

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DU LOGEMENT

SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

AGENCE DU SUD-EST

50, Avenue du Maréchal de Lattre de Tassigny MACON 71017 - Tel: 38.30.82

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

PONCEAUX A PLEIN CINTRE

O.H.V.M.63

MINISTERE DE L' EQUIPEMENT ET DU LOGEMENT

SERVICE D' ETUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

AGENCE DU SUD-EST

50 , Avenue du Maréchal de Lattre de Tassigny MACON 71 017 - Tel : 38.30.82

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

PONCEAUX A PLEIN CINTRE

O.H.V.M. 63

NOTICE TECHNIQUE

1

PREMIERE PARTIE - GENERALITES - OBJET DE L'ETUDE

Le présent dossier d'ouvrage type pour autoroutes est relatif aux ponceaux à plein cintre.

Il s'agit ici d'une première étude rassemblant, en vue de faciliter au maximum la tâche des Ingénieurs, des renseignements épars sur le sujet.

Ce type d'ouvrage, dont la conception ancienne pourrait faire, à priori, douter de son actualité, est en fait susceptible d'entrer en compétition avec des ouvrages en apparence plus séduisants en raison de leur nouveauté ; il présente notamment l'avantage d'une grande simplicité tant du point de vue du projet que du point de vue de l'exécution.

Toutefois, s'agissant d'une structure extrêmement rigide, le pont-voûte ne s'accommode pas de tassements et des fondations très sûres sont indispensables ; c'est pourquoi, si l'on n'est pas absolument sûr du sol de fondation, la fondation sur radier général en béton armé sera préférée à la fondation sur semelles ou massifs ; le présent dossier donne d'ailleurs toutes indications nécessaires à ce sujet.

Le type d'ouvrage présenté dans le cadre des ouvrages hydrauliques est également utilisable pour livrer passage à une route ; le présent dossier indique les dispositions particulières applicables dans ce cas.

o

o

o

La présente notice est divisée en sept parties. Les parties II à VII et les annexes attachées à chaque partie se rapportent aux sujets suivants :

- Deuxième partie et annexes 22I à 224 : Débouché des ouvrages.

L'attention des Ingénieurs est attirée dans l'annexe 22I, sur la nécessité de considérer les caractéristiques critiques pour une détermination hydraulique du débouché et sur l'intérêt que peut présenter dans certains cas la réalisation des radiers, dans le seul but d'améliorer, dans des proportions sensibles, le débit. Les tableaux et abaques 222 et 223 établis pour 2I sections types faciliteront la recherche hydraulique du débouché.

- Troisième partie et annexe 23I : Implantation et calage de l'ouvrage lui-même et de ses têtes.

- Quatrième partie et annexes 24I à 245 : Dispositions Générales des ouvrages.

Le paragraphe 4I et les annexes sont relatifs aux fondations:

- taux de travail du sol,
- évaluation de la charge transmise au sol de fondation,
- dimensionnement.

Le tableau 245 permet la fixation immédiate des dimensions et armatures dans le cas du radier général en béton armé.

Le paragraphe 42 précise les données nécessaires pour le dimensionnement des différentes parties de l'ouvrage autres que les fondations.

Pour les épaisseurs de la voûte, des piles et des culées, à défaut de théorie satisfaisante sur le sujet, le paragraphe 422 reprend transitoirement les formules empiriques qui ont fait leurs preuves et conduisent à des épaisseurs admises couramment en France et à l'étranger et parmi celles-ci les formules de Séjourné qui paraissent les plus simples et les plus valables.

- Cinquième partie : Dispositions constructives particulières.

(Joints - Chape - Remblais, etc).

- Sixième partie : Ponceaux carrossables.

L'annexe 26I donne les quatre sections qui, suivant les gabarits, sont susceptibles d'être utilisées.

- Septième partie : Avant-Métré.

L'annexe 27I donnant le volume de béton au mètre linéaire d'ouvrage, permettra une estimation rapide du corps de l'ouvrage. Cette annexe sera fournie ultérieurement.

Les dessins des ouvrages font l'objet de l'annexe 20I.

DEUXIEME PARTIE - DEBOUCHE DES OUVRAGES

2.1 - Sections types

Les annexes 2.2.2, 2.2.3 sont établies pour 21 sections transversales intérieures types correspondant à :

- 7 ouvertures droites 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8 mètres
- 3 hauteurs de piédroits 0,50, 1,00, 1,50 mètres.

Ces sections seront repérées par une fraction, ayant en numérateur l'ouverture et en dénominateur la hauteur du piédroit, exprimées en centimètres (exemple 300/50).

La section intérieure de l'ouvrage sera choisie entre les 21 sections-types.

2.2 - Revanches

Une revanche, entre les plus hautes eaux et l'intrados du ponceau au droit de la clef, doit être réservée pour permettre le passage des corps flottants.

Les revanches suivantes préconisées par SEJOURNE seront prises comme des minima :

Ouvertures en mètres	2	3	4	5	6	7	8
Revanches en mètres	0,60	0,80	1,00	1,20	1,30	1,40	1,50

Tous les renseignements numériques donnés dans les annexes 2.2.2, 2.2.3 tiennent compte de l'existence de ces revanches.

2.3 - Détermination du débouché des ouvrages

2.3-1 - Le plus souvent l'ouverture du ponceau pourra se déduire de l'étude des ouvrages existant de part et d'autre de l'ouvrage à construire.

2.3-2 - Dans le cas contraire, on déterminera la section comme indiqué dans la notice technique hydraulique constituant l'annexe 2.2.1, en utilisant les renseignements numériques donnés dans les annexes 2.2.2, 2.2.3 et 2.2.4.

L'attention des Ingénieurs est attirée sur la prudence avec laquelle il convient d'utiliser ces renseignements.

La notice indique la méthode de calcul. Les résultats des calculs théoriques doivent être corrigés par application de coefficients définis par des essais.

Ceux qui sont cités résultent d'essais français et américains, mais ces essais n'avaient pas un caractère de généralité suffisant pour obtenir une grande précision.

Il conviendra de s'en souvenir.

TROISIEME PARTIE - IMPLANTATION et CALAGE

3.1 - Implantation

- 3.1-1 - On aura généralement intérêt à conserver le lit du cours d'eau traversé.
- 3.1-2 - Cependant la dérivation du cours d'eau pourra être envisagée si les conditions suivantes sont simultanément remplies :
- Retirer un ou des avantages substantiels (meilleur sol de fondation, diminution de la longueur de l'ouvrage, etc...) supérieurs aux dépenses de dérivation (digues, enrochements, épis).
 - Ne pas modifier sensiblement le régime des eaux (inondation des riverains, régime des atterrissements, affouillements).
 - Ces conditions seront généralement remplies dans les parties amont des thalwegs et particulièrement en montagne où il serait d'ailleurs difficile de construire l'ouvrage dans le fond du thalweg en raison de la grande valeur de la pente.
- 3.1-3 - Lors de la mise en place d'un ponceau droit sur un cours d'eau biais, il conviendra de placer la tête amont dans l'axe du thalweg, quelle que soit l'importance de la dérivation aval consécutive.
- 3.1-4 - Direction des culées et piles : Sur un cours d'eau sinueux, il conviendra de prendre pour direction des culées et piles, celle du courant des crues.
- 3.1-5 - Ponceau sur torrent : le meilleur emplacement d'un ponceau sur torrent sera souvent l'axe de la plaine de déjections à travers laquelle il divague, ou le lit le plus accentué (généralement le dernier).

Sur torrent, les ponceaux multiples seront, en principe, proscrits.

3.1-6 - Implantation des têtes : Pour toutes les plateformes, les ouvrages seront construits pour l'autoroute définitive, dans le cas de la plateforme type III (élargissable par l'extérieur) on assurera le raccordement des talus aux têtes en agissant sur leurs pentes.

3.1-7 - Murs en aile : l'implantation des murs en aile est directement liée aux conditions topographiques et hydrauliques locales. Elle doit donc être adaptée à chaque cas particulier et des dispositions types utilisables systématiquement ne peuvent en être données.

Toutefois on a indiqué à l'annexe 251 des schémas correspondant à une implantation économique (applicables pour les têtes amont et aval des ponceaux carrossables). Pour les ponceaux hydrauliques, les dispositions des têtes amont et aval, dont le rôle est différent, ne seront en général pas symétriques :

Tête amont - Des murs en aile évasés pourront permettre une amélioration des caractéristiques hydrauliques du ponceau ; les murs devront être également inclinés sur la direction du courant. L'angle d'évasement, variable avec les dimensions et la forme du profil transversal du ruisseau et l'ouverture de l'ouvrage, ne dépassera pas 30° environ.

Tête aval - Si la vitesse de sortie est faible ou si des affouillements ne sont pas à redouter, des murs droits seront suffisants. Pour des vitesses plus élevées, des affouillements latéraux du remblai ou des berges du ruisseau peuvent résulter de remous à l'extrémité des murs en aile, en particulier si l'ouverture de l'ouvrage est faible par rapport à la largeur du ruisseau. Avec des vitesses modérées, l'évasement des murs en aile est à retenir, mais l'angle θ d'évasement doit être assez faible pour que le flot reste adhérent aux murs. En première approximation la règle

empirique ci-après, d'origine américaine, permettra d'estimer le maximum de l'angle d'évasement ϵ soit :

$$\epsilon \text{ en degré} = \frac{50}{\text{vitesse de sortie en mètres/seconde}}$$

3.1-8 - Murettes en retour : la longueur des murettes en retour sera prise égale à celle nécessaire au talutage des berges, augmentée de 0,50 m.

3.1-9 - Avant et arrière becs : les avant et arrière becs seront demi-elliptiques.

3.2 - Calage

3.2-1 - Hauteur minimum de remblai sur l'ouvrage : en aucun point de la plateforme, la hauteur de remblai (y compris chaussée) sur l'extrados, ne sera inférieure à 1,00 m.

3.2-2 - Pente du radier et aux abords de l'ouvrage :

- La pente sera limitée de telle sorte que la vitesse d'écoulement des eaux ne soit pas supérieure à 5 mètres par seconde (compte tenu des dispositifs de dissipation d'énergie éventuellement mis en place).

- Le ponceau pourra avoir plusieurs pentes à condition :

- a) que la plus faible d'entre elles soit suffisante,
- b) qu'elles soient bien raccordées.

- Lorsque la pente du radier sera supérieure à 5 %, celui-ci sera efficacement accroché au sol par des redans, cependant :

- a) il ne faudra prévoir de redans que dans les sols à peu près incompressibles,
- b) il faudra pour prévenir les fissures pouvant résulter de tassements différentiels, donner le moins de hauteur possible aux redans.

- Les radiers en chute seront proscrits, sauf dans le rocher lorsque ce dernier en forme naturellement. Ils sont chers et risquent de se fissurer.
- Les réductions de pente à l'amont immédiat du ponceau seront évitées, elles diminuent la vitesse de l'eau et provoquent des dépôts.
- A la sortie du ponceau, il sera prévu une pente telle que les matériaux entraînés ne s'y déposent pas.
- Les puisards amont, facilement obstrués, sont déconseillés.

3.2-3 - Calage du radier

- Il est déconseillé de placer systématiquement le radier des ponceaux au niveau du fond du lit des cours d'eau, même lorsque ce lit est pratiquement dépourvu de pente :
 - a) parce qu'en général les terres de surface sont compressibles et peu résistantes,
 - b) parce qu'il y a tout avantage, tout au moins à l'aval, à faire aboutir les eaux dans un fossé d'une certaine profondeur pour les y canaliser et réduire, sinon empêcher, les affouillements.
- Sur torrents, il y aura généralement avantage à tenir le radier en contre-bas du lit actuel d'un demi-mètre environ ; les apports comblent très rapidement le dessus du radier et le protègent. Bien entendu, la hauteur des piédroits devra être augmentée de la hauteur présumée des apports.
- Quel que soit l'enfoncement de ses extrémités, le radier d'un ponceau ne devra pas être fondé sur des cavités artificiellement comblées, mais descendu jusqu'au niveau inférieur de la plus profonde d'entre elles.
Sur bon sol affleurant (rocher de bonne qualité) le radier pourra être supprimé.

3.2-4 - Piédroits : La hauteur des piédroits ne devra pas être inférieure à 0,50 m. On adoptera en principe, l'une des trois valeurs suivantes 0,50, 1 et 1,50 mètres.

3.2-5 - Murettes en retour : Les murettes en retour seront arasées au plus élevé des deux niveaux ci-après :

- a) niveau des berges,
- b) niveau des eaux moyennes.

3.2-6 - Parafouilles

Parafouille amont : il aura en principe 1 m. de profondeur.

Parafouille aval : la profondeur du parafouille aval dépendra :

- a) de l'affouillabilité du lit
- b) de la pente du thalweg
- c) de la vitesse des eaux.

Cette profondeur est généralement comprise entre 2 et 5 mètres.

- Les parafouilles aval de grande profondeur ou ancrés dans de très mauvais terrains pourront être légèrement armés.

- En terrain perméable, il sera souhaitable de descendre le parafouille aval jusqu'à la couche imperméable, si celle-ci est à une profondeur raisonnable.

- Dans les terrains très meubles (alluvions) à fortes déclivités, le radier devra, à l'aval, en plus du parafouille, être défendu soit par des enrochements, soit par des semelles gabionnées.

En terrain non affouillable, les parafouilles pourront être réduits voire supprimés.

3.2-7 - Piles : Les piles seront arasées au niveau des plus hautes eaux.

QUATRIEME PARTIE. - DISPOSITIONS GENERALES DES OUVRAGES

4.1 - Fondations

Généralement, on traitera séparément :

- la fondation du ponceau proprement dit,
- la fondation des murs en aile.

4.1.1 - Fondation du ponceau proprement dit

4.1.1.1 Types de fondation

Suivant les charges et le sol de fondation, deux types de fondations peuvent être envisagées :

Fondations sur semelles (voir schéma à l'annexe 2.4.1) : c'est le type de fondation à choisir dans les 2 cas suivants :

- le bon sol (1) est en surface
- le bon sol est à une profondeur raisonnable.

On admettra que cette dernière condition est remplie lorsque le bon sol sera à une profondeur au-dessous de la face inférieure du radier variant de 1,00 mètre environ pour une ouverture de 2,00 mètres, à 3,00 mètres environ pour une ouverture de 8,00 mètres.

Les seules semelles à envisager sont les semelles non armées débordant de 0,20 mètre sous les piédroits. Si elles ne suffisent pas, on passera immédiatement au radier général.

Seules les fondations des culées seront descendues jusqu'au bon sol ; le radier conservera son épaisseur normale.

Fondation sur radier général en béton armé (voir schéma à l'annexe 2.4.1) : c'est le type de fondation à choisir dans le cas où le bon sol est à une trop grande profondeur et où la portance du sol superficiel est suffisante pour supporter l'ouvrage établi sur un radier général.

(1) On appelle bon sol, le sol qui est susceptible de supporter les charges transmises par les fondations avec un coefficient de sécurité convenable. Ce coefficient de sécurité est défini plus loin.

Ce radier général déborde de 0,20 mètre de l'extérieur des piédroits. Il n'y a aucun intérêt à l'élargir.

Si aucun de ces deux types de fondation ne peut être retenu, on n'utilisera pas le ponceau. Il n'y a, en particulier, pas lieu d'envisager pour les ponceaux des fondations sur pieux.

4.1.1.2 Choix du type de fondations.

Etant donné la très grande rigidité des ponceaux, il conviendra d'être très prudent pour l'utilisation de ce type d'ouvrage : Il s'agit en effet d'une voûte massive en béton normalement non armé, qui se trouve par construction très sensible à la fissuration, par là même aux tassements.

C'est pourquoi, en ce qui concerne le taux de travail admissible du sol, un coefficient de sécurité élevé sera adopté pour les fondations sur semelles : 6.

Dans le cas de fondation sur radier général porteur, le coefficient de sécurité sera pris égal à 4.

L'attention des Ingénieurs est spécialement attirée sur les points suivants :

1°/ La nécessité en matière de fondation de tenir compte de l'expérience locale.

2°/ La tenue des fondations est fonction de la hauteur de remblai au dessus de l'ouvrage et de ce fait, pour les hauts remblais une fondation sur radier général porteur sera souvent préférable.

3°/ La densité des remblais peut varier dans des limites assez larges ; on admettra qu'ils peuvent être humides.

4°/ Les efforts sur le sol de fondation diminuent à partir des extrémités de la plate-forme.

Pour la détermination du radier dans les zones correspondant aux talus de remblai, on a le choix entre les deux solutions suivantes :

- a) Conserver au radier l'épaisseur qu'il faut lui donner sous la plate-forme et réduire l'armature.
- b) Diminuer l'épaisseur du radier par paliers successifs en introduisant des joints.

La solution a) est préférable.

5°/ Lorsque les deux types de fondation seront possibles, le choix résultera de la comparaison des coûts de chacune des solutions.

4.1.1.3 Choix du type de fondation et dimensionnement des fondations.

On utilisera la méthode exposée dans la notice technique constituant l'annexe n° 2.4.1 et les renseignements donnés dans les annexes 2.4.2, 2.4.3 et 2.4.4. Ils permettent de calculer très rapidement le taux de travail du sol sous l'ouvrage dans les deux cas de fondations envisagés (sur semelles et sur radier général) en fonction de l'ouverture de l'ouvrage et de la hauteur du remblai sur l'ouvrage.

On peut alors choisir immédiatement le type de fondation en fonction de la portance du sol.

Pour les fondations sur radier général, l'annexe 2.4.5 donne immédiatement l'épaisseur du radier général et les armatures.

4.1.2 - Fondations des murs en aile

Sauf dans le cas des ouvrages de petite ouverture (2,00 et 3,00 mètres) fondés sur radier général, les fondations des murs en aile seront indépendantes de celles de l'ouvrage proprement dit.

Un joint sec sera prévu entre les deux fondations.

Les fondations des murs en aile seront en principe du type semelles filantes.

Le calcul sera conduit comme pour les murs de soutènement.

Il n'est pas exclu que les murs soient fondés sur radier général en béton armé si une solution à semelles filantes ne peut pas être trouvée.

4.2 - Dimensionnement des autres parties de l'ouvrage

4.2.1 - Notations

- Ø Biais du ponceau : angle aigu - plate-forme - cours d'eau
- A Ouverture droite du ponceau en mètres
- h Hauteur des culées et piles en mètres
- h' Hauteur du remblai sur l'extrados de la voûte (y compris chaussée) en mètres.

4.2.2 - Formules

Epaisseur de la voûte, des culées et piles

- Epaisseur de la voûte à la clef e_0 en mètres :

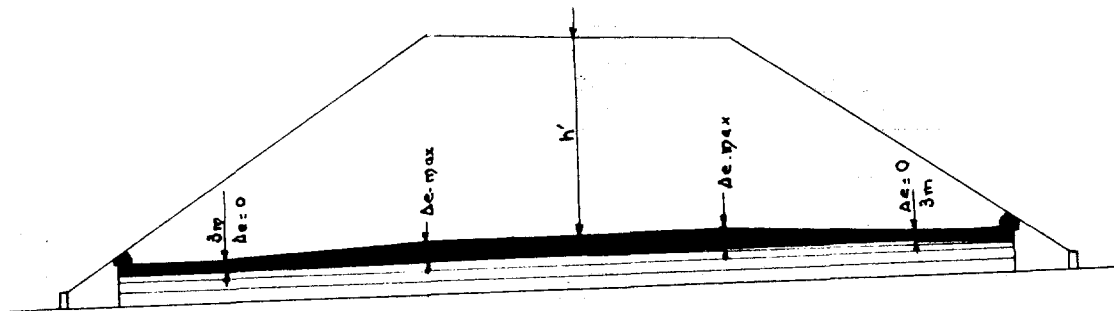
$$e_0 = \alpha (1 + \sqrt{A}) + \Delta e$$

La valeur du coefficient α devait varier selon SEJOURNE, pour les ponts route de son époque de 0,12 à 0,18 et pour les ponts rails de 0,15 à 0,1, la marge d'appréciation laissée par l'auteur permettant de traduire en chiffres : La hardiesse de construction, la qualité des matériaux et de l'exécution et plus particulièrement l'importance des surcharges. A cet égard la densité de la circulation autoroutière qui augmente le nombre de passages du convoi limite conduit à assimiler les ponceaux sur autoroutes aux ponts rails du temps de SEJOURNE, c'est pourquoi on adoptera la valeur moyenne correspondante :

$\alpha = 0,18$

Les surépaisseurs Δe en centimètres suivant les valeurs de A et h' sont indiquées dans le tableau ci-après.

A \ h'	≤3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	14	16	18	20 et plus
2	0	1	3	4	5	6	8	10	12	13	13	13	13	13
3	0	1	3	5	7	9	11	13	15	16	17	17	17	17
4	0	2	5	7	10	12	14	16	18	20	21	21	21	21
5	0	2	6	9	12	15	17	19	21	23	24	25	25	25
6	0	3	7	10	13	16	19	22	24	26	27	28	28	28
7	0	3	8	12	16	19	22	25	27	29	30	31	32	33
8	0	4	9	13	17	21	25	28	30	32	33	34	35	36



- Les surépaisseurs seront maxima à l'aplomb de la plate-forme et iront en décroissant jusqu'aux points où la hauteur du remblai est 3 mètres; de ces points jusqu'aux têtes la section restera constante.

- Épaisseur de la voûte aux reins e_1 en mètres :

$$e_1 = (1,52 + 0,06A) e_0$$

L'extrados sera circulaire, l'expression mathématique de son rayon en mètres est :

$$R_e = \frac{(e_1 - e_0)^2 + (0,5A + e_1)(0,5A + e_0)}{0,5A + 2e_0 - e_1}$$

- Épaisseur moyenne des culées E_c en mètres :

$$E_c = 0,30 + 0,20A + 0,20h + 2 \Delta e$$

- Épaisseur des piles E_p en mètres :

$$E_p = 0,80 + 0,10A$$

Radier de protection.

- Epaisseur axiale du radier de protection g en mètres.

Elle sera fixée en tenant compte : de la nature du sol sur lequel le radier sera fondé, de l'importance du débit solide, de la vitesse des eaux et de la considération des ouvrages existants.

SEJOURNE préconisait $g = 0,28 + 0,04 A$ formule qui conduit souvent à des épaisseurs trop importantes.

- Profondeur de la cunette du radier f en mètres:

$$f = 0,05 + 0,025 A$$

Cette profondeur de cunette est celle qui a été adoptée pour les calculs hydrauliques -annexes 2.2.2 et 2.2.3- ainsi que pour les calculs du radier général porteur en béton armé -annexe 2.4.5-.

Parafouille aval, avant et arrière becs.

A titre indicatif, sont donnés ci-après des formules empiriques susceptibles de faciliter le dimensionnement de ces ouvrages.

- Epaisseur du parafouille aval respectivement à sa base m et au niveau inférieur du radier n en mètres.

$$m = 0,30 + 0,05 A$$

$$n = 0,40 + 0,10 A$$

- Longueurs suivant l'axe longitudinal des piles, de l'avant bec p et de l'arrière bec éventuel q en mètres.

$$p = 0,5 \frac{Ep}{\sin^2 \varphi} \text{ ou } 0,5 \frac{Ep}{\sin \varphi}$$

$$q = 0,5 \frac{Ep}{\sin \varphi}$$

4.2.3 - Parties d'ouvrages non dimensionnées ci-avant.

- 4.2.3.1 Murs en aile : pour les murs en aile rectilignes.

on admettra que l'équilibre de chacune des sections droites est assimilable à celui d'un mur horizontal indéfini fictif de même section soutenant un remblai dont la surface libre est celle de la trace du remblai réel dans le plan de section droite considéré du mur réel.

La détermination du fruit uniforme à donner à tout le mur en aile se fera dans la section de plus grande hauteur.

A défaut de calcul, il pourra être fait application soit de la règle du tiers, soit de celle de SEJOURNE, d'ailleurs équivalente, où l'épaisseur moyenne du mur est donnée par la formule $0,30(1+H)$, H étant la hauteur du mur.

4.2.3.2 Murs tympans : la poussée sur le mur tympan sera supposée égale à celle d'un massif de pente égale au talus de remblai et limitée par une surface plane horizontale représentant la plateforme de l'autoroute, sur laquelle circulent des convois réglementaires.

A défaut de calcul, l'épaisseur moyenne de ces murs pourra être prise égale à $0,50 + 0,05A$

4.2.3.3 Murettes en retour : la poussée sur les murettes en retour sera supposée égale à celle d'un massif indéfini de pente égale au talus de remblai.

A défaut de calcul, les règles données pour les murs en aile pourront être appliquées aux murettes en retour.

CINQUIEME PARTIE - DISPOSITIONS CONSTRUCTIVES PARTICULIERES

5.1 - Joints

Les piédroits et les murs en aile, qui tendent souvent à se déverser en sens opposé et reposent généralement sur des fondations différentes, seront séparés par des joints verticaux dont l'étanchéité sera assurée par un élément plastique.

Le radier en béton ordinaire qui est un élément protecteur et non porteur, sera, pour prévenir fissures ou cassures, exécuté indépendamment des semelles de fondation, grâce à deux joints longitudinaux de construction, sans épaisseur.

Le corps de l'ouvrage sera construit par tronçons successifs dont la longueur ne sera pas inférieure à 9 m. Les joints entre tronçons seront verticaux et intéresseront toutes les parties de l'ouvrage (y compris le radier général en béton armé s'il y en a un). Ces joints seront rendus étanches par un élément plastique.

5.2 - Chape

On préférera aux chapes au mortier de ciment, trop sensibles au faïençage et à la fissuration par retrait, et à la chape en asphalte, peu indiquée en raison des pentes importantes qui compliquent la pose, les chapes modernes en produits plastiques (type poly-isobutylène ou autre) d'un emploi commode en feuilles qui se découpent à la demande et se soudent ou se collent directement sur chantier.

Pour éviter les infiltrations d'eau sous la chape, celle-ci sera remontée contre les tympans jusqu'à la plinthe dans laquelle elle sera engravée.

La protection de cette chape sera assurée par une contre-chape en béton poreux (sans sable).

5.3 - Remblais au contact de l'ouvrage

Les remblais au voisinage de l'ouvrage seront constitués de déblais perméables. Argile et gypse seront exclus.

Il suffira généralement de placer les meilleurs déblais trouvés dans les fouilles avoisinantes au contact de l'ouvrage, lors de son remblaiement.

Sauf cas particuliers, le chemisage général de l'ouvrage par une maçonnerie à pierres sèches rangées à la main et massifs drainants en matériaux sélectionnés ne seront pas nécessaires.

5.4 - Barbacanes, drains

5.4-1 - L'évacuation des eaux accumulées tant derrière les culées que sur l'extrados de la voûte, sera assurée par des barbacanes placées au niveau inférieur des piédroits.

Ces barbacanes d'un diamètre d'environ 100 mm. seront espacées au maximum de 5 mètres.

Leur direction sera normale aux culées ou très légèrement inclinée vers la tête amont.

5.4-2 - Dans le cas où l'ouvrage est entouré d'un massif drainant, la mise en place de deux drains latéraux situés au niveau inférieur des piédroits et assurant l'écoulement des eaux vers la tête aval, sera une bonne solution dans la mesure où la continuité des drains et leur pérennité pourront être assurées.

5.5 - Coulage des voûtes

Afin d'assurer le monolithisme de la voûte, elle sera coulée en un seul rouleau.

Pour éviter des déformations dissymétriques du cintre, le coulage devra être réalisé par deux postes opérant symétriquement des naissances à la clef.

Aucun joint ne sera nécessaire.

Les plans de reprise devront être perpendiculaires à l'intrados de la voûte, (des plans de reprise horizontaux entraîneraient la dislocation de la voûte).

SIXIEME PARTIE - CAS DES PONCEAUX CARROSSABLES

Le projet type de ponceau sur rivière est applicable aux ponceaux sur route sous réserve des dispositions particulières ci-après.

6.1 - Détermination de l'ouverture

On adoptera l'un des 4 profils en travers définis dans l'annexe 2.6.1.

6.2 - Implantation et calage

- Il est toujours possible, au besoin en rectifiant le tracé de la route de choisir l'un des schémas d'implantation définis à l'annexe 2.3.1 et notamment de réaliser un ouvrage droit.

6.3 - Fondations

Les calculs de fondation seront conduits d'une façon analogue à ceux des ouvrages sur rivière.

6.4 - Dispositions constructives particulières

Les barbicanes devront déboucher dans les caniveaux qui délimitent la chaussée sous ouvrage.

Leur direction sera franchement orientée dans le sens de l'écoulement des eaux.

SEPTIEME PARTIE - AVANT-METRE

Les natures d'ouvrage et leur destination sont définies dans le tableau ci-après :

<u>Natures d'ouvrages</u>	<u>Destination des natures d'ouvrages</u>
Terrassements	Déblais, matériaux drainants, remblais
Béton de propreté	Sous toutes les fondations
Béton ordinaire en fondation	Semelles ou massifs de fondation aussi bien sous les culées et piles que les murs en aile. Radier protecteur sous ouvrage et entre murs en aile . Parafouilles amont et aval
Béton armé en fondation	Radier général porteur
Acier à adhérence améliorée	Armatures pour béton armé
Bétons ordinaires en élévation	Voûte, culées, piles Murs de tête, tympans, plinthes Avant et arrière becs des piles, couronnements Murs en aile, rampants Murettes en retour, couronnements
Chape	Sur extradors de voûte
Contre-Chape	Sur chape
Barbacanes	Au niveau inférieur des culées
Gargouilles	Sur les piles
Drains	Au pied du parement extérieur des culées
Joints	Entre murs en aile et murs de tête Entre tronçons de corps d'ouvrage

L'annexe 2.7.1 donne au mètre linéaire d'ouvrage en fonction des ouvertures, des hauteurs de piédroits et des surépaisseurs variables, le cube de béton pour voûte et piédroits.

MINISTERE DE L' EQUIPEMENT ET DU LOGEMENT

SERVICE D' ETUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

AGENCE DU SUD-EST

50, Avenue du Maréchal de Lattre de Tassigny MACON 71017 - Tel: 38.30.82

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

PONCEAUX A PLEIN CINTRE

O.H.V.M. 63

ANNEXES A LA NOTICE TECHNIQUE

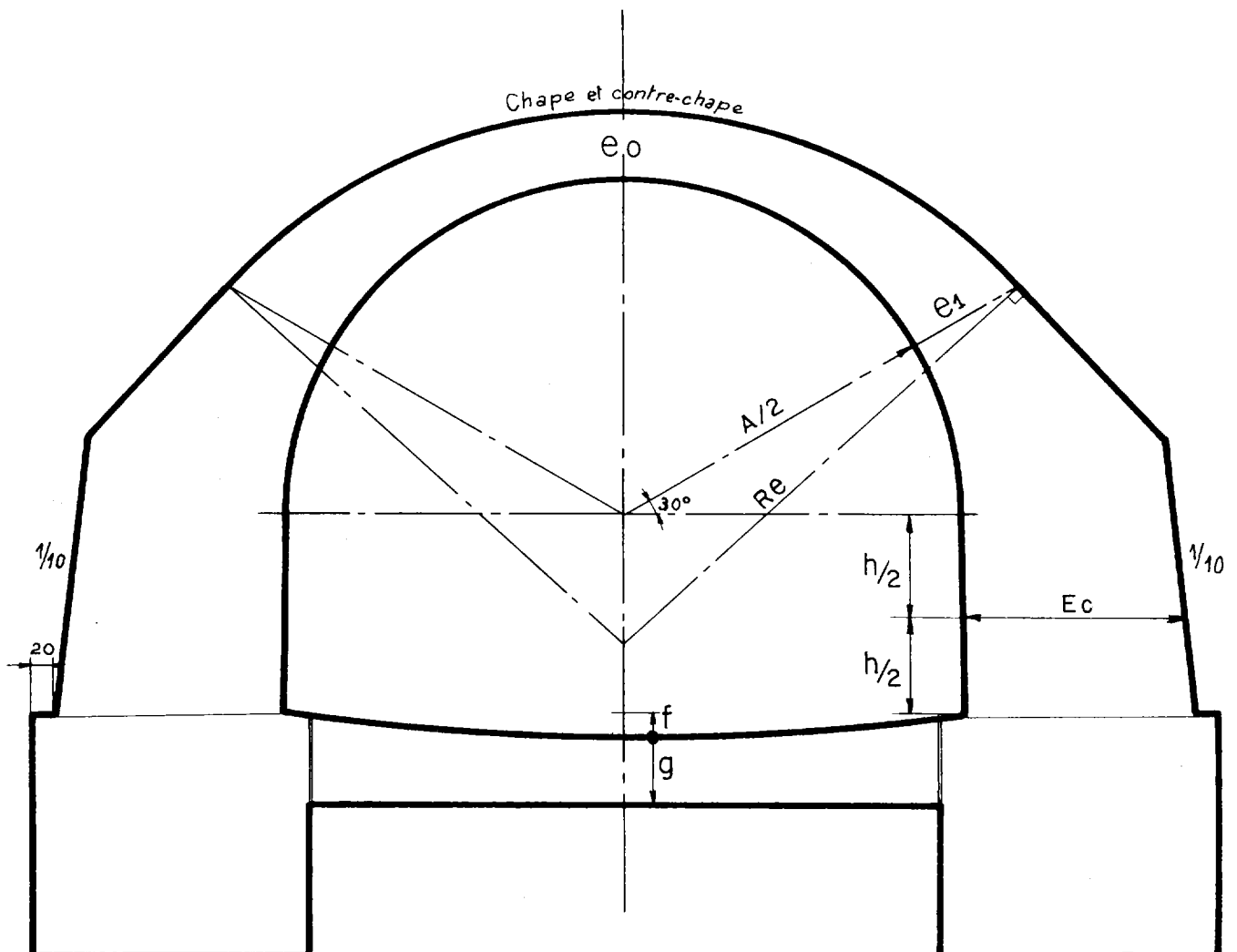
DESSINS DES OUVRAGES

2.1

OUVRAGE SIMPLE

COUPE TRANSVERSALE

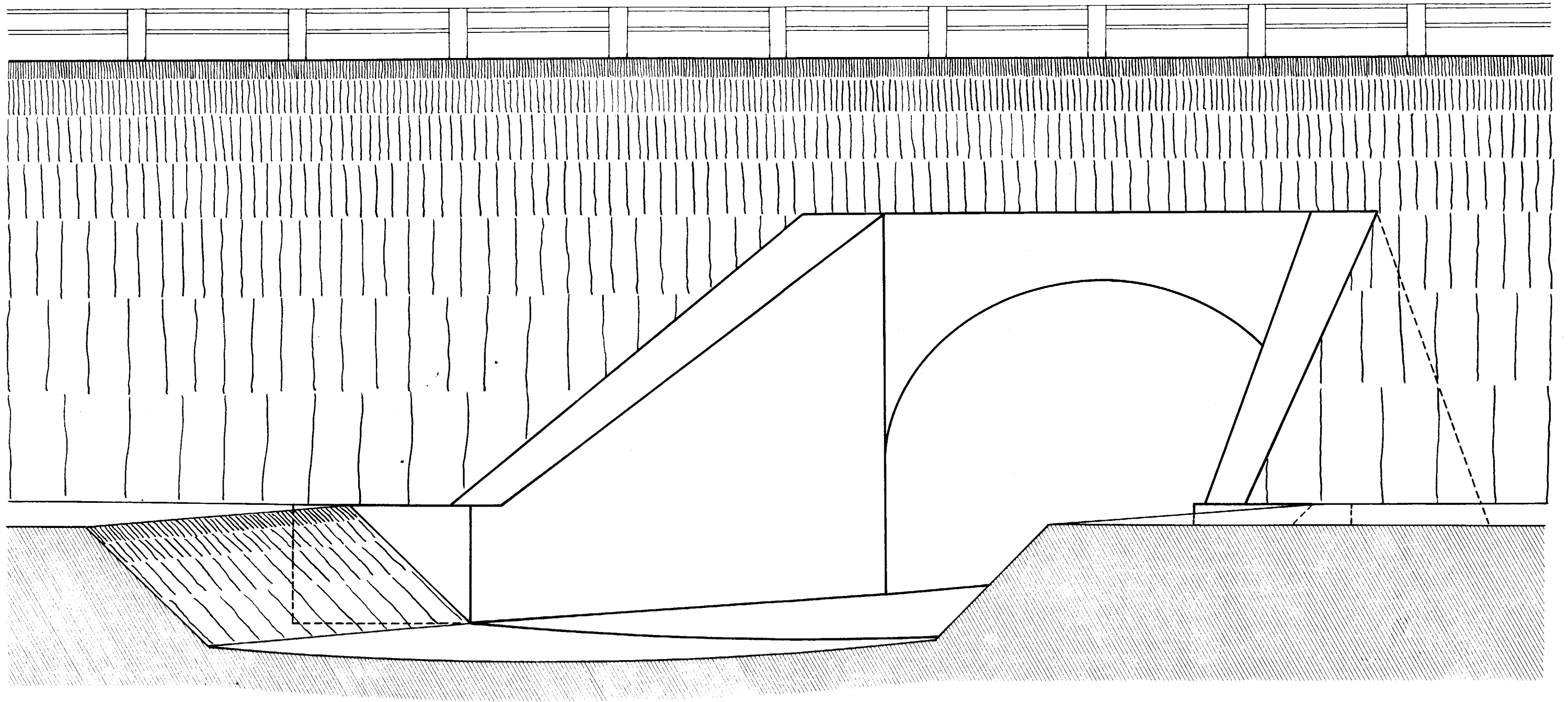
(sur le corps de l'ouvrage)



DESSINS D'UNE TETE

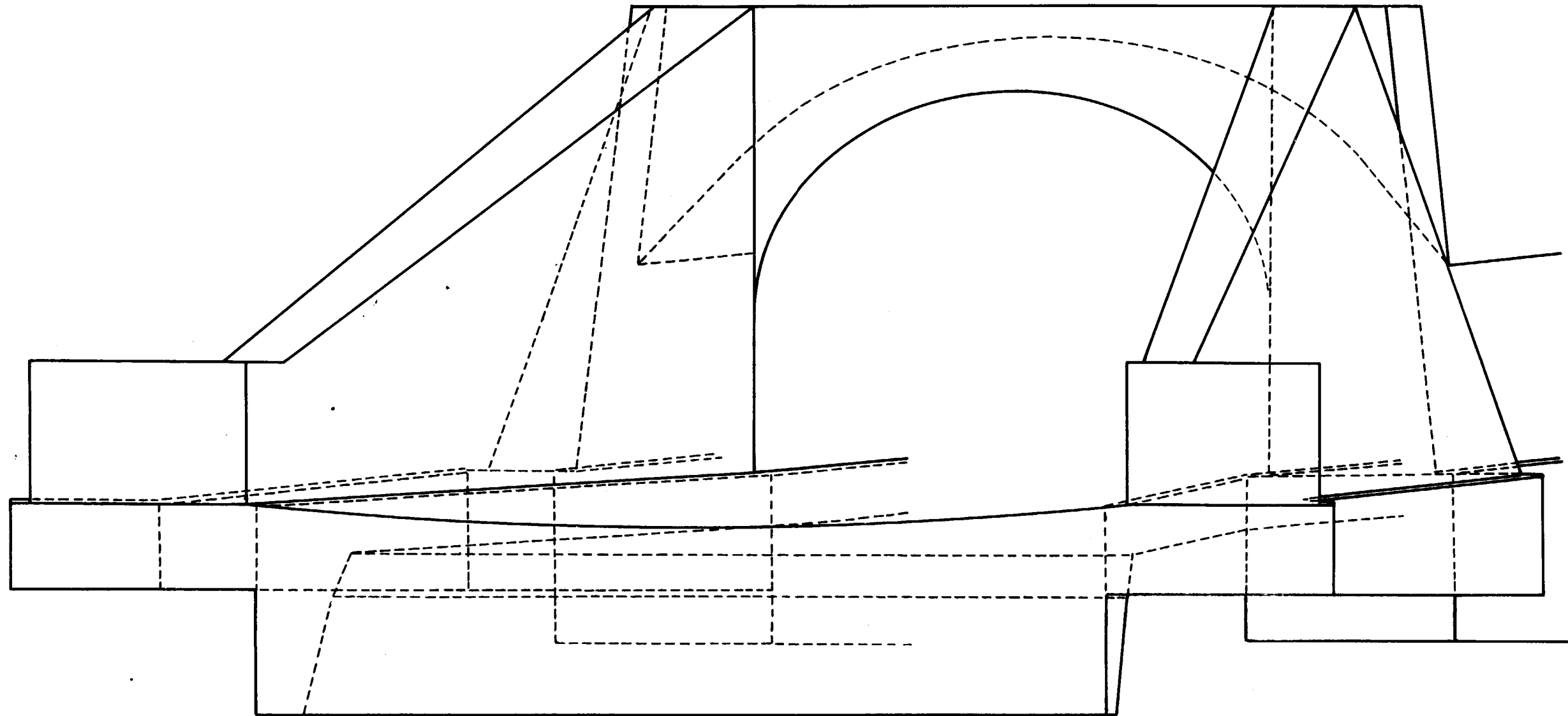
AVEC MURS EN AILE PLANS ET MURETTES EN RETOUR

ELEVATION



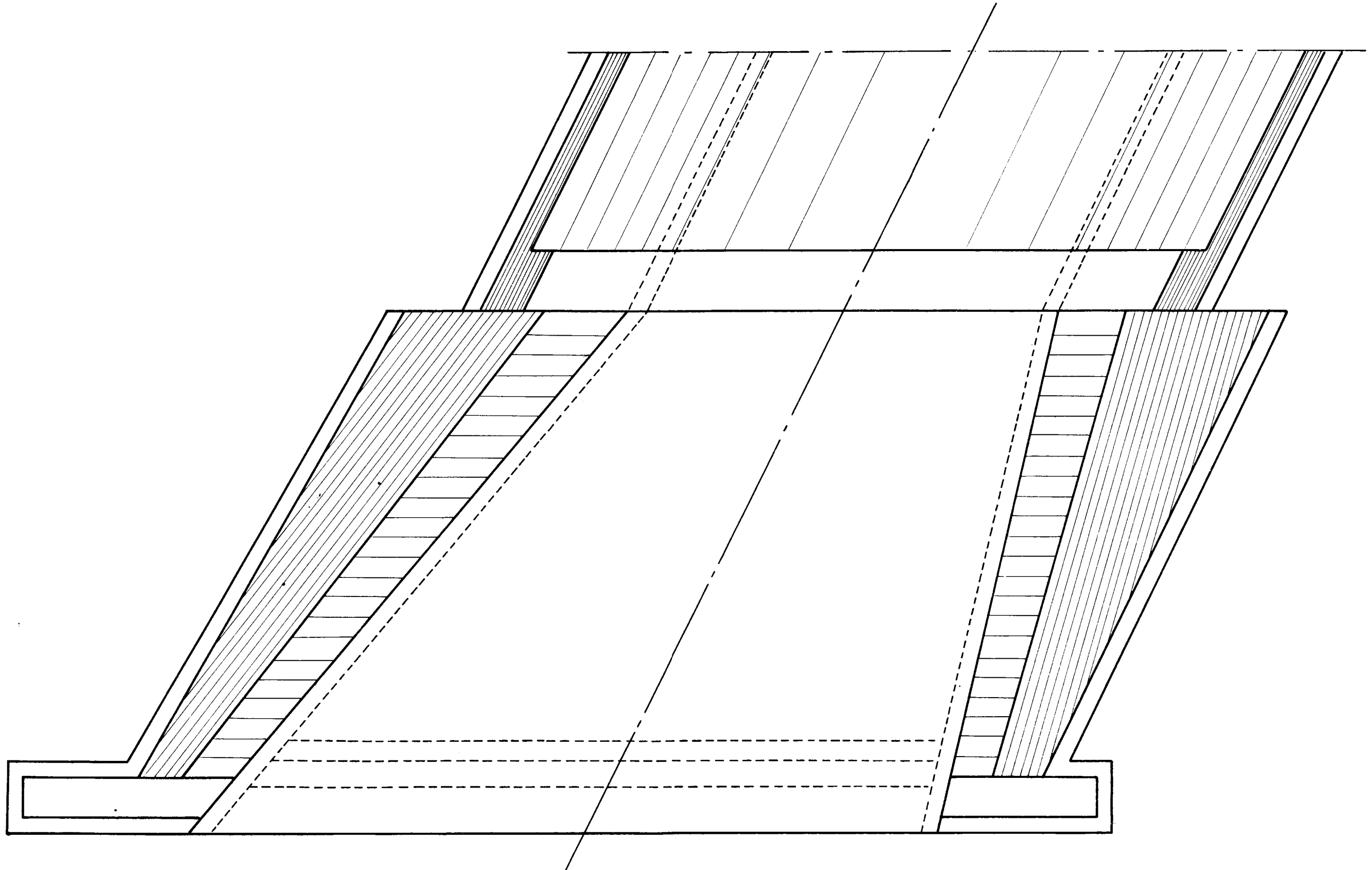
ELEVATION

(Les maçonneries découvertes)



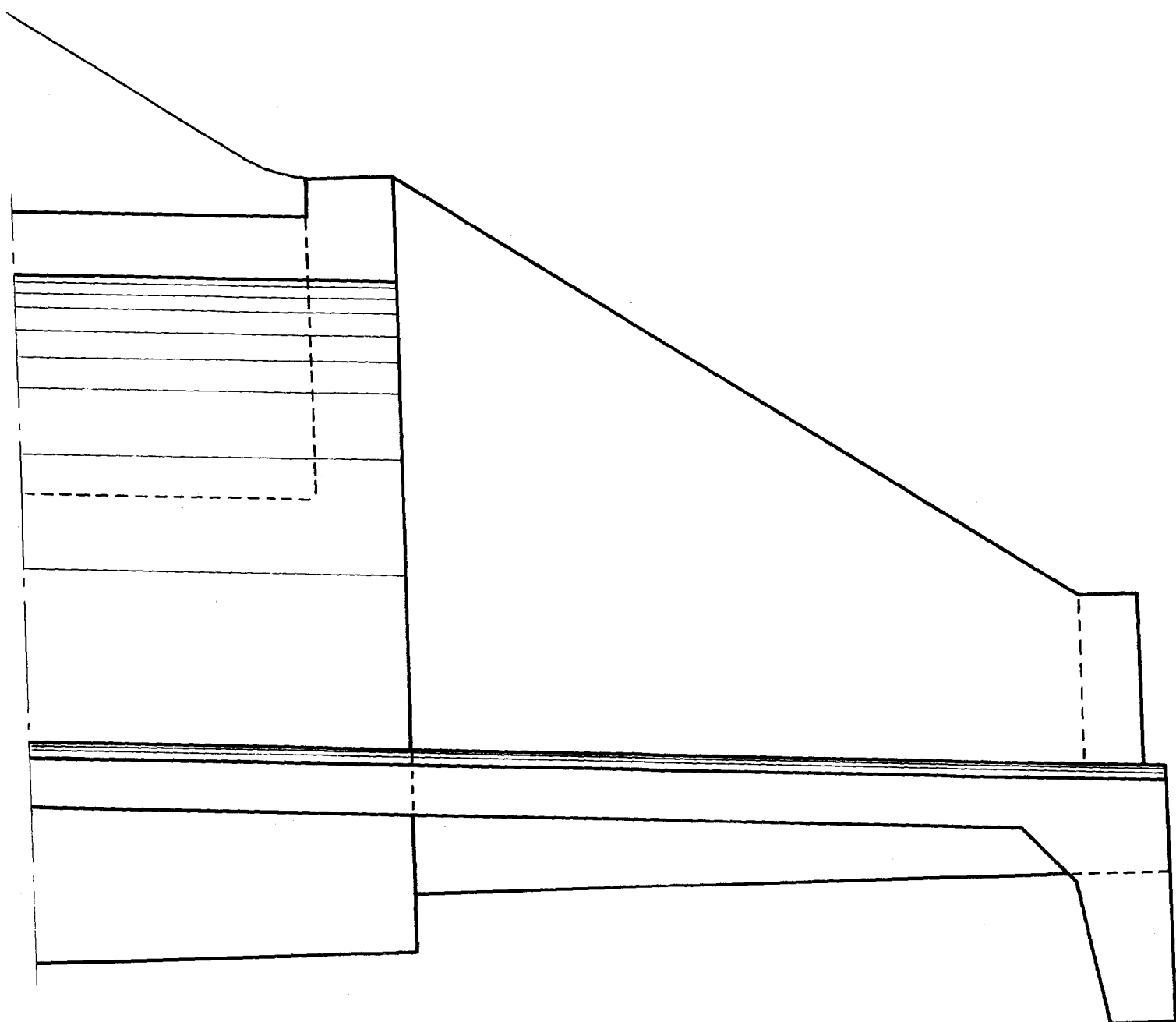
PLAN

(Les maçonneries découvertes)



COUPE LONGITUDINALE

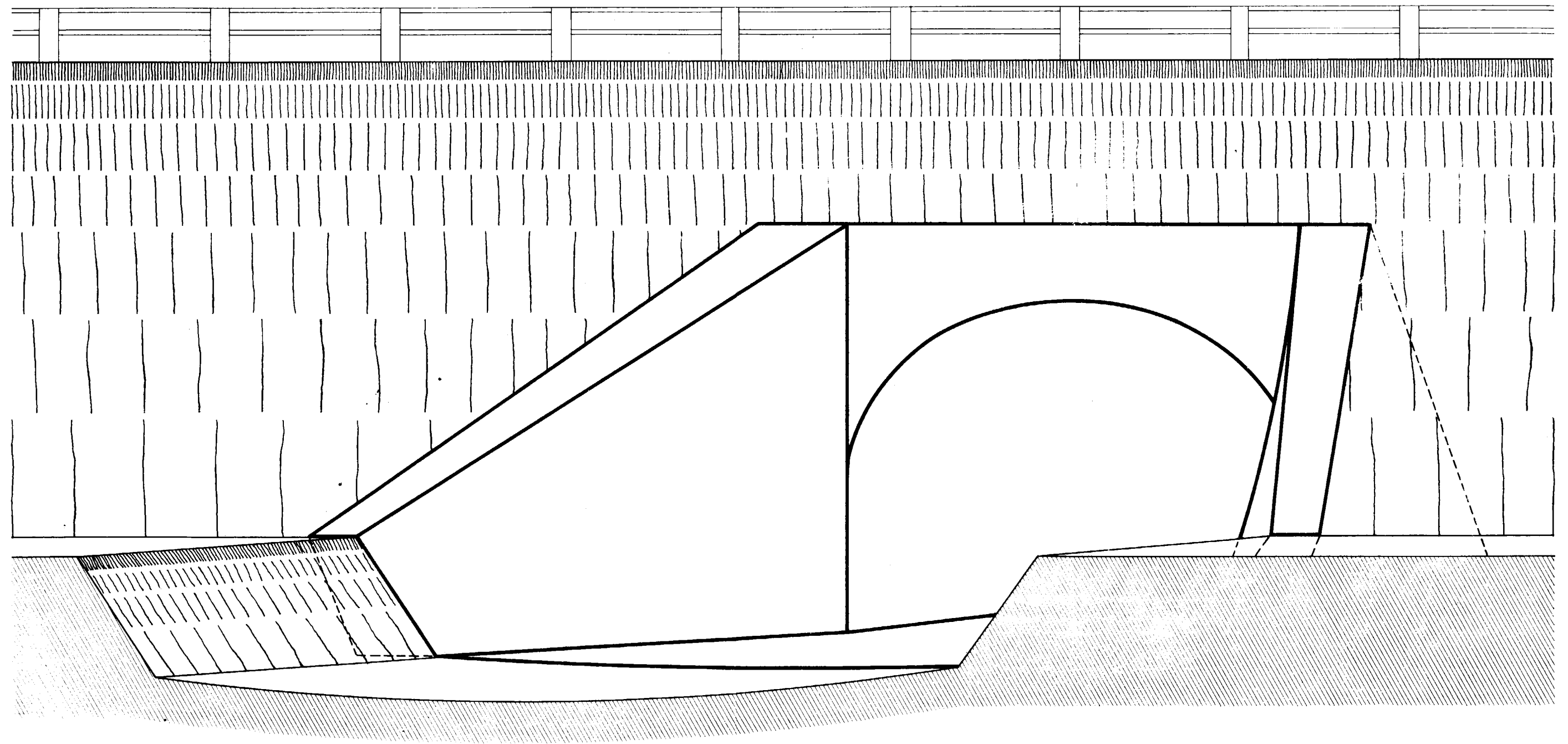
(Les maçonneries découvertes)



DESSINS D'UNE TETE

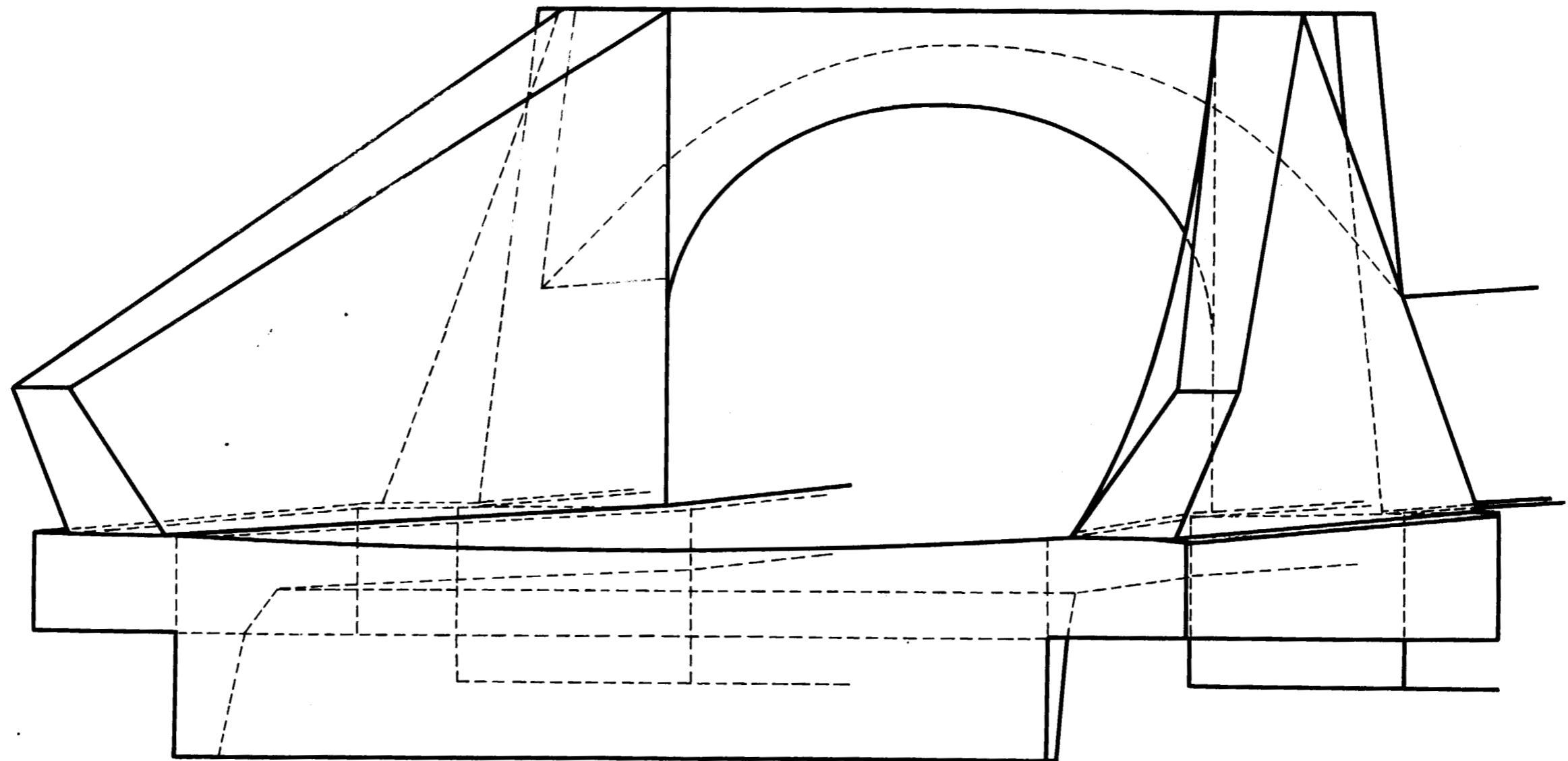
AVEC MURS EN AILE GAUCHES

ELEVATION



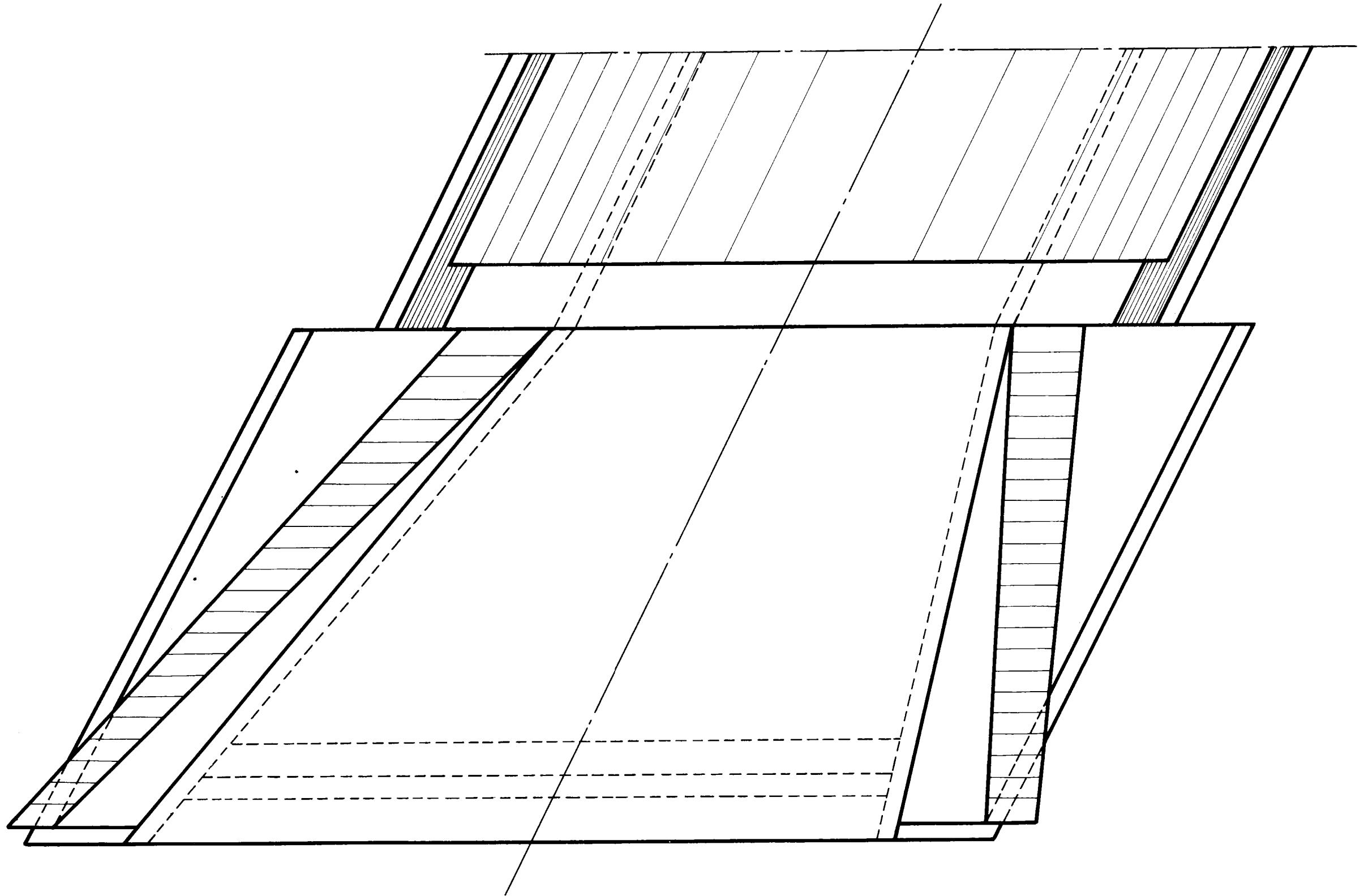
ELEVATION

(Les maçonneries découvertes)



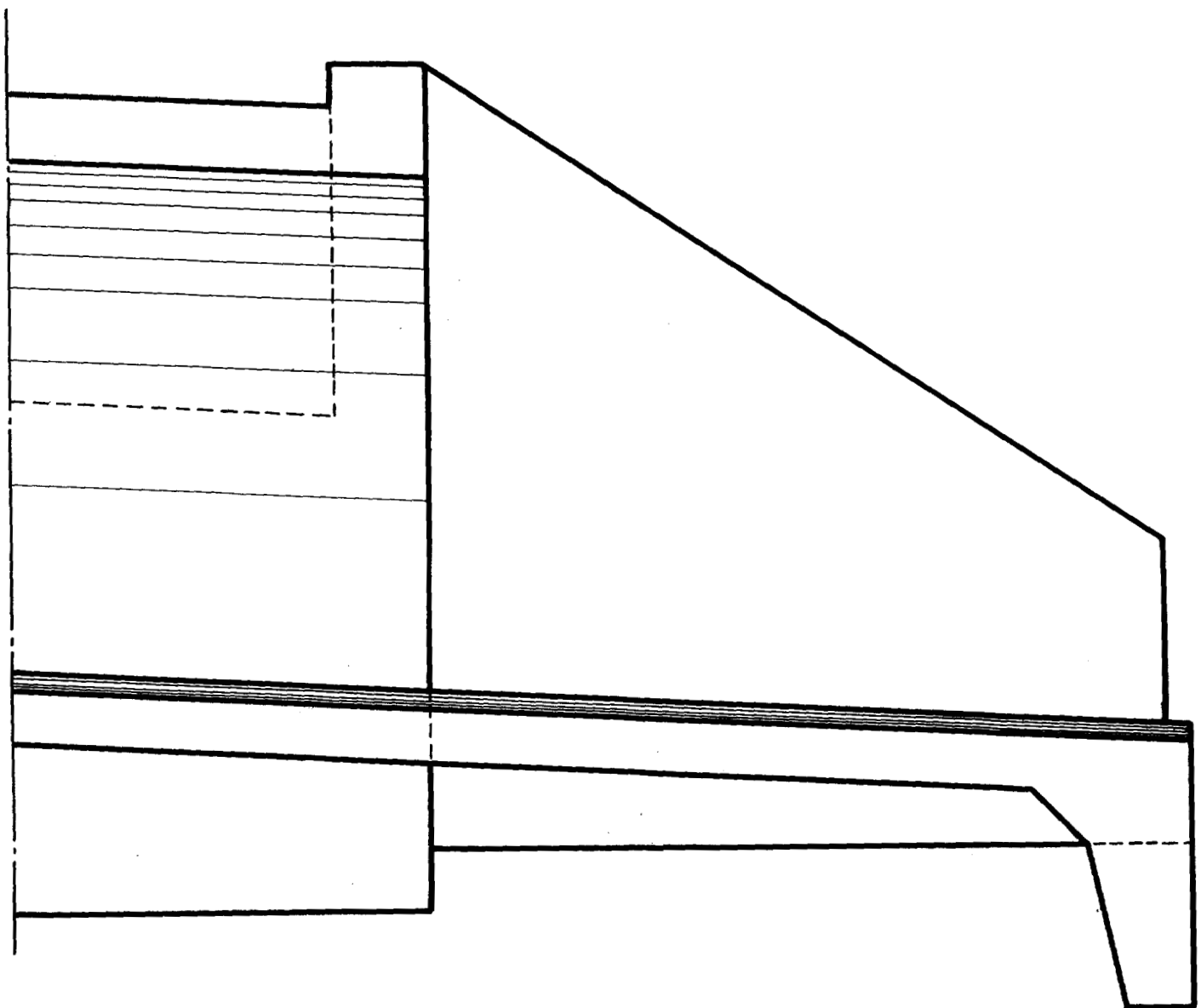
PLAN

(Les maçonneries découvertes)



COUPE LONGITUDINALE

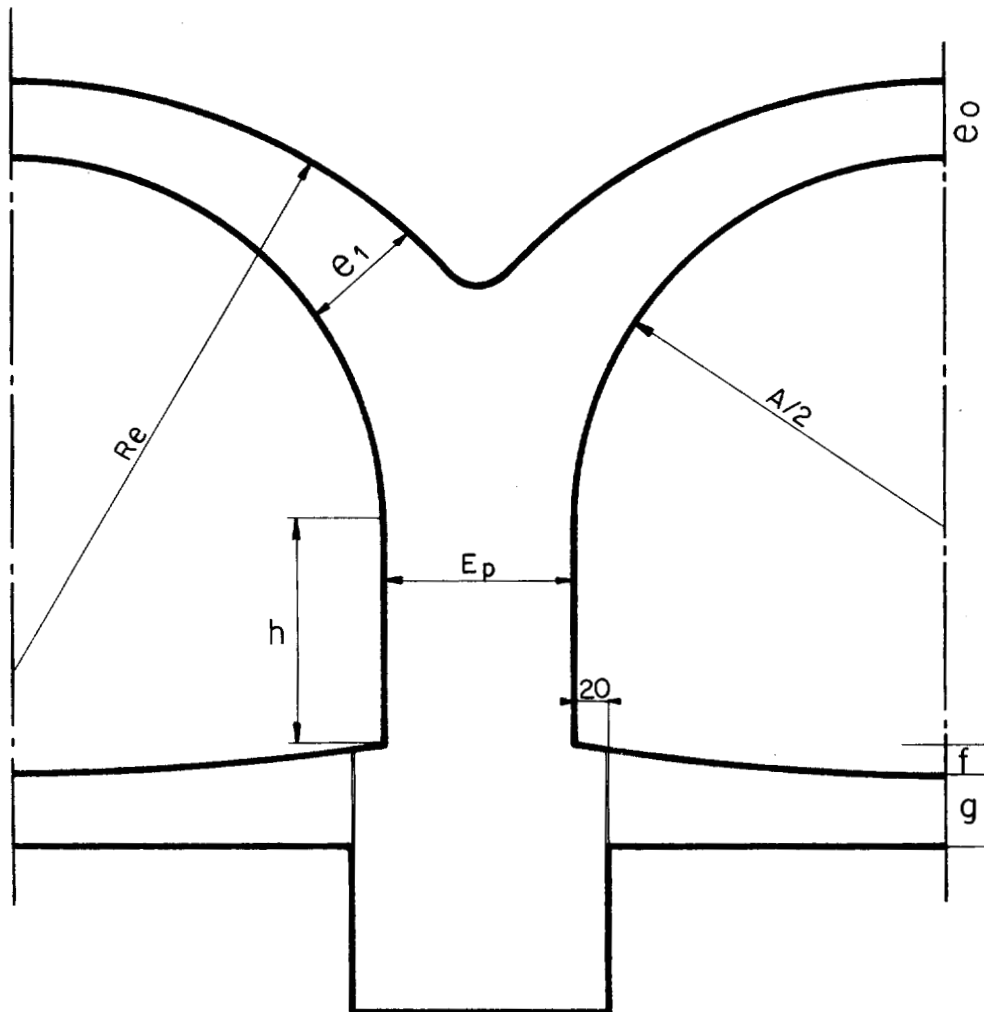
(Les maçonneries découvertes)



OUVRAGE MULTIPLE

COUPE TRANSVERSALE

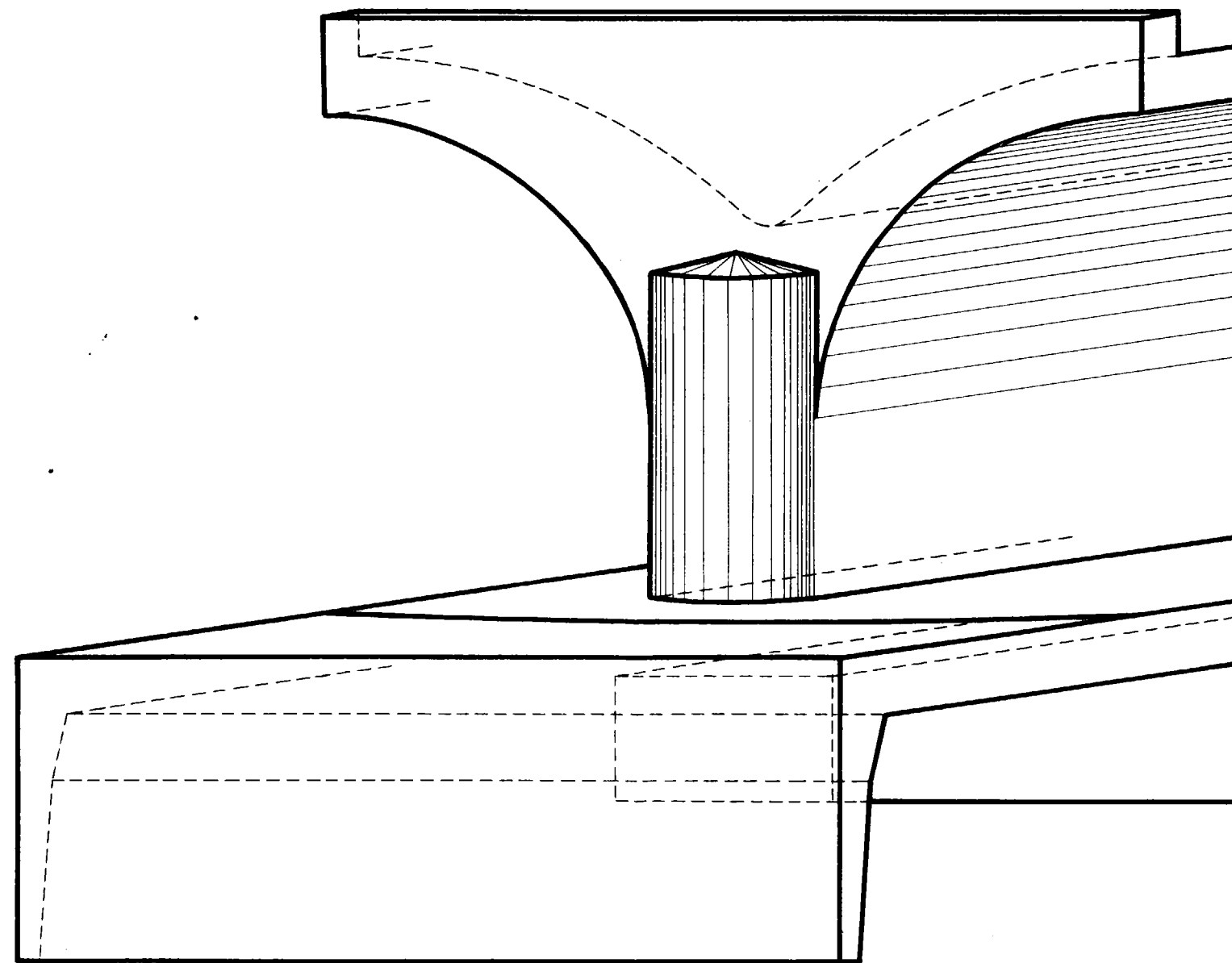
(sur le corps de l'ouvrage)



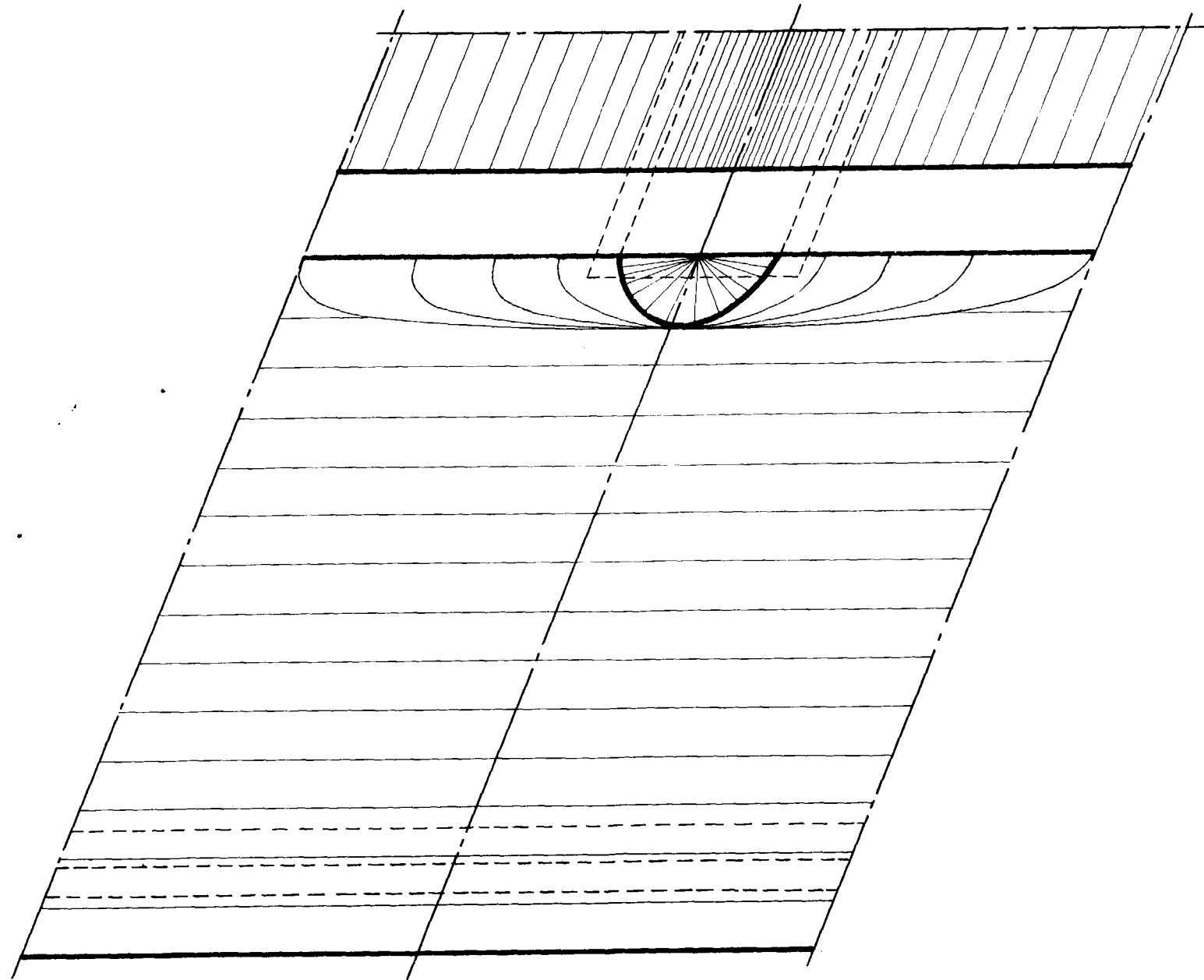
DESSINS D'UNE PILE

(Les maçonneries découvertes)

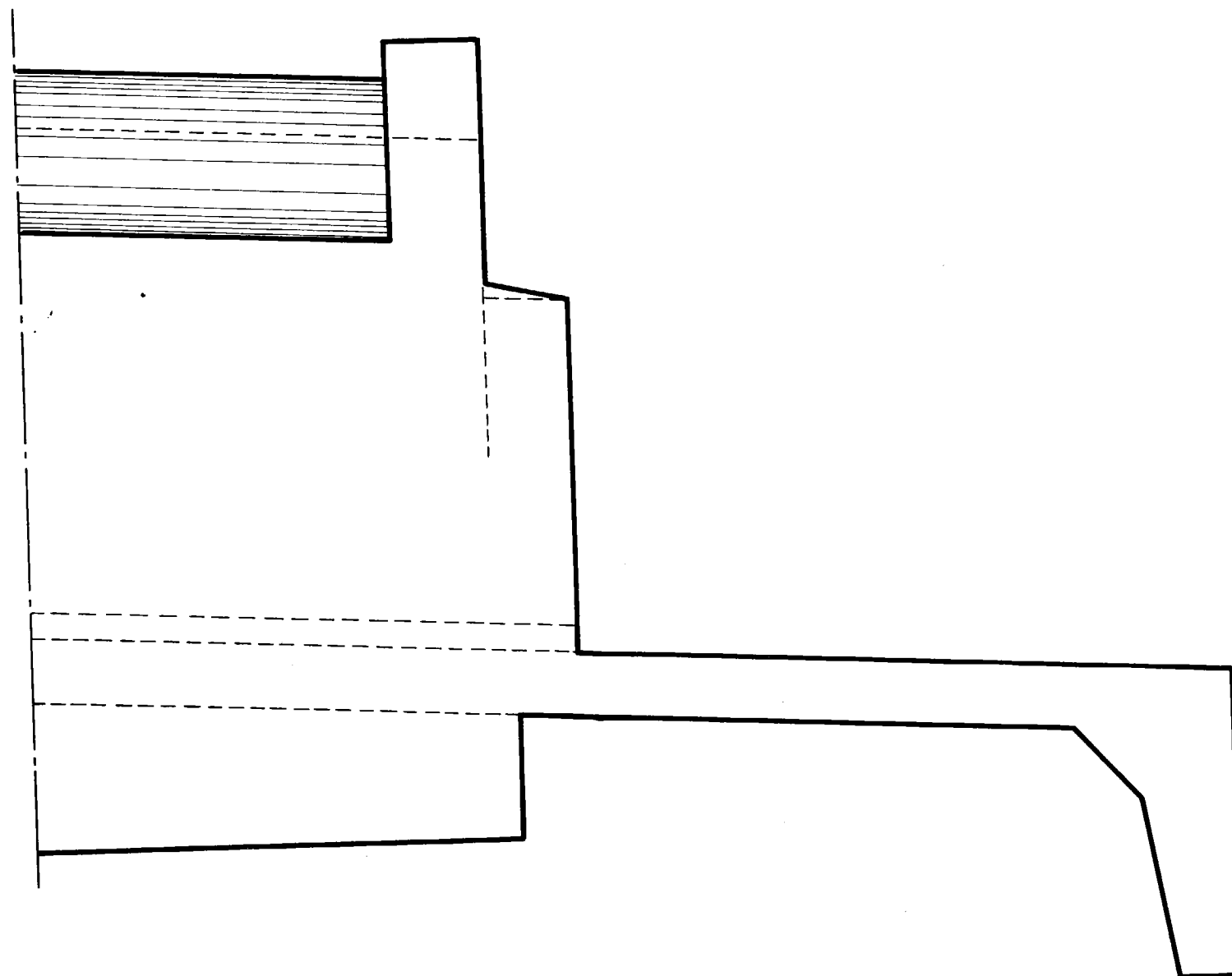
ELEVATION



PLAN



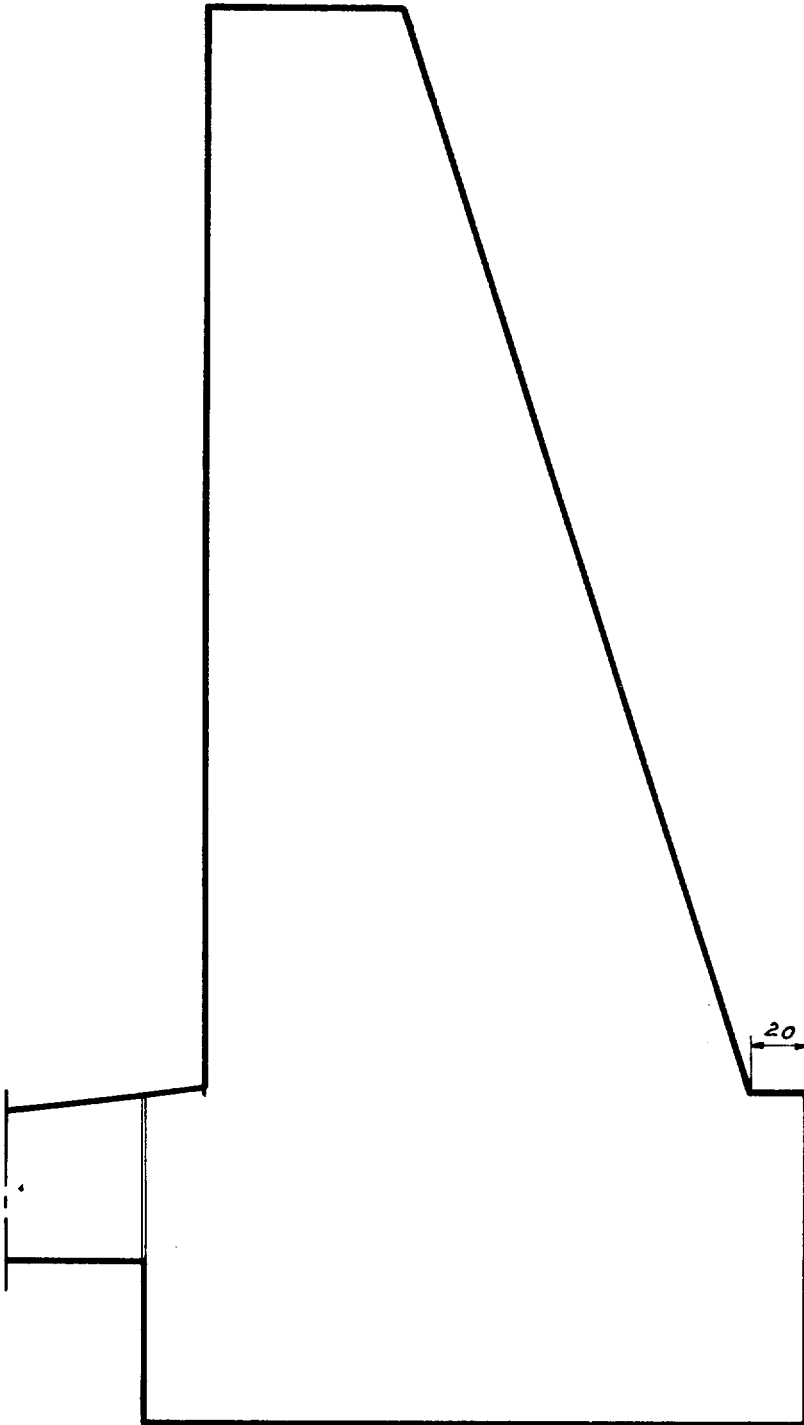
COUPE LONGITUDINALE



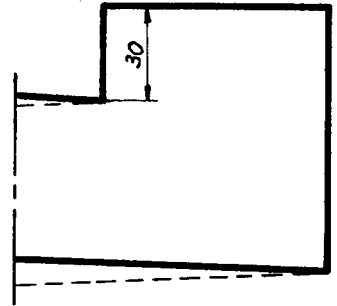
DESSINS de **DETAIL**

MURS ET PLINTHE

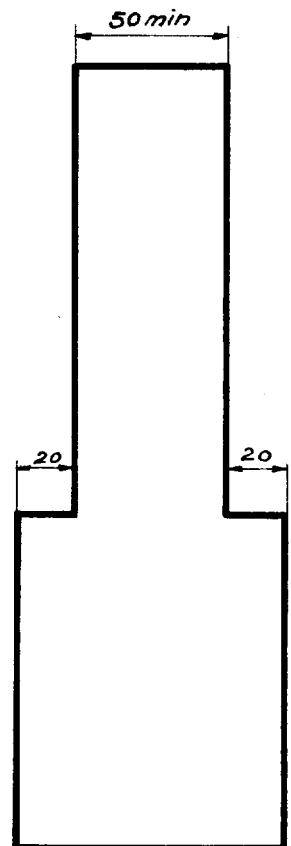
MUR EN AILE



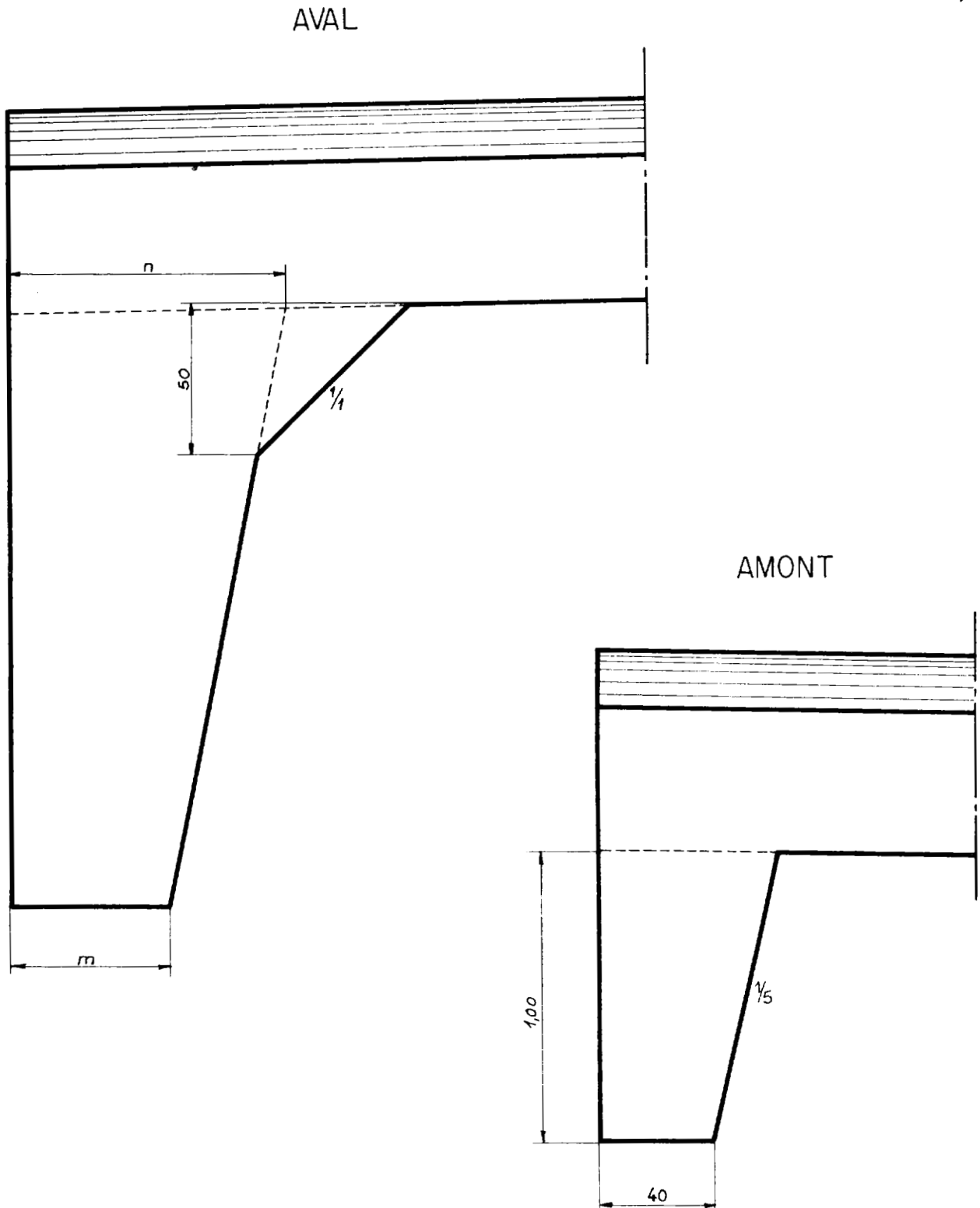
PLINTHE



MURETTE EN RETOUR



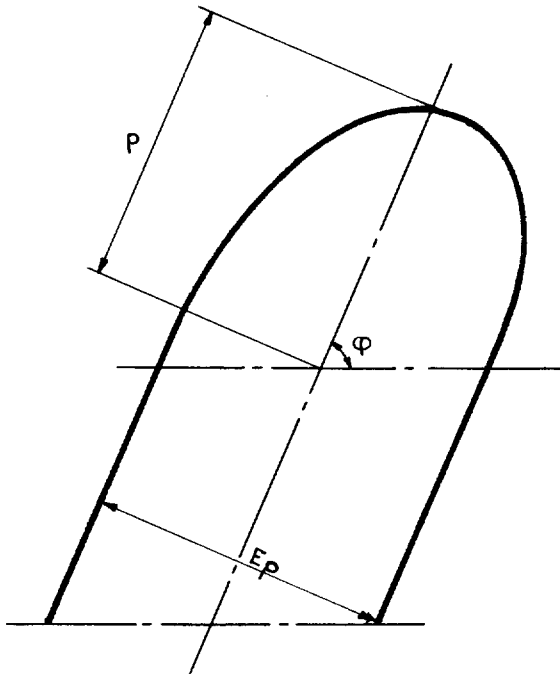
PARAFOUILLES



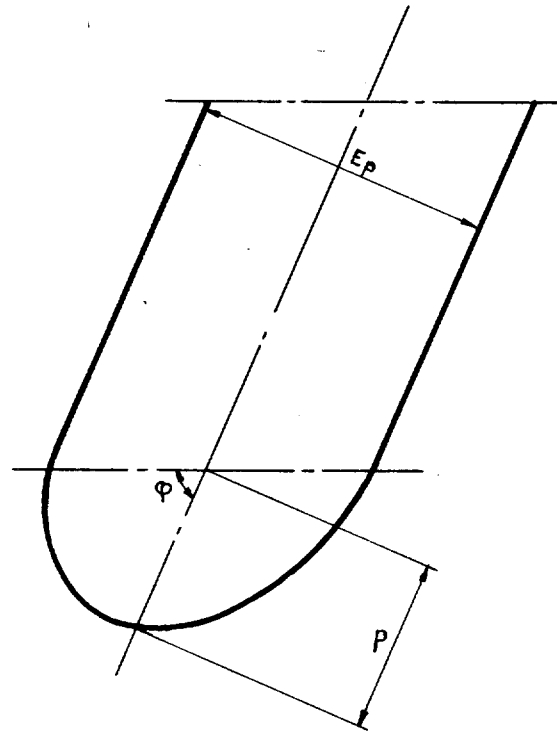
Echelle 1/20

BECS ET PILES

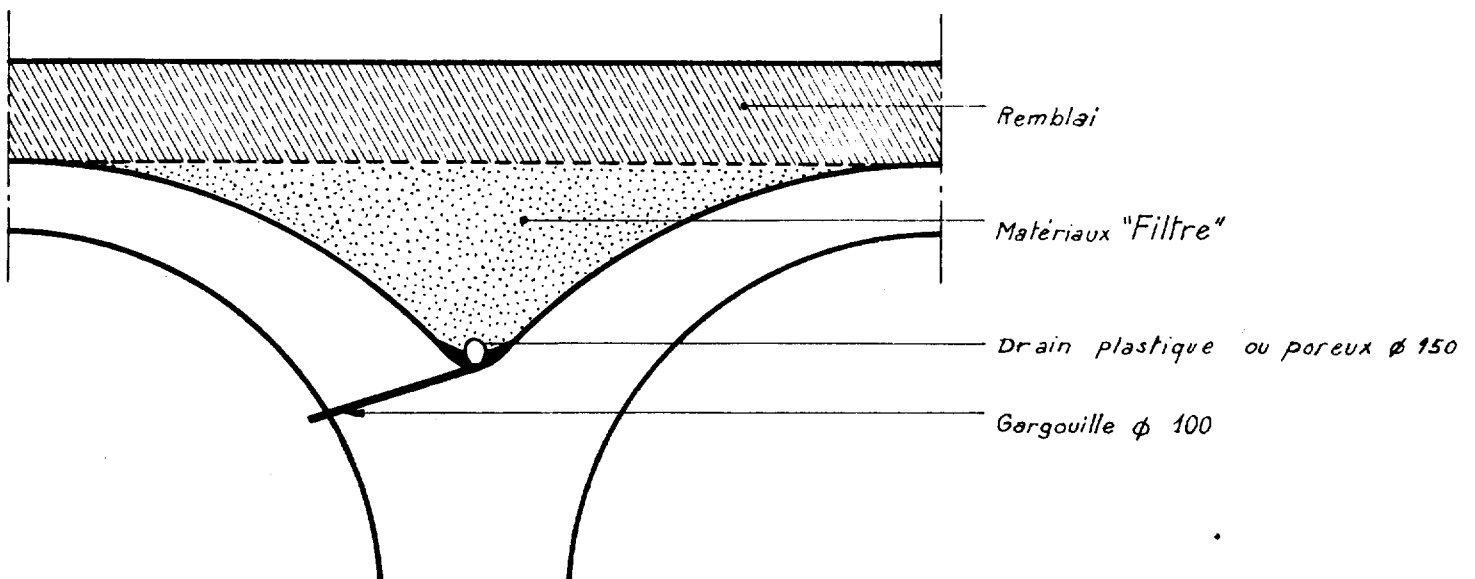
AVANT BEC



ARRIERE BEC



DISPOSITIONS DE DRAINAGE



MINISTERE DE L' EQUIPEMENT ET DU LOGEMENT

SERVICE D' ETUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

AGENCE DU SUD-EST

50, Avenue du Maréchal de Lattre de Tassigny MACON 71 - Tel: 38.30.82

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

PONCEAUX A PLEIN CINTRE

O.H.V.M. 63

ANNEXES A LA NOTICE TECHNIQUE

NOTICE TECHNIQUE HYDRAULIQUE

2.2.1

S O M M A I R E

1. - GENERALITES
2. - RAPPEL de NOTIONS et FORMULES HYDRAULIQUES
3. - TYPES de LIGNES d'EAU
4. - CONDITIONS AUXQUELLES l'OUVRAGE doit SATISFAIRE
5. - DETERMINATION de la HAUTEUR d'EAU à l'AVAL
6. - METHODE PRATIQUE pour le CHOIX du DEBOUCHE
7. - VITESSE de l'EAU
8. - RETRECISSEMENT du LIT - TETES
9. - CAS des OUVRAGES MULTIPLES
10. - VALIDITE des FORMULES THEORIQUES
11. - REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

La présente notice provisoire sera ultérieurement incorporée dans une étude générale relative au calcul hydraulique des ouvrages de drainage autoroutier.

I. - GENERALITES

Le débouché linéaire de l'ouvrage sera le plus souvent nettement inférieur à la largeur du lit majeur. La méthode couramment utilisée, consistant à évaluer le débit de l'ouvrage par une formule de mouvement uniforme (formule de Manning - Strickler ou de Bazin par exemple), valable dans le cas où l'ouvrage entraîne une obstruction négligeable, ne l'est plus dans le cas contraire ; elle est susceptible de conduire à des estimations totalement erronées.

Pour calculer le débit maximum que l'ouvrage est capable d'absorber, il faut faire appel aux hypothèses du mouvement graduellement varié et considérer les caractéristiques critiques. On admet dans ce cas, et c'est l'hypothèse que nous adopterons dans la suite, qu'il se forme à l'amont de l'ouvrage une zone à faible vitesse - le carré de la vitesse à l'amont de l'ouvrage étant alors négligeable devant le carré de la vitesse dans l'ouvrage.

Il est en général impossible de déduire directement du débit à évacuer les caractéristiques de l'ouvrage projeté. On sera obligé de se donner un ouvrage a priori et de vérifier ensuite s'il convient : plusieurs essais pourront être nécessaires.

2. - RAPPEL de NOTIONS et FORMULES HYDRAULIQUES

L'écoulement dans l'ouvrage est analogue à l'écoulement dans un canal à surface libre. Nous rappelons ci-après les formules et les notions théoriques indispensables à l'étude de ce type d'écoulement.

Différents types de mouvements

Dans un canal dont la pente, la section, la rugosité et le débit sont constants, c'est toujours le régime uniforme qui finit par s'établir.

La présence d'une singularité (rétrécissement, élargissement, discontinuité...) provoque non seulement une perte localisée d'énergie, mais aussi une modification de la surface libre. Le régime est alors différent du régime uniforme : on l'appelle régime varié.

On peut diviser les écoulements variés en deux groupes :

- les écoulements graduellement variés dont les caractéristiques hydrauliques ne changent que très lentement d'une section à l'autre.
- les écoulements rapidement variés où l'on constate une évolution rapide parfois discontinue des caractéristiques du mouvement.

Les écoulements graduellement variés (qui sont ceux que nous aurons à considérer par la suite) se produisent parfois sur des distances importantes et conduisent aux formes de la surface libre appelées courbe de remous.

Pertes de charge

En régime uniforme, les pertes de charge linéaires par frottement sont entièrement compensées par la pente du fond. La ligne de charge est rectiligne et parallèle à la surface libre et au fond du canal. Vitesse et débit peuvent être calculés par la formule de Manning Strickler.

$$U = K_s R^{2/3} i^{1/2} = \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2}$$

$$Q = SU = K_s SR^{2/3} i^{1/2} = \frac{1}{n} SR^{2/3} i^{1/2}$$

U Vitesse moyenne

k_s ou n définissent la rugosité

R rayon hydraulique = $\frac{\text{Surface mouillée}}{\text{Périmètre mouillé}}$

pente

En régime varié, comme le rayon hydraulique varie de section en section, la perte de charge linéaire varie aussi. En régime graduellement varié, on admet que dans un tronçon assez court du canal, la valeur de la perte de charge est égale à celle qui correspondrait à un régime uniforme où le même débit s'écoulerait sous le tirant d'eau de la section moyenne du tronçon.

.....

Charge spécifique

La charge par rapport au fond ou charge spécifique est

$$H = h \cos \theta + \frac{\alpha U^2}{29} \approx h + \frac{\alpha U^2}{29} = h + \frac{\alpha Q^2}{29S^2}$$

h hauteur d'eau dans le canal

tg θ pente du fond

α coefficient d'inégalité des vitesses ≠ 1

Cette relation définit pour une section déterminée une relation entre H, h et Q pour un type quelconque d'écoulement.

Si on se place à débit constant $Q = Q_1$, la relation définit une courbe $H = f(h)$ et donne les hauteurs d'eau en fonction de la charge spécifique (figure 1 page 3 bis).

On voit que le débit Q_1 peut, avec la même charge spécifique, s'écouler sous deux profondeurs différentes :

- l'une h' correspondant au régime rapide ou torrentiel
- l'autre h'' correspondant au régime lent ou fluvial

Le point de la courbe défini par (H_c, h_c) représente le régime critique.

La charge spécifique correspondante H_c est la charge critique, charge minimum qui permet d'écouler le débit Q_1 .

La profondeur d'eau h_c correspondant au régime critique est la profondeur critique.

Si on se place à charge spécifique constante $H = H_1 = C^{te}$ la relation définit le débit par :

$$Q = S \sqrt{\frac{29}{\alpha} \times (H_1 - h)}$$

(figure 2, page 3 bis)

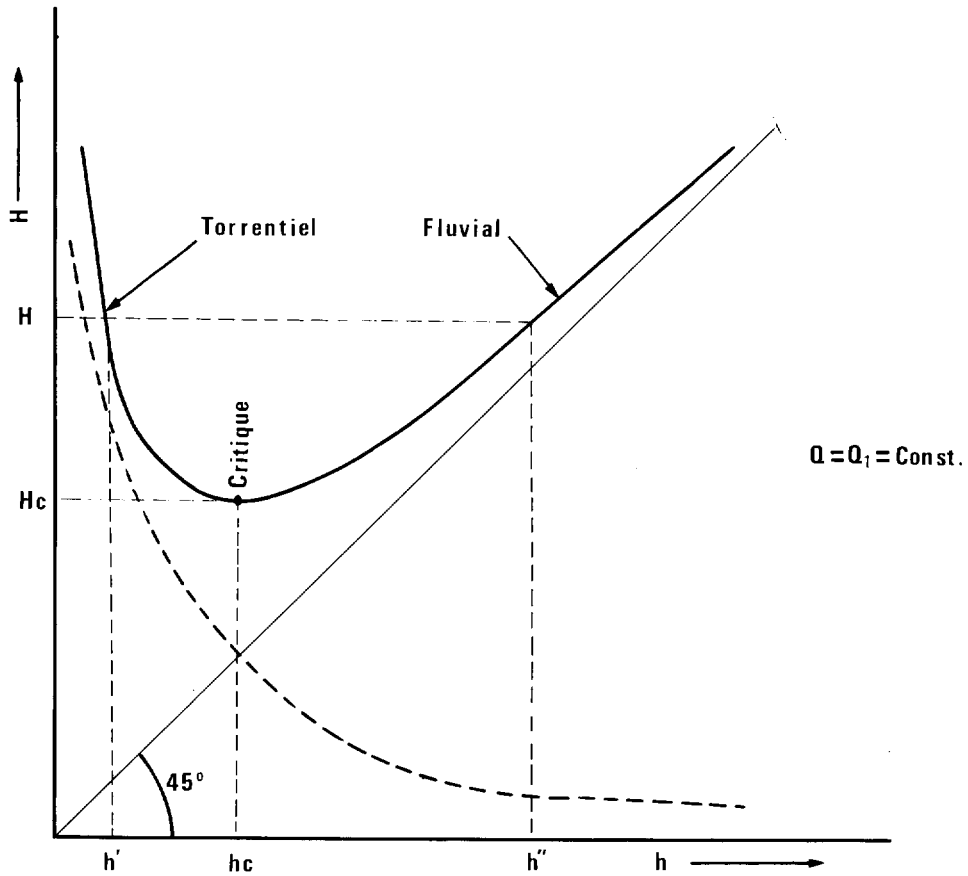


Fig. 1

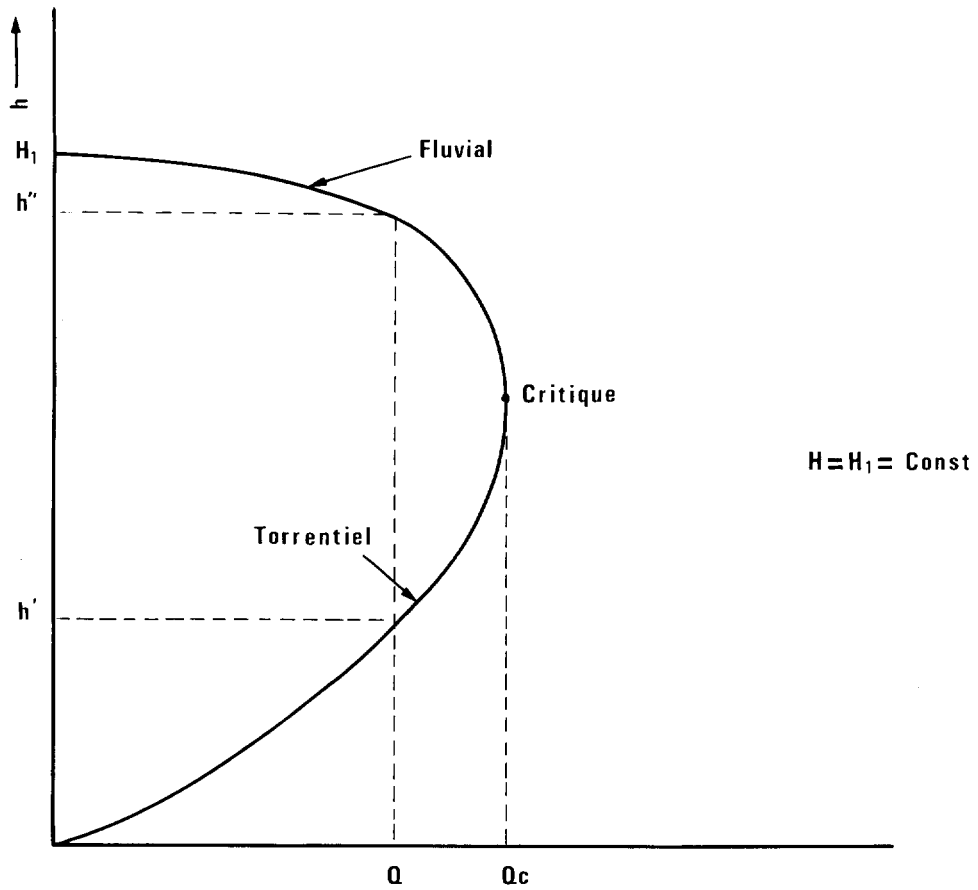


Fig. 2

Le même débit peut s'écouler sous deux hauteurs d'eau h' (régime torrentiel) et h'' (régime fluvial).

Le point (Q_c H_c) correspond au débit maximum que la section peut écouler avec la charge spécifique H₁. Ce point définit le régime critique qui coïncide avec le régime critique défini plus haut.

En résumé, le régime critique correspond au minimum de charge qui permet l'écoulement d'un débit déterminé dans une section ou au débit maximum qui sous une charge donnée s'écoule dans la même section.

Le débit critique a pour expression :

$$Q = S_c \sqrt{g \frac{S_c}{L}}$$

S_c. Surface mouillée correspondant à la profondeur critique h_c

L. Largeur à la surface libre.

La pente critique I_c d'un canal (pour un certain débit) est la pente pour laquelle le débit considéré s'écoule en régime critique uniforme ou en d'autres termes, la pente pour laquelle la charge nécessaire pour faire écouler le débit considéré est minimum.

$$I_c = n^2 \frac{g S_c}{R_c^{4/3} L_c}$$

Les canaux dont la pente est supérieure à la pente critique sont dits rapides.

Les canaux dont la pente est inférieure à la pente critique sont dits lents.

3. - TYPES de LIGNES d'EAU

La définition de la ligne d'eau est obtenue à partir des caractéristiques de l'écoulement dans une section de référence dite section de contrôle. Cette section est située :

- à l'aval si le régime est fluvial,
- à l'amont si le régime est torrentiel.

Les lignes d'eau que l'on rencontrera dans le cas des écoulements sous ponceaux respectant une revanche peuvent se classer dans l'un des trois types :

TYPE 1 (figure 3 - page 5 bis).

$$\begin{aligned} I &< I_c \\ H &\leq k h_o \quad (1) \\ h_a &< h_c \end{aligned}$$

$$H = h_c + \frac{v_c^2}{2g} + \Delta H + h_f - IL$$

- H hauteur d'eau au-dessus du radier en amont de l'ouvrage
- h_o hauteur maximum d'eau tolérable dans l'ouvrage (compte tenu de la revanche)
- h_a hauteur d'eau à l'aval au-dessus du radier de l'ouvrage
- h_c profondeur critique à la sortie
- I_c pente critique
- V_c vitesse critique
- ΔH perte de charge à l'entrée
- h_f pertes dues au frottement dans l'ouvrage
- IL chute dans la longueur de l'ouvrage
- h_f ≠ IL (écoulement uniforme dans l'ouvrage)

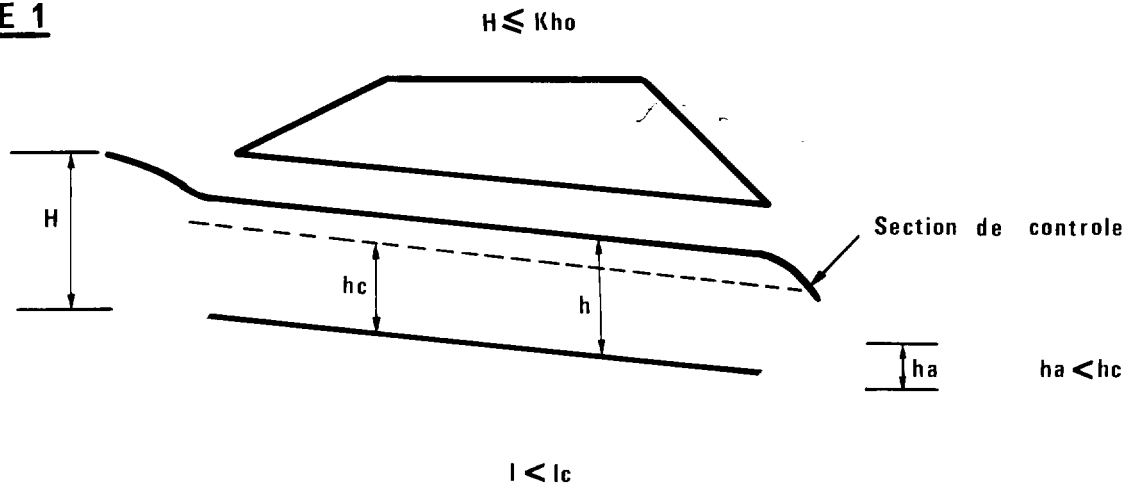
La section de contrôle est à la profondeur critique à la sortie.

La vitesse à la sortie est la vitesse critique soit : Q/aire du flot critique.

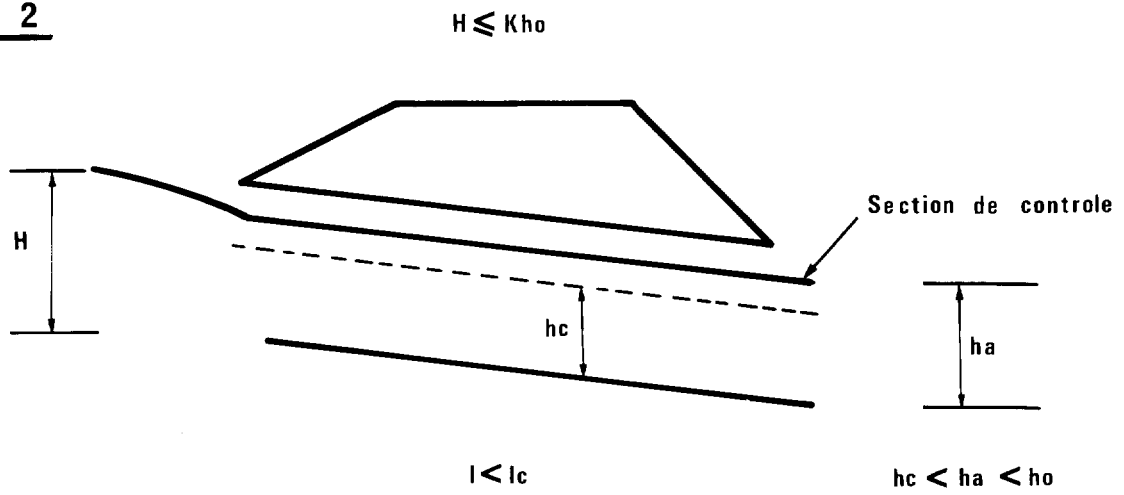
C'est le cas courant lorsque le ruisseau ou le canal est à faible pente et est large et plat.

(1) le coefficient k, qui fixe la hauteur maximum pour éviter la submersion de la section utile de l'entrée, sera fixé à la suite d'une étude ultérieure de l'hydraulique des ponceaux. k est compris entre 1,2 et 1,5.

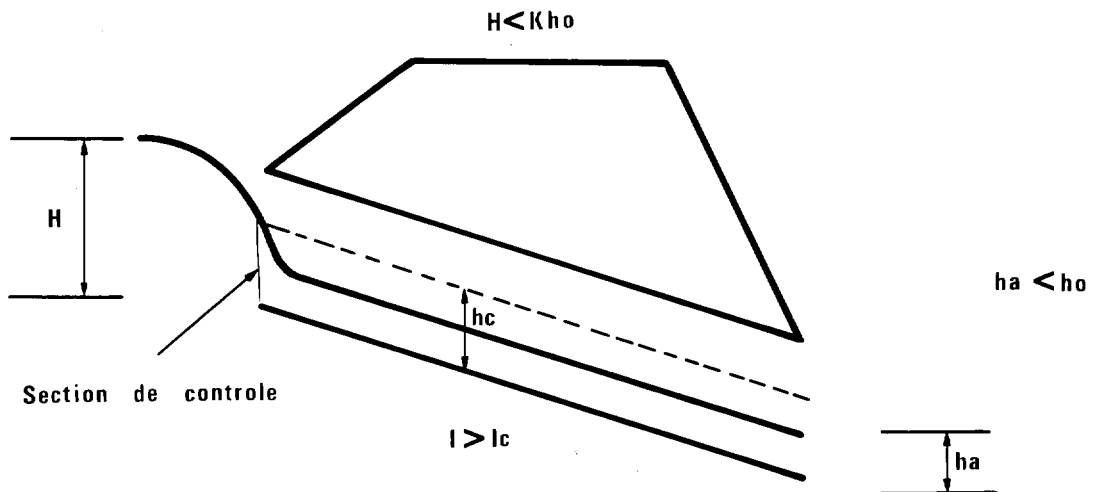
TYPE 1



TYPE 2



TYPE 3



TYPE 2 (figure 3 - page 5 bis).

$$\begin{aligned} I &< I_c \\ H &\leq k h_o \quad (1) \\ h_c &< h_a < h_o \end{aligned}$$

$$H = h_a + \frac{V_a^2}{2g} + \Delta H + h_f - I L$$

V_o Vitesse dans la section de contrôle à l'aval

ΔH Perte de charge à l'entrée

$h_f \neq I L$ (écoulement uniforme dans l'ouvrage)

Ce type d'écoulement est le plus souvent rencontré lorsque le ruisseau ou le canal aval est profond, étroit et à faible pente.

TYPE 3 (figure 3 - page 5 bis).

$$\begin{aligned} I &> I_c \\ H &\leq k h_o \quad (1) \\ h_a &< h_o \end{aligned}$$

La section de contrôle est celle pour laquelle l'eau est à la hauteur critique à l'entrée.

La vitesse est critique à l'entrée et s'accélère à l'aval pour approcher la vitesse normale dans l'ouvrage.

H n'est pas influencé par la rugosité de l'ouvrage, ni par les conditions aval.

C'est le cas courant dans le cas de terrains accidentés.

4 - CONDITIONS AUXQUELLES L'OUVRAGE DOIT SATISFAIRE

La section de l'ouvrage devra satisfaire aux conditions ci-après qui fixent les données du problème :

1°/ Pouvoir transiter le débit Q. Ce débit est le débit maximum envisagé ; il sera évalué ou calculé en tenant compte des caractéristiques du bassin versant et de l'hydrologie de la région - des données pour son évaluation seront fournies ultérieurement par le Service Spécial des Autoroutes.

(1) Voir page précédente.

.../...

2°/ Ne pas entraîner pour ce débit Q , une surélévation du niveau des eaux à l'amont de l'ouvrage, supérieure à H_m . H_m sera déterminé en tenant compte du niveau de la chaussée et de l'inondation des terrains riverains.

3°/ Fonctionner à surface libre en respectant la revanche, c'est-à-dire sans submersion de la section utile de l'ouvrage tant à l'amont qu'à l'aval. Cette condition conduit pour l'amont à $H \leq k h_0$
pour l'aval à $h_a \leq h_0$

4°/ Etre tel que la vitesse de l'eau dans l'ouvrage et à la sortie de l'ouvrage n'atteigne pas une valeur susceptible d'entraîner des affouillements.

5 - DETERMINATION DE LA HAUTEUR D'EAU A L'AVAL

La détermination de h_a (niveau de l'eau à l'aval au-dessus du radier de l'ouvrage) résulte d'une analyse des conditions d'écoulement du débit Q dans le canal ou le ruisseau à l'aval de l'ouvrage.

Pour une détermination de h_a par le calcul on utilisera l'abaque général de la formule de Manning et le tableau des coefficients de rugosité donnés en annexe 2.2.4. L'attention des projeteurs est attirée sur :

- la difficulté et l'importance qui s'attachent au choix du coefficient de rugosité,
- les précautions qu'il peut y avoir à prendre pour le calcul du rayon hydraulique dans le cas, notamment, d'un cours d'eau naturel de forme étalée peu régulière où il peut y avoir lieu de subdiviser le cours d'eau en autant de cours d'eau élémentaires qu'il y a de lits.

6 - METHODE PRATIQUE POUR LE CHOIX DU DEBOUCHE

Q , H_m et h_a ont été évalués.

La pente de l'ouvrage est en général fixée par celle du ruisseau ou du thalveg sauf si celle-ci trop forte ne peut-être adoptée.

On supposera d'abord que cette pente est supercritique, c'est-à-dire

que la ligne d'eau est du type 3 et on choisira une section type telle que :

1) son h_0 soit tel que l'écoulement soit à surface libre c'est-à-dire

$$h_0 \geq \frac{H_m}{K}$$

- On pourra prendre $K = 1, 2$ chiffre figurant dans la classification de l'U.S. Bureau of Public Roads -

2) Q soit égal au débit critique de cette section pour la charge H_m

- le tableau 2.2.3 joint en annexe rappelle les formules à utiliser pour le calcul des caractéristiques critiques -

3) h_0 soit supérieur à h_a

On examinera alors si la pente est bien supercritique.

La pente critique qui varie comme le carré du coefficient de rugosité est très différente suivant que l'ouvrage est avec ou sans radier.

Pour un ouvrage avec radier : $n = 0,015$

Pour un ouvrage sans radier : en première approximation

$$n = 0,030^{(1)}$$

Ces chiffres conduisent à une pente critique avec radier 4 fois plus faible que sans radier.

C'est pourquoi on distinguera les deux cas suivants :

(1) une valeur générale ne peut être donnée du coefficient de rugosité d'un ouvrage sans radier, celui-ci dépendant de la nature du lit et des périmètres mouillés du lit et des parois.

La formule suivante due à H.A. Einstein permet de le calculer :

$$n \text{ moyen} = \left\{ \frac{\left(\frac{n^3}{\text{lit}} P_{\text{lit}} + \frac{n^3}{\text{parois}} \frac{P}{\text{parois}} \right)}{P} \right\}^{2/3}$$

n coefficient de Manning-Strickler

P périmètre mouillé.

A/ Cas où il est nécessaire de construire un radier pour lutter contre les affouillements.

- a) la pente I est supérieure à I_{cr} (pente critique avec radier) : la section choisie peut être adoptée sous réserve du respect des vitesses admissibles.
- b) la pente I est inférieure à I_{cr} (pente critique avec radier) : chercher en augmentant l'ouverture à obtenir une capacité juste supérieure au débit Q , la ligne d'eau sera suivant le niveau h_a à l'aval du type 1 ou du type 2.

L'abaque joint en annexe 2.2.2 qui traduit la formule de Manning Strickler pour des sections utiles pleines (sections totales moins sections correspondant aux revanches types) facilitera la recherche de la section.

B/ Cas où il n'est pas nécessaire de construire un radier pour lutter contre les affouillements.

- a) la pente I est supérieure à I_{csr} (pente critique sans radier) : la section choisie peut être adoptée sous réserve du respect des vitesses admissibles.
- b) la pente I est inférieure à I_{csr} (pente critique sans radier) : Prévoir alors la construction d'un radier qui conduira généralement à une pente supercritique, on se trouve alors dans l'un des deux cas :
 - 1) $I > I_{cr}$ (pente critique avec radier) la section peut être adoptée, sous réserve du respect des vitesses admissibles.
 - 2) $I < I_{cr}$ (pente critique avec radier) cas identique au cas A_b ci-dessus.

7 - VITESSE DE L'EAU

La vitesse de l'eau à la sortie de l'ouvrage peut être considérable et susceptible de provoquer des affouillements graves si l'on ne prend pas de précautions.

.../...

- a) Si la pente est supercritique, il n'y a que des avantages à augmenter la rugosité dans l'ouvrage, de telle sorte que la dépression de la nappe à l'aval de la section critique soit aussi faible que possible et que la vitesse de sortie ne dépasse guère la vitesse critique. Pour celà, si l'on a été par exemple conduit pour des raisons autres qu'hydrauliques à construire un radier en béton, on pourra le rendre rugueux en y construisant avant la sortie de l'ouvrage un système de chicanes ou autre, la capacité n'en sera pas diminuée.
- b) Si la pente est infracritique au contraire, les vitesses seront en général peu dangereuse si on voulait les réduire en augmentant la rugosité on provoquerait une diminution de capacité. Ce n'est toutefois pas toujours une raison pour ne pas le faire.

La vitesse de l'eau dans l'ouvrage dans le cas d'un ouvrage avec radier et d'une eau n'ayant pas un taux de charriage très élevé ne devra pas dépasser 5 mètres/seconde.

8 - RETRECISSEMENT DU LIT - TETES

Le débouché linéaire calculé étant inférieur à la largeur du lit majeur, il est rappelé que des dispositions doivent être prises pour que les rampes d'accès ne soient pas érodées, en les protégeant par des enrochements, un perré, ou autre. Par ailleurs, on prendra toutes précautions pour que le rétrécissement ne provoque pas une divagation de la rivière, qui peut avoir tendance à changer de lit.

Pour l'implantation des têtes on tiendra compte des prescriptions générales figurant au paragraphe 31 de la notice technique.

9 - CAS DES OUVRAGES MULTIPLES

La capacité d'un ouvrage à plusieurs travées est théoriquement la somme des capacités des divers ouvrages avec un bon profilage des piles.

.../...

10 - VALIDITE DES FORMULES THEORIQUES

Les formules citées plus haut et données en légende du tableau 223 sont les formules théoriques de l'écoulement uniforme et de l'écoulement critique.

Les essais sur modèles réduits faits notamment aux U.S.A. (références n° 4 et 5) et par Neyrpic - Afrique (référence n° 3) ont confirmé l'exactitude des théories et le grand intérêt du profilage des entrées amont d'aqueducs. Ils ont montré d'autre part, que malgré un bon profilage amont, les résultats théoriques relatifs au débit critique ne sont applicables que s'ils sont frappés d'un coefficient réducteur, variable avec le type d'aqueduc entre 0,88 (dalot convenablement profilé) et $0,62^5$ (buse convenablement profilée).

Ces essais n'ont pas envisagé le cas d'une pente infracritique, dans ce cas, la vitesse est moins forte, dont la perte de charge à l'entrée moins forte et le coefficient réducteur à affecter à la formule de Manning, si le débit de l'ouvrage est calculé à partir de la hauteur amont H, doit être sensiblement moins fort.

En ce qui concerne le projet type de ponceau, des essais seront entrepris ultérieurement par le S.S.A., en vue de préciser notamment le coefficient réducteur à adopter et la localisation de la section de contrôle, supposée dans la présente étude située au voisinage des sections d'entrée ou de sortie de l'ouvrage et qui est mal connue.

11 - REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- 1 - CHAPOUTHIER : Cours d'hydraulique , Ecole Nationale des Ponts et Chaussées,
- 2 - LANCASTRE : Manuel d'hydraulique générale, Eyrolles 1961,
- 3 - DELORME : Annales des Ponts et Chaussées "Débouché des petits ouvrages sous routes n° 6 Novembre - Décembre 1959 page 681".
- 4 - Highway Research Board Research report 15 B Culverts hydraulics 1953
- 5 - Highway Research Board Bulletin 126 Culvert flow characteristics 1956
- 6 - Woods - Highway Engineering Handbook - Mc Graw Hill.

MINISTÈRE DE L'ÉQUIPEMENT ET DU LOGEMENT

SERVICE D'ÉTUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

AGENCE DU SUD-EST

50, Avenue du Maréchal de Lattre de Tassigny MACON 71 017 - Tel: 38.30.82

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

PONCEAUX A PLEIN CINTRE

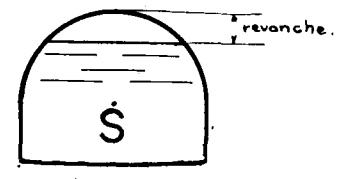
O.H.V.M. 63

ANNEXES A LA NOTICE TECHNIQUE

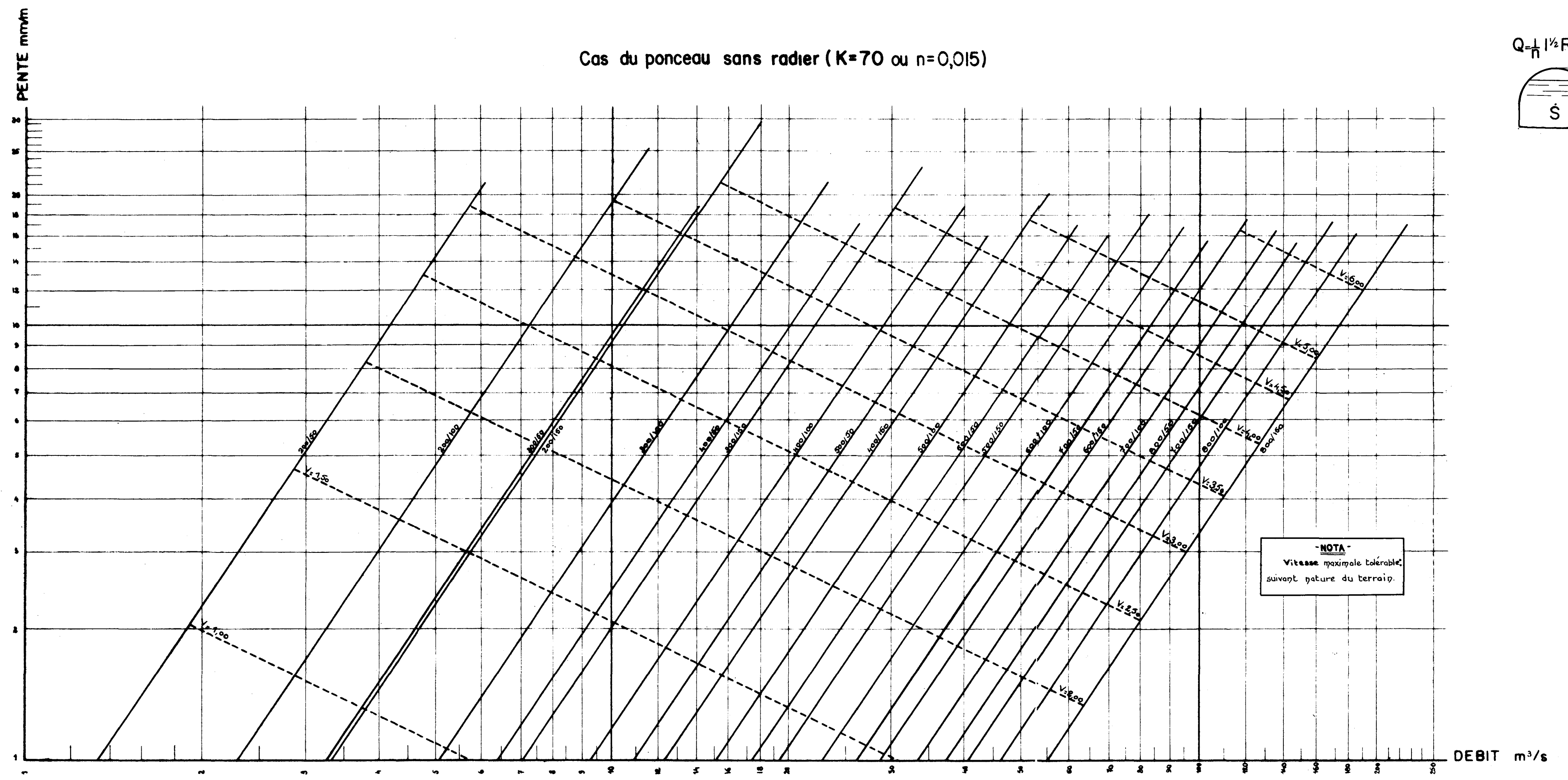
**ABAQUE POUR LE REGIME
UNIFORME DES DEBITS ET VITESSES
EN FONCTION DE LA PENTE POUR
LES SECTIONS UTILES PLEINES**

2.2.2

$$Q = \frac{1}{n} R^{3/2} S$$



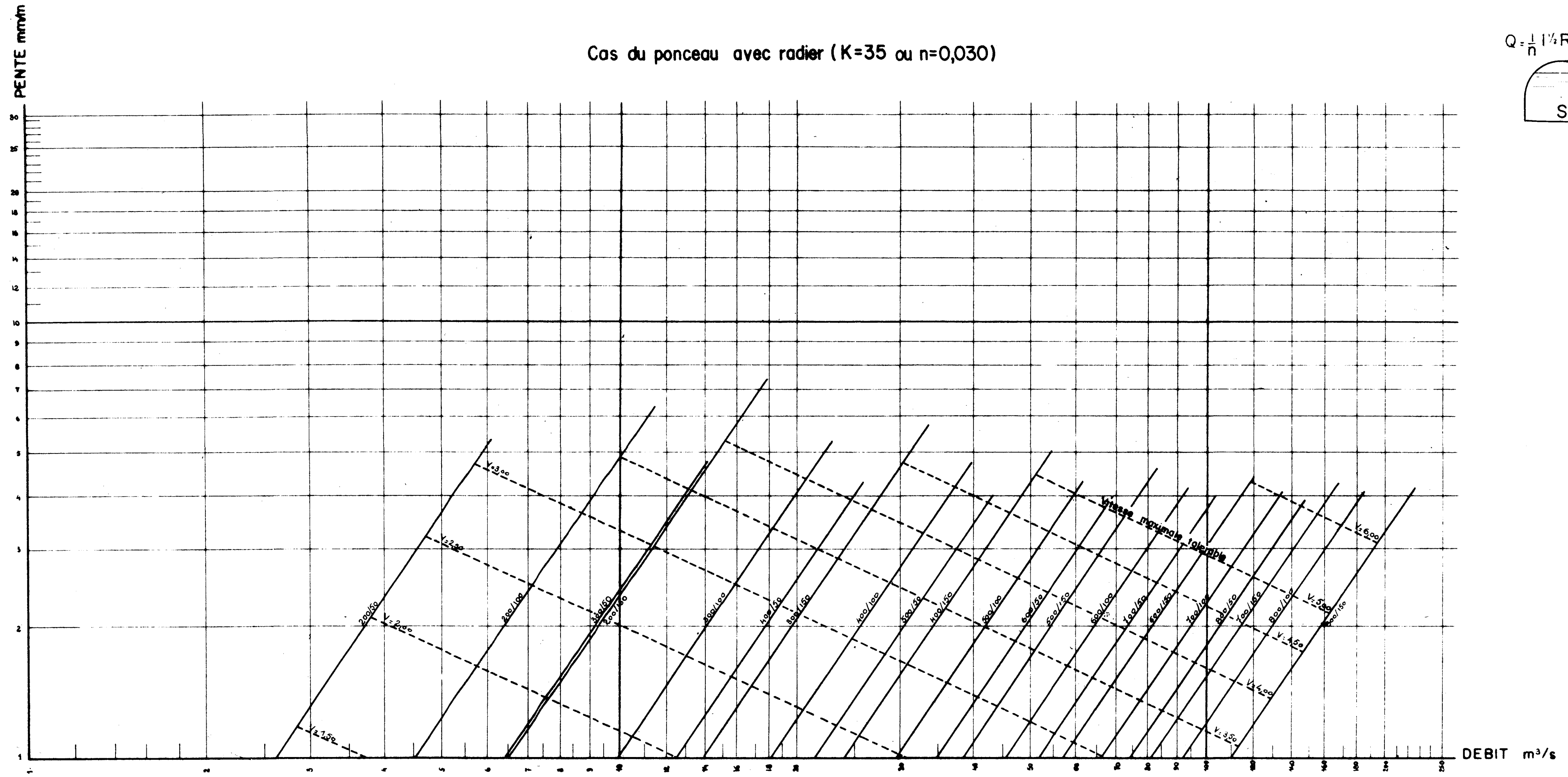
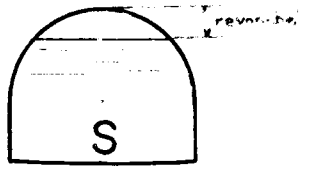
Cas du ponceau sans radier (K=70 ou n=0,015)



-NOTA-
 Vitesse maximale tolérable,
 suivant nature du terrain.

Cas du ponceau avec radier (K=35 ou n=0,030)

$$Q = \frac{1}{n} \sqrt[3]{R^2 S}$$



MINISTERE DE L' EQUIPEMENT ET DU LOGEMENT

SERVICE D' ETUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

AGENCE DU SUD-EST

50 , Avenue du Maréchal de Lattre de Tassigny MACON 71017 _ Tel : 38.30.82

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

PONCEAUX A PLEIN CINTRE

O.H.V.M. 63

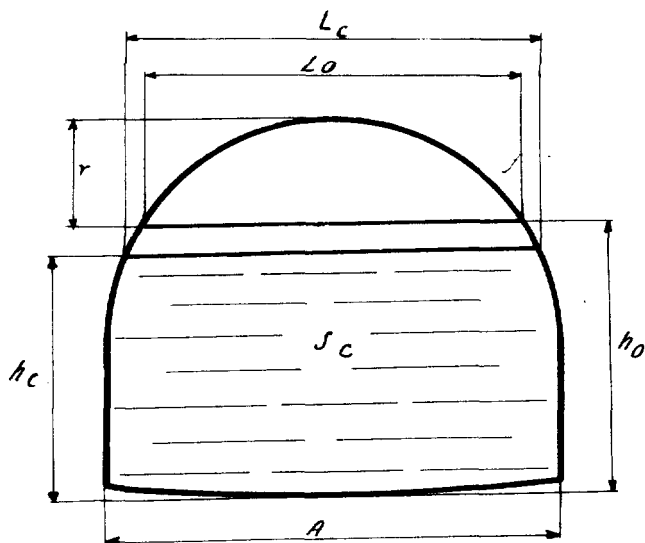
ANNEXES A LA NOTICE TECHNIQUE

CARACTERISTIQUES

CRITIQUES

2.2.3

NOTATIONS ET FORMULES



r — Revanche type (Notice technique 1)

h_0 — Hauteur maximum admissible de l'eau dans l'ouvrage respectant la revanche type

H — Charge à l'amont de l'ouvrage

h_c — Hauteur critique correspondante

S_c — Débouché superficiel correspondant

$$H = h_c + \frac{h_c}{2L_c}$$

Q_c — Débit critique correspondant $Q_c = S_c \sqrt{g \frac{S_c}{L_c}}$
(Débit maximum pour la charge amont H)

l_c — Pente critique correspondante $l_c = n^2 \frac{g S_c}{R_c^{4/3} L_c}$ $\left\{ \begin{array}{l} \text{sans radier } n = 0,030 \\ \text{avec radier } n = 0,015 \end{array} \right.$
(R_c rayon hydraulique critique)

V_c — Vitesse critique $V_c = \frac{Q_c}{S_c}$

Le tableau provisoire ci-contre est donné à titre indicatif

IL a été établi sur la base des formules théoriques rappelées ci-dessus et avec les hypothèses suivantes:

- hauteur critique h_c correspondant à H , égale à h_0
- Section de contrôle exactement située à l'entrée de l'ouvrage proprement dit
- Pas de perte de charge à l'entrée

Pratiquement le calcul des caractéristiques critiques et l'étude de la ligne d'eau doivent être faits sur chaque cas particulier

Le tableau des caractéristiques critiques ci-contre, compte tenu des hypo-

thèses précédentes, ne peut fournir que des ordres de grandeur; en effet les hauteurs H (voisines de $1,5 h_0$) sont, quoique ne tenant pas compte des pertes de charge à l'entrée, trop fortes pour que l'on puisse affirmer que l'écoulement est à surface libre en respectant la revanche (il faudrait $H \leq 1,2 h_0$)

et les débits sont de ce fait beaucoup plus forts que ceux que l'on est susceptible d'obtenir

Indication des Sections	ho	H	Q	lc	lc	Vc
				Sans-radier	Avec radier	
200 / 50	1,00	1,52	6,1	0,021 ¹	0,005 ³	3,2
200 / 100	1,50	2,30	11,5	0,025 ²	0,006 ³	4,0
200 / 150	2,00	3,07	17,9	0,029 ³	0,007 ³	4,6
300 / 50	1,33	2,04	14,1	0,018 ⁷	0,004 ⁷	3,7
300 / 100	1,83	2,82	23,3	0,021 ¹	0,005 ³	4,4
300 / 150	2,33	3,61	33,9	0,023 ²	0,005 ⁸	5,0
400 / 50	1,65	2,55	26,2	0,017 ¹	0,004 ³	4,2
400 / 100	2,15	3,34	39,7	0,018 ⁸	0,004 ⁷	4,8
400 / 150	2,65	4,13	55,1	0,020 ⁴	0,005 ¹	5,4
500 / 50	1,98	3,08	43,4	0,016 ¹	0,004 ⁰	4,6
500 / 100	2,48	3,87	61,9	0,017 ⁰	0,004 ³	5,2
500 / 150	2,98	4,66	82,5	0,018 ²	0,004 ⁶	5,7
600 / 50	2,40	3,76	69,4	0,016 ⁰	0,004 ⁰	5,2
600 / 100	2,90	4,56	93,9	0,016 ⁹	0,004 ²	5,7
600 / 150	3,40	5,37	120,8	0,017 ⁶	0,004 ⁴	6,2
700 / 50	2,83	4,47	103,8	0,015 ⁷	0,004 ⁰	5,7
700 / 100	3,33	5,28	134,9	0,016 ⁵	0,004 ¹	6,2
700 / 150	3,83	6,09	168,7	0,017 ³	0,004 ³	6,7
800 / 50	3,25	5,17	146,8	0,015 ⁶	0,003 ⁹	6,1
800 / 100	3,75	5,99	185,1	0,016 ²	0,004 ¹	6,6
800 / 150	4,25	6,81	226,2	0,016 ⁹	0,004 ²	7,1

Ultérieurement des abaques donneront les caractéristiques critiques en fonction de H

MINISTERE DE L' EQUIPEMENT ET DU LOGEMENT

SERVICE D' ETUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

AGENCE DU SUD-EST

50, Avenue du Maréchal de Lattre de Tassigny MACON 71 017 - Tel: 38.30.82

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

PONCEAUX A PLEIN CINTRE

O.H.V.M. 63

ANNEXES A LA NOTICE TECHNIQUE

ABaque GENERAL

DE LA FORMULE MANNING STRICKLER

ET TABLEAU DES COEFFICIENTS

DE RUGOSITE

2.2.4

Abaque général de la formule de Manning Strickler

$$U = K_s R^{2/3} i^{1/2} = \frac{1}{n} R^{2/3} i^{1/2}$$

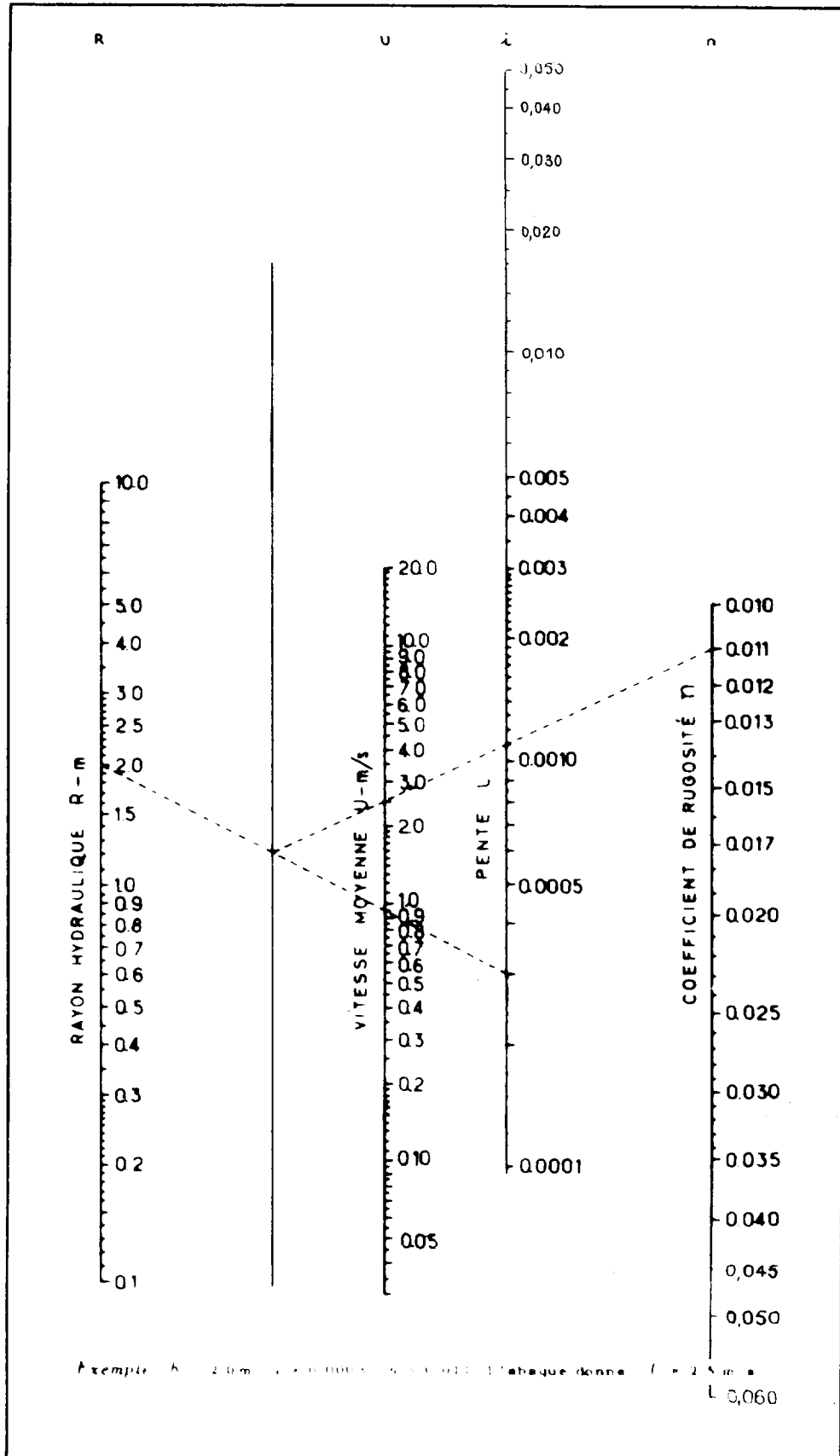


Tableau des coefficients de rugosité

86 - Valeurs du K_s de la formule de Manning-Strickler

$$U = K_s R^{2/3} i^{1/2}$$

Caractéristiques	K_s $m^{1/3} s^{-1}$	$n = 1/K_s$ $m^{-1/3} s$
<i>Parois très lisses</i> : revêtements en mortier de ciment et sable, très lisses; planches rabotées; tôle métallique sans soudures saillantes	100 à 90	0,010 0,0111
Mortier lissé	85	0,0119
<i>Parois lisses</i> : planches avec des joints mal soignés; enduit ordinaire; grès	80	0,0125
Béton lisse; canaux en béton avec des joints nombreux	75	0,0134
Maçonnerie ordinaire; "cement-gun"; terre exceptionnellement régulière.	70	0,0142
<i>Parois rugueuses</i> : terre irrégulière; béton rugueux ou vieux; maçonnerie vieille ou mal soignée.	60	0,0167
<i>Parois très rugueuses</i> : terre très irrégulière avec des herbes; rivières régulières en lit rocheux	50	0,0200
Terre en mauvais état; rivière en lit de cailloux	40	0,0250
Terre complètement à l'abandon; torrents transportant de gros blocs	20 à 15	0,0500 0,0667

D'après le manuel d'hydraulique générale de Lencastre

MINISTERE DE L' EQUIPEMENT ET DU LOGEMENT

SERVICE D' ETUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

AGENCE DU SUD-EST

50, Avenue du Maréchal de Lattre de Tassigny MACON 71017 - Tel: 38.30.82

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

PONCEAUX A PLEIN CINTRE

O.H.V.M. 63

ANNEXES A LA NOTICE TECHNIQUE

**SCHEMAS D'IMPLANTATION
DES MURS EN AILE**

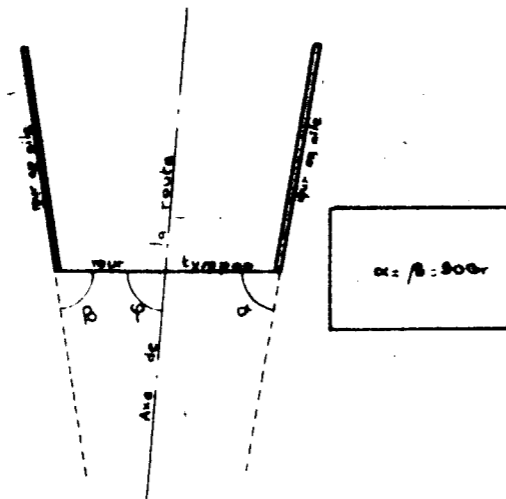
2.3.1

SCHEMA D'IMPLANTATION DES MURS EN AILE

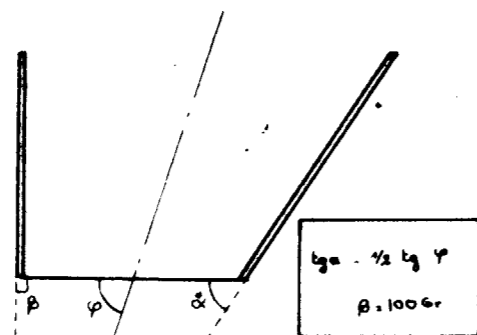
PONCEAUX CARROSSABLES

TETES AMONT ET AVAL

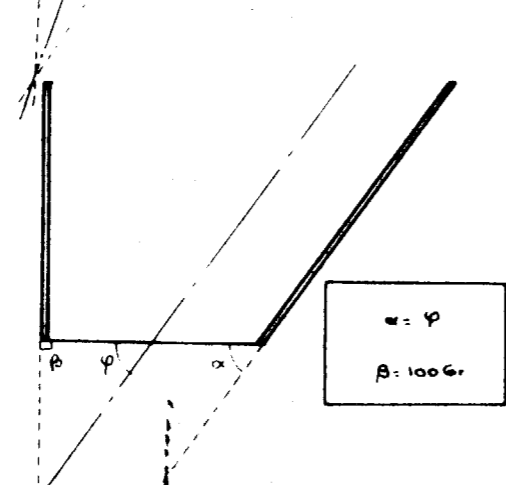
$100\text{Gr} > \varphi > 90\text{Gr}$ (Ailes symétriques)



$90\text{Gr} > \varphi > 70\text{Gr}$ (Règle de la médiane)



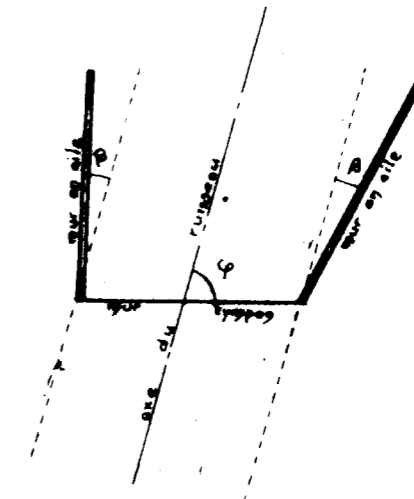
$70\text{Gr} > \varphi > 50\text{Gr}$ (Règle de la parallèle)



PONCEAUX HYDRAULIQUES

TETE AMONT

$100\text{Gr} \geq \varphi \geq 50\text{Gr}$

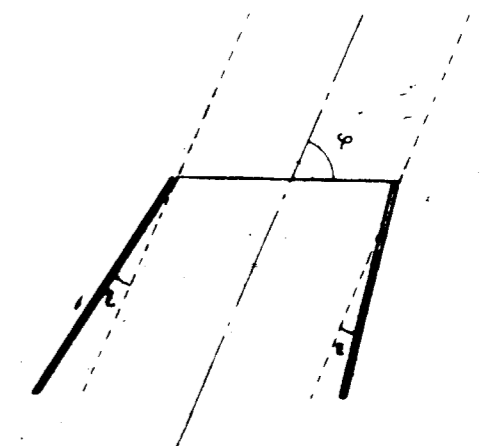
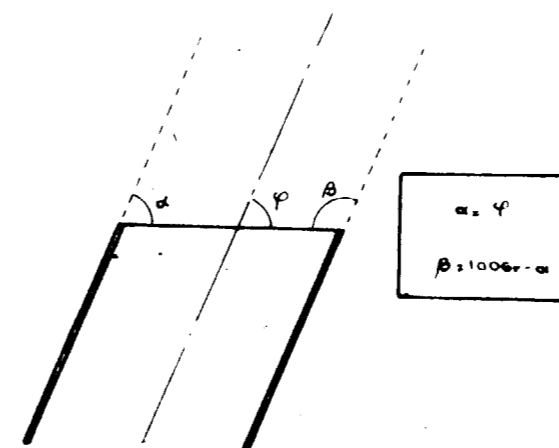


TETE AVAL

Murs droits

Murs évasés

$100\text{Gr} > \varphi \geq 50\text{Gr}$



MINISTERE DE L' EQUIPEMENT ET DU LOGEMENT

SERVICE D' ETUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

AGENCE DU SUD-EST

50 , Avenue du Maréchal de Lattre de Tassigny MACON 71 017 - Tel: 38.30.82

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

PONCEAUX A PLEIN CINTRE

O.H.V.M. 63

ANNEXES A LA NOTICE TECHNIQUE

**NOTICE SUR LE CALCUL
DES FONDATIONS**

2.4.1

S O M M A I R E

- 1 - TAUX DE TRAVAIL ADMISSIBLE DU SOL DE FONDATION
- 2 - CALCUL DE LA CHARGE P TRANSMISE AU SOL POUR UNE SECTION DE L'OUVRAGE SOUS LA PLATE-FORME DE L'AUTOROUTE
- 3 - DIMENSIONNEMENT DU RADIER GENERAL

1 - TAUX DE TRAVAIL ADMISSIBLE DU SOL DE FONDATION

Le paragraphe 4.1 de la notice technique précise les éléments qui, joints à la considération des ouvrages existants, permettront à l'Ingénieur d'évaluer le taux de travail admissible du sol de fondation.

Ultérieurement une étude relative aux "fondations types pour ouvrages d'art d'autoroute" sera diffusée par le Service Spécial des Autoroutes. Cette étude comportera des abaques donnant le taux de travail admissible du sol de fondation T en fonction de :

- P charge transmise au sol sous la semelle filante ou le radier général par mètre linéaire de fondation.
- γ'_{Df} $\left\{ \begin{array}{l} \gamma' \text{ densité apparente du sol au-dessus du plan de fondation.} \\ Df \text{ profondeur d'ancrage de la fondation.} \end{array} \right.$
- C et φ cohésion et angle de frottement du sol de fondation.

.../...

Pour l'utilisation des abaques on considérera les deux cas de fondations :

- Fondations sur semelles (figure 1 - page 2 bis)

On vérifiera que $\frac{P}{B}$ est inférieur à T'_S

T'_S : valeur réévaluée de T tenant compte du coefficient de sécurité de 6

P : charge par mètre linéaire transmise ^{au sol}/par chaque semelle

D_f : profondeur d'ancrage de fondation au-dessous du terrain naturel

B : largeur d'une semelle.

- Fondation sur radier général (figure 2 - page 2 bis)

On vérifiera que $\frac{P}{B}$ est inférieur à T'_r

T'_r : valeur réévaluée de T tenant compte du coefficient de sécurité de 4

P : charge par mètre linéaire transmise au sol pour l'ensemble de l'ouvrage.

D_f : distance entre le niveau de la chaussée et le niveau du sol de fondation

B : largeur du radier général.

2 - CALCUL DE LA CHARGE P TRANSMISE AU SOL POUR UNE SECTION DE L'OUVRAGE SOUS LA PLATE-FORME DE L'AUTOROUTE.

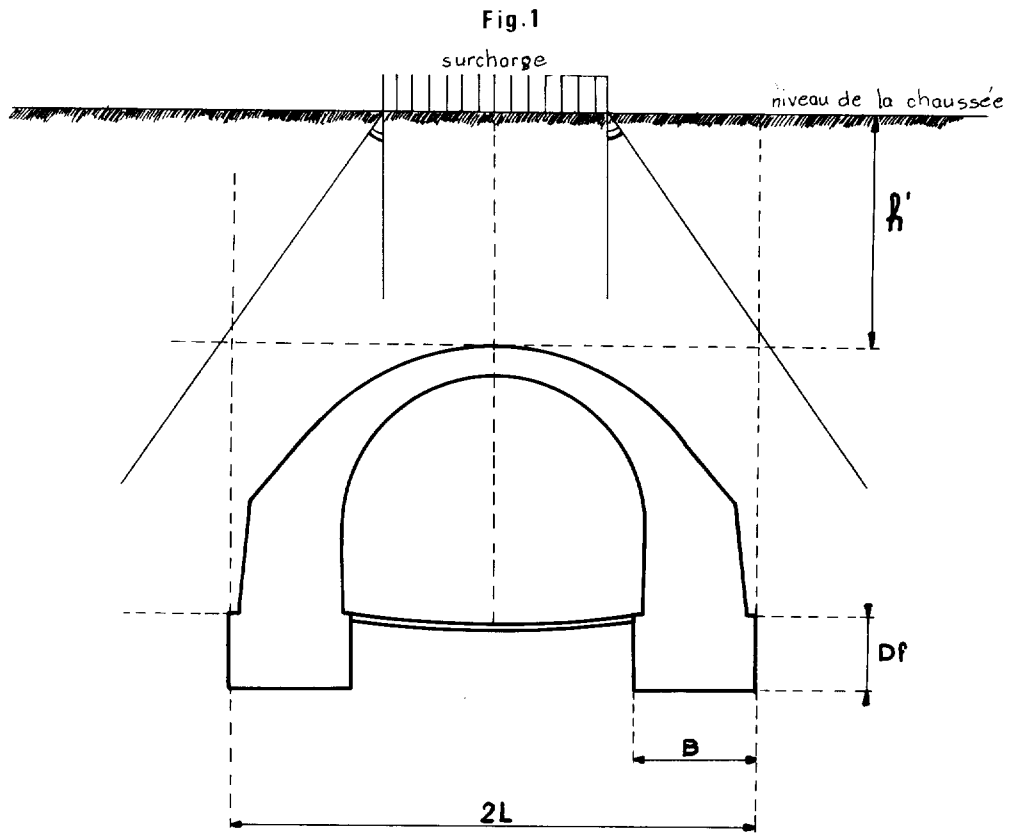
2.1 - Fondation sur semelles (figure 1 - page 2 bis)

$$P = \frac{1}{2} (O + Q + S) + F$$

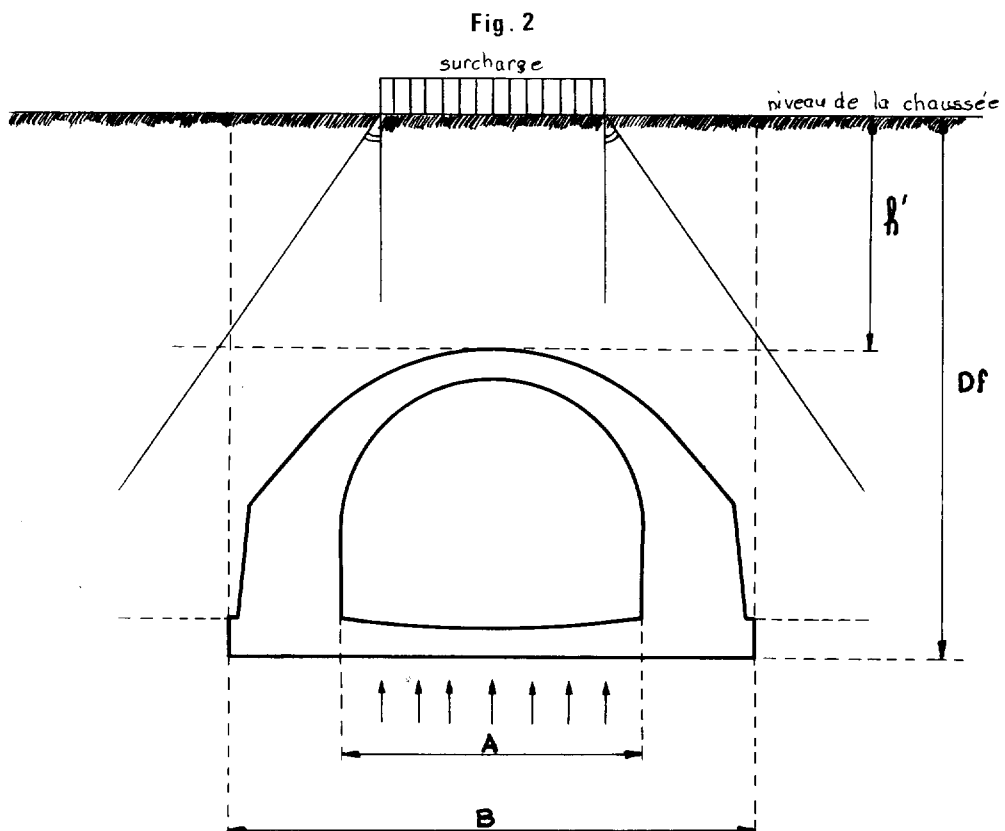
O Poids de l'ouvrage au-dessus du niveau inférieur des piédroits.

.../...

FONDATION SUR SEMELLES



FONDATION SUR RADIER GENERAL



Pour le calcul de O l'annexe 2.7.1 donnera les volumes de béton par mètre linéaire de la voûte et des piédroits, la densité du béton sera prise égale à 2.200 Kg/m³.

Q Poids de terre : on pourra admettre que celui-ci est celui des terres contenues dans le rectangle de largeur $2L$ limitée par le niveau de la chaussée et le niveau inférieur des piédroits.

L'évaluation de la section transversale de terre à prendre en compte sera conduite, en déduisant de la surface de ce rectangle la surface du béton de la voûte et des piédroits donnée à l'annexe 2.7.1 et la surface transversale du vide intérieur de l'ouvrage donnée à l'annexe 2.4.4.

A défaut d'une connaissance plus précise de la densité des terres, on pourra utiliser les chiffres ci-après :

Terres légères	1.600 à 1.800	Kg/m ³
Sables et graviers	1.700 à 2.000	Kg/m ³
Sols argileux	1.800 à 2.100	Kg/m ³

On tiendra compte d'autre part de ce que la chaussée a une densité sensiblement plus élevée que celle des remblais.

S Surcharge : on admettra que la surcharge se transmet uniformément en profondeur à l'intérieur d'une pyramide d'égale pente. On évaluera la pression correspondante au niveau supérieur de l'extrados de la voûte.

L'annexe 2.4.3 donne la valeur de S due à la surcharge maxima autoroutière sur un plan situé à un niveau h' au dessous du niveau de la chaussée, dans l'hypothèse d'une répartition à 35°.

.../...

F Poids d'un des massifs ou semelles de fondation diminué de la pression hydrostatique.

2.2 - Fondation sur radier général (figure 2 - page 2 bis)

$$P = O + Q + S + E + F \quad P = P' + F$$

O, Q, S . même signification que pour les fondations sur semelles.

E Poids de l'eau sur le radier en supposant atteint le niveau des P H E. L'annexe 2.4.4 donne ^{pour} le calcul de E la valeur des débouchés superficiels maxima.

F Poids du radier en béton armé diminué de la pression hydrostatique. La densité du béton armé sera prise égale à 2.500 Kg/m³.

3 - DIMENSIONNEMENT DU RADIER GENERAL.

Le radier général en béton armé sera calculé par section de 1,00 mètre de large, comme une poutre, sur la base des hypothèses ci-après :

1) Portée égale à l'ouverture A du ponceau

2) Surcharge uniformément répartie égale à $\frac{P' - E}{B}$ Tonnes/m²

3) En raison de l'incertitude de la répartition des moments liée à celle de l'encastrement :

- moment sur appuis égal à celui correspondant à l'encastrement parfait.

- moment en travée égale au complément à 1,30 fois le moment en travée libre, du moment pris en compte aux appuis, comme il est d'usage en semblable cas.

.../...

- soit en tenant compte de la variation d'inertie due à l'existence de la cunette.

$$\text{- moment sur appuis : } 0,75 \frac{P' - E}{B} \frac{A^2}{8}$$

$$\text{- moment en travée : } 0,55 \frac{P' - E}{B} \frac{A^2}{8}$$

Les tableaux de l'annexe 2.4.5 donnent pour les diverses ouvertures et des réactions du sol comprises entre 0,750 Kg/cm² et 3,500 Kg/cm² :

- les épaisseurs du radier, axiales et sur appuis
- les armatures correspondantes.

Ces tableaux ont été établis sur les bases suivantes :

$$* R_b = 120 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (béton dosé à 300 kg au moins de ciment CPA 210/325)}$$

$$* R'_a = 2.600 \text{ Kg/cm}^2 \text{ (acier à adhérence améliorée)}$$

Epaisseur minimale du radier : 0,30 mètre

Pourcentage d'acier minimal : 0,25 mètre

* Ces contraintes sont dans les limites autorisées par le futur règlement de béton armé.

MINISTERE DE L' EQUIPEMENT ET DU LOGEMENT

SERVICE D' ETUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

AGENCE DU SUD-EST

50, Avenue du Maréchal de Lattre de Tassigny MACON 71 017 - Tel: 38.30.82

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

PONCEAUX A PLEIN CINTRE

O.H.V.M. 63

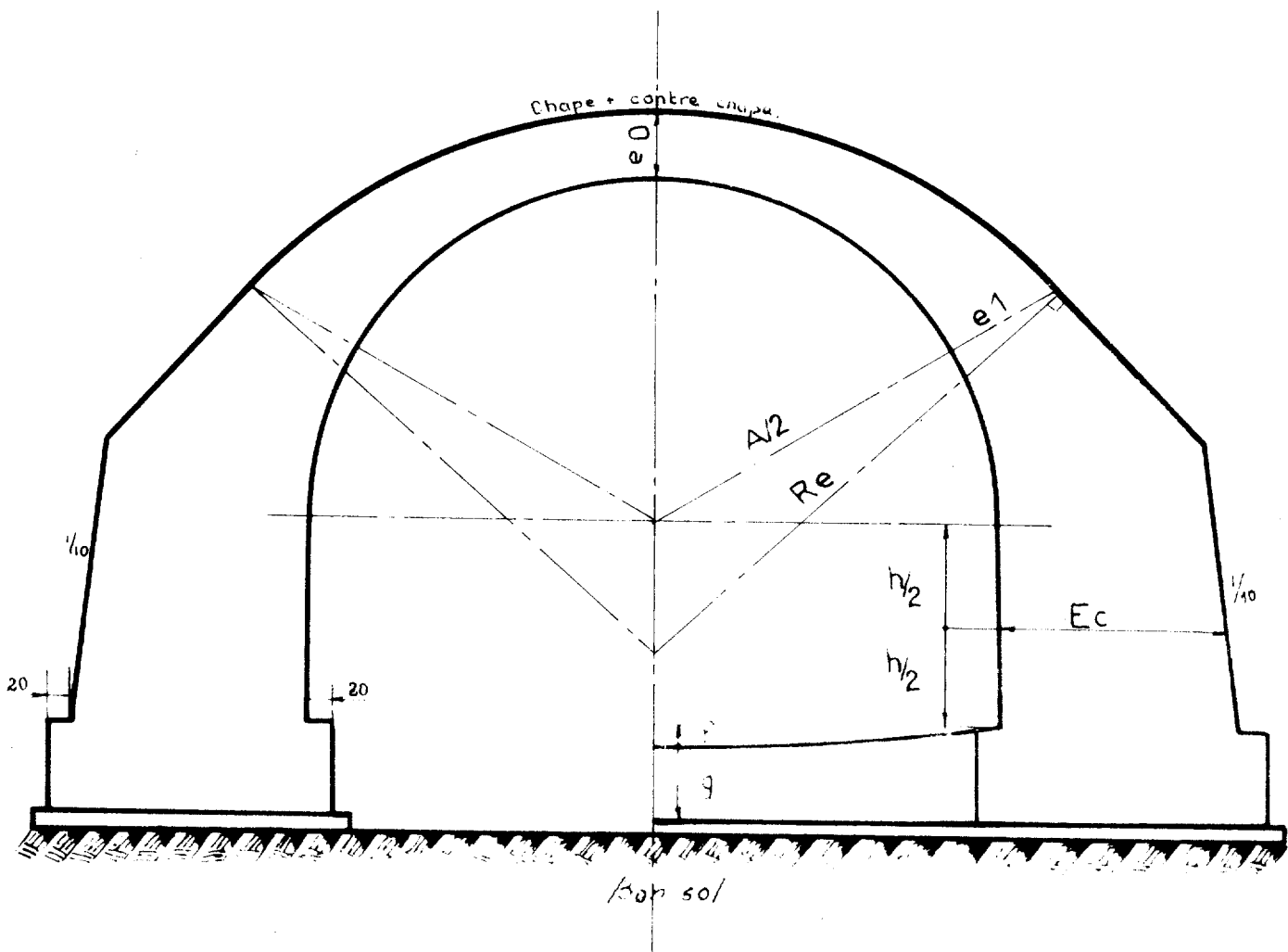
ANNEXES A LA NOTICE TECHNIQUE

SCHEMAS DES FONDATIONS

2.4.2

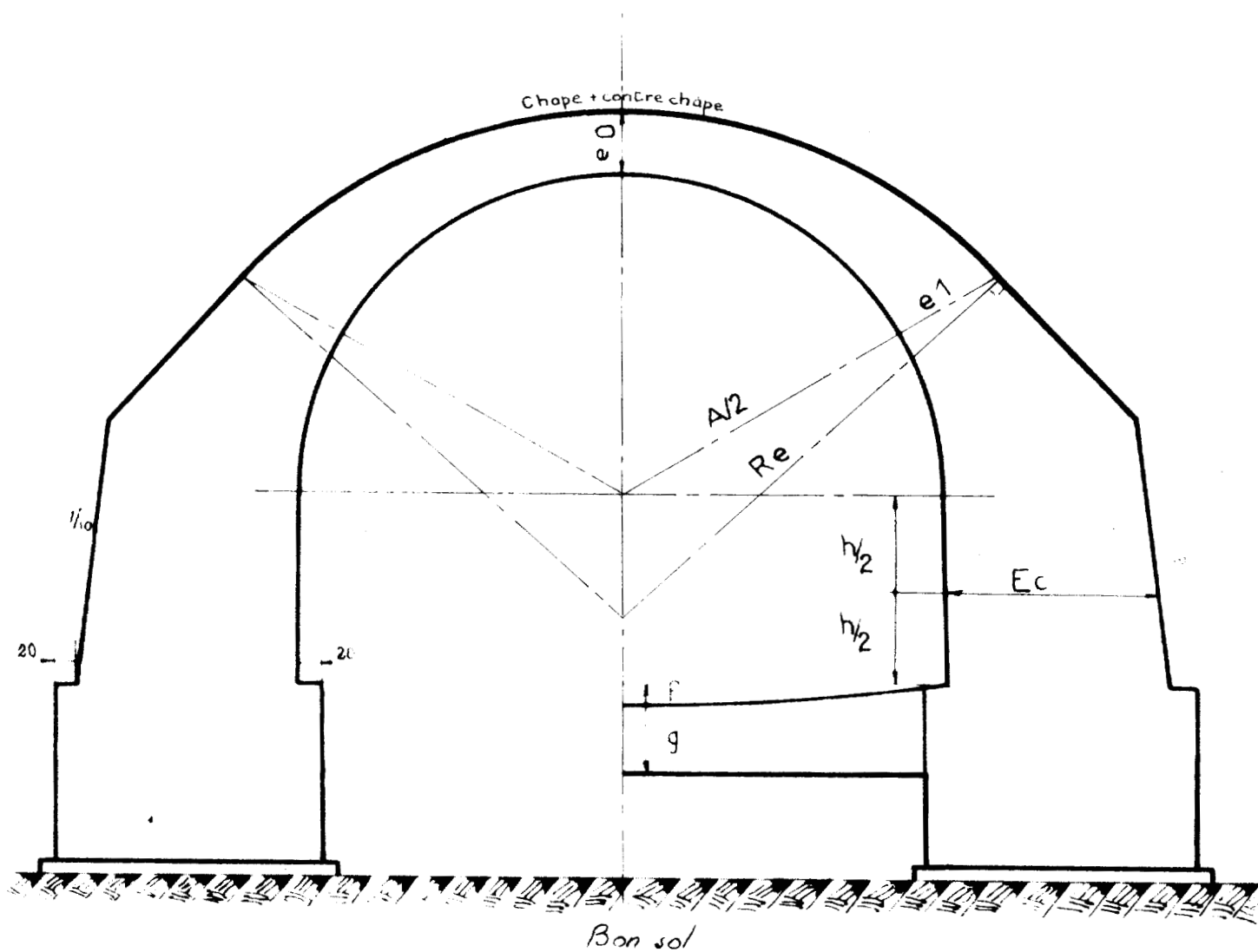
FONDATION SUR SEMELLES

BON SOL EN SURFACE



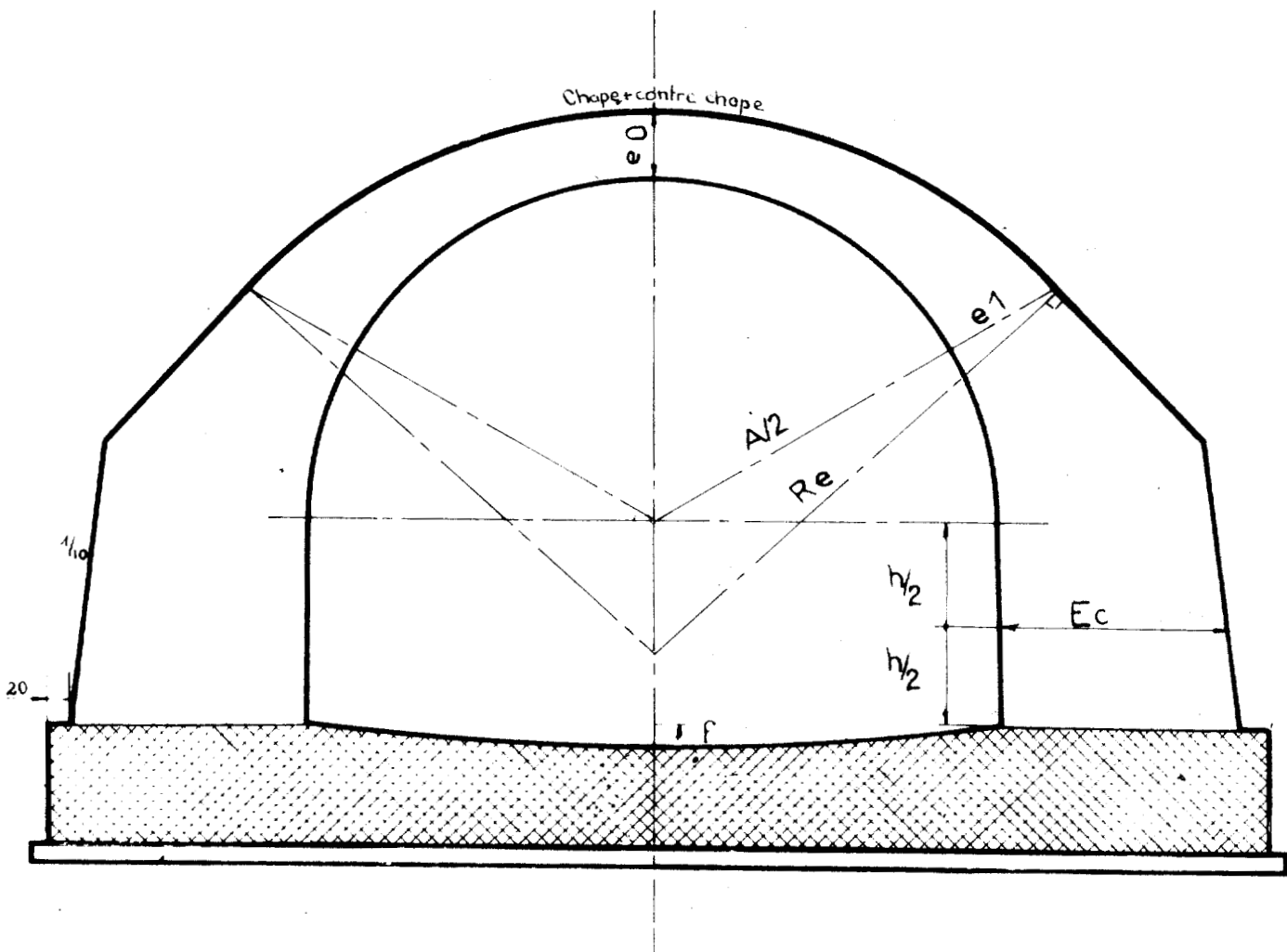
FONDATION SUR SEMELLES

BON SOL A PROFONDEUR RAISONNABLE



FONDATION SUR RADIER GENERAL

EN BETON ARME



MINISTERE DE L' EQUIPEMENT ET DU LOGEMENT

SERVICE D' ETUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

AGENCE DU SUD-EST

50 , Avenue du Maréchal de Lattre de Tassigny MACON 71017 - Tel: 38.30.82

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

PONCEAUX A PLEIN CINTRE

O.H.V.M. 63

ANNEXES A LA NOTICE TECHNIQUE

TABLEAU DES SURCHARGES

2.4.3

Le tableau ci-dessous donne en tonnes la valeur maxima des surcharges S par mètre lineaire d'ouvrage en fonction de h' épaisseur de remblai au dessus de l'extrados de la voûte et de l distance entre extérieurs des piedroits à la base augmentée de deux fois vingt centimètres.

h' \ l	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
1,00	13,0	16,3	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	19,2	19,4	19,4
1,25	11,5	14,4	17,3	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,0	18,8	18,8
1,50	10,3	12,8	15,4	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	16,9	18,2	18,2
1,75	9,2	11,5	13,8	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	16,0	17,7	17,7
2,00	8,3	10,4	12,5	14,5	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	15,2	17,1	17,2
2,25	7,5	9,4	11,3	13,2	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	14,4	16,1	16,7
2,50	6,8	8,6	10,3	12,0	13,7	13,7	13,7	13,7	13,7	13,7	13,7	15,2	16,3
2,75	6,3	7,8	9,4	11,0	12,5	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	13,0	14,5	15,8
3,00	5,7	7,2	8,6	10,0	11,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	12,5	13,8	15,0
3,50	4,9	6,1	7,3	8,6	9,8	11,0	11,5	11,5	11,5	11,5	11,5	11,9	12,7
4,00	4,2	5,3	6,3	7,4	8,4	9,5	10,5	10,6	10,6	10,6	10,6	11,0	11,7
5,00	3,2	4,0	4,8	5,6	6,4	7,2	8,1	8,9	9,3	9,3	9,3	9,5	10,1
6,00	2,5	3,2	3,8	4,4	5,1	5,7	6,4	7,0	7,6	8,2	8,2	8,2	8,8
7,00	2,1	2,6	3,1	3,6	4,1	4,6	5,1	5,7	6,2	6,7	7,2	7,4	7,7
8,00	1,7	2,1	2,6	3,0	3,4	3,8	4,3	4,7	5,1	5,5	6,0	6,4	6,8
9,00	1,5	1,9	2,3	2,7	3,0	3,4	3,8	4,2	4,5	4,9	5,3	5,7	6,1
10,00	1,4	1,7	2,0	2,4	2,7	3,1	3,4	3,7	4,1	4,4	4,8	5,1	5,4
12,00	1,1	1,4	1,7	1,9	2,2	2,5	2,8	3,1	3,3	3,6	3,9	4,2	4,4
14,00	0,9	1,2	1,4	1,6	1,8	2,1	2,3	2,5	2,8	3,0	3,2	3,5	3,7

MINISTERE DE L' EQUIPEMENT ET DU LOGEMENT

SERVICE D' ETUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

AGENCE DU SUD-EST

50 , Avenue du Maréchal de Lattre de Tassigny MACON 71017 - Tel: 38.30.82

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

PONCEAUX A PLEIN CINTRE

O.H.V.M. 63

ANNEXES A LA NOTICE TECHNIQUE

**TABLEAU DES DEBOUCHES
SUPERFICIELS MAXIMA ET DES
SECTIONS TRANSVERSALES INTERIEURES**

2.4.4

INDICATION DES SECTIONS	DÉBOUCHES SUPERFICIELS MAXIMA	SECTIONS TRANSVERSALES INTERIEURES (cunette comprise)
200 / 50	1,91	2,71
200 / 100	2,91	3,71
200 / 150	3,91	4,71
300 / 50	3,77	5,29
300 / 100	5,27	6,79
300 / 150	6,77	8,29
400 / 50	6,23	8,68
400 / 100	8,23	10,68
400 / 150	10,23	12,68
500 / 50	9,36	12,99
500 / 100	11,86	15,49
500 / 150	14,36	17,99
600 / 50	13,44	17,96
600 / 100	16,44	20,96
600 / 150	19,44	23,96
700 / 50	18,32	23,80
700 / 100	21,82	27,30
700 / 150	25,32	30,80
800 / 50	23,95	30,47
800 / 100	27,95	34,47
800 / 150	31,95	38,47

MINISTERE DE L' EQUIPEMENT ET DU LOGEMENT

SERVICE D' ETUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

AGENCE DU SUD-EST

50, Avenue du Maréchal de Lattre de Tassigny MACON 71017 - Tel: 38.30.82

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

PONCEAUX A PLEIN CINTRE

O.H.V.M. 63

ANNEXES A LA NOTICE TECHNIQUE

**TABLEAUX POUR LE
DIMENSIONNEMENT DU
RADIER GENERAL**

2.4.5

EPAISSEURS

en centimètres.

axiale

sur appuis

$$R_b = 120 \text{ Kg/cm}^2 - R'_a = 2600 \text{ Kg/cm}^2 \cdot m = 15$$

OUVERTURE mi PRESSION UNITAIRE T/m ²	2		3		4		5		6		7		8	
	7,5	30	40	30	42 ⁵	30	45	30	47 ⁵	35	55	40	62 ⁵	45
10	30	40	30	42 ⁵	30	45	34	51 ⁵	40	60	45	67 ⁵	51	76
12,5	30	40	30	42 ⁵	31	46	37	54 ⁵	44	64	50	72 ⁵	56	81
15	30	40	30	42 ⁵	33	48	40	57 ⁵	47	67	54	76 ⁵	61	86
17,5	30	40	30	42 ⁵	36	51	43	60 ⁵	51	71	58	80 ⁵	66	91
20	30	40	30	42 ⁵	38	53	46	63 ⁵	54	74	62	84 ⁵	70	95
22,5	30	40	31	43 ⁵	40	55	48	65 ⁵	57	77	65	87 ⁵	74	99
25	30	40	32	44 ⁵	41	56	50	67 ⁵	59	79	68	90 ⁵	77	102
27,5	30	40	34	46 ⁵	43	58	53	70 ⁵	62	82	71	93 ⁵	81	106
30	30	40	35	47 ⁵	45	60	55	72 ⁵	65	85	74	96 ⁵	84	109
32,5	30	40	36	48 ⁵	46	61	57	74 ⁵	67	87	77	99 ⁵	87	112
35	30	40	37	49 ⁵	48	63	59	76 ⁵	69	89	80	102 ⁵	90	115

ARMATURES

en centimètres carrés par mètre linéaire.

axiale / sur appuis

$$R_b = 120 \text{ Kg/cm}^2 - R'_a = 2600 \text{ Kg/cm}^2\text{-m} = 15$$

OUVERTURE PRESSION UNITAIRE T/m ²	ml		2		3		4		5		6		7		8	
	6	9	8	8	15	12	23	18	28	22	33	26	38	30		
7,5	6	9	8	8	15	12	23	18	28	22	33	26	38	30		
10	6	9	11	10	20	17	27	22	33	27	38	32	43	37		
12,5	6	9	14	12	24	20	30	26	36	31	42	37	48	43		
15	7	9	17	15	27	23	33	29	40	36	46	42	53	48		
17,5	9	9	20	18	29	25	36	32	43	39	50	46	57	53		
20	10	9	22	20	31	27	38	35	46	43	54	51	61	59		
22,5	11	11	25	22	33	30	41	40	49	47	57	56	65	63		
25	12	12	26	23	34	32	43	42	51	51	60	59	68	68		
27,5	13	13	27	25	36	35	45	44	54	53	63	63	72	72		
30	15	14	28	26	38	36	47	46	56	56	65	66	75	76		
32,5	16	15	29	28	38	39	49	48	59	59	68	70	78	81		
35	17	17	31	30	41	40	51	51	61	63	71	73	81	85		

MINISTERE DE L' EQUIPEMENT ET DU LOGEMENT

SERVICE D' ETUDES TECHNIQUES DES ROUTES ET AUTOROUTES

AGENCE DU SUD-EST

50 , Avenue du Maréchal de Lattre de Tassigny MACON 71017 - Tel: 38.30.82

OUVRAGES TYPES POUR AUTOROUTES

PONCEAUX A PLEIN CINTRE

O.H.V.M. 63

ANNEXES A LA NOTICE TECHNIQUE

COUPES TRANSVERSALES DES OUVRAGES

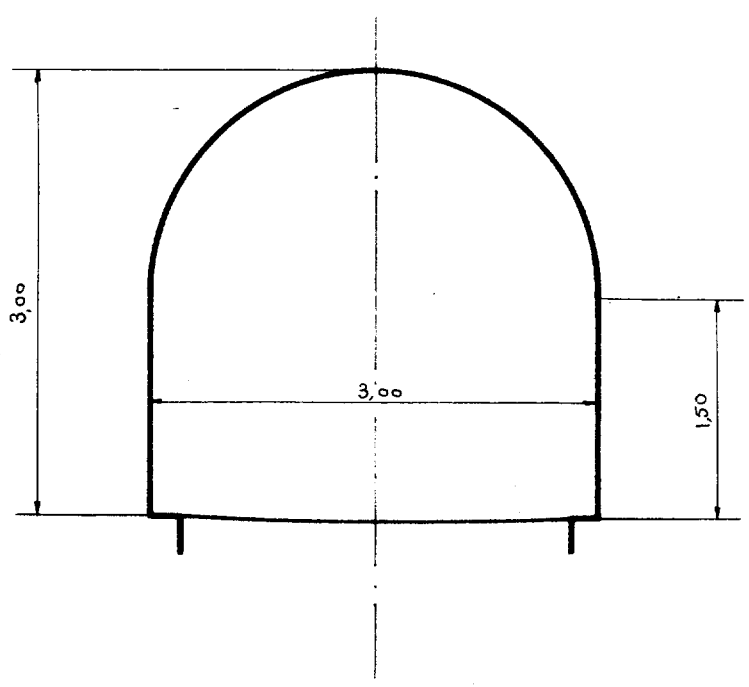
2.5.1

GABARIT

PASSAGE A BETAIL	
HAUTEUR LIBRE	3,00

OUVRAGE

OUVERTURE	3,00
PIEDROITS	1,50



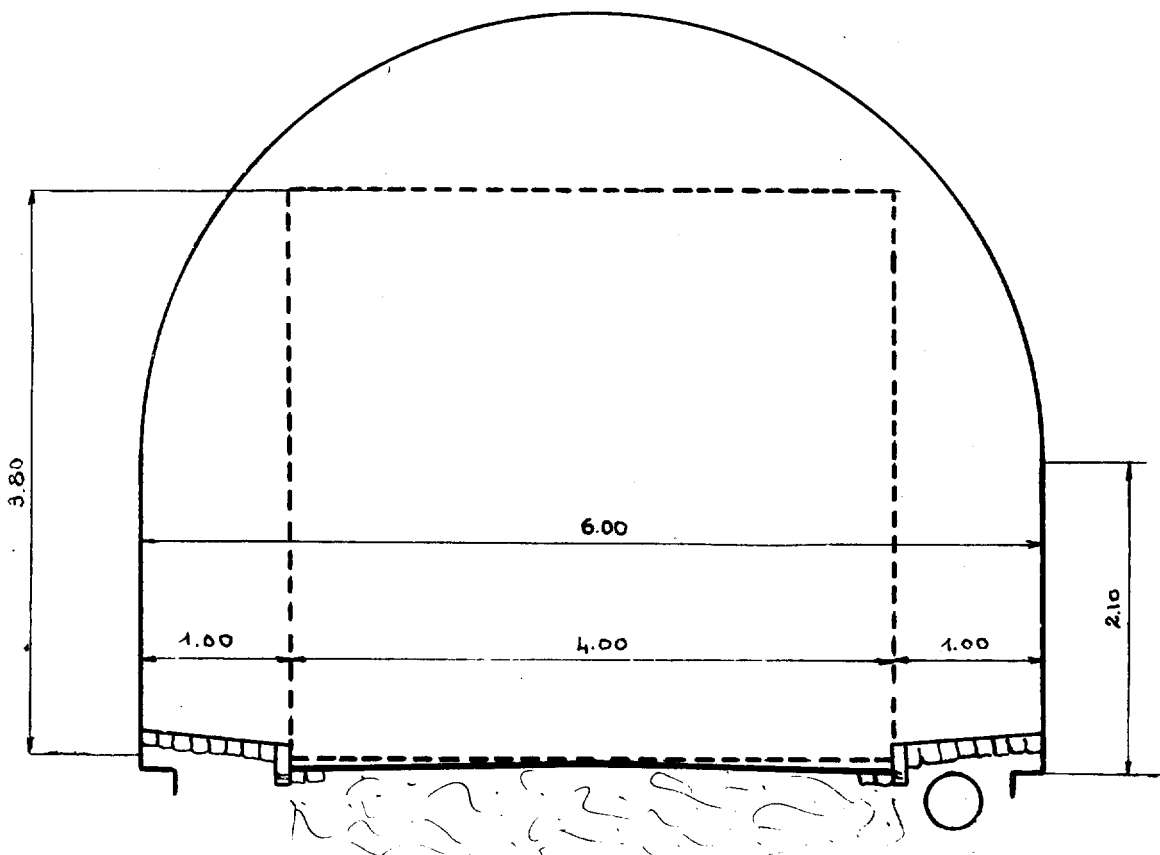
Echelle 1/50

GABARIT

CHAUSSEE	4,00
HAUTEUR LIBRE	3,80
TROTTOIRS	2 x 1,00

OUVRAGE

OUVERTURE	6,00
PIEDROITS	2,10



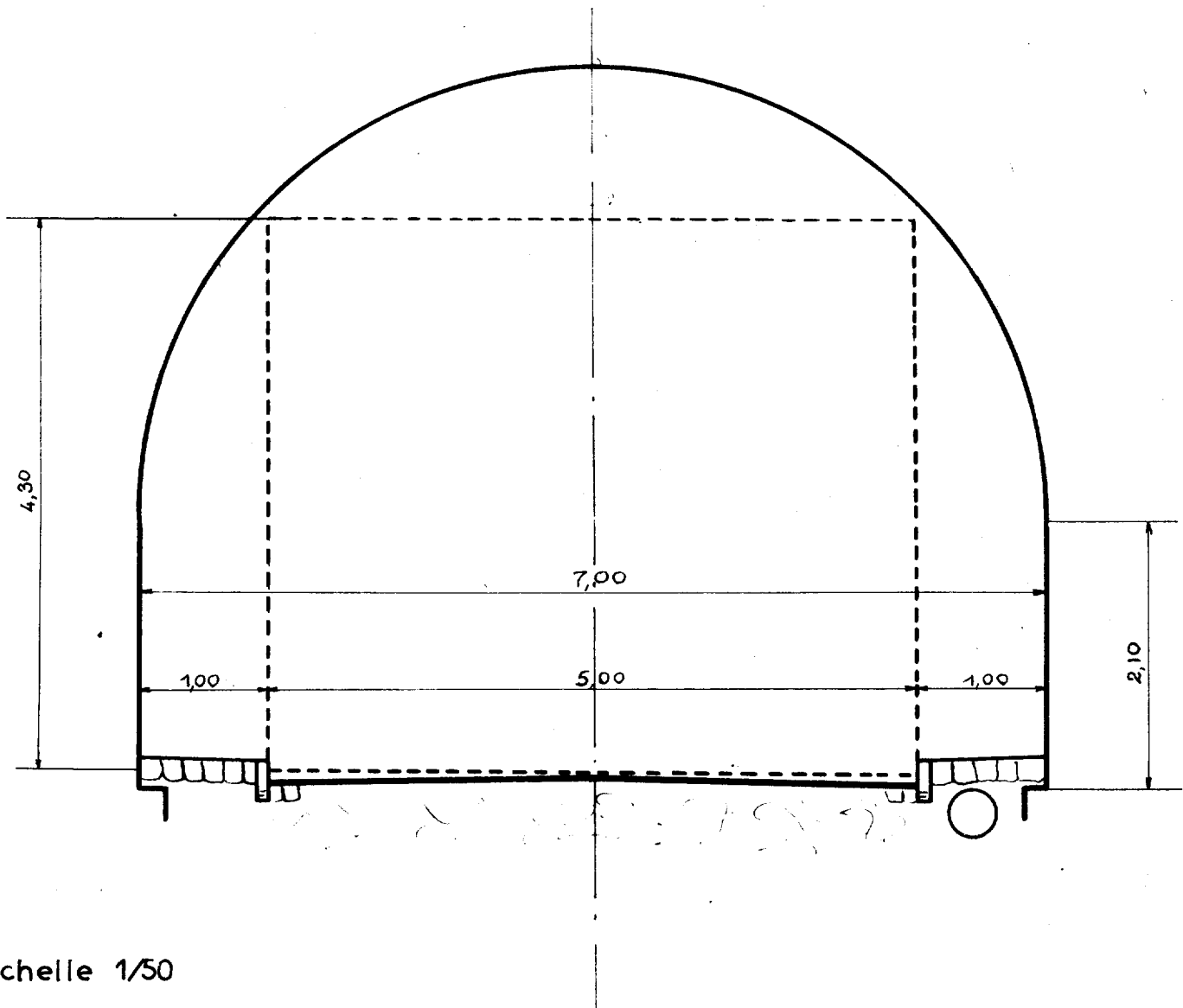
Echelle 1/50

GABARIT

CHAUSSEE	5,00
HAUTEUR LIBRE	4,30
TROTTOIRS	2x1,00

OUVRAGE

OUVERTURE	7,00
PIEDROITS	2,10



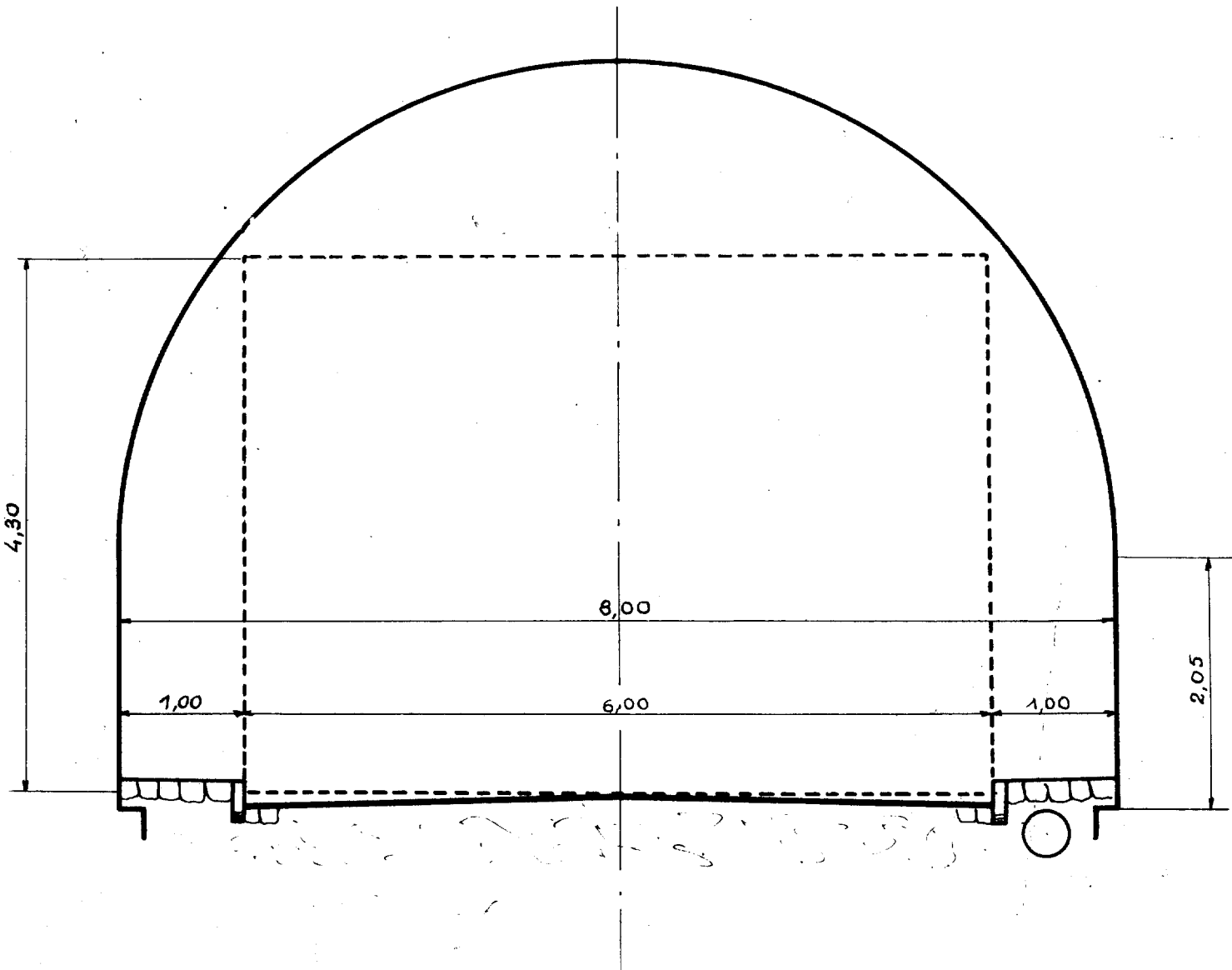
Echelle 1/50

GABARIT

CHAUSSEE	6,00
HAUTEUR LIBRE	4,30
TROTTOIRS	2x1,00

OUVRAGE

OUVERTURE	8,00
PIEDROITS	2,05



Echelle 1/50