

***BITUMINOUS CONCRETE FACINGS  
FOR  
EARTH AND ROCKFILL DAMS***

---

**MASQUES AMONT  
EN BÉTON BITUMINEUX  
POUR  
BARRAGES EN TERRE  
ET EN ENROCHEMENT**



***BITUMINOUS CONCRETE FACINGS  
FOR  
EARTH AND ROCKFILL DAMS***

---

**MASQUES AMONT  
EN BÉTON BITUMINEUX  
POUR  
BARRAGES EN TERRE  
ET EN ENROCHEMENT**



Report prepared by P. Bertacchi and M. Puccio (ENEL - Ente Nazionale Energia Elettrica - Italy) - Committee on Materials for Dams. Sub-Committee on New Materials, issued as Bulletin 32 in October 1977.

Revised edition in May 1982 (Bulletin 32a)

*Rapport préparé par P. Bertacchi et M. Puccio (ENEL - Ente Nazionale Energia Elettrica-Italie) - Comité des Matériaux pour Barrages. Sous-Comité des Matériaux Nouveaux, publié comme Bulletin 32 en octobre 1977.*

*Edition révisée - mai 1982 (Bulletin 32a)*

**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 OF CONTENTS

---

FOREWORD . . . . .	7
I. INTRODUCTION. . . . .	7
II. EVOLUTION OF FACING TYPES . . . . .	8
III. INVESTIGATION OF AVAILABLE INFORMATION . . . . .	10
III.1 Features of the structure. . . . .	10
III.2 Revetment structure . . . . .	15
III.3 Characteristics of materials . . . . .	19
IV. INFORMATION ON BITUMINOUS MIX. . . . .	21
IV.1 Bituminous drainage layer . . . . .	21
IV.2 Binder course layer . . . . .	22
IV.3 Dense bituminous concrete . . . . .	23
IV.4 Bituminous seal coat . . . . .	26
V. CONSTRUCTION METHODS . . . . .	26
VI. TEST METHODS . . . . .	30
VII. REMARKS AND PERFORMANCE EVALUATION . . . . .	33
VIII. CONCLUSIONS. . . . .	34
IX. LIST OF HYDRAULIC STRUCTURES WITH BITUMINOUS FACINGS CLASSIFIED ACCORDING TO COUNTRIES . . . . .	36
X. ABBREVIATIONS. . . . .	41
XI. TABLES 1 TO 6. . . . .	43
XII. REFERENCES . . . . .	73
XII.1 Papers presented at ICOLD Congresses . . . . .	73
XII.2 Documentation received in reply to the International Enquiries. . . . .	76
XII.3 Other documentation. . . . .	79

---

## TABLE DES MATIÈRES

---

AVANT-PROPOS. . . . .	7
I. INTRODUCTION. . . . .	7
II. EVOLUTION DES TYPES DE MASQUES. . . . .	8
III. RECHERCHE DES INFORMATIONS DISPONIBLES . . . . .	10
III.1 Caractéristiques des ouvrages . . . . .	10
III.2 Structure du masque . . . . .	15
III.3 Caractéristiques des matériaux. . . . .	19
IV. INFORMATION SUR LES BETONS BITUMINEUX . . . . .	21
IV.1 Couche de drainage bitumineuse . . . . .	21
IV.2 Couche de liaison . . . . .	22
IV.3 Béton bitumineux dense . . . . .	23
IV.4 Couche de fermeture . . . . .	26
V. METHODES DE CONSTRUCTION. . . . .	26
VI. METHODES D'ESSAIS . . . . .	30
VII. NOTES ET INDICATIONS DE COMPORTEMENT. . . . .	33
VIII. CONCLUSIONS. . . . .	34
IX. LISTE DES OUVRAGES HYDRAULIQUES AVEC REVETEMENTS BITUMINEUX CLASSES PAR PAYS. . . . .	36
X. LEGENDE DES ABREVIATIONS . . . . .	41
XI. TABLEAUX 1 A 6 . . . . .	43
XII. BIBLIOGRAPHIE . . . . .	73
XII.1 Rapports présentés aux Congrès de la CIGB . . . . .	73
XII.2 Documentation reçue en réponse aux enquêtes internationales. . . . .	76
XII.3 Autres documents. . . . .	79





---

## FOREWORD

---

This report considers the data relating to the bituminous concrete facing of 107 dams and 75 reservoirs constructed since 1929 for a total surface area of over 9 million m<sup>2</sup>.

Data concerning facing connections with the foundations and at the boundaries have not been taken into account, since it has been deemed convenient to make them the subject of another investigation by the Sub-Committee on New Materials. This inquiry is already being started by the French National Committee (Le Bel) (1).

Cores and diaphragms built of bituminous materials will be investigated in particular by the German (FR) National Committee (Steffen) (2).

Note : The word "bituminous concrete" has been adopted to define all conglomerates, including natural aggregates (such as filler, sand, gravel) with a bituminous binder derived from oil distillation residus.

The word "asphalt" has been used for natural rock asphalt material.

Footnote from Central Office (1982) :

1. Was issued as Bulletin 39 in May 1981
2. Was issued as Bulletin 42 in May 1982

---

## AVANT-PROPOS

---

*Ce rapport analyse les données relatives aux masques en béton bitumineux de 107 barrages et 75 réservoirs construits à partir de 1929 pour une surface totale de plus de 9 millions de m<sup>2</sup>.*

*Les données sur les raccordements du masque avec la fondation et les rives n'ont pas été examinées, puisque on a jugé opportun d'en faire l'objet d'une autre enquête, dans le Sous-Comité des Matériaux Nouveaux, et qui est déjà en cours de la part du Comité National Français (M. Le Bel) (1).*

*Les noyaux et les diaphragmes en matériaux bitumineux font objet d'une recherche particulière qui a été confiée au Comité National Allemand (FR) (Steffen) (2).*

*Note : Le terme "béton bitumineux" a été adopté pour indiquer tous les conglomerats constitués par des agrégats naturels (filler, sable, gravier) avec liant bitumineux obtenu à partir des résidus de distillation du pétrole.*

*Le terme "asphalte" est employé pour les matériaux provenant de roches asphaltiques naturelles.*

*Note du Bureau Central (1982) :*

1. *Fait l'objet du Bulletin 39 de mai 1981*
2. *Fait l'objet du Bulletin 42 de mai 1982*





## I – INTRODUCTION

Bituminous facings are used to waterproof the upstream faces of dams or embankments, or the bottoms of reservoirs which consist of materials of inadequate water-tightness (gravel or sandy-gravel soils, morainic or alluvial soils and rock-fill), as an alternative to waterproofing by means of natural materials (clay, clayey silt, etc).

Using natural materials, the watertightness is generally provided by an impervious core, while with bituminous materials (except for a few recent applications) it is usually provided by a continuous watertight revetment on the upstream face.

The characteristics of these facings are manifold and are strictly related to the properties of the structure on which they are applied, namely:

- 1) Low permeability, to allow perfect watertightness with thicknesses between 8 and 35 cm;
- 2) Sufficient resistance to loading forces;
- 3) Sufficient flexibility, to conform to deformation, if any, of the embankment without cracks; and, in any case, having a self-healing capacity;
- 4) Good anchorage of the revetment to the embankment to obtain a monolithic structure;
- 5) Sufficient drainage at the back, or loading on the surface to counteract uplift pressure, during the emptying of the reservoir;

## I – INTRODUCTION

*Les masques en béton bitumineux ont pour objet de rendre étanche le parement mouillé des barrages, ou des digues, ou le fond de réservoirs constitués de matériaux non cohérents ou d'une imperméabilité insuffisante (sols graveleux ou sablo-graveleux, moraines, alluvions et massifs d'enrochements) quand il n'est pas possible, soit du point de vue économique, soit du point de vue technique d'assurer l'étanchéité au moyen de matériaux naturels comme l'argile ou le "silt" argileux etc....*

*Lorsqu'on utilise ces derniers matériaux, l'imperméabilité consiste généralement dans un noyau imperméable, tandis qu'avec les matériaux bitumineux (à l'exception de quelques récentes applications), l'étanchéité est formée par un revêtement étanche placé sur la face amont de l'ouvrage.*

*Les caractéristiques de ces masques sont multiples et elles sont étroitement liées aux propriétés du massif sur lequel les dits masques sont appuyés. Elles sont énumérées ci-après:*

- 1) *Grande imperméabilité, pour permettre une étanchéité parfaite avec des épaisseurs comprises entre 8 et 35 cm;*
- 2) *Résistance suffisante aux forces appliquées;*
- 3) *Souplesse permettant de suivre sans se fissurer les tassements de la digue s'il s'en produit, ainsi que des qualités d'auto-colmatage des fissures éventuelles;*
- 4) *Bon accrochage du masque sur la digue pour obtenir un ensemble monolithique;*
- 5) *Drainage efficace de la face aval du masque ou charge sur la surface pour vaincre les sous-pressions au moment de la vidange du réservoir;*

- 6) Stability to resist flow on an inclined plane, especially with high temperatures;
- 7) Resistance to ageing, due to sun, high temperatures, freezing, ultra violet rays, rain etc.....

Bituminous materials generally satisfy these requirements rather well, even if some of them are conflicting.

The different types of structures faced, the variety of ambient conditions, the different evaluations of requirements, the variety of bituminous materials available and different construction techniques have resulted in considerable differences in the features and in the design of the alternatives used for bituminous facings.

It is also sometimes difficult to find out whether considerable differences in bituminous facings depended on an actual and rational interpretation of technical requirements or mainly on the sensitivity and the artistic inspiration of the designer.

With a view to finding out the different requirements and the characteristics of the alternatives used the attached Tables collect all available information on a large number of projects with facings (altogether 107 dams and 75 reservoirs). The data are analysed and compared below in an attempt to obtain the most rational design criteria for these facings, and the most suitable characteristics of materials to be used for their construction.

## II – EVOLUTION OF FACING TYPES

The first types (up to about 1950) were derived from road construction. The facing of some of the first dams (the first application goes back to 1929 : Sawtelle, USA) consisted of composite structures, in which the part treated with bitumen, consisting of penetration macadam of the road type used at that time, or of hot-mixes proper had the function of watertightness only, whereas the drainage and protection functions were performed by cement concrete layers of different characteristics. The bituminous concrete was generally placed by hand on slopes >1:1 with the aid of suitable means to contain the mix. The most recent facing of this type was probably Radoina (1959).

- 6) Stabilité au fluage sur un plan incliné, particulièrement à haute température;
- 7) Résistance au vieillissement, qu'il soit dû au soleil, à la température, au gel, aux rayons ultraviolets, à la pluie etc . . .

*Les matériaux bitumineux satisfont généralement assez bien à ces exigences, même si certaines d'entre elles sont contradictoires.*

*La différence des ouvrages, la variété des conditions ambiantes, les évaluations différentes des conditions ci-dessus mentionnées, la variété des produits bitumineux disponibles et les différentes techniques de construction, ont conduit à une très grande variété dans les caractéristiques et dans les projets de masques bitumineux.*

*Il est quelquefois difficile de déterminer si les différences considérables dans les dispositions des masques bitumineux sont le résultat d'une interprétation rationnelle des exigences techniques ou simplement résultent du sentiment ou de l'expérience du projeteur.*

*Pour permettre de mettre en lumière les exigences variées et les caractéristiques des différentes solutions utilisées, les tableaux qui sont joints au présent rapport s'efforcent de recueillir toutes les informations possibles sur le plus grand nombre de masques d'ouvrage en matériaux non cohérents (107 barrages et 75 réservoirs). Ces informations sont analysées ci-dessous et comparées pour essayer de dégager les critères rationnels pour les dispositions de ces masques et les caractéristiques les meilleures pour les matériaux à utiliser dans leur construction.*

## II – EVOLUTION des TYPES de MASQUES

*Les premiers exemples (jusqu'à environ 1950) sont fortement inspirés par la construction des routes. Les masques de quelques-uns des barrages les plus anciens (la première application étant celle du barrage de Sawtelle, USA, en 1929) comprennent une structure composite dans laquelle la partie traitée avec du bitume, utilisé soit en pénétration dans des couches gravéleuses, soit en véritable béton bitumineux préparé à chaud, assure la seule fonction d'étanchéité, le drainage et la protection étant réalisés par des couches de béton de ciment de diverses caractéristiques. Le béton bitumineux était généralement placé à la main sur des pentes excédant 1:1 et moyennant l'utilisation des moyens nécessaires pour maintenir le mélange en place. Le dernier masque de ce type est probablement celui de Radoina (1959).*

Subsequently, after having reduced the slope (max 1:1.5; 1:1.7) and improved the method of laying and compaction, the facing in hydraulic structures consisted of a number of bituminous layers, which performed the various functions required and rested on a subgrade, generally not treated with bitumen, consisting of a granular filter for earthfill dams, or coarse aggregate or rockfill of limited size (for example 8 to 15 cm) for rockfill dams.

These layers formed structures that show two trends or fundamental types of hydraulic facing:

- Type A, in which a sandwich structure consisting of a bituminous concrete drainage layer included between two dense bituminous concrete layers – the external one being generally placed in two courses – is superimposed on a bituminous levelling and binding layer. The reason for this particular structure, used for the first time in 1952 (Genkel), is seepage collection and measurement.
- Type B, in which a bituminous concrete drainage layer and/or binder course, followed by two or more dense bituminous concrete impervious layers with staggered joints, are superimposed on a levelling layer.

The sandwich type structure has had a fair number of applications in dams (37), but has seldom been employed in reservoirs (5).

Both types include various examples in which the external impervious bituminous concrete is placed in a single layer (33 dams and 34 reservoirs). This prevents occasional blistering phenomena, due to seepage between the two closed layers, and reduces the period and costs of construction. However, it implies either the tolerance of seepages, within given limits, or quite advanced construction techniques, both as regards placing and compaction, and the various types of joints.

*Par la suite, les pentes ont été réduites (max 1:1,5; 1:1,7) et on a amélioré les méthodes de mise en place et de compactage; le masque consiste en une série de couches de béton bitumineux qui assurent les diverses fonctions nécessaires; elles reposent sur un support généralement non traité au bitume consistant en un filtre en agrégats pour les barrages en terre ou en enrochements de petites dimensions (8 à 15cm) et sur une simple couche d'égalisation pour les barrages en enrochements.*

*Ces revêtements peuvent se classer en deux familles distinctes:*

- *Type A: le revêtement consiste en une structure en "sandwich" comprenant une couche de béton bitumineux drainante comprise entre deux couches de béton bitumineux dense. Le revêtement externe est généralement fait en deux couches. Cette structure en "sandwich" est superposée à un drainage en béton bitumineux ouvert ou à une couche de liaison suivant le cas. Les raisons de ces dispositions, utilisées pour la première fois en 1952 (Genkel), sont la collecte et la mesure des infiltrations.*
- *Type B: un drainage en béton bitumineux ouvert ou une couche de liaison supporte généralement deux couches de béton bitumineux dense imperméable dont les joints sont alternés. L'ensemble repose sur une couche de réglage du parement amont.*

*On peut affirmer que le type de structure en "sandwich" a un bon nombre d'applications dans les barrages (37), tandis qu'on l'emploie rarement dans les réservoirs (5).*

*Dans les deux cas, on trouve plusieurs exemples dans lesquels le béton bitumineux dense extérieur est placé en une seule couche (33 barrages et 34 réservoirs), l'idée étant d'éviter des phénomènes de cloquage de deux couches superposées qui seraient causés par une infiltration entre elles. On y trouve aussi avantage dans le prix et la durée de la construction. Cependant, cela implique, soit certaines tolérances d'infiltration dans les limites données, soit la mise en oeuvre de techniques très élaborées à la fois pour la mise en place, le compactage et la constitution des joints.*

**III – INVESTIGATION  
of AVAILABLE INFORMATION**  
(For the abbreviations see enclosed table)

**III.1 – FEATURES of THE STRUCTURE  
(Table 1)**

**Chronology**

Period from 1929 to 1975. Information on preliminary tests only is available for some dams which, in 1975, were under design or construction. We may talk of early experiments during the period immediately following the second world war; improvement of types, materials and construction techniques up to about 1960; application of a more advanced technology during the last 15 years approximately.

**Country**

The table opposite gives some information on countries having 9 or more projects. Other countries have 1 to 4 projects. The highest dams reach about 100 m height, as at "EL LIMONERO".

**Type of dam**

The type is specified for 124 projects (79 dams and 45 reservoirs) 51 of which are in rockfill, (48 dams and 3 reservoirs). Some data are lacking and there is not enough uniformity in the terminology, whereby at times rockfill means "dumped fill" of large size hard rock and at other times simply "tout-venant" (quarry-run) with coarse elements. Comparability parameters for the fills have not been given.

**Elevation above sea level**

This information is particularly important, together with other data, that are not available, concerning the climate of the site, since ambient conditions have a considerable influence on the project, both during construction and in operation.

Crest elevation is given for 129 projects (76 dams and 53 reservoirs). Of these:

**III – RECHERCHE  
des INFORMATIONS DISPONIBLES**  
(Pour les abréviations voir le tableau)

**III.1 – CARACTERISTIQUES des  
OUVRAGES (Tableau 1)**

**Chronologie**

*Le travail embrasse la période de 1929 à 1975. Pour ce qui concerne les barrages qui en 1975 étaient au stade de l'étude ou en construction, les informations disponibles sur les essais préalables au choix du revêtement sont peu nombreuses. Nous pouvons parler des premières expériences jusqu'à la période suivant immédiatement la deuxième guerre mondiale; des améliorations des types de matériaux et des techniques de construction jusqu'à environ 1960; de l'application d'une technologie plus avancée pendant les 15 dernières années environ.*

**Pays**

*Le tableau ci-contre donne quelques informations sur les Pays ayant 9 ouvrages ou davantage. Les autres Pays suivent avec de 1 à 4 ouvrages. Les barrages les plus hauts atteignent environ 100 m de hauteur comme à "EL LIMONERO".*

**Type de barrage**

*Le type de barrage est spécifié seulement pour 124 ouvrages (79 barrages et 45 réservoirs) dont 51 sont des ouvrages en enrochements, (48 barrages et 3 réservoirs). Des renseignements manquent et, de plus, à notre avis, il n'y a pas assez d'uniformité dans la terminologie. C'est ainsi qu'à certains moments, enrochement signifie des enrochements proprement dits et d'autres fois du tout venant comprenant de gros éléments. Il n'y a pas de données sur les paramètres de comparaison pour les matériaux adoptés.*

**Altitude de l'ouvrage**

*Cette information est particulièrement importante ainsi que celles dont nous ne disposons pas au sujet du climat du site, étant donné que les conditions ambiantes ont une influence considérable sur les ouvrages, à la fois pendant leur construction et leur exploitation.*

*L'altitude de la crête est donnée pour 129 ouvrages (76 barrages et 53 réservoirs). Parmi eux:*

Country Pays	No. of Projects N. d'ouvrages			Information on particular projects Renseignements sur des ouvrages particuliers			Revetment surface (m <sup>2</sup> ) Surface de revêtement			
	Total No.	No. dams barrages	No. reserv. reserv.	No. dams barrages > 30 m	Highest dams Plus hauts barrages (Ht. in metres)	No. reserv. > 15 m	1st and last project 1er et dernier ouvrages	Dams Barrages	Reservoirs	Total (*)
Germany (Fed. R.)	36	24	12	12	Obernau (69)	7	Amecke (1934) Kronenburg (1975)	415.200	569.300	984.500
Switzerland	22	4	18	3	Godey (35)	2	Rodi Fiesso (1939) Chatelard (CFF)(1976)	36.800	214.100	250.900
Spain	19	15	4	9	El Limonero (101)	4	Villarino (1968) Montaña Molina (under construction)	328.000	485.800	813.800
Austria	15	8	7	6	Oschenik (61)	3	Schwarzach (1958) Oschenik (u. constr.)	98.600	128.500	227.100
USA	14	9	5	4	Baldwin-Hills (83)	3	Sawtelle (1929) Ludington (1972)	385.300	704.000	1.089.300
Italy	12	3	9	2	Zoccolo (66.5)	2	Maria al Lago (1955) Sello (1973)	91.700	401.300	493.000
France	11	9	2	6	Alesani (65)	2	Kruth Wildenstein (1964) Revin (1973)	102.000	124.000	226.000
Japan	10	8	2	6	Miyama (75.2)	2	Shiroyama (1967) Futaba (u. construct.)	135.500	200.000	335.500
USSR	9	—	9	—	—	—	Sibérie (1959) Balakov II (1974)	—	471.000	471.000

(\*) Not including the bottom / Pas inclus le fond

(1) Before the independence of Algeria, also GHRIB, BOU HANIFIA and IRIL EMDA dams, which are among the highest, belonged to France  
Avant l'indépendance de l'Algérie, la France avait les barrages du GHRIB, BOU HANIFIA et de IRIL EMDA, qui sont à considérer parmi les plus hauts.

- 89 (60 dams, 29 reservoirs) have elevations lower than 1000 m
  - 32 (8 dams, 24 reservoirs) have elevations between 1000 and 2000 m
  - 5 dams have elevations between 2000 and 3000 m
  - 3 dams have elevations over 3000 m
- 89 (60 barrages, 29 réservoirs) sont à une altitude plus basse que 1000 m
  - 32 (8 barrages, 24 réservoirs) sont entre 1000 et 2000 m
  - 5 barrages sont entre 2000 et 3000 m
  - 3 barrages sont au-dessus de 3000 m

**Maximum height**

The table also includes 42 projects (14 dams and 28 reservoirs) whose height does not exceed 15 m.

The height of 104 dams and 64 reservoirs (out of 182 projects listed) is known.

Of these:

- 41 dams and 56 reservoirs have a height  $\leq 30$  m
- 32 dams and 7 reservoirs have a height  $> 30$  m and  $< 50$  m
- 30 dams and 1 reservoir have a height  $\geq 50$  m

The highest dams, in descending order, are:

**Hauteur maximale**

Les tableaux comprennent aussi 42 ouvrages (14 barrages et 28 réservoirs) dont la hauteur n'excède pas 15 m.

Sur 182 ouvrages indiqués, la hauteur est donnée pour 104 barrages et 64 réservoirs.

Parmi ceux-ci:

- 41 barrages et 56 réservoirs ont une hauteur inférieure à 30 m
- 32 barrages et 7 réservoirs ont une hauteur comprise entre 30 et 50 m
- 30 barrages et 1 réservoir ont une hauteur supérieure à 50 m

Les barrages les plus hauts, en ordre décroissant, sont:

Name <i>Nom</i>	No.	Year <i>Année</i>	H (m)	Upstream slope <i>Pente amont</i>
El Limonero	178	u. constr.	101	1:1.5
Baldwin Hills	12	1951	83	1:2
Miyama	143	1973	75.2	1:1.9
Negratin	174	u. constr.	75	1:1.6
Shiroyama	88	1967	73	1:1.5
El Ghrif	4	1936	72	1:0.7
Iril Emda	19	1954	71	1:1.6
El Siberio	173	u. constr.	70	1:1.5
Homestake	87	1967	69	1:1.6
Obernau	126	1971	69	1:1.95
Grane	107	1969	67	1:1.75
Zoccolo	65	1964	66.5	1:2
Alesani	103	1969	65	1:1.6
Cataveral	175	u. constr.	65	1:1.7
Tataragi	142	1973	64.5	1:1.8

The highest reservoir dikes, in descending order, are:

*Les réservoirs se classent ainsi par hauteur décroissante des digues :*

Name <i>Nom</i>	No.	Year <i>Année</i>	H (m)	Upstream slope <i>Pente amont</i>
Latschau	151	1973	50	1:1.7
Vallon Dol	134	1972	46	1:3
Ludington	141	1972	40	1:2.5
Hornberg	159	1974	40	1:1.6
Numappara	149	1973	38	1:2.5
Schwarzach	38	1958	34	1:1.75
Taum Sauk	60	1963	33	—
Montaña de Taco	180	u.c.	30.5	1:1.75
Langenproz. (lower)	161	1974	30	1:2

#### Storage capacity

This item is given only for information, since it does not affect the facing in any way; however, it helps to indicate the importance of the project.

#### Capacité de retenue

*Cette donnée est simplement informative étant donné qu'elle n'affecte nullement le revêtement. Elle donne cependant une idée de l'importance de l'ouvrage.*

#### Slopes

The above tables show only the maximum slope, which generally corresponds to the highest part of the face. This item is quite significant and representative of the technological development of this type of structure. Maximum slopes, over 1:1, were used for some rockfill dams, namely:

#### Pentes

*Les tableaux montrent la pente maximum qui correspond généralement à la partie supérieure du masque. Cette information est très significative du développement technologique de ce type d'ouvrage. Des pentes maximales supérieures à 1:1 se rencontrent dans certains barrages en enrochements:*

Name/ <i>Nom</i>	No.	Slope/ <i>Pente</i>	Year/ <i>Année</i>
El Ghrib	4	1:0.7	1936
Radoina	42	1:0.74	1959
Bou Hanifia	8	1:0.8	1938

The facing of these dams consists of a bituminous membrane (thicknesses between 9 and 12 cm) included between two non-bituminous layers. Placing was carried out manually with the aid of movable forms.

*Le revêtement de ces barrages consiste en du béton bitumineux ayant une épaisseur de 9 à 12 cm inséré entre deux couches non bitumineuses. La mise en place fut faite à la main avec l'aide de coffrages mobiles.*

The surface layer consists, in each case, of reinforced concrete slabs.

*La couche de surface consiste pour ces ouvrages en dalles de béton de ciment armé.*

The lower layer is of porous concrete for the first two dams, and of compacted coarse material for Bou Hanifia.

*La couche inférieure est de béton de ciment poreux pour les deux premiers ouvrages et de matériaux grossiers compactés pour le barrage de Bou Hanifia.*



Slopes can be grouped as follows:

*Les pentes peuvent être groupées comme ci-après:*

Slopes	Type (where specified)		Dams <i>Barrages</i>		Reservoirs <i>Réservoirs</i>	
	R	E	No.	%	No.	%
> 1:1	3	—	3	2.8	0	—
1:1.3	1	—	—	—	1	1.4
1:1.5 – 1:1.67	7	13	20	18.8	4	5.7
1:1.7 – 1:1.75	24	20	41	38.7	22	31.4
1:1.8 – 1:1.95	7	2	8	7.5	3	4.3
1:2 – 1:2.5	9	31	31	29.2	35	50.0
1:2.75	—	—	1	1.0	0	—
1:3	—	2	1	1.0	4	5.7
1:4	—	1	1	1.0	1	1.5
<b>Totals</b> <i>Total</i>	51	69	106	100.0	70	100.0

As can be seen no reservoir has a slope > than 1:1.3.

The range 1:1.5 – 1:2.5 includes almost all projects (100 dams and 64 reservoirs).

As regards correlation between slope and type of support (no clear distinction exists between rockfill and earthfill, as mentioned in the above paragraph "Type of dam") the maximum concentrations occur with 1:1.7–1:1.75 slopes for rockfill and 1:2 – 1:2.5 slopes for earthfill types.

It could be said that the maximum slope limit compatible with the construction of this type of facing is 1:1.5 which is the limit for the stability of the hot mix on the inclined plane, before and after compaction, and for a safe foothold for workers without provision of special devices.

#### **Area of faced surface**

This information is important and indicative of the extent and therefore of the cost of the structure. The major projects for which information on the faced surface is available can be classified, in descending order, as follows:

*Aucun autre barrage en enrochements n'a une pente supérieure à 1:1,3.*

*Comme on peut voir, la presque totalité des ouvrages (100 barrages et 64 réservoirs) ont des pentes de parement comprises entre 1:1,5 et 1:2,5.*

*En ce qui concerne la corrélation entre pente et type des ouvrages (avec les incertitudes de définition mentionnées au paragraphe précédent "Type de barrage") on a le maximum des ouvrages en enrochements à la pente 1:1,7 – 1:1,75 et le maximum des ouvrages en terre à la pente 1:2 – 1:2,5.*

*On peut dire que la pente maximale compatible avec la construction de ce type de masque est 1:1,5 et cela en vue d'assurer la stabilité du béton bitumineux sur le plan incliné, avant et après compactage, ainsi que pour la circulation des ouvriers sans mettre en jeu des installations spéciales.*

#### **Surface revêtue**

*Cette information est importante et indicative de l'étendue et, par conséquent, du coût du masque. Les plus importants ouvrages, pour lesquels on a des informations, peuvent être classés ainsi par ordre décroissant:*

Project Ouvrage	No.	Upstream surf. Surface amont (10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup> )	Year Année	Slope Pente
<b>Dams</b>				
Glen Elder	93	160	1968	1:2
Homestake	87	52	1967	1:1.6
Valmayor	172	49,5	u. constr.	1:1.75
Bigge	67	46	1964	1:1.75
Miyama	143	44.7	1973	1:1.9
Iron Mountain	5	43.1	1937	1:2
Baldwin Hills	12	43	1951	1:2
Ponte Liscione	116	43	1970	1:2
Zoccolo	65	41	1964	1:2
Lower Stone Canyon	27	40.9	1956	1:2
<b>Reservoirs</b>				
Ludington	141	600	1972	1:2.5
Brindisi	54	170	1962	1:2.5
Montaña Gorda	181	159	u. constr.	1:1.75
Balakov II	160	150	1974	—
Montaña Molina	182	149	u. constr.	1:2
Numappara	160	140	1973	1:2.5
Montaña de Taco	180	138	u. constr.	1:1.75
Waldeck	150	130	1973	1:1.75
Hornberg	159	120	1974	1:1.6
Vallon Dol	139	114	1972	1:3
Langenprozelten (lower)	161	105	1974	1:2
Seneca	99	104	1968	1:2
Coo (upper)	110	100	1969	1:2
Vianden II	58	96	1963	1:1.75
Ogliastro	140	87,3	1970	1:2

### III.2 – REVETMENT STRUCTURE (Table 1)

Revetment or facing structure is described, starting from the layer in contact with the dam body material (filter for earthfill dams, rockfill or small-size stones – 8 to 15 cm – for rockfill dams) and arranged in an order which includes all the possible layers of which the two types of structure consist.

The two types of structure A and B above mentioned apply to 165 (97 dams and 68 reservoirs) of the projects mentioned. (\*) They are:

(\*) 7 projects (5 dams and 2 reservoirs) have facing structure other than the two types mentioned above: Dams SAWTELLE - THULSFELDER (1934) - BALDWIN HILLS - GLEN ANNE - LOWER STONE CANYON and Reservoirs CAMPO FRANCO - KANAKOV.

For 10 projects (5 dams and 5 reservoirs) no information has been given for the revetment structure.

### III.2 – STRUCTURE DU MASQUE

(Tableau 1)

La structure du masque est décrite à partir du contact avec les matériaux de la masse du barrage (filtres pour les barrages en terre, enrochements ou pierres de petite tailles (8 à 15 cm) pour les barrages en enrochements et suivant une succession qui comprend toutes les couches possibles que l'on trouve dans les différents types d'ouvrages.

En effet, les deux types de masques A et B indiqués concernent 165 (97 barrages et 68 réservoirs) des ouvrages mentionnés. (\*) Ce sont:

(\*) 7 ouvrages (5 barrages et 2 réservoirs) ont une structure du masque différente des deux types signalés, c'est-à-dire: SAWTELLE - THULSFELDER (1934) - BALDWIN HILLS - GLEN ANNE - LOWER STONE CANYON pour les barrages et CAMPO FRANCO et KANAKOV pour les réservoirs.

Pour 10 ouvrages (5 barrages et 5 réservoirs) la structure du masque n'est pas donnée.

a) A type A structure, which aims at providing a seepage detection system.

It has been applied in 37 dams and 5 reservoirs (\*), and consists, in the most complete case, of the following:

- 1) A priming treatment with bituminous binder (hot-bitumen, cut-back bitumen, or bituminous emulsion) or cement of the sub-grade in order to ensure adhesion of the facing to the dam body, and to furnish a working surface suitable to support the equipment for placing the subsequent layer.  
It is shown in the Table as: "Tackcoat or stabilization".
- 2) A surface levelling layer made of coated chippings (ES) or bituminous mix (BC), a few cm thick. It has also the function of binding between the sub-grade and the succeeding layer. It is shown in the Table as: "Binding - levelling course". At times a thick BC layer replaces or overlaps layer 2) with binding as its specific function.
- 3) An impervious layer of dense bituminous concrete (DBC); its thickness being between 4 and 7.5 cm.  
Three dams only (Genkel, Silvergrund and Henne) have two layers of 3 cm each. Miyama dam, probably due to seismic reasons, has a 15 cm thick layer.  
It is shown in the Table as "Secondary impervious course - DBC".
- 4) A drainage layer generally of open graded bituminous mix (BD), thickness between 5 and 15 cm, the highest values being for dams having a single impervious upper layer. Exceptionally, for Futaba dam, this layer is 22 cm thick.  
It is shown in the Table under the column: "Drainage Layer".
- 5) A binding layer of bituminous concrete (BC) or coated chippings (ES), thickness 3 to 10 cm.

(\*) Recognizable in Tables by the presence of a secondary impervious course.

a) *Type A, son objectif est la mesure des fuites. Il a été noté sur 37 barrages et 5 réservoirs (\*), et comprend, dans le cas le plus complet, les éléments suivants:*

- 1) *un traitement superficiel par pénétration avec un liant bitumineux (bitume à chaud, cut-back, émulsion de bitume) ou ciment du support de façon à assurer l'adhérence du masque avec le corps du barrage et à fournir un plan de travail susceptible de recevoir des équipements destinés à placer la couche suivante; dans le tableau ce traitement est appelé "tack-coat ou stabilisation".*
- 2) *Une couche d'égalisation ou de liaison de la surface faite de gravillons enrobés (ES) ou de béton bitumineux (BC) épaisse de quelques centimètres. Son rôle est aussi de lier le support et le revêtement. Dans le tableau on s'y réfère sous le nom de "couche de liaison et de régularisation". Quelquefois la liaison est obtenue par une couche BC d'épaisseur supérieure superposée ou en substitution de la couche 2).*
- 3) *Une couche imperméable de béton bitumineux dense (DBC) d'une épaisseur entre 4 et 7.5 cm.  
Trois barrages (Genkel, Silvergrund et Henne) ont deux couches de 3 cm chacune.  
Le barrage de Miyama comporte une couche de 15 cm, probablement pour des raisons sismiques.  
Dans les tableaux, cette couche est appelée: "couche d'étanchéité secondaire - DBC".*
- 4) *Une couche drainante de béton bitumineux ouvert (BD), d'épaisseur variable entre 5 et 15 cm, les épaisseurs les plus importantes étant pour des barrages qui ont une couche externe imperméable unique. Exceptionnellement, pour le barrage de Futaba, l'épaisseur de cette couche est de 22 cm.  
Dans le tableau, cette couche figure dans la colonne "Drains".*
- 5) *Une couche de liaison de béton bitumineux (BC) ou de gravillons enrobés (ES) d'une épaisseur de 3 à 10 cm.*

(\*) *On peut le reconnaître dans les Tableaux par la présence d'une couche d'étanchéité secondaire.*

It concerns only 13 of the 37 dams and 4 of the 5 reservoirs.

It is shown in the Table under the column: "Binder course".

- 6) A second impervious facing consisting of 1 or 2 layers of dense bituminous concrete. It is shown as "Primary impervious course" DBC.

12 projects (8 dams and 4 reservoirs) out of 42 have a single layer 5 to 8 cm thick; 4 dams (Wahnbach, Santillana II, El Siberio and Aboño) have a single layer included between 8 and 12 cm; 2 dams (Genkel and Henne) have a triple layer, each 3 cm thick. All the others have a staggered joint double layer, total thickness from 8 to 12 cm, excepting Valmayor dam which has two layers of 13 cm total thickness.

It is shown in the Table as "Primary impervious course" DBC.

- 7) A seal coat (SC), consisting of a thin mastic coat (2 to 4 mm), (with bitumen or emulsion and filler) or sand mastic coat, is used for sealing the surface pores and providing a smooth surface to minimize the risk of damage by ice or vegetation. Normally it is applied in two operations.

It is shown in the Table as: "Seal coat/protection coat".

- b) A type B structure, derived from the first Algerian experiences, which has been applied altogether in 123 projects (60 dams and 63 reservoirs).

In the most complete case, neglecting the unbound layers (filter or drainage) which can be considered as part of the dam body, it consists of:

- 1) A prime coat or stabilization superficial treatment as for type A.
- 2) A superficial levelling layer, as for type A, consisting in some cases, of a cement concrete (Maria al Lago). "Binding-levelling course".
- 3) A drainage layer, which, when not formed by loose material (6 dams and 10 reservoirs) or by porous cement concrete (PCC) (El Ghrib, Maria al Lago, Ra-

*On la trouve seulement sur 13 parmi les 37 barrages et sur 4 des 5 réservoirs.*

*Elle figure sur le tableau dans la colonne "couche de liaison".*

- 6) *Un deuxième revêtement imperméable consistant en une ou deux couches de béton bitumineux dense DBC.*

*12 ouvrages (8 barrages et 4 réservoirs) seulement parmi les 42 ont une seule couche de 5 à 8 cm d'épaisseur; 4 barrages (Wahnbach, Santillana II, El Siberio et Aboño) en ont une de 8 à 12 cm de épaisseur; 2 barrages (Genkel et Henne) ont trois couches de 3 cm d'épaisseur chacune. Tous les autres reçoivent des couches doubles avec des joints en découpe dont l'épaisseur varie de 8 à 12cm, à l'exception du barrage de Valmayor qui a deux couches de 13 cm d'épaisseur. Il figure sur le Tableau comme "couche d'étanchement primaire" DBC.*

- 7) *Un revêtement de fermeture (SC) consistant en une couche de mastic fin bitumineux constituée par du bitume ou de l'émulsion de bitume mélangée avec un filler, ou mastic sablonneux constitué par liant bitumineux, filler et sable. Son objet est de fermer les pores de la surface et de lui donner une régularité réduisant le risque qu'elle soit endommagée par la glace ou la végétation. Normalement, elle est appliquée en deux opérations.*

*Il figure sur le Tableau comme "couche de fermeture ou de protection".*

- b) *Ouvrages de type B – Ils dérivent des premières expériences algériennes et ont été appliqués sur un ensemble de 123 ouvrages (60 barrages et 63 réservoirs).*

*Dans le cas le plus complet, et si on néglige les couches ne comportant pas de liant (filtres et drains) qui peuvent être considérées comme faisant partie de la masse du barrage, le revêtement consiste en:*

- 1) *Un traitement de stabilisation superficiel (tackcoat) comme dans le type A.*
- 2) *Une couche superficielle d'égalisation, comme dans le type A, qui, dans certains cas, a été réalisée en béton de ciment (Maria al Lago). Cette couche est reprise sous le titre de "couche de liaison et de régularisation".*
- 3) *Une couche de drainage qui, quand elle n'est pas formée par des matériaux de granulométrie uniforme (6 barrages et 10 réservoirs) ou par du béton de ciment*

doina) consists of a porous bituminous mix (BD), thickness from 3 to 15 cm. "Drainage layer".

- 4) A binder course, used when there is not a bound drainage layer, with the exception of Kruth Wildenstein and Legadadi, and generally consisting of coarse bituminous mix (BC), thickness between 3 and 12 cm. Sometimes it consists of cement concrete (PCC) (Iril Emda, Kruth Wildenstein). "Binder course".
- 5) One or more impermeable layers of dense bituminous mix, included in Table under column: "Primary impervious course DBC".  
64 projects (40 dams and 24 reservoirs) have the double layer, with total thickness of 6 to 12 cm, with the exception of Valea de Pesti and Amecke which have lower thicknesses.  
43 projects (13 dams and 30 reservoirs) have a 4 to 8 cm thick single layer; 5 dams have a single layer 8 to 12 cm thick; 7 dams, of which Scotts Peak is the most recent, have 3 layers of 9 to 30 cm total thickness (minimum thickness for Val d'Ambra).
- 6) A seal coat (SC) which is generally, as for type A projects, a thin mastic coat or a sand mastic coat.

6 older dams used a protection coat system to provide thermal insulation, (El Ghrib, Bou Hanifia, Iril Emda, Maria al Lago, Radoina and Kruth Wildenstein) which, consists of porous cement concrete reinforced slabs (RPCC), thickness 10 to 12 cm. Two dams were provided with a 10 cm thick layer of bituminous open hot mix (Trapan and Salagou). Six projects employed a reflecting protection coat.

*poreux (PCC) (El Ghrib, S. Maria al Lago, Radoina) est constituée de béton bitumineux drainant (BD).*

*Son épaisseur est comprise entre 3 et 15 cm. (Tableau "Drains").*

- 4) *Une couche de liaison utilisée quand il n'y a pas une couche drainante déjà liée à l'exception de Kruth Wildenstein et Legadadi, et consistant généralement en un béton bitumineux ouvert (BC), d'épaisseur comprise entre 3 et 12 cm. Quelquefois elle utilise un béton de ciment (PCC) (Iril Emda, Kruth Wildenstein). (Tableau "couche de liaison").*
- 5) *Une ou plusieurs couches de béton bitumineux dense, reprises dans les tableaux dans la colonne "couche d'étanchement primaire" (DBC).  
64 ouvrages (40 barrages et 24 réservoirs) sont dotés d'une double couche ayant une épaisseur de 6 à 12 cm, à l'exception de Valea de Pesti et Amecke qui ont une épaisseur moindre.  
43 ouvrages (13 barrages et 30 réservoirs) ont une couche unique d'épaisseur de 4 à 8 cm. 5 barrages ont une couche unique de 8 à 12 cm. 7 barrages, parmi lesquels Scotts Peak est le plus récent, comportent 3 couches de 9 à 30 cm d'épaisseur totale (l'épaisseur minimale est trouvée au barrage de Val d'Ambra).*
- 6) *Une couche de fermeture (SC) qui consiste généralement, comme pour les barrages du type A, en un léger revêtement de mastic bitumineux ou d'enrobés fins.*

*Un système ancien de protection contre la chaleur solaire concernant 6 barrages (El Ghrib, Bou Hanifia, Iril Emda, Maria al Lago, Radoina et Kruth Wildenstein) consiste en un dallage de béton de ciment armé poreux d'une épaisseur de 10 à 12 cm. Deux barrages sont munis d'une couche de béton bitumineux ouvert (Trapan et Salagou). Six ouvrages emploient un revêtement de protection réfléchissant.*

**III.3 – CHARACTERISTICS of MATERIALS  
(Table 2)**

**Bitumen**

Fundamental characteristics have been reported for bitumen, viz. penetration and softening, but other interesting information on the ductility, Fraass breaking point, loss on heating etc. has been omitted, because it is available in a very limited number of cases.

Little information is available on the softening point (R and B) but 104 entries relating to penetration are reported; they are classified as follows:

**III.3 – CARACTERISTIQUES des  
MATERIAUX (Tableau 2)**

**Bitume**

*Pour le bitume, on s'est reporté aux caractéristiques de pénétration, de ramollissement alors que des informations intéressantes sur la ductilité, le point de rupture de Fraass, la perte au chauffage, ont été négligées parce qu'on n'en peut disposer que dans un nombre de cas très limités.*

*Si on met de côté le point de ramollissement sur lequel nous avons très peu d'informations, 104 informations au sujet de la pénétration ont été rapportées et classées comme suit:*

Penetration (0.1 mm)	Dams/Barrages	Reservoirs/Réservoirs
< 40	3	—
40 – 50	3	2
40 – 60	1	—
50 – 60	7 (*)	1
50 – 70	3	1
60 – 70	14	8
60 – 80	6	3
65	3	5
80	7	3
80 – 100	12	14
> 100	1	4
Mixes of various penet.	3 (1)	
<b>Totals / Total</b>	<b>63</b>	<b>41</b>

(\*) Including Moravka (49 – 55) and Valea de Pesti (53 – 60).

**Filler**

Filler is sometimes considered as being a material of size  $100\% < 0.074$  mm and in other cases  $80\% < 0.074$  mm.

**Filler**

*La définition d'un filler varie suivant les cas, pour les uns c'est un matériau de  $100\% < 0,074$  mm, pour d'autres de  $80\% < 0,074$  mm.*

(1) Two types of bitumen having different penetrations were used in three dams:

*Deux types de bitume ayant des pénétrations différentes ont été utilisés dans trois barrages:*

	Penetration (0.1 mm)	
– Maria al Lago	40 - 50 and	80 - 100
– Moravka	49 - 55	177 - 183
– Mackenzie	60 - 70	80 - 100

The type of filler is shown in the following table:

*Le type de filler est donné dans le tableau suivant:*

Type	Dams / Barrages	Reservoirs / Réservoirs
Limestone / Calcaire	42	26
Cement / Ciment	5	—
Hydrated lime / Chaux hydratée	1	2
Mixes (consisting of 2 of the above types) <i>Mélanges (comprenant 2 des types suédits)</i>	2	7
<b>Totals / Total</b>	<b>50</b>	<b>35</b>

Included in the totals are: 8 dams and 5 reservoirs which have an addition of "asbestos fibre"; 3 Italian projects (Zoccolo, Talvera and Valdurna) which have an addition of "asbestos fibre" and "natural rock asphalt filler".

*Le total comprend 8 barrages et 5 réservoirs avec addition de "fibre d'amiante"; 3 ouvrages italiens (Zoccolo, Talvera et Valdurna) avec addition de "fibre d'amiante" et "filler de roche asphaltique naturelle".*

Asbestos fibres give better stability to the mix on slopes, but make compaction more difficult, and may be detrimental to health.

*Des fibres d'amiante donnent une meilleure stabilité au mélange sur les pentes, mais rendent le compactage plus difficile, et peuvent présenter des risques pour la santé.*

#### Aggregate

Aggregates are generally crushed stone, and the information available concerns their nature and fractions. Limestone is the commonest stone used; however, some cases of siliceous rocks (granite, porphyry, diorite and gneiss) or extrusive rocks (basalt) are found.

As to the fractions, the number of classes, in addition to filler, is as follows:

#### Agrégats

*Pour ce qui concerne les agrégats qui sont généralement broyés, les informations disponibles concernent leur nature et leur granulométrie. Les calcaires prédominent: toutefois, on trouve quelques cas de roches siliceuses (granite, porphyre, diorite et gneiss) ou de roches éruptives (basalte).*

*Pour les granulométries, le nombre des classes, en plus du filler, sont les suivantes:*

No. of classes / N. de classes	Dams / Barrages	Reservoirs / Réservoirs
1	6	—
2	2	6
3	9	2
4	17	5
5	6	12
6	1	4
7	4	—
<b>Totals / Total</b>	<b>45</b>	<b>29</b>



**IV - INFORMATION  
ON BITUMINOUS MIX**  
(Tables 2 and 3)

Information on the composition of open and semi-open graded bituminous mixes, bituminous concrete and bituminous seal coat.

**IV-1 - BITUMINOUS DRAINAGE LAYER**  
(Table 2)

Available information on open-graded bituminous mix (BD) is the following:

**Bitumen content** (36 projects)

From 3 to 5%, with the exception of Erzhau-  
sen reservoir bottom (2%).

**GRADING**

**Filler content** (< 0.074 mm) (27 projects)

From 2 to 5%.

**Sand content** (28 projects)

From 18 to 30% passing ASTM sieve No. 4  
with few exceptions above and below these per-  
centages.

**Maximum size** (36 projects)

From about 20 to 30 mm, with the exception  
of two dams: Ry de Rome, (16 mm) and Dun-  
gonnell, (38 mm).

**MAIN SPECIFICATIONS**

**Bulk Density** (17 projects)

From 1.7 to 2.5 g/cm<sup>3</sup>.

**Void** in compacted mix (VIM) (22 projects)

From 7.6 to 30%.

**Permeability** (16 projects)

The k Darcy permeability coefficient is at least  
10<sup>-2</sup>cm/s, with the exception of Val d'Ambra  
(10<sup>-5</sup> cm/s).

**IV - INFORMATION  
SUR LES BETONS BITUMINEUX**  
(Tableaux 2 et 3)

*On y donne aussi bien quelques caractéristiques  
des bétons bitumineux ouverts ou semi-ouverts,  
des bétons bitumineux et du revêtement bitu-  
mineux d'étanchéité.*

**IV-1-COUCHE DE DRAINAGE BITUMINEUSE**  
(Tableau 2)

*Pour les bétons bitumineux ouverts (BD) on  
donne les informations suivantes.*

**Pourcentage de bitume** (36 ouvrages)

*Il varie généralement entre 3 et 5%, à l'excep-  
tion de 2% pour le fond du réservoir de Erz-  
hausen.*

**GRANULOMETRIE**

**Pourcentage de filler** (< 0,074 mm) (27 ou-  
vrages)

*Il varie généralement entre 2 et 5%.*

**Pourcentage de sable** (28 ouvrages)

*Le sable passant le tamis n. 4 de l'ASTM varie  
généralement entre 18 et 30% avec peu d'ex-  
ceptions au-dessus et au-dessous de ces pourcen-  
tages.*

**Taille maximum** (36 ouvrages)

*Elle varie entre 20 et 30 mm, à l'exception de  
deux barrages: Ry de Rome avec 16 mm et  
Dungonnel avec 38 mm.*

**CARACTERISTIQUES PRINCIPALES**

**Densité** (17 ouvrages)

*Elle varie entre 1,7 et 2,5 g/cm<sup>3</sup>.*

**Vide dans le béton compacté** (22 ouvrages)

*Ils varient entre 7,6 et 30%.*

**Perméabilité** (16 ouvrages)

*Le coefficient de perméabilité k de Darcy est  
d'au moins 10<sup>-2</sup>cm/s, à l'exception de Val  
d'Ambra (10<sup>-5</sup>cm/s).*

#### **IV-2 - BINDER COURSE LAYER (Table 2)**

Available information on semi-open graded bituminous mix (BC) is the following.

##### **Bitumen content (40 projects)**

From 3 to 6%, with the exception of Konoyama (7.5%) and Dungonnell (2%).

#### **GRADING**

##### **Filler content (30 projects)**

From 2 to 10%.

##### **Sand content (27 projects)**

From 30 to 60% passing ASTM sieve No. 4.

##### **Maximum Size (31 projects)**

From 12 to 25 mm; however, in four dams (Alesani, Vallon Dol, Dorlay and Valea de Pesti) only sand was used.

#### **MAIN SPECIFICATIONS**

##### **Bulk Density (16 projects)**

From 2.2 to 2.7 g/cm<sup>3</sup>.

##### **Voids (19 projects)**

From 5 to 10%, with the following exceptions: Tataragi (1.5%) Turlough Hill (3.35%) Valea de Pesti (19.8%) Dungonnell (24%) Vallon Dol (31%).

##### **Permeability (8 projects)**

The k Darcy permeability coefficient varies from 10<sup>-2</sup> to 10<sup>-5</sup> cm/s, with the exceptions of Wurten and Hochwürten (10<sup>-8</sup> cm/s) and Tataragi (10<sup>-9</sup> cm/s).

Other properties, for which little information is available, should be considered, namely: mechanical strength, flexibility, friction on the contact plane with the subgrade. This information is required to evaluate whether the mixes comply with the requirements mentioned in the "Introduction".

#### **IV-2 - COUCHE DE LIAISON (Tableau 2)**

Pour les bétons bitumineux semi-ouverts les informations reçues sont les suivantes.

##### **Pourcentage de bitume (40 ouvrages)**

Il varie généralement entre 3 et 6%, avec l'exception de 7,5 pour Konoyama et 2 pour Dungonnell.

#### **GRANULOMETRIE**

##### **Pourcentage de filler (30 ouvrages)**

Il varie généralement entre 2 et 10%.

##### **Pourcentage de sable (27 ouvrages)**

Le sable passant le tamis n. 4 de l'ASTM varie généralement entre 30 et 60%.

##### **Taille maximum (31 ouvrages)**

Elle varie entre 12 et 25 mm; toutefois, pour 4 barrages (Alesani, Vallon Dol, Dorlay et Valea de Pesti) il a été employé du sable seulement.

#### **CARACTERISTIQUES PRINCIPALES**

##### **Densité (16 ouvrages)**

Elle varie entre 2,2 et 2,7 g/cm<sup>3</sup>.

##### **Vides (19 ouvrages)**

Ils varient entre 5 et 10%, avec les exceptions suivantes: 1,5% (Tataragi), 3,35% (Turlough Hill), 19,8% (Valea de Pesti), 24% (Dungonnell), 31% (Vallon Dol).

##### **Perméabilité (8 ouvrages)**

Le coefficient de perméabilité k de Darcy varie entre 10<sup>-2</sup> et 10<sup>-5</sup> cm/s avec les exceptions de 10<sup>-8</sup> cm/s (Wurten et Hochwürten) et de 10<sup>-9</sup> cm/s (Tataragi).

D'autres propriétés, pour lesquelles on a très peu d'informations, sont les suivantes: résistances mécaniques, flexibilité et frottement au plan de contact avec le support. Ces propriétés permettent d'évaluer la correspondance entre les mélanges et les prescriptions mentionnées dans "L'Introduction".

**IV-3 - DENSE BITUMINOUS CONCRETE**  
(Table 3)

Available information on dense bituminous concrete (DBC) includes the composition and main characteristics as follows:

**Bitumen content**

Percentage/Pourcentage	Dams/Barrages	Reservoirs/Réservoirs
< 7.5	11	13
7.5 to 8.5	53	21
> 8.5	11	10
Totals / Total	75	44

A large percentage of projects shows a bitumen content between 7.5 and 8.5%.

Minimum values were reported at Sawtelle (5.1%), Iron Mountain (5.7%), Venemo and Førsvatn dams (6%), Mackenzie dam (6.5%), Turlough Hill reservoir bottom (6.8%).

Maximum exceptional value is 12%, for obvious reasons of grading composition at Glen Elder dam and also probably at Glen Anne dam (for this latter dam no information is available).

**IV-3 - BETON BITUMINEUX DENSE**  
(Tableau 3)

Pour les bétons bitumineux denses les informations disponibles comprennent leur composition et les caractéristiques principales:

**Pourcentage de bitume**

Percentage/Pourcentage	Dams/Barrages	Reservoirs/Réservoirs
< 7.5	11	13
7.5 to 8.5	53	21
> 8.5	11	10
Totals / Total	75	44

Les quantités de bitume dans un bon nombre d'ouvrages varient usuellement entre 7,5% et 8,5%.

Les valeurs minimum concernent les barrages de Sawtelle (5,1%), Iron Mountain (5,7%), Venemo et de Førsvatn (6%), Mackenzie (6,5%), le réservoir de Turlough Hill (6,8%).

La valeur maximum exceptionnelle est de 12%, pour des raisons évidentes de composition granulométrique, et concerne le barrage de Glen Elder et aussi probablement le barrage de Glen Anne (de ce dernier aucune information n'est disponible).

**GRADING**

**Filler content** (Passing ASTM sieve No. 200)

Percentage/Pourcentage	Dams/Barrages	Reservoirs/Réservoirs
< 10	13	10
10 to 15	22	28
> 15	12	4
Totals / Total	47	42

Filler content is generally between 10 and 15% with a minimum of 5% for Ronkhausen reservoir and 4% for Ninokura, Futaba and Iron

**GRANULOMETRIE**

**Pourcentage de filler** (Passant au tamis n° 200 de l'ASTM).

La quantité de filler est généralement comprise entre 10 et 15%, avec un minimum de 5% pour le réservoir de Ronkhausen et de 4% pour les

Mountain dams. Maximum values occur at Sibérie reservoir with 20,5% and to Glen Elder and Valea de Pesti dams with 20%.

*barrages de Ninokura, Futaça et Iron Mountain. La valeur maximum est de 20,5% pour le réservoir de Sibérie et de 20% pour les barrages de Glen Elder et Valea de Pesti.*

**Sand content** (Passing ASTM sieve No. 4)

**Pourcentage de sable** (passant au tamis N. 4 de (ASTM))

Percentage / <i>Pourcentage</i>	Dams / <i>Barrages</i>	Reservoirs / <i>Réservoirs</i>
< 50	1	6
50 to 80	26	19
> 80	12	5
Totals / <i>Total</i>	39	30

**Maximum Size**

**Taille maximale**

mm	Dams / <i>Barrages</i>	Reservoirs / <i>Réservoirs</i>
< 10	6 (1)	10
10 to 20	33	34
> 20	9	—
Totals / <i>Total</i>	48	44

(1) Glen Anne and Glen Elder have a maximum size of 4.76 mm.

*Glen Anne et Glen Elder avec la taille maximale de 4,76 mm.*

Maximum size is generally less than 20 mm, depending on the layer thickness. A maximum of 38 mm is found at the Montgomery dam.

*La dimension maximale des agrégats est généralement inférieure à 20 mm et dépend de l'épaisseur de la couche. Un maximum de 38 mm est trouvé au barrage de Montgomery.*

#### MAIN SPECIFICATIONS

##### Density

46 values (25 dams and 21 reservoirs), 45 of which lie between 2.14 and 2.55 g/cm<sup>3</sup>, with one value of 1.7 g/cm<sup>3</sup> at Glen Anne dam, where the mix consists of sand-bitumen.

For Maria al Lago the second density value of 1.71 g/cm<sup>3</sup> refers to the 2nd course consisting of sand-bitumen.

#### CARACTERISTIQUES PRINCIPALES

##### Densité

46 valeurs (25 barrages et 21 réservoirs), dont 45 sont comprises entre 2,14 et 2,55 g/cm<sup>3</sup>, une seule étant de 1,7 g/cm<sup>3</sup> (barrage de Glen Anne dans lequel le mélange est un sable-bitume).

Pour Maria al Lago, la deuxième valeur de densité de 1,71 g/cm<sup>3</sup> se rapporte à la deuxième couche qui est aussi un sable-bitume.

**Voids**

59 values (38 dams and 21 reservoirs), as classified in the following table:

Percentage / Pourcentage	Dams / Barrages	Reservoirs / Réservoirs
$\leq 1$	1	5
1 to 3	21	12
3 to 5	12	5
$> 5$	2	2
Totals / Total	36	24

Minimum values are found at River Towy reservoir (0.1 to 0.4%) and at Coo dams and reservoir (0.7%).

Maximum values are found at the dams of Førsvatn (7.9%), Julskaret (3 – 6%), Safien (5.7%) and Wanna (7%).

**Vides**

59 valeurs des vides (38 barrages et 21 réservoirs, suivant la classification du tableau ci-dessous:

Les valeurs minimum concernent le réservoir de River Towy (0,1 à 0,4%) et les ouvrages de Coo (0,7%).

Les valeurs maximum concernent les barrages de Førsvatn (7,9%), Julskaret (3 – 6%), Safien (5,7%) et Wanna (7%).

**Permeability**

51 values (32 dams and 19 reservoirs) are shown for k permeability coefficient as follows:

k (cm/s)	Dams / Barrages	Reservoirs / Réservoirs
$\leq 10^{-9}$	7	4
$10^{-9}$ to $10^{-8}$	10	6
$10^{-8}$ to $10^{-7}$	11	9
$10^{-6}$ to $10^{-4}$	5	—
Totals / Total	33	19

Maximum admissible value for a dense mix should be  $10^{-7}$  cm/s. Mixes having higher values are designed for protection purposes.

For dense bituminous concrete, the other properties already mentioned for “binder course” and “bituminous drainage layer” should also be considered. However, the flow stability on the slope should be added, as being much more significant both before and after compaction.

**Permeabilité**

51 valeurs (32 barrages et 19 réservoirs) sont données pour le coefficient de perméabilité k dans le tableau suivant:

Le valeur maximale admissible pour béton dense devrait être de  $10^{-7}$  cm/s; les bétons ayant des valeurs plus hautes sont probablement utilisés comme protection.

Pour le béton bitumineux dense, on devrait considérer les caractéristiques déjà mentionnées à propos des bétons bitumineux ouverts et semi-ouverts. Toutefois, il faut ajouter la stabilité au fluage sur la pente, cette caractéristique étant très significative avant et après le compactage.

#### **IV-4-BITUMINOUS SEAL COAT (Table 3)**

Seal coat consists generally of bitumen or bituminous emulsion with the addition of a filler in approx. the same proportion, and sometimes sand, as already mentioned under "REVELMENT STRUCTURE". (Table 1)

#### **COMPOSITION**

##### **Bitumen type**

46 entries (25 dams and 21 reservoirs) show the type of bituminous binder used, namely: in 30 cases (15 dams and 15 reservoirs) hot bitumen, its penetration varying from 40 to 100 with a few exceptions; in 5 cases (3 dams and 2 reservoirs) bituminous emulsion; in 3 cases (3 dams) cut-back; in 8 cases blown bitumen, 3 of which have hot bitumen added. It should be mentioned that blown bitumen is less susceptible to temperature variations.

##### **Bitumen content**

As regards bitumen content, 30 entries are available (17 dams and 13 reservoirs): 19 cases < 40% and 11 cases  $\geq$  40%.

##### **Filler type and content**

As to the filler, 34 entries are available (19 dams and 15 reservoirs), with prevalence of limestone. The percentage varies generally from 40 to 60% in thin mastic coats, consisting of a mix of filler and bituminous binder, and from 17 to 20% in sand mastic coats including the sand.

##### **Asbestos content**

It has been added in 21 dams and 12 reservoirs with a content varying from 2 to 6%.

##### **Notes for placing**

Information on quantity and temperature of placing has no appreciable meaning.

#### **V – CONSTRUCTION METHODS**

(Table 4)

Available information on construction methods used for individual dams is rather lacking. This question is extremely important and pending more extensive and up-to-date documentation

#### **IV-4 - COUCHE DE FERMETURE (Tableau 3)**

*Elle consiste généralement en une couche de bitume ou d'émulsion de bitume avec addition de filler dans la même proportion, ou quelquefois de sable, comme déjà mentionné dans le tableau "Structure du masque". (Tableau 1)*

#### **COMPOSITION**

##### **Type de bitume**

*46 valeurs (25 barrages et 21 réservoirs) montrent le type de liant employé, c'est-à-dire: en 30 cas (15 barrages et 15 réservoirs) du bitume chaud, sa pénétration variant entre 40 et 100 avec quelques exceptions; en 5 cas (3 barrages et 2 réservoirs) le liant consiste en une émulsion bitumineuse; en 3 barrages on a employé du bitume au solvant; en 8 cas du bitume soufflé, dont 3 avec l'addition de bitume chaud, le bitume soufflé améliorant la susceptibilité thermique.*

##### **Pourcentage de bitume**

*En ce qui concerne le pourcentage de bitume, 30 valeurs sont disponibles (17 barrages et 13 réservoirs): 19 cas < 40% et 11 cas  $\geq$  40%.*

##### **Type et pourcentage de filler**

*Pour le filler, 34 valeurs sont disponibles (19 barrages et 15 réservoirs) avec prévalence de calcaire. Le pourcentage varie généralement entre 40 et 60% pour le mastic bitumineux fin, constitué de mélange de filler et de liant bitumineux, et entre 17 et 20% pour le mastic sablonneux comprenant aussi du sable.*

##### **Pourcentage d'amiante**

*Des fibres d'amiante ont été ajoutées en 21 barrages et 12 réservoirs avec un pourcentage variant entre 2 et 6%.*

##### **Mise en place**

*Les informations concernant la quantité et la température de mise en place sont peu nombreuses.*

#### **V – METHODES DE CONSTRUCTION**

(Tableau 4)

*On manque plutôt d'informations sur les méthodes de construction relatives aux différents barrages. A notre avis cette question est extrêmement importante et en attendant une docu-*

in the Table, available information obtained from general descriptions of the technologies used is given hereunder.

## PRODUCTION

The output entries could be very useful as they show the working organization according to some characteristics of the project (dimensions, slopes, type of facing) and environment conditions.

Unfortunately, the entries given are incomplete: in fact, it has not been specified if they refer either to the plant capacity (in any case the working cycle is not continuous) or to the actual average or maximum output. However, we think it useful to show the available entries as informal data, of which:

- 2 are lower than 20 tons/h
- 25 are in the range 20 to 40 tons/h
- 24 are in the range 40 to 60 tons/h
- 7 are in the range 70 to 120 tons/h

## MIXING

Mixing temperatures - 58 entries - are contained within the range 160 to 210°C and depend, fundamentally, on the grade of the bitumen used.

## TRANSPORT OF MIX

From the production plant to the spreader this is usually done by trucks up to the loading equipment, which generally consists of a bucket, moved by means of a crane.

Usually loading is done on the crest of the dam, after the completion of the previous spreading. If the strip length calls for mix quantities greater than the capacity of the equipment's hopper, an intermediate loading is needed, using generally a special loader which is lowered by means of a suitable winch along the face.

## SPREADING

Is generally carried out by means of a road-type or special spreader, able to spread a 2 to 3 m-wide strip of uniform thickness. Each course should be controlled closely in thickness and the surface regulated at all stages from the initial until the final course.

*mentation plus large et plus à jour, on trouvera ci-dessous une description générale des technologies utilisées.*

## PRODUCTION

*Les valeurs de la production pourraient être très utiles montrant l'organisation du travail suivant certaines caractéristiques de l'ouvrage (dimensions, pentes, type du masque) et les conditions ambiantes. Malheureusement, les informations fournies sont incomplètes, puisque on n'a pas précisé s'ils se réfèrent à la capacité de l'installation de production - en tout cas avec cycle de production discontinu - ou bien à la production réelle moyenne ou maximum.*

*Toutefois, on a jugé utile, pour une indication de principe, de citer sur le Tableau les valeurs disponibles dont:—*

- 2 avec une production inférieure à 20 t/h
- 25 avec une production de 20 à 40 t/h
- 24 avec une production de 40 à 60 t/h
- 7 avec une production de 70 à 120 t/h

## MELANGE

*Les températures de mélanges (58 informations) sont comprises entre 160 et 210°C et dépendent fondamentalement du type de bitume utilisé.*

## TRANSPORT DU MELANGE

*Depuis le malaxeur jusqu'au répandeur, il est généralement fait par camion jusqu'à l'équipement de chargement qui est constitué par une benne actionnée par une grue.*

*Généralement, le chargement est fait sur la crête du barrage après l'achèvement du répandage précédent. Si la longueur de la couche à réaliser demande des quantités plus importantes que la capacité du silo du répandeur, un chargement intermédiaire est fait en utilisant habituellement un chargeur spécial qui est descendu sur le parement au moyen d'un treuil approprié.*

## REPANDAGE

*Il est généralement fait au moyen d'un répandeur de type routier ou spécial, capable de couvrir une largeur de 2 à 3 m avec une épaisseur uniforme. L'épaisseur de chaque couche est contrôlée dès le début et sa surface réglée pendant toutes les phases à partir du support initial jusqu'à la couche finale.*



The spreader usually consists of a hopper tank, from which the mix is conveyed through a screw to a distributor and then levelled and smoothed by means of a gas-heated vibrating and floating screed. Some types of spreaders are provided, in addition to the screed for the horizontal spreading of the strip, with a lateral vibrating screed, properly designed, for suitably shaping and pre-compacting the strip external edge.

An auxiliary but important element of the spreader is that for checking and controlling the layer thickness. In the most advanced types it consists of vertical devices on both sides of the spreader, which slide, during laying, on one side on the lower course, and on the other side on the strip already placed. This equipment automatically controls the vertical movement of the floating screed. Another auxiliary item generally used in recent works is a device for pre-heating the edge of the previous strip. It consists, generally, of a gas-heated infrared ray plate, fixed to the internal side of the spreader so as to precede the spreading.

The spreader is towed by a winch placed on an operating platform which is also equipped with another winch for rollers and with a crane for loading. At the end of each strip the spreader is carried by the operating platform, which then moves along the crest of the dam to carry out the subsequent strip.

The spreader moves at a speed of about 1 m/min.

**Spreading temperatures** (53 entries are available) vary between 120 and 180°C, with the exception of a minimum value of 100°C for Maria al Lago where the spreading was done by hand, and a range of 50-160°C at Ninokura.

#### COMPACTION

Is generally done by at least two rollers or pairs of rollers: one or two connected to the spreader and towed by a small winch fixed to the spreader itself, which provides compaction immediately after spreading; another towed by a suitable winch placed, as already mentioned, on the operating platform, which allows compaction of the previous strip. Additional independent rollers, when possible, complete the number of required passes.

*Il est constitué généralement par une trémie d'où le produit est conduit à un distributeur par une vis et ensuite nivelé, serré et lissé au moyen d'une règle vibrante chauffée au gaz; quelques types de répandeurs sont pourvus en plus de cette règle permettant le répandage horizontal de la couche d'une plaque vibrante latérale prévue pour coffrer et précompacter le bord externe de la couche répandue.*

*Un des dispositifs auxiliaires et importants du répandeur est celui qui vérifie et ajuste l'épaisseur de la couche. Dans les types les plus modernes, il consiste en des palpeurs verticaux placés de chaque côté du répandeur qui suivent pendant le travail d'un côté le plan de la couche inférieure et de l'autre côté le plan de la couche déjà construite. Cet équipement règle automatiquement le mouvement vertical de la règle vibrante. Un autre équipement secondaire, généralement utilisé dans les travaux récents, est un dispositif qui réchauffe le bord de la couche déjà posée. Il est généralement constitué d'une plaque chauffée au gaz émettant des rayons infrarouges fixée à la face interne du répandeur de façon à précéder la mise en place du béton bitumineux.*

*Le répandeur est tiré par un treuil situé sur une plateforme placée en tête du barrage qui est également équipée d'un autre treuil manoeuvrant les rouleaux et d'une grue pour le chargement. A la fin de chaque levée, le répandeur est tiré sur la plateforme de service le long de la crête du barrage de façon à pouvoir réaliser la bande adjacente.*

*Sa vitesse est d'environ un mètre par minute.*

*La Température de répandage (53 informations données) varie entre 120 et 180°C, à l'exception de 100°C indiqué pour Maria al Lago pour lequel le répandage était fait à la main, et de 50 - 160°C pour Ninokura.*

#### COMPACTAGE

*Celui-ci est généralement réalisé par au moins 2 rouleaux ou couples de rouleaux: un tiré par le répandeur à l'aide d'un petit treuil qui lui est fixé dont le rôle est de faire un premier compactage immédiatement après répandage; un autre manoeuvré par un treuil distinct placé, comme il a été dit ci-dessus sur la plateforme de service assure le compactage de la bande précédente. Des rouleaux indépendants auxiliaires achèvent lorsque c'est possible le nombre de passes nécessaires.*

### Compaction temperature

There are 58 entries on compaction temperature which usually is 30 to 40°C lower than the spreading temperature. Entries generally range from 100 to 140°C with the exception of 6 which are lower than 100°C, (minimum value: 60°C for Maria al Lago dam and Linthal reservoir), and 9 which are higher than 140°C.

### Compaction means

Entries on means of compaction cover 103 projects. Vibrating rollers have generally been used. In 19 cases static rollers were used, and in 11 cases static and vibrating rollers.

Roller weights (entries for 18 projects only are available) vary from about 1 to 5 tons (vibrating rollers), with the exception of Maria al Lago dam, where, for compacting a sand-bitumen layer, very small vibrating rollers (0.21 and 0.34 t) have been used and of Legadadi dam, where a 7,5 t vibrating roller was used.

Data on unit pressures show some tens of kg/cm of cylinder length. The number of passes required for proper compaction obviously depends on the mix composition and roller capacity. The degree of compaction obtained is also affected, however, by the mix temperature, and the consistency of the sub-grade.

### JOINT TREATMENT

Treatment of joints, which is necessary for the watertightness of the facing, appears to require further improvement in the future and various methods could be investigated, as used in different countries. In the case of complete treatment, for daily construction joints or when the temperature of the previous strip edge is lower than the limit fixed for spreading, the work stages are as follows:

- 1) Profiling of the connection edge vertical or to an angle of 45°. When the spreader is not provided with a suitable vibrating screed for this operation, cold shaping is carried out, by hand, by means of pneumatic chisels and similar.
- 2) A tack coat to aid the adhesion of the subsequent strip, which consists of applying either a hot-bitumen or bituminous emulsion or bituminous mastic coat.
- 3) Preheating of the previous strip edge, which helps both the adhesion and subsequent compaction. It is carried out by means of special slow-moving infrared heating elements fixed to the spreader already mentioned.

### Températures de compactage

*Les températures de compactage (58 informations obtenues) sont également inférieures de 30 à 40°C à celles du répandage et généralement comprises entre 100 et 140°C. Une exception est faite pour 6 informations qui sont inférieures à 100 (barrage de Maria al Lago avec un minimum de 60°C et réservoir de Linthal) et 9 qui sont supérieures à 140.*

### Moyens de compactage

*Les informations sur les moyens de compactage concernent 103 ouvrages. Les rouleaux employés sont généralement vibrants. En 19 cas des rouleaux non vibrants étaient utilisés et en 11 cas des rouleaux non vibrants et vibrants.*

*Leur poids (11 informations) varie de 1 à 5 t pour les rouleaux vibrants, à l'exception du barrage de Maria al Lago où, pour compacter une couche de sable bitume, des rouleaux vibrants très petits ont été utilisés (0.21 et 0.34 t), et du barrage de Legadadi, où un rouleau vibrant de 7,5 t était employé.*

*Quelques informations sur la pression unitaire montrent quelques dizaines de kg/cm linéaire de génératrice de cylindre. Le nombre de passes dépend naturellement du compactage du mélange et de la puissance du rouleau. Le degré de compactage obtenu dépend cependant de la température du mélange, de sa composition et de la consistance du support.*

### TRAITEMENT DES JOINTS

*Cette opération, nécessaire pour obtenir l'étanchéité du masque, apparaît comme en cours d'amélioration. De nombreuses méthodes existent et sont utilisées dans différents pays. Dans le cas du traitement le plus complet, c'est-à-dire pour les joints de construction journaliers ou lorsque la température de la bande précédente est plus basse que la limite fixée pour le répandage, le travail comprend les étapes suivantes:*

- 1) *Donner à la tranche de la bande à raccorder une pente de 45°. Quand le répandeur n'est pas muni de l'élément vibrant nécessaire pour cette opération, elle est faite à la main au marteau pneumatique ou par tout outil similaire.*
- 2) *Traitement préliminaire pour faciliter l'adhérence de la bande qui va être répandue. Cela consiste à appliquer une couche de bitume chaud ou d'émulsion de bitume ou de mastic bitumineux.*
- 3) *Préchauffage de la tranche de la bande précédente pour faciliter l'adhérence et le compactage suivant. Cette opération est exécutée au moyen d'éléments de chauffage à infrarouge, fixés au répandeur déjà mentionné.*

- 4) Spreading and compaction of subsequent strip.
- 5) Reheating and recompaction of a limited band (30 to 50 cm) at the axis of the joint. Reheating is carried out by infrared independent heating equipment; recompaction is carried out by special hand operated vibrators, with gas-heated tamping plates of small weight (about 10 kg) and surface (400 to 500 cm<sup>2</sup>).

Information is available from 85 projects (52 dams and 33 reservoirs). Apart from treatments which differ from those described above, for instance those indicated as "hot on hot" and "overlapping", the following information is given:

- stage 1) was applied in 19 dams and 4 reservoirs;
- stage 2) was applied in 39 dams and 11 reservoirs;
- stage 3) was applied in 26 dams and 9 reservoirs;
- stage 5) was applied in 27 dams and 13 reservoirs.

## VI – TEST METHODS

(Table 4)

- a) **Tests for mix design** (available information on 46 projects). The purpose of these tests is to choose the most suitable materials and mixes to construct a revetment which satisfies the requirements needed.

The tests are divided into:

- 1) **Tests on component materials** (Indicated in tables as CMT).
  - Aggregates: soundness; absorption; determination of chemical nature (important for the bitumen's adhesion); frost resistance; investigation of optimum grading; shape.
  - Filler: chemical nature; fineness of grinding; specific surface; bitumen absorption capacity.
  - Bitumen: chemical tests, such as determination of paraffin wax content and other substances which can be dangerous beyond certain limits; solubility in carbon disulphide; physical tests, such as determination of penetration and of softening point; viscosity at various temperatures; loss on heating; ductility; Fraass; adhesion to stones.

- 4) *Répendage et compactage de la bande.*

- 5) *Réchauffage et recompactage d'une bande de 30 à 50 cm dans l'axe du joint. Le réchauffage est exécuté par un équipement infra-rouge indépendant. Le recompactage par des vibrateurs spéciaux à main avec un outil formé d'une plaque de poids léger (environ 10 kg) et d'une surface de 400 à 500 cm<sup>2</sup>.*

*Des informations sur le traitement des joints concernent 85 ouvrages (52 barrages et 33 réservoirs). En plus des traitements différents de ceux décrits ci-dessus, par exemple "chaud sur chaud" et "chevauchement", on donne les informations suivantes:*

- *étape 1) a été utilisée en 19 barrages et 4 réservoirs;*
- *étape 2) a été utilisée en 39 barrages et 11 réservoirs;*
- *étape 3) a été utilisée en 26 barrages et 9 réservoirs;*
- *étape 5) a été utilisée en 27 barrages et 13 réservoirs.*

## VI – METHODES D'ESSAIS

(Tableau 4)

- a) **Essais au moment du projet** (informations disponibles sur 46 ouvrages). Leur objet est de choisir les matériaux les plus convenables et les compositions les meilleures pour constituer un revêtement qui répond aux besoins.

*On peut les diviser en:*

- 1) **Essais sur les matériaux composants** (Dans le tableau: Essai CMT)
  - *Agrégats: qualité, porosité, nature chimique (importante pour l'adhérence avec le bitume), résistance au gel, absorption de l'eau, recherche de la granulométrie optimale, forme.*
  - *Filler: nature chimique, finesse de broyage, surface spécifique capacité d'absorption du bitume.*
  - *Liants bitumineux: analyse chimique telle que la détermination de la teneur en paraffine et autres substances qui peuvent devenir dangereuses si elles dépassent certaines limites; solubilité dans le sulfure de carbone; essais physiques tels que détermination de la pénétration et du point de ramollissement; viscosité à des températures variables; perte de ductilité à la chaleur; essai Fraass; adhérence aux agrégats.*

- 2) **Tests on mixes:** Marshall test procedure including, besides "stability" and "flow", density, voids, voids filled with bitumen; permeability; immersion - compression test (\*); unconfined compression test at various temperatures; triaxial test; flow test on slope; frost and temperature change resistance; ageing; flexibility; creep; density variation with compaction energy with 5 to 30 blows of the Marshall hammer (a low sensitivity to compactive effort is desirable). Among the design tests on mixes for which information is available, the most frequent are the following: Marshall test procedure; flow stability on slope at different temperatures; permeability; flexibility.
- 3) **Tests on preliminary extensive sampling,** to check the reliability of mixes under different operating conditions: short-term viscous flow on slope; density after compaction; sliding test on separation plane between layers. Only a little information is available for this type of test.
- b) **Check tests** (available information on 76 projects). These are performed on materials, on mixes not yet placed or being placed, and on samples cut from the various courses after completion. They are mostly carried out at job site laboratories, to check the most important requirements contained in technical specifications.
- The tests are divided into:
- 1) **Tests on materials:** These usually refer only to grading analysis and to overall quality check. They are shown in the "Material" column.
- 2) **Tests on mixes not yet placed:** The most common ones are: mix analysis; temperature check; Marshall tests, including determination of density and voids; permeability; flow stability on slope at different temperatures.
- 2) **Essais sur les mélanges:** *essai Marshall, qui permet de déterminer en plus de la stabilité et du fluage, la densité, les vides, les vides remplis de bitume; essai de perméabilité; essai d'immersion-compression (\*), compression simple à différentes températures; essai triaxial; essai de fluage sur pente; résistance au gel et à la température; vieillissement; flexibilité; retrait; la variation de la densité avec l'énergie de compactage provoquée par 5 à 30 coups du marteau Marshall; peu de sensibilité à l'effort de compactage est désirable. Parmi cette première série d'essais pour lesquels nous avons des informations les plus fréquents d'entre eux sont les suivants: procédures Marshall, stabilité au fluage sur pente à différentes températures, perméabilité et flexibilité.*
- 3) **Essais préliminaires sur le site portant sur un échantillonnage assez large pour vérifier la sécurité de ces mélanges dans les différentes conditions d'opération; fluage à court terme sur la pente, densité après compactage; essai de glissement sur le plan de séparation entre les couches. Les informations disponibles sur ce type d'essais sont peu nombreuses.**
- b) **Essais de contrôle** (Informations disponibles sur 76 ouvrages). *Ils sont faits sur les matériaux et les mélanges, soit avant leur mise en place, soit après, et sur les différentes couches après leur achèvement. Ils sont généralement exécutés dans des laboratoires de chantier et concernent les conditions les plus importantes contenues dans les spécifications techniques.*
- On peut les diviser en:*
- 1) **Essais sur les matériaux:** *ils consistent généralement en une analyse granulométrique et une vérification générale de qualité. ("Contrôle des Matériaux").*
- 2) **Essais sur les mélanges pas encore mis en place:** *ceux qui sont généralement les plus utilisés sont: l'analyse du mélange, le contrôle de la température, les essais Marshall comprenant la détermination*

(\*) In some countries it replaces, for hydraulic mixes, the Marshall test procedure.

(\*) Cet essai dans quelques Pays remplace l'essai Marshall pour les travaux hydrauliques.

ferent temperatures (\*). They are shown in the "Mix" column.

- 3) **Tests on mixes being placed:** Spreading and compaction temperatures are usually checked. They are shown in the "Mix" column.
- 4) **Tests on laid mixes:** These are carried out on a very limited number of samples cut from the final revetment. Composition; density; voids; permeability; flexibility; flow stability on slope; namely the same tests as are performed on mixes not yet placed with the exception of Marshall tests (for inadequate thickness of the samples). A test worth mentioning is the permeability-flexibility test on 50 cm dia. specimens. They are shown in the "Revetment" column.

#### 5) In situ tests

The most common in situ test is a permeability check. It is performed by equipment which has undergone rapid evolution, from first trials with approximately 1m water column permeameters (with their seal to the surface ensured by a flange loaded with weights) to the latest experiments with air permeameters (vacuum tests). This later technique is rapidly spreading owing to its speed and ease of use, even if the determination is rough. Among the tests performed less frequently at present, the following should be mentioned: A sliding test of the structure (Otsumata and Numappara) which makes it possible to measure the tangential stress needed to cause slipping of a given section of lining on its support plane; density check by  $\gamma$  rays (Revin, Dorlay); tensile strength on mixes (Salagou); determination of  $\varphi$  angle by the Brazilian method (Salagou); resistance to wave action (St. Cecile D'Andorge, Montgomery).

---

(\*) The values of these tests are not comparable with those of tests on mixes being placed.

*de la densité et des vides, la perméabilité, la stabilité au fluage sur pente à différentes températures (\*). ("Contrôle du mélange").*

- 3) **Essais sur les mélanges mis en place:** *contrôle des températures au répandage et au compactage. ("Contrôle du mélange").*
- 4) **Essais sur les revêtements obtenus:** *ils sont exécutés sur un très petit nombre d'échantillons prélevés sur le revêtement final. Ils comportent: la composition, la densité, les vides, la perméabilité, la flexibilité, le fluage sur pente; en bref, les mêmes essais que sur les mélanges pas encore mis en place, sauf en ce qui concerne les essais Marshall en raison de l'épaisseur inadéquate des échantillons. Un essai qui mérite d'être noté est l'essai de perméabilité-flexibilité sur des échantillons de 50 cm de diamètre. (Contrôle "du revêtement").*

#### 5) Essais in situ

*Les essais in situ les plus communs comportent la vérification de la perméabilité et sont exécutés avec des dispositifs qui ont subi une évolution rapide depuis les premières expériences, faites avec un perméamètre contenant un mètre de hauteur d'eau et maintenu sur la surface du revêtement à l'aide d'une bride d'é-tanchéité chargée de poids, jusqu'aux essais exécutés avec des perméamètres à air (essais au vide) qui se développent rapidement eu égard à leur rapidité et leur facilité d'exécution, même si la détermination est grossière. D'autres essais méritent d'être mentionnés parmi ceux exécutés le plus fréquemment: un essai de glissement du revêtement (Otsumata, Numappara) qui permet de mesurer les contraintes tangentielles nécessaires pour provoquer le glissement d'une section déterminée du masque sur son support; contrôle de densité par les rayons  $\gamma$  (Revin, Dorlay); résistance à la tension sur les mélanges (Salagou); détermination de l'angle  $\varphi$  par la méthode Brésilienne (Salagou); résistance à l'action du battillage (St. Cecile d'Andorge, Montgomery).*

---

(\*) Ces essais n'ont guère de correspondance avec les résultats des essais sur les mélanges mis en place.

## VII - REMARKS and PERFORMANCE EVALUATION

Tables 5 and 6 provide notes of interest and information on the behaviour of the linings with time.

In the latter case available information is small, although this could be the most significant and interesting data gathered to indicate trends in new structures.

From an examination of the limited available information concerning 58 projects, the following may be noted:

Composite structures – e.g. cement concrete and bituminous mix – caused some dangerous accidents (1), probably owing to the great difference in deformability of the two types of materials. In our opinion, this type of structure is to be formally advised against.

Fundamental conditions for a satisfactory facing life are a correct composition of mix, both from the viewpoint of aggregate grading and in respect of bitumen and filler content, and good construction, especially regarding compaction methods and temperatures.

Langenprozelten revetment has been notified as a single example where the spreading was carried out with longitudinal movement of the finishing machine rather than in the direction of maximum slope, which system is more appropriate to canals and to river or sea banks. This latter method favours the use of one layer "watertight bituminous concrete".

An impervious double layer, when all seepages through joints are not carefully avoided, can give rise to blistering.

The seal coat is very useful; however, its mix must be well proportioned in the ratio of binder to mineral if cracks are to be avoided, especially in facing dry areas.

Reflective paints are liable to peel when the material used has not a sufficient affinity for bitumen.

(1) See table 6: EL GHRIB (n. 4), BOU HANIFIA (n. 8), KRUTH WILDENSTEIN (n. 62).

## VII - NOTES et INDICATIONS de COMPORTEMENT

*Les Tableaux 5 et 6 sont faits pour donner une meilleure connaissance du travail, et des informations sur le comportement du masque avec le temps.*

*Sur ce point, les informations disponibles sont limitées, alors que ces indications pourraient constituer le travail le plus significatif et le plus intéressant pour indiquer l'évolution des nouvelles structures.*

*Par l'examen des renseignements limités disponibles que nous avons reçus concernant 58 barrages, on peut noter ce qui suit:*

*Les structures composites – béton de ciment et béton bitumineux – ont donné lieu à des facheux incidents (1), probablement eu égard à la grande différence de déformabilité des deux types de matériaux. A notre avis, ce type de structure devrait être formellement déconseillé.*

*Les conditions fondamentales pour une vie satisfaisante d'un masque sont une composition correcte du béton bitumineux tant du point de vue de la granulométrie des agrégats que pour la qualité du bitume et le contenu en filler et au surplus un bon mode de construction, notamment concernant les méthodes de compactage et les températures.*

*Un seul exemple a été donné concernant le revêtement de Langenprozelten où le répandage a été effectué par avancement longitudinal de la machine de finissage plutôt que suivant la direction de pente maximum, système qui est adopté plus proprement pour les canaux et les rives des fleuves et de la mer. Cette dernière méthode facilite l'utilisation de revêtements monocouche étanches.*

*Un revêtement imperméable en double couche, quand toutes les infiltrations à travers les joints ne sont pas soigneusement évitées, peut donner lieu à "cloquage".*

*La couche de fermeture est très utile; cependant, elle doit être bien composée en liants et additifs minéraux si on veut éviter une fissuration des revêtements notamment au dessus du niveau normal de la retenue.*

*Les peintures réfléchissantes sont sujettes à des détériorations quand les matériaux utilisés n'ont pas une affinité suffisante avec le bitume.*

(1) Voir tableau 6: EL GHRIB (n. 4), BOU HANIFIA (n. 8), KRUTH WILDENSTEIN (n. 62).

## VIII – CONCLUSIONS

This review of available informations, and the comparison of different alternatives adopted make possible a first critical investigation of bituminous facing types, characteristics of materials used, design and construction methods and check tests.

Each structure should be designed in a rational way, in accordance with the type of facing selected, the characteristics of the materials to be used, and the construction equipment proposed for the facing itself, and must be checked at the design stage, under construction, and finally in operation, by means of purposely defined and suitable tests.

From examination of the information collected, with particular reference to the structures built in the last 15 years, indications may be deduced on present trends in bituminous concrete facing for hydraulic structures.

Two main designs appear to be in use for the facings (cf page 5):

- Type A: “sandwich” type where a drain is built between two watertight bituminous structures. This type is found mainly in Federal Germany, Japan and Spain (42 facings belong to this type - page 12).
- Type B: where only one bituminous structure, either in two layers or in one only, is laid on the surface of the dam carefully levelled and treated (filters, tackcoat, etc. . .). It appears that the tendency is in favour of type B, which is much simpler for construction.

It may be said, in general, that the rapid development of construction techniques, by making possible an easier and more rigorous observance of specifications, acts as a stimulus to evolution in project design.

This applies both to plans and cross sections (slopes, radii of connecting sections, boundary arrangements), and to the form of facing section. As regards face slopes, for instance, the trend is towards values of around 1:2 - basically for convenience in construction. Compliance with compaction temperatures, layer thicknesses, and evolution in the treatment of joints, also makes it possible, under certain conditions, to apply a bituminous concrete facing in one single watertight upper layer, as it was done in the case of 66 of the projects referred to in the report, whereas all the others have at least two watertight upper layers with staggered joints.

## VIII – CONCLUSIONS

*La revue des informations disponibles et les comparaisons des différentes variantes adoptées permettent un premier jugement des types de masque, des caractéristiques des matériaux utilisés, des méthodes de construction et des essais au niveau du projet et en cours de réalisation.*

*Chaque ouvrage devrait être étudié d'une manière rationnelle conformément au type de masque choisi, aux caractéristiques des matériaux à utiliser, au matériel de construction proposé pour le masque même et doit être vérifié au niveau du projet au moment de la construction et en exploitation au moyen des essais convenables.*

*L'examen des informations recueillies, en ce qui concerne particulièrement les ouvrages réalisés pendant les 15 dernières années, permet d'obtenir des indications sur la tendance actuelle dans la technique des masques bitumineux pour ouvrages hydrauliques.*

*Deux types de revêtements paraissent prévaloir (cf page 5):*

- *Type A: Structure sandwich où un drain est compris entre deux revêtements bitumineux étanches. Le type est rencontré surtout en Allemagne Fédérale, au Japon et en Espagne.*
- *Type B: Un seul revêtement amont bicouche ou monocouche, repose sur le parement amont du barrage convenablement préparé (filtre, couche d'accrochage, etc. . .). La tendance paraît favoriser ce type plus facile à construire.*

*En général, on peut dire que l'évolution rapide des technologies permettant plus facilement le respect rigoureux des prescriptions stimule l'évolution de la conception des ouvrages.*

*Cela a valeur soit pour le dessin altimétrique et planimétrique (pentes, rayons de courbure des raccordements, aménagements au contour), soit pour la définition de la coupe du revêtement. Pour la pente des parements, par exemple, on s'oriente vers des valeurs de l'ordre de 1:2 essentiellement en vue d'une exécution plus convenable. Le respect le plus étroit des températures de compactage, de l'épaisseur des couches ainsi que l'évolution du traitement des joints qui a atteint un niveau technologique assez satisfaisant, permettent en outre de réaliser dans des situations données des revêtements avec une seule couche supérieure d'étanchéité, ce qui a été fait pour 66 ouvrages parmi ceux indiqués alors que les autres ont au moins deux couches supérieures d'étanchéité.*



The thickness of the single layer, and consequently the maximum size of the aggregate, is limited by the power of the compaction equipment, whose further development would signify a big step forward.

As regards the definition of mixes, the present trend is to obtain given characteristics through the optimizing of the composition, where each component plays its own part, and not by relying mainly on the bitumen mix proportion laid down by specifications.

As regards the laboratory tests on mixes, some interesting attempts have lately been made to break away from the Marshall test, originally designed for road conglomerates, and rely on other more appropriate types of test, such as the triaxial and direct-shear tests.

As regards on-site facing tests, the vacuum permeability test has become commonly accepted, since it is particularly suitable for very dense layers, such as watertight hydraulic conglomerates, quickly and easily laid. Another test worth mentioning is the "sliding test", for checking shear stability on the contact plane between the facing and the subgrade.

It is essential to collect further information on the behaviour of individual structures to ascertain whether design forecasts have actually been realised. Indeed, it is necessary to improve knowledge of the behaviour of these water-proofing works, so as to determine better the performance required of them, and relate it to design criteria having the most general validity.

*L'épaisseur d'une seule couche et par conséquent la taille max des agrégats sont influencées par la puissance des moyens de compactage, dont une évolution ultérieure permettrait un progrès considérable.*

*Pour la définition des mélanges on a aujourd'hui tendance à obtenir des caractéristiques données par une composition optimale, où chaque composant joue son rôle, et ne comptant pas principalement sur le dosage de bitume fixé par les spécifications pour obtenir l'étanchéité.*

*Pour les essais en laboratoire des mélanges, quelques intéressantes tentatives ont été faites pour se dégager de l'essai Marshall, créé pour les enrobés d'emploi routier, en s'appuyant sur d'autres types d'essais plus convenables, comme l'essai triaxial et l'essai de cisaillement direct.*

*Pour les essais sur revêtement en oeuvre, l'essai de perméabilité sous vide a été accepté, s'adaptant particulièrement à des couches très fermées comme les couches d'étanchéité, et d'exécution très pratique et rapide. Un autre essai qui mérite d'être signalé est "l'essai de glissement" pour le contrôle de la stabilité au cisaillement sur le plan de contact entre revêtement et fondation.*

*Il est de la plus grande importance de recueillir des renseignements sur le comportement des différents ouvrages pour s'assurer si les prévisions du projet ont bien été réalisées. En effet, il est nécessaire d'améliorer les connaissances sur la tenue réelle des masques en vue de mieux déterminer ce qu'on peut leur demander et de permettre de fixer des caractéristiques ayant la validité la plus générale.*

IX – LIST OF HYDRAULIC STRUCTURES WITH BITUMINOUS FACINGS  
CLASSIFIED ACCORDING TO COUNTRIES

IX – LISTE DES OUVRAGES HYDRAULIQUES AVEC REVETEMENTS  
BITUMINEUX, CLASSES PAR PAYS

Country	N.	Name	Type	Year of completion
<i>Pays</i>	<i>N.</i>	<i>Nom</i>	<i>Type</i>	<i>Année achèvement</i>
Algeria	4	EL GHRIB	Dam	1936
	8	BOU HANIFIA	"	1938
	14	OUED SARNO	"	1952
	19	IRIL EMDA	"	1954
Australia	170	MACKENZIE	"	—
	171	SCOTTS PEAK	"	—
Austria	36	ROSSWIESE	Reservoir	1958
	38	SCHWARZACH	"	1958
	59	HIEFLAU	"	1963
	61	DIESSBACH	Dam	1964
	90	HASELSTEIN	Reservoir	1967
	98	INNERFRAGANT	"	1968
	111	RIFA	"	1969
	112	FELDSEE	Dam	1970
	127	WURTEN	"	1971
	151	LATSCHAU	Reservoir	1973
	155	HOCHWURTEN	Dam	1974
	156	GROSS	"	1974
	164	GALGENBICHL	"	1975
165	GÖSS	"	1975	
168	OSCHENIK	"	1976	
Belgium	105	COO Lower downstream	"	1969
	106	COO Lower upstream	"	1969
	110	COO Upper	Reservoir	1969
	117	RY DE ROME	Dam	1970
Czechoslovakia	78	MORAVKA	"	1966
Denmark	76	HAVNARDAL	"	1965
Ecuador	134	POZA HONDA	"	1971
Eire	152	TURLOUGH HILL	Reservoir	1973
Ethiopia	115	LEGADADI	Dam	1970

Country	N.	Name	Type	Year of completion
<i>Pays</i>	<i>N.</i>	<i>Nom</i>	<i>Type</i>	<i>Année achèvement</i>
France	62	KRUTH-WILDENSTEIN	Dam	1964
	82	St. CECILE D'ANDORGE	"	1967
	83	TRAPAN	"	1967
	101	SALAGOU	"	1969
	103	ALESANI	"	1969
	109	PLAN D'AREM	"	1969
	113	CARBONNE	"	1970
	135	DORLAY	"	1972
	139	VALLON DOL	Reservoir	1972
	140	VALLON DOL	Dam	1972
	147	REVIN	Reservoir	1973
Germany, Democratic Republic	66	SILVERGRUND	Dam	1964
	79	OHRA	"	1966
	125	SCHÖMBACH	"	1971
Germany, Federal Republic	2	AMECKE	"	1934
	3	THÜLSFELDER	"	1934-1967
	10	SCHEVELINGER	"	1940
	11	DREILÄGERBACH	"	1950
	15	GENKEL	"	1952
	17	REISACH-RABENLEITE	Reservoir	1953
	18	PERLENBACH	Dam	1954
	21	HENNE	"	1955
	22	RIVERIS	"	1955
	26	WAHNBACK	"	1956
	33	GEESTHACHT	Reservoir	1957
	47	LEITZACH	"	1960
	48	MARIENTAL	"	1961
	63	KESSENHAMM	"	1964
	64	STEINBACH	"	1964
	67	BIGGE	"	1964
	71	ERZHAUSEN	Reservoir	1964
	72	GLEMS	"	1964
74	ULMBACH	Dam	1965	
77	EGGBERG	Reservoir	1965	
81	INNERSTE	Dam	1966	
84	RÖNKHAUSEN	"	1967	
86	NAGOLD	"	1967	
91	RÖNKHAUSEN	Reservoir	1967	
107	GRANE	Dam	1969	
118	NIDDA	"	1970	

Country	N.	Name	Type	Year of completion	
<i>Pays</i>	<i>N.</i>	<i>Nom</i>	<i>Type</i>	<i>Année achèvement</i>	
Germany Federal Republic	126	OBERNAU	Dam	1971	
	146	BOSTAL	"	1973	
	150	WALDECK	Reservoir	1973	
	157	WEHRA	Dam	1974	
	158	WEILERBAD	"	1974	
	159	HORNBERG	Reservoir	1974	
		LANGENPROZELTEN			
	161	Lower Reservoir	"	1974	
	162	Upper Reservoir	"	1974	
	163	Retention Reservoir	"	1974	
	166	KRONENBURG	Dam	1975	
	Great Britain	30	SHOTTON	Reservoir	1956
		52	LEAMINGTON	"	1961
114		DUNGONNELL	Dam	1970	
128		RIVER TOWY	Reservoir	1971	
Italy	20	MARIA AL LAGO	Dam	1955	
	37	CAMPO FRANCO	Reservoir	1958	
	43	VALDURNA	"	1959	
	44	TALVERA	"	1959	
	51	VILLANUOVA	"	1961	
	53	RIO CARLINO	"	1962	
	54	BRINDISI	"	1962	
	65	ZOCCOLO	Dam	1964	
	92	LIGONCHIO	Reservoir	1967	
	116	PONTE LISCIONE	Dam	1970	
	121	OGLIASTRO	Reservoir	1970	
	148	SELLERO	"	1973	
Japan	88	SHIROYAMA	Dam	1967	
	89	MAGOSAWA	"	1967	
	97	OTSUMATA	"	1968	
	122	KONUYAMA	"	1971	
	123	NINOKURA	"	1971	
	129	HIGASHIFUJI	Reservoir	1971	
	142	TATARAGI	Dam	1973	
	143	MIYAMA	"	1973	
	149	NUMAPPARA	Reservoir	1973	
	169	FUTABA	Dam	1977	
Kenya	85	KINDARUMA	"	1967	

Country	N.	Name	Type	Year of completion
<i>Pays</i>	<i>N.</i>	<i>Nom</i>	<i>Type</i>	<i>Année achèvement</i>
Luxembourg	55	VIANDEN I	Reservoir	1962
	58	VAINDEN II	"	1963
Malaysia	108	PEDU	Dam	1969
Norway	50	FØRSVATN	"	1961
	57	VENEMO	"	1963
	70	JULSKARET	"	1964
Poland	7	TURAWA	"	1937
Portugal	6	MAGOS	"	1937
Rumania	136	VALEA DE PESTI	"	1972
Spain	94	VILLARINO	"	1968
	95	ALMENDRA CII	"	1968
	96	ALMENDRA CIII	"	1968
	102	MANZANARES EL REAL	"	1969
	104	SANTILLANA II	"	1969
	119	ABOÑO	"	1970
	124	CERVATOS	"	1971
	137	GUAJARAZ	"	1972
	172	VALMAYOR	"	—
	173	EL SIBERIO	"	—
	174	NEGRATIN	"	—
	175	CATAVERAL	"	—
	176	ESTANDA	"	—
	177	CAN SAMADA	"	—
178	EL LIMONERO	"	—	
179	EL SALTADERO	Reservoir	—	
180	MONTAÑA DE TACO	"	—	
181	MONTAÑA CORDA	"	—	
182	MONTAÑA MOLINA	"	—	
South Africa	49	HARDAP	Dam	1961
Switzerland	9	RODI FIESSO	Reservoir	1939
	23	SAHLIBODEN	"	1955
	24	PIANO DI PECCIA	"	1955
	25	WANNA	"	1956
	28	CROIX	Dam	1956
	29	SAFIEN	Reservoir	1956
	31	FIONNAY (FMM)	"	1956
	34	EGGEN	"	1957

Country	N.	Name	Type	Year of completion
<i>Pays</i>	<i>N.</i>	<i>Nom</i>	<i>Type</i>	<i>Année achèvement</i>
Switzerland	35	FIONNAY (GD)	Dam	1957
	39	PALLAZUIT	Reservoir	1958
	40	MOTEC	"	1958
	41	MATTSAND	"	1958
	45	VISSOIE	"	1959
	56	TIERFEHD	"	1962
	68	FRIED	"	1964
	69	ZERMEIGGERN	"	1964
	73	LINTHAL	"	1964
	75	VAL D'AMBRA	Dam	1965
	144	LES ESSERTS	Reservoir	1973
	145	CHATELARD (ESA)	"	1973
	154	GODEY	Dam	1974
	167	CHATELARD (CFF)	Reservoir	1976
	USSR	46	SIBERIE	"
100		KANAKOV	"	1968
120		LOUKOML	"	1970
130		REFTINSK	"	1971
131		SREDNE-OURALSK	"	1971
132		IRIKLA	"	1971
133		KARMANOVSK	"	1971
153		BALAKOV I	"	1973
160		BALAKOV II	"	1974
USA	1	SAWTELLE	Dam	1929
	5	IRON MOUNTAIN	"	1937
	12	BALDWIN HILLS	"	1951
	13	BONNY	Reservoir	1951
	16	GLEN ANNE	Dam	1953
	27	LOWER STONE CANYON	"	1956
	32	MONTGOMERY	"	1957
	60	TAUM SAUK	Reservoir	1963
	80	UPPER BLUE RIVER	Dam	1966
	87	HOMESTAKE	"	1967
	93	GLEN ELDER	"	1968
	99	SENECA	Reservoir	1968
	138	LAUREL CREEK	"	1972
141	LUDINGTON	"	1972	
Yugoslavia	42	RADOINA	Dam	1959

## X – ABBREVIATIONS – LEGENDE DES ABREVIATIONS

### General – Général

<b>D</b>	Dam - <i>Barrage</i>
<b>Re</b>	Reservoir - <i>Réservoir</i>
<b>S)</b>	Slope - <i>Pente</i>
<b>B)</b>	Bottom - <i>Fond</i>

### Table 1 (Dam features) – Table 1 (Caractéristiques du barrage)

<b>E</b>	Earthfill - <i>Terre ou alluvions</i>
<b>R</b>	Rockfill - <i>Enrochements</i>

### (Revetment structure) – (Structure du masque)

<b>B</b>	Bitumen - <i>Bitume</i>
<b>BC</b>	Binder course - <i>Couche de liaison</i>
<b>BD</b>	Bituminous drainage layer - <i>Couche bitumineuse de drainage</i>
<b>BE</b>	Bitumen emulsion - <i>Emulsion de bitume</i>
<b>BHM</b>	Bituminous hot mix - <i>Enrobés bitumineux chauds</i>
<b>BM</b>	Bituminous mix - <i>Enrobés bitumineux</i>
<b>BMx</b>	Bituminous mastic - <i>Mastic bitumineux</i>
<b>C - B</b>	Cut-back bitumen - <i>Bitume fluidifié</i>
<b>CC</b>	Cement concrete - <i>Béton de ciment</i>
<b>CS</b>	Cement stabilization - <i>Stabilisation au ciment</i>
<b>ES</b>	Blinding with coated chippings (einstreu) - <i>Couche de régularisation en enrobés</i>
<b>M</b>	Macadam - <i>Macadam</i>
<b>ND</b>	Non bituminous drainage layer - <i>Couche de drainage non bitumineuse</i>
<b>Pen B</b>	Penetration with bitumen - <i>Pénétration avec bitume</i>
<b>Pen BE</b>	Penetration with bitumen emulsion - <i>Pénétration avec émulsion de bitume</i>
<b>Pen CB</b>	Penetration with cut-back bitumen - <i>Pénétration avec cut-back</i>
<b>PCC</b>	Porous cement concrete - <i>Béton de ciment poreux</i>
<b>RPCC</b>	Reinforced porous cement concrete - <i>Béton armé de ciment poreux</i>
<b>RT</b>	Reflective treatment - <i>Traitement anti-solaire</i>
<b>SB</b>	Sand bitumen - <i>Sable bitume</i>
<b>SC</b>	Bituminous seal coat - <i>Couche de fermeture en bitume</i>
<b>ST</b>	Surface treatment - <i>Traitement de surface</i>

### Table 2 (Characteristics of Materials) – Table 2 (Caractéristiques des Matériaux)

<b>AF</b>	Natural rock asphaltic filler - <i>Filler de roche asphaltique naturelle</i>
<b>AS</b>	Asbestos fibre - <i>Fibre d'amiante</i>
<b>C</b>	Cement - <i>Ciment</i>
<b>CrB</b>	Crushed basalt - <i>Basalte concassé</i>
<b>CrG</b>	Crushed gravel - <i>Gravier concassé</i>
<b>CrLS</b>	Crushed limestone - <i>Calcaire concassé</i>
<b>CrS</b>	Crushed sand - <i>Sable de concassage</i>
<b>DS</b>	Dune sand - <i>Sable de dune</i>
<b>G</b>	Gravel - <i>Gravier</i>
<b>GS</b>	Gravel sand - <i>Sable graveleux</i>
<b>HL</b>	Hydrated lime - <i>Chaux hydraulique</i>
<b>LS</b>	Limestone - <i>Calcaire</i>
<b>NS</b>	Natural sand - <i>Sable naturel</i>
<b>RS</b>	River sand - <i>Sable de rivière</i>

(Bituminous drainage o/binder course layer) – (Couche de drainage bitumineuse/couche de liaison)

<b>BC</b>	Binder course - <i>Couche de liaison</i>
<b>BD</b>	Bituminous drainage layer - <i>Couche en enrobés de drainage</i>
<b>M</b>	Macadam - <i>Macadam</i>
<b>PenB</b>	Penetration with bitumen - <i>Pénétration avec bitume</i>

Table 3 (Bituminous seal coat) – *Table 3 (Couche de fermeture)*

<b>BB</b>	Blown bitumen - <i>Bitume soufflé</i>
<b>BE</b>	Bitumen emulsion - <i>Emulsion de bitume</i>
<b>C</b>	Cement - <i>Ciment</i>
<b>CrS</b>	Crushed sand - <i>Sable concassé</i>
<b>LS</b>	Limestone - <i>Calcaire</i>
<b>SS</b>	Sea sand - <i>Sable de mer</i>

Table 4 (Construction methods) – *Table 4 (Méthodes de construction)*

<b>BE</b>	Bitumen emulsion - <i>Emulsion de bitume</i>
<b>IR</b>	Infrared rays - <i>Rayons infrarouges</i>
<b>SR</b>	Static roller - <i>Rouleau ordinaire</i>
<b>VP</b>	Vibrating plate - <i>Plaque vibrante</i>
<b>VR</b>	Vibrating roller - <i>Rouleau vibrant</i>
<b>VT</b>	Vibrating tender- <i>Tender vibrant</i>
<b>1)</b>	Cutting - <i>Coupage</i>
<b>2)</b>	Spreading - <i>Répannage</i>
<b>3)</b>	Preheating - <i>Chauffage préalable</i>
<b>4)</b>	Normal compaction - <i>Compactage normal</i>
<b>5)</b>	Re-heating and re-compaction (hand operated vibrators) - <i>Réchauffage et recompactage (vibrateurs à main)</i>

(Test methods) – (Méthodes de Contrôle)

<b>AD</b>	Adhesion test - <i>Essai d'adhésivité</i>
<b>AT</b>	Ageing test - <i>Essai de vieillissement</i>
<b>CnC</b>	Compaction checking - <i>Contrôle de compactage</i>
<b>CnDM</b>	Compacted mix density - <i>Densité du mélange compacté</i>
<b>CnMA</b>	Compacted mix analysis - <i>Analyse du mélange compacté</i>
<b>CMT</b>	Component material test - <i>Essai du matériau composant</i>
<b>Creep</b>	Creep-test - <i>Essai au fluage</i>
<b>Flex</b>	Flexibility - <i>Flexibilité</i>
<b>Flow</b>	Slope stability - <i>Stabilité sur la pente</i>
<b>FT</b>	Freeze-thaw durability - <i>Résistance au gel et dégel</i>
<b>GBC</b>	Grading bitumen content - <i>Teneur en bitume</i>
<b>HT</b>	Hydrophilic test - <i>Essai tension superficielle</i>
<b>I-C</b>	Immersion compression test - <i>Essai d'immersion-compression (essai Duriez)</i>
<b>Marsh</b>	Marshall test - <i>Essai Marshall</i>
<b>Perm</b>	Permeability - <i>Perméabilité</i>
<b>Perm/Flex</b>	Permeability/Flexibility - <i>Perméabilité/Flexibilité</i>
<b>STS</b>	Sliding test of structure - <i>Essai au glissement de la structure</i>
<b>TC</b>	Temperatures checking - <i>Contrôle des températures</i>
<b>Triax</b>	Triaxial test - <i>Essai triaxial</i>
<b>UC</b>	Unconfined compression test - <i>Essai de compression simple</i>
<b>UMA</b>	Uncompacted mix analysis - <i>Analyse du mélange chaud pas encore compacté</i>
<b>VIM</b>	Voids in compacted mix - <i>Vides dans le mélange compacté</i>
<b>VT</b>	Vacuum test - <i>Essai de perméabilité au vide</i>
<b>WA</b>	Wave action - <i>Action du batillage</i>
<b>WT</b>	Workability test - <i>Essai de maniabilité</i>



XI – TABLES 1 to 6 – TABLEAUX 1 à 6

TABLE 1  
Tableau 1

N°	NAME	Type of project	Year of completion	COUNTRY	Storage Capacity 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	DAM FEATURES				Revetment Area 10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup>	Reservoir Bottom	REVETMENT STRUCTURE (cm thickness)						
						Type	Crest El. m.a.s.l.	Max Height m	Max Slope			Tackcoat or stabilizat.	Binding/levelling course	Secondary impervious course D.B.C.	Drainage Layer	Binder course	Primary impervious course D.B.C.	Seal coat/ protection coat
N°	Nom	Type d'ouvrage	Année d'achèvement	Pays	Capacité réservoir 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Caractéristique du barrage				Surface de revêtement du fond 10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup>	Structure du masque (épaisseur en cm)							
					Type	Cote de la crête m au-d. n.n	Haut. max m	Pente max amont	Surface du masque 10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup>		Tackcoat ou stabilisat	Couche de liaison et de régularisation	Couche d'étanchéement secondaire D.B.C.	Drains	Couche de liaison	Couche d'étanchéement primaire D.B.C.	Couche de fermeture ou de protection	
1	SAWTELLE	D	1929	USA	1,3			1:2								SB 7,5	SC	
2	AMECKE	D	1934	Germany F.R.	1,0	E	12	1:2	2,5		ST				3,5	2x2,5	SC	
3	THÜLSFELDER	D	1934	Germany F.R.			8	1:2	a) 3,4 b) 3,9				a) Stones grouted with BMx b) Pen 8 Macadam 3 layers					
			1967						3,9				Repair bi area	6	5		BE	
4	EL GHRIB	D	1936	Algeria	280	R	435	7:2	10,7	13	CB			PCC 8		2x6	RPCC 10	
5	IRON MOUNTAIN	D	1937	USA	0,1			1:2	43,1							SB 15	SC	
6	MAGOS	D	1937	Portugal	3		27	1:2,5	8,5		CB							
7	TURAWA	D	1937	Poland	107		13	1:3	8		ST					5	SC	
8	BOU HANIFIA	D	1938	Algeria	73	R	300	5:5	10,8	23				ND 12 20		12	RPCC	
9	RODI FIESSO	Re	1939	Switzerland	0,09	E	946	6:5	1:1,5	7,5						6	SC	
10	SCHEVELINGER	D	1940	Germany F.R.	0,3	E	15	1:1,75	3,5					ND	3	6	SC	
11	OREILAGERBACH	D	1950	Germany F.R.	4,3			1:2,5	0,6						5	6	SC	
12	BALDWIN HILLS	D	1951	USA	1,1	E	83	1:2	43	39				BC*	7,5			
13	BONNY	Re	1951	USA	210	E	7	1:2								5:10		
14	OUED SARND	D	1952	Algeria	70	E	427	28	1:2	10,5				10		2x4	RT	
15	GENKEL	D	1952	Germany F.R.	9,75	R	330	43	1:2,25	11	CS	6	2x3	12	2	3x3	BMx	
16	GLEN ANNE	D	1953	USA	0,6	E	122	30	1:4	18,1	Pen BE			3 layers * tot. 30			SC	
17	REISACH RABENLEITHE	Re	1953	Germany F.R.	1,5		586,7	16	1:2	30	88						SC	
18	PERLENBACH	D	1954	Germany F.R.	0,8	R	467	18	1:1,75	2,6	B	6			2,5	2 layers tot. 6	SC	
19	IRIL EMDA	D	1954	Algeria	160		536	71	1:1,6	6,5	M				PCC 12	2x6	RPCC 8-12	
20	MARIA AL LAGO	D	1955	Italy	10,2	E	2056	18	1:2	7,7	B	PCC 5		PCC 12		2x5 **	RPCC 12	
21	HENNE	D	1955	Germany F.R.	39	R	327	58	1:2,07	29	B	6	2x3,5	10	ES	3x3	BMx 2x0,5	
22	RIVERIS	D	1955	Germany F.R.	5	R	45	1:2	12		B	6	4	8	6	2x4	SC	
23	SAHLIBODEN	Re	1955	Switzerland	0,06	E	1137	5	1:2,5	0,9						2x4		
24	PIANO DI PECCIA	Re	1955	Switzerland	0,12	E	1033	11	1:1,5	9,9						2x4	SC	
25	WANNA	Re	1956	Switzerland	0,3	E	1721	14	1:2	19,5	24,5			S) ND 15 B) ND 20	Pen BE	2x3	SC	
26	WAHNBACK	D	1956	Germany F.R.	43,2	E	48	1:1,6	25			6	4	11		9	SC	
27	LOWER STONE CANYON	D	1956	USA	1,2		55	1:2	40,9					BC*	7,5			
28	CROIX	D	1956	Switzerland	0,09	E	920	15	1:1,5	2,7						2x4		
29	SAFIEN	Re	1956	Switzerland	0,23	E	1296	12	1:2	19,7	18,8			ND 12	Pen BE	2x3	SC	
30	SHOTTON	Re	1956	Great Britain	0,064	E		4,5	1:2,5	24						5	SA 2,5	
31	FIONNAY (FMM)	Re	1956	Switzerland	0,18	E	1494	14	1:1,67	13,6	8,1			M 15		2x4	SC	
32	MONTGOMERY	D	1957	USA	6,3	R	3300	34	1:1,7	22		Pen 8		ND	3:7	10 x 9 + 7,5		
33	GEESTHACHT	Re	1957	Germany F.R.	3,3	E	92,6	26	1:2,5	80,0	220,0				SB 5	2 layers tot. 7 cm	SC	
34	EGGEN	Re	1957	Switzerland	0,05	E	1598	10	1:2,0	5,7	5,0			ND 15	Pen BE	2x4	SC	
35	FIONNAY (GD)	D	1957	Switzerland	0,30	R	1486	31	1:1,5	1,9				ND 10		2x4		
36	ROSSWIESE	Re	1958	Austria	0,2	E	1196	22	1:1,75	15,5	7,5				6	2x4,5	SC	

\* protective revetment  
revêtement de protection

\*\* sand bitumen layer  
couches de sable bitume

continue TABLE 1  
suite Tableau 1

N°	NAME	Type of project	Year of completion	COUNTRY	Storage Capacity 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	DAM FEATURES					Reservoir Bottom	REVTMENT STRUCTURE (cm thickness)							
						Type	Crest El. m.a.s.l.	Max Height m	Max Slope	Revetment Area 10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup>		Tackcoat or stabilizat	Binding levelling course	Secondary impervious course D B C	Drainage Layer	Binder course	Primary impervious course D B C	Seal coat/ protection coat	
N°	Nom	Type of ouvrage	Année d'achèvement	Pays	Capacité réservoir 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Caractéristique du barrage					Surface de revêtement du fond 10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup>	Structure du masque (épaisseur en cm)							
						Type	Côte de la crête m au d. n. n.	Haut. max. m	Pente max. amont	Surface du masque 10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup>		Tackcoat ou stabilisation	Couche de liaison et de régulation	Couche d'étanchéité secondaire D B C	Drains	Couche de liaison	Couche d'étanchéité primaire D B C	Couche de fermeture ou de protection	
37	CAMPO FRANCO	Re	1958	Italy	0,76	E	161	10	1:2	30		10 Pen B Macadam *							
38	SCHWARZACH	Re	1958	Austria	1,5	E	740	34	1:1,75	40	35	S15 B1 ES			30-60 60	6	2x6 2x6	SC SC	
39	PALLAZUIT	Re	1958	Switzerland	0,10	E	1329	20	1:2	8,7	10,3				ND 12		2x4		
40	MOTEC	Re	1958	Switzerland	0,15	E	1562	11	1:1,8	12,1	14	M 10			ND 12	Pen BE	2x3	SC	
41	MATTSAND	Re	1958	Switzerland	0,21	E	1232	9,5	1:2	10,5	37				ND 12		2x3	SC	
42	RADOINA	D	1958	Yugoslavia	7,6	R	815	42	1:0,74	6					PCC 15		2x4,5	RPCC 12	
43	VALOURNA	Re	1958	Italy	0,04	E	1202,6	6,5	1:1,75	12,0					ND 20	4	S1 2x3,5 B1 2x3	SC SC	
44	TALVERA	Re	1958	Italy	0,12	E	1221,80	5,0	1:1,75	32,0					ND 20	4	S1 2x3,5 B1 2x3	SC SC	
45	VISSOIE	Re	1959	Switzerland	0,05	E	1121	9	1:1,5	8,6	5,7				S1 Pen CB 9-14 B1 Pen CB 20		2x4		
46	SIBÉRIE	Re	1958	URSS	0,25				1:4	70,0			ES 15		5		5	E 100 ND 20	
47	LEITZACH	Re	1960	Germany F.R.	0,6	E			6,5	1:1,75	109,0		SB 1,5				ES 3	SC	
48	MARIENTAL	D	1961	Germany F.R.	250	E	1139	32	1:1,7	40		B	6				2x5	SC	
49	HARDAP	D	1961	South Africa	252				32	1:1,7	40		8	6			BC	2x5	SC
50	FØRSVATN	D	1961	Norway			850	6	1:1,7	0,3		Pen B	ES 10			Pen BE	10	SC	
51	VILLANUOVA	Re	1961	Italy					12,0	1:2					6		4	SC	
52	LEAMINGTON	Re	1961	Great Britain	0,112	E			1:3								5	SA 2,5	
53	RIO CARLINO	Re	1962	Italy	0,08	E	1853	9	1:2	10	10				10-15 Pen B or BE Macadam **		4-3	SC	
54	BRINDISI	Re	1962	Italy	0,75	E			6,5	1:2,5	170	120		ND 10		Pen B 6	3-3	BE-BB	
55	VIANDEN I	Re	1962	Luxembourg	3,1				19	1:1,75	75	147			S1 9 B1 3	ES 3	7 6	SC SC	
56	TIERFEHD	Re	1962	Switzerland	0,21	E	813	8	1:2	11,6	31,6	Pen BE			S1 M 8 B1 -		2x4 2x3		
57	VENEMO	D	1963	Norway	7,0		706	51	1:1,7	12		Pen B	ES 10			Pen BE	3 layers tot. 18	SC	
58	VIANDEN II	Re	1963	Luxembourg	3,9				19	1:1,75	96	195			S1 9 B1 3	ES 3	7 6	SC SC	
59	HIEFLAU	Re	1963	Austria	1,65		567	12	1:1,75	40	142	S1 Pen B	B1 ES		5		6 5	SC SC	
60	TAUM-SAUK	Re	1963	USA	5,3	R	485	33	1:1,3		158							2x5	
61	DIESSBACH	D	1964	Austria	4,8	R	1418	37	1:1,7	8		Pen BE	M				6	2x3	SC
62	KRUTH-WILDENSTEIN	D	1964	France	12	E	548,5	38	1:1,5	13					15	CC 15	2x3,5	RPCC 12,5	
63	KESSENHAMM	D	1964	Germany F.R.	0,3	R	309,5	18	1:2	3,8				ES 3			6	2 layers tot. 10	SC
64	STEINBACH	D	1964	Germany F.R.	5	R	468,5	42	1:1,75	16				ES 5	4	7		2 layers tot. 8	SC
65	ZOCCOLO	D	1964	Italy	33,5	E	1144,5	66,5	1:2	41		Pen BE				8-9		5-4-4	SC
66	SILVERGRUND	D	1964	Germany D.R.	0,19				12	1:1,7	2			5	2x3	10		5	SC
67	BIGGE	D	1964	Germany F.R.	162	R	310,5	55	1:1,75	46				BC 3-7	6	11 Pen B	ES	2x6	0,5 BMx
68	FRIED	Re	1964	Switzerland	0,06	E	1742	12	1:1,75	9,0		Pen BE				15		2x4	
69	ZERMEIGGERN	Re	1964	Switzerland	0,10	E	1739	14	1:2,5	17,5		Pen BE			M 6		2x4		
70	JULSKARET	D	1964	Norway			460,5	7	1:1,7	1,1				ES 2,5				6	SC
71	ERZHAUSEN	Re	1964	Germany F.R.	1,5		395,10	18	1:2	65	105	Pen B	ES 3	3	10	ES	6	SC	
72	GLEMS	Re	1964	Germany F.R.	0,81	R	756,5	21	1:1,75	37	33	Pen B	4	5	S1 6 B1 7		S1 7 B1 6	SC	
73	LINTHAL	Re	1964	Switzerland	0,21	E	677	11	1:2	16,8	19,3	Pen BE			S1 M 8 B1 -		2x4 2x3		

\* protective revetment  
revêtement de protection

\*\* levelling and draining layer  
couche de régulation et drain

N°	NAME	Type of project	Year of completion	COUNTRY	Storage Capacity 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	DAM FEATURES				Revetment Area 10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup>	Bottom Revetment Area 10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup>	REVETMENT STRUCTURE (cm thickness)						
						Type	Crest El. m a.s.l.	Max Height m	Max Slope			Tackcoat or stabilizat.	Binding-leveling course	Secondary impervious course D.B.C.	Drainage Layer	Binder course	Primary impervious course D.B.C.	Seal coat/ protection coat
N°	Nom	Type d'ouvrage	Annee achèvement	Pays	Capacité réservoir 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Caractéristique du barrage				Structure du masque (épaisseur en cm)								
					Type	Côte de la crête m au d.n.m.	Haut max. m	Pente max amont	Surface du masque 10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup>	Surface de revêtement du fond 10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup>	Tackcoat ou stabilizat.	Couche de liaison et de régularisation	Couche d'étanchéement secondaire D.B.C.	Drains	Couche de liaison	Couche d'étanchéement primaire D.B.C.	Couche de fermeture ou de protection	
74	ULMBACH	D	1965	Germany F.R.	0,8	R		19	1:1,8	7,2					7	2x4	SC	
75	VAL D'AMBRA	D	1965	Switzerland	0,48	E	605	32	1:1,5	23		Pen Tar			5	3x3		
76	HAVNARDAL	D	1965	Danmark	0,25	R	163	12	1:1,7	3,8					ES	2x5	SC	
77	EGGBERG	Re	1965	Germany F.R.	2,0		703,0	25,5	1:1,75	72,3	40	Pen B			5	S) 5 B) 6	SC	
78	MORAVKA	D	1966	Czechoslovakia	11,2	E		38	1:1,75	25		Pen B			10	2x4		
79	OHRA	D	1966	Germany D.R.	19,6			59	1:2	22,3			5	4	10	2x4	SC	
80	UPPER BLUE RIVER	D	1966	USA	2,6	R	3585	22	1:1,7	6,2						3 layers tot. 25		
81	INNERSTE	D	1966	Germany F.R.	20	E	264	45	1:1,75	38,5			ES 8	5	10	2x4	SC	
82	St. CECILE D'ANDORGE	D	1967	France	16,7	R	267	45	1:1,7	8		Pen BE			ND	10	2x6	SC,RT
83	TRAPAN	D	1967	France	1,3	E	52	24	1:2,5	7					10	2x5		
84	RÖNKHAUSEN	D	1967	Germany F.R.	1,4	R	307,5	26	1:1,8	9			ES 5			7	SC	
85	KINDARUMA	D	1967	Kenya	170	R	785,0	28	1:1,7	14,5			ES 6	4	8	2x5	SC	
86	NAGOLD	D	1967	Germany F.R.	5,6	R	552,1	30	1:2	8		Pen BE	ES 6	4	7	2x4	SC	
87	HOMESTAKE	D	1967	USA	55	R	3131	69	1:1,6	52					35	2 layers tot. 7,5		
88	SHIROYAMA	D	1967	Japan	4,7	R		73	1:1,5				ES		7-5	5	SC	
89	MAGOSAWA	D	1967	Japan	0,96	E	69	15,8	1:2	8		Pen BE		5	8	2x5	RT	
90	HASELSTEIN	Re	1967	Austria	0,043	E	1472	12	1:1,75			Pen B						
91	RÖNKHAUSEN	Re	1967	Germany F.R.	1,0		572,0	18	1:1,8	35,0	70,0	Pen BE			3	6	SC	
92	LIGONCHIO	Re	1967	Italy	0,165	E	929,5	21	1:2,5	25		Pen B			10	5-4	SC	
93	GLEN ELDER	D	1968	USA		E		35	1:2	160								
94	VILLARINO	D	1968	Spain				23	1:1,75	8			ES	4	6	7	SC	
95	ALMENDRA CII	D	1968	Spain	1480		733	30	1:1,75	19,5				4	6	7	MX	
96	ALMENDRA CIII	D	1968	Spain	1400		733	29	1:1,75	22,5				4	6	7	MX	
97	OTSUMATA	D	1968	Japan	1,8	R	972	52	1:1,7	11		Pen BE	7	5	8	2x5	SC	
98	INNERFRAGANT	Re	1968	Austria	0,175	E	1203	16	1:1,75			Pen B			S) 6 B) 6	2x4 7		
99	SENECA	Re	1968	USA	3,3			22	1:2	104	111			S) 80	7,5	2x4	SC	
100	KANAKOV	Re	1968	URSS	0,18				1:2	35			ES 15		5		SC	
101	SALAGDU	D	1969	France	125	R	145	57	1:1,5	19			ES		10	2x6	BHM 10	
102	MANZANARES EL REAL	D	1969	Spain	92			29	1:1,75	23,1			3	5	8	5-6	SC	
103	ALESANI	D	1969	France	11,4	R	165	65	1:1,6	13			ES		10	2x6	SC,RT	
104	SANTILLANA II	D	1969	Spain	91,2		896,5	40	1:1,75	40		M 4,5	3,5	6	9	10	Mx	
105	COO Lower downstream	D	1969	Belgium	8,5	R	249	30	1:2	13				1,5	6	6	SG-RT	
106	COO Lower upstream	D	1969	Belgium	8,5	R	249	21	1:2	12				1,5	6	6	SC,RT	
107	GRANE	D	1969	Germany F.R.	45	E	313	67	1:1,75	38,5		B	ES		8	2x6	SC	
108	PEOU	D	1969	Malaysia	880	R		60	1:1,7	16		Pen BE			5,7,5	2x5	SC	
109	PLAN D'AREM	D	1969	France	10,7	E	205	14	1:2,5	6					12	5-4,5		
110	COO Upper	Re	1969	Belgium	4,0		510	21	1:2	100	110			S) 8 B) ND	2,5 20	6 4,5	6 5	SC

continue TABLE 1  
suite Tableau 1

N°	NAME	Type of project	Year of completion	COUNTRY	Storage Capacity 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	DAM FEATURES				Reservoir Bottom Revetment Area 10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup>	REVETMENT STRUCTURE (cm thickness)							
						Type	Crest El. m.a.s.l.	Max Height m	Max Slope		Revetment Area 10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup>	Tackcoat or stabilizat.	Binding levelling course	Secondary impervious course D.B.C.	Drainage Layer	Binder course	Primary impervious course D.B.C.	Seal coat/ protection coat
N°	Nom	Type d'ouvrage	Année d'achèvement	Pays	Capacité réservoir 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Caractéristique du barrage				Surface de revêtement du masque 10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup>	Structure du masque (épaisseur en cm)							
						Type	Côte de la crête m. ou d. n.m.	Haut. max. m	Fente max. amont	Surface du masque 10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup>	Surface de revêtement du fond 10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup>	Tackcoat ou stabilisat	Couche de liaison et de régularisation	Couche d'étanchement secondaire D.B.C.	Drains	Couche de liaison	Couche d'étanchement primaire D.B.C.	Couche de fermeture ou de protection
111	RIFA	Re	1969	Austria	0.7	E	1001	14	1:1.7	33	57	Pen B	10		6		2x4	
112	FELDSEE	D	1970	Austria	1.2	E	2216	13	1:1.7	3		Pen B				8	2x6	
113	CARBONNE	D	1970	France	0.5	E	150	16	1:2.5	6					12	2x5		
114	DUNCONNELL	D	1970	Great Britain	1.1	R	291	17	1:1.7	4.2			BC	7.5	12.5		2x5	SC
115	LEGADADI	D	1970	Ethiopia	39	R		22	1:1.5	11		Pen CB			15	3	2x6	SC
116	PONTE LISCIONE	D	1970	Italy	173	E	131.5	60	1:2	43			BC 6	6	10		2x6	SC
117	RY DE ROME	D	1970	Belgium	2.2			27.5	1:1.75	7.5		Pen BE	5	6	8		2x6	SC
118	NIDDA	D	1970	Germany F.R.	7			35	1:1.6	18			ES 4			BC 3.5	2x4.5	SC
119	ABORD	D	1970	Spain	12.5			15	1:2.35	13			ES-BM 3	6	12		12	SC
120	LOUKOML	Re	1970	URSS	0.15				1:2	30			ES 15		5		5	SC
121	OGLIASTRO	Re	1970	Italy	4.55	E	140	21	1:2	87.3					8		6	SC
122	KONOYAMA	D	1971	Japan	0.578	R	380	33	1:1.8	15.4		M 8	8		5		10-15	SC
123	NINOKURA	D	1971	Japan	2.8	E	281	37	1:2	7.3		M 4		5	10		2x4	SC
124	CERVATOS	D	1971	Spain	25			30	1:2.75	12.5								
125	SCHÖMBACH	D	1971	Germany D.R.				14	1:2.5	30			8	4	8		2x4	SC
126	DBERNAU	D	1971	Germany F.R.	15.6			69	1:1.95	28			6	4	10	ES	2x4.5	SC
127	WURTEN	D	1971	Austria	2.7	E-R	1899	40	1:1.65	13						8-10	7-11	
128	RIVER TOWY	Re	1971	Great Britain	0.14		131	9	1:2	10.2	14.2		10		6		6	SC
129	HIGASHIFUJI	Re	1971	Japan	1.2	E	678	22	1:2.5	60	82	Pen BE		ES 5	S) 10 B) ND	S) 4 B) 4	S) 5 B) 5	RT RT
130	REFTINSK	Re	1971	URSS	0.05				1:2	15			ES 15		5		5	SC
131	SREDNE-OURALSK	Re	1971	URSS	0.04				1:2	28			ES 15		5		5	SC
132	TRIKLA	Re	1971	URSS	0.22					60			ES 15		5		5	SC
133	KARMANOVSK	Re	1971	URSS	0.16					33			ES 15		5		5	SC
134	POZA HONDA	D	1971	Ecuador	95	E	114	39.3	1:2.5	23.5			ES 4	5	8		2x5	SC
135	DORLAY	D	1972	France	3	R	512.5	44	1:1.7	16		Pen BE				12	2x6	SC
136	VALEA DE PESTI	D	1972	Rumania	5	R		55	1:1.7	15			4.5		3		2x2	SC
137	GUAJARAZ	D	1972	Spain	0.25	R	607.6	48	1:1.75	13.8			M 3				2x6	Mx
138	LAUREL CREEK	Re	1972	USA														
139	VALLON DOL	Re	1972	France	3		258	46	1:3	114	66	Pen B			10		2x6	
140	VALLON DOL	D	1972	France	3	R	255	48	1:2	14		Pen B			10		2x6	
141	LUDINGTON	Re	1972	USA	102			40	1:2.5	600		SB 5			ND 45	5	2x5	SC
142	TATARAGI	D	1973	Japan	19.44	R	232.5	64.5	1:1.8	31.1		Pen BE	8	5	8		2x6	SC
143	MIYAMA	D	1973	Japan	25.8	R	756.5	75.2	1:1.9	44.7		M	ES 3.5	6	8		2x6	SC
144	LES ESSERTS	Re	1973	Switzerland	0.22	E	1517	29	1:1.75	17.3	12.7				M 5		7	
145	CHÂTELARD (ESA)	Re	1973	Switzerland	0.09	E	1123	11										
146	BOSTAL	D	1973	Germany F.R.	7.5		402.75	22.5	1:2	23		Pen BE				6	6	SC
147	REVIN	Re	1973	France	8.3		408.5	24.5	1:3	242					8		3.5x5.5	

N°	NAME	Type of project	Year of completion	COUNTRY	Storage Capacity 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	DAM FEATURES				Reservoir Bottom Revetment Area 10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup>	REVETMENT STRUCTURE (cm thickness)							
						Type	Crest El. m a.s.l.	Max Height m	Max Slope		Revetment Area 10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup>	Tackcoat or stabilizat.	Binding/levelling course	Secondary impervious course D.B.C.	Drainage Layer	Binder course	Primary impervious course D.B.C.	Seal coat/ protection coat
N°	Nom	Type d'ouvrage	Année de réalisation	Pays	Capacité réservoir 10 <sup>6</sup> m <sup>3</sup>	Caractéristique du barrage				Surface de revêtement du masque 10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup>	Structure du masque (épaisseur en cm)							
						Type	Côte de la crête m au-dessus	Haut max m	Pente max amont		Surface du masque 10 <sup>3</sup> m <sup>2</sup>	Tackcoat ou stabilisat	Couche de liaison et de régularisation D.B.C.	Drains	Couche de liaison	Couche d'étanchéité primaire D.B.C.	Couche de fermeture ou de protection	
148	SELLERO	Re	1973	Italy	0,6	E	385,8	9,7	1,2	50	90		Pen BE 30			10	2x4	SC
149	NUMAPPARA	Re	1973	Japan	4,34		1240,3	38	1,2,5	140	57	Pen BE	5	4	8		S) 2x5 B) 2x4	SC
150	WALDECK	Re	1973	Germany F.R.	4,4			25	1,1,75	130	215							
151	LATSCHAU	Re	1973	Austria	2,1	E	992	50	1,1,7		180	Pen B	10		6		S) 8 B) 6	
152	TURLOUGH HILL	Re	1973	Eire	2,3	E		26	1,1,75	86,6	66,6	Cationic emulsion			S) 10 B) ND 20	3-6 3,5	6 5	S) SC
153	BALAKOV I	Re	1973	URSS	0,22				1,2	50,0			ES 20		5		5	SC
154	GODEY	D	1974	Switzerland	0,85	E	1401	35	1,1,75	9,0		Pen BE				6	6,9	
155	HÖCHWÜRTE	D	1974	Austria	7,6	E	2408	43	1,1,65	10						8	8-12	
156	GHOSS	D	1974	Austria	9,2	E	2408	34	1,1,5	14						10	10	
157	WEHRA	D	1974	Germany F.R.	4,0	R	420,5	40	1,1,75	16		Pen BE				6	8	SC
158	WEILERBAD	D	1974	Germany F.R.	0,7	R	443	20	1,1,9	8						6	8,5-10,5	
159	HORNBERG	Re	1974	Germany F.R.	4,3	E	1050	40	1,1,6	120	67	Pen BE				5	8	SC
160	BALAKOV II	Re	1974	URSS	0,6					150			15		5		5	SC
LANGENPROZELTEN																		
161	Lower Reservoir	Re	1974	Germany F.R.	1,82	E	238	30	1,2	105	58						S) 6 B) 7	SC
162	Upper Reservoir	Re	1974	Germany F.R.	1,5	R	534	20	1,2	48	79		ES 3			4	S) 5 B) 7	SC
163	Retention Reservoir	Re	1974	Germany F.R.	0,05	E	187	6	1,3	12,4	10,6				4		5	
164	GALGENBICHL	D	1975	Austria	4,8	E	1706	50	1,1,6	5,6		Pen B				8	8	
165	GOSS	D	1975	Austria	1,8	E	1707	55	1,1,6	18,0		Pen BE				6	8	
166	KRONENBURG	D	1975	Germany F.R.	2,7	R	492	20	1,1,75	13		Pen BE				3	6	SC
167	CHÂTELARD (CFF)	Re	1976	Switzerland	0,21	E	1118	28	1,1,75	22	4,5				M 5		6,9	
168	OSCHENIK	D	1976	Austria	25,1	E	2378	61	1,1,5	27						8	7,5-10	
169	FUTABA	D	1977	Japan	10,5	R	418,3	59,8	1,1,85	18		Pen BE	5	4	ND 22		5,4	SC
170	MACKENZIE	D		Australia		R		15										
171	SCOTTS PEACK	D		Australia		R	311	41	1,1,7	25		Pen BE					*	
172	VALMAYOR	D		Spain	124	R	834	60	1,1,75	49,5		Cationic Emulsion	BHM 3+7	6	9	2+5	7,6	Mx-RT
173	EL SIBERIO	D		Spain	4,3	R	277	70	1,1,75	16,1					6	8	9-12	Mx
174	NEGRATIN	D		Spain	546	R	645	75	1,1,6	20,3			M	6	9		5	Mx
175	CATAVERAL	D		Spain	170	R	254	85	1,1,7	28				8	6	10	6	SC
176	ESTANDA	D		Spain	7,0	R	255	42	1,1,75	9,2		Pen CB	5	6	9		2x6	Mx
177	CAN SAMADA	D		Spain	2,75	R	86	49	1,1,75	17,5					6	10	6	Mx
178	EL LIMONERO	D		Spain	45		125	101	1,1,5	35								
179	EL SALTADERO	Re		Spain	0,44		110	21,5	1,1,75	39,8								
180	MONTAÑA DE TACO	Re		Spain	2,43		265	30,5	1,1,75	138				S) 6 B) 6	15 12	6 6	6 6	Mx Mx
181	MONTAÑA GORDA	Re		Spain	2,43		545	28	1,1,75	159								
182	MONTAÑA MOLINA	Re		Spain	2,52		355	29	1,2	149								

\* over 280 m a.s.l. 3 DBC layer  
under 280 m a.s.l. 2 DBC layer

TABLE 2  
Tableau 2

N°	NAME	Type of project	Year of completion	CHARACTERISTICS OF MATERIALS				BITUMINOUS DRAINAGE LAYER (BD) BINDER COURSE LAYER (BC)								
				BITUMEN		FILLER (Nature)	AGGREGATE		Mix type	% Bit. cont.	GRADING			MAIN SPECIFICATIONS OR CHECKING		
				Penetrat. (0,1 mm)	Softening R.B. (°C)		Type (Nature)	Fractions (mm)			Passing % (ASTM SIEVE)	Max size mm	Density CDM (g/cm <sup>3</sup> )	Voids VIM (%)	Permeab. K (cm/s)	
N°	Nom	Type of ouvrage	Année achèvement	Caractéristiques des Matériaux				Couche de drainage bitumineuse (BD) Couche de liaison (BC)								
		Bitume		Fines (Nature)	Agregats		Type de mélange	% de bitume	Granulométrie			Spécifications principales ou contrôlées				
		Penetrat. (0,1 mm)	Ramollis sement (°C)		Type (Nature)	Catégories (mm)			Passant en % (tamis ASTM)	Taille max mm	Densité CDM (g/cm <sup>3</sup> )	Vides VIM (%)	Permeab. K (cm/s)			
		N° 200 mm 0,074	N° 10 mm 2,00	N° 4 mm 4,76												
1	SAWTELLE	D	1929	SC 2			Soil									
2	AMECKE	D	1934													
3	THULSFELDER	D	1934	65			CS	LS	40/20-20/10-15/5							
			1967	65			LS	LS	18/12-12/5-5/2-2/0							
4	EL GHARIB	D	1936	20-30			LS	CLS-OS	25/12-12/5-5/0							
5	IRON MOUNTAIN	D	1937	SC 2				Soil								
6	MAGOS	D	1937													
7	TURAWA	D	1937													
8	BOU HANIFIA	D	1938	20-30			LS	CrLS	25/12-12/5 <5							
9	RODI FIESSO	Re	1939	120-150			LS	CrLS	8/5-5/3-3/0-1/0							
10	SCHEVELINGER	D	1940													
11	DREILAGERBACH	D	1950													
12	BALDWIN HILLS	D	1951	60-70						BC	4.5	14	25-35	44-56	19	17.22 High
13	BONNY	Re	1951	40-50												
14	OUED SARNO	D	1952	80-100			LS	CrLS-OS	25/5-13/5-6/0	BD	5	5				
15	GENKEL	D	1952													
16	GLEN ANNE	D	1953	50-60	51			Sand		BC	15	14	96	100	4,76	1,7 16
17	REISACH RABENLEITHE	Re	1953													
18	PERLENBACH	D	1954													
19	IRIL EMDA	D	1954	10-20												
20	MARIA AL LAGO	D	1955	40-50 ; 80-100			LS		16/8-8/3-3/0							
21	HENNE	D	1955						25/15-15/5	BD	5					
22	RIVERIS	D	1955													
23	SAHLIBODEN	Re	1955													
24	PIAND DI PECCIA	Re	1955													
25	WANNA	Re	1956	80-100				CrG	8/3-3/0	BD	Pen B 2,5 kg/m <sup>3</sup>			60		
26	WAHNBACK	D	1956													
27	LOWER STONE CANYON	D	1956	60-70				Crushed stone		BC	4.5	14	25-35	44-56	19	17.22 High
28	CROIX	D	1956													
29	SAFIEN	Re	1956	80-100				CrG	8/3-3/0							
30	SHOTTON	Re	1956	60-70				LS								
31	FIDNNAY (FMM)	Re	1956	120-150			LS	CrG	16/10-10/6-6/3-3/0-1/0							
32	MONTGOMERY	D	1957	50-60					38/12-12/5-5/0							
33	GEESTHACHT	Re	1957	80-120				S) Slate asbestos B) Limestone	15/8-8/3-3/0-0,2/0							
34	EGGEN	Re	1957	120-150			LS	CrG	16/10-10/6-6/3-3/0-1/0							
35	FIDNNAY (GD)	D	1957													
36	ROSSWIESE	Re	1958	73-83	44-49		LS	CrLS	30/12-12/8-8/4-4/0	BC	4			30		

N°	NAME	Type of project	Year of completion	CHARACTERISTICS OF MATERIALS					BITUMINOUS DRAINAGE LAYER (BD) BINDER COURSE LAYER (BC)								
				BITUMEN		FILLER (Nature)	AGGREGATE		Mix. Type	% Bit. cont.	GRADING			MAIN SPECIFICATIONS OR CHECKING			
				Penetrat. (0,1 mm)	Softening R.B. (°C)		Type (Nature)	Fractions (mm)			Passing % (ASTM SIEVE)			Max size mm	Density CDM (g/cm³)	Voids VIM (%)	Permeab. K (cm/s)
						N° 200 mm 0,074			N° 10 mm 2,00	N° 4 mm 4,76							
N°	Nom	Type d'ouvrage	Année achèvement	Caractéristiques des Matériaux					Couche de drainage bitumineuse (BD) Couche de liaison (BC)								
				Bitume		Fines (Nature)	Agrégrats		Type de mélange	% de bitume	Granulométrie			Spécifications principales ou contrôlées			
				Pénétrant (0,1 mm)	Ramollissement (°C)		Type (Nature)	Catégories (mm)			Passant en % (selon ASTM)			Taille max mm	Densité CDM (g/cm³)	Vides VIM (%)	Perméab. K (cm/s)
						N° 200 mm 0,074			N° 10 mm 2,00	N° 4 mm 4,76							
37	CAMPO FRANCO	Re	1958	40-50		LS	25/40-10/5										
38	SCHWARZACH	Re	1958	80		LS-AS	CrLS 18/12-12/8-8/4-4/0-0/1	BC	4,5 5,0	2	18	30	18				
39	PALLAZUIT	Re	1958	80-100		LS	CrG 16/10-10/6-6/3-3/0-1/0										
40	MOTEC	Re	1958	80-100			G 8/3-3/0										
41	MATTSAND	Re	1958														
42	RADDINA	D	1959	50-75	50	LS-HL	CrLS 20/15-15/7-7/3-3/0										
43	VALDURNA	Re	1959	80-100		Natural rock asph. asbestos	15/5-8/6-5/2-2/0	BC	5				15				
44	TALVERA	Re	1959	80-100		Natural rock asph. limestone asbestos	15/5-8/5-5/2-2/0	BC	5				15				
45	VISSOIE	Re	1959	80-100		LS	16/10-10/6-6/3-3/0-1/0	M		0	2	4	60				
46	SIBÉRIE	Re	1959						7	5		60					
47	LEITZACH	Re	1960														
48	MARIENTAL	D	1961														
49	HARDAP	D	1961														
50	FØRSVATN	D	1961	80-100		LS	GS < 16										
51	VILLANDUOVA	Re	1961	60-70													
52	LEAMINGTON	Re	1961	60-70													
53	RIO CARLINO	Re	1962	80-100		LS-HL	LS										
54	BRINDISI	Re	1962	80-100		LS-HL		M BC	5 kg/m³ 8,5	10-14	65-80	90-97	9,5	2,28	5,4	10 <sup>-4</sup>	
55	VIANDEN I	Re	1962														
56	TIERFEHD	Re	1962	80-100		LS	CrG 10/6-6/3-3/0-1/0	M	4,0				30				
57	VENEMO	D	1963	80-100		LS-AS	CrS-GS < 19										
58	VIANDEN II	Re	1963														
59	HIEFLAU	Re	1963	80-100	45-50	LS	LS crushed 3 fractions > 2 2 fractions < 2	BD	3,0				30	1,9			
60	TAUM-SAUK	Re	1963	60-70		LS	Trap Rock										
61	DIESSBACH	D	1964			LS-AS	30/15-15/3-3/0	BD	4,5		23	37	30				
62	KRUTH-WILDENSTEIN	D	1964	60-70		LS	Granite 15/5-12/0-3/0		8,3								
63	KESSENHAMM	D	1964														
64	STEINBACH	D	1964														
65	ZOCCOLO	D	1964	80-100	44-52	LS-AF-AS	Gneiss-micaschist 20/12-12/6-15/6-6/2-6/0-2/0-1/0	BD	2,8 3,5	2	27	40	19,1	2,1	16-18	10 <sup>-3</sup>	
66	SILVERGRUND	D	1964														
67	BIGGE	D	1964	80			12/0										
68	FRIED	D	1964	60-70		LS	CrG 16/10-10/6-6/3-3/0-1/0										
69	ZERMEIGGERN	D	1964	60-70		LS	16/10-10/6-6/3-3/0-1/0										
70	JULSKARET	D	1964	80-100		LS	Crushed stone gravel < 10										
71	ERZHAUSEN	Re	1964	65		LS	Diabas 35/25-25/0-12/5-8/2	BC BD	6 2	8	28 10	48 35	25 35				
72	GLEMS	Re	1964														
73	LINTHAL	Re	1964	80-100		LS	CrG 10/6-6/3-3/0	M	3,0				30				

continus TABLE 2  
suite Tableau 2

N°	NAME	Type of project	Year of completion	CHARACTERISTICS OF MATERIALS					BITUMINOUS DRAINAGE LAYER (BD) BINDER COURSE LAYER (BC)								
				BITUMEN		FILLER (Nature)	AGGREGATE		Mix Type	% Bit cont.	GRADING			MAIN SPECIFICATIONS OR CHECKING			
				Penetrat. (0,1 mm)	Softening R.B. (°C)		Type (Nature)	Fractions (mm)			N° 200 mm 0,074	N° 10 mm 2,00	N° 4 mm 4,75	Max size mm	Density CDM (g/cm <sup>3</sup> )	Voids VIM (%)	Permeab. K (cm/s)
N°	Nom	Type d'ouvrage	Année achèvement	Caractéristiques des Matériaux					Couche de drainage bitumineuse (BD) Couche de liaison (BC)								
				Bitume		Fines (Nature)	Agregats		Type de bitume	% de bitume	Granulométrie			Spécifications principales ou contrôlées			
				Penetrat. (0,1 mm)	Ramolissement (°C)		Type (Nature)	Categories (mm)			N° 200 mm 0,074	N° 10 mm 2,00	N° 4 mm 4,75	Taille max mm	Densité CDM (g/cm <sup>3</sup> )	Vides VIM (%)	Permeab. K (cm/s)
74	ULMBACH	D	1965														
75	VAL D'AMBRA	D	1965	60-80		LS	LS	16/10-10/6/6/3-3/0-1/0	BD	4	5	75	35	20		10 <sup>-5</sup>	
76	HAVNARDAL	D	1965	50-60	130-150	CrLS	Natural rock	15/10-0,2/0,02	BC	5-6				13			
77	EGGBERG	Re	1965														
78	MORAVKA	D	1966	49-55 177-183	47-49 37-55	LS		12/8-8/3-5/0-3/0									
79	OHRA	D	1966														
80	UPPER BLUE RIVER	D	1966														
81	INNERSTE	D	1966														
82	St. CECILE D'ANDORGE	D	1967	60-70		LS		20/10-12/8-8/3-3/0	BC	7,8	10-18	38-46	50-58	20	2,4	7	4x10 <sup>-5</sup>
83	TRAPAN	D	1967	60-70		LS		30/20-15/5-7/3-3/0-2/0	BD	3,6	3	12	25	2			10 <sup>-1</sup>
84	RÖNKHAUSEN	D	1967														
85	KINDARUMA	D	1967														
86	NAGOLD	D	1967														
87	HOMESTAKE	D	1967														
88	SHIROYAMA	D	1967					15/10-10/5-5/2,5									
89	MAGOSAWA	D	1967	60-70	47-56	LS	CrG-CrS	Sand	BD	4,5	2,6	11,8	19,1	30	2,2	7,6	1,2x10 <sup>-1</sup>
90	HASELSTEIN	Re	1967														
91	RÖNKHAUSEN	Re	1967	65		LS	Gran Wacke	11/8-8/5-5/2-2/0	BC	6	2	35	47	12			
92	LIGONCHIO	Re	1967	80-100					BD	3,4	2,4	21,4		19		8,4	0,5x10 <sup>-4</sup>
93	GLEN ELDER	D	1968	50-60		HL											
94	VILLARINO	D	1968														
95	ALMENDRA CII	D	1968														
96	ALMENDRA CIII	D	1968														
97	OTSUMATA	D	1968	60-70	50-56	LS-AS	CrG-CrS	CrG 30/15-15/10-10/5-5/2,5	BD	3,5	2,8		17,7	30	2,1	>20	>1x10 <sup>-1</sup>
98	INNERFRAGANT	Re	1968					CrS 25/0									
99	SENECA	Re	1968	60-70		LS			BD	2-5		5-13	15-25	25			
100	KANAKOV	Re	1968							5-6	10		60				
101	SALAGOU	D	1969	60-70		LS	CrLS	15/5-4/0-0,3/0	BC	5,9	5	40	50	25	2,21-2,25	8,5-10,3	5x10 <sup>-5</sup>
102	MANZANARES EL REAL	D	1969														
103	ALESANI	D	1969	60-70 40-50	68 48	LS	CrLS-DS-CrS	25/15-15/8-8/0-3/0	BC	4,2	4	13	20	22	2,040		10 <sup>-2</sup>
104	SANTILLANA II	D	1969														
105	COO Lower downstream	D	1969	80		LS	CrLS	12/8-8/2-2/0	BC	5,2	3	32	47	18	2,27	5,2	1,5x10 <sup>-3</sup>
106	COO Lower upstream	D	1969	80		LS	CrLS	12/8-8/2-2/0	BC	5,2	3	32	47	18	2,27	5,2	1,5x10 <sup>-3</sup>
107	GRANE	D	1969														
108	PEDU	D	1969	40-50	52-60	C-AS	CrLS-Quartz		BC	5-5,5	0,5	21	38	75			
109	PLAN D'AREM	D	1969	60-70	43-56	LS			BD	3,25	5	7,5	12	20	1,95	30	5x10 <sup>-2</sup>
110	COO Upper	Re	1969	80		LS	CrLS	12/8-8/2-2/0	BC	5,2	3	32	47	18	2,27	5,2	1,5x10 <sup>-3</sup>



N°	NAME	Type of project	Year of completion	CHARACTERISTICS OF MATERIALS				BITUMINOUS DRAINAGE LAYER (BD) BINDER COURSE LAYER (BC)									
				BITUMEN		FILLER (Nature)	AGGREGATE		Mix type	% Bit cont.	GRADING (ASTM SIEVE)			MAIN SPECIFICATIONS OR CHECKING			
				Penetrat. (0,1 mm)	Softening R.B. (°C)		Type (Nature)	Fractions (mm)			N° 200 mm 0,074	N° 10 mm 2,00	N° 4 mm 4,76	Max size mm	Density CDM (g/cm <sup>3</sup> )	Voids VIM (%)	Permeab. K (cm/s)
N°	Nom	Type d'ouvrage	Année achèvement	Caractéristiques des Matériaux				Couche de drainage bitumineuse (BD) Couche de liaison (BC)									
		Bitume		Fines (Nature)	Agregats		Type (Nature)	Catégories (mm)	Type de bitume	% de bitume	Granulometrie			Specifications principales ou contrôles			
		Penetrat. (0,1 mm)	Ramolissement (°C)		Type (Nature)						N° 200 mm 0,074	N° 10 mm 2,00	N° 4 mm 4,76	max mm	Densité CDM (g/cm <sup>3</sup> )	Voids VIM (%)	Perméab. K (cm/s)
111	RIFA	Re	1969	60-70		HL	RS	25/10-10/7 7/3-3/0	BD	4	4	10	18	25	2,3	10	
112	FELDSEE	D	1970	80	50	LS	Dolomit	15/8-8/5-5/3-3/0	BC	4,5	5	40	55	15	2,5	8	1x10 <sup>-6</sup>
113	CARBONNE	D	1970	60-70	43-56	LS		30/0-10/0	BD	3,5	4,5	11	13	22	2,0	30	4x10 <sup>-3</sup>
114	DUNGONNELL	D	1970	60-80	As BS 3690	C-LS	NS-CrS-CrB	38/25-25/12,5-12,5/6,3-6,3/3,1-3,1/0	BD	3,6-4,3		14	18	38,1-40		22,6-24	
115	LEGADADI	D	1970	40-50	52-60	C-AS	CrB-NS	20/6-6/0-3/0-0,3/0	BD	5	4	31	41	18			
116	PONTE LISCIONE	D	1970	60-70		C	CrLS-NS		BD	3	5	16	17	25	2,07	29	
117	RY DE ROME	D	1970	60-70		LS	Porphyry CrS	16/8-8/3 Sand	BD	4,5				16	1,7	30	
118	NIDDA	D	1970	65		LS	LS	18/8-11/8-8/5-5/2	BC	5	4	33	41	18			
119	ABORO	D	1970														
120	LOUKOML	Re	1970														
121	OGLIASTRO	Re	1970	50-60	50	L-S-C	LS-CrB-OS-GS	Max 25-12/8-8/2-5/0-0,6/0,2	BD	3,4			10-15	35			10 <sup>-2</sup>
122	KONUYAMA	D	1971	60-70	50-56	LS-AS	CrLS	30/15-15/10-10/5-5/2,5-2,5/0	BC	7,5	2,8	30-50	45-65	15	2,28	3,6	10 <sup>-4</sup> - 10 <sup>-5</sup>
123	NINGKURA	D	1971	60-80	49	LS-AS	CrB-CrS	25/13-13/5-5/2,5-2,5/0	BD	4,0	0,4	5-20	15-35	25	2,04	20-25	5-7x10 <sup>-1</sup>
124	CERVATOS	D	1971														
125	SCHÖMBACH	D	1971														
126	OBERNAU	D	1971														
127	WURTEN	D	1971	80	50	LS	CrG	25/18-18/12-12/8-8/5-5/2-4/0-1/0	BC	4,5	5	40	55	25	2,5	8	1x10 <sup>-4</sup>
128	RIVER TOWY	Re	1971														
129	HIGASHIFUJI	Re	1971	60-80	47-56	AS	CrG-CrS	30/25-5/0,074	BD	4,0	0,4	10-30	30		2,0	20 ± 3	
130	REFTINSK	Re	1971														
131	SREDNE-OURALSK	Re	1971														
132	IRIKLA	Re	1971														
133	KARMANDVSK	Re	1971														
134	POZA HONDA	D	1971														
135	DORLAY	D	1972	60-70		LS	CrLS	12,5/6,3-8/2-3/0-5/0	BC	4,5					2,083	16,1	1,2x10 <sup>-3</sup>
136	VALEA DE PESTI	D	1972	53-60	50-52	LS-AS	RS-CrS	18/5-15/0-8/5 Sand	BC	5,25	5				2,66	19,8	
137	GUAJARAZ	D	1972														
138	LAUREL CREEK	Re	1972														
139	VALLON DOL	Re	1972	60-70	51	LS	CrLS	25/10-12/8-8/4-4/0-0,6/0,1	BD	3,2	3,5	15	20	20	1,92	24	10 <sup>-1</sup>
140	VALLON DOL	D	1972	60-70	51	LS		25/10-12/8-8/4-4/0-0,6/0,1	BD	3,2	3,5	15	20	20	1,92	24	10 <sup>-1</sup>
141	LUDINGTON	Re	1972														
142	TATARAGI	D	1973	60-80	43-53	LS	Diorite	25/5-20/2,5-13/0,6	BD	4,0	4,0	20-5	35-15	25	1,9	30	10 <sup>-1</sup>
143	MIYAMA	D	1973	60-80	43-53	LS	CrG-CrS	25/20-20/10-10/2,5-1,2/0,07	BD	4,0	1,5	10-24	16-36	25	2,05	19	4x10 <sup>-2</sup>
144	LES ESSERTS	Re	1973	60-70				16/10-10/6-6/3-3/0-1/0	BC	4,0	2,8	20-35	33-55	20	2,3		
145	CHÂTELARD (ESA)	Re	1973														
146	BOSTAL	D	1973	65		LS	Gneiss	18/11-11/8-8/5-5/2-2/0	BC	5	6	35	47	18			
147	REVIN	Re	1973	60-70		LS	CrLS-Sand	20/10-10/6-6/2-2/0-1/0,08	BD	3,2		15		20			> 10 <sup>-1</sup>

N°	NAME	Type of project	Year of completion	CHARACTERISTICS OF MATERIALS					BITUMINOUS DRAINAGE LAYER (BD) BINDER COURSE LAYER								
				BITUMEN		FILLER (Nature)	AGGREGATE		Mix. Type	% Bit cont	GRADING			MAIN SPECIFICATIONS OR CHECKING			
				Penetrat. (0,1 mm)	Softening R.B. (°C)		Type (Nature)	Fractions (mm)			Passing % (ASTM SIEVE)	N° 200 mm	N° 10 mm	N° 4 mm	Max size mm	Density CDM (g/cm <sup>3</sup> )	Voids VIM (%)
N°	Nom	Type d'ouvrage	Année d'achèvement	Caractéristiques des Matériaux					Couche de drainage bitumineuse (BD) Couche de liaison (BC)								
				Bitume		Fines (Nature)	Agregats		Type de mélange	% de bitume	Granulométrie			Spécifications principales ou contrôles			
				Penetrat. (0,1 mm)	*Ramollissement (°C)		Type (Nature)	Catégories (mm)			N° 200 mm	N° 10 mm	N° 4 mm	Taille max mm	Densité CDM (g/cm <sup>3</sup> )	Voids VIM (%)	Permeab. K (cm/s)
148	SELLERO	Re	1973	80-100	44-52	LS C.H.L.A.S		20/12-12/8-8/4-4/0	BC	3,5 4,5	2,5	13-23	22-37	25			
149	NUMAPPARA	Re	1973	60-80	45-53	LS.HL.AS	Cr.G Cr.S	30/15-15/10-10/5-5/2,5-5/0-2,5/0	BD	4,0	3,0		16	30	2,0	20	>1x10 <sup>-1</sup>
150	WALOECK	Re	1973														
151	LATSCHAU	Re	1973	60-70		HL	RS	25/12,5-12,5/8-8/4-4/0	BD	5	6	24	38	25	2,37	10	
152	TURLOUGH HILL	Re	1973	60-70	49	LS.HL	NS-Crushed diorite	35/25-25/12-12/8-8/4-4/0	BD BC	2,9 5,2	2,3 4,5-5,5	13-21 29-35	16-26 40-50	35 18	2,455	3,35	
153	BALAKOV I	Re	1973														
154	GODEY	D	1974	60-70	51	LS	LS	16/10-10/6-6/3-3/0-1/0	BC	4,4	4	18	39	16	2,2	10	
155	HOCHWÜRTEN	D	1974	100	50	LS	Dolomit	25/18-18/12-12/8-8/5-5/2-4/0-1/0	BC	4,5	5	40	55	25	2,5	8	1x10 <sup>-8</sup>
156	GROSS	D	1974	80-100	45-50	LS	Dolomit	15/8-8/5-5/3-3/0	BC	5,1	3,5	25-35	40-50	15	2,3-2,35	6-8	
157	WEHRA	D	1974	50-70		LS	Cr.G	11/8-8/5-5/2-2/0-1/0	BC	4,4	6	32	16	16	2,3	7	
158	WEILERBAD	D	1974	50-70		LS											
159	HORNBERG	Re	1974	50-70		LS	Crushed Morain gravel	16/11-11/8-8/5-5/2-2/0	BC	S) 4,7 B) 4,3	8	32	16	16	2,32	7,0	
160	BALAKOV II	Re	1974														
LANGENPROZELTEN:																	
161	Lower Reservoir	Re	1974	85		LS	LS	32/16-16/11-11/8-8/5-5/2-2/0	BC	S) 6 B) 6	4	35	44	16			
162	Upper Reservoir	Re	1974	65		LS	LS	32/16-16/11-11/8-8/5-5/2-2/0	BC	S) 6 B) 6	4	35	44	16			
163	Retention Reservoir	Re	1974	65		LS	LS	32/16-16/11-11/8-8/5-5/2-2/0	BD	3		12	20	32			
164	GALGENBICHL	D	1975	84	47	LS	Cr.B	12/8-8/5-5/2-2/0	BC	5,1	0	25-44	38-63	18			
165	GÖSS	D	1975	84	47	LS	Cr.B	12/8-8/5-5/2-2/0	BC	5		25-44	38-63	18			
166	KRONENBURG	D	1975			LS											
167	CHÂTELARD (CFF)	D	1976														
168	OSCHENIK	D	1976														
169	FUTABA	D	1977	80-100	46-52	LS	Cr.G-Cr.S	Max 25	BD	4,5	0,4	5-20	15-35	25	2,02	19,9	1x10 <sup>-1</sup>
170	MACKENZIE	D		60-70 80-100		LS											
171	SCOTTS PEACK	D				HL											
172	VALMAYOR	D				C.As	Calizz	40/20-20/15-12/4-4/0-0/0,09	BD		4	12	19	38			
173	EL SIBERIO	D		60-70													
174	NEGRATIN	D		60-80													
175	CATAVERAL	D		40-60													
176	ESTANDA	D															
177	CAÑ SAMADA	D															
178	EL LIMONERO	D															
179	EL SALTADERO	Re															
180	MONTAÑA DE TACO	Re															
181	MONTAÑA GORDA	Re															
182	MONTAÑA MOLINA	Re															

TABLE 3  
Tableau 3

N°	NAME	Type of project	Year of completion	DENSE BITUMINOUS CONCRETE (DBC)							BITUMINOUS SEAL COAT (SC)						
				% Bit cont.	GRADING			Max size mm	MAIN SPECIFICATIONS OR CHECKING			COMPOSITION			NOTES FOR PLACING		
					Passing % (ASTM SIEVE)				Density CDM (g/cm <sup>3</sup> )	Voids VIM (%)	Permeab. K (cm/s)	BITUMEN	FILLER	Asbestos %	Quantity kg/m <sup>2</sup>	Temperat. °C	
					N° 200 mm 0,074	N° 10 mm 2,00	N° 4 mm 4,76										Type
N°	Nom	Type d'ouvrage	Année achèvement	Béton Bitumineux Dense (DBC)							Couche de fermeture (SC)						
			% de bitume	Granulométrie			Taille max mm	Spécifications principales ou contrôlées			Composition			Mise en place			
				Passant en % (tamis ASTM)				Densité CDM (g/cm <sup>3</sup> )	Vides VIM (%)	Permeab. K (cm/s)	Bitume		Fines		Amante %	Quantité kg/m <sup>2</sup>	Temperat. °C
				N° 200	N° 10	N° 4				Type	%	Type	%				
1	SAWTELLE	D	1929	5,1			25								2,3		
2	AMECKE	D	1934														
3	THULSFELDER	D	1934														
			1967														
4	EL GHRIB	D	1936	8	15												
5	IRON MOUNTAIN	D	1937	5,7	4	58	20	10			160-200				2,4		
6	MAGOS	D	1937														
7	TURAWA	D	1937														
8	BOU HANIFIA	D	1938	8	9,7												
9	RODI FIESSO	Re	1939	8,5			8										
10	SCHEVELINGER	D	1940														
11	DREILAGERBACH	D	1950														
12	BALDWIN HILLS	D	1951														
13	BONNY	Re	1951	7,8			13										
14	DUED SARNO	D	1952	8	9												
15	GENKEL	D	1952	8,8	19,6	80,4	8		3						5		
16	GLEN ANNE	D	1953								BE		C				
17	REISACH RABENLEITHE	Re	1953														
18	PERLENBACH	D	1954														
19	IRIL EMDA	D	1954	8	11	51,8	67	25	2,3 2,4	10 <sup>-6</sup> 10 <sup>-10</sup>							
20	MARIA AL LAGO	D	1955	8	10				1° 2,14 1° 1,71	10 <sup>-6</sup>	40-50 80-100	20 80			2,4	170	
21	HENNE	D	1955	8,7 9,2	11,5	84,5	8		3	1x10 <sup>-2</sup> 1/5					3-3		
22	RIVERIS	D	1955														
23	SAHLBODEN	Re	1955														
24	PIANO DI PECCIA	Re	1955														
25	WANNA	Re	1956	7,3	10	57	90	8	2,3	< 7							
26	WAHNBACK	D	1956														
27	LOWER STONE CANYON	D	1956														
28	CROIX	D	1956														
29	SAFIEN	Re	1956	7,3	10	55	88	8	2,31	5,7							
30	SHOTTON	Re	1956								60-70	13	Sand LS	70 17			
31	FIONNAY (FMM)	Re	1956				16										
32	MONTGOMERY	D	1957	8,5	7-15	40-60	55-75	38,1	2,3	2,0							
33	GEESTHACHT	Re	1957						2,3		8-200		Slate Sand 0/1		6		
34	EGGEN	Re	1957	8,8	11	23	88	16	2,34	5							
35	FIONNAY (GD)	D	1957														
36	ROSSWIESE	Re	1958	7,2-9,1		50-65	65-90	12	2,37	< 1,0	1x10 <sup>-7</sup>						

continue TABLE 3  
suite-Tableau 3

N°	NAME	Type of project	Year of completion	DENSE BITUMINOUS CONCRETE (DBC)							BITUMINOUS SEAL COAT (ISC)						
				Bt. cont.	GRADING				MAIN SPECIFICATIONS OR CHECKING			COMPOSITION			NOTES FOR PLACING		
					Passing % (ASTM SIEVE)			Max size mm	Density CDM (g/cm³)	Voids VIM (%)	Permeab. K (cm/s)	BITUMEN		Asbestos %	Quantity kg/m²	Temperat °C	
					N° 200 mm	N° 10 mm	N° 4 mm					Type	%				Type
N°	Num	Type d'ouvrage	Année d'achèvement	Béton Bitumineux Dense (DBC)							Couche de fermeture (ISC)						
				Granulométrie				Spécifications principales ou contrôles			Composition			Mise en place			
				Passant en % (selon ASTM)			Taille max mm	Densité CDM (g/cm³)	Vides VIM (%)	Perméab. K (cm/s)	Bitume		Fines		Amaante %	Quantité kg/m²	Températ °C
				N° 200	N° 10	N° 4					Type	%	Type	%			
37	CAMPO FRANCO	Re	1958														
38	SCHWARZACH	Re	1958	7,5	12	50	75	12	2,3			8 80	50	Sand 0/4	150		2
39	PALLAZUIT	Re	1958														
40	MOTEC	Re	1958	7,6				8									
41	MATTSAND	Re	1958	8,0													
42	RADDINA	D	1959	8,6	11				2,27	0 a 5 atm.							
43	VALDURNA	Re	1959	8,0	8,5			8			85-30	25	Sand 0/1	37,5			
44	TALVERA	Re	1959	8,0	8,5			8			80-100	1:1	Sil. Sand	18,75			
45	VISSDIE	Re	1959					16			85-30	25	Sand 0/1	37,5			
46	SIBÉRIE	Re	1959	10-12	20-5			40			80-100	1:1	Sil. Sand	18,75			
47	LEITZACH	Re	1960														
48	MARIENTAL	D	1961														
49	HARDAP	D	1961														
50	FØRSVATN	D	1961	6,8	7,5	52	65	25	7,9	10 <sup>-4</sup>	Cut back					1,2	130
51	VILLANUDVA	Re	1961								40-50		NRA			1,5	
52	LEAMINGTON	Re	1961	7,5	8,6		32,2				60-70		Sand-LS	71,17			
53	RID CARLIND	Re	1962	8,5*	12-18	62-68	81-91	9,5	2,37	3,9							
54	BRINDISI	Re	1962	8,5	10-14	47-54	68-78	20	2,35	2,5	10 <sup>-3</sup> 10 <sup>-4</sup>	80-100	100				
55	VIANDEN I	Re	1962			65-80	90-97	9,5	2,28		10 <sup>-3</sup> 10 <sup>-4</sup>	S) 25-90 B) 80-100					
56	TIERFEHD	Re	1962	8,5				10									
57	VÉNEMO	D	1963	6,8	14-20	45-55	60-70	19	2,4	0,4	10 <sup>-3</sup>	Cut back					1,7
58	VIANDEN II	Re	1963														
59	HIEFLAU	Re	1963	7,5 8,5	18	56	72	8	2,4	< 1		80-100		LS			
60	TAUM-SAUK	Re	1963	7,5	8-15	43-57	60-80	19	2,5	1,4							
61	DIESSBACH	D	1964	8 8,5	8	51	82	12,5				BE					0,5
62	KRUTH-WILDENSTEIN	D	1964	8,5	16	50	70	13	2,4	3	10 <sup>-4</sup>	BE					0,6
63	KESSENHAMM	D	1964												Yes		
64	STEINBACH	D	1964												Yes		
65	ZOCCOLD	D	1964	7,8 8,5	LS 12 AS 0,5	58	73	12,7	2,4	2,3	10 <sup>-7</sup>	Flintkote	C				1,2
66	SILVERGRUND	D	1964														
67	BIGGE	D	1964	8,8	19,6		80,4	8		3					Yes		
68	FRIED	D	1964					16									
69	ZERMEIGGERN	D	1964					16									
70	JULSKARET	D	1964	8,2	11	63	85	10	2,4 2,5	3,6	10 <sup>-3</sup> 10 <sup>-4</sup>	Cut back					1,7
71	ERZHAUSEN	Re	1964	7	9	50	64	12		< 3		65	27	LS	40	2	4
72	GLEMS	Re	1964														
73	LINTHAL	Re	1964	8,0	11	54	82	10	2,30	4,3	0						

\* 3 cm thickness layer  
\*\* 4 cm thickness layer

continue TABLE 3  
 sur: Tableau 1

N°	NAME	Type of project	Year of completion	DENSE BITUMINOUS CONCRETE (DBC)							BITUMINOUS SEAL COAT (ISC)									
				Bit cont.	GRADING			Max size mm	MAIN SPECIFICATIONS OR CHECKING			COMPOSITION			NOTES FOR PLACING					
					Passing % (ASTM SIEVE)				Density CDM (g/cm <sup>3</sup> )	Voids VIM (%)	Permeab. K (cm/s)	BITUMEN	FILLER	Asbestos	Quantity kg/m <sup>2</sup>	Temperat. °C				
N° 200 mm	N° 10 mm	N° 4 mm						Type	Type											
74	ULMBACH	D	1965																	
75	VAL D'AMBRA	D	1965	8	≥12	≥50	≥75	10		3	10 <sup>-7</sup>									
76	HAVNARDAL	D	1965	6,5				13				BE	50							
77	EGGBERG	Re	1965																	
78	MORAVKA	D	1966	7,7	8,3	56	78	12												
79	OHRA	D	1966																	
80	UPPER BLUE RIVER	D	1966																	
81	INNERSTE	D	1966																	
82	St. CECILE D'ANDORGE	D	1967	8	10-16	44-52	54-62	12	2,4	4	10 <sup>-8</sup>	80-100 88-85/25	20 20	LS	60		3,5		200	
83	TRAPAN	D	1967	7,9	12	44	55	12,5	2,3	3,3	< 10 <sup>-7</sup>									
84	RÖNKHAUSEN	D	1967																	
85	KINDARUMA	D	1967																	
86	NAGOLD	D	1967																	
87	HOMESTAKE	D	1967																	
88	SHIRIYAMA	D	1967																	
89	MAGOSAWA	D	1967	8,5* 7,5** 6,7***	5,9 5,3 2,6	52,6 41,4 26,3	71,7 55,9 39,5	10 20 20	2,16 2,12 2,24	4,3 3,5 2,8	3,3x10 <sup>-7</sup> 1,0x10 <sup>-6</sup>									
90	HASELSTEIN	Re	1967																	
91	RÖNKHAUSEN	Re	1967	7	5	52	66	11		< 3		65	27	LS	40	2	5			
92	LIGONCHIO	Re	1967	7,5 8,5	13,3	58,2		13		4,4,5	0	Flintkote					1			Cold
93	GLEN ELDER	D	1968	12	12-20	95-100	100	4,76	2,17	3,8										
94	VILLARINO	D	1968										38		60	2				
95	ALMENDRA CII	D	1968																	
96	ALMENDRA CIII	D	1968																	
97	OTSUMATA	D	1968	8,5	12,6		76,1	15	2,31	2,5	1x10 <sup>-7</sup>	60-70	37	LS	60	3	>3,5		>160	
98	INNERFRAGANT	Re	1968																	
99	SENECA	Re	1968	7,9,5	10,5, 12,5	57,65	70,80	19				50-60	40-50	LS	50-60	2				
100	KANAKOV	Re	1968																	
101	SALAGDU	D	1969	9,2	11	40	41	15	2,55	2,1	< 5x10 <sup>-10</sup>	60-70	5,2	C/S 0,5 Sand 0,4 15/8	30 20 50		250 kg/m <sup>2</sup> (1)		140	
102	MANZANARES EL REAL	D	1969																	
103	ALESANI	D	1969	8	12,4	48	70	15	2,383	1,5	< 10 <sup>-7</sup>	60-70 88-85-25	20 20	LS	60		3,5		180	
104	SANTILLANA	D	1969																	
105	COO Lower downstream	D	1969	8	20	64	78	12,5	2,32	0,7	< 1x10 <sup>-8</sup>	Mastix							3	
106	COO Lower upstream	D	1969	8	20	64	78	12,5	2,32	0,7	< 1x10 <sup>-8</sup>	Mastix							3	
107	GRANE	D	1969																	
108	PEDU	D	1969	7,8 8,5	12	60	89	19		< 4	< 10 <sup>-7</sup>									
109	PLAN D'AREM	D	1969	7,5	11	43	9	9	2,37	2,5	< 10 <sup>-8</sup>									
110	COO Upper	Re	1969	8	20	64	78	12,5	2,32	0,7	< 1x10 <sup>-8</sup>	Mastix							3	

\* Fine  
 \*\* Dense  
 \*\*\* Coarse  
 (1) compacted by SR 15 kg/cm<sup>2</sup>  
 compacted by SR 15 kg/cm<sup>2</sup>

N°	NAME	Type of project	Year of completion	DENSE BITUMINOUS CONCRETE (DBC)							BITUMINOUS SEAL COAT (SC)								
				% Bit. cont.	GRADING				MAIN SPECIFICATIONS OR CHECKING			COMPOSITION					NOTES FOR PLACING		
					Passing % (ASTM SIEVE)			Max size mm	Density CDM (g/cm <sup>3</sup> )	Voids VIM (%)	Permeab. K (cm/s)	BITUMEN		FILLER			Asbestos %	Quantity kg/m <sup>2</sup>	Temperat. °C
					N° 200 mm	N° 10 mm	N° 4 mm					Type	%	Type	%	%			
N°	Nom	Type d'ouvrage	Année achèvement	Béton Bitumineux Dense (DBC)							Couche de fermeture (SC)								
% de bitume	Passant en % (tamis ASTM)	Taille max mm	Densité CDM (g/cm <sup>3</sup> )	Vides VIM (%)	Permeab. K (cm/s)	Granulométrie			Spécifications principales ou contrôles			Composition			Mise en place				
						N° 200	N° 10	N° 4	Type	%	Type	%	%	Quantité kg/m <sup>2</sup>	Températ. °C				
						N° 200	N° 10	N° 4											
111	RIFA	Re	1969	7,6	10	55	73	16	2,38	2	S1 1x10 <sup>-7</sup> B) 1x10 <sup>-8</sup>								
112	FELDSEE	D	1970	7,7	12	50	65	12	2,5	2	1x10 <sup>-8</sup>								
113	CARBONNE	D	1970	7,8	9	44	60	8,5	2,35	3	10 <sup>-8</sup>								
114	DUNCONNELL	D	1970	7,4-8	9-12	47-55	60-70	25,4	2,43	≤4	≤10 <sup>-7</sup>	60-80	40	LS	60		2,18	127	
115	LEGADADI	D	1970	9,5	21-0,75 AS	63	79	12,7				50	C	47	3	3			
116	PONTE LISCIONE	D	1970	8,4	16	64	70	8		<3	≤10 <sup>-7</sup>								
117	RY DE ROME	D	1970	8,5				16	2,5	<2,5	<10 <sup>-7</sup>	60-70		LS			4		
118	NIODA	D	1970	8	9	44	60	12		<3		8-65	36	LS	62	2	6		
119	ABDŌ	D	1970																
120	LOUKOML	Re	1970	9,0	12			38											
121	DGLIASTRO	Re	1970	8,5 9,5	15-18 *	53-64		12,5	2,35		10 <sup>-8</sup>	50-60	41	LS C DS	17 28 9	5	2,3	210	
122	KONOYAMA	D	1971	9,0	7-13	55-75	65-85	15	2,3	2	5x10 <sup>-7</sup>	40-60	38	LS	60	2	>3,5	>160	
123	NINOKURA	D	1971	8	4-10	32-46	55-75	25	2,45	3	1x10 <sup>-7</sup>	60-80	37	LS	60	3	3	160	
124	CERVATOS	D	1971																
125	SCHÖMBACH	D	1971																
126	OBERNAU	D	1971																
127	WURTEN	D	1971	7,7	12	50	65	12	2,5	2	1x10 <sup>-8</sup>								
128	RIVER TOWY	Re	1971	8 8,5	15	57	67	18	2,35	0,1-0,4		60-70	40	LS	56	4			
129	HIGASHIFUJI	Re	1971	8	6-12	65-78		10	2,35	3	1x10 <sup>-7</sup>	60-80	36	LS	60	4	6,0	160	
130	REFTINSK	Re	1971	9,0	15			25											
131	SREDNE-OURALSK	Re	1971	9,0	15			25											
132	IRIKLA	Re	1971	9,0	15			25											
133	KARMANOVSK	Re	1971	9,0	15			25											
134	POZA HONDA	D	1971																
135	DOORLAY	D	1972	8,2					2,294	3,2	0								
136	VALEA DE PESTI	D	1972	8,5 9,5	20							39	LS	56	5				
137	GUJARAZ	D	1972																
138	LAUREL CREEK	Re	1972																
139	VALLON DOL	Re	1972	8,8	13	47	65	12,5	2,3	2,8	10 <sup>-7</sup>								
140	VALLON DOL	D	1972	8,8	13	47	65	12,5	2,3	2,8	10 <sup>-8</sup>								
141	LUDINGTON	Re	1972																
142	TATARAGI	D	1973	8,75	11-17	50-70	65-85	20	2,4	<2,5	0	88	40	LS	58	2	>3,5		
143	MIYAMA	D	1973	8,5	10-15	59-73	71-85	13	2,3	<3	2x10 <sup>-8</sup>	88	40	LS	58	2	>3,6	190+10	
144	LES ESSERTS	Re	1973	7,7	15	50	80	16	2,35	2,0	0								
145	CHÂTELARD (ESA)	Re	1973																
146	BOSTAL	D	1973	7,0	10	48	67	12		3	0	8-65	35	LS	62	3,0	4	200	
147	REVIN	Re	1973	8,5	12	51	66	10		<4	<5x10 <sup>-8</sup>								

\* Passing mm 0,08

continus TABLE 3  
 suite Tableau 3

N°	NAME	Type of project	Year of completion	DENSE BITUMINOUS CONCRETE (DBC)							BITUMINOUS SEAL COAT (SC)							
				% Bit. cont.	GRADING			Max size mm	MAIN SPECIFICATIONS OR CHECKING			COMPOSITION			NOTES FOR PLACING			
					Passing % (ASTM SIEVE)				Density CDM (g/cm <sup>3</sup> )	Voies VIM (%)	Permeab. K (cm/s)	BITUMEN		FILLER		Asbestos %	Quantity kg/m <sup>2</sup>	Temperat. °C
N° 200 mm	N° 10 mm	N° 4 mm					Type	%	Type	%								
				0,074	2,00	4,76												
N°	Nom	Type d'ouvrage	Année achèvement	Béton Bitumineux Dense (DBC)							Couche de fermeture (SC)							
				% de bitume	Granulometrie			Taille max mm	Spécifications principales ou contrôlées			Composition			Mise en place			
					Passant en % (selon ASTM)				Densité CDM (g/cm <sup>3</sup> )	Voies VIM (%)	Permeab. K (cm/s)	Bitume		Fines		Ambiance %	Quantité kg/m <sup>2</sup>	Températ °C
N° 200	N° 10	N° 4					Type	%	Type	%								
148	SELLERO	Re	1973	7,5 8,5	*	50-60	66-78	15		2,3	5x10 <sup>-7</sup>	Flintkote						
149	NUMAPPARA	Re	1973	8,6	14		57	15	2,3	2,5	1x10 <sup>-8</sup>	60-80	37	LS	57	6	3,5	160
150	WALDECK	Re	1973															
151	LATSCHAU	Re	1973	7,6	10	55	73	16	2,43	1	S) < 1x10 <sup>-8</sup> B) < 1x10 <sup>-7</sup>							
152	TURLOUGH HILL	Re	1973	S) 7,2 B) 6,8	11,5-13,5 11,5-12,5	50-56 50-56	66-76 66-76	12	2,395 2,41	1,3 1,3	1x10 <sup>-9</sup> 1x10 <sup>-9</sup>	60-70	28	LS SS	37 32	3	3	200
153	BALAKOV I	Re	1973															
154	GODEY	D	1974	7,5	13	46	69	12	2,4	<3	1x10 <sup>-9</sup>							
155	HOCHWÜRTE	D	1974	7,7	12	50	65	12	2,5	2	1x10 <sup>-8</sup>							
156	GROSS	D	1974	6,6	13-16	45-50	58-63	15	2,5	0,8-2								
157	WEHRA	D	1974	8,2	16	56		11	2,35	1,6-2,0	0	8-65	32,5	LS	65	2,5	2-3	200
158	WEILERBAD	D	1974															
158	HÖRNBERG	Re	1974	7 7,4	14	50,6		11	2,38	1,6	0	8-80	38	LS	69	3	2-3	180-200
160	BALAKOV II	Re	1974															
LANGENPROZELTEN:																		
161	Lower Reservoir	Ra	1974	7	6	52	68	11		<3,0	0	8-65	36	LS	61	3	4	
162	Upper Reservoir	Re	1974	7	6	52	68	11		<3,0	0	8-65	36	LS	61	3	4	
163	Retention Reservoir	Re	1974	7	6	52	68	11		<3,0	0							
164	GALGENBICHL	D	1975	7,1		45-60	65-80	12,5	2,48	2,2	1x10 <sup>-7</sup>							
165	GÖSS	D	1975	7		45-60	65-80	12,5	2,48	2,2	1x10 <sup>-7</sup>							
166	KRONENBURG	D	1975															
167	CHÂTELARD (CFF)	D	1975															
168	OSCHENIK	D	1976							2	1x10 <sup>-8</sup>							
169	FUTABA	D	1977	8,0	4-10	35-50	55-75	13	2,35	<3	1x10 <sup>-7</sup>	8-8	40	LS	58	2	>3,5	
170	MACKENZIE	D		6,5 8,5	6,5	48	64	19,1										
171	SCOTTS PEACK	D		8	10	58	72	19,1	<2,3	<3								
172	VALMAYOR	D			14-20	48-64	60-70	9-13						C				
173	EL SIBERIO	D																
174	NEGRATIN	D							4		10 <sup>-8</sup>							
175	CATAVERAL	D																
176	ESTANDA	D																
177	CAN SAMADA	D																
178	EL LIMONERO	D																
179	EL SALTADERO	Re																
180	MONTAÑA DE TACO	Re																
181	MONTAÑA GORDA	Re																
182	MONTAÑA MOLINA	Re																

\* 10-14 - Asbestos 0,5-1

TABLE 4  
Tableau 4

N°	NAME	Type of project	Year of completion	CONSTRUCTION METHODS					TEST METHODS				
				Production (t/h)	TEMPERATURES (°C)			Compaction means	JOINT TREATMENT	Mix design	CHECKING ON		
					Mixing	Spreading	Compaction				Material	Mix	Revêtement
N°	Nom	Type d'ouvrage	Année achèvement	Méthode de Construction					Méthodes de Contrôle				
				Production (t/h)	Temperatures (°C)			Moyens de compactage	Traitement des joints	Définition du mélange	Contrôle		
					au mélange	au repandage	au compactage				des matériaux	du mélange	du revêtement
1	SAWTELLE	D	1929										
2	AMECKE	D	1934					SR	No treatment				
3	THÜLSFELDER	D	1934										
	"		1967										
4	EL GHRIË	D	1936					SR					
5	IRON MOUNTAIN	D	1937										
6	MAGOS	D	1937										
7	TURAWA	D	1937										
8	BDU HANIFIA	D	1938										
9	RODI FIESSO	Re	1939					SR	1) 2) 3)				
10	SCHEVELINGER	D	1940										
11	DREILÄGERBACK	D	1950										
12	BALDWIN HILLS	D	1951										
13	BONNY	Re	1951										
14	OUED SARNO	D	1952										
15	GENKEL	D	1952		160-180			VR	2) 3) 5)				Test specimen
16	GLEN ANNE	D	1953		163		82.2	VR		I-C; Flow WA		VIM CnDM	CnMA CnDM VIM
17	REISACH RABENLEITHE	Re	1953										
18	PERLENBACH	D	1954					VP	Over lapping				
19	IRIL EMDA	D	1954					VR-SR					CnMA-CnDM-VIM-Perm-Flax Flow-UC
20	MARIA AL LAGO	D	1955		160	100-130	60-100	VR-SR	1) 3) 2)		Filler Analysis	UMA-VIM	CnMA-VIM-Perm
21	HENNE	D	1955		160-180			VR-VP	2) 3) 5)				Test specimen
22	RIVERIS	D	1955					VR-VP	Bit. paint coal				Test specimen
23	SAHLIBODEN	Re	1955										
24	PIANO DI PECCIA	Re	1955										
25	WANNA	Re	1956	20	180	170	80	SR 6 ton VR 12 ton				UMA-TC	Perm
26	WAHNSACK	D	1956										
27	LOWER STONE CANYON	D	1956					SR 4,5 ton					
28	CROIX	D	1956										
29	SAFIEN	Re	1956		180	170	80	VR					
30	SHOTTON	Re	1956					VR 2,5 ton					
31	FIONNAY (FMM)	Re	1956	30	180	140	130	VR	Hot on hot				
32	MONTGOMERY	D	1957	80	150-160			VR	Hot bitumen spreading	I-C; Perm; Flow Creep; Flex; WA		VIM	
33	GEESTHACHT	Re	1957	S) 25-30 B) 45-50		180		VP				VIM; Perm; VT	Perm
34	EGGEN	Re	1957	30	180	140	130	VR 2,2 ton	Hot on hot				
35	FIONNAY (GD)	D	1957										
36	ROSSWIESE	Re	1958			160		VR	2) 3)	Flow-Perm-CMT	CMT	VIM-Flax	Flow-CnDM



N°	NAME	Type of Project Year of completion	CONSTRUCTION METHODS						TEST METHODS			
			Production (t/h)	TEMPERATURES (°C)			Compaction means	JOINT TREATMENT	Mix design	CHECKING ON		
				Mixing	Spreading	Compaction				Material	Mix	Revetment
N°	Nom	Type d'ouvrage Année achèvement	Méthode de Construction						Méthodes de Contrôle			
			Production (t/h)	Températures (°C)			Moyens de compactage	Traitement des joints	Définition du mélange	Contrôle		
				au mélange	au rependage	au compactage				des matériaux	du mélange	du revêtement
37	CAMPO FRANCO	Re 1958										
38	SCHWARZACH	Re 1958		180	180	> 140	VR		Marsh; Flow; CnDM; VIM Perm: CMT	CMT	UMA; Marsh; VIM; CnDM; TC	CnMA; VIM CnDM; TC
39	PALLAZUIT	Re 1958	30	180	140	130	VR	Hot on hot				
40	MOTEC	Re 1958		155			VR 1,7 ton					
41	MATTSAND	Re 1958										
42	RADDINA	D 1959		170-190		110-140	VR	Cutting	Flex; Flow; AD			
43	VALDURNA	Re 1959					SR VR	2) 3)				
44	TALVERA	Re 1959					SR VR	2) 3)				
45	VISSOIE	Re 1959	30	180	140	130	VR 1,6 ton	Hot on hot				
46	SIBÉRIE	Re 1959					SR					
47	LEITZACH	Re 1960										
48	MARIENTAL	D 1961					VR	Bit. paint coat				Test specimen
49	HARDAP	D 1961										
50	FØRSVATN	D 1961				70-145	VR					CnDM; VIM; GBC
51	VILLANUOVA	Re 1961										
52	LEAMINGTON	Re 1961					VR 1,25 ton					
53	RIO CARLINO	Re 1962							UC-FT-Marsh- Perm	CMT-AT	Flow-UMA	CnDM-VIM- Perm
54	BRINDISI	Re 1962					VR SR		Flow-Marsh- UC-IC-Perm	CMT	Flow-UMA	Perm-CnDM- VIM
55	VIANDEN I	Re 1962										
56	TIERFEHD	Re 1962	50	165	145	130	VR	Hot on hot				
57	VENEMO	D 1963	40	170-190		130-170	VR	Ruber asphalt				CnDM-VIM- GBC
58	VIANDEN II	Re 1963										
59	HIEFLAU	Re 1963	60	> 180	> 160	> 160	VR	5)	Perm-Flow- Marsh	CMT	TC-CnDM-VT- Perm-UMA	Perm-in situ
60	TAUMSAUK	Re 1963										
61	DIESSBACH	D 1964					VR	Pre-treatment with bitu- minous emulsion	TC	Sand equivalent Grading	TC	Perm
62	KRUTH-WILDENSTEIN	D 1964		200	140-190	> 120	SR	Pre-treatment with bitumen	Perm-Marsh-IC- Flow-Flex		IC-Perm-Flow	Perm
63	KESSENHAMM	D 1964					VR	Welding 5)				VT
64	STEINBACH	D 1964					VR	Welding 5)				VT
65	ZOCCOLO	D 1964	40-60	160-180	BC 120 DBC 150	BC 100 DBC 110-130	VR 1,3 ton	1) 3) 2) Bit. 180-200 5)	HT-Perm-Marsh Flow-Flex-AD UC-FT		UMA-Marsh-Perm- Flow-Flex	Perm in situ
66	SILVERGRUND	D 1964										
67	BIGGE	D 1964		160-180			VR	2) 3) 5)				VT
68	FRIED	D 1964	40	180	140	130	VR	Hot on hot				
69	ZERMEIGGERN	D 1964	40	180	140	130	VR	Hot on hot				
70	JULSKARET	D 1964	4	190		140	VR	Cut-back with blown bit.				Perm
71	ERZHAUSEN	Re 1964	20-60				VR	2) 5)	Flow-Marsh- VIM Perm		UMA	
72	GLEMS	Re 1964					VR	5)				VT
73	LINTHAL	Re 1964	15	150	140	60-120	VR 1,6 ton	Hot on hot				

continue TABLE 4  
suite Tableau 4

N°	NAME	Type of project Year of completion	CONSTRUCTION METHODS						TEST METHODS			
			Production (t/h)	TEMPERATURES (°C)			Compaction means	JOINT TREATMENT	Mix design	CHECKING ON		
				Mixing	Spreading	Compaction				Material	Mix	Revetment
N°	Nom	Type d'ouvrage Année achèvement	Méthode de Construction					Méthodes de Contrôle				
			Production (t/h)	Températures (°C)			Moyens de compactage	Traitement des joints	Définition du mélange	Contrôle		
				au mélange	au répandage	au compactage				des matériaux	du mélange	du revêtement
74	ULMBACH	D 1965					VR	Welding 5)				VT
75	VAL D'AMBRA	D 1965	60	180±10	≥ 140	130	VR	Hot on hot		CMT AD-HT	Flow-Perm-Flex-VIM Marsh	Flow-Perm-VIM
76	HAVNARDAL	D 1965					VR					
77	EGGBERG	Re 1965					VR	5)				
78	MORAVKA	D 1966		180	140	100	VR		CMT HT Marsh Flow-Triax-WT			Perm
79	OHRA	D 1966										
80	UPPER BLUE RIVER	D 1966										
81	INNERSTE	D 1966					VR	Welding 5)				VT
82	St. CECILE D'ANDORGE	D 1967	30	180	140	> 120	VR	1) 3) 2) bit. 60-70 5)	CMT Perm Marsh-Flow- Flex-VT	CMT	TC	Perm
83	TRAPAN	D 1967					VR SR	2) 3)		CMT	UMA	CnDM-Perm-VIM
84	RÖNKHAUSEN	D 1967					VR	Welding 5)				VT
85	KINDARUMA	D 1967										
86	MAGOLD	D 1967					VR	Welding 5)				VT
87	HOMESTAKE	D 1967										
88	SHIROYAMA	D 1967										
89	MAGOSAWA	D 1967	30	160-175	150-160	95-120	VR	Treatment with hot bitumen	CMT Marsh Triax AD CnDM	CMT	UMA Marsh CnDM VIM	CnDM
90	HASELSTEIN	Re 1967										
91	RÖNKHAUSEN	Re 1967	25-60					5)	Flow-Marsh- VIM		UMA	
92	LIGONCHIO	Re 1967						2) 3) 1R	Marsh-Flow- VIM Perm			
93	GLEN ELDER	D 1968								CnDM-I-C Creep-WA		
94	VILLARINO	D 1968										
95	ALMENDRA CII	D 1968										
96	ALMENDRA CIII	D 1968										
97	OTSUMATA	D 1968	30	180±15	> 130	> 110	VR	1) Hot bitumen 2) 3)	CMT Marsh Triax-Flow AD CnDM Flex FT	CMT	UMA Marsh Perm Flow-Triax-TC CnDM	VT Perm-tot CnDM-CnMA VIM-TC
98	INNERFRAGANT	Re 1968										
99	SENECA	Re 1968	190	160		110			Marsh-VIM		IC	CC
100	KANAKOV	Re 1968					SR					
101	SALAGOU	D 1969	30	180-200	150-200	> 130	VT VR	1) 2) BE	AD-UC-VIM- CnDM-Flow CMT	CMT	UMA	CnDM-Perm
102	MANZANARES EL REAL	D 1969										
103	ALESANI	D 1969	35	190-210	180-200	120-135	VR 1,5 ton	Cold 2) Bit. matrix		CMT	Marsh-Perm	VIM-CnDM- CnMA
104	SANTILLANA II	D 1969										
105	COO Lower downstream	D 1969	30	180	160	120	VR	3) 1R 5)	CMT CnDM VIM Flow	CMT	UMA VIM Perm-TC	Perm-VT
106	COO Lower upstream	D 1969	30	180	160	120	VR	3) 1R 5)	CMT CnDM VIM Flow	CMT	UMA-VIM-Perm-TC	Perm-VT
107	GRANE	D 1969					VR	Welding 5)				VT
108	PEDU	D 1969	30	Max 190	> 140	> 100	VR	1) 3) 2) Hot Bit.	Triax		UMA Marsh-CnDM VIM Perm-Flow	VT
109	PLAN D'AREM	D 1969	40	180	160	140	SR			IC Marsh-Flow- Flex-UC	UMA	VIM CnMA CnDM-Perm-AD
110	COO Upper	Re 1969	30	180	160	120	VR	2) 5) At special joint	CMT CnDM Flow VIM	CMT	UMA VIM Perm-TC	Perm

N°	NAME	Type of project	Year of completion	CONSTRUCTION METHODS						TEST METHODS			
				Production (t/h)	TEMPERATURES (°C)			Compaction means	JOINT TREATMENT	Mix design	CHECKING ON		
					Mixing	Spreading	Compaction				Material	Mix	Revetment
N°	Num	Type d'ouvrage	Année d'achèvement	Méthode de Construction						Méthodes de Contrôle			
				Production (t/h)	Températures (°C)			Moyens de compactage	Traitement des joints	Définition du mélange	Contrôle		
					au mélange	au répandage	au compactage				des matériaux	du mélange	du revêtement
111	RIFA	Re	1969		170	150		VR	3) 2) 5) At special joint	Flow	CnDM	Marsh-VIM	VT
112	FELDSEE	D	1970		190	180	175	VR	2) 3)		CMT	Flow-Flex-UMA	Perm-VIM-CnDM
113	CARBONNE	D	1970	40	180	160	140	SR			IC-Marsh-Flow-Flex-UC	UMA	VIM-CnMA-CnDM-Perm-AD
114	DUNGONNELL	D	1970	60	162-190	>174	>87	VR	2) 3) Infrared 5)	Marsh-AD	CMT	UMA-Marsh-Flow-CDM-VIM-Perm	Perm
115	LEGADADI	D	1970	40	190	160±20		VR 75	1) 2) 3) Infrared 5)			UMA-CnDM-VIM	VT
116	PONTE LISCIONE	D	1970	40	180	160		VR	1) 2) 3) Infrared 5)	Marsh-AD-CnDM-CMT			VT-STS-Perm
117	RY DE ROME	D	1970	20	<200		120	VR	3) IR 5)		CMT	CnDM-VIM	VT-Perm-Flow
118	NIDDA	D	1970	20				VR	5)	Flow-Marsh			VT
119	ABONO	D	1970										
120	LOUKOML	Re	1970					SR					
121	OGIASTRO	Re	1970				140-180	VR 1,3 4 t		Marsh-Perm			Marsh-Perm-Flow-VIM-VT
122	KONOYAMA	D	1971	40	160	120	110	VR	2) 3)		CMT	UMA-Flex-Perm-Flow-Triax-Marsh	VT-Perm-AT-TC-VIM in situ
123	NINOKURA	D	1971	30	160-200	50-160	110	VR	2) 3)				CnDM-TC-VT
124	CERVATOS	D	1971										
125	SCHÖMBACH	D	1971										
126	OBERNAU	D	1971					VR	5)				
127	WURTEN	D	1971	25	190	180-175	175	VR	2) 3)		CMT	UMA-Flow-Flex	CnDM-VIM-Perm
128	RIVER TOWY	Re	1971					VR	IR 5)			CMT-VIM	Perm-spot tests with Vacuum rig
129	HIGASHIFUJI	Re	1971	60	175	165	120	SR	2) 3)	Marsh-Flow-Perm-CnDM-CnMA-IC	CMT	Marsh-TC	CnDM-Perm-TC-VT-CnMA
130	REFTINSK	Re	1971					SR					
131	SREDNE-DURALSK	Re	1971					SR					
132	IRIKLA	Re	1971					SR					
133	KARMANDVSK	Re	1971					SR					
134	POZA HONDA	D	1971										
135	DORLAY	D	1972	40	170-180	120-130	110-120				CMT	CMT-Perm-UMA	Flex-Flow
136	VALEA DE PESTI	D	1972	35	160-180			VR 0,8 4,5 t				UMA-TC	Perm in situ
137	GUAJARAZ	D	1972										
138	LAUREL CREEK	Re	1972										
139	VALLON DOL	Re	1972	120	180		145	SR-VT	1) 2) 3)		CMT	CMT-TC	CnDM-Perm-VIM
140	VALLON DOL	D	1972	120	180		145	SR-VT	1) 3) 2)		CMT	UMA	CnDM-Perm-VIM
141	LUDINGTON	Re	1972										
142	TATARAGI	D	1973	60	BD 160±10 BC 180±10	130	>110	VR	1) 2)	Flex-CMT-Marsh-Flow	CMT-TC	UMA-Perm-Flow-Marsh-Triax	VT-R1
143	MIYAMA	D	1973	60	170-190	160	>110	VR	1) 3)	Marsh-Flow-Perm-CnDM-CnMA-IC	CMT	Marsh-TC	CnDM-Perm-TC-VT-CnMA
144	LES ESSERTS	Re	1973	60	160	155	130	VR	Hot on hot				
145	CHÂTELARD (ESA)	Re	1973										
146	BOSTAL	D	1973	30				VR	5)	Flow-Marsh		UMA	VT
147	REVIN	Re	1973	90	185-195	170	120-140	SR	1) 2) 3)		TC CMT	TC-UMA	TC-Perm-CnDM-CC

N°	NAME	Type of project Year of completion	CONSTRUCTION METHODS					TEST METHODS				
			Production (t/h)	TEMPERATURES (°C)			Compaction means	JOINT TREATMENT	Mix design	CHECKING ON		
				Mixing	Spreading	Compaction				Material	Mix	Revetment
N°	Nom	Type d'ouvrage Année achèvement	Méthode de Construction					Méthodes de Contrôle				
			Production (t/h)	Temperatures (°C)			Moyens de compactage	Traitement des joints	Definition du mélange	Contrôle		
				au mélange	au repandage	au compactage				des matériaux	du mélange	du revêtement
148	SELLERO	Ra 1973		170	130	120	VR	1) 2) 3) 5)	CMT-Marsh-Perm-Flow		UMA-Perm-Marsh-Flow	CnMA-Perm-Perm/Flow-Marsh-Flow
149	NUMAPPARA	Ra 1973	60-120	180±15	130	110	SR	3) 2) 5)	Marsh-Flow-Perm-Triax-AD-CnDM-CMT-Flex-FT-IC	CMT	TC-UMA-Marsh-CDM	VT-TC
150	WALDECK	Ra 1973										
151	LATSCHAU	Ra 1973		170	150			3) 2) 5) et special joint	Flow	CnDM	Marsh-VIM	VT
152	TURLOUGH HILL	Ra 1973	70	180	160	130-160	SR-VR	1) 3) 5)	CMT-Marsh-VIM		UMA-Marsh-VIM	VT-CC-Marsh
153	BALAKOV I	Ra 1973					SR-VR					
154	GODEY	D 1974	25	180±10	165	130	VR 4,5 ton	1) 2) 3) 4)	CMT-CDM-Perm-Flow-VIM-AD	CMT	UMA-TC	VT-CMA-TC-VIM
155	HOCHWÜRTEN	D 1974	20	190	175-180	175	VR	2) 3)	Flow-VIM	CMT	Flex-Flow-UMA	Perm-VIM-CnDM
156	GROSS	D 1974		170-190	150-170	120-160	VR	2) 3) 5)	Flow-VIM	CMT-AD	Flex-UMA-Flow-UC	Perm-VIM-CnDM
157	WEHRA	D 1974	20	190	170	130	VR	5)	Flow-Marsh		UMA	VT
158	WEILERBAD	D 1974										
159	HORNBERG	Ra 1974	50	180	170	120-170	VR 4,8 ton			CMT	UMA	VT
160	BALAKOV II	Ra 1974					SR-VR					
LANGENPROZELTEN:												
161	Lower Reservoir	Ra 1974	S) 60 B) 40				SR-VR	5)	Flow-VIM-Marsh	CMT	UMA	VT
162	Upper Reservoir	Ra 1974	S) 60 B) 40				SR-VR	5)	Flow-VIM-Marsh	CMT	UMA	VT
163	Retention Reservoir	Ra 1974	S) 60 B) 40				SR-VR	5)	Flow-VIM-Marsh	CMT	UMA	VT
164	GALGENBICHL	D 1975		180	130	120	VR	1) - 5)	Flow-Perm-CMT-Marsh-Flow	CnMA	Marsh-VIM	Perm (VT), CnDM, Flow
165	GÖSS	D 1975		180	130	120	VR	1) - 5)	CMT-Marsh-Flow	CnDM-CnMA	Marsh	VT-VIM-Flow-CnDM
166	KRONENBURG	D 1975										
167	CHÂTELARD (CFF)	D 1976										
168	OSCHENIK	D 1976										
169	FUTABA	D 1977	40	140-160	135-145	>110	VR	1) 3)	Flow-CMT-Marsh-Perm-Triax-Marsh-Flow-Flex-Perm-WT-VT	CMT	UMA-Marsh	CnDM-VIM-Perm in situ
170	MACKENZIE	D								CMT		
171	SCOTTS PEACK	D	>70	176	>150	>105		1) 2) Hot bitumen			UMA-Marsh-CnDM	VT
172	VALMAYOR	D										
173	EL SIBERID	D										
174	NEGRATIN	D										
175	CATAVERAL	D										
176	ESTANDÁ	D										
177	CAN SAMADA	D										
178	EL LIMONERO	D										
179	EL SALTADERO	Ra										
180	MONTAÑA DE TACO	Ra										
181	MONTAÑA GORDA	Ra										
182	MONTAÑA MOLINA	Ra										

TABLE 5  
Tableau 5

N°	NAME	Type of project	Year of completion	REMARKS	
N°	NOM	Type d'ouvrage	Année achèvement	REMARQUES	
1	SAWTELLE	D	1929	Mix-in-place liner	Revetement mélangé in place
2	AMECKE	D	1934	Tackcoat cut-back with 25% 10-20 pen. grades bitumen	Tackcoat avec cut-back contenant 25% de bitume de pénétration 10-20.
3	THÜLSFELDER	D	1934	a) Stones grouted with bituminous mastix b) 3 layers bitumen penetration Macadam	a) Pierres colmatées avec mastic bitumineux b) 3 couches de Macadam à pénétration de bitume
	"		1967	Area b) covered by a new type B structure	Area b) a été recouverte par une structure de type B
4	EL GHRIB	D	1936	Tackcoat between two DBC layers: hot 20-30 pen. grades bitumen	Tackcoat entre deux couches DBC: bitume de pénétration chaud 20-30.
5	IRON MOUNTAIN	D	1937	Mix-in-place liner	Revetement mélangé in place
6	MAGOS	D	1937		
7	TURAWA	D	1937		
8	BOU HANIFIA	D	1938		
9	RODI FIESSO	Re	1938		
10	SCHEVELINGER	D	1940		
11	DREILÄGERBACH	D	1950		
12	BALDWIN HILLS	D	1951	Porous bituminous mix liner on impervious soil	Revetement en mélange bitumineux poreux sur fond imperméable
13	BONNY	Re	1951		
14	OUED SARNO	D	1952	Hand spreading	Répandage à la main
15	GEMKEL	D	1952	Thickness of sand mastix was too great	L'épaisseur de mastic bitumineux était trop grande
16	GLENN ANNE	D	1953	1968: Application of SC	1968: Application de SC
17	REISACH RABENLEITHE	Re	1953		
18	PERLENBACH	D	1954		
19	IRIL EMDA	D	1954		
20	MARIA AL LAGO	D	1955	Hand spreading; the uncorrect graded mix (lacking of medium) caused some difficulties in spreading	Répandage à la main; le mélange avec granulométrie incorrecte (manque de medium) causa quelques difficultés au repandage.
21	HENNE	D	1955	Cracks treated by heating and compaction through heated plates. After treatment cracks reopened.	Fissures traitées par chauffage et compactage par des plaques chauffées. Après le traitement les fissures se sont rouvertes.
22	RIVERIS	D	1955		
23	SAHLBODEN	Re	1955		
24	PIANO DI PECCIA	Re	1955		
25	WANNA	Re	1956		
26	WAHNBACK	D	1956		
27	LOWER STONE CANYON	D	1956	Porous bituminous mix liner on impervious soil	Revetement en mélange bitumineux poreux sur fond imperméable
28	CROIX	D	1956		
29	SAFIEN	Re	1956	Road finishing machine on the bottom - Manual spreading on the edges.	Machine pour le finissage sur le fond. Répandage à la main sur les bords.
30	SHOTTON	Re	1956	Road finishing machine on the bottom - Manual spreading on the edges.	Machine pour le finissage sur le fond. Répandage à la main sur les bords.
31	FIONNAY (FMM)	Re	1956		
32	MONTGOMERY	D	1957		
33	GEESTHACHT	Re	1957	It would be better to have a subbase and filter large between sand dam and flow and blanket.	Il serait mieux d'avoir une sous-couche et filtre larges entre le barrage le débit et la couche.
34	EGGEN	Re	1957		
35	FIONNAY (GD)	D	1957		
36	ROSSWIESE	Re	1958		

N°	NAME	Type of project Year of completion	REMARKS	
N°	NOM	Type d'ouvrage Année achèvement		REMARQUES
37	CAMPO FRANCO	Re 1958	The high content of bitumen and the ambient temperature have suggested to use 40-50 bitumen. The surface course thus obtained has essentially protective and not impermeability function.	La haute teneur en bitume et la température ambiante ont suggéré d'employer bitume 40-50. La couche de surface ainsi obtenue a une fonction essentiellement protectrice pas d'étanchéité.
38	SCHWARZACH	Re 1958		
39	PALLAZUIT	Re 1958		
40	MOTEC	Re 1958		
41	MATTSSAND	Re 1958		
42	RADDINA	D 1959	Shear test on separation plane between PCC-DBC $\tau = 0,2 \text{ kg/cm}^2$	(*) Essai au cisaillement sur le plane de separation entre PCC-DBC $\tau = 0,2 \text{ kg/cm}^2$ (*)
43	VALDURNA	Re 1959		
44	TALVERA	Re 1959		
45	VISSOIE	Re 1959		
46	SIBÉRIE	Re 1959		
47	LEITZACH	Re 1960		
48	MARIENTAL	D 1961		
49	HARDAP	D 1961		
50	FØRSVATH	D 1961	Some leakage due to high air porosity, i. a. high permeability	Quelques fuites dues à la haute porosité à l'air, c'est-à-dire haute perméabilité.
51	VILLANUOVA	Re 1961		
52	LEAMINGTON	Re 1961	Mixing plant at 32 km. Road finish machine on the bottom. Manual spreading on the edges.	Mélangeur à 32 km. Machine pour le finissage sur le fond. Repandage à la main sur les bords.
53	RIO CARLINO	Re 1962	20/30 rounded aggregates were pretreated with acid BE (80-100 kg/m <sup>3</sup> ). Some saggings at the seal (B 80-100).	Agrégats arrondis 20/30 furent préalablement traités avec acid BE (80-100 kg/m <sup>3</sup> ). Quelques écoulements à l'étanchéité (B 80-100).
54	BRINOISI	Re 1962	Adhesion coat between the two layers; hot bitumen (1 kg/m <sup>2</sup> ). Saggings at the seal. Application of lime-wash and vinyl (1,5 kg/m <sup>2</sup> ).	Traitement d'adhésion entre les deux couches, bitume chaud (1 kg/m <sup>2</sup> ). Écoulements à l'étanchéité. Application d'enduit et vinyle (1,5 kg/m <sup>2</sup> ).
55	VIANDEN I	Re 1962		
56	TIERFEHD	Re 1962		
57	VENEMO	D 1963	After 1 year: excess cut-back sliding on the slope. Some blisters.	Après un an: glissement du cut-back en excès sur la pente. Quelques cloques.
58	VIANDEN II	Re 1963		
59	HIEFLAU	Re 1963	Negligible losses after water-loading test.	Pertes négligeables après l'essai de mise en charge.
60	TAUMSAUK	Re 1963		
61	DIESSBACH	D 1964		
62	KRUTH-WILDENSTEIN	D 1964		
63	KESSENHAMM	D 1964		
64	STEINBACH	D 1964		
65	ZOCCOLO	D 1964		
66	SILVERGRUND	D 1964		
67	BIGGE	D 1964		
68	FRIED	D 1964		
69	ZERMEIGGERN	D 1964		
70	JULSKARET	D 1964	After 1 year: haircracks	Après un an: fissures capillaires.
71	ERZHAUSEN	Re 1964	Inspection gallery impermeable	Galerie de visite imperméable.
72	GLEMS	Re 1964	Cavities areas excavating 2 m replacing and compacting in 2 layers reinforcement with Trevira mat	Zones de cavités: 2 m d'excavation remplacement et compactage en 2 couches renforcées avec "Trevira mat".
73	LINTHAL	Re 1964		

(\*) Deformation crack at 1<sup>st</sup> water-loading

El.	$\Delta x$	$\Delta y$
806	6,1	9,9
813	29,8	18,5

N°	NAME	Type of project	Year of completion	REMARKS	
N°	NOM	Type d'ouvrage	Année achèvement		REMARQUES
74	ULMBACH	D	1965		
75	VAL D'AMBRA	D	1965		
76	HAVNARDAL	D	1965		
77	EGGBERG	Re	1965	Inspection gallery	Galerie de visite.
78	MORAVKA	D	1966		
79	OHRA	D	1966		
80	UPPER BLUE RIVER	D	1966		
81	INNERSTE	D	1966		
82	S. CECILE D'ANDORGE	D	1967	The facing is constantly exposed to very hard weather conditions.	Le revêtement est exposé en permanence à des conditions climatiques les plus sévères.
83	TRAPAN	D	1967		
84	RÖNKHAUSEN	D	1967		
85	KINDARUMA	D	1967		
86	NAGOLD	D	1967	A block of toe wall was lifted by grounding cracks; subsequently it was covered with plastic sheet.	Un bloc de la paroi de pied fut surélevé par injection des fissures; ensuite il avait été revêtu de feuilles plastiques.
87	HOMESTAKE	D	1967		
88	SHIROYAMA	D	1967		
89	MAGOSAWA	D	1967	The earthquakes in March 1966 caused a crack on the slope of dam. In June 1966 a heavy storm occurred and raised water level of the reservoir with made the dam suffer from blow out failure by piping. In repairing the dam earth was compacted where blowouts occurred and bituminous concrete was placed on the upstream slope of the dam. Repairing works were completed in 1967.	Les tremblements de terre en Mars 1966 causèrent une fissure sur la pente du barrage. Le mois de Juin 1966 il y eut un fort orage qui éleva le niveau d'eau du réservoir causant un écoulement par éclatement de la conduite. Pendant la réparation du barrage la terre fut compactée où les éclatements eurent lieu et du béton bitumineux fut placé sur la pente amont du barrage. Les travaux de réparation furent achevés en 1967.
90	HASELSTEIN	Re	1967		
91	RÖNKHAUSEN	Re	1967		
92	LIGONCHIO	Re	1967		
93	GLEN ELDER	D	1968		
94	VILLARINO	D	1968		
95	ALMENDRA CII	D	1968		
96	ALMENDRA CIII	D	1968		
97	OTSUMATA	D	1968		
98	INNERFRAGANT	Re	1968		
99	SENECA	Re	1968		
100	KANAKOV	Re	1968		
101	SALAGOU	D	1969		
102	MANZANARES EL REAL	D	1969	The multi-layer revetment is connected to a large thickness (1,25 m) diaphragm built of bituminous macroconglomerate incorporated in the cofferdam. "Blinding" and levelling course consist of 20/40 siliceous-calcareous crushed rock with bitumen impregnation. The levelling rests on 80/250 crushed basalt which in its turn fills up the voids between the large basalt blocks of structure.	Le masque multi-couches est raccordé à un diaphragme de grande épaisseur (1,25 m) construit en macro-béton bitumineux incorporé au batardeau. Le "blinding" et la couche de finition-colmatage consistent en roches concassées silico-calcaire 20/40 avec impregnation au bitume. La couche de finition-colmatage repose sur basalte concassé 80/250, qui à son tour comble les vides entre les grands blocs de basalte de l'ouvrage.
103	ALESANI	D	1969		
104	SANTILLANA II	D	1969		
105	COO Lower downstream	D	1969	Negligible losses after water loading test.	Pertes négligeables après l'essai de charge d'eau.
106	COO Lower upstream	D	1969	Negligible losses after water loading test.	Pertes négligeables après l'essai de charge d'eau.
107	GRANE	D	1969		
108	PEDU	D	1969		
109	PLAN D'AREM	D	1969		
110	COO Upper	Re	1969	Negligible losses after water loading test.	Pertes négligeables après l'essai de charge d'eau.

N°	NAME	Type of project Year of completion	REMARKS	
N°	NOM	Type of ouvrage Année de revêtement		REMARQUES
111	RIFA	Re 1969		
112	FELDSEE	D 1970		
113	CARBONNE	D 1970		
114	DUNGONNELL	D 1970	See Institution of Civil Engineers Proceedings March 1972 "The Asphaltic Lining of Dungonnell Dam" and November 1972 discussion.	Voir "Institution of Civil Engineers Proceedings" Mars 1972 "The Asphaltic lining of Dungonnell dam" et la discussion de Novembre 1972.
115	LEGADADI	D 1970		
116	PONTE LISCIONE	D 1970		
117	RY DE ROME	D 1970		
118	NIDDA	D 1970		
119	ABORO	D 1970		
120	LOUKOML	Re 1970		
121	OGLIASTRD	Re 1970	A double layer about 6 cm thickness and 6 m large, treated with glass fiber tissue, connect the revetment to concrete cofferdam.	Une double couche de 6 cm d'épaisseur et 6 m de large environ traitée avec toile de verre raccorde le revêtement au batardeau en béton.
122	KONUYAMA	D 1971		
123	NINOKURA	D 1971		
124	CERVATOS	D 1971		
125	SCHOMBACH	D 1971		
126	OBERNAU	D 1971		
127	WURTEN	D 1971		
128	RIVER TOWY	Re 1971	Two permeable areas found on test. Reheated recompacted and recoated seal coat - losses negligible after treatment.	Deux zones perméables trouvées par essai. Couche de protection réchauffée recompactée et enduite de nouveau. Pertes négligeables après traitement.
129	HIGASHIFUJI	Re 1971		
130	REFTINSK	Re 1971		
131	SREDNE-OURALSK	Re 1971		
132	IRIKLA	Re 1971		
133	KARMANOVSK	Re 1971		
134	POZA HONDA	D 1971		
135	DORLAY	D 1972	Seal coat made in three months with some stoppings for: mixing plant regulation, weather. Some difficulties to obtain a stable compaction temperature (Optimum value 110°C). Some areas of irregular width needed hand spreading.	Masque d'étanchéité exécuté en 3 mois avec quelques interruptions pour: réglage de la centrale d'engobés, intempéries. Difficultés à obtenir une température de compactage constante dont la valeur optimale s'est révélée être de 110 °C. Des bandes de largeur non constante ont nécessité le répandage à la main.
136	VALLEA DE PESTI	D 1972		
137	GUAJARAZ	D 1972		
138	LAUREL CREEK	Re 1972		
139	VALLON DOL	Re 1972		
140	VALLON DOL	D 1972	Total leakage: 1.5 l/s.	Débit de fuite total: 1.5 l/s.
141	LUDINGTON	Re 1972		
142	TATARAGI	D 1973		
143	MIYAMA	D 1973		
144	LES ESSERTS	Re 1973		
145	CHÂTELARD (ESA)	Re 1973		
146	BOSTAL	D 1973		
147	REVIN	Re 1973	Entries generally correspond to specifications, not to actual values, especially as regards spreading temperature and permeability. 849 core borings have been sampled.	Les données ci-dessus correspondent le plus souvent aux prescriptions. Les valeurs réelles ont été bien au-delà des limites imposées particulièrement pour les températures de mise en place et la perméabilité (et compacté). On a effectué 849 carottages dans le noyau pour prélever des échantillons.



continue TABLE 5  
suite Tableau 5

N°	NAME	Type of project	Year of completion	REMARKS	
N°	NOM	Type d'ouvrage	Année d'achèvement		REMARQUES
148	SELLERO	Re	1973		
149	NUMAPPARA	Re	1973		
150	WALDECK	Re	1973		
151	LATSCHAU	Re	1973		
152	TURLOUGH HILL	Re	1973	Difficulties arise in placing dense layer and sealing coat in cold, wet, windy or foggy weather conditions.	<i>Des difficultés ont surgi pendant la mise en place de la couche fermée et du masque d'étanchéité en conditions climatiques de froid, sécheresse, vent ou brouillard.</i>
153	BALAKOV I	Re	1973		
154	GODEY	D	1974		
155	HOCHWURTEN	D	1974		
156	GROSS	D	1974		
157	WEHRA	D	1974	Joint to inspection gallery with copper sheet and synthetic resin binder. Some areas are less sloped and with curvature.	<i>Joint à la galerie de visite avec feuille de cuivre et couche de liaison en résine synthétique. Quelques zones sont moins inclinées et avec courbure.</i>
158	WEILERBAD	D	1974		
159	HÖRNBERG	Re	1974	Thickness of dense bituminous concrete increases to the concrete building as a wedge.	<i>L'épaisseur du béton bitumineux ferme à la construction en béton en forme de coin.</i>
160	BALAKOV II	Re	1974		
	LANGENPROZELTEN:				
161	Lower Reservoir	Re	1974	Slopes with an incline lower 1:2.5 are finished in longitudinal way	<i>Les pentes avec une inclinaison inférieure à 1:2.5 sont achevées de façon longitudinale.</i>
162	Upper Reservoir	Re	1974	Slopes with an incline lower 1:2.5 are finished in longitudinal way	<i>Les pentes avec une inclinaison inférieure à 1:2.5 sont achevées de façon longitudinales.</i>
163	Retention Reservoir	Re	1974	Slopes with an incline lower 1:2.5 are finished in longitudinal way	<i>Les pentes avec une inclinaison inférieure à 1:2.5 sont achevées de façon longitudinales.</i>
164	GALGENBICHL	D	1975		
165	GÖSS	D	1975		
166	KRONENBURG	D	1975		
167	CHÂTELARD (CFF)	D	1976		
168	OSCHENIK	D	1976		
169	FUTABA	D	1977		
170	MACKENZIE	D			
171	SCOTTS PEACK	D			
172	VALMAYOR	D			
173	EL SIBERIO	D			
174	NEGRATIN	D			
175	CATAVERAL	D			
176	ESTANDA	D			
177	CAN SAMADA	D			
178	EL LIMONERO	D			
179	EL SALTADERO	Re			
180	MONTAÑA DE TACO	Re			
181	MONTAÑA GORDA	Re			
182	MONTAÑA MOLINA	Re			

TABLE 6  
Tableau 6

N°	NAME	Type of project Year of completion	PERFORMANCE EVALUATION	COMPORTMENT
N°	NOM	Type d'ouvrage Année achèvement		
1	SAWTELLE	D 1929		
2	AMECKE	D 1934		
3	THÜLSFELDER	D 1934	1967: Area with bituminous mastix in good standard, Macadam need some repair.	1967: Avec mastix bitumineux en bon état, il a fallu quelques réparations au Macadam
4	EL GHRIB	D 1936	1936: Some seepages at El. 425 m. - 1953: Some RPCC elements slid down and replaced by RT application. Tests were carried out on DBC cut samples with good results. 1963: Separation of many DBC plates; design for revetment rebuilding.	1936: Quelques infiltrations à la vante 425. - 1953: quelques éléments RPCC glissa en bas et fut remplacé par application RT. Des essais ont été effectués sur échantillons DBC avec de bons résultats. 1963: Séparation de plusieurs plaques DBC, projet pour la reconstruction du masque.
5	IRON MOUNTAIN	D 1937		
6	MAGOS	D 1937		
7	TURAWA	D 1937		
8	BOU HANIFIA	D 1938	1938: Many RPCC horizontally cracked elements. 1964: All biggest RPCC elements cracked with 10 cm average sliding. 1970: horizontal crack of RPCC elements with 35 cm sliding. Rebuilding has been decided.	1938: plusieurs éléments de RPCC fissurés horizontalement. 1964: Tous les éléments plus grands de RPCC se fissurèrent avec un glissement moyen de 10 cm. 1970: fissure horiz. des éléments RPCC avec glissement de 35 cm. On a décidé pour la reconstruction
9	RODI FIESSO	Re 1939		
10	SCHEVELINGER	D 1940		
11	DREILÄGERBACH	D 1950		
12	BALDWIN HILLS	D 1951	Failed 14/12/63 due to land subsidence	Ecrasé le 14/12/1963 à cause de tassements du terrain
13	BONNY	Re 1951		
14	OUED SARNO	D 1952	At first 10 m water load 150 l/s seepage. Rebuilding with a mix having higher degree of waterproofing. 1961: 3 coats of RT. 1968: first coat cracks. 1973: 25% of coated surface cracked. Coating is being replaced.	A la première mise en charge de 10 m infiltration de 150 l/s. Reconstruction avec un mélange ayant un degré d'étanchéité plus haut. 1961: 3 couches de RT. 1968: la première couche se fissure. 1973: 25% de la surface revêtue se fissure. On est en train de remplacer le masque.
15	GENKEL	D 1952	Cracks near the berm; remaining dense	Fissures au voisinage de la risberme, restant fermées.
16	GLENN ANNE	D 1953	1971: Longitudinal cracks caused by insufficient compaction and incorrect grading	1971: Fissures longitudinales causées par compactage insuffisant et composition granulométrique incorrecte.
17	REISACH RABENLEITHE	Re 1953		
18	PERLENBACH	D 1954		
19	IRILEMDA	D 1954		
20	MARIA AL LAGO	D 1955		
21	HENNE	D 1955	After 16 years: settlings and upliftings 24,2 mm on the crest; 41,1 mm at half height; at present 1-2 mm/years. Overall tightness not improved in 16 years. The cutoff withstood also heavy ice formation and very low temperature.	Après 16 ans: tassements et surélévations de 24,2 mm sur la crête; 41,1 mm à mi-hauteur; à présent 1-2 mm/an. Tension totale pas encore améliorée en 16 ans. La paroi/fouille résista aussi à la formation de glace lourde et à la température très basse.
22	RIVERIS	D 1955	Joints must be retreated	Les joints doivent être traités de nouveau.
23	SAHLIBODEN	Re 1955		
24	PIANO DI PECCIA	Re 1955		
25	WANNA	Re 1956	Seepage losses 0,16 l/s for 1000 m <sup>2</sup> of revetment under 10 m head	Pertes d'infiltration: 0,16 l/s pour 1000 m <sup>2</sup> de revêtement sous 10 m d'eau
26	WAHNBACH	D 1956		
27	LOWER STONE CANYON	D 1956		
28	CROIX	D 1956		
29	SAFIEN	Re 1956	Seepage losses 0,47 l/s for 1000 m <sup>2</sup> of revetment under 10 m head	Pertes d'infiltration: 0,47 l/s pour 1000 m <sup>2</sup> de revêtement sous 10 m d'eau
30	SHOTTON	Re 1956		
31	FIONNAY (FMM)	Re 1956	First revetment (without concrete subgrade) failed due to internal erosion of subsoil.	Le premier masque (sans sous-couche en béton) s'écroula à cause de l'érosion interne du sous-sol
32	MONTGOMERY	D 1957	After 14 years: satisfactory conditions. Some joints opened near the crest. Similar criteria adopted for Homestake and Blue River.	Après 14 ans: conditions satisfaisantes. Quelques joints ouverts au voisinage de la crête. Mêmes critères adoptés pour Homestake et Blue River.
33	GEESTHACHT	Re 1957	In the reservoir was one very big blister after a quick decrease of the atmospheric pressure. After two years satisfactory conditions. Some blisters interesting bituminous seal coat only.	Dans le réservoir il y eut une cloque très grande à la suite d'une diminution rapide de la pression atmosphérique. Après deux ans: conditions satisfaisantes. Quelques cloques intéressantes la couche bitumineuse seulement
34	EDGEN	Re 1957	Seepage losses 0,45 l/s for 1000 m <sup>2</sup> of revetment under 10 m head	Pertes d'infiltration: 0,45 l/s pour 1000 m <sup>2</sup> de revêtement sous 10 m d'eau
35	FIONNAY (GD)	D 1957		
36	ROSSWIESE	Re 1958		

N°	NAME	Type of project Year of completion	PERFORMANCE EVALUATION	
N°	NOM	Type d'ouvrage Année achèvement		COMPORTEMENT
37	CAMPO FRANCO	Re 1958		
38	SCHWARZACH	Re 1958		
39	PALLAZUIT	Re 1958		
40	MOTEC	Re 1958	Seepage losses 0,22 l/s for 1000 m <sup>2</sup> of revetment under 10 m head	<i>Pertes d'infiltration: 0,22 l/s pour 1000 m<sup>2</sup> de masque sous 10 m d'eau</i>
41	MATTSAND	Re 1958	Seepage losses 0,07 l/s for 1000 m <sup>2</sup> of revetment under 10 m head	<i>Pertes d'infiltration: 0,07 l/s pour 1000 m<sup>2</sup> de masque sous 10 m d'eau</i>
42	RADDINA	D 1959		
43	VALDURNA	Re 1959	After 15 years: some blisters; some joint opened (cracks between bituminous coating and concrete structure on the crest)	<i>Après 15 ans: quelques cloques, quelques joints ouverts (fissures entre le revêtement bitumineux et l'ouvrage en béton sur la crête)</i>
44	TALVERA	Re 1959	As Valdurna.	<i>Comme Valdurna</i>
45	VISSOIE	Re 1959	Seepage losses 0,75 l/s for 1000 m <sup>2</sup> of revetment under 10 m head	<i>Pertes d'infiltration: 0,75 l/s pour 1000 m<sup>2</sup> de masque sous 10 m d'eau</i>
46	SIBÉRIE	Re 1959		
47	LEITZACH	Re 1960		
48	MARIENTAL	D 1961		
49	HARDAP	D 1961		
50	FØRSVATN	D 1961		
51	VILLANUOVA	Re 1961		
52	LEAMINGTON	Re 1961		
53	RIO CARLINO	Re 1962	After 13 years: optimum conditions. No embankment settlements; no defect of revetment except for soggings of seal coat due to excess of unsuitable bitumen	<i>Après 13 ans: condition optimum. Aucun tassement du remblai ni endommagement du revêtement à l'exception d'écoulements du masque dus à l'excès de bitume pas approprié</i>
54	BRINDISI	Re 1962	Embankment settlements without breaking of the surface course.	<i>Tassements du remblai sans rupture de la couche superficielle.</i>
55	VIANDEN I	Re 1962		
56	TIERFEHD	Re 1962		
57	VENEMO	D 1963	Ref.: NG publ. n. 69	
58	VIANDEN II	Re 1963		
59	HIEFLAU	Re 1963		
60	TAUMSAUK	Re 1963		
61	DISSBACH	D 1964		
62	KRUTH-WILDENSTEIN	D 1964	Deformations and damages in the RPCC layer. Cracks in DBC layer, near the expansion joints of RPCC layer. Total leakage: with filled reservoir: 7 l/s. RPCC protection course will be replaced in 1975 by 10 cm DBC containing asbestos fibre.	<i>Deformations et désagréations dans la couche RPCC. Fissures dans le DBC 7 au droit des joints de dilatation RPCC. Débit de fuite total réservoir plein: 7 l/s. La couche de protection RPCC sera remplacée en 1975 par DBC de 10 cm contenant fibre d'amiante.</i>
63	KESSENHAMM	D 1964		
64	STEINBACH	D 1964		
65	ZOCCOLO	D 1964	1973: Optimum conditions. A joint opened on DBC superficial layer. Some blisters (10-20 cm φ). Some horizontal cracks on SC.	<i>1973: conditions optimum. Un joint ouvert sur couche de surface DBC. Quelques cloques (10-20 cm φ). Quelques fissures horizontales sur SC.</i>
66	SILVERGRUND	D 1964		
67	BIGGE	D 1964	Some blisters (retrated)	<i>Quelques cloques (traitées de nouveau)</i>
68	FRIED	D 1964		
69	ZERMEIGGERN	D 1964		
70	JULSKARET	D 1964		
71	ERZHAUSEN	Re 1964		
72	GLEMS	Re 1964		
73	LINTHAL	Re 1964	Seepage losses 0,22 l/s for 1000 m <sup>2</sup> of revetment under 10 m head	<i>Pertes d'infiltration: 0,22 l/s pour 1000 m<sup>2</sup> de masque sous 10 m d'eau</i>

continue TABLE 6  
suite Tableau 6

N°	NAME	Type of project Year of completion	PERFORMANCE EVALUATION	
N°	NOM	Type d'ouvrage Année achèvement		COMPORTEMENT
74	ULMBACH	D 1965		
75	VAL D'AMBRA	D 1965		
76	HAVNARDAL	D 1965		
77	EGGBERG	Re 1965		
78	MORAVKA	D 1966		
79	OHRA	D 1966		
80	UPPER BLUE RIVER	D 1966		
81	INNERSTE	D 1966		
82	S. CECILE D'ANDORGE	D 1967	Very good behaviour. Saggings in the seal coat.	Comportement excellent. Ecoulements du mastic de surface.
83	TRAPAN	D 1967	Total leakage: 0,1 l/s. Some blisters, about 30 cm max size, occur on the first dense course, above the normal water level.	Debit de fuite total: 0,1 l/s. A signaler quelques cloques dimension max 30 cm environ situées sur la couche étanche supérieure au dessus du niveau d'eau normal.
84	RÖNKHAUSEN	D 1967		
85	KINDARUMA	D 1967		
86	NAGOLD	D 1967		
87	HOMESTAKE	D 1967		
88	SHIROYAMA	D 1967		
89	MAGOSAWA	D 1967	Optimum behaviours after repairing works executed	Comportement optimum après l'exécution des travaux de réparation.
90	HASELSTEIN	Re 1967		
91	RÖNKHAUSEN	Re 1967		
92	LIGONCHIO	Re 1967		
93	GLEN ELDER	D 1968		
94	VILLARINO	D 1968		
95	ALMENDRA CII	D 1968	No seepages.	Aucune infiltration.
96	ALMENDRA CIII	D 1968	No seepages.	Aucune infiltration.
97	OTSUMATA	D 1968	Good conditions ever since 1968	Depuis 1968, toujours en bonnes conditions.
98	INNERFRAGANT	Re 1968		
99	SENECA	Re 1968		
100	KANAKOV	Re 1968		
101	SALAGOU	D 1969	Negligible losses. Equipment for checking the deformations in the dam (radio-sondes, remote level indicators) has indicated a settlement of about 11 cm without displacements, both in the foundation and in the structure.	Pertes négligeables. Les appareils d'auscultation des déformations dans le barrage (radiosondes, teleniveaux) ont indiqué un tassement de l'ordre de 11 cm environ sans déplacements soit dans la fondation que dans l'ouvrage.
102	MANZANARES EL REAL	D 1969		
103	ALESANI	D 1969	General behaviour: very good. Settlements of the embankment are slight, with revetment deformation (controlled by checkpoints) not higher than 8 mm. No cracks are visible. Total leakages 3 l/s (probably through the joints in the gallery at the foot of the dam).	Dans l'ensemble le comportement semble satisfaisant. Les tassements du remblai sont faibles et les déformations du masque d'étanchéité (contrôlées par repères) ne dépassent pas 8 mm. Aucune fissuration visible. Néanmoins un débit de fuite de 3 l/s, provenant parvenu des joints de la galerie au pied du masque d'étanchéité.
104	SANTILLANA II	D 1969	No seepages	Aucune infiltration.
105	COO Lower downstream	D 1969	Negligible losses	Pertes négligeables.
106	COO Lower upstream	D 1969	Negligible losses	Pertes négligeables.
107	GRAME	D 1969		
108	PEDU	D 1969		
109	PLAN D'AREM	D 1969	Very good behaviour; no leakages, neither deformations nor alterations.	Comportement excellent, ni fuites, ni déformations ou alterations.
110	COO Upper	Re 1969	Negligible losses	Pertes négligeables.

N°	NAME	Type of project Year of completion	PERFORMANCE EVALUATION	
N°	NOM	Type d'ouvrage Année achèvement		COMPORTEMENT
111	RIFA	Re 1969	Sufficient	<i>Suffisant</i>
112	FELDSEE	D 1970		
113	CARBONNE	D 1970	Very good behaviour: no leakages; neither deformations nor alterations.	<i>Comportement excellent; ni fuites, ni déformations ou altérations.</i>
114	DUNGONNELL	D 1970	No measurable leakage detected up to October 1975 and no sign of surface damage. Some seal coat ripples 10 mm deep after prolonged drought.	<i>Aucune infiltration mesurable n'a été repérée jusqu'à octobre 1975 ni signes de débit de surface ou de désagrégation. Quelques rugosités à la couche d'étanchement primaire de 10 mm de profondeur après une sécheresse prolongée.</i>
115	LEGADADI	D 1970		
116	PONTE LISCIONE	D 1970		
117	RY DE ROME	D 1970		
118	NIDDA	D 1970		
118	ABONO	D 1970		
120	LOUKOML	Re 1970		
121	OGLIASTRO	Re 1970		
122	KONUYAMA	D 1971	When completed usually openings at joints were observed, but no leakage water. Good conditions after repairing works were executed.	<i>Lors de son achèvement, on observa habituellement des ouvertures aux joints mais pas des fuites. Bonnes conditions après les travaux de réparation.</i>
123	NINOKURA	D 1971	Good conditions ever since 1971.	<i>A partir de 1971, toujours bonnes conditions.</i>
124	CERVATOS	D 1971		
125	SCHÖMBACH	D 1971		
126	OBERNAU	D 1971		
127	WURTEN	D 1971		
128	RIVER TOWY	Re 1971		
129	HIGASHIFUJI	Re 1971	Good conditions ever since 1971.	<i>Depuis 1971 toujours bonnes conditions.</i>
130	REFTINSK	Re 1971		
131	SREDNE-OURALSK	Re 1971		
132	IRIKLA	Re 1971		
133	KARMANOVSK	Re 1971		
134	POZA HONDA	D 1971		
135	DÖRLAY	D 1972	After 1 year: neither swellings, nor slidings nor disgregations. Joint closed. No cracks at the connection with concrete cofferdam, which has been treated with glass fiber sheets, impregnated with bitumen. Total leakages with max. storage: 5 to 6 l/s after a long period of drought. Impermeability of the revetment: very satisfactory by gamma densimeter.	<i>Après un an, pas de gonflement, de fluage et de désagrégation. Joints fermés. Pas de modifications au raccordement du masque et du parapluie en béton armé, traité par la mise en place d'une toile de verre imprégnée au bitume. Les fuites (à travers le barrage) sont minimales: 5 à 6 l/s à retenue max. après une longue période de sécheresse. L'imperméabilité du masque (contrôlée aux rayons <math>\gamma</math>) est révélée excellente.</i>
136	VALLEA DE PESTI	D 1972		
137	GUAJARAZ	D 1972	Losses: 1 l/s with storage 10 m below the normal water level.	<i>Pertes: 1 l/s avec retenue 10 m au-dessous du niveau normal de l'eau.</i>
138	LAUREL CREEK	Re 1972		
139	VALLON DOL	Re 1972		
140	VALLON DOL	D 1972	Very good behaviour after about 2 years. Total leakage: 1,5 l/s.	<i>Comportement excellent après 2 ans environ. Débit de fuite total: 1,5 l/s.</i>
141	LUDINGTON	Re 1972		
142	TATARAGI	D 1973	Good conditions ever since 1973.	<i>Depuis 1973 toujours bonnes conditions.</i>
143	MIYAMA	D 1973	Good conditions ever since 1973.	<i>Depuis 1973 toujours bonnes conditions.</i>
144	LES ESSE RTS	Re 1973	Seepage losses 0,27 l/s for 1000 m <sup>2</sup> of revetment under 10 m head	<i>Pertes d'infiltration: 0,27 l/s pour 1000 m<sup>2</sup> de revêtement, sous 10 m d'eau.</i>
145	CHÂTELARD (ESA)	Re 1973		
146	BOSTAL	D 1973		
147	REVIN	Re 1973	Overall impermeability satisfactory. Some leakages through the bottom. Spreading and compaction not satisfactory because of mix temperature, repair works were required in 1974.	<i>Très bonne étanchéité d'ensemble, les quelques fuites viennent du revêtement de fond. En somme de tous les systèmes de repandage et compactage étaient insuffisamment étudiés: compactage tardif sur matériaux trop froids; il a fallu par zones ajouter en 1974 un enduit de fermeture ou seulement rechauffer et compacter.</i>

N°	NAME	Type of project Year of completion	PERFORMANCE EVALUATION	
N°	NOM	Type d'ouvrage Année achèvement		COMPORTEMENT
148	SELLERO	Re 1973		
149	NUMAPPARA	Re 1973	Good conditions ever since 1973.	<i>Depuis 1973 toujours bonnes conditions.</i>
150	WALDECK	Re 1973		
151	LATSCHAU	Re 1973	Sufficient	<i>Suffisant</i>
152	TURLOUGH HILL	Re 1973	Side slopes - Optimum performance to date (Nov. 1974) Floor - Some seepage during initial filling decreased to 0 and increased again to 4 l/s from localized area.	<i>Côté pentes - Performance optimum à la date (Nov. 1974) Fond - Quelques infiltrations pendant le remplissage initial diminuèrent jusqu'à 0 et augmentèrent de nouveau à 4 l/s d'une zone localisée.</i>
153	BALAKOV I	Re 1973		
154	GODEY	D 1974		
155	HOCHWURTEN	D 1974		
156	GROSS	D 1974		
157	WEHRA	D 1974		
158	WEILERSBAD	D 1974		
159	HORNBERG	Re 1974		
160	BALAKOV II	Re 1974		
LANGENPROZELTEN:				
161	Lower Reservoir	Re 1974		
162	Upper Reservoir	Re 1974		
163	Retention Reservoir	Re 1974		
164	GALGENBICHL	D 1975		
165	GÖSS	D 1975		
166	KRONENBURG	D 1975		
167	CHÂTELARD (CFF)	D 1976		
168	OSCHENIK	D 1976		
169	FUTABA	D 1977		
170	MACKENZIE	D		
171	SCOTT'S PEACK.	D		
172	VALMAYOR	D		
173	EL SIBERIG	D		
174	NEGRATIN	D		
175	CATAVERAL	D		
176	ESTANDA	D		
177	CAN SAMADA	D		
178	EL LIMONERO	D		
179	EL SALTADERO	Re		
180	MONTARA DE TACO	Re		
181	MONTARA GORDA	Re		
182	MONTARA MOLINA	Re		

## XII – REFERENCES – BIBLIOGRAPHIE

### XII.1 – PAPERS PRESENTED at ICOLD CONGRESSES

### XII.1 – RAPPORTS PRESENTES AUX CONGRES DE LA CIGB

#### ROME - 1961 - Q. 27

- R. 5 – VAN ASBECK (W.F.) (Great Britain)  
The use of asphaltic bitumen for sealing earth and rock-fill dams.
- R. 19 – DESTENAY (J) and LE MAY (Y.) (France)  
Les masques d'étanchéité des barrages en enrochements construits par Electricité de France.
- R. 36 – THEVENIN (J) (France)  
Barrage du Ghrib (Algérie). Observations et études sur le vieillissement du masque en béton bitumineux.
- R. 38 – SCHNITZER (G.) and ZELLER (J) (Switzerland)  
Geotechnical investigations of mixtures of bitumen, clay or bentonite with sandy gravel.
- R. 44 – VERCON (M.) and MARKOVIC (M.) (Yougoslavie)  
Masque d'étanchéité en béton bitumineux du barrage de Radoina.
- R. 66 – WALKER (F.C.) and ELLSPERMAN (L.M.) (U.S.A.)  
Factors affecting the use of asphaltic diaphragms in earth and rockfill dams in the western United States.
- R. 77 – LOHR (German Federal Republic)  
Problems encountered in the construction of fill dams with bituminous sealing elements.
- R. 80 – KOENIG (H.W.) (German Federal Republic)  
Waterproofing of earthfill and rockfill dams with bitumen and other materials.
- R. 97 – HOBST (L.) (Czechoslovakia)  
The sealing of rock-fill and earth dams by precast elements and PVC film liners.
- R. 103 – GROUPE DE TRAVAIL DU COMITE' FRANCAIS (France)  
Problèmes posés par les revêtements d'étanchéité en béton de ciment ou béton bitumineux des barrages en enrochements.
- R. 105 – PALMA CARLOS (A.) and SILVA SANCHES (R.) (Portugal)  
Aims and conditions of the Utilization of bituminous products in some Portuguese dams.
- R. 123 – NITCHIPOROVITCH (A.A.) and SIDOROV (A.A.) (U.S.S.R.)  
Anti-seepage installations in earth and rockfill dams based on experience in the U.S.S.R.

**EDINBURGH 1964 - Q. 31**

- R. 17 – LORH (A.) (German Federal Republic)  
Characteristics of asphalt concrete for facing membranes and cores of high fill dams.

**ISTANBUL 1967 - Q. 34**

- R. 21 – SALLSTROM (S.) (Sweden)  
Plastic coatings used for sealing old concrete dam.
- R. 22 – FRISTRÖM (G.) and SALLSTROM (S.) (Sweden)  
Control and maintenance of concrete structures in existing dams in Sweden.
- R. 29 – GRÖNER (Chr.F.) (Normay)  
The application of plastic membranes for the protection and repair of deteriorations of concrete dams.
- R. 40 – KOENIG (H.W.) and IDEL (K.H.) (German Federal Republic)  
Deformation and loading of a rockfill dam with bituminous surface membrane.

**MONTREAL 1970 - Q. 36**

- R. 15 – KROPATSCHEK (H.) and RIENOSL (K.) (Austria)  
The vertical asphaltic concrete core of the earthfill dam Eberlaste of the Zemm hydro-electric scheme.
- R. 38 – VISSER (A), SCHOENIAN (E), POSKITT (F) (Great Britain)  
The Application of Bitumen for Earth and Rockfill Dams.
- R. 39 – LOHR (A.) and FEINER (A.) (German Federal Republic)  
Asphaltic concrete blankets and cores for fill dams and pumped-storage reservoirs.

**MADRID 1973 - Q. 42**

- R. 7 – Groupe de Travail du Comité Français: PLICHON, CORDA, DIERNAT, ROSSET, VALET, HUYNH, LEFEBVRE, LELU (France)  
L'expérience française des masques amont en béton bitumineux.
- R. 11 – ELGES (H.F.W.K.) and DU PLESSIS (J.G.) (Republic of South Africa)  
Some aspects of the methods of slope protection used in the construction of earth dams in the Department of Water Affairs.
- R. 13 – TAYLOR (K.V.) (U.S.A.)  
Slope protection on earth and rockfill dams.
- R. 16 – GSAENGER (A.) (German Federal Republic)  
The asphalt sealing membrane of the dam of Lech power plant Prem.
- R. 17 – SAWADA (T.), NAKAZIMA (Y.), TANAKA (T.) (Japan)  
Empirical research and practical design of rockfill dams with asphalt facing.
- R. 20 – KOENIG (H.W.) and IDEL (K.H.) (Germany)  
Report on the behaviour of impervious surface of asphalt.



- R. 22 – KUDLIK (J), NOSEK (L.); PRUSKA (L.) STASTNY (J) (Czechoslovakia)  
The use of a plastic foil for reconstruction of an earth dam.
- R. 23 – BROUSEK (M.) (Tchécoslovaquie)  
La protection des paraments des barrages en terre et en enrochements.
- R. 24 – NOURESCU (A.), CONSTANTINESCU (C.), HORODINSCHI (O.), LUCA (E.) (Roumanie)  
Solutions d'étanchement et la protection des talus aux barrages en matériaux locaux, exécutés en Roumanie.
- R. 27 – Groupe de Travail du Comité Français: CORDA, CEINTREY, DUNGLAS; DIERNAT, COMBELLES (J.), LONGUEMARE, VIEU, TERMINASSIAN (France)  
Revêtements en matériaux nouveaux. Etat des recherches et premières réalisations françaises.
- R. 28 – Groupe de Travail du Comité Français: VIEU (H.), PAUBEL, CARON, TERMINASSIAN (France)  
Noyaux d'étanchéité internes.
- R. 29 – TAKAHASHI (M.), NAKAYAMA (K.) (Japan)  
The effect of regional conditions in Japan on design and construction of impervious elements of rockfill dams.
- R. 34 – SCHÖBER (W.) (Austria)  
Considerations and investigations for the design of a rockfill dam with a 92 m high bituminous mix core.
- R. 35 – FORBES (D.J.), GORDON (J.L.), RUTLEDGE (S.E.) (Canada)  
Concrete diaphragm wall. Bighorn dam.
- R. 43 – WOESTENENK (A.J.) (Netherlands)  
Use of asphalt for slope protection on earth and rockfill dams.
- R. 45 – RIENÖSSL (K.) (Austria)  
Embankment dams with asphaltic-concrete cores. Experiences and recent test results.
- R. 46 – INNERHOFER (G.) (Austria)  
Asphaltic concrete facing of the Rifa, Partenen and Latschau balancing reservoirs.
- R. 47 – LOHR (A.), FEINER (A.) (Germany)  
Asphaltic concrete cores experiences and developments.
- R. 48 – HERRERAS (J.A.) (Spain)  
The membrane of the Pozo de Los Ramos dam.
- R. 51 – BELBACHIR (K.), MONTEL (B.), CHERVIER (L.) (Algérie)  
Comportement des masques d'étanchéité en béton bitumineux des barrages du Secrétariat d'Etat à l'Hydraulique Algérien.
- R. 52 – BALDOVIN (G.), GHIRARDINI (A.) (Italy)  
Ogliastro reservoir peripheral rockfill dam, with 90.000 m<sup>2</sup> upstream bituminous membrane.

**XII.2 – DOCUMENTATION RECEIVED IN REPLY TO THE INTERNATIONAL ENQUIRIES : (according to Countries)**

**XII.2 – DOCUMENTATION RECUE EN REPOSE AUX ENQUETES INTERNATIONALES : (par Pays)**

**AUSTRIA**

- VERBAND DER ELEKTRIZITAETSWERKE OESTERREICHS  
Verbandsempfehlungen für die Projektierung und zur Abfassung von technischen Vertragsbedingungen für Asphaltwasserbauarbeiten I Auflage, 1968.
- OESTERREICHISCHE DONAUKRAFTWERKE AKTIENGESELLSCHAFT  
Staufstufe Ottensheim - Wilhering. März 1974.

**AUSTRALIA**

- H.E. TASMANIA, GORDON RIVER POWER DEVELOPMENT  
Specification for the construction of a bituminous concrete membrane for the upstream face of scotts peak dam.  
C.E. 1523 with Amendments.
- H.E. TASMANIA  
Mackenzie Dam - Design of bituminous concrete mix.

**GERMANY**

- STRABAG Schriftenreihe 9. Folge 1  
Asphalt-Wasserbau - Arbeiten and den Jahren 1968 - 1972.
- HEINZ STEFFEN, KETTWIG  
Anwendung und einbau von Asphaltbetom im Wasserbau. Baumaschine und Bautechnik Helft 5  
Seiten 175 bis 182.
- H. STEFFEN  
Asphaltic sealings in the construction of pumped-storage schemes. Report Symposium on hydro-electric pumped storage schemes - Athens 1972.

**GREAT BRITAIN**

- F.F. POSKITT  
The Asphaltic lining of Dungonnel Dam. The Institution of Civil Engineers n. 51 -52, 1972
- W.S. ATKINS AND PARTNERS IN ASSOCIATION WITH HOWARD HUMPHREYS AND SONS  
Legadadi Dam.

## ITALY

- M. FERRARI, ITALSTRADE S.p.A.  
Esecuzione del rivestimento bituminoso di una grande diga in terra (Zoccolo)  
Costruzioni - N. 109 - Gennaio 1965
- A. CHIARI  
Criteri di progetto e controlli di costruzione del rivestimento bituminoso della Diga di Zoccolo.  
Geotecnica N. 6 - 1964
- D. FINZI, - A. GHIRARDINI, MONTEDISON S.p.A.  
Impiego di bitumi e miscele bituminose negli impianti della Montedison S.p.A. - Marzo 1973
- P. BERTI, S.p.A. COSTRUZIONI U. GIROLA  
Il serbatoio di Ogliastro - L'Energia Elettrica n. 9 - 1971-

## JAPAN

- JAPANESE NATIONAL COMMITTEE ON LARGE DAMS  
Dams in Japan - 1973

## NETHERLANDS

- SHELL INTERNATIONAL PETROLEUM COMPANY LTD  
Bitumen for Dams and Reservoirs - 1971
- COMPANY FOR THE DEVELOPMENT AND APPLICATION OF BITUMEN TO HYDRAULIC ENGINEERING  
Bitumarin

## SPAIN

- J.L.A. ELORZA; M.A. FRANCO; R.N. CUFÍ  
Comentario sobre las presas de materiales sueltos con pantalla en España. Ministerio de Obras Publicas - Direction General de Obras Hidraulicas - Division de Vigilancia de Presas  
11° Congresso ICOLD - Madrid 1973

## SWITZERLAND

- G. SCHNITZER:  
Ausgleichbecken. - "Schweizerische Bauzeitung" - 1959, Nr. 44.
- W.O. RÜEGG:  
Asphalt-Dichtungsbeläge für Ausgleichbecken. - "Schweizerische Bauzeitung" - 1960, Nr. 21.
- J.C. OTT.:  
Expériences faites au cours de la construction des bassins de compensation d'Éggen et du Bergli.  
"Bulletin technique de la Suisse romande" - 1959.

- W. KEHRLI:  
Die Ausgleichbecken Wanna und Safien-Platz der Kraftwerksgruppe Zervreila. - "Hoch-und Tiefbau" - 1960, Nr. 6-8.
- A. ROBERT:  
Le bassin de compensation de Motec, son projet et sa réalisation. - "Bulletin technique de la Suisse romande" - 1959, Nr. 18.
- W. LEPORI:  
Das Ausgleichbecken Vissoie der Kraftwerke Gougra AG. - "Schweizerische Bauzeitung" - 1960, Nr. 15.

**U.S.A.**

- M.E. HIKLEY  
Asphaltic concrete canal lining and dam facing. Engineering and research center Bureau of Reclamation. Rec. - Erc. 71-37 Sept. 1971
- US. DEP. OF INT. BUREAU OF RECLAMATION  
Mix design investigation of asphaltic concrete for dam facing Glen Elder Dam. Missouri River Basin Project-Kansas. Report n. ChE-42-Febbr. 1965. Chemical Eng. Branch. Division of Research.

**XII.3 – OTHER DOCUMENTATION (in chronological order)**

**XII.3 – AUTRES DOCUMENTS (en ordre chronologique)**

- R. JAPPELLI  
IV Convegno dell'Associazione Geotecnica Germanica - "Geotecnica", n. 4 - 1956
- CARUSO e PANCINI  
La diga di sbarramento secondario in materiale sciolto del serbatoio della Fedai.  
"Geotecnica", n. 5 - 1957
- H.K. GLIDDEN  
Asphaltic facing methods for MONTGOMERY dam - "World Construction" - vol. II, n. 8 - 1958
- ARRAMBIDE-DURIEZ  
Liants routiers en enrobés-Dunod - 1959
- ESSO STANDARD IT.  
Applicazione del bitume nelle opere idrauliche - articoli di De Vito e Ravaglioli, Marini e Marin-  
ghetti da "Acqua" e "Asfalti, bitumi, catrami" - 1960
- THE ASPHALT INSTITUTE  
Asphalt plant manual - MS 3 - 6th printing - 1963
- THE ASPHALT INSTITUTE
  - Mix design methods for asphalt concrete and other hot-mix types - MS 2 3th printing - 1963,
  - Specification and construction methods for asphalt concrete and other plant - mix tupes  
SS 1 -3 th edition - 1964
- W.E. VAN ASBECK
  - Bitumen in hydraulic engineering - Vol. 2 Elsevier - 1964
  - United Nations Conference on the application of science and technology for the benefit of  
the less developed areas - Genova - 1963  
Shell Int. Petroleum Co. Ltd - London
- V. CASTAGNETTA  
Rivestimenti bituminosi di dighe e bacini realizzati in Italia - "Bollettino di informazione tec-  
nica" Shell, n. 3 - 1964
- THE ASPHALT INSTITUTE  
Asphalt in hydraulic structures - MS 12 th printing - 1965
- SHELL ITALIANA  
Manuale del bitume - traduzione da "The Asphalt Handbook" - MS 4 dell'Asphalt Institute -  
1965
- PELTIER  
Manuel du laboratoire routier - Dunod 1965
- SHELL CONSTRUCTION SERVICE  
Austrian Reservoir with asphalt lining
- SHELL CONSTRUCTION SERVICE  
Asphalt lining of canals and dams: new finishers

- SHELL ITALIANA  
Il calcestruzzo bituminoso - traduzione dall'originale "Asphaltic concrete" della SHELL Int. - 1965
- UNIONE PETROLIFERA TOURING CLUB IT.  
Manuale delle pavimentazioni bituminose (a cura di G. Centolani) - 1966
- ESSO STANDARD ITAL.  
Norme esecutive raccomandate dall'Associazione tedesca per lavori in terra e fondazioni - ESSEN  
Capitolo C-2 - Modalità esecutive - 1967
- V. CASTAGNETTA
  - Il bitume nelle opere idrauliche - Vol. I - SHELL - 1968
  - Japanese dam construction - "Shell bitumen review" - n. 30 - 1970
- ENEL  
Diga di ZOCCOLO - estratto da: "Le dighe di ritenuta degli impianti idroelettrici italiani" - Roma 1970
- VISSER e SCHONIAN  
Bitumen for dams and reservoirs - SHELL INT. - 1971
- V. CASTAGNETTA  
La tecnica dei conglomerati bituminosi "Bollettino d'informazione tecnica" SHELL ITAL. - n. 1 - 1972
- H. STEFFEN
  - The use of asphalt in reservoir linings and dam cores - "Water power" - Oct. 1973
  - Les revêtements étanches en béton bitumineux - "Bitume actualités" - n. 51 - 1973
- T. MORO e M. PUCCIO  
Il rivestimento bituminoso della vasca di accumulo di Sellero nell'impianto di San Fiorano "L'Energia Elettrica" - Nr. 12 - 1975.
- WALO BERTSCHINGER AC - Zürich  
Asphaltdichtungen für Ausgleichsbecken und Staudämme"

IMPRIMERIE LOUIS-JEAN  
*Publications scientifiques et littéraires*  
 05002 GAP — Tél. : 92.51.35.23  
 Dépôt légal : 36 — Janvier 1988

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>*