAN

LIMITE DE PLATE-FORME  
SUPÉRIEURE

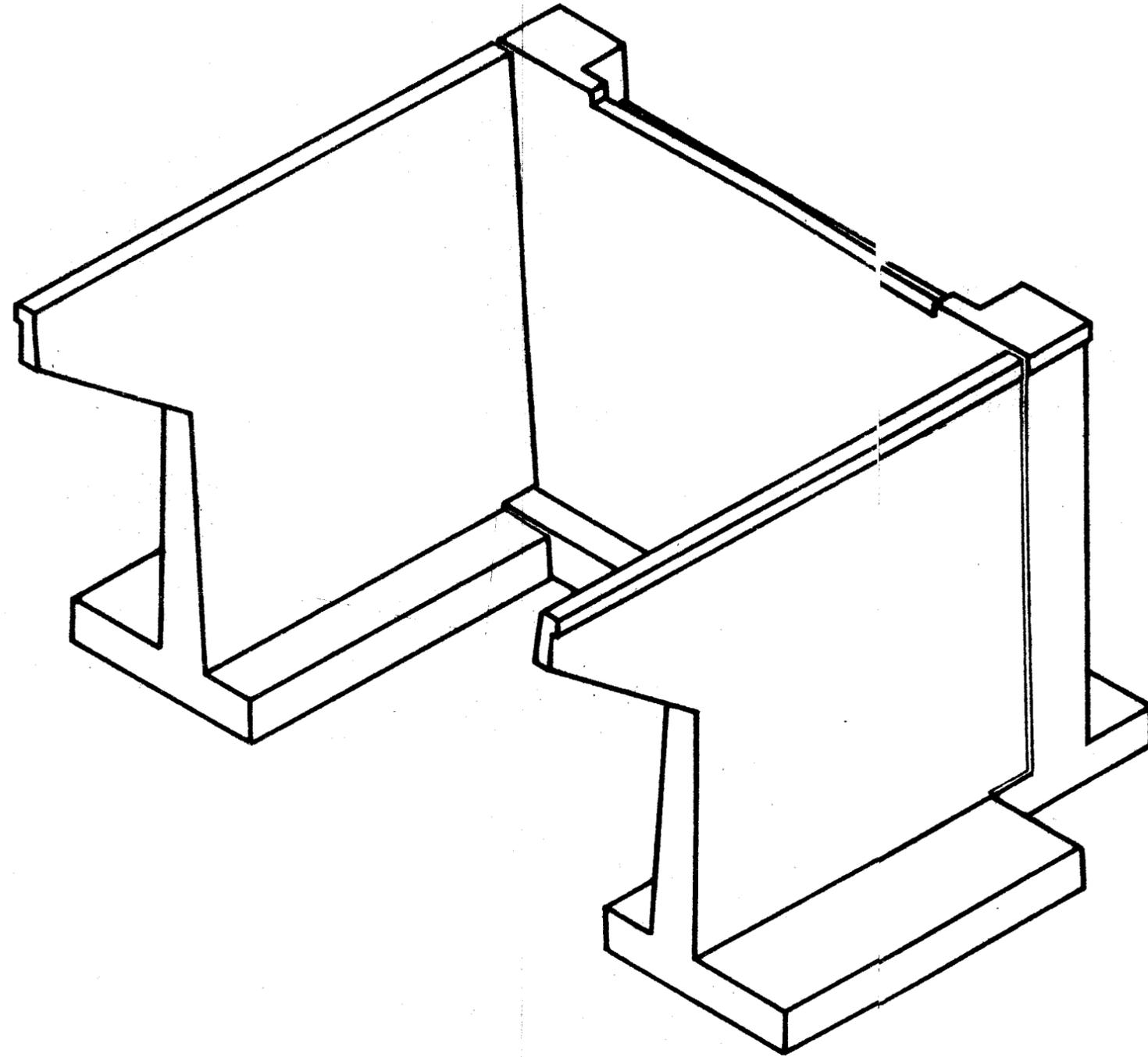
LIMITE DE PLATE-FORME  
SUPÉRIEURE



PLAN



VUE PERSPECTIVE



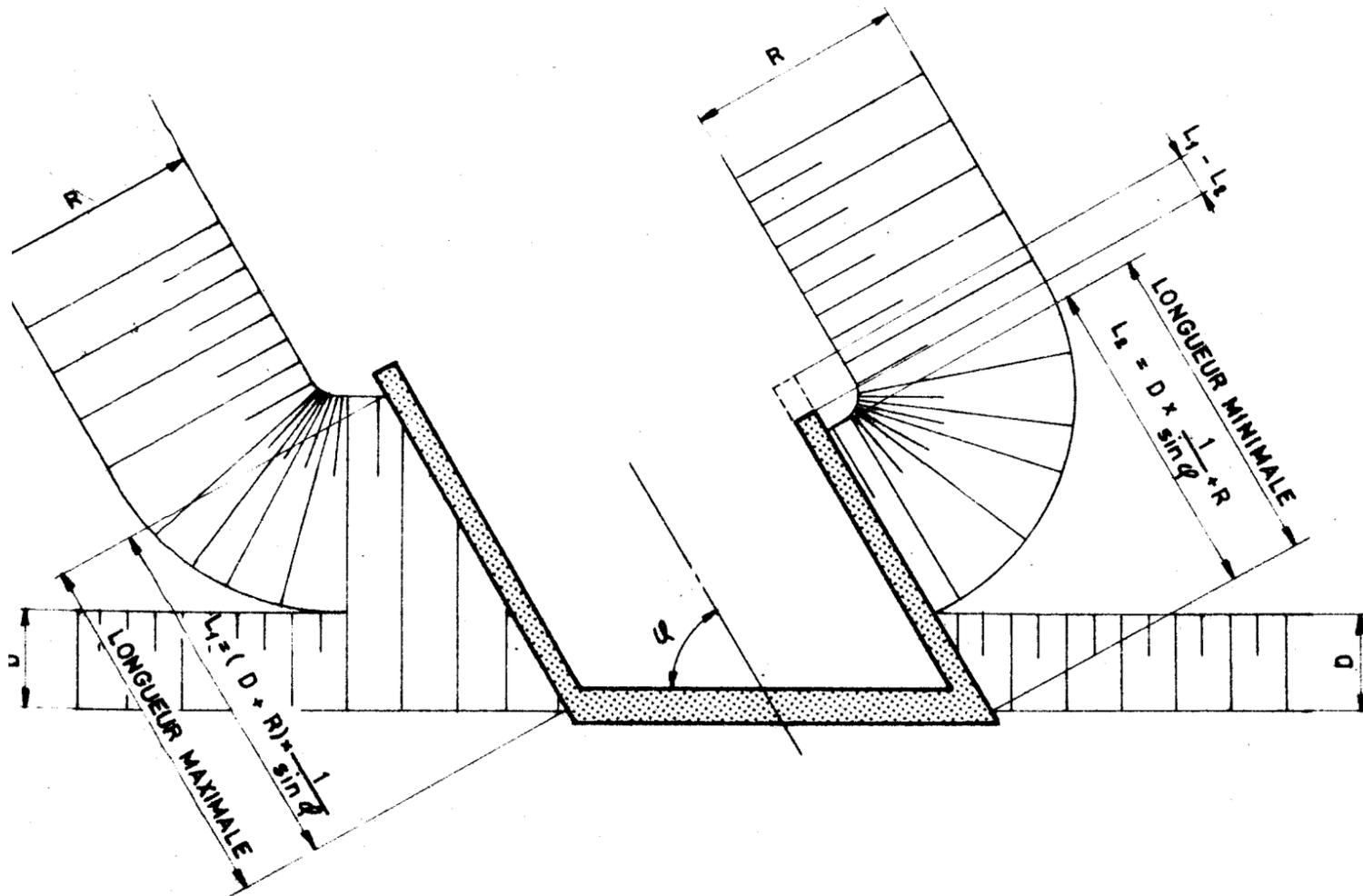
## CAS D'UN OUVRAGE BIAIS

# DISPOSITIONS D'ENSEMBLE

## 1<sup>er</sup> CAS

### LES 2 MURS BIAIS

1 - CAS DU TERRASSEMENT MIXTE : plan ci-dessous



2 - CAS DU REMBLAI (D=0)

$$L_1 = R \times \frac{1}{\sin \varphi}$$

$$L_2 = \begin{cases} R \text{ (Valeur minimale)} \\ R \times \frac{1}{\sin \varphi} \text{ (Valeur maximale)} \end{cases}$$

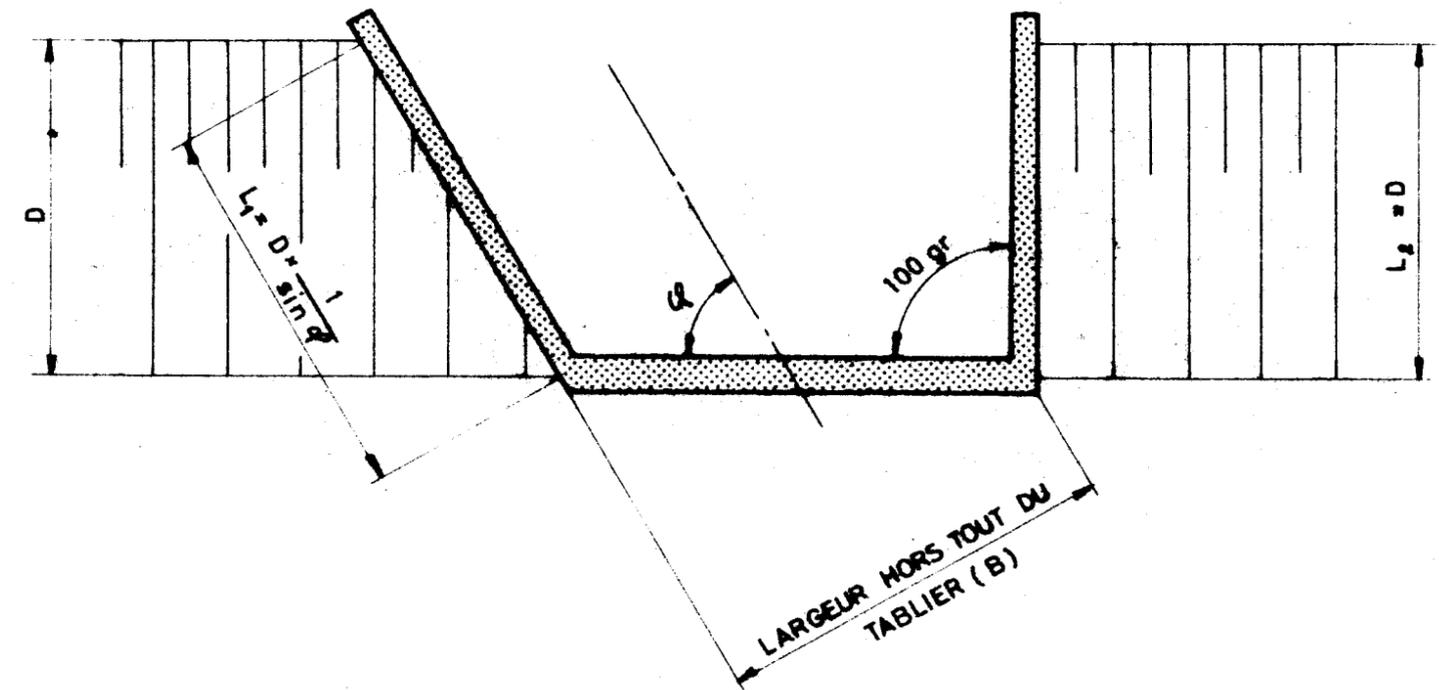
3 - CAS DU DÉBLAI (R=0)

$$L_1 = L_2 = D \times \frac{1}{\sin \varphi}$$

## 2<sup>ème</sup> CAS

### 1 MUR BIAIS - 1 MUR DROIT

#### CAS DU DÉBLAI



MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT  
SERVICE SPÉCIAL DES AUTOROUTES

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

**CULÉES TYPES**

**C.T. 66**

GUIDE "CONCEPTION"

**CULÉES PILOTES**

**Culée avec murs en retour**

**solidaires**

**C.4**

Ce document est propriété de l'Administration et ne peut être utilisé ou reproduit, même partiellement, sans l'autorisation du Service Spécial des Autoroutes.

DIVISION DES OUVRAGES D'ART  
BP 235 Orly - Aéroport (Seine)  
Tél 587 51 41

CHEF DU SERVICE  
38 rue Liancourt  
PARIS 14<sup>e</sup> - Tél 734 37 74

**M. LAURAS** Ing. T.P.E.

**G. MONNERET**  
Ingénieur en Chef

**A. THIEBAULT**  
Ingénieur en Chef

**J. C. LERAY** Ing. P.C.

**H. MATHIEU**  
Ingénieur en Chef  
Adjoint au Chef du Service

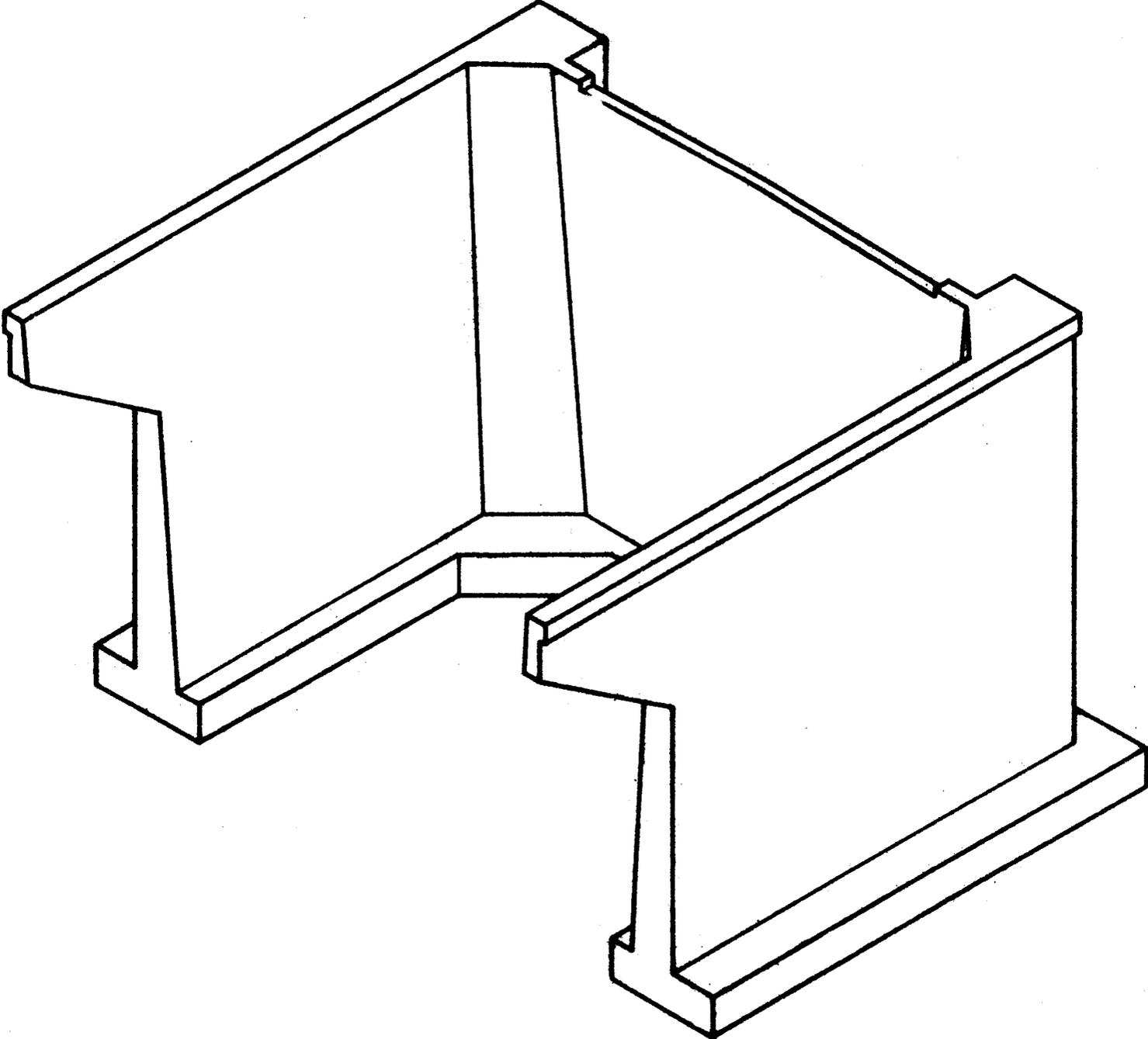
MAI 1966

TYPE NORMAL

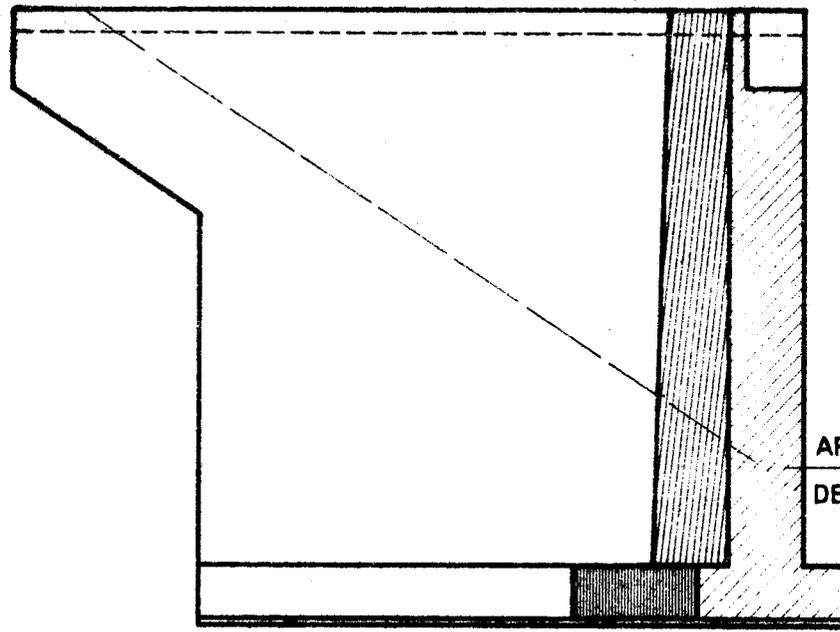
MURS SUR SEMELLES

CAS D'UN OUVRAGE DROIT

PERSPECTIVE

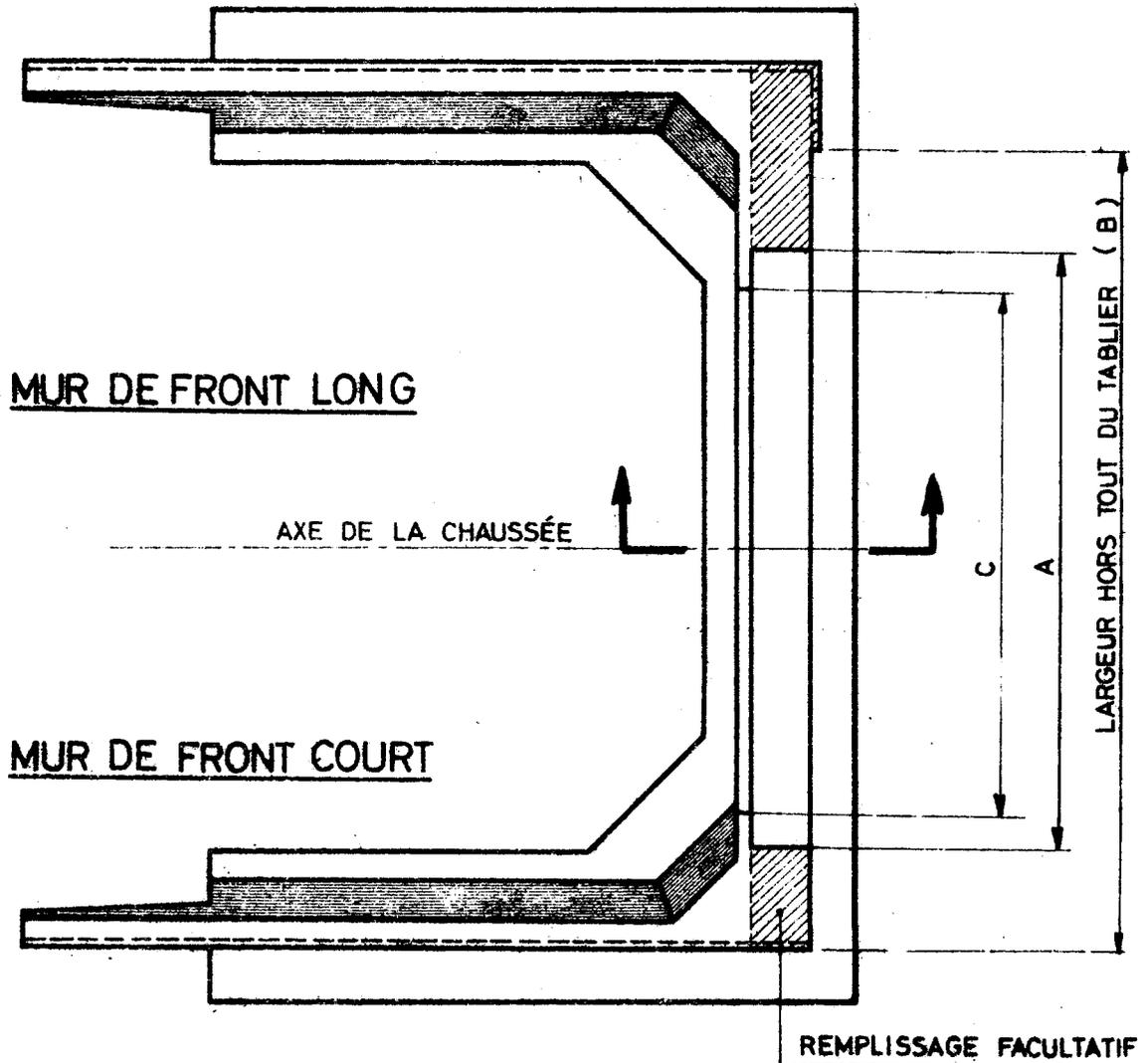


# COUPE SUIVANT L'AXE DE LA CHAUSSEE



ARASE DES TERRASSEMENTS  
DE LA PLATE-FORME  
INFÉRIEURE

PLAN



MUR DE FRONT LONG

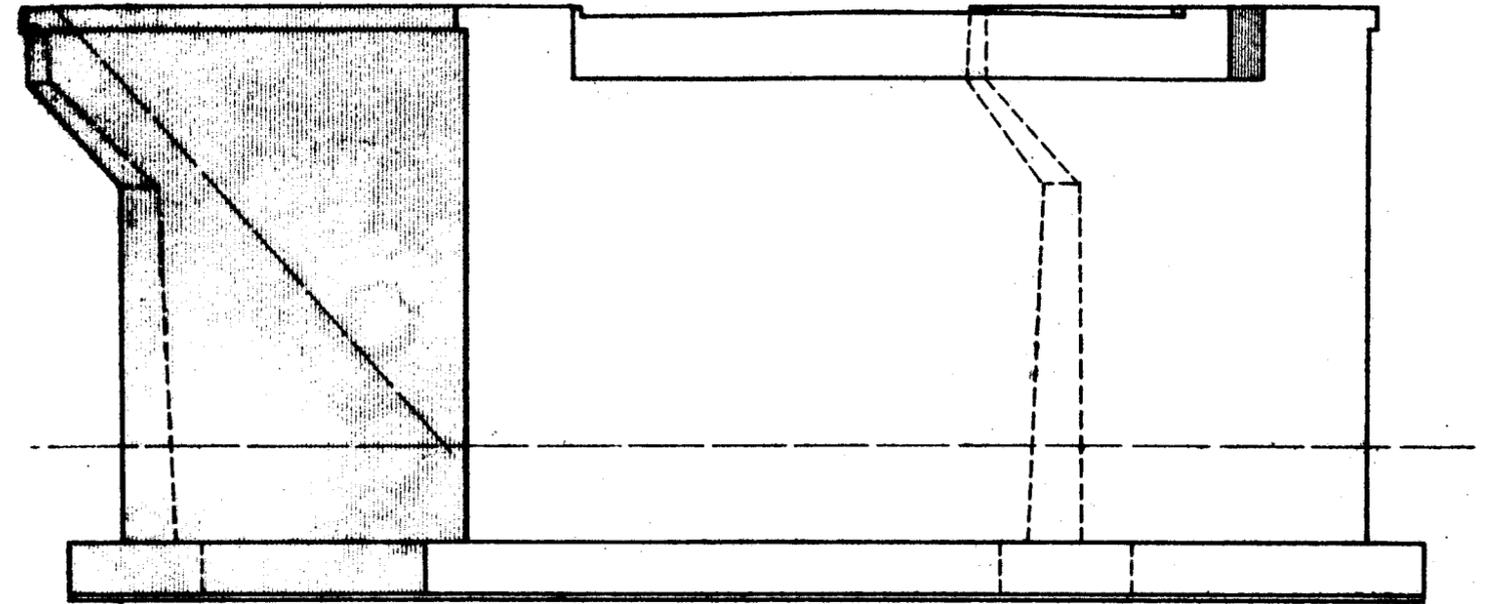
AXE DE LA CHAUSSEE

MUR DE FRONT COURT

LARGEUR HORS TOUT DU TABLIER ( B )

REPLISSAGE FACULTATIF

# ÉLÉVATION

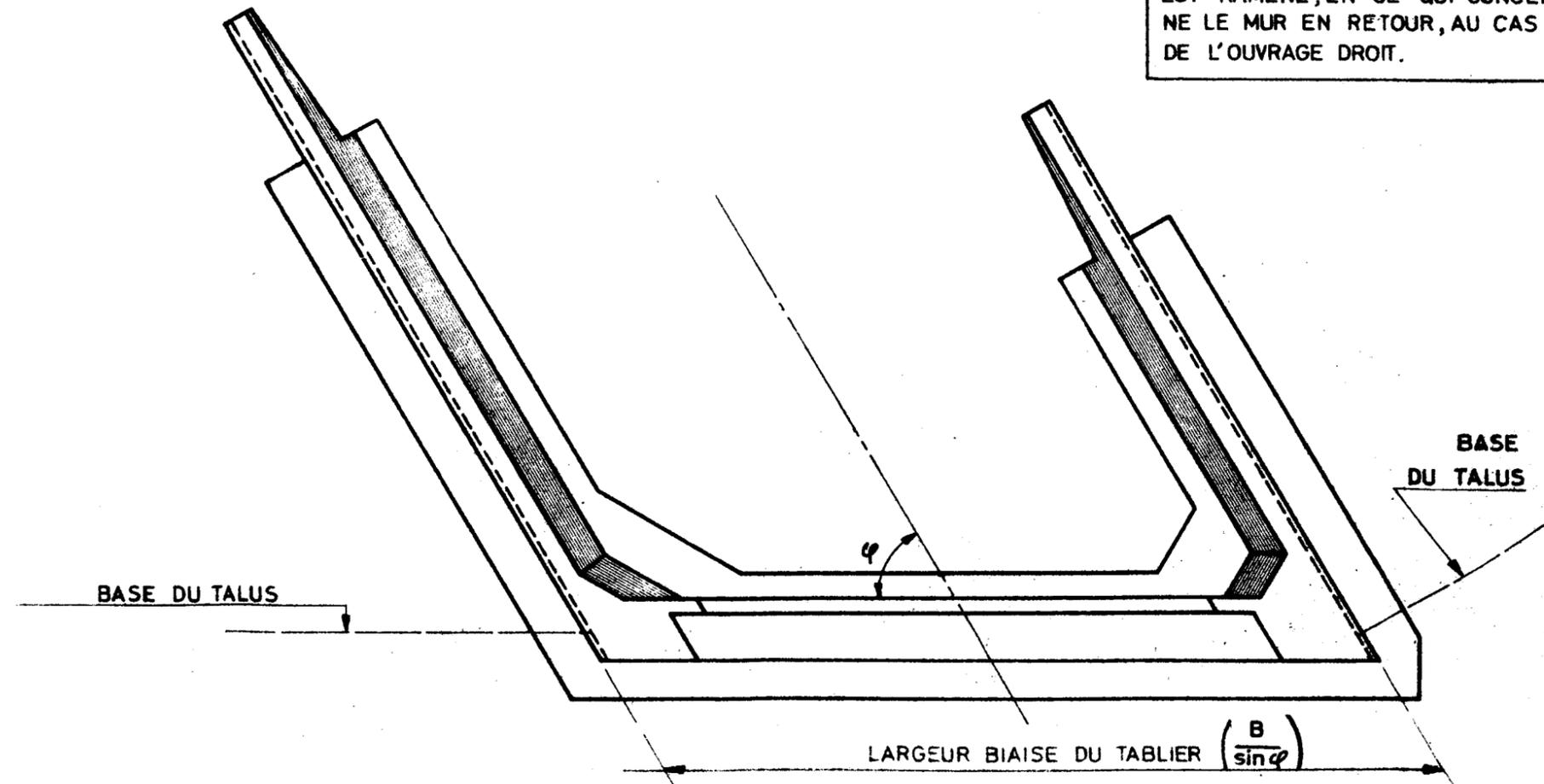


## CAS D'UN OUVRAGE

### BIAIS

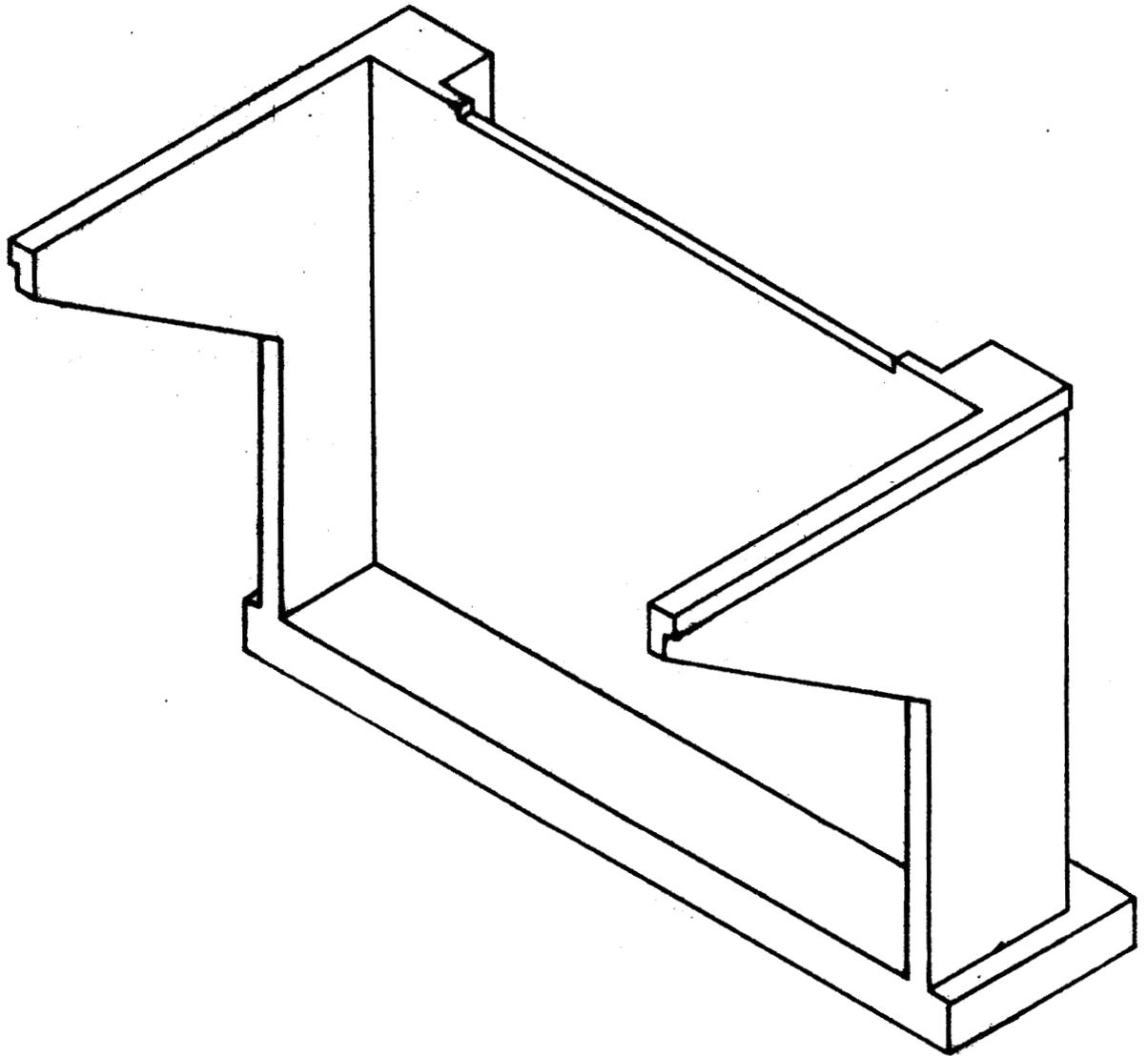
## PLAN

NOTA - DANS LE CAS OU L'UN DES MURS EN RETOUR EST PERPENDICULAIRE AU MUR DE FRONT, ON EST RAMENÉ, EN CE QUI CONCERNE LE MUR EN RETOUR, AU CAS DE L'OUVRAGE DROIT.

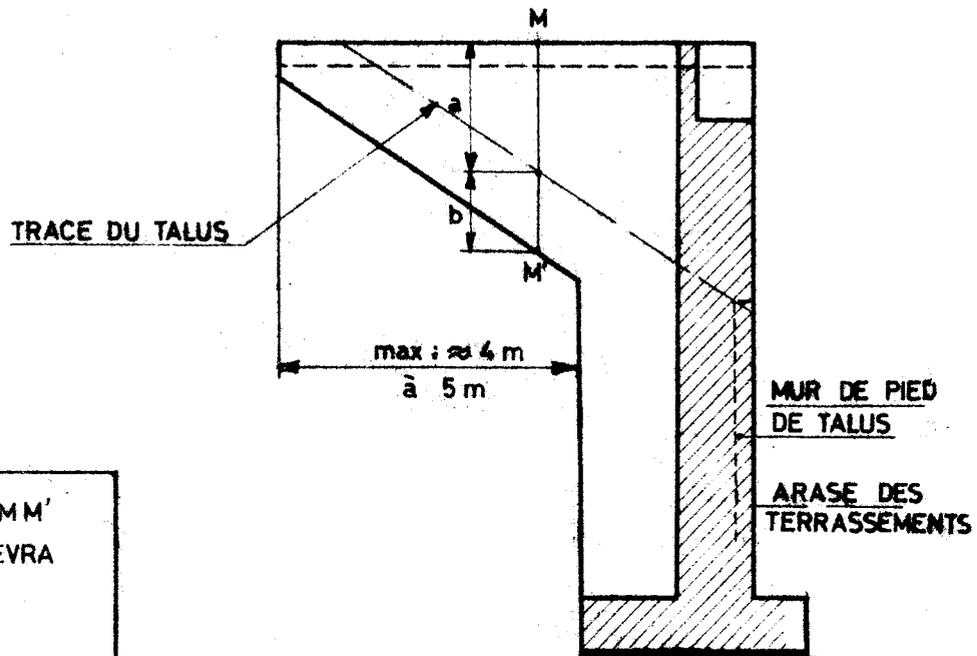


MURS EN CONSOLE

# PERSPECTIVE



# ÉLÉVATION - COUPE



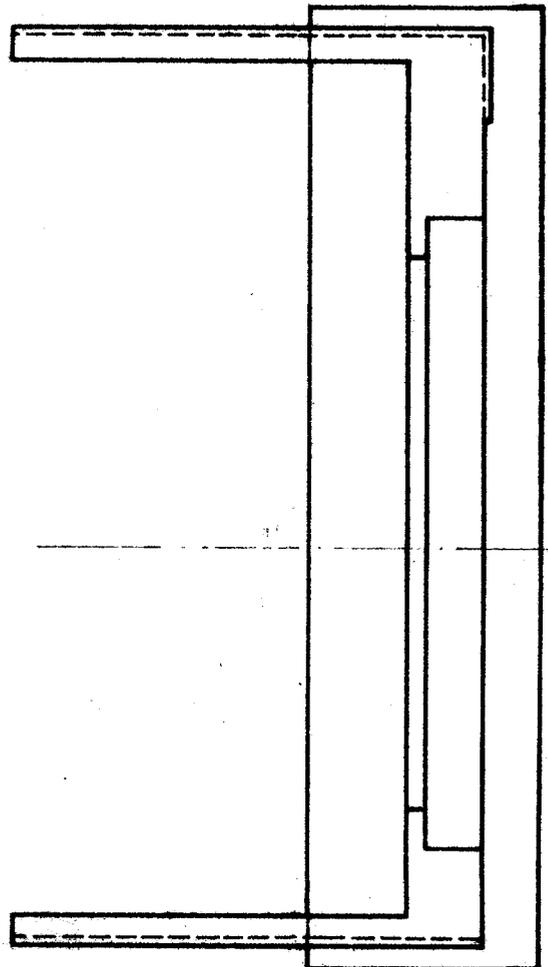
NOTA - DANS TOUT PLAN VERTICAL MM' DE LA PARTIE EN CONSOLE, ON DEVRA AVOIR :

$$b \geq \frac{a}{5}$$

$$b \geq 1 \text{ m}$$

L'ÉQUILIBRE DU MUR EN RETOUR SOUS SON PROPRE POIDS DOIT ÊTRE ASSURÉ EN FAISANT TRÈS PEU APPEL AU MUR DE FRONT.

## PLAN



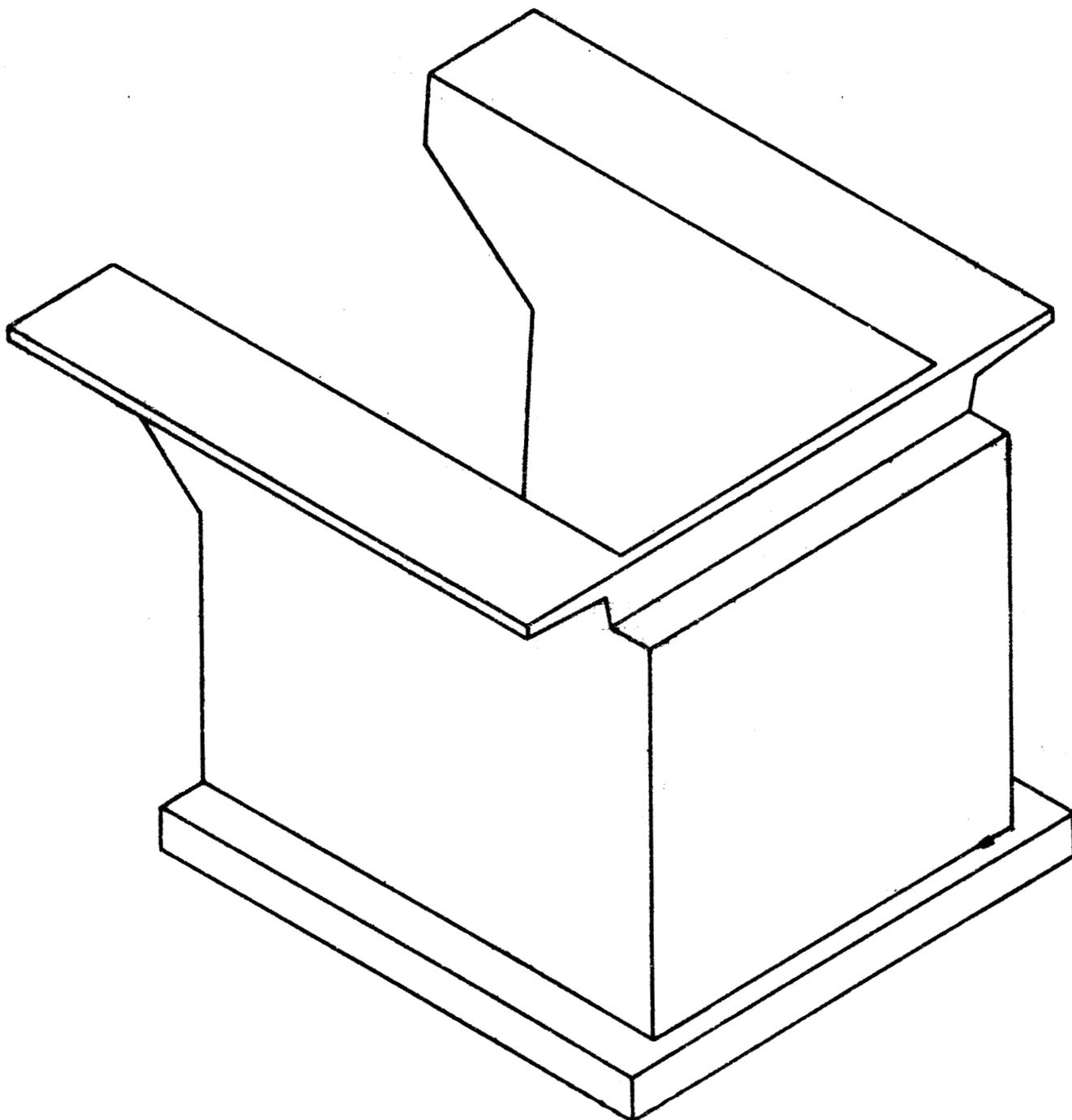
MUR DE FRONT LONG

MUR DE FRONT COURT

**TYPE ÉTROIT**

**(AVEC TROTTOIRS EN ENCORBELLEMENT)**

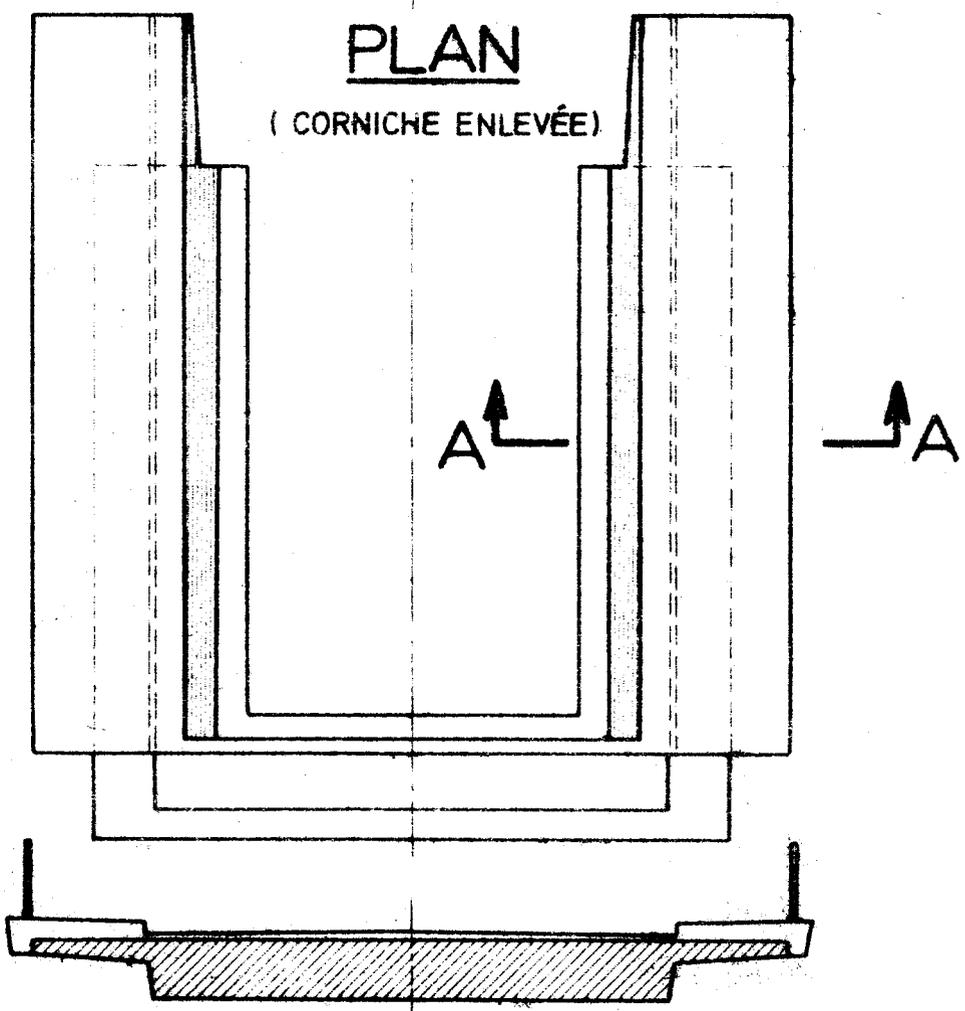
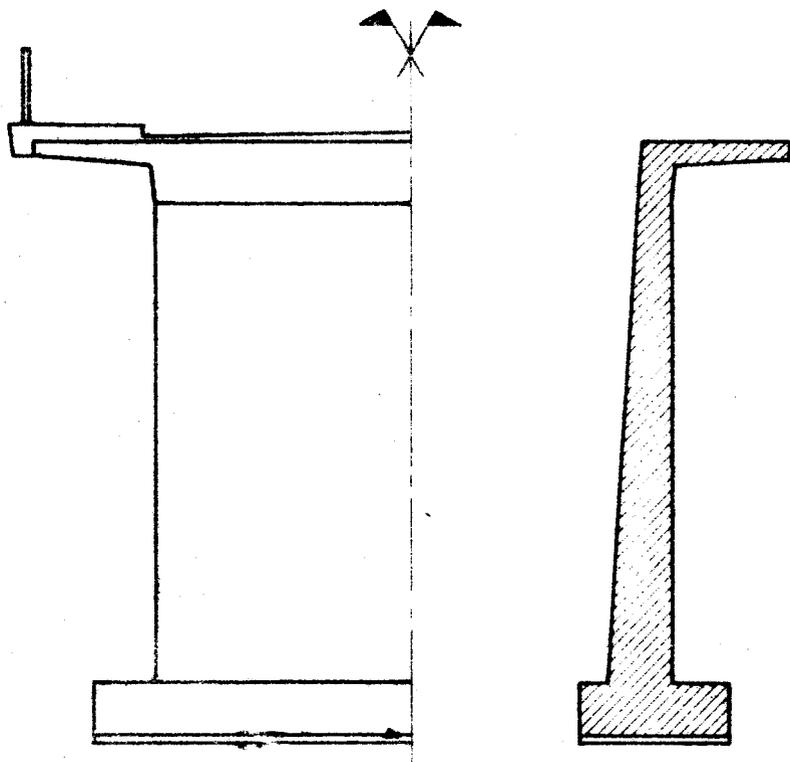
# PERSPECTIVE



NOTA. CE TYPE DE CULÉE PEUT DONNER LIEU A DE NOMBREUSES VARIANTES ET SE PRÊTE PARTICULIÈREMENT BIEN À DES RECHERCHES ARCHITECTURALES (MURS PLANS OU COURBES , ENCORBELLEMENTS VARIABLES, ETC...)

1/2 ÉLÉVATION

1/2 COUPE AA



MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT  
SERVICE SPÉCIAL DES AUTOROUTES

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

CULÉES TYPES

**C.T. 66**

GUIDE "CONCEPTION"

CULÉES PILOTES

Culée creuse

Ce document est propriété de  
l'Administration et ne peut être  
utilisé ou reproduit, même par-  
tiellement, sans l'autorisation du  
Service Spécial des Autoroutes.

**C.5**

DIVISION DES OUVRAGES D'ART  
BP 235 Orly - Aéroport (Seine)  
Tél. 587 51 41

CHEF DU SERVICE  
38 rue Liancourt  
PARIS 14<sup>e</sup> - Tél. 734 37 74

**M. LAURAS** Ing. T.P.E.

**G. MONNERET**  
Ingénieur en Chef

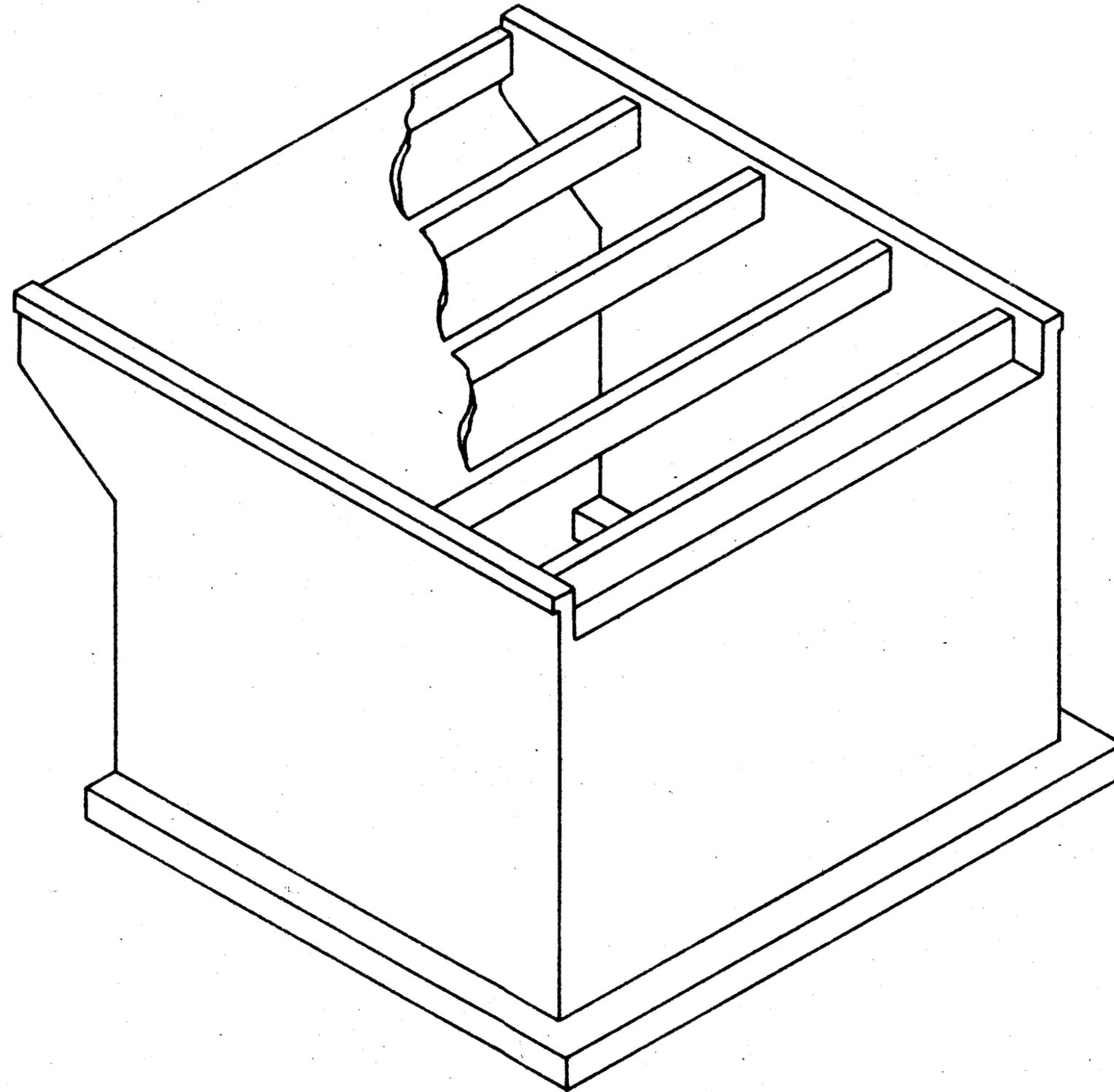
**A. THIEBAULT**  
Ingénieur en Chef

**J. C. LERAY** Ing. P.C.

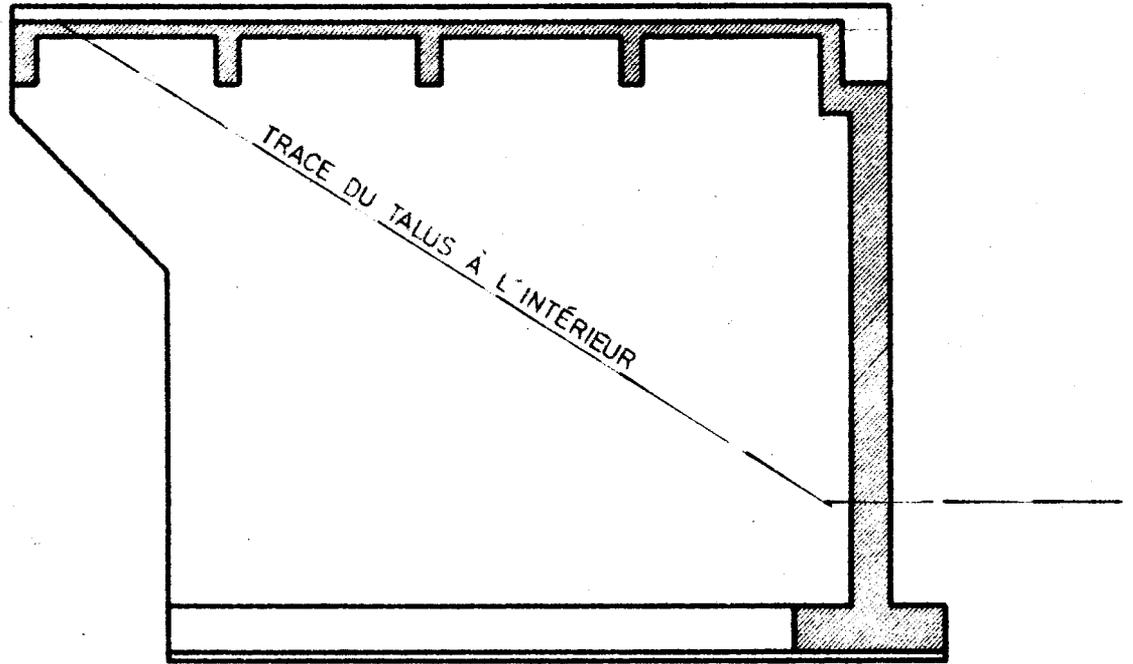
**H. MATHIEU**  
Ingénieur en Chef  
Adjoint au Chef du Service

MAI 1966

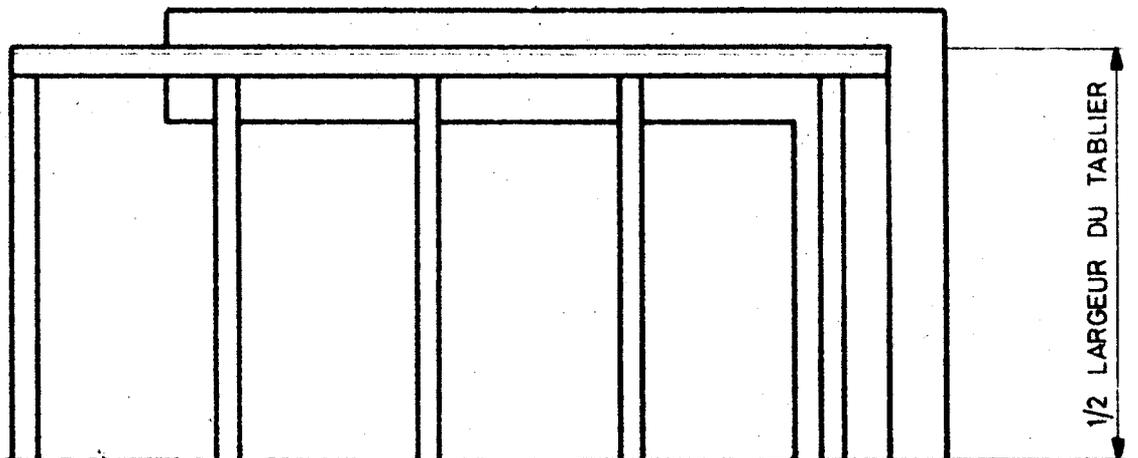
PERSPECTIVE



# COUPE LONGITUDINALE



## 1/2 PLAN (DALLE ENLEVÉE)



MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT  
SERVICE SPÉCIAL DES AUTOROUTES

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

CULÉES TYPES

**C.T. 66**

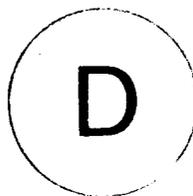
GUIDE "CONCEPTION"

**DIVERS**

**Dispositions et équipements**

**divers**

Ce document est propriété de  
l'Administration et ne peut être  
utilisé ou reproduit, même parti-  
iellement, sans l'autorisation du  
Service Spécial des Autoroutes.



DIVISION DES OUVRAGES D'ART BP 235 Orly - Aéroport (Seine) Tél. 582 51 41		CHEF DU SERVICE 38 rue Liancourt PARIS 14 <sup>e</sup> - Tél. 734 37 74	
<b>M. LAURAS</b> Ing T.P.E.	<b>G. MONNERET</b> Ingénieur en Chef	<b>A. THIEBAULT</b> Ingénieur en Chef	
<b>J. C. LERAY</b> Ing P.C.	<b>H. MATHIEU</b> Ingénieur en Chef Adjoint au Chef du Service		
		<b>MAI 1966</b>	

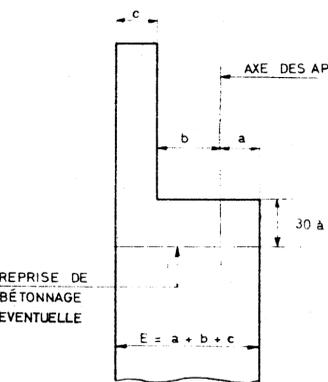
# GARDE - GRÈVE ET SOMMIER D'APPUI

(VOIR NOTA)

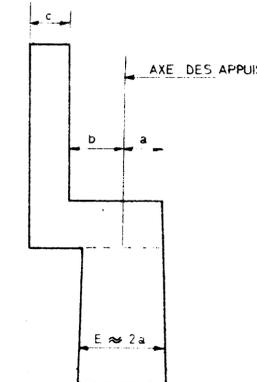
## CAS D'UN OUVRAGE DROIT

### TABLIER EN BÉTON

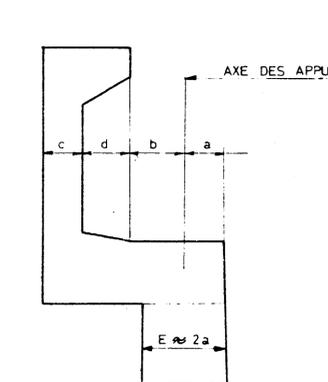
MUR D'ÉPAISSEUR GÉOMÉTRIQUEMENT IMPOSÉE



MUR D'ÉPAISSEUR RÉDUITE

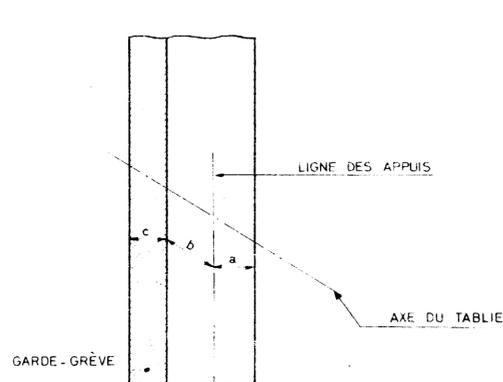


### TABLIER MÉTALLIQUE



## CAS D'UN OUVRAGE BIAIS

(VUE EN PLAN)

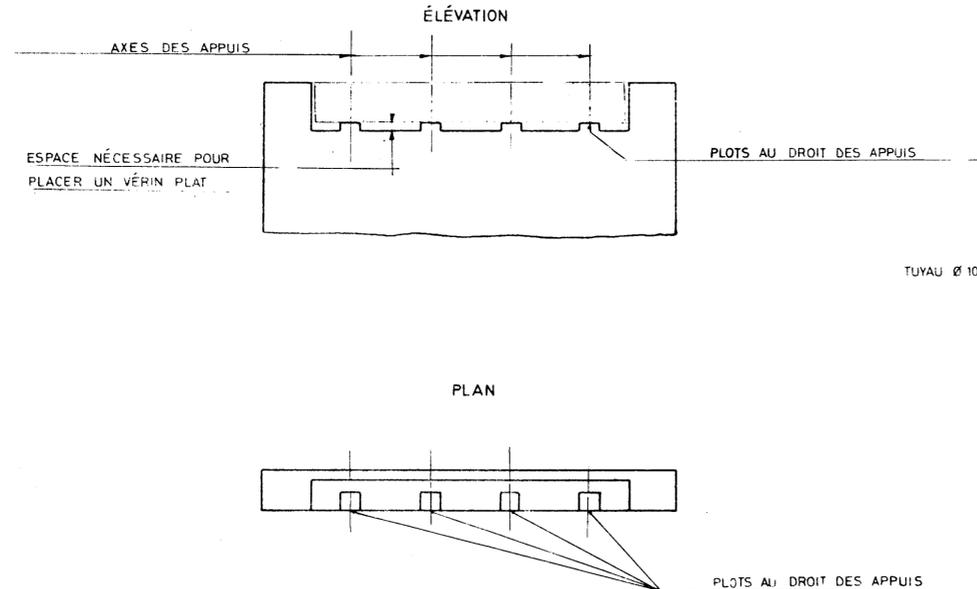


**NOTA** - LES DISPOSITIONS REPRÉSENTÉES CI-DESSUS CORRESPONDENT AU CAS OÙ L'OUVRAGE NE COMPORTE PAS DE DALLE DE TRANSITION.  
 SI L'OUVRAGE COMPORTE UNE DALLE DE TRANSITION (C'EST LE CAS NOTAMMENT DES PASSAGES INFÉRIEURS), DES DISPOSITIONS PARTICULIÈRES SONT À PRÉVOIR À LA PARTIE SUPÉRIEURE DU MUR DE FRONT. POUR TOUT DÉTAIL CONCERNANT CES DISPOSITIONS, ON SE RÉPORTERA AU DOSSIER PILOTE J.A.D.E. 64, MISE À JOUR AVRIL 1966, SOUS DOSSIER D: «DALLE DE TRANSITION».

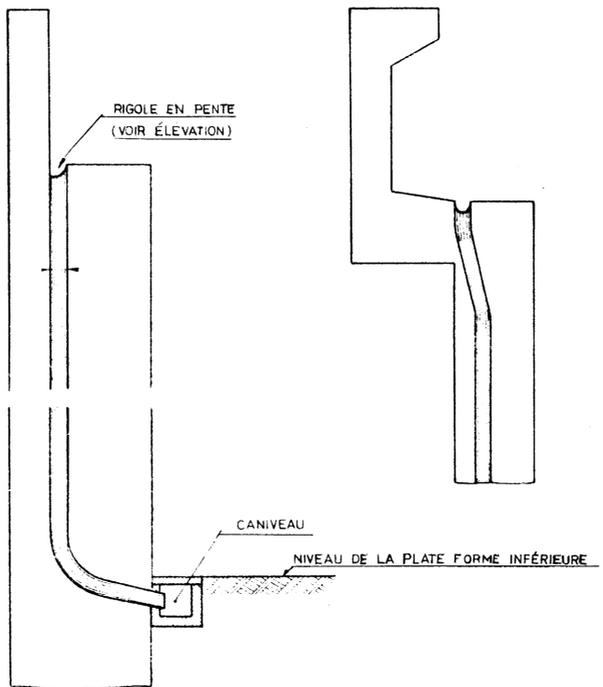
**DIMENSIONS**

- a = 25 à 30 cm.
- b = longueur de l'about de tablier (suivant le type de tablier)
- c = 20 à 30 cm. suivant hauteur et efforts appliqués
- d = espace visitable entre l'about de tablier et le garde-grève (à fixer)

## DISPOSITION EN VUE DE RELEVAGE SUR VÉRINS

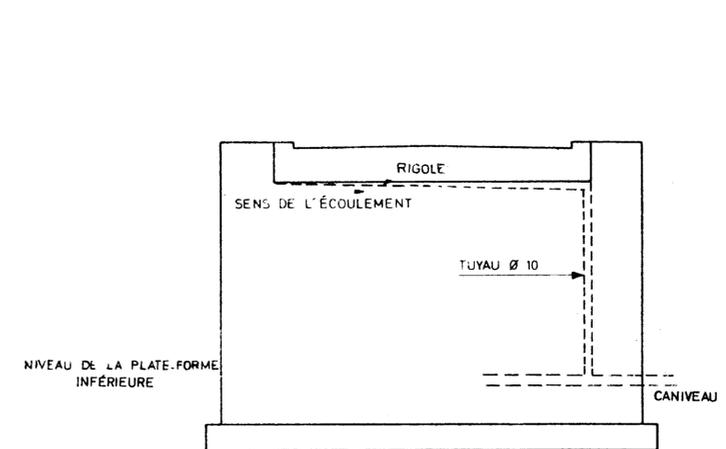


## DÉTAILS



## ÉVACUATION DES EAUX

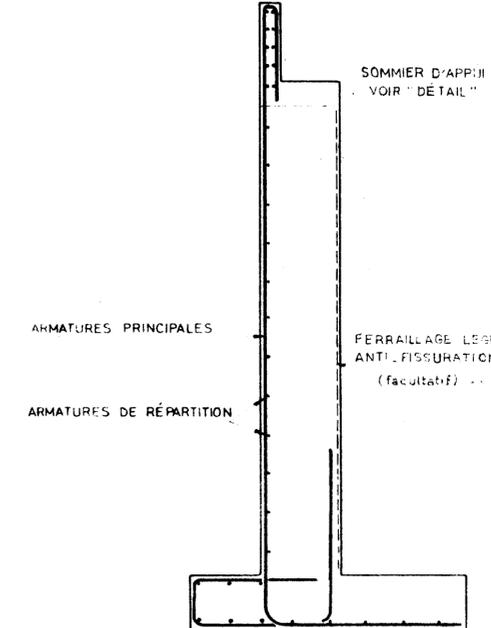
### ÉLEVATION D'ENSEMBLE



**NOTA** - DANS LE CAS D'UNE CULÉE LARGE, ON PEUT ÊTRE AMENÉ À PRÉVOIR PLUSIEURS DESCENTES D'EAU. LES DISPOSITIONS FIGURÉES NE SONT PAS LIMITATIVES.

## FERRAILLAGE (schémas de principe)

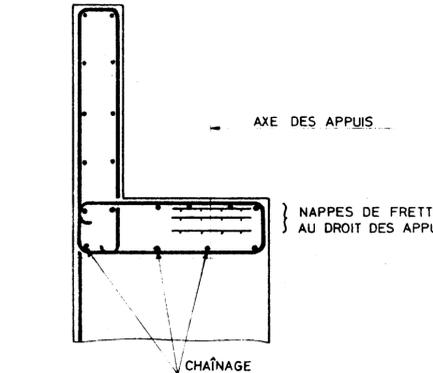
### MUR DE FRONT



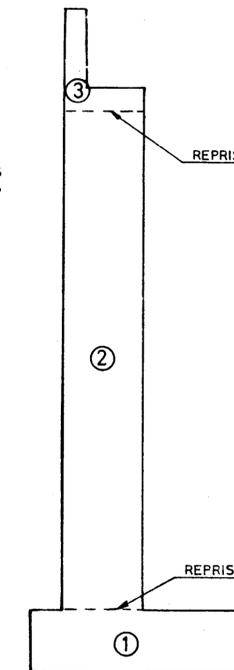
### MURS LATÉRAUX :

LE PRINCIPE DE FERRAILLAGE D'UN MUR EN AILE, OU EN RETOUR, SUR SEMELLE EST ANALOGUE À CELUI DU MUR DE FRONT.

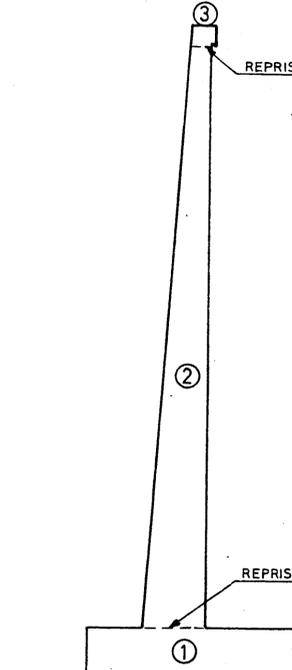
### DÉTAIL DU SOMMIER D'APPUI



## PHASES DE BÉTONNAGE



MUR DE FRONT



MUR LATÉRAL

# RÉFÉRENCES AUX AUTRES DOSSIERS PILOTES DU S.S.A.R.

## ÉQUIPEMENTS

DRAINAGE. J.A.D.E. 64 , Sous-Dossier E , mise à jour Avril 1966

JOINTS ENTRE MURS PI-PO 66

DALLES DE TRANSITION. J.A.D.E. 64 , Sous-Dossier D , mise à jour Avril 1966

CORNICHES . G.C. 66 Sous-Dossier C

BADIGEONNAGE . PI-PO 66

JOINTS DE CHAUSSÉE. J.A.D.E. 64 , Sous-Dossier J , mise à jour Avril 1966

## FONDATIONS

FONDATIONS SUPERFICIELLES . F.O.C.S. 64

FONDATIONS PROFONDES.

- \_ Catalogue C.A.T. 66 , chapitre XIII
- \_ Calcul de la fondation d'une culée sur pieux  
chapitre III, pièce 5 - A et C
- \_ Calcul électronique d'une fondation sur pieux  
(cas où le système de pieux n'est pas plan)

DANS LE CAS  
DE FONDATIONS  
HYPERSTATIQUES

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT  
SERVICE SPÉCIAL DES AUTOROUTES

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

CULÉES TYPES

**C.T. 66**

GUIDE " DIMENSIONNEMENT "

2

DIVISION DES OUVRAGES D'ART  
B.P 235 Orly - Aéroport (Seine)  
Tél . 587 51 41

CHEF DU SERVICE  
38, rue Liancourt  
PARIS 14<sup>e</sup> - Tél 734 37 74

**M. LAURAS** Ing. T.P.E.

**G. MONNERET**  
Ingénieur en Chef

**A. THIÉBAULT**  
Ingénieur en Chef

**J. C. LERAY** Ing. P.C.

**H. MATHIEU**  
Ingénieur en Chef  
Adjoint au Chef du Service

MAI 1966

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT  
SERVICE SPÉCIAL DES AUTOROUTES

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

CULÉES TYPES

**C.T. 66**

GUIDE " DIMENSIONNEMENT "

**Généralités sur le prédimensionnement  
et l'avant-métré**

Ce document est propriété de l'Administration et ne peut être utilisé ou reproduit, même partiellement, sans l'autorisation du Service Spécial des Autoroutes.

2.1

DIVISION DES OUVRAGES D'ART  
BP 235 Orly - Aéroport (Seine)  
Tél 587 51 41

CHEF DU SERVICE  
38 rue Liancourt  
PARIS 14<sup>e</sup> - Tél 734 37 74

**M. LAURAS** Ing. T.P.E.

**G. MONNERET**  
Ingénieur en Chef

**A. THIEBAULT**  
Ingénieur en Chef

**J. C. LERAY** Ing. P.C.

**H. MATHIEU**  
Ingénieur en Chef  
Adjoint au Chef du Service

MAI 1966

①

## LES DONNEES DU PREDIMENSIONNEMENT

Elles sont liées aux quatre facteurs ci-après :

I.1. La géométrie :

- longueur des murs
- hauteur totale
- profondeur des fondations
- biais des éléments

I.2. La structure :

- éléments indépendants ou solidaires
- en voiles simples ; en voiles minces à contreforts (ou nervurés)

I.3. Les caractéristiques des matériaux :

Limites de contrainte admissibles économiques

- du béton  $\bar{\sigma}_b$  admissible économique
- de l'acier  $\bar{\sigma}_a$  admissible

I.4. Les efforts appliqués :

- Poids propre
  - Poussée des terres
  - Réactions verticales
  - Réactions horizontales
  - Surcharges sur couverture (culée creuse), sur dalle de transition, sur remblai
- } du tablier

②

## LA SUITE DES OPERATIONS DE PREDIMENSIONNEMENT

L'ordre logique est le suivant :

2.1. CAS D'UNE STRUCTURE INDEPENDANTE

- Garde-grève
- Partie verticale des murs
- Largeur et excentrement des semelles  
ou nombre et position des pieux

## 2.2. CAS D'UNE STRUCTURE SOLIDAIRE

- Garde- grève
- Partie verticale des murs latéraux
- Partie verticale du mur de front
- Largeur et excentrement des semelles  
ou nombre et position des pieux

3

### L' AVANT - METRE

#### 3.1. Les postes de l'avant-métré

Ils sont définis à l'organigramme ci-après

#### 3.2. L'estimation des armatures

La règle de " POURCENTAGE " ci-après est applicable au cas de culées courantes en voiles simples , telles qu'elles sont définies aux dessins .

ORDRE DE GRANDEUR : 30 à 50 kg d'acier H.A. par m<sup>3</sup> de béton , suivant le type de mur considéré et dans le cas d'un dimensionnement minimal avec un béton de qualité moyenne .

$$( \bar{\sigma}_b = 100 \text{ kg /cm}^2 )$$

Ce pourcentage est à modifier éventuellement en fonction:

- du type de structure adoptée  
( voiles minces à contreforts ou nervurés , culée creuse )
- des performances du béton et de l'acier

# POSTES DE L'AVANT-MÉTRÉ

CAS DE FONDATIONS SUPERFICIELLES

CAS DE FONDATIONS PROFONDES

fourniture de pieux,  
mise en œuvre,  
plus-values pour  
installation de chantier

Fouilles pour fondations

Remblaiement de fouilles

Béton de propreté

Béton de semelle

Béton de mur

Coffrages ordinaires

Coffrages fins

Armatures

Badigeonnage de la face  
arrière des murs

Drainage derrière  
les murs

Divers : joints, etc...

Somme à valoir

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT  
SERVICE SPÉCIAL DES AUTOROUTES

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

CULÉES TYPES

**C.T. 66**

GUIDE " DIMENSIONNEMENT "

**Le prédimensionnement des culées  
à éléments indépendants**

Ce document est propriété de  
l'Administration et ne peut être  
utilisé ou reproduit même par-  
tiellement, sans l'autorisation du  
Service Spécial des Autoroutes.

2.2

DIVISION DES OUVRAGES D'ART  
BP 235 Orly - Aérogare (Seine)  
Tél 587 51 41

CHEF DU SERVICE  
38, rue Liancourt  
PARIS 14<sup>e</sup> - Tél 734 37 74

**M. LAURAS** Ing. T.P.E.

**G. MONNERET**  
Ingénieur en Chef

**A. THIEBAULT**  
Ingénieur en Chef

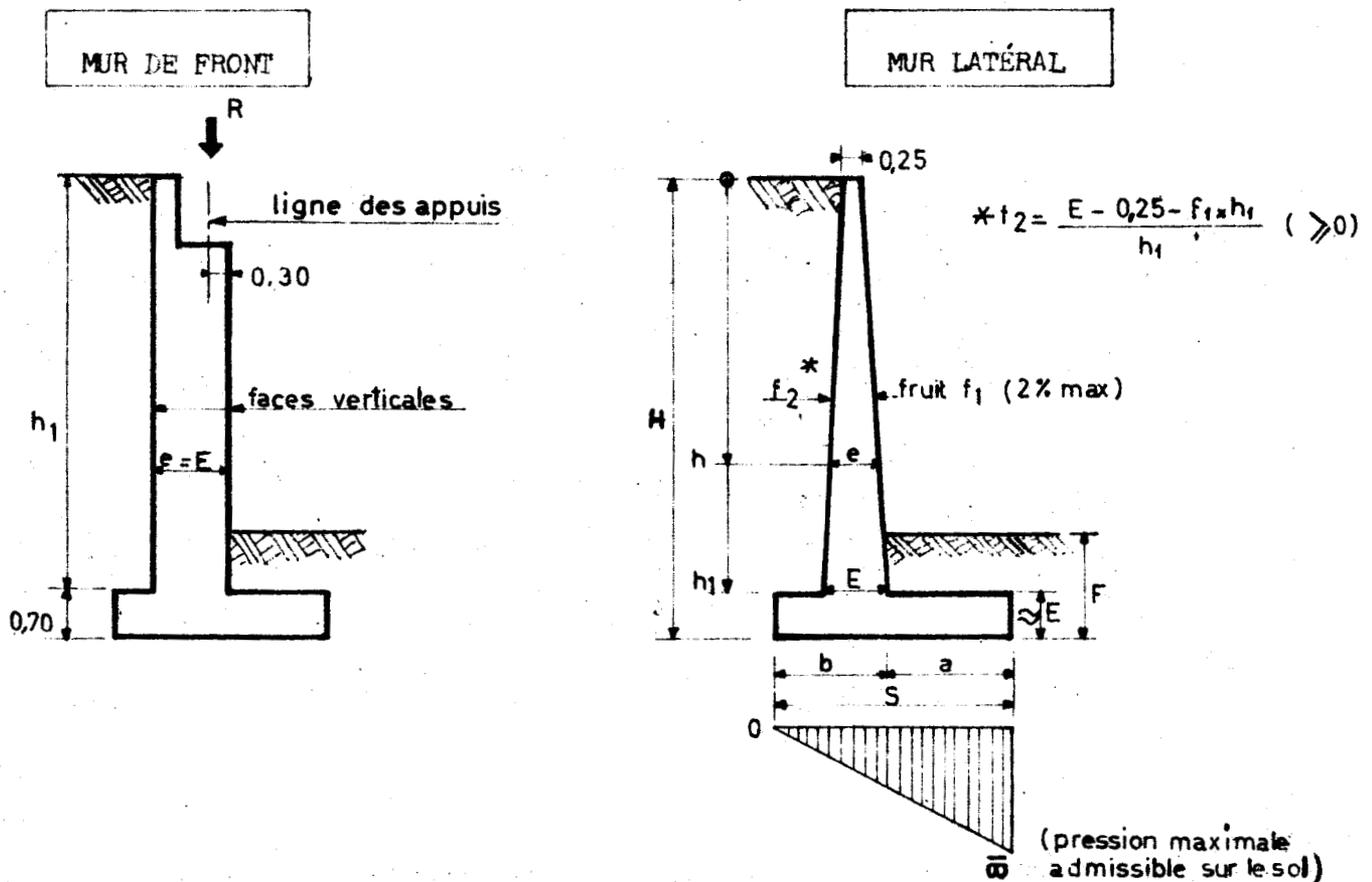
**J. C. LERAY** Ing. P.C.

**H. MATHIEU**  
Ingénieur en Chef  
Adjoint au Chef du Service

MAI 1966

PREAMBULE

La présente pièce a pour but de permettre un prédimensionnement rapide, à l'aide d'abaques des éléments des culées en structure indépendante définis aux figures ci-dessous.



MUR DE FRONT : épaisseur  $E$  constante; ligne des appuis à  $0,30$  m en arrière de la face vue.

Nota : Si le mur comporte un léger fruit à l'avant, le prédimensionnement concernant le mur d'épaisseur constante peut lui être valablement appliqué ( au décalage près de la ligne d'action de  $R$  ).

MUR LATÉRAL : épaisseur au sommet de  $0,25$  m ; fruit éventuel ( max. 2% ) sur la face vue ; épaisseur de la semelle sensiblement égale à l'épaisseur  $E$  du mur à sa base.

## 2 - PREDIMENSIONNEMENT DE LA PARTIE VERTICALE DES MURS

### 2.1. MUR DE FRONT

#### 2.1.1. Garde grève

On peut appliquer la règle simple suivante :

$$\text{épaisseur} \begin{cases} 20 \text{ cm jusqu'à } 1,20 \text{ m de hauteur.} \\ 25 \text{ cm de } 1,20 \text{ m à } 2,00 \text{ m de hauteur} \\ 30 \text{ cm au-delà de } 2,00 \text{ m de hauteur} \end{cases}$$

#### 2.1.2. Mur proprement dit

Il suffit de déterminer E à la base du mur ( profondeur  $h_1$  ). On lira cette valeur sur l'abaque (1), les paramètres d'entrée étant  $h_1$  et R ( réaction pondérée d'appui du tablier par mètre de mur ).

### 2.2. MUR LATERAL

On déterminera E à la base et on vérifiera qu'à toute profondeur h l'épaisseur e ( définie par la géométrie du mur ) est au moins égale à celle lue sur l'abaque. Les valeurs de e seront lues sur l'abaque (2), le seul paramètre d'entrée étant h.

La condition suivante devra être réalisée:

$$E \geq 0,25 + f_1 \times h_1$$

S'il n'en était pas ainsi, le parement arrière serait en surplomb : Si on veut l'éviter, on donnera à l'épaisseur cette dernière valeur :  $0,25 + f_1 \times h$  ( le parement arrière sera alors vertical ).

## PREDIMENSIONNEMENT DES SEMELLES

Le prédimensionnement donné par les abaques s'applique uniquement aux semelles de fondation superficielles.

Ces abaques, en principe exclusivement applicables aux murs sans réaction verticale en tête ( murs latéraux ), sont néanmoins utilisables pour le prédimensionnement du mur de front : la méthode est indiquée plus loin ( cf. 3.2 )

Le critère choisi est l'obtention d'un diagramme triangulaire des pressions sur le sol : pression nulle sous l'arête arrière, maximale sous l'arête avant.

### 3.1. SEMELLE D'UN MUR LATERAL

Les abaques " SEMELLE " donnent, par lecture directe, les dimensions  $a$  et  $b$  de la semelle ; les paramètres d'entrée sont  $H$  ( hauteur totale, y compris la fondation ) et  $F$  ( profondeur de la fondation ).

Ces abaques sont constitués chacun par 2 réseaux de 2 ou 3 courbes :

- l'un de ces réseaux donne  $a$ , avec 2 ou 3 valeurs de  $F$  ( 1,50 - 2,00 - 2,50 m )
- l'autre donne  $b$ , avec les mêmes valeurs de  $F$

De plus, on trouvera sur les 4 derniers abaques la courbe de  $S = a + b$  pour une valeur moyenne de  $F$  ( 2,00 m ).

### 3.2. SEMELLE DU MUR DE FRONT

On procédera en plusieurs phases.

1ère phase : On se réfère à l'abaque correspondant à la pression admissible  $m$  que l'on s'est fixée avec les paramètres d'entrée  $H$  et  $F$  qui sont des données invariables pour le cas étudié.

On lit  $a_1$  et  $b_1$  et on en déduit  $S_1 = a_1 + b_1$

On calcule alors le supplément de pression apporté par la seule réaction verticale R du tablier ( le freinage n'est pas à considérer ici ), par application de la formule donnant la pression et relative à une longueur de mur de 1m. qui s'écrit dans ce cas :

$$\Delta \omega_1 = \frac{R}{S} (1 + \varepsilon \frac{6c}{S})$$

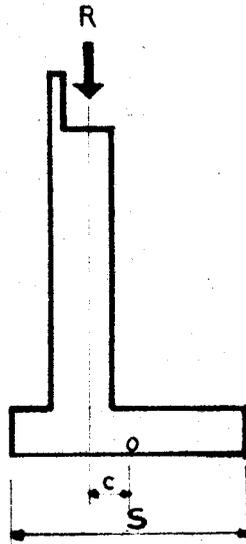
formule dans laquelle :

$\varepsilon$  est un coefficient qui dépend de l'arête considérée :

$\varepsilon = + 1$  pour l'arête avant

$\varepsilon = - 1$  pour l'arête arrière

c ( excentrement de R par rapport à O, milieu de la semelle ) est une valeur algébrique affectée du signe :



- + si la ligne d'action de R passe entre O et l'arête avant
- dans le cas contraire ( celui de la figure

La pression totale sous l'arête avant devient  $\bar{\omega} + \Delta \omega_1$ . Si  $\Delta \omega_1$  est faible vis à vis de  $\bar{\omega}$ , on peut considérer comme valables les dimensions trouvées  $a_1$  et  $b_1$ .

Si, au contraire,  $\Delta \omega_1$  est important vis à vis de  $\bar{\omega}$ , on procède, en 2<sup>ème</sup> phase, à un ajustement du prédimensionnement.

2<sup>ème</sup> phase : On se réfère à l'abaque correspondant à la pression admissible qui est immédiatement inférieure à celle que l'on s'est fixée ( par exemple 2,0 kg/cm<sup>2</sup> si l'on s'était fixé 2,5 kg/cm<sup>2</sup> ).

On procède au calcul de  $\Delta \omega_2$  comme précédemment, à partir des valeurs  $a_2$  et  $b_2$  lues sur l'abaque.

On réitérera autant de fois qu'il est nécessaire.

n<sup>ème</sup> et dernière phase : C'est la vérification des résultats obtenus.

On évaluera par le calcul direct les pressions sous les arêtes par application de la formule générale :

$$\omega = \frac{N}{S} + \varepsilon \frac{6M_0}{S^2}$$

formule dans laquelle :

- N est la résultante des forces verticales
- $M_0$  est le moment résultant par rapport au milieu 0 de la semelle  
( g a la même signification que précédemment )

La pression sous l'arête avant doit avoir même valeur que celle obtenue en avant-dernière phase.

Le calcul est simple et rapide, puisque tout est connu.

#### REMARQUE

Si cette dernière vérification est suffisante pour une étude sommaire, il y aurait lieu, dans une étude plus poussée, de vérifier que la stabilité de la semelle est toujours assurée dans les différents cas de charge possibles.

#### 4 - BASES AYANT SERVI A L'ETABLISSEMENT DES ABAQUES

Les abaques ont été établis d'après les valeurs courantes des paramètres ci-après :

- Masse volumique du béton : 2,5 t/m<sup>3</sup>
- Masse volumique du remblai : 2,0 t/m<sup>3</sup>
- Coefficient de poussée ( Composante horizontale ) = 0,30
- Surcharge du remblai ( Murs latéraux seulement ) = 1 t/m<sup>2</sup>
- Contrainte admissible du béton, pondérée = 100 kg/cm<sup>2</sup>
- Contrainte admissible de l'acier, pondérée  $\frac{\sigma_a}{\sigma_b}$  = 27 kg/cm<sup>2</sup>
- Enrobage des barres = 3 cm
- Pression admissible sur le sol = 1,0 - 1,5 - 2,0 - 2,5 - 3,0 kg/cm<sup>2</sup>

et dans les hypothèses suivantes :

- Adoption d'un diagramme triangulaire des pressions sur le sol ( pression nulle à l'arrière, maximale à l'avant )
- On néglige la butée à l'avant
- Sur le mur de front, pas de surcharge du remblai ( présence d'une dalle de transition ), mais force horizontale de freinage appliquée en tête de 2 t par mètre courant de mur ( abaque 1 ).

5 - DONNEES DU PROJET ( permettant l'utilisation des abaques )

Les paramètres d'entrée dans les abaques ont été définis précédemment en 2.1.2 , 2.2 , 3.1 et 3.2.

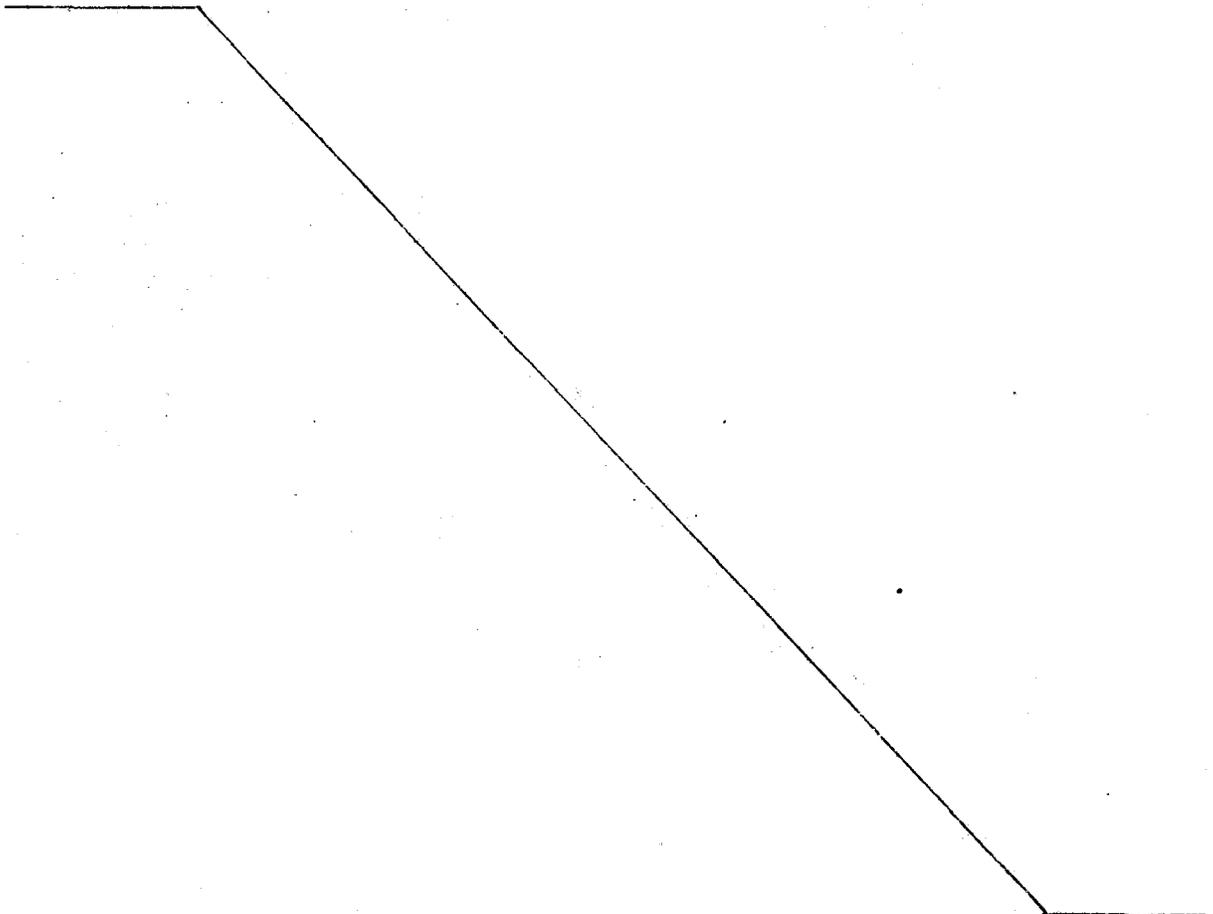
En ce qui concerne le mur de front, on tiendra compte des indications suivantes : le cas le plus défavorable pour le prédimensionnement, tant de la partie verticale que de la semelle, est généralement obtenu par la prise en compte de la réaction verticale maximale du tablier ( cf. abaque 1 ).

REMARQUE

Lorsqu'un mur en retour comporte une extrémité en console, on répartira les efforts supplémentaires qui en résultent ( poussée des terres notamment ) sur la partie de hauteur constante et la semelle qui lui est associée.

6 - ABAQUES

Voir ci après



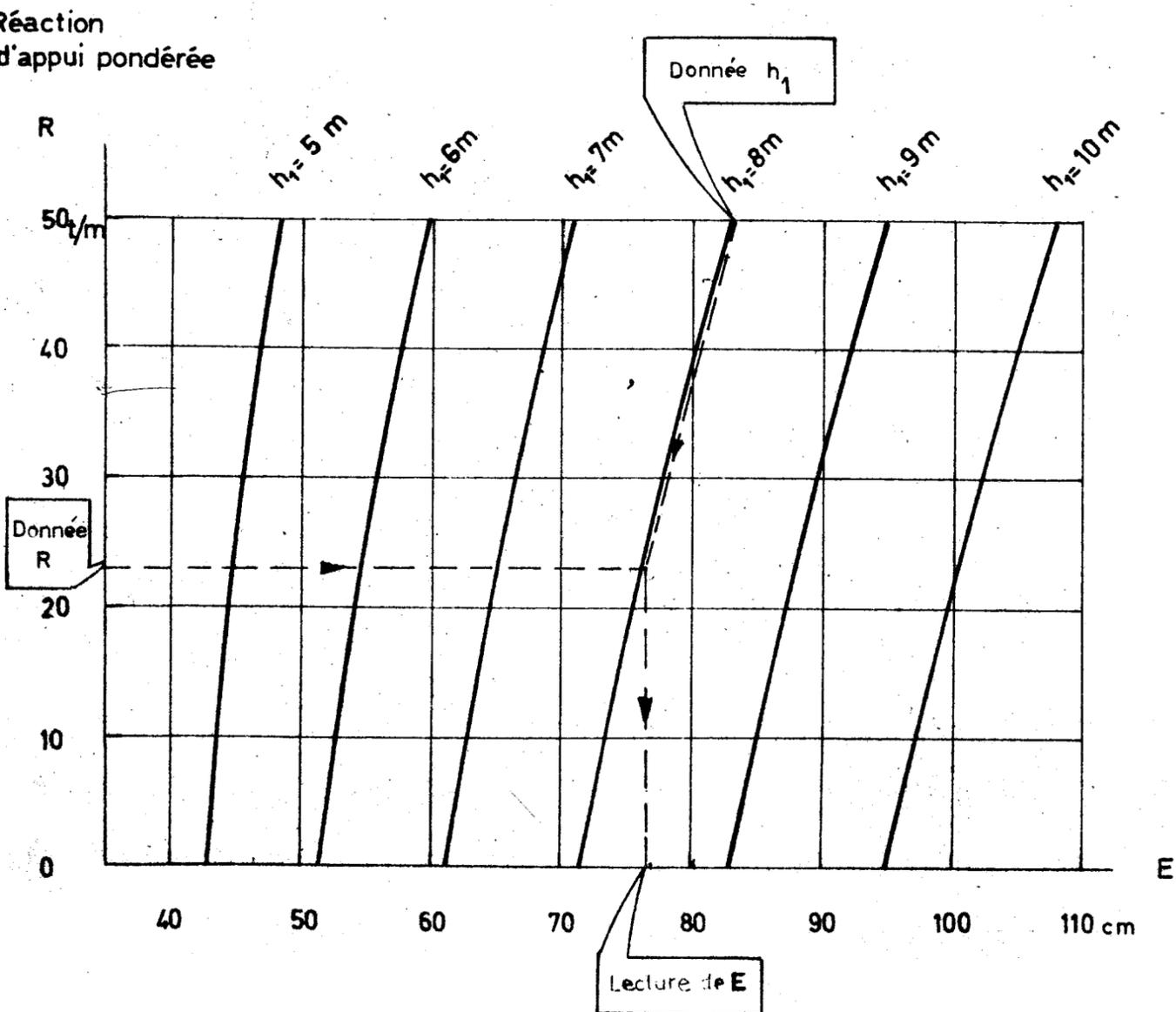
# ABAQUES

Abaques 1 et 2 : partie verticale des murs ( 2 abaques)

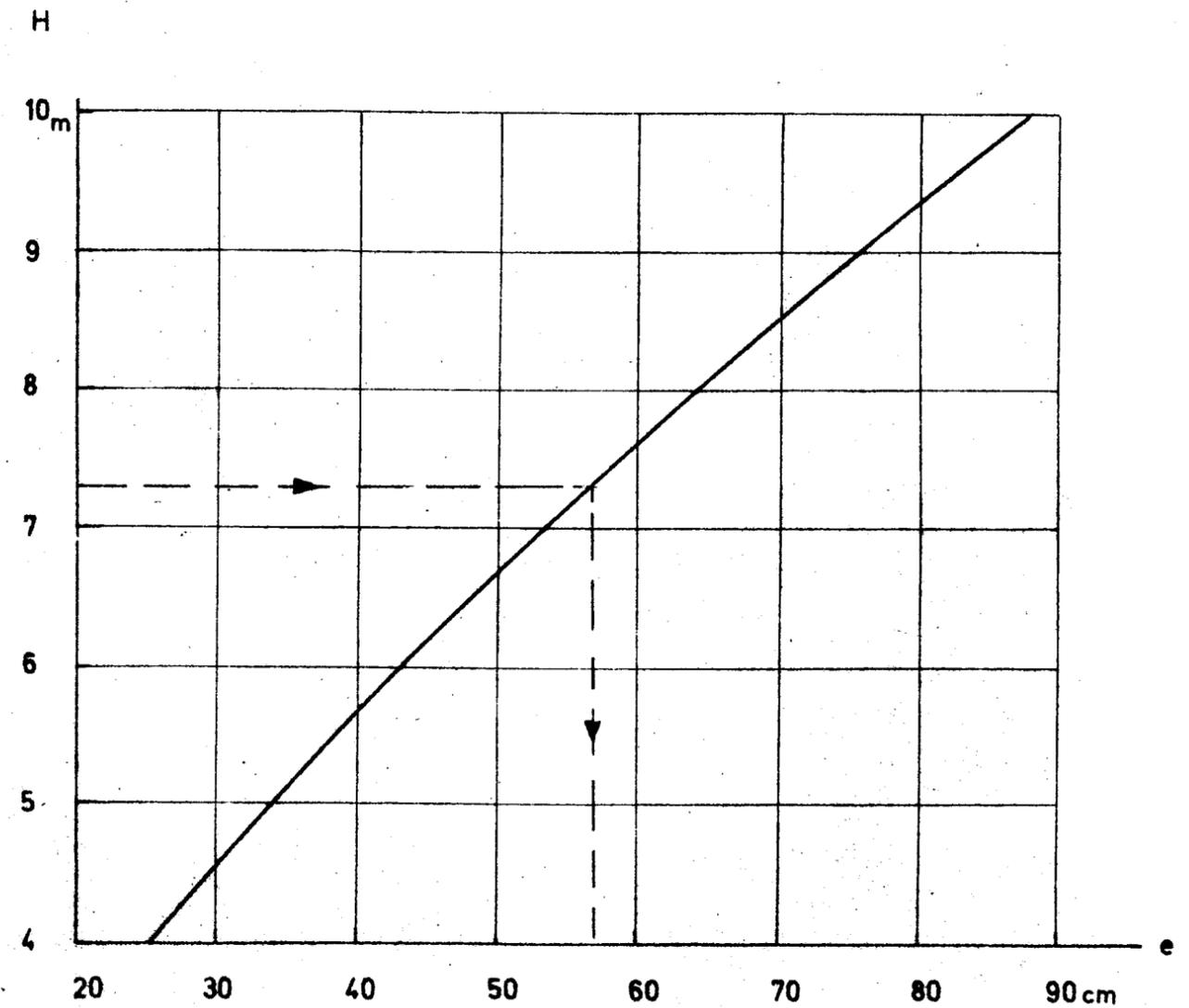
Abaques 3 : semelles ( 5 abaques)

# 1 et 2 : PARTIE VERTICALE

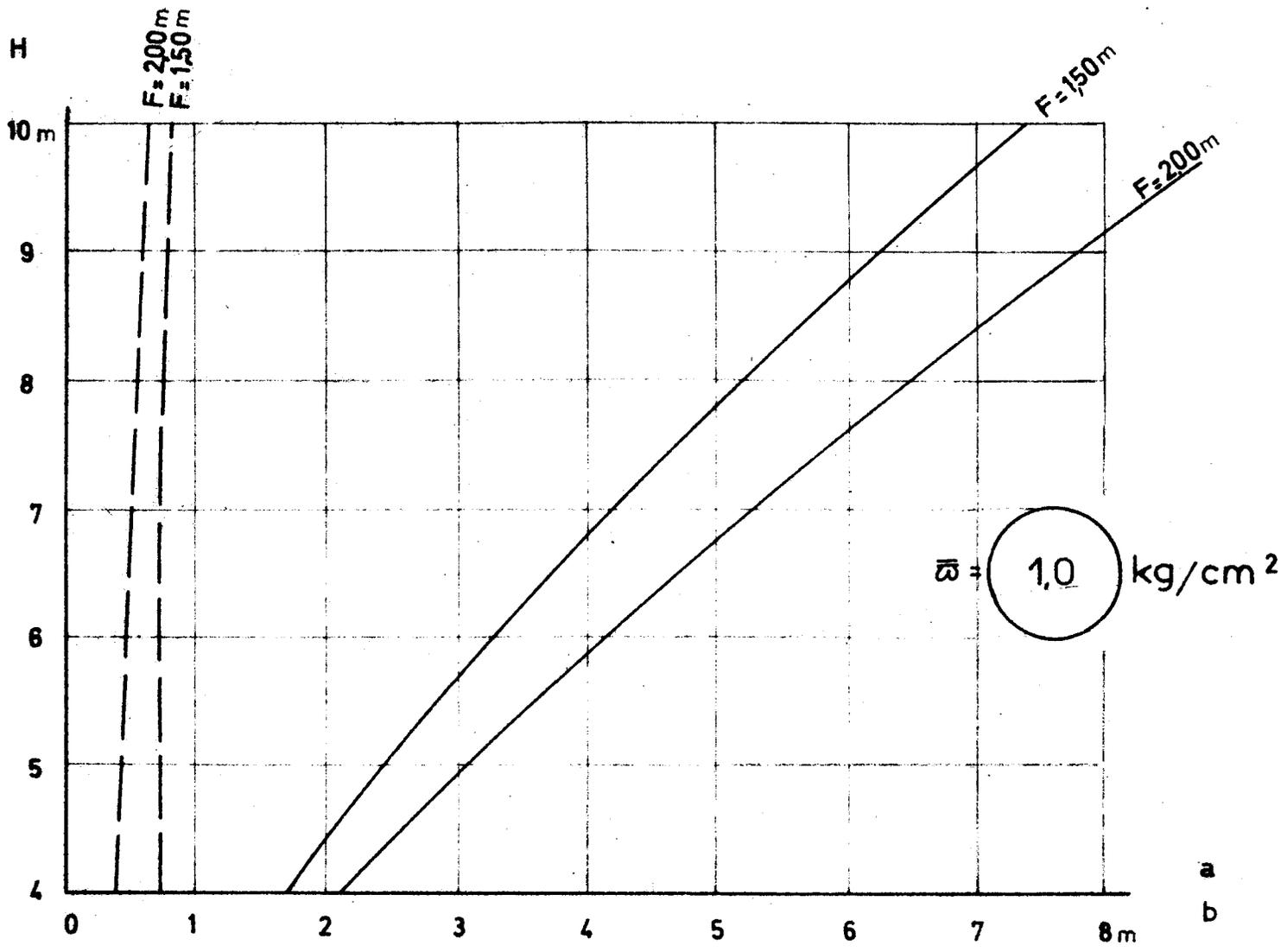
## 1. MUR DE FRONT



## 2. MURS LATÉRAUX



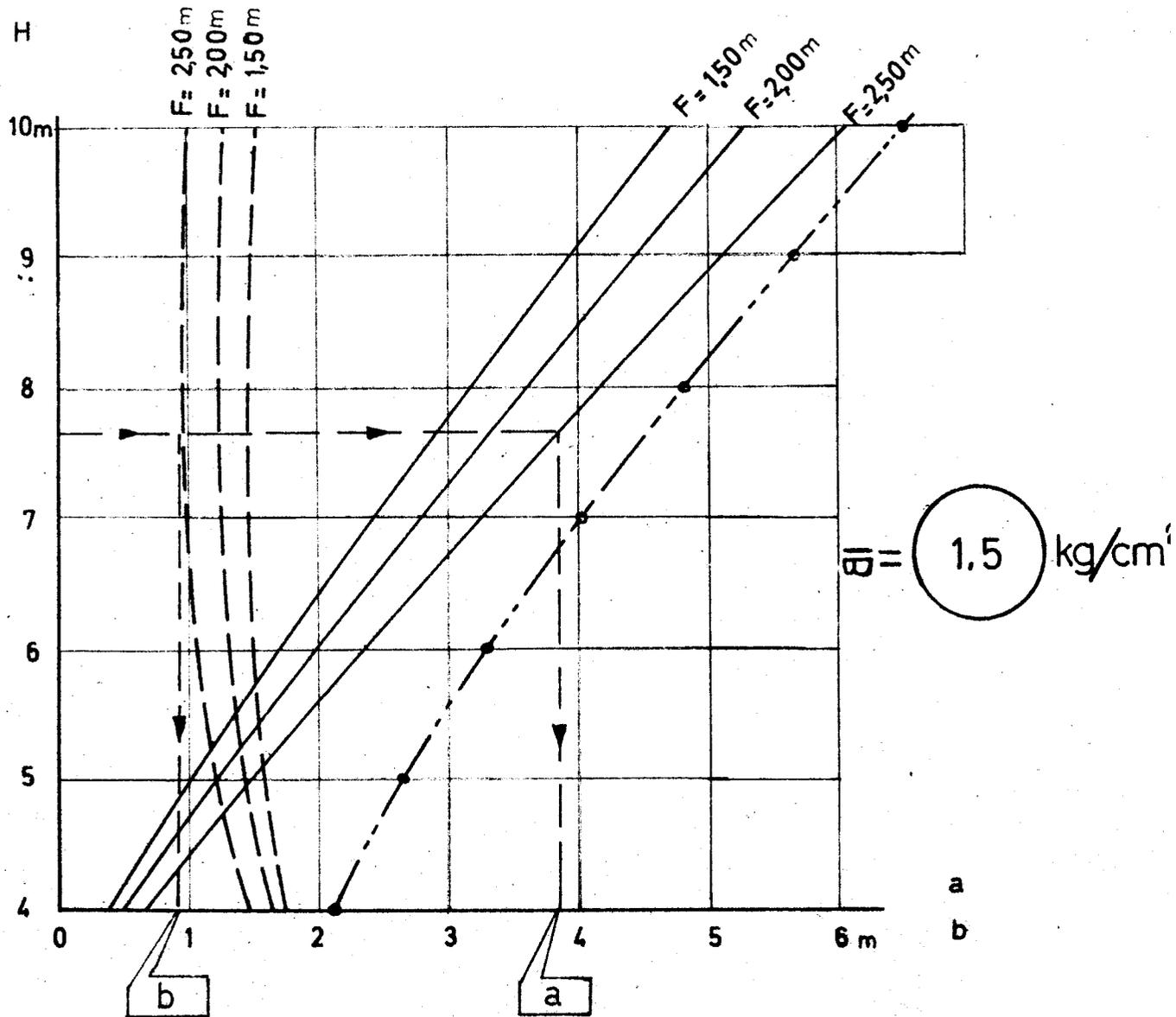
**NOTA** - L'abaque ci-dessus concerne une tranche de mur de 1 m de longueur



LÉGENDE.

- Courbes de a
- - - - - Courbes de b

# 3 : S E M E L L E S

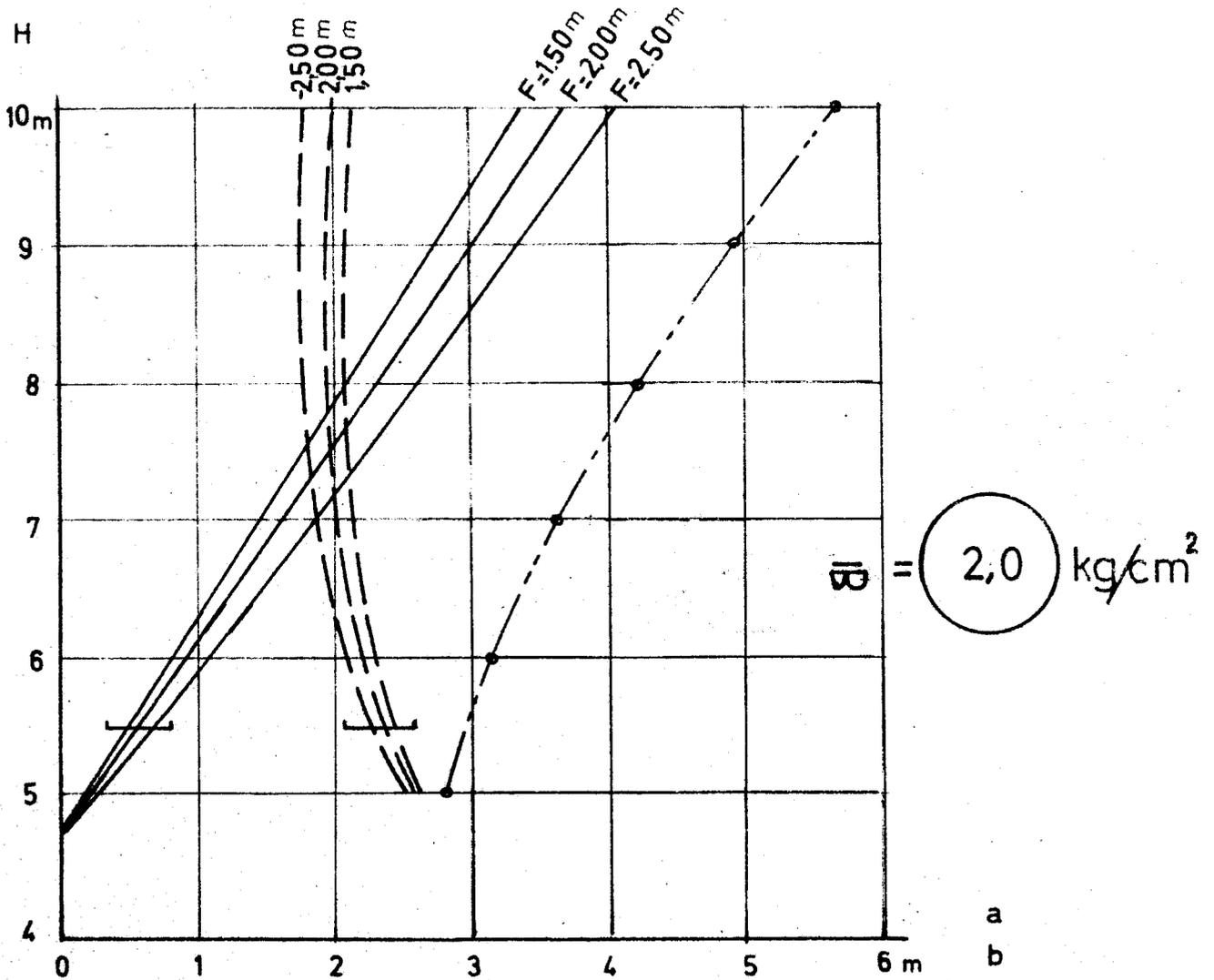


**LÉGENDE** - (Abaques de  $\bar{\omega} = 1,5-2,0-2,5-3,0 \text{ kg/cm}^2$ )

- Courbes de  $a$
- - - Courbes de  $b$
- · · Courbe de  $S = a + b$  (pour  $F = 2,00 \text{ m}$ )

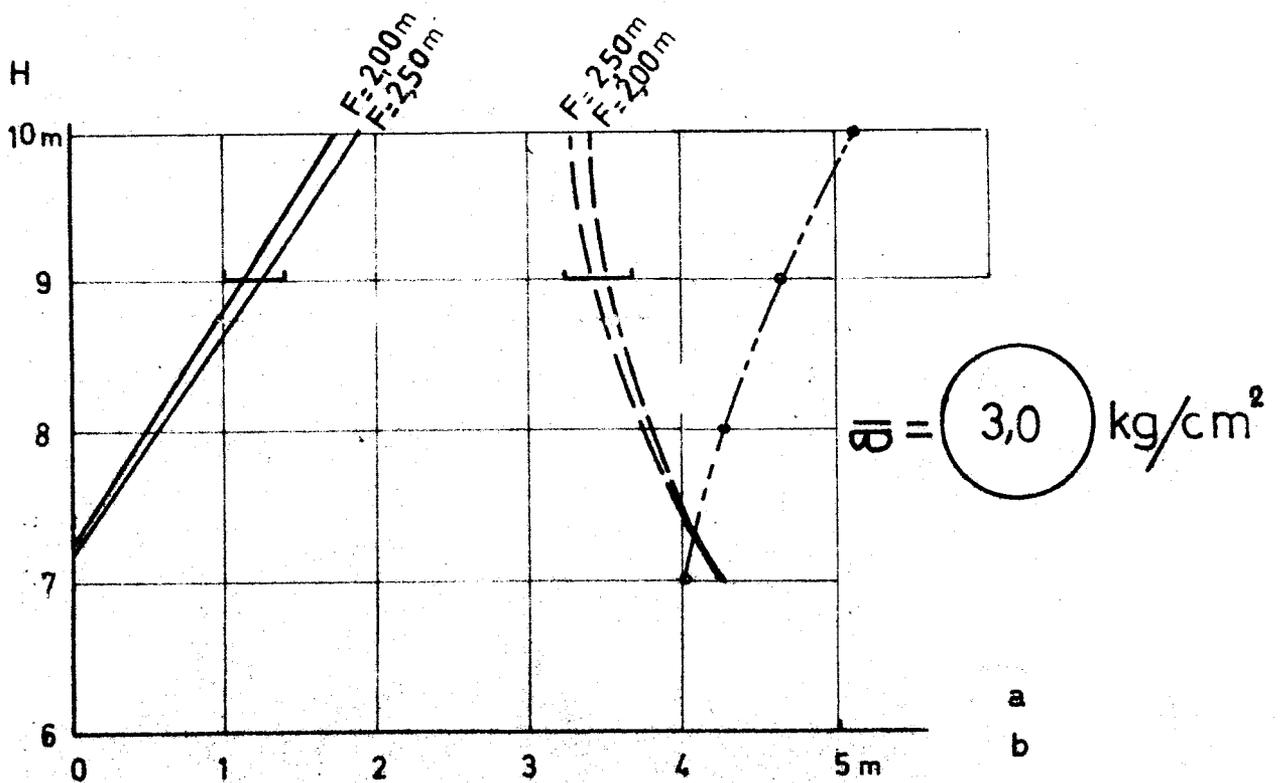
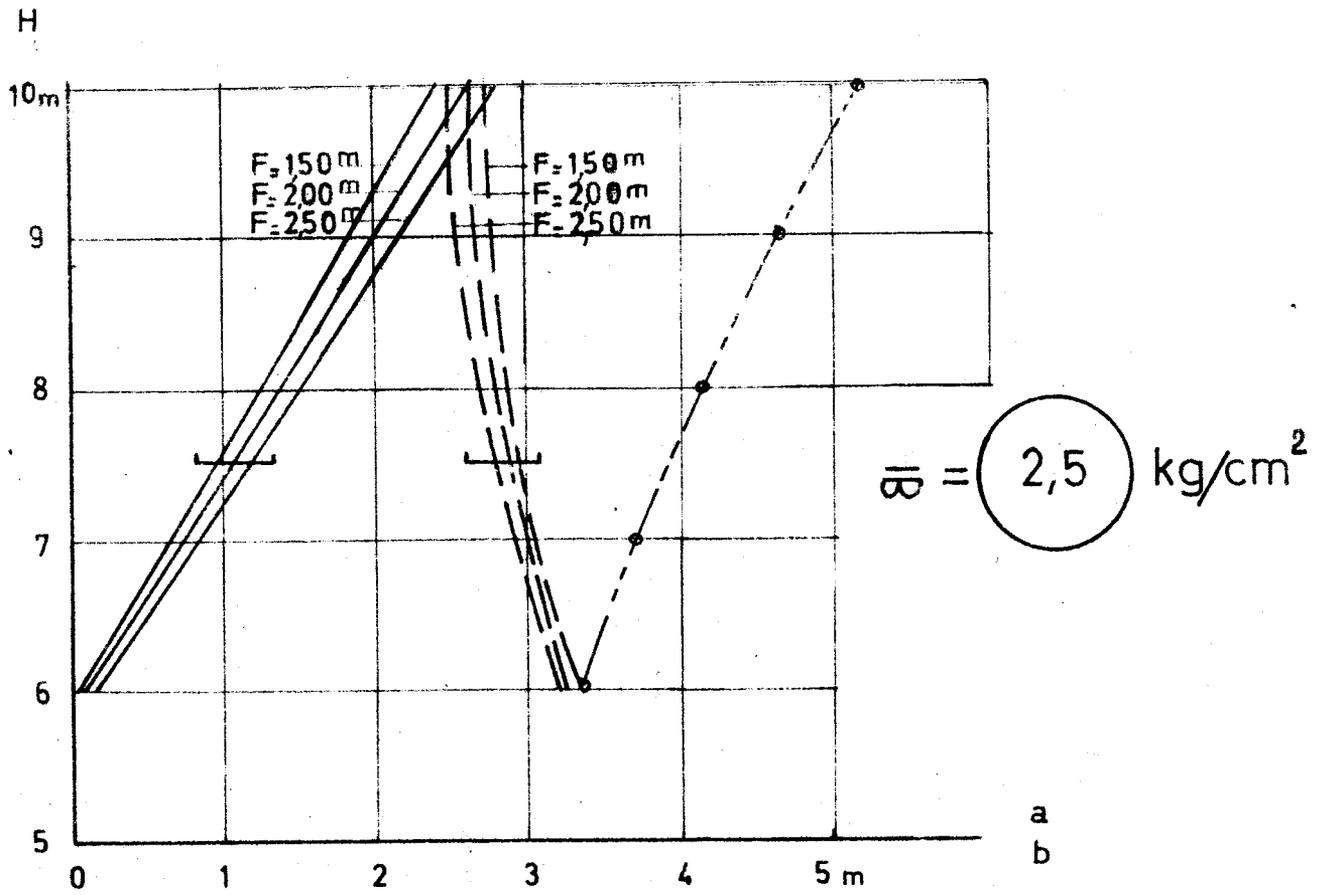
Murs latéraux : lecture directe

Murs de front : lecture par itération ( cf. 3.2 )



**NOTA** — (Abaques de  $\bar{\sigma} = 2,0 - 2,5 - 3,0 \text{ kg/cm}^2$ )

Le signe  $\text{—}$  indique la hauteur approximative au-dessous de laquelle il n'est pas économique de faire travailler le sol de fondation à une pression atteignant celle de l'abaque, même si la qualité du sol le permet,



MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT  
SERVICE SPÉCIAL DES AUTOROUTES

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

CULÉES TYPES

**C.T. 66**

EXEMPLE D'APPLICATION

3

DIVISION DES OUVRAGES D'ART  
B.P. 235 Orly - Aérogare (Seine)  
Tél. 587 51 41

CHEF DU SERVICE  
38, rue Liancourt  
PARIS 14<sup>e</sup> - Tél. 734 37 74

**M. LAURAS**

Ing. T.P.E.

**G. MONNERET**

Ingénieur en Chef

**A. THIÉBAULT**

Ingénieur en Chef

**J. C. LERAY**

Ing. P.C.

**H. MATHIEU**

Ingénieur en Chef  
Adjoint au Chef du Service

MAI 1966

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT  
SERVICE SPÉCIAL DES AUTOROUTES

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

CULÉES TYPES

**C.T. 66**

EXEMPLE D'APPLICATION

**La conception - Le prédimensionnement**  
**L'avant-métré**

Ce document est propriété de l'Administration et ne peut être utilisé ou reproduit, même partiellement, sans l'autorisation du Service Spécial des Autoroutes.

**3.1**

DIVISION DES OUVRAGES D'ART  
BP 235 Orly - Aérogare (Seine)  
Tél. 587 51 41

CHEF DU SERVICE  
38 rue Liancourt  
PARIS 14<sup>e</sup> - Tél. 734 37 74

**M. LAURAS** Ing. T.P.E.

**G. MONNERET**  
Ingénieur en Chef

**A. THIEBAULT**  
Ingénieur en Chef

**J. C. LERAY** Ing. P.C.

**H. MATHIEU**  
Ingénieur en Chef  
Adjoint au Chef du Service

MAI 1966

## 1.1. DESCRIPTION DU CAS ENVISAGE

### Description générale

L'ouvrage assurera le franchissement d'une autoroute de type par une bretelle d'échangeur, sous un biais de 35 grades.

L'autoroute est sensiblement au niveau du terrain naturel et la gabarit à dégager est de 4,85 m.

La bretelle, d'une largeur totale de 10 m, comporte une chaussée de 7 m bordée par 2 bandes de 0,50 m et de 2 trottoirs de 1 m.

### Le sol de fondation

Un sondage effectué à proximité de l'ouvrage à construire révèle, à faible profondeur, la présence d'une épaisse couche de sable légèrement argileux susceptible de constituer une assise pour les fondations superficielles; la pression admissible à 2 m de profondeur est estimée à 2,5 kg/cm<sup>2</sup>, et le sol peut être considéré comme peu susceptible de présenter des tassements importants.

### Le modelé des terrassements

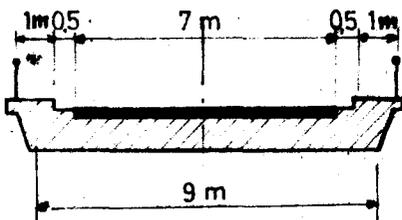
Compte-tenu du niveau de l'autoroute par rapport au terrain naturel le franchissement s'effectuera en remblai.

### La hauteur vue

La hauteur du remblai d'accès, conditionnée par le gabarit à dégager et l'épaisseur du tablier ( voir ci-après ), est voisine de 6 m.

### Le tablier

On trouvera, au dessus de chaque sens de circulation de l'autoroute, une dalle de béton précontraint, en travée indépendante, de 25 m de portée biaise; sa largeur à la partie inférieure est de 9 m et son épaisseur, chaussée comprise, de 1,10 m ( voir croquis ci-contre )



### Le remblai d'accès

La largeur droite totale de la plate forme est de 12 m ( voir le plan ) ; la pente des talus est de 2/3.

Après compactage, sa masse volumique atteint 2 t/m<sup>3</sup> et le coefficient moyen de poussée est estimé à 0,30.

### 1.2. LES DONNEES ET LEUR APPRECIATION

Les considérations précédentes permettent dès lors, conformément aux prescriptions de la pièce B.2, de qualifier les données de base en vue de motiver les options.

Le sol de fondation : { profondeur " faible " à " moyenne "  
portance " moyenne "

Le modelé des terrassements : terrassement en " remblai "

La hauteur vue : " courante "

Le tablier : { Largeur " moyenne "  
biais " accentué "

Le remblai d'accès : Coefficient de poussée " moyen "

### 1.3. LES OPTIONS ET LEUR MOTIVATION

On se trouve alors en mesure de choisir dans un ordre rationnel les solutions les mieux appropriées à l'ouvrage projeté, après la consultation des pièces B.3 et B.4.

Les organigrammes sont reproduits dans les pièces 3.2 et 3.3. et des surcharges mettent en évidence les considérations qui ont conduit aux options retenues.

On peut résumer les options retenues de la manière suivante :

CULEE LEGERE EN VOILE SIMPLE, AVEC MURS EN ATLE INDEPENDANTS EVASES ET A FRUIT, SUR SEMELLES SUPERFICIELLES.

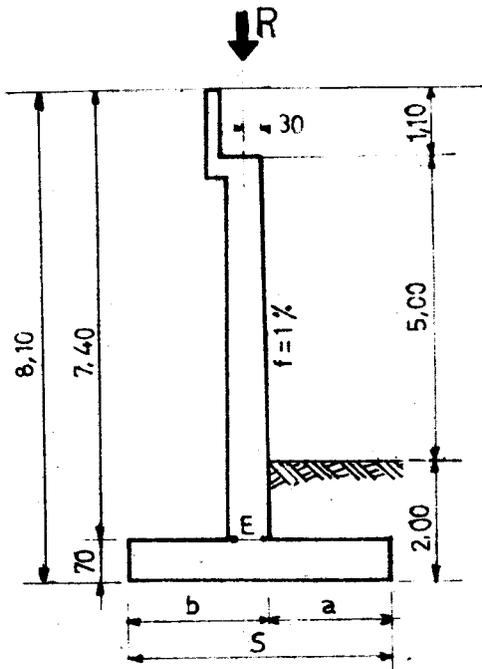
## 2 LE PREDIMENSIONNEMENT

Les croquis ci-après définissent les caractéristiques des murs de front et latéraux, tant en plan qu'en coupes transversales.

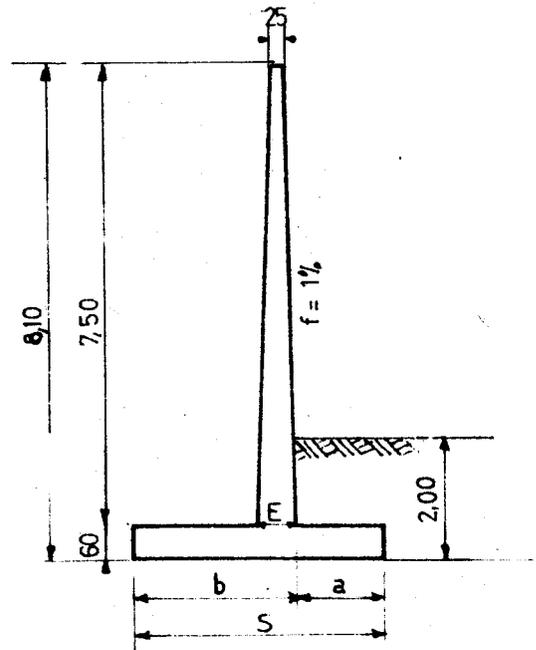
Les dimensions à fixer sont :  $E, a, b$

S'agissant d'une culée à éléments indépendants, on se réfère à la pièce 2.2 : on examinera successivement le mur de front et les murs latéraux, en considérant toujours une tranche de mur de 1 m de longueur, conformément aux indications de cette même pièce 2.2.

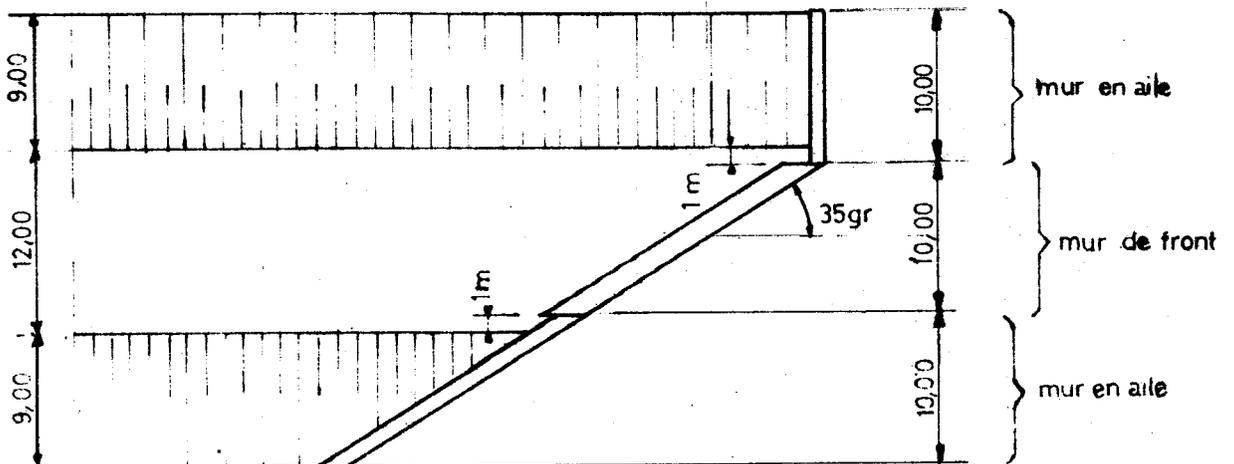
MUR DE FRONT



MUR EN AILE



PLAN GÉNÉRAL



## 2.1 - MUR DE FRONT

### 2.1.1 Partie verticale

Garde grève ( cf. pièce 2 - 2.1.1 )

La longueur biaise de la dalle nécessite un joint de chaussée et, par suite, un garde-grève. Le tablier ayant une épaisseur inférieure à 1.20 m. on donnera au garde grève une épaisseur de 20 cm.

Mur proprement dit ( cf. pièce 2.2 - 2.1.2 et abaque ① )

L'utilisation de l'abaque 1 implique la connaissance de la réaction d'appui R ( tablier et dalle de transition ) : il s'agit, en l'occurrence, de la réaction maximale, dont le calcul est détaillé ci-après :

- charge permanente : $26 \times \frac{25}{2}$	= 325t
- surcharge des trottoirs : pour mémoire	
- surcharge pondérée de la chaussée A (l) : $1,2 \times 1,37 \times 7,00 \times \frac{25}{2}$	= 144
- réaction de la dalle de transition	= 50
<u>R maximale pour l'ensemble</u>	<u>= 519t</u>

La réaction d'appui maximale supposée uniformément répartie, rapportée à 1 m de mur, et compte tenu du biais, a pour valeur :

$$* \sin 35 \text{ gr.} = 0,5225 \quad R_{\text{max}} = \frac{519}{10} \times \sin 35 \text{ gr.} \approx \boxed{27 \text{ t}}$$

La détermination de l'épaisseur E à l'aide de l'abaque est alors immédiate ; avec les paramètres d'entrée :

$$\begin{cases} R = 7,40 \text{ m} \\ R = 27 \text{ t} \end{cases}$$

On lit  $\boxed{E \approx 70 \text{ cm}}$

En fixant l'épaisseur de la partie supérieure à 64 cm, la face arrière sera verticale

2.1.2. Semelle ( cf pièce 2.2. et abaques des semelles )

On procédera par phases successives :

1ère phase :

Sur l'abaque de  $\bar{\omega} = 2,5 \text{ kg/cm}^2$ , avec les paramètres d'entrée.

$$\begin{cases} H = 8,10 \text{ m} \\ F = 2 \text{ m} \end{cases}$$

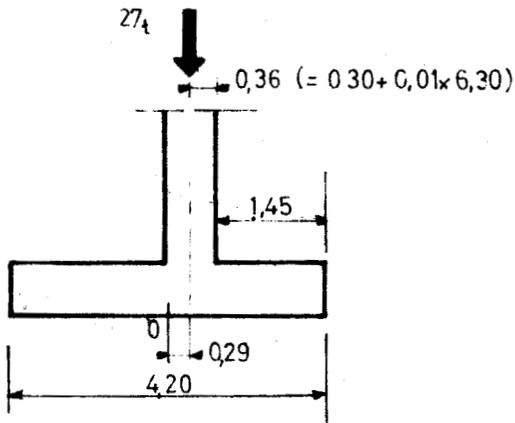
on lit

$$\begin{cases} a_1 = 1,45 \text{ m} \\ b_1 = 2,75 \text{ m} \end{cases}$$

soit

$$S_1 = 4,20 \text{ m}$$

Le supplément de pression sous l'arête avant apporté par la réaction d'appui ( tablier et dalle de transition ) serait :



$$\Delta \omega_1 = \frac{27}{4,20} \left( 1 + \frac{6 \times 0,29}{4,20} \right)$$

$$= 6,43 ( 1 + 0,41 ) = 9,1 \text{ t/m}^2 \text{ soit } 0,9 \text{ kg/cm}^2$$

et la pression totale aurait alors pour valeur:

$$\omega_1 = 2,5 + 0,9 = \boxed{3,4 \text{ kg/cm}^2}, \text{ valeur exagérément élevée}$$

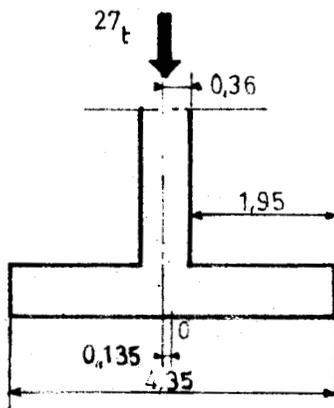
2 ème phase :

On réitère sur l'abaque de  $\bar{\omega} = 2,0 \text{ kg/cm}^2$  et on lit

$$\begin{cases} a_2 = 1,95 \text{ m} \\ b_2 = 2,40 \text{ m} \end{cases}$$

soit

$$S_2 = 4,35 \text{ m}$$



le supplément de pression sous l'arête avant apporté par la réaction du tablier sera :

$$\Delta \omega_2 = \frac{27}{4,35} \left( 1 + \frac{6 \times -0,135}{4,35} \right)$$

$$= 6,24 ( 1 - 0,19 ) = 5,0 \text{ t/m}^2 \text{ soit } 0,5 \text{ kg/cm}^2$$

et la pression totale aura alors pour valeur

$$w_2 = 2,0 + 0,5 = 2,5 \text{ kg/cm}^2, \text{ ce qui est la pression maximale admissible}$$

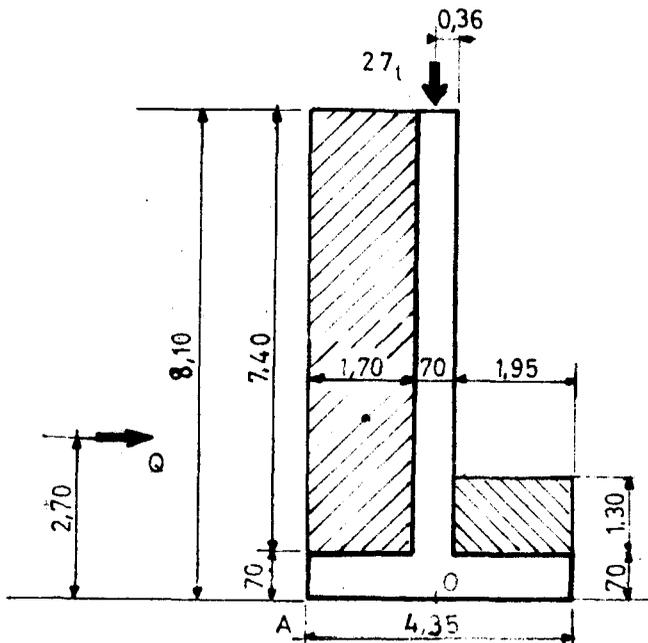
La pression totale sous l'arête arrière aura pour valeur :

$$w_2 = 6,21 ( 1 + 0,19 ) = 7,4 \text{ t/m}^2, \text{ soit } 0,7 \text{ kg/cm}^2$$

Ainsi, au terme de cette 2<sup>ème</sup> phase, la semelle se trouve dimensionnée de manière satisfaisante.

3<sup>ème</sup> phase : ( Vérification )

Ainsi qu'il est recommandé à la pièce 2.2, on vérifie par le calcul direct que les dimensions trouvées sont correctes.



Pour cette vérification, le mur sera assimilé à celui représenté au croquis ci-contre

Le tableau ci après résume les calculs ( les unités sont le mètre et la tonne ).

Parties d'ouvrage ou forces	Calcul des forces	Composante horizontale des forces	Composante Verticale des forces	Bras de levier par rapport à A	Moment par rapport à
Semelle	$4,35 \times 0,70 \times 2,5$	"	7,61	2,175	16,55
Partie verticale	$0,70 \times 7,40 \times 2,5$	"	12,95	2,05	26,55
Terre à l'avant	$1,95 \times 1,30 \times 2,0$	"	5,07	3,375	17,11
Terre à l'arrière	$1,70 \times 7,40 \times 2,0$	"	25,16	0,85	21,39
Surcharge du remblai	$1,70 \times 1$	"	1,70	0,85	1,45
Réaction d'appui	"	"	27	2,04	55,08
Poussée des terres	$0,30 \times 2,0 \times \frac{8,10}{2}$	19,68	"	2,70	53,14
Poussée de surcharge	$0,30 \times 1 \times \frac{8,10}{2}$	1,22	"	2,70	3,28
TOTAUX	"	"	79,5	"	194,5

On en déduit :

$$M_0 \approx 194,5 - 79,5 \times \frac{4,35}{2} = 21,6 \text{ tm}$$

et la pression sous chacune des arêtes a pour valeur :

arête AVANT :

$$\sigma = \frac{79,5}{4,35} + \frac{6 \times 21,6}{4,35^2}$$

$$= 18,3 + 6,8 = 25,1 \text{ t/m}^2 \text{ soit } 2,5 \text{ kg/cm}^2$$

arête ARRIERE : 
$$\sigma' = \frac{79,5}{4,35} - \frac{6 \times 21,6}{4,35^2}$$

$$= 18,3 - 6,8 = 11,5 \text{ t/m}^2. \text{ soit } \boxed{1,1 \text{ kg/cm}^2}$$

Ces résultats sont conformes à ceux obtenus précédemment ; on notera toutefois une légère discordance en ce qui concerne la valeur de la pression sous l'arête arrière ce qui est de peu d'importance.

NOTA

On remarquera, sur cet exemple, que la pression maximale sous l'arête avant est moins affectée par la largeur de la semelle ( qui ne change guère d'une phase à l'autre : 4,20 m et 4,35 m ) que par son excentrement ( qui passe de + 0.29 m à - 0.135 m ).

2.2. MURS EN AILE

Les deux murs, de longueurs inégales, mais de même hauteur maximale, sont justifiables d'une seul dimensionnement, dans la mesure où l'on admet une valeur unique du coefficient de poussée ( influence de la pente de la surface libre du talus ).

Ils ont définis au croquis de la page 3

2.2.1. Partie verticale ( cf pièce 2.2 - 2.2 et abaque (2) )

On la dimensionnera pour sa hauteur maximale, ce qui définira le fruit de la face arrière et par conséquent, la géométrie de l'en-semble du mur.

Le paramètre d'entrée dans l'abaque est  $h = 7,50 \text{ m}$  et on lit  $E = 59 \text{ cm}$ , arrondi à  $\boxed{60 \text{ cm}}$

Le fruit de la face arrière aura pour valeur :

$$\frac{0,60 - ( 0,25 + 0,01 \times 7,50 )}{7,50} = 0,037, \text{ soit } 3,7 \%$$

2.2.2. Semelle ( cf pièce 2.2 et abaques des semelles )

On la dimensionnera pour la partie de mur de hauteur maximale et, en faisant varier les valeurs trouvées proportionnellement à la variation de hauteur, on en aura une définition géométrique simple.

Les paramètres d'entrée dans l'abaque de  $\bar{\omega} = 2,5 \text{ kg/cm}^2$  sont :

$$\begin{cases} H = 8,10 \text{ m} \\ F = 2 \text{ m} \end{cases}$$

et on lit

$$\begin{cases} a = 1,45 \text{ m} \\ b = 2,75 \text{ m} \end{cases}$$

soit

$$S = 4,20 \text{ m}$$

3

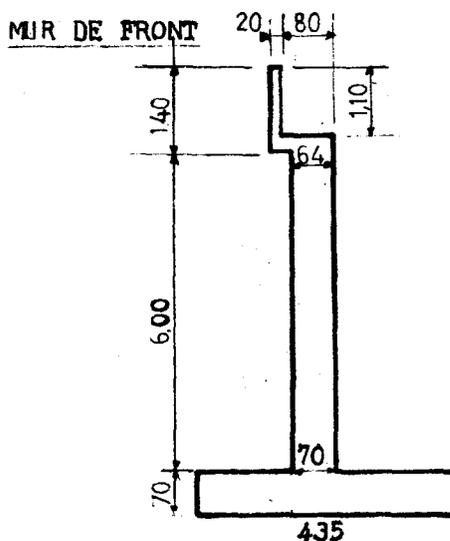
L'AVANT - METRE

On calculera le volume du béton d'après les dimensions de coffrage et on évaluera le poids d'acier en appliquant la règle du pourcentage donnée à la pièce 2.1 en 3.2.

Dans le cas présent, et compte tenu de ce que l'on a affaire à une structure relativement mince, on en aura une valeur approximative, suffisante pour un avant-projet, en tablant sur une quantité moyenne d'acier H.A. de 40 kg par m<sup>3</sup> de béton. Une étude plus poussée de la structure définie précédemment a montré que ce chiffre était très voisin du pourcentage réel.

3.1. VOLUME DU BETON

Le calcul est détaillé ci-après .



Pour une longueur de mur de 1m :

- Semelle :	$4,35 \times 0,70$	=	3,05 m <sup>3</sup>
- Partie verticale :	$\frac{0,64 + 0,70}{2} \times 6,00$	=	4,02
- Sommier d'appui :	$1,00 \times 0,30$	=	0,30
- Garde-grève :	$0,20 \times 1,10$	=	0,22
TOTAL		=	7,59 m <sup>3</sup>

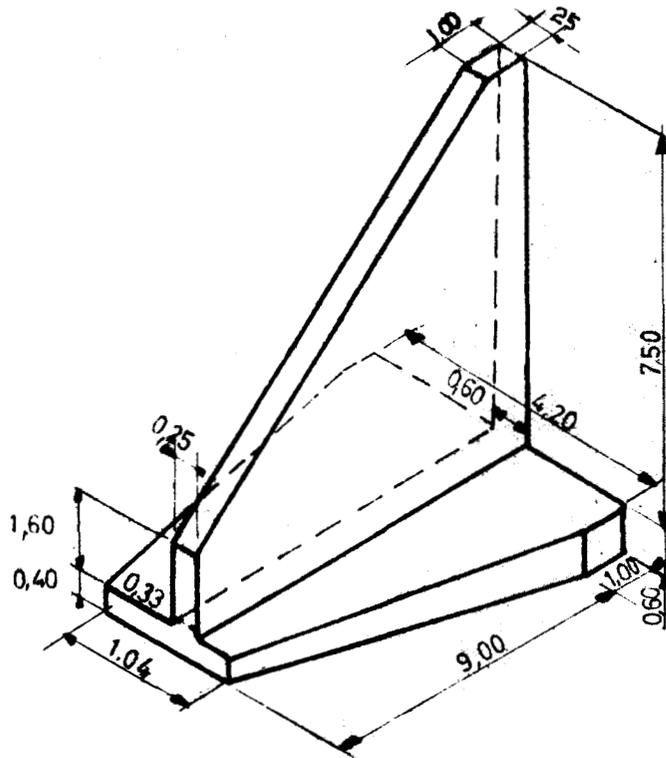
Pour l'ensemble du mur, soit une longueur de :

$$\frac{10}{\sin 35^{\text{gr}}} = 19,14 \text{ m}$$

$$V = 7,59 \times 19,14 = 145 \text{ m}^3$$

### MURS EN AILE

On calculera le volume  $V_1$  du mur droit (perpendiculaire à l'axe de l'ouvrage), défini au croquis ci-contre, et on écrira que le volume de l'ensemble  $V$  est proportionnel à la longueur totale.



#### Volume du mur droit

$$\begin{aligned} \text{Semelle} &: 4,20 \times 0,60 \times 1,00 &= 2,52 \text{ m}^3 \\ \frac{9,00}{6} (4,20 \times 0,60 + 4 \times 2,62 \times 0,50 + 1,04 \times 0,40) &= 12,26 \\ \text{Voile} &: 0,425 \times 7,50 \times 1,00 &= 3,19 \\ \frac{9,00}{6} (0,425 \times 7,50 + 4 \times 0,358 \times 4,55 + 0,29 \times 1,60) &= 15,25 \\ & \underline{\hspace{10em}} & \underline{\hspace{10em}} \\ & & 33,2 \text{ m}^3 \end{aligned}$$

#### Volume de l'ensemble

$$\text{on a } V = V_1 \left( 1 + \frac{1}{\sin 35^\circ} \right) = V_1 \times 2,914$$

$$\text{soit } V = 33,2 \times 2,914 = \boxed{97 \text{ m}^3}$$

$$\underline{\text{Volume total de béton}} = 145 + 97 = \boxed{242 \text{ m}^3}$$

### 3.2. POIDS D'ACIER H.A.

L'application de la règle du pourcentage donne, pour l'ensemble de la culée :

$$P = 242 \times 0,040 = \boxed{9,7 \text{ t}}$$

### 3.3. AUTRES QUANTITES ( coffrages, ....., etc. )

Pour mémoire

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT  
SERVICE SPÉCIAL DES AUTOROUTES

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

CULÉES TYPES

**C.T. 66**

EXEMPLE D'APPLICATION

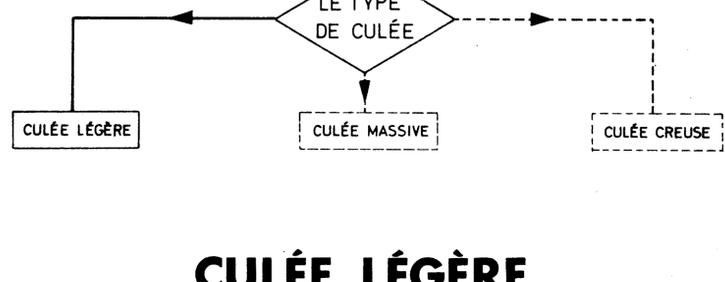
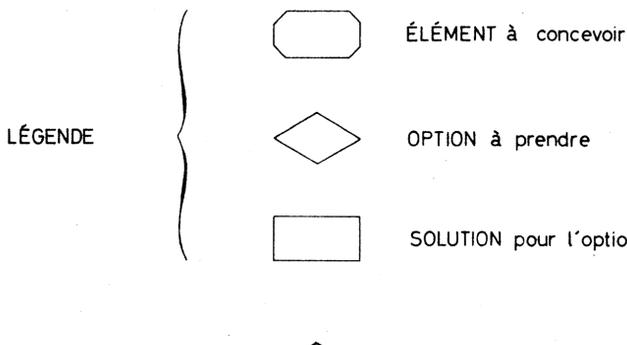
Exploitation de l'organigramme

B.3

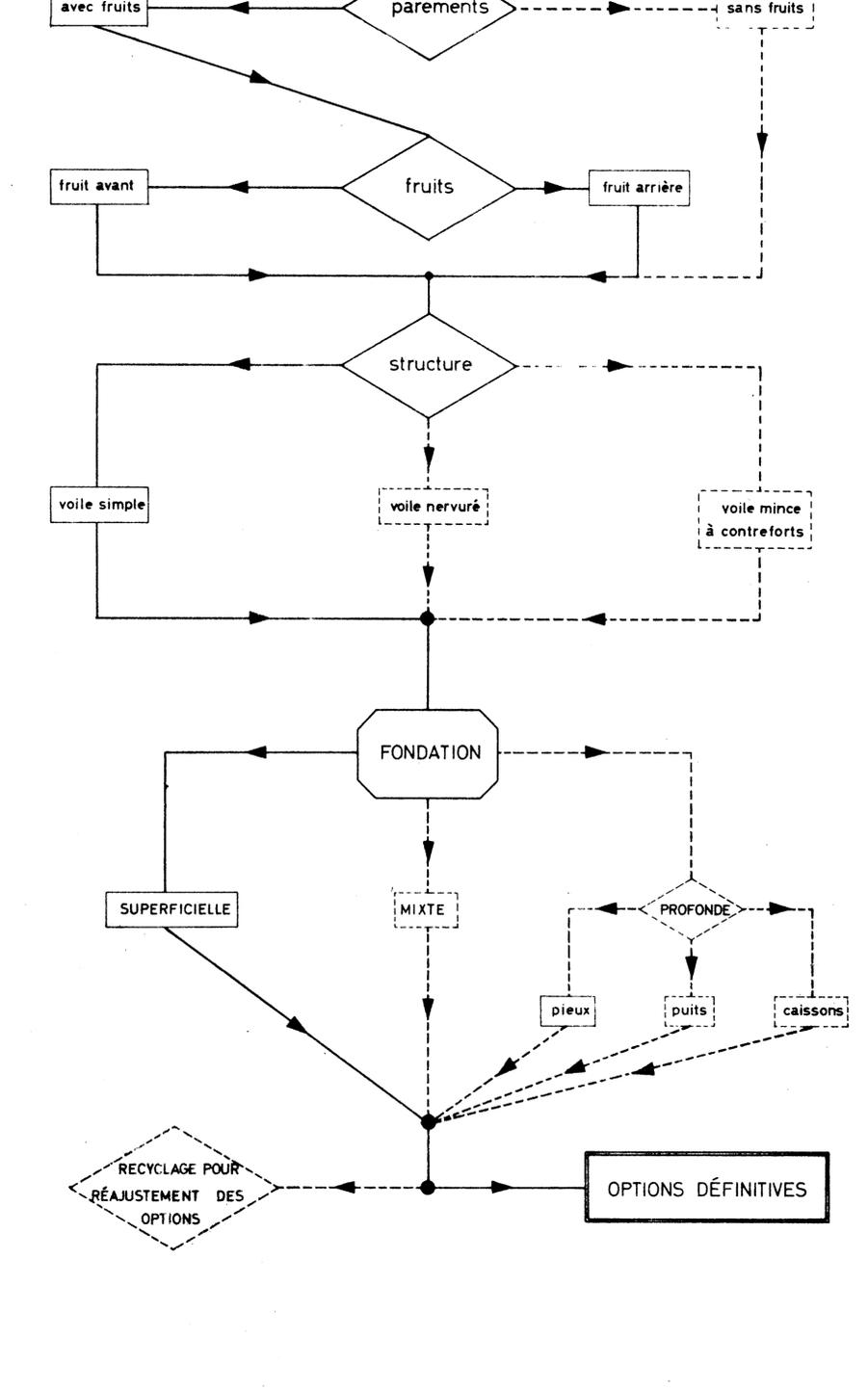
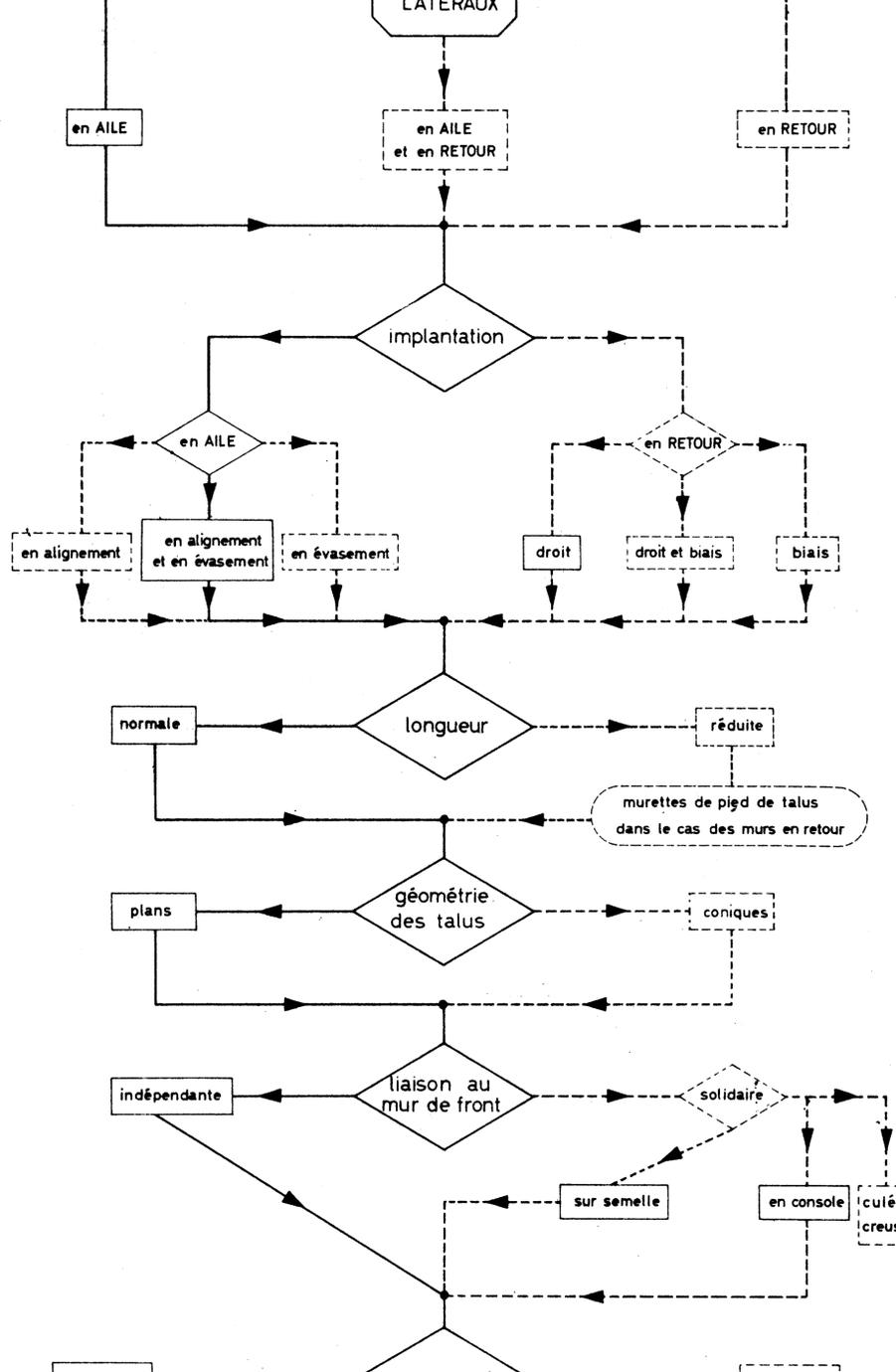
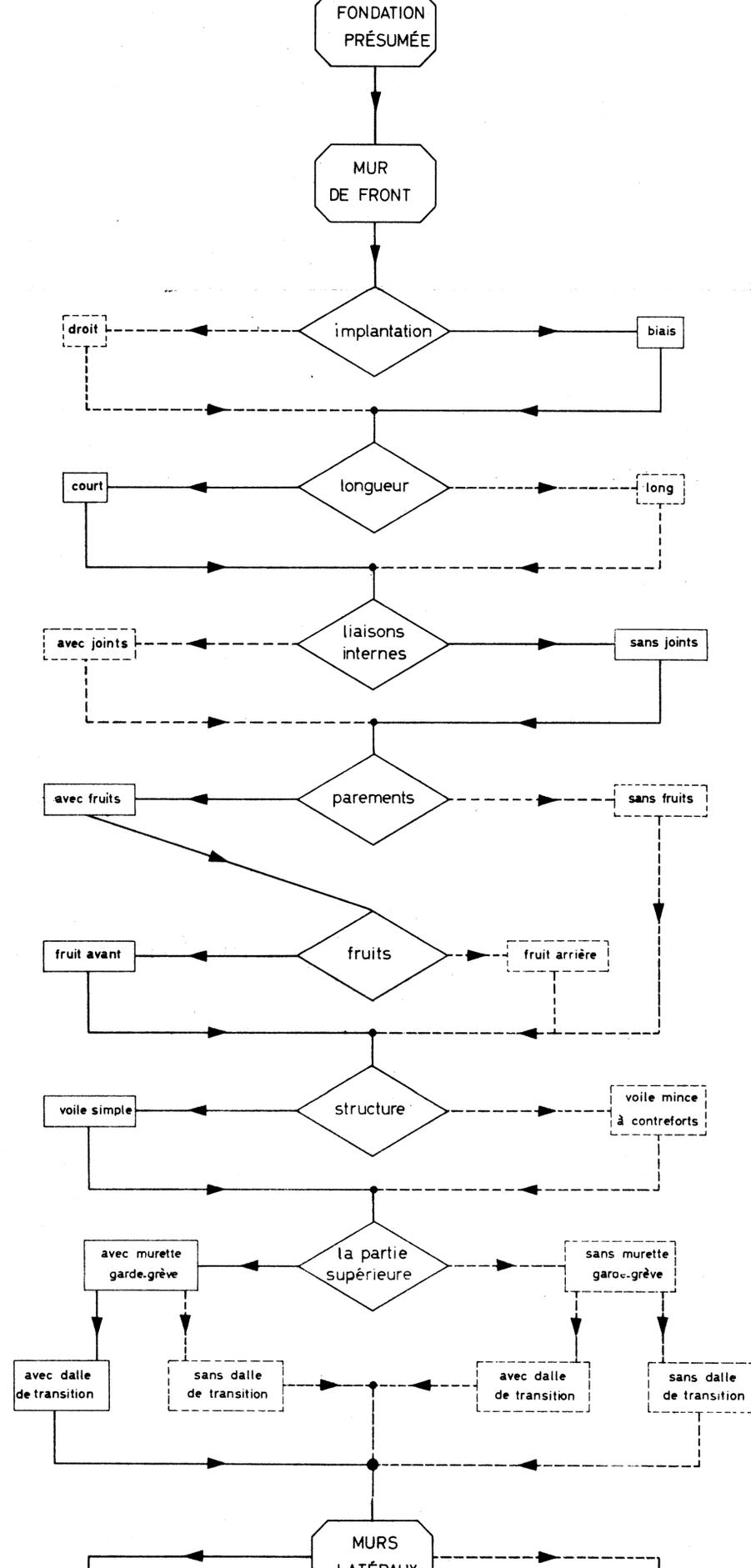
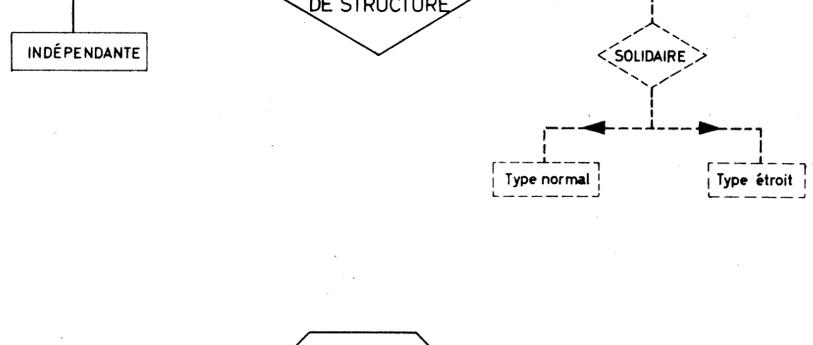
Ce document est propriété de l'Administration et ne peut être utilisé ou reproduit, même partiellement, sans l'autorisation du Service Spécial des Autoroutes.

3.2

DIVISION DES OUVRAGES D'ART BP 235 Orly Aéroport (Seine) Tél : 587 51 41		CHEF DU SERVICE 38 rue Liancourt PARIS 14 <sup>e</sup> - Tél : 734 37 74
M. LAURAS Ing. T.P.E.	G. MONNERET Ingénieur en Chef	A. THIÉBAULT Ingénieur en Chef
J. C. LERAY Ing. P.C.	H. MATHIEU Ingénieur en Chef Adjoint au Chef du Service	MAI 1966



# CULÉE LÉGÈRE



MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT  
SERVICE SPÉCIAL DES AUTOROUTES

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

CULÉES TYPES

**C.T. 66**

EXEMPLE D'APPLICATION

Exploitation de l'organigramme

B.4

3.3

Ce document est propriété de l'Administration et ne peut être utilisé, réproduit, même partiellement, sans l'autorisation du Service Spécial des Autoroutes.

DIVISION DES OUVRAGES D'ART  
BP 235 - Only Aéroport (Seine)  
e 58° 51' 74

CHEF DU SERVICE  
38 rue Liancourt  
PARIS 14<sup>e</sup> - Tél. 734 37 74

M. LAURAS Ing. T.P.E.

G. MONNERET  
Ingénieur en Chef

A. THIEBAULT  
Ingénieur en Chef

J. C. LERAY Ing. P.C.

H. MATHIEU  
Ingénieur en Chef  
Adjoint au Chef du Service

MAI 1966

ÉLÉMENT à concevoir	OPTION à prendre	SOLUTION pour l'option	MOTIF SERVANT À ORIENTER L'UTILISATEUR VERS UNE OPTION STRUCTURALE EN CONSIDÉRATION DES 3 CRITÈRES			Référence aux schémas et aux culées-pilotes
			STABILITÉ	ASPECT	ÉCONOMIE	
LE TYPE DE CULÉE	CULÉE MASSIVE		Structure relativement fragile vis à vis de tassements différentiels du fait de l'absence d'armatures.		Utilisation possible de béton de qualité très ordinaire, mais dont le prix n'est pas sensiblement inférieur à celui d'un béton courant pour béton armé.	
			La condition de stabilité exige un volume important de béton, sans que, pour autant, les ressources mécaniques du matériau soient pleinement utilisées.	Identité d'aspect avec la culée légère ( cf. ci-dessous )	Une comparaison rapide avec la solution légère consiste à : 1) dimensionner et évaluer la solution légère ) 2) évaluer la solution massive en prenant des épaisseurs identiques en tête et à la base ( largeur de la semelle en béton armé ) Cette solution peut être justifiée : - dans le cas de hauteur totale faible ( < 4 m ) - dans le cas exceptionnel ou un béton non armé se révèle extrêmement bon marché.	
	CULÉE LÉGÈRE	TYPE NORMAL	Facile à assurer sur tout sol de fondation de qualité " moyenne " et en cas de hauteur vue " courante "	Possibilités diverses d'encadrement, soit par murs en aile, soit par murs en retour	Certaine dans les conditions normales. ( terrains moyens )	A1 C1 C2 C3 C4
		TYPE ÉTROIT	cf. TYPE NORMAL	Agréable si les proportions entre hauteur vue largeur et importance des encorbellements du tablier et de la culée sont bonnes. Discutable dans le cas contraire ( culée étroite et hauteur vue " importante ", par exemple ).	Non évidente ( présence obligatoire de murs en retour, généralement plus coûteux que les murs en aile ).	C4
	CULÉE CREUSE		Stabilité satisfaisante sur bon sol. Solution pouvant se révéler satisfaisante sur des sols nécessitant des fondations spéciales: meilleure sécurité vis à vis des risques de glissement général du sous-sol de fondation sous l'effet du poids du remblai qui est réduit à un talus. Suppression de la poussée des terres sur les murs.	La nécessité de prévoir systématiquement des murs en retour leur donne un aspect uniforme. Ne se prête donc pas à une adaptation aux terrassements.	Solution risquant d'être coûteuse, surtout si l'ouvrage est large : présence du plancher nervuré de couverture, mise en oeuvre complexe du coffrage et du ferrailage. Elle peut être avantageuse dans le cas d'une culée étroite et haute. Par ailleurs, sa légèreté diminue l'importance des fondations profondes.	A1 C5
LE TYPE DE STRUCTURE	INDÉPENDANTE		Avantages : solution sûre, applicable dans tous les cas de culée courante. Étude simple Inconvénients : risques de tassements et de déversement des murs les uns par rapport aux autres.	Présence obligatoire de joints verticaux impliquant les risques suivants :  - mauvaise exécution des joints et salissures par o - le suintement des eaux sur les parements - déversement des murs les uns par rapport aux autres - dommages par suite des mouvements relatifs.	Cette solution n'est pas toujours la plus économique: les murs latéraux en retour et les fondations sont généralement plus coûteux que dans le cas d'une structure solidaire, lorsque les conditions de stabilité permettent d'envisager cette solution. Elle est généralement économique quand les murs latéraux peuvent être fondés superficiellement, à la différence du mur de front (fondations mixtes).	A1 C1 C3
		SOLIDAIRE	Difficilement applicable aux culées larges ( nécessité de prévoir des joints ). Dans le cas de murs en aile solidarisés au mur de front par un joint à embrèvement, on évite ainsi les fissures verticales dues au retrait. Par contre le joint risque de se dégrader en cas de tassement du sol de fondation. Dans le cas de mur en retour sur semelle ou en console, la stabilité de l'ensemble est améliorée, donc peu de risques de déversement. Par contre, risques de fissuration, essentiellement au raccordement des murs latéraux et du mur frontal et fragilité vis à vis des tassements.	Excopté le cas du joint à embrèvement, aspect uni et satisfaisant: absence de joints verticaux.	Solution souvent économique dans le cas d'un tablier étroit et de murs latéraux en retour ( économique sur les fondations ) Par contre, l'étude du projet est souvent plus difficile.	A1 C2 C4
MUR DE FRONT	IMPLANTATION	DROIT	pour mémoire: se reporter à la pièce B.2			"
		BIAS				
	LONGUEUR	COURT		Cas de murs latéraux en aile : identité d'aspect ( longueur totale invariable ) Cas de murs latéraux en retour : meilleur aspect dans le cas du mur long ( surtout si le tablier est étroit ).	Le mur court est plus économique dans tous les cas.	C1 à C4
		LONG	a longueur du mur a peu d'influence sur la stabilité. La distinction s'évanouit lorsque la largeur de la plate-forme varie progressivement aux abords de l'ouvrage			
	LIAISONS INTERNES	AVEC JOINTS	Seulement dans le cas de culées pour tabliers larges ( se reporter au TYPE DE STRUCTURE			A1 C1 à C4
		SANS JOINTS	Se reporter au TYPE DE STRUCTURE			
	PAREMENTS	AVEC FRUITS		Un léger fruit à l'avant, bien que parfois peu esthétique, permet de masquer un léger déversement.	Un fruit important dans le parement arrière peut conduire à une solution économique ( utilisation rationnelle du matériau ).	C1 C2
SANS FRUITS		Influence négligeable sur la stabilité.				
STRUCTURE	VOILE SIMPLE	Solution sûre. Justification aisée.	Identité d'aspect	Solution économique pour les murs de hauteur " courante ", du fait de la simplicité de la mise en oeuvre.	C1 à C4	
	VOILE MINCE A CONTRE-FORTS	Possibilité de mobiliser le poids du remblai pour assurer la stabilité. Utilisation rationnelle de la matière, mais fragilité relative des voiles minces.		Solution risquant d'être coûteuse : complexité du calcul, du dessin et de la mise en oeuvre, tant des coffrages que des armatures. A ne pas envisager en dehors de hauteurs exceptionnelles.	C1	
LA PARTIE SUPÉRIEURE	AVEC OU SANS MURETTE GARDE-GRÈVE	La présence, ou l'absence, de murette garde-grève est liée essentiellement au type de joint du tablier.			C1 D	
	AVEC OU SANS DALLE DE TRANSITION	La murette, qui peut être solidaire du mur de front ou de la dalle de transition ( quand elle existe ), est soumise à des efforts importants - Stabilité à justifier.	La murette garde grève n'est pas toujours apparente. En cas d'absence de murette, risques de salissures sur le parement vu.	La suppression de la murette entraîne une économie certaine.		
MURS LATÉRAUX	EN AILE		Bonne. Facile à assurer dans la plupart des cas, sauf sur trop mauvais sol. Bonne tenue des talus en fondation.	Satisfaisant dans le cas du remblai. Liaison plus délicate avec les terrassements dans le cas du " déblai ".	Solution économique dans presque tous les cas ( surface minimale des murs latéraux ).	A1 A2 C1 C2
		EN RETOUR	Assez bonne. Facile à assurer en cas de hauteur vue " courante ".	Très satisfaisant. Adaptés à tous les cas de terrassement.	Solution parfois coûteuse dans le cas de mur de hauteur vue " importante " ayant leur fondation propre. Peut être économique pour des murs en console sur le mur de front.	A1 A2 C3 C4
MURS EN AILE	IMPLANTATION	EN ALIGNEMENT	Incidence de l'orientation des murs sur le coefficient de poussée des terres ( pente du talus en arrière ).	Moyen. Amélioré souvent avec murs en évasement.	Peu de différence ( le mur en évasement est un peu plus cher parce que plus long ).	A2
		EN ÉVASÈMENT				
	LONGUEUR	NORMALE	Comme ci-dessus.	Amélioré souvent avec murs de longueur réduite ( cas du terrassement mixte ).	Economie possible, mais non évidente, dans le cas de longueur réduite ( la diminution de longueur est compensée par l'augmentation de hauteur à l'extrémité ).	A2
		RÉDUITE				
	GÉOMÉTRIE DES TALUS	PLANS	Bonne tenue des talus. Exécution facile.	Satisfaisant dans tous les cas.	Coût sensiblement égal.	A2
		CONIQUES	Tenue parfois déficiente. Exécution plus délicate.	Risques de dégradations.		
	LIAISON AU MUR DE FRONT	Se reporter au TYPE DE STRUCTURE			"	
PAREMENTS	Se reporter au MUR DE FRONT			"		
STRUCTURE	EN VOILE SIMPLE	Se reporter au MUR DE FRONT			"	
	EN VOILE MINCE A CONTRE-FORTS	Utilisé dans le cas d'une structure solidaire en console. Cette solution n'est possible que si le mur en console n'est pas trop long.	Identité d'aspect avec les autres types.	Solution pouvant être économique si les fondations sont onéreuses. Sera, de toute façon, assez rarement utilisée.	C2	
MURS EN RETOUR	IMPLANTATION	(cas d'un ouvrage biais)	La solution "biais et droit" est plus heureuse mais discutable: à comparer avec des murs en aile	Les 2 solutions sont comparables sur le plan économique: la solution " biais et droit " comporte une longueur moindre de murs, mais un supplément de remblai.	A2	
		BIAS OU BIAIS ET DROIT				
	LONGUEUR	NORMALE		Une diminution de longueur ( liée à la présence de murettes de pied de talus ) n'améliore pas l'aspect, bien au contraire ( effet de rétrécissement dû aux murettes de pied de talus ). Il doit être toutefois acceptable en remblai avec une murette cylindrique ceinturant le quart de cône.	L'économie apportée par une diminution de la longueur est-elle compensée par l'existence des murettes de pied de talus?	A2
		RÉDUITE (avec murette de pied de talus)	Stabilité améliorée dans le cas d'un mur de longueur normale en structure solidaire.			
GÉOMÉTRIE DES TALUS. LIAISON AU MUR DE FRONT. PAREMENTS	se reporter aux MURS EN AILE			"		
STRUCTURE	se reporter au MUR DE FRONT			"		
FONDATION			Le choix dépend de la structure portée ( isostatique ou hyperstatique ) et de la partie de culée considérée.			"
	SUPERFICIELLE		Bonne et facile à assurer sur sol à portance " bonne " à profondeur " moyenne " ou à portance " moyenne " à profondeur " faible "		Solution économique sur sol " moyen " à profondeur " faible "	C1 à C5
	MIXTE		Solution intéressante dans le cas de sols à portance " moyenne " à profondeur " moyenne " avec murs en aile indépendants: le mur de front sera fondé sur pieux ou puits, ce qui élimine les risques de tassements inadmissibles; les murs en aile seront fondés superficiellement, les tassements ayant peu d'incidence sur leur stabilité.		Solution économique dans les conditions énumérées ci-contre ( colonne: stabilité ).	"
PROFONDE		Solution rationnelle sur sol à portance " médiocre " sur une grande épaisseur ou sur sol à portance " bonne " à " grande " profondeur. Bonne stabilité lorsque les éléments de la fondation ( pieux, puits, etc ) reposent sur un sol à portance " bonne. "		Solution souvent coûteuse. Le prix est à comparer avec celui d'une fondation superficielle. ( cf. ci-dessus )	"	