

***UPSTREAM FACING
INTERFACE
WITH FOUNDATION
AND ABUTMENTS***

**RACCORDEMENT
DU MASQUE AMONT
AVEC LA FONDATION
ET LES RIVES**



***UPSTREAM FACING
INTERFACE
WITH FOUNDATION
AND ABUTMENTS***

**RACCORDEMENT
DU MASQUE AMONT
AVEC LA FONDATION
ET LES RIVES**



*Rapport établi par Gérard LE BEL
du Comité Français des Grands Barrages,
pour le Sous-Comité des Matériaux pour Barrages en Remblai*

Report prepared by Gérard LE BEL,
French Committee on Large Dams,
on behalf of the Sub-Committee on Materials for Fill Dams

AVERTISSEMENT – EXONERATION DE RESPONSABILITE:

Les informations, analyses et conclusions auxquelles cet ouvrage renvoie sont sous la seule responsabilité de leur(s) auteur(s) respectif(s) cité(s).

Les informations, analyses et conclusions contenues dans cet ouvrage n'ont pas force de Loi et ne doivent pas être considérées comme un substitut aux réglementations officielles imposées par la Loi. Elles sont uniquement destinées à un public de Professionnels Avertis, seuls aptes à en apprécier et à en déterminer la valeur et la portée et à en appliquer avec précision les recommandations à chaque cas particulier.

Malgré tout le soin apporté à la rédaction de cet ouvrage, compte tenu de l'évolution des techniques et de la science, nous ne pouvons en garantir l'exhaustivité.

Nous déclinons expressément toute responsabilité quant à l'interprétation et l'application éventuelles (y compris les dommages éventuels en résultant ou liés) du contenu de cet ouvrage.

En poursuivant la lecture de cet ouvrage, vous acceptez de façon expresse cette condition.

NOTICE – DISCLAIMER :

The information, analyses and conclusions referred to herein are the sole responsibility of the author(s) thereof.

The information, analyses and conclusions in this document have no legal force and must not be considered as substituting for legally-enforceable official regulations. They are intended for the use of experienced professionals who are alone equipped to judge their pertinence and applicability and to apply accurately the recommendations to any particular case.

This document has been drafted with the greatest care but, in view of the pace of change in science and technology, we cannot guarantee that it covers all aspects of the topics discussed.

We decline all responsibility whatsoever for how the information herein is interpreted and used and will accept no liability for any loss or damage arising therefrom.

Do not read on unless you accept this disclaimer without reservation.

**TABLE
DES MATIÈRES**

**TABLE
OF CONTENTS**

INTRODUCTION

1. RACCORDEMENTS AVEC LE PIED AMONT DU BARRAGE (FOND DE VALLÉE ET RIVES)	617
1.1. Dispositions générales	617
<i>Digue reposant sur une fondation alluviale</i>	617
<i>Digue reposant sur une fondation rocheuse</i>	617
<i>Cas particuliers</i>	617
1.2. Raccordements proprement dits	819
<i>Rappel des deux types de masque</i>	819
<i>Galerie de visite et de drainage de pied amont</i>	819
<i>Recommandations sur les raccords masque-mur de pied en béton</i>	819

2. RACCORDEMENTS A LA CRÊTE DU BARRAGE	1011
3. RACCORDEMENTS AVEC LES PARS PRATIQUÉMENT VERTICAUX D'OUVRAGES EN BÉTON	1213

CROQUIS

<i>Table des matières</i>	14
<i>Fig. 1 à 13,</i>	15-27

5 INTRODUCTION

1. BONDING WITH THE UPSTREAM TOE OF THE DAM
1.1. General arrangements
Dam built on alluvial foundation
Dam built on rock foundation
Particular cases
1.2. Bondings
Facing types
Gallery for inspection and drainage of upstream toe
Recommendations for bonding the facing with the concrete toe wall

2. BONDING WITH THE CREST OF THE DAM

3. BONDING WITH PRACTICALLY VERTICAL WALL SECTIONS OF CONCRETE STRUCTURES
--

14 FIGURES

Table of contents	14
Fig. 1 to 13,	15-27

*Ce Bulletin 39 est un
COMPLÈMENT AU
BULLETIN 32 - octobre 1977
« Masques amont en béton bitumineux
pour barrages en terre et en enrochement »*

This Bulletin 39 is a
SUPPLEMENT TO
BULLETIN 32 - October 1977
« Bituminous Concrete Facings
for Earth and Rockfill Dams »

INTRODUCTION

Dans son Bulletin 32 paru en octobre 1977, la Commission Internationale des Grands Barrages a publié un rapport préparé par le Sous-Comité des Matériaux Nouveaux du Comité des Matériaux, traitant des masques amont en béton bitumineux pour barrages en terre et en enrochement.

Au cours de la Réunion Exécutive d'Athènes (1974), le Comité des Matériaux a chargé le Sous-Comité des Matériaux Nouveaux, devenu depuis 1977 le Sous-Comité des Matériaux pour Barrages en Remblai, de compléter ce rapport général en étudiant les raccordements des masques amont avec le pied amont du barrage (fond de vallée et rives), la crête et les ouvrages en béton de ciment.

Tel est l'objet du présent rapport.

Il fait suite à une enquête ouverte en janvier 1976 auprès des Comités Nationaux. Les réponses ont permis la synthèse exposée ci-dessous.

La numérotation des barrages est celle qui figure dans le Bulletin 32.

Remerciements

Que les Comités Nationaux qui ont bien voulu répondre à l'enquête soient ici remerciés et plus particulièrement le Comité Japonais qui a fourni une documentation si précieuse.

INTRODUCTION

In its Bulletin 32 (October 1977), the International Commission on Large Dams has issued a report prepared by the Sub-Committee on New Materials belonging to the Committee on Materials and dealing with bituminous concrete facings for earth and rockfill dams.

During the Executive Meeting held in Athens (1974), the Committee on Materials entrusted the Sub-Committee on New Materials, renamed in 1977 Sub-Committee on Materials for Fill Dams to extend the scope of the studies of the main report (Bulletin 32) to the bonding arrangements between bituminous concrete facings and the upstream toe of the dam (valley bottom and abutments), the crest and the concrete structures.

This is the scope of the present report.

It is the outcome of an enquiry in January 1976 to the National Committees. The information gathered is the basis for the following synthesis.

Reference to the dams in this compilation is given by their number in Bulletin 32.

Acknowledgements

The contributions of all National Committees who answered the enquiry are gratefully acknowledged, with special thanks to the Japanese Committee which supplied much valuable documentation.

1. RACCORDEMENTS AVEC LE PIED AMONT DU BARRAGE (FOND DE VALLÉE ET RIVES)

1.1. Dispositions générales

Digue reposant sur une fondation alluviale

Dans ce cas, le parafouille réalisé au moyen d'un écran épais d'injections ou d'un mur moulé dans le sol est en général coiffé par un ouvrage en béton auquel se raccorde le masque amont bitumineux.

C'est la cas en Suisse de la digue de Godey (154 du répertoire du Bulletin 32). La Fig. 1a représente la liaison en fond de vallée, la Fig. 1b celle sur les rives.

Ce sont aussi les exemples des barrages autrichiens de Wurtenalm (127) et de Hochwurten (155).

Dans le 1^{er} exemple, les alluvions laissées sous le barrage sont injectées et ce rideau est coiffé par un ouvrage en béton (Fig. 2). Dans le 2^e exemple, la coupure du lit alluvionnaire est obtenue par une paroi moulée dans le sol ; cette dernière est coiffée par un ouvrage en béton (Fig. 3).

En Italie, au barrage de Zoccolo (65), le masque amont se raccorde avec une galerie en béton qui coiffe un mur réalisé dans les alluvions au moyen de pieux moulés (procédés ICOS). Le raccordement du masque avec la galerie est renforcé par l'addition de fibres de verre (Fig. 4).

On se pose naturellement la question des désordres qui peuvent se produire par suite de tassements différentiels entre les ouvrages rigides coiffant rideaux d'injection ou murs moulés dans le sol et la digue qui repose sur les alluvions.

Pour diminuer le risque de tels désordres, on peut recommander d'épaissir le masque bitumineux au voisinage du raccordement (cf. § 1.2. ci-après).

On peut également penser à des additifs spéciaux destinés à améliorer la résistance à la traction et au cisaillement du masque (par exemple : amiante, fibres de verre...).

Au barrage de Godey, une dalle de béton armé articulée sur le mur parafouille a été prévue pour assurer une progressivité dans les tassements de la digue.

Digue reposant sur une fondation rocheuse

Le masque se raccorde au parafouille en béton fondé directement au rocher. La hauteur de la digue au-dessus du rocher est faible au voisinage du mur de pied. Les tassements à redouter sont donc limités, ce qui diminue le risque de cisaillement du masque amont dans la zone où il quitte le béton pour s'appuyer sur la digue.

Cas particuliers

Des solutions qui sortent, à vrai dire, du cadre strict de l'enquête ne comportent pas de raccordement du masque amont bitumineux avec un ouvrage en béton rigide. Le masque est prolongé vers l'amont, soit pour former le revêtement d'étanchéité d'un réservoir : Vallon d'Ol (140), Turlough Hill (142), soit pour être enfoui dans un massif de pied en terre imperméable comme au barrage de Trapan (83) (Fig. 5). A la digue du bassin supérieur de la centrale de pompage de Revin (147), le masque est prolongé sur le terrain rocheux naturel et s'ancre, dans une tranchée pratiquée dans le terrain de fond de bassin, au moyen d'une feuille de butyl clouée et collée au masque bitumineux et recouverte d'un corroi imperméable surmonté d'une couche de débris schisteux de protection (Fig. 6).

Ces solutions présentent l'inconvénient de ne permettre aucune inspection du pied du masque après mise en service.

1. BONDING WITH THE UPSTREAM TOE OF THE DAM (THALWEG AND ABUTMENTS)

1.1. General arrangements

Dam built on alluvial foundation

In this case the cut off achieved by means of a thick grout curtain or wall formed in the soil is generally capped by a concrete structure, to which the upstream bituminous facing is bonded.

This was done at Godey dam in Switzerland (154), in the valley bottom (Fig. 1a), and at its abutments where the cut off reaches on rock (Fig. 1b).

Other examples are the Austrian dams at Wurten (127) (Fig. 2) and Hochwurten (155) (Fig. 3).

At the former, the alluvium left below the dam was grouted, and the grout curtain capped by a concrete structure. At the latter, the alluvial bed was sealed by means of a diaphragm wall capped by a concrete structure.

In Italy, at Zoccolo dam (65) (Fig. 4) the upstream facing was bonded to a concrete gallery which caps a wall formed in the alluvium by cast in situ piles (ICOS system). The connection between the facing and the gallery was reinforced by means of glass fibres.

Obviously, the question arises of damage which may occur as a result of differential settlement, between the non-yielding structures capping grout curtains or diaphragm walls and the dam itself which is resting on alluvium.

To reduce the risk of such damage, it is recommended that the bituminous facing should be thickened as it nears the joint (See 1.2.).

Special additives such as asbestos or glass fibres can also be used, in order to improve the tensile strength and shearing resistance of the facing.

At Godey dam, a reinforced concrete slab articulated on the cut off wall was designed to ensure a gradual transition in dam settlement.

Dam built on rock foundation

The facing is bonded to the concrete cut off, which is founded directly on the rock. The height of the dam above the rock is small in the vicinity of the toe wall. Therefore settlement in the vicinity is limited, which reduces the risk of shearing the upstream facing where it leaves the concrete and is supported by the fill.

Particular cases

Some cases which strictly do not lie within the range of the inquiry do not involve bonding of the bituminous upstream facing with a non-yielding concrete structure. The facing can be extended upstream either to form the watertight floor of a reservoir such as at Vallon d'Oï (140), or Turlough Hill (152), or to be embedded in a massive impervious earth fill at the toe, as at Trapan (83) (Fig. 5). At the embankment of the upper pool of the Revin pumped storage scheme (147) (Fig. 6), the facing was carried on to the natural rock foundation, and anchored in a trench at the bottom of the reservoir, by means of a butyl sheet extension nailed and welded into the bituminous facing. Both facing and extension were then covered with an impervious earth fill, topped by a schistous debris protection layer.

These alternatives have the disadvantage that they do not allow any inspection of the facing toe after the dam has been put into operation.

1.2. Raccordements proprement dits

Rappel des deux types de masque

Rappelons les deux types de masque évoqués dans le Bulletin 32 :

- le revêtement type « sandwich », comprenant une couche bitumineuse drainante comprise entre deux couches bitumineuses étanches (type A)
- le revêtement comportant une seule barrière bitumineuse étanche, monocouche ou bicouche, reposant en général sur une couche drainante en enrobés ouverts (type B)

Les masques amont du type B sont les plus nombreux : 140 sur 182, d'après le recensement du Bulletin 32, et leurs raccordements présentent des dispositions relativement simples.

Le type A se rencontre sur 42 ouvrages recensés dans le bulletin, dont 7 de plus de 60 m de hauteur et 14 de moins de 30 m. Ces ouvrages se trouvent surtout dans 3 pays : l'Allemagne Fédérale, l'Espagne et le Japon.

Galerie de visite et de drainage de pied amont

Les murs de pied ne comportent pas toujours de galeries, en particulier pour les barrages en enrochement (Fig. 7) : Barrage de Venemo en Norvège (57).

L'existence d'une telle galerie est liée à la conception générale de l'ouvrage ; si la digue est constituée d'un massif peu perméable, cette galerie sert à collecter les apports de la couche de drainage du masque. Dans le cas des revêtements type A, il semble qu'elle soit pratiquement indispensable pour la collecte, l'inspection et l'évacuation des eaux de percolation. Dans tous les cas, elle peut servir à vérifier le comportement du pied du barrage et y abriter des instruments de contrôle (par exemple, piézomètres et drains de fondation à l'aval de l'écran d'étanchéité). La galerie est aussi un complément utile lorsqu'il s'agit d'un réservoir comme Turlough Hill ou Vallon d'Ol, car elle reçoit les drains du fond du réservoir.

Le Japon a fourni une documentation importante qui met en évidence les dispositions prises pour évacuer dans une galerie pratiquée dans le mur de pied amont du barrage les percolations récoltées par le drain situé entre les deux couches étanches (masque type A).

Les dessins de la figure 8 essaient de montrer en schémas isométriques les raccordements entre masque amont et mur de pied réalisés sur plusieurs barrages en remblais japonais (type A). La Fig. 8a indique les dispositions générales ; la Fig. 8b concerne la disposition des waterstops placés entre les plots du mur de pied ; la Fig. 8c donne le détail du dispositif d'évacuation des infiltrations.

On a représenté un masque plan comme à Tataragi, mais à Numappara et Otsumata les masques amont sont concaves vers le haut, ce qui rend quasi horizontales les surfaces de contact entre l'étanchéité primaire et le béton du mur de pied.

Recommandations sur les raccordements masque-mur de pied en béton

Le masque doit se raccorder avec un ouvrage en béton de ciment. La difficulté réside dans le fait que le masque est un ouvrage relativement souple et qui suit les déformations de la digue alors que l'ouvrage de pied est très rigide. On peut faire les recommandations suivantes :

a) Donner aux murs et parafoilles de pied des formes telles que la base du masque soit tangente à leurs surfaces supérieures. La partie étanche du masque doit s'appuyer sur le béton sur la plus grande longueur possible mesurée dans un plan perpendiculaire au mur de pied (de 0,50 m au strict minimum jusqu'à plusieurs mètres). Sur cette bande, le masque se trouve fortement appliqué sur le béton par la pression hydrostatique.

1.2. Bondings

Facing types

Referring to the descriptions in Bulletin 32 there are two main types of facing :

- type A = a « sandwich » type facing consisting of a bituminous drainage course laid between two impervious bituminous layers.
- type B = a facing consisting of a single impervious bituminous lining comprising a single or a double layer, and usually supported by an open-graded drainage course.

Type B upstream facings are the most numerous, and account for 140 out of a total of 182 facings according to the inventory in Bulletin 32 ; their bonding arrangements are relatively simple.

Type A facing concerns 42 dams of which 7 have a height exceeding 60 m and 14 a height under 30 m ; the dams are located mainly in Federal Germany, Spain and Japan.

Gallery for inspection and drainage of upstream toe

Toe walls do not always require galleries, especially where rockfill dams are concerned. e.g. Venemo dam in Norway (57) (Fig. 7).

The need for a gallery depends on the general design of the structure. If the dam is formed with a semi-pervious fill material, a gallery can be used to collect seepage from the drainage course constructed with the facing ; and in the case of type A facings, such a gallery is practically essential in order to collect, inspect and discharge seepage water. In all cases, a gallery can be used to check the behaviour of the dam toe, and to house monitoring instruments (e.g. piezometers and foundation drains, downstream of the impervious screen). The gallery is also a useful feature when incorporated in a reservoir such as Turlough Hill or Vallon d'Ol, because it receives drainage from the reservoir bottom.

Japan has furnished important data which shows the means adopted to discharge into a gallery, built at the upstream toe wall of the dam, seepage collected by the drains located between the two impervious layers in a type A facing. Drawings in Fig. 8 illustrate with isometric sketches the bonding between the upstream facing and the toe wall provided at several embankment dams in Japan (type A).

Fig. 8a features the general arrangements, Fig. 8b concerns the design of the « waterstops » at the construction joints of the toe concrete structure ; Fig. 8c gives the arrangements for the seepage discharge.

A plane facing was used at Tataragi, but at Numappara and Otsumata the facings were curved upwards, which makes contact surfaces between the primary impervious course and toe wall concrete almost horizontal.

Recommendations for bonding the facing with the concrete toe wall

A difficulty is that the facing is a comparatively flexible structure which follows dam déformations, whereas the toe structure is very rigid. The following recommendations can be made :

- a) Plan the toe wall and cut off in such a way that the lower part of the facing is tangential to their upper surfaces. The impervious part of the facing must overlap the concrete surface to the greatest possible extent (0.50 m absolute minimum up to several metres) measured on a plane perpendicular to the toe wall. Within the overlap the facing is strongly pressed against the cement concrete by hydrostatic pressure.

b) Le contact entre béton bitumineux et béton de ciment exige un nettoyage soigné de ce dernier. En général, on assure l'accrochage du béton bitumineux au béton de ciment par la pose d'une mince couche de bitume ou mieux d'émulsion de bitume.

Aux barrages autrichiens de Wurtenalm ou de Hochwurtten, l'application bitumineuse qui recouvre le béton sur la surface du joint avec les couches étanches du masque est destinée à rester plastique, permettant un certain glissement (cf. Fig. 2 et 3). C'est une conception opposée à celle où cette application doit assurer l'accrochage entre béton de ciment et béton bitumineux.

D'autre part, les couches de béton bitumineux étanches ne doivent pas faire saillie sur l'ouvrage en béton qui comporte les redans voulus (Fig. 9, barrage de Carbonne 113).

c) Les formes des ouvrages en béton de ciment doivent être étudiées du point de vue de l'utilisation des appareils mécaniques de répandage et de compactage du béton bitumineux du masque, de façon à assurer la continuité du plan de travail.

d) Si le mur de pied comporte des joints de retrait, ceux-ci sont généralement munis de waterstops. Ces derniers ne peuvent pas être noyés dans le béton bitumineux qui est posé à haute température ; aussi voit-on dans certains cas utiliser une petite feuille métallique noyée d'une part dans le béton de ciment contre le waterstop et de l'autre dans un béton ou un mastic bitumineux qui remplit, sous les couches d'étanchéité, une cavité prévue dans les deux éléments de béton adjacents (Fig. 8b, barrage japonais).

e) Il existe toujours une certaine discontinuité dans la zone où le masque quitte le mur de pied en béton ; aussi la plupart des raccordements examinés comportent-ils une augmentation d'épaisseur du béton bitumineux étanche au voisinage du raccordement. Cet épaissement est pratiqué en général vers le bas et s'appuie sur l'ouvrage en béton.

f) Enfin, dans de nombreux cas, on trouve un couvre-joint posé sur le béton étanche au droit du contact blanc et noir et s'étendant sur une distance d'au moins 0,50 m de part et d'autre. Il peut être réalisé par un « multicouche » d'étanchéité associant au bitume des tissus synthétiques et notamment de la toile de fibres de verre. On trouve de tels couvre-joints en France au barrage de Dorlay (Fig. 10, 135), au barrage de Ste Cécile d'Andorge (82), au barrage d'Alesani (103) et au Japon au barrage de Konoyama (122), et au barrage d'Otsumata (type A) (197).

Ces recommandations s'appliquent aux deux types de masques, étant observé que pour le masque « sandwich » (type A) l'épaissement à la base du masque, au voisinage de son raccordement, se fait souvent dans la couche d'enrobés ouverts constituant le drain et que les remarques faites au sujet d'une grande surface d'appui des couches étanches du masque sur le béton concernent essentiellement l'étanchéité primaire (côté retenue).

b) The contact surface between bituminous concrete and cement concrete calls for careful cleaning of the latter. Generally adhesion between the bituminous concrete and cement concrete is ensured by priming with a thin layer of bitumen, or preferably bituminous emulsion.

At the Austrian Wurten and Hochwurten dams, the bituminous elastic layer which covers the joint between the concrete and the impervious layers of the facing is intended to remain plastic, in order to make some sliding possible (Fig. 2 and Fig. 3). This concept is opposite to that in which the design tries to ensure a strong bond between the cement concrete and bituminous concrete.

Impervious bituminous concrete courses should finish flush with the concrete structure already constructed to its design profile (Carbonne dam, 113) (Fig. 9).

c) Shapes of cement concrete structures have to be designed to allow the use of mechanical equipment for spreading and compacting the bituminous concrete in the facing, so as to ensure that continuity of work is maintained.

d) If the toe wall needs contraction joints these are generally provided with waterstops, which cannot be embedded in the bituminous concrete poured at high temperatures. In some cases a small metallic sheet is used, which is partly embedded in the cement concrete against the waterstop, and the other part in a bituminous concrete or mastic which fills, under the impervious course, a cavity provided in the two adjacent concrete sections (fig. 8b, Japanese dams).

e) Where the facing leaves the concrete toe wall, there is always a certain discontinuity. Also most of the bondings examined required a greater thickness of impermeable bituminous concrete near the bonding. Such thickening is generally extended downwards, and supported by the concrete structure.

f) Lastly, in many cases a joint-cover has been placed above the contact between concrete and bituminous material, extending at least 0.50 m on either side of the joint. The joint-cover can be built up from a number of watertight bituminous layers with synthetic cloth, particularly fibre glass fabric incorporated between them. Such joint-covers are found in France at Dorlay dam (135) (Fig. 10), at Ste Cecile d'Andorge (82), at Alesani dam (103), and in Japan at Konoyama (122) and Otsumata dam (type A) (197).

The above recommendations apply to both types of facing, bearing in mind that as regards the « sandwich » facing (type A), the thickening at the base of the facing near the interface is frequently provided by the open-graded bituminous layer forming the drain, and that the recommendations made as regards a large contact surface of the impervious layers of the facing on the concrete (1.2.) concern essentially the primary or outer impervious courses.

2. RACCORDEMENTS A LA CRETE DU BARRAGE

Généralement, la partie supérieure du barrage comporte une route et des ouvrages la bordant : soit de simples bordures en béton, soit des parapets.

D'une manière générale, il faut éviter toute possibilité de venues d'eau sous le masque ou même entre les différentes couches de celui-ci. C'est pourquoi la partie supérieure du barrage doit être étudiée pour éviter que les eaux de ruissellement des flancs de la vallée ne se répandent sur sa surface et ses pentes doivent être disposées pour rejeter vers l'aval et vers les rives l'eau de pluie qu'elle reçoit.

Dans le cas où il n'existe pas de mur parapet, on peut comme à Vallon d'Ol (140) prévoir un parafoiille occultant les différentes couches du masque (Fig. 11).

Il existe souvent un mur parapet notamment dans le cas de retenues importantes en surface pour éviter que les vagues créées par le vent ne déferlent sur la crête du barrage. Des exemples de tels murs sont donnés dans les Fig. 12a et 12b qui schématisent les parapets des aménagements hydro-électriques de Feistritz (n° non identifié) et de Rosswiese (36) en Autriche. Les couches étanches du masque recouvrent le parement supérieur du talon de fondation qui a la même pente que le masque.

Au barrage de Zoccolo (65) en Italie c'est une partie de la base du parapet en béton armé qui recouvre les couches étanches du masque amont.

Enfin, il est possible de poser simplement sur le masque amont, prolongé sur une partiz de la crête, des éléments autostables préfabriqués, jointifs et arrêtant le clapotis (Réservoir supérieur de Revin).

D'une manière générale, il faut prévoir les tassements inévitables de la digue : aussi peut-on recommander de prévoir des joints dans les ouvrages de couronnement pour leur permettre de suivre les mouvements de la digue sans subir de désordres.

A cet égard, la dernière disposition évoquée ci-dessus permet la reprise des éléments de parapet préfabriqués pour en rectifier nivellement et alignement.

3. RACCORDEMENTS AVEC LES PAROIS PRATIQUEMENT VERTICALES D'OUVRAGES EN BÉTON

De tels raccordements existent dans un certain nombre d'ouvrages où la digue s'appuie latéralement sur des murs en béton formant culée ou des ouvrages en béton entaillant la digue : prises d'eau, vidanges de fond, etc.

Au niveau du joint, le masque bitumeux peut recouvrir une hauteur importante de remblai de la digue et doit pouvoir suivre ses tassements. Plus la hauteur de remblai est grande, plus le risque de tassements différentiels est important.

Pour le projet d'Outardes 2 (Fig. 13) au Canada (Québec), le mur de béton comporte une surépaisseur sur laquelle le masque lui-même épaissi vient s'appuyer et l'étanchéité est complétée par une feuille de cuivre repliée en gouttière pour lui donner une extensibilité de forme, gouttière qui est bourrée de mastic bitumineux. Ces joints orthogonaux sont certainement très difficiles à réaliser et le projeteur doit s'efforcer de les éviter lorsque la hauteur du remblai de la digue est importante sous le joint.

2. BONDING WITH THE CREST OF THE DAM

Usually the crest of a dam carries a road and adjacent structures, such as plain concrete wave walls or parapets.

Generally speaking, it is necessary to avoid any possibility of inflow of surface water beneath the facing or between its various layers, and the crest of the dam must be designed to prevent runoff water from the valley sides from flowing onto it, and also have its surface so planned that it drains downstream and towards the outer flanks.

In cases where there is no parapet or wave wall, a cut off can be provided which seals off the various courses of the facing, as at Vallon d'Oï dam (140) (Fig. 11).

A wave wall is often provided, especially in the case of large reservoirs, to prevent waves formed by the wind from breaking over the dam crest. Examples of such walls are given in Fig. 12a and 12b which show the parapets adopted at the Feistritz and Speicher Rosswiese (36) hydroelectric projects in Austria. The impervious courses of the facing overlap the upper surface of the wall foundation, which has the same slope as that of the facing.

At Zoccolo dam (65), in Italy, a base section of the r.c. wave wall covers the impervious courses of the upstream facing.

Lastly by extending the upstream facing over a section of the crest, it is possible to simply place precast self-stable elements on it, and prevent water from overflowing (Revin upper reservoir).

From a general viewpoint, one must provide for unavoidable settlement of the dam. It is therefore recommended that joints be included in the top structure, in order to allow the wall to follow dam settlements without damage.

In this respect, the last design mentioned above makes later adjustments of precast concrete elements of the wave wall possible in order to restore its level and alignment.

3. BONDING WITH PRACTICALLY VERTICAL WALL SECTIONS OF CONCRETE STRUCTURES

Bondings of this type are found in a certain number of cases where the dam leans laterally against concrete wall abutments, or concrete structures penetrate the embankment filling such as at intakes, bottom outlets, etc.

At the position of the joint, the bituminous facing may cover a considerable height of fill and has to follow its settlement. As the height of the fill becomes greater the risk of differential settlement increases.

At Outardes 2 dam in Canada (Fig. 13), the concrete cut off wall upper section is provided with a thickened ledge on which the thickened facing itself rests. Watertightness is ensured by a gutter-shaped copper sheet, which provides some flexibility and is filled with bituminous mastic. However such orthogonal joints are certainly very difficult to construct, and the designer should endeavour to avoid them when the height of the fill is significant beneath the joint.

CROQUIS / FIGURES

TABLE DES MATIÈRES

TABLE OF CONTENTS

Raccordements avec pied amont du barrage (fond de vallée et rives)	Bonding with the upstream toe of the dam (thalweg and abutments)
<i>Fig. 1. — Barrage de Godey</i>	15 Fig. 1. — Godey dam
<i>Fig. 2. — Barrage de Wurtenalm</i>	16 Fig. 2. — Wurtenalm dam
<i>Fig. 3. — Barrage de Horchwurten</i>	17 Fig. 3. — Horchwurten dam
<i>Fig. 4. — Barrage de Zoccolo</i>	18 Fig. 4. — Zoccolo dam
<i>Fig. 5. — Barrage de Trapan</i>	19 Fig. 5. — Trapan dam
<i>Fig. 6. — Réservoir amont de Revin</i>	20 Fig. 6. — Revin upstream reservoir
<i>Fig. 7. — Barrage de Venemo</i>	21 Fig. 7. — Venemo dam
<i>Fig. 8. — Dispositions types des barrages japonais à masque type « A »</i>	22 Fig. 8. — General layout of Japanese dams with type « A » facings
<i>Fig. 9. — Barrage de Carbonne</i>	23 Fig. 9. — Carbonne dam
<i>Fig. 10. — Barrage de Dorlay</i>	24 Fig. 10. — Dorlay dam
Raccordements à la crête du barrage	Bonding with the crest of the dam
<i>Fig. 11. — Barrage de Vallon d'Ol</i>	25 Fig. 11. — Vallon d'Ol dam
<i>Fig. 12. — Raccordement du masque avec le parapet</i>	26 Fig. 12. — Binding of the facing with parapet
Raccordements avec les parois pratiquement verticales d'ouvrages en béton	Bonding with practically vertical wall sections of concrete structures
<i>Fig. 13. — Barrage d'Outardes 2</i>	27 Fig. 13. — Outardes 2 dam

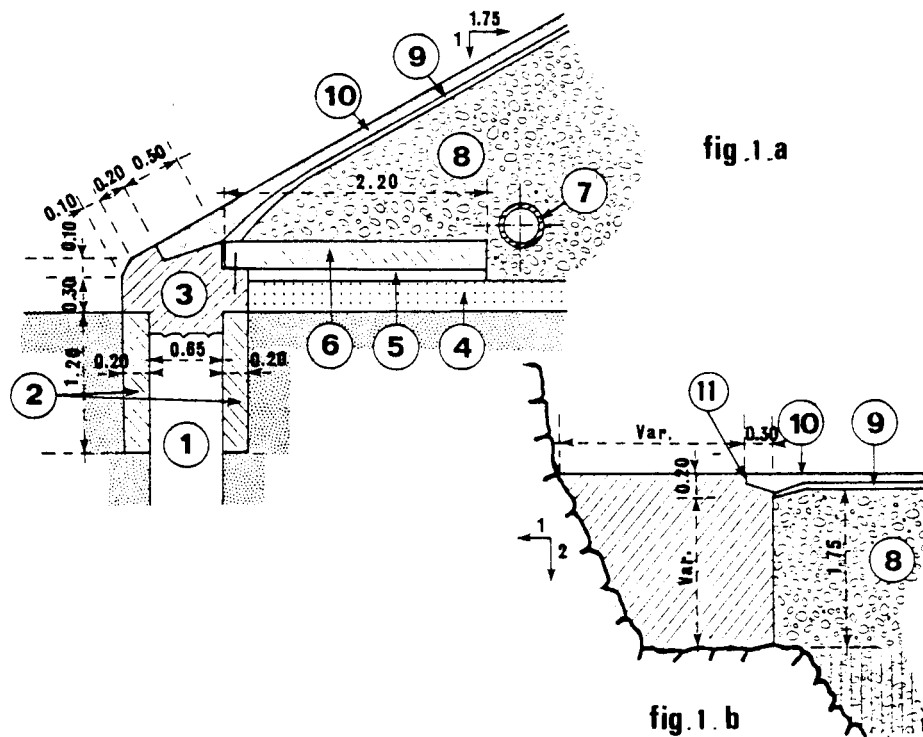


Fig. 1
BARRAGE DE GODEY (SUISSE)
GODEY DAM (SWITZERLAND)

- 1 a. *Ouvrage de liaison entre la paroi moulée et le masque amont.*
 Connection between the diaphragm wall and the bituminous facing.
- 1 b. *Liaison mur parasouille sur appuis — masque étanche.*
 Bonding with cut off on the abutments.

<i>Paroi moulée</i>	1 Diaphragm wall
<i>Muret de guidage</i>	2 Guide walls
<i>Cavalier d'injection</i>	3 Grout cap
<i>Couche de réglage</i>	4 Levelling fill
<i>Béton de réglage</i>	5 Levelling concrete
<i>Dalle de transition</i>	6 Transition slab
<i>Drain Ø 400 mm</i>	7 Drainage pipe Ø 400 mm
<i>Couche drainante</i>	8 Drainage layer
<i>Couche de liaison</i>	9 Binder course
<i>Couche d'étanchéité</i>	10 Impervious layer
<i>Mastic bitumineux</i>	11 Bitumen mastic (BMX)

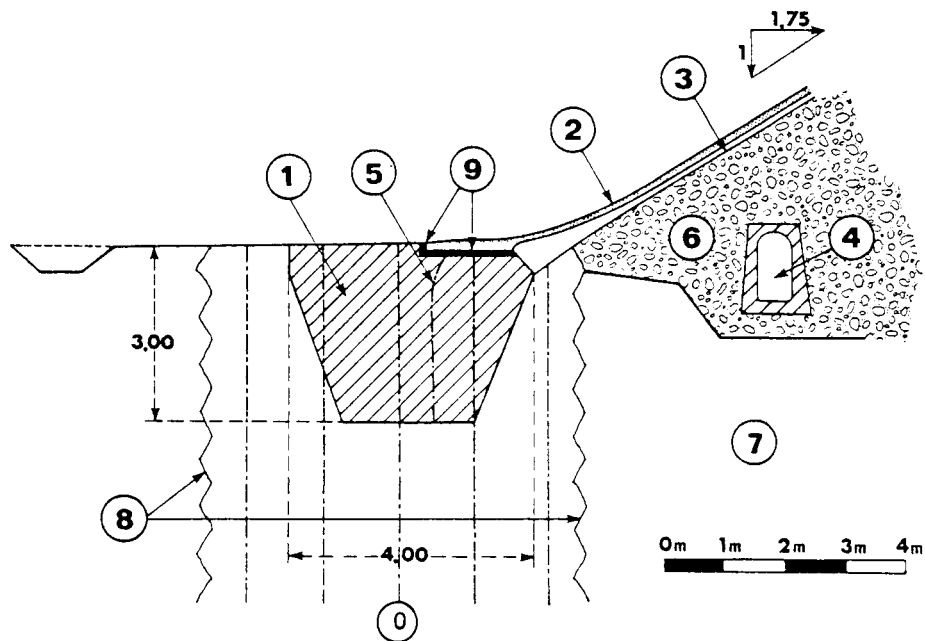


Fig. 2
BARRAGE DE WURTENALM (AUTRICHE)
WURTENALM DAM (AUSTRIA)

<i>Ecran d'injection. Haut. max. 17 m</i>	0 Grout curtain. Height max. 17 m
<i>Parafouille en béton</i>	1 Concrete cut off
<i>Couche d'étanchéité</i>	2 Impervious course
<i>Couche de liaison</i>	3 Binder course
<i>Galerie de drainage</i>	4 Drainage gallery
<i>Tôle de raccord</i>	5 Metallic sheet
<i>Filtre</i>	6 Filter
<i>Alluvions de moraine</i>	7 River alluviums and moraine
<i>Zone injectée</i>	8 Grout area
<i>Couche bitumineuse élastique entre béton et couche d'étanchéité</i>	9 Bituminous elastic coating between concrete and impervious course.

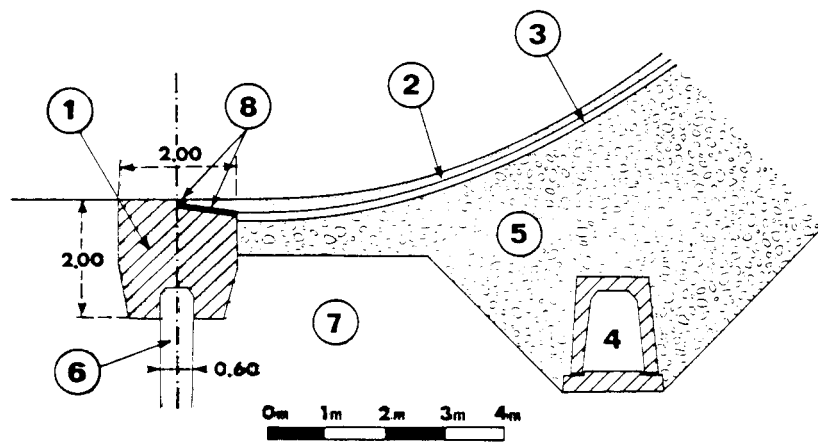


Fig. 3
 BARRAGE DE HORCHWURTEN (AUTRICHE)
 HORCHWURTEN DAM (AUSTRIA)

<i>Parafouille</i>	1	Concrete cut off
<i>Couche d'étanchéité</i>	2	Impervious course
<i>Couche de liaison</i>	3	Binder course
<i>Galerie de drainage</i>	4	Drainage gallery
<i>Filtre</i>	5	Filter
<i>Paroi moulée en béton</i>	6	Concrete diaphragm wall
<i>Alluvions</i>	7	Alluviums
<i>Couche bitumineuse élastique entre béton et couche d'étanchéité</i>	8	Bituminous elastic course between concrete and impervious course

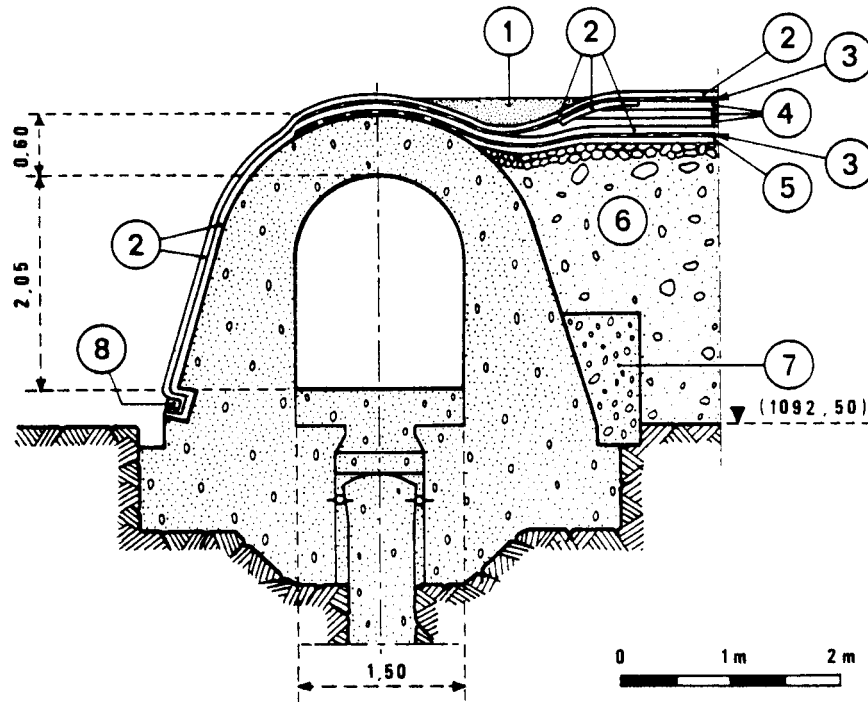


Fig. 4

BARRAGE DE ZOCCOLO (ITALIE)

ZOCCOLO DAM (ITALY)

Sable bitumé
Bitume armé de fibres de verre
Repanel
Enrobés fermés (enrobés denses)
Couche de liaison
Filtre
Béton drainant
Longrine en béton armé

1 Sand with bitumen grouting
 2 Glass fibre reinforced bituminous concrete
 3 Repanel
 4 Dense-graded bituminous concrete (DBC)
 5 Binder course
 6 Filter
 7 Drainage concrete
 8 Reinforced concrete joist

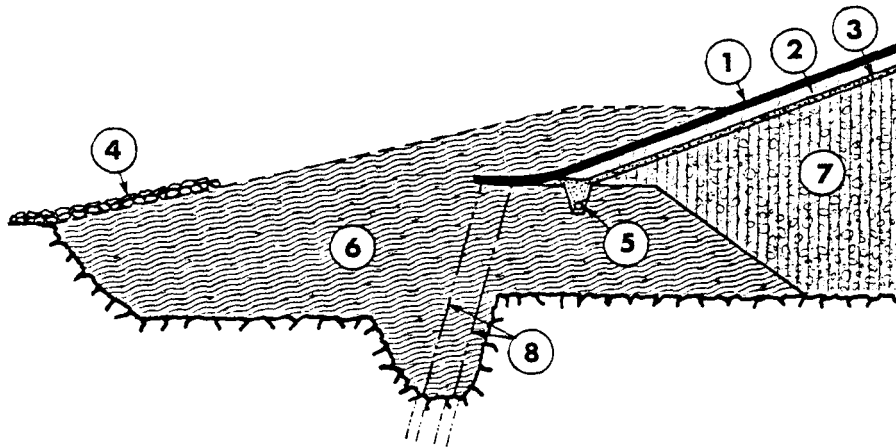


Fig. 5
 BARRAGE DE TRAPAN (FRANCE)
 TRAPAN DAM (FRANCE)

Ancrage en matériaux argileux compactes
Raccordement avec le masque bitumineux
 Junction of facing with compacted clay

<i>Couche d'étanchéité (DBC)*</i>	1 Impervious course (DBC)*
<i>Couche de drainage (BD)**</i>	2 Drainage layer (BD)**
<i>Béton bitumineux filtrant</i>	3 Filter (bituminous concrete)
<i>Enrochement de protection de pied de talus</i>	4 Protective riprap at slope toe
<i>Collecteur de drainage Ø 300 mm</i>	5 Main drain Ø 300 mm
<i>Noyau en matériaux argileux</i>	6 Clay core
<i>Tout venant rocheux</i>	7 Quarry run rockfill
<i>Rideau d'injection</i>	8 Grout curtain

*DBC : *enrobés denses*
 dense-graded bituminous concrete

**BD : *couche de drainage en enrobé*
 bituminous drainage layer

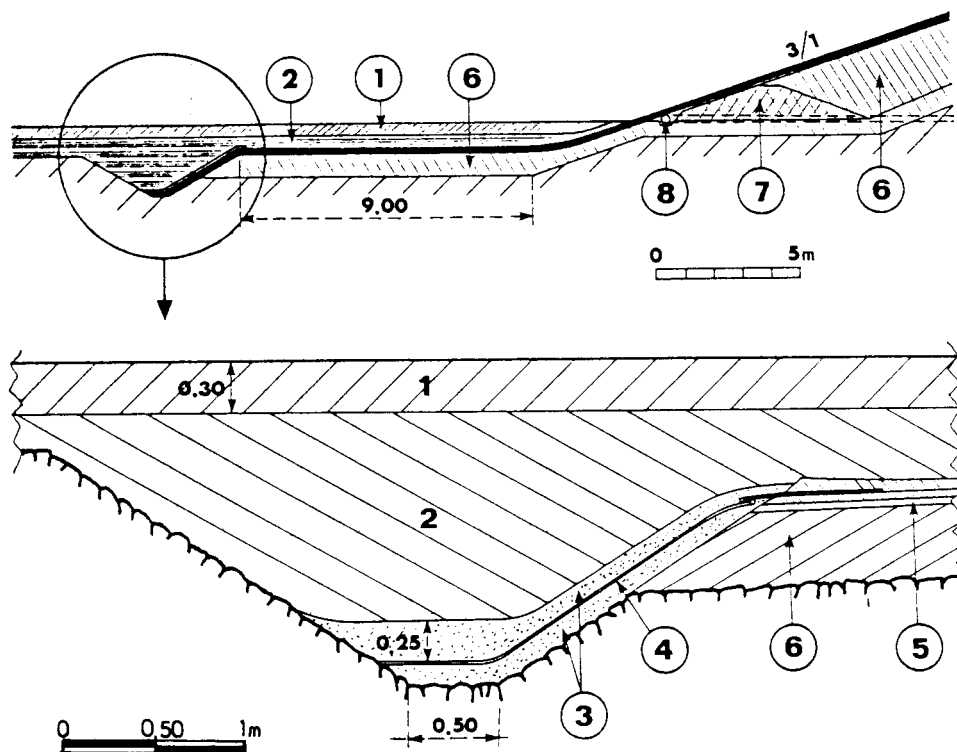


Fig. 6

RÉSERVOIR AMONT DE REVIN (FRANCE)
 REVIN UPSTREAM RESERVOIR (FRANCE)

Raccordement entre masque amont et fond du bassin
 Binding between facing and bottom of the reservoir

<i>Protection schisteuse</i>	1	Protection layer of schists
<i>Corroi imperméable</i>	2	Impervious fill
<i>Corroi d'argile</i>	3	Clay layer
<i>Toile butyl pincée entre les deux couches d'étanchéité du masque</i>	4	Butyl sheet pinched between the two impervious layers (DBC)*
<i>Béton bitumineux filtrant</i>	5	Filter (bituminous concrete)
<i>Recharge de schistes</i>	6	Shell of schistous rocks
<i>Cavalier drainant</i>	7	Drain
<i>Collecteur Ø 200 mm</i>	8	Drainage pipe Ø 200 mm

*DBC : *enrobés denses*
 dense-graded bituminous concrete

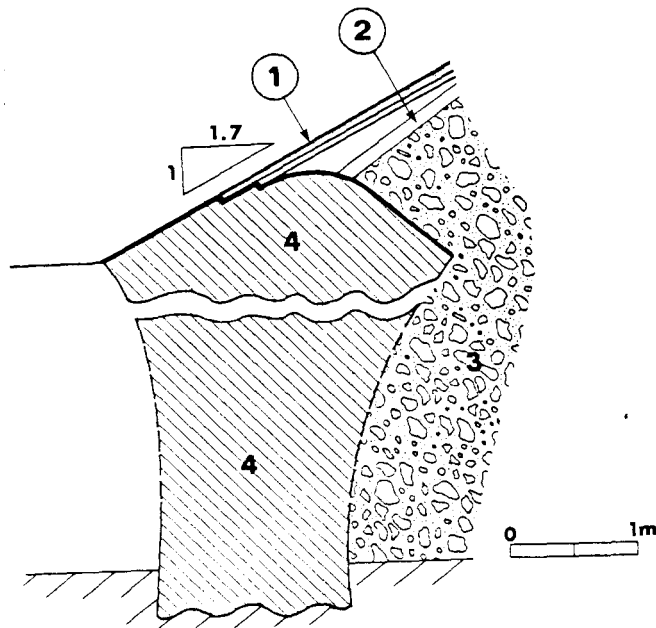


Fig. 7
BARRAGE DE VENEMO (NORVÈGE)
VENEMO DAM (NORWAY)

- | | |
|--|--|
| <p><i>Couche d'étanchéité. 3 couches DBC* de 5 cm d'épaisseur</i></p> <p><i>Couche de liaison</i></p> <p><i>Digue (produit de marinage de galerie)</i></p> <p><i>Parafouille béton armé lié au rocher par des ancrages (hauteur variable) allant jusqu'à 12 m dans une étroite gorge</i></p> | <p>1 Impervious course. 3 layers DBC* 5 cm thick each</p> <p>2 Binder course</p> <p>3 Embankment (tunnel spoil)</p> <p>4 Reinforced concrete cut off anchored to the rock (variable height) up to 12 m in a narrow gorge</p> |
|--|--|

*DBC : *enrobés denses*
 dense-graded bituminous concrete

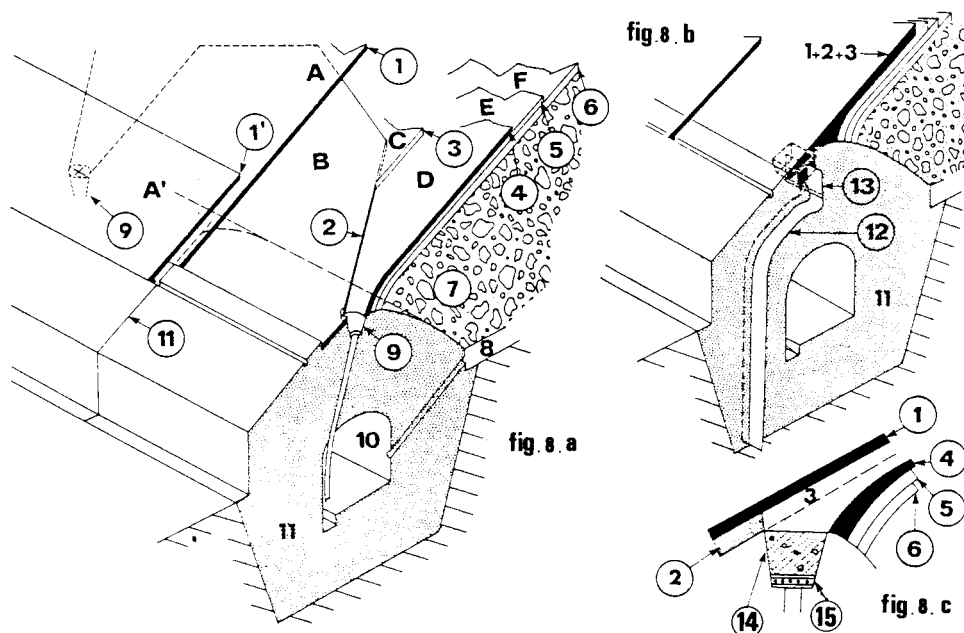


Fig. 8

DISPOSITIONS TYPES DES BARRAGES JAPONAIS A MASQUE TYPE « A »
 GENERAL LAYOUT OF JAPANESE DAMS WITH TYPE « A » FACINGS

Fig. 8 a. *Dispositions générales*
 General layout

Fig. 8 b. *Détails d'un joint de construction*
 Details of construction joint

Fig. 8 c. *Détails d'un collecteur de fuites (9)*
 Details of seepage collector (9)

<i>Couche d'étanchéité primaire en béton bitumineux. Epaisseur 2 × 50 mm ou 2 × 60 mm</i>	A	Primary impervious course (DBC)*
	1	2 × 50 mm or 2 × 60 mm thick
<i>Couvre-joint en béton bitumineux (NUMAPPARA et OTSUMATA). Epaisseur 50 mm</i>	A'	Overlap course (DBC)*
	1'	(NUMAPPARA and OTSUMATA) 50 mm thick
<i>Enrobés denses formant guide eau. Epaisseur 80 mm</i>	B	DBC* 80 mm thick guiding
<i>Drain en enrobés ouverts</i>	2	Percolation of the drainage course
	C	Drainage course** (BD) 80 mm thick
	3	
<i>Couche d'étanchéité secondaire en béton bitumineux. Epaisseur 40 à 50 mm</i>	D	Secondary impervious course
	4	(DBC)* 40 to 50 mm thick
<i>Couche de liaison. Epaisseur 40 à 60 mm</i>	E	Binder course 40 to 60 mm thick
	5	
<i>Couche de régularisation 35 à 60 mm</i>	F	Levelling course
<i>Corps du barrage (enrochement)</i>	6	35 to 60 mm
<i>Tapis de drainage sous le barrage (TATARAGI)</i>	7	Fill (rockfill)
<i>Entonnement des conduits verticaux menant à la galerie</i>	8	Drainage blanket (TATARAGI)
<i>Galerie de drainage</i>	9	Mouth of vertical ducts of collecting seepages down to the gallery
<i>Joint de construction du mur de pied</i>	10	Drainage gallery
<i>Waterstop</i>	11	Construction joint at the toe wall
<i>Lame de cuivre</i>	12	Waterstop
<i>Granulats</i>	13	Copper sheet
<i>Grille</i>	14	Aggregates
	15	Screen

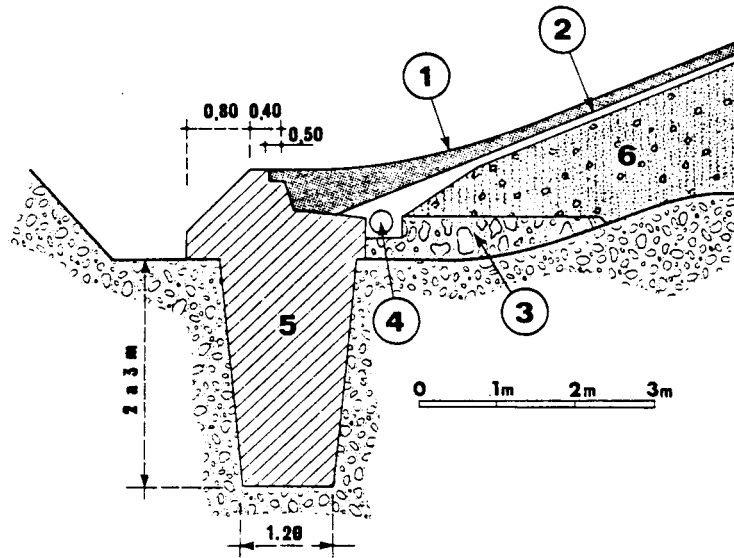


Fig. 9
BARRAGE DE CARBONNE (FRANCE)
CARBONNE DAM (FRANCE)

<i>Couche d'étanchéité (DBC)*</i>	1 Impervious course (DBC)*
<i>Couche de drainage en béton bitumineux</i>	2 Drainage layer (BD)**
<i>Béton maigre</i>	3 Lean concrete
<i>Drain poreux Ø 0,30 m</i>	4 Drainage porous pipe Ø 0.30 m
<i>Parafouille béton</i>	5 Concrete cut off
<i>Digue en terre</i>	6 Earthfill embankment

*DBC : *enrobés denses*
dense-graded bituminous concrete

**BD : *couche de drainage en enrobés*
bituminous drainage layer

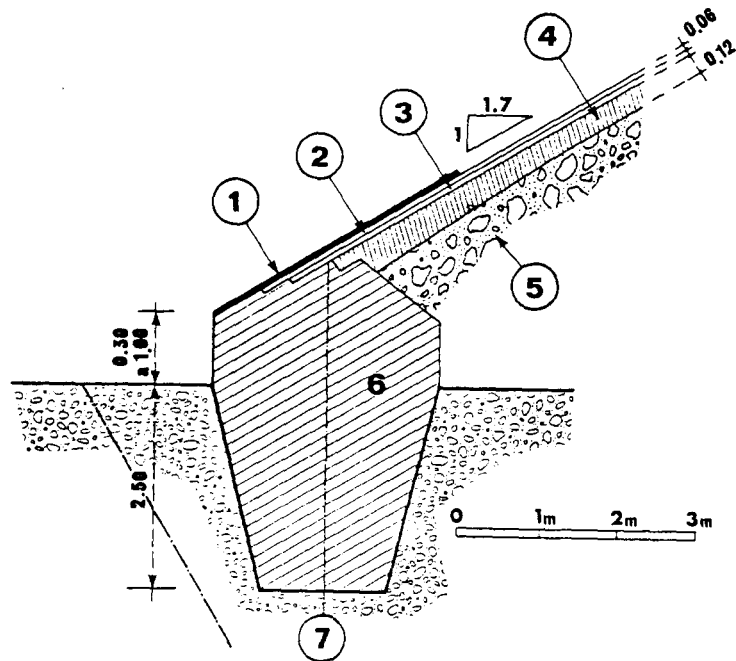


Fig. 10
 BARRAGE DE DORLAY (FRANCE)
 DORLAY DAM (FRANCE)

- | | | |
|---|---|--|
| <i>Couvre-joint formé de deux épaisseurs de toile de verre imprégnées de bitume</i> | 1 | Sealing strip, two layers glass cloth impregnated with bitumen |
| <i>Première couche d'étanchéité DBC*</i> | 2 | First impervious layer (DBC)* |
| <i>Deuxième couche d'étanchéité DBC*</i> | 3 | Second impervious layer (DBC)* |
| <i>Couche de liaison</i> | 4 | Binder course |
| <i>Enrochement arrosé d'émulsion de bitume</i> | 5 | Rockfill sprayed with bitumen emulsion |
| <i>Parafouille en béton</i> | 6 | Concrete cut off |
| <i>Rideau d'injection</i> | 7 | Grout curtain |

*DBC : *enrobés denses*
 dense-graded bituminous concrete

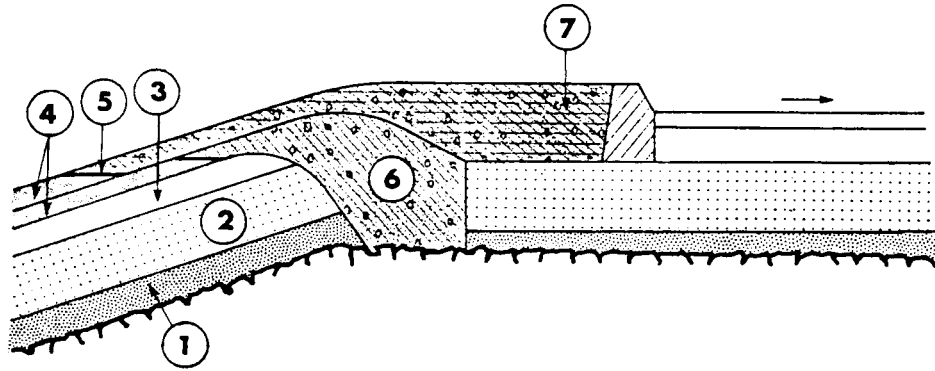


Fig. 11
 BARRAGE DE VALLON D'OL (FRANCE)
 VALLON D'OL DAM (FRANCE)

Partie supérieure du masque étanche
 Upper part of facing

<i>Couche de propreté</i>	1	Blinding layer
<i>Alluvions compactées</i>	2	Compacted alluviums
<i>Binder 10 cm (couche support)</i>	3	10 cm supporting course
<i>Couche d'étanchéité 2 x 6 cm</i>	4	2 x 6 cm impervious course
<i>Couche de fermeture (bitume pur)</i>	5	Sealing coat (bitumen)
<i>Protection du masque en matériaux étanches</i>	6	Facing protection with impervious materials
<i>Trottoir</i>	7	Sidewalk

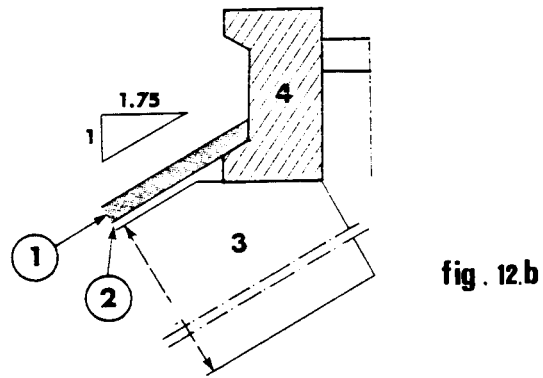
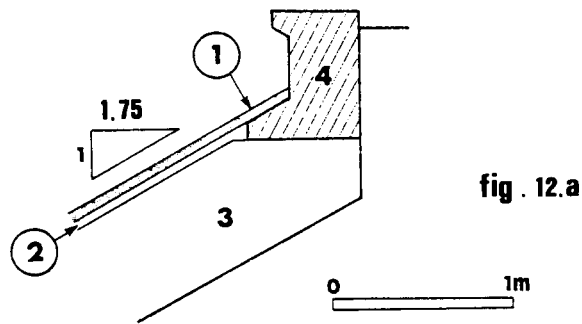


Fig. 12

RACCORDEMENT DU MASQUE AVEC LE PARAPET
BINDING OF THE FACING WITH PARAPET

- 12. a *Barrage de Feistritz (Autriche)*
 Feistritz dam (Austria)
- 12. b *Barrage de Rosswiese (Autriche)*
 Rosswiese dam (Austria)

Couche d'étanchéité
Couche de liaison
Drain
Béton de ciment

1 Impervious course
 2 Binder course
 3 Drainage layer
 4 Cement concrete

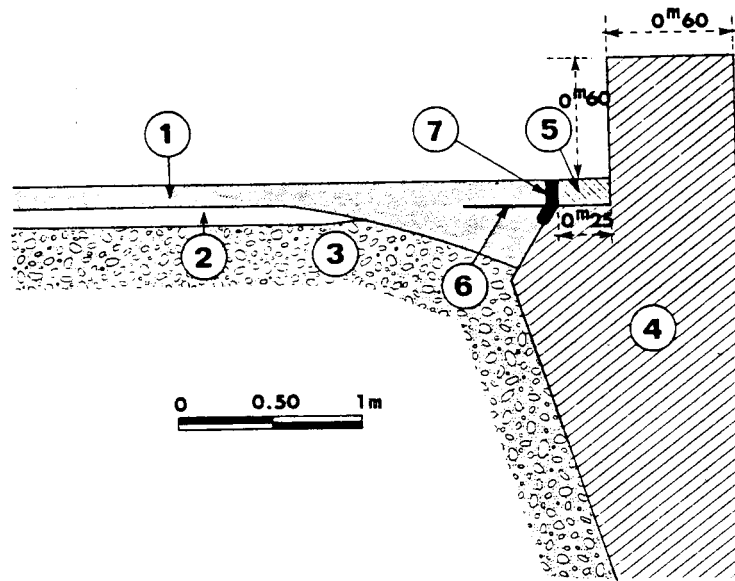


Fig. 13
 BARRAGE D'OUTARDES 2 (CANADA)
 OUTARDES 2 DAM (CANADA)

Raccordement masque bitumineux avec mur vertical béton
 Bonding between facing and vertical concrete wall

*Couche d'étanchéité (DBC)**
Couche de liaison
Enrochement de la digue
Mur en béton
Longrine en mortier
Lame de cuivre
Mastic bitumineux

1 Impervious course $e = 0,10$ m (DBC)*
 2 Binder course
 3 Rockfill
 4 Concrete wall
 5 Mortar beam
 6 Copper sheet
 7 Bitumen mastic (B Mx)

*DBC : *enrobés denses*
 dense-graded bituminous concrete

IMPRIMERIE LOUIS-JEAN
Publications scientifiques et littéraires
05002 GAP - Tél. : (92) 51.35.23
Dépôt légal : 441 - Septembre 1982

ISSN 0534-8293

Copyright © ICOLD - CIGB

Archives informatisées en ligne



Computerized Archives on line

*The General Secretary / Le Secrétaire Général :
André Bergeret - 2004*



**International Commission on Large Dams
Commission Internationale des Grands Barrages
151 Bd Haussmann -PARIS -75008**
<http://www.icold-cigb.net> ; <http://www.icold-cigb.org>