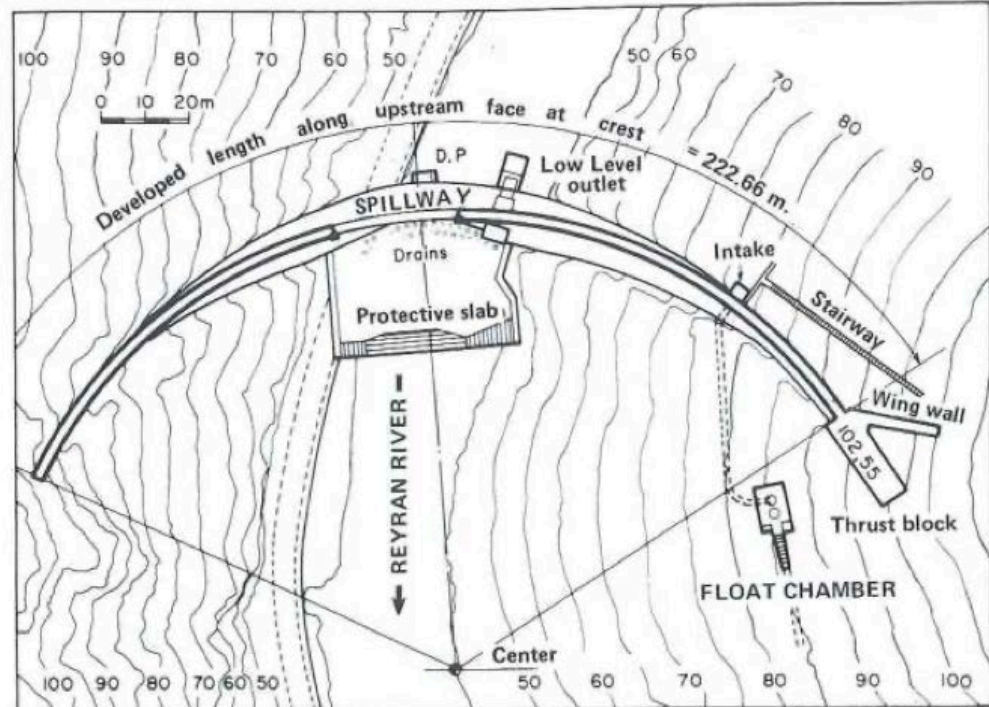




ICOLD 2022 May 31, visit at Malpasset

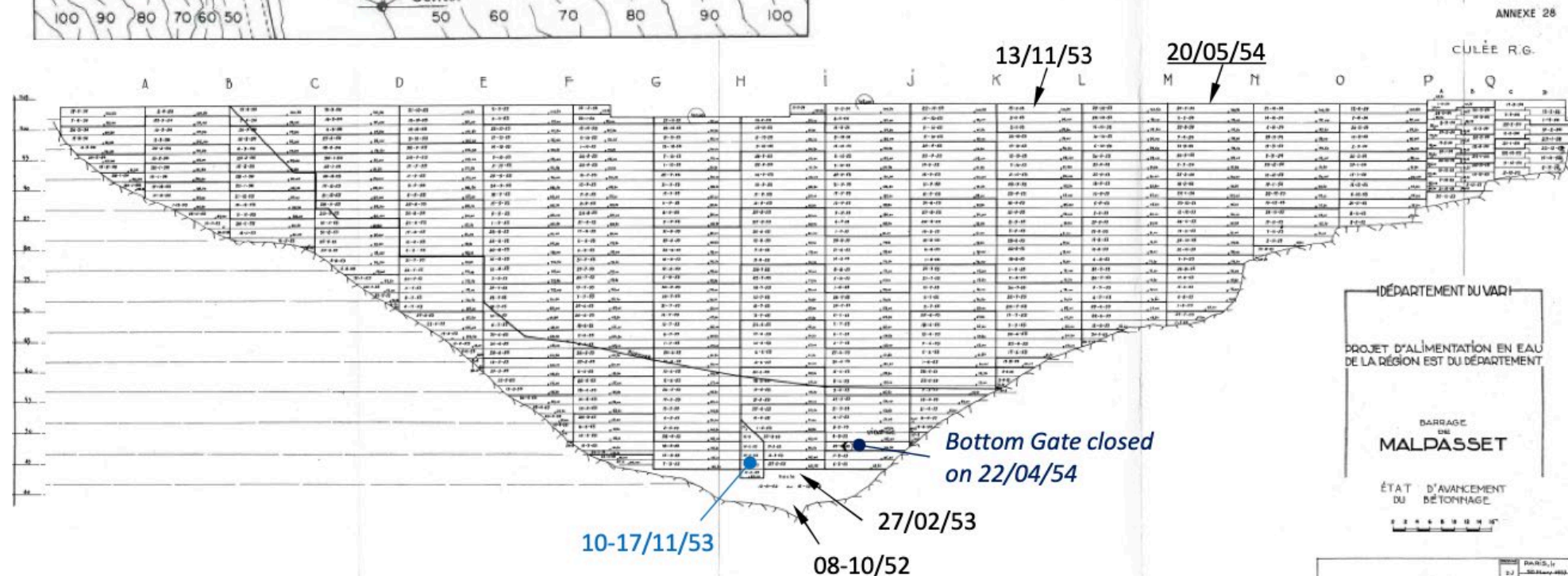
Some illustrations prepared by B. Goguel, from references available in the CFBR paper, and 2018 talks with Pierre Duffaut.

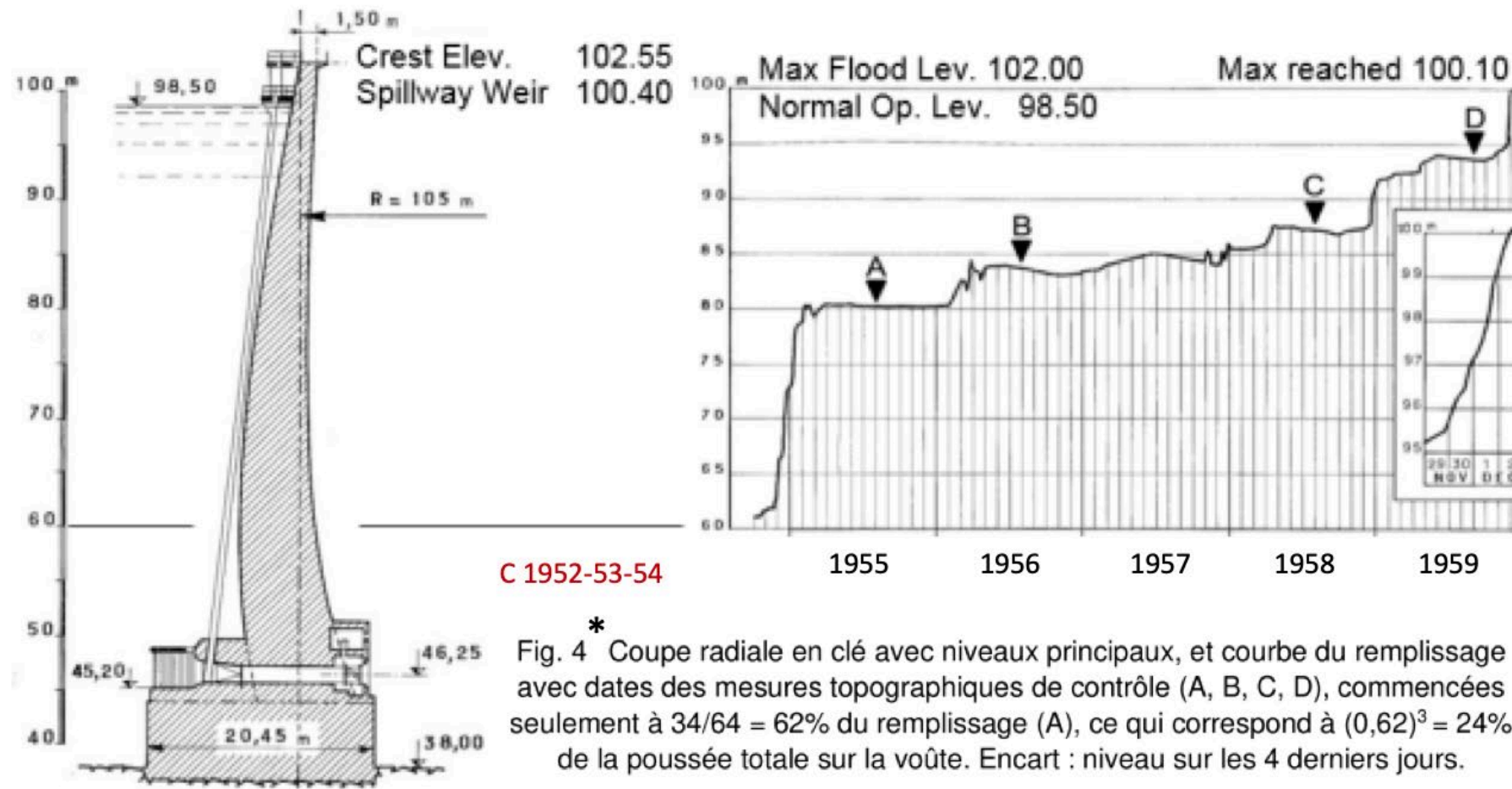
Accompanying text: see page 13 (English)
or 14 (Français)

References: page 15

Rev g : 06.06.2022

16 blocks : 222,66 (upstream crest length) / 16 = 13.92 m





Block UJ radial section

*
Fig. 4 Coupe radiale en clé avec niveaux principaux, et courbe du remplissage avec dates des mesures topographiques de contrôle (A, B, C, D), commencées seulement à 34/64 = 62% du remplissage (A), ce qui correspond à $(0,62)^3 = 24\%$ de la poussée totale sur la voûte. Encart : niveau sur les 4 derniers jours.

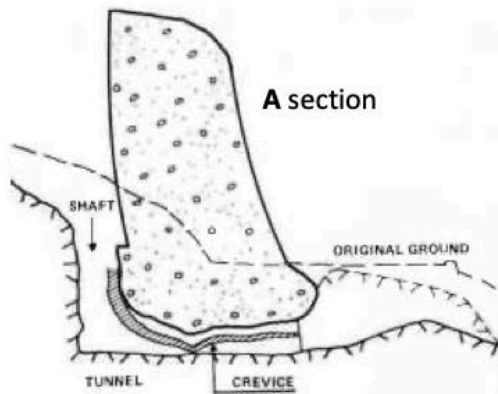
Crown section with main levels, and impounding graph. Geodetic measurements (A, B, C, D) started at 34/64 = 62% of impounding, which corresponds to $(0.62)^3 = 24\%$ of the total thrust on the dam. Box : 4 last days of reservoir rise.

* ref. Larouzée J., Duffaut P. (and Goguel B.) 2022, Communication **C2** to the Marseille ICOLD Congress.

Errata in that paper: Fig. 4 Legend (here), replace "crown section" by "radial section on the low level outlet, block UJ"

and, in section 2.4 , add the *following missing words* :

Le joint élargi a été bétonné *en novembre 1953, et la vanne de vidange fermée* le 22 avril 1954.



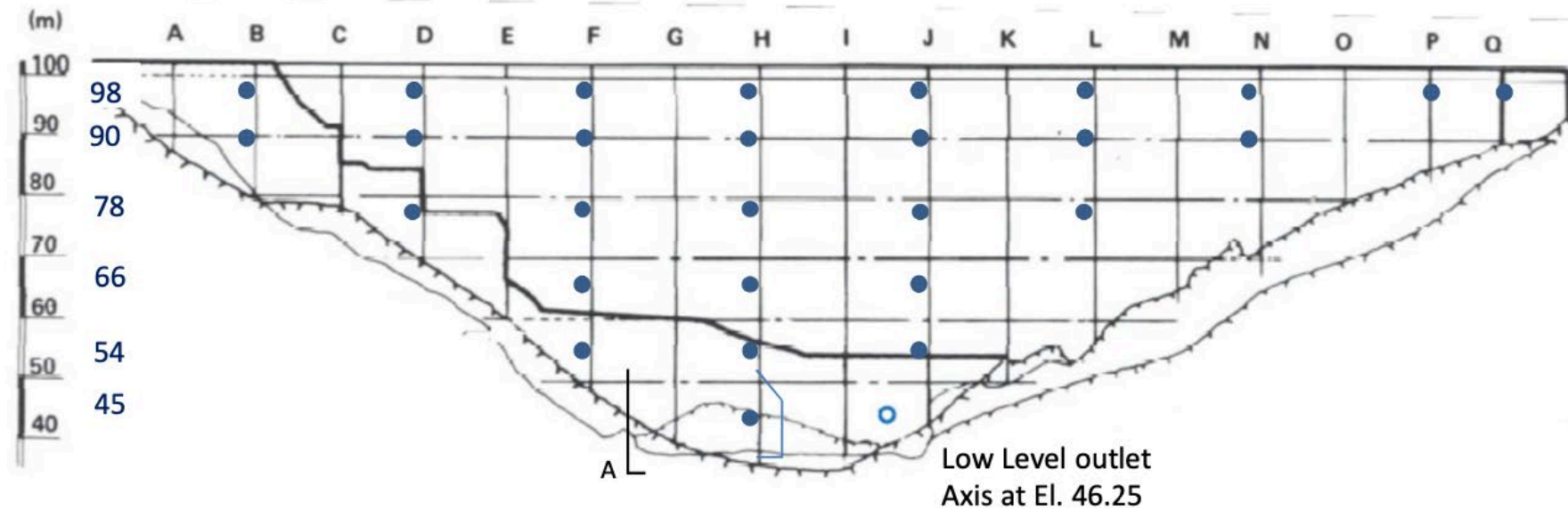
1962 exploration under Block FG
in the lower Right Bank

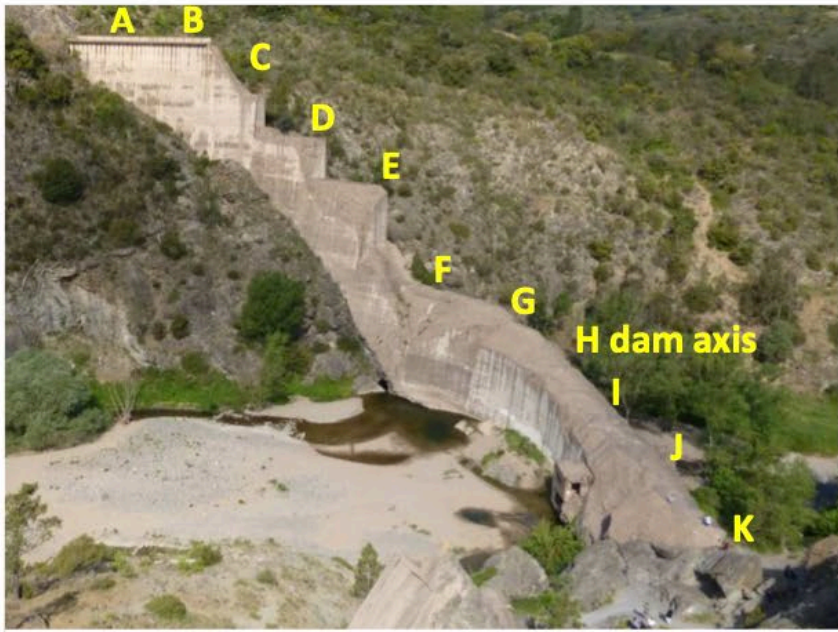
L/B investigation adit :
was excavated in **spring 1960**,
after the failure
Photo Joseph Duffaut May 1960

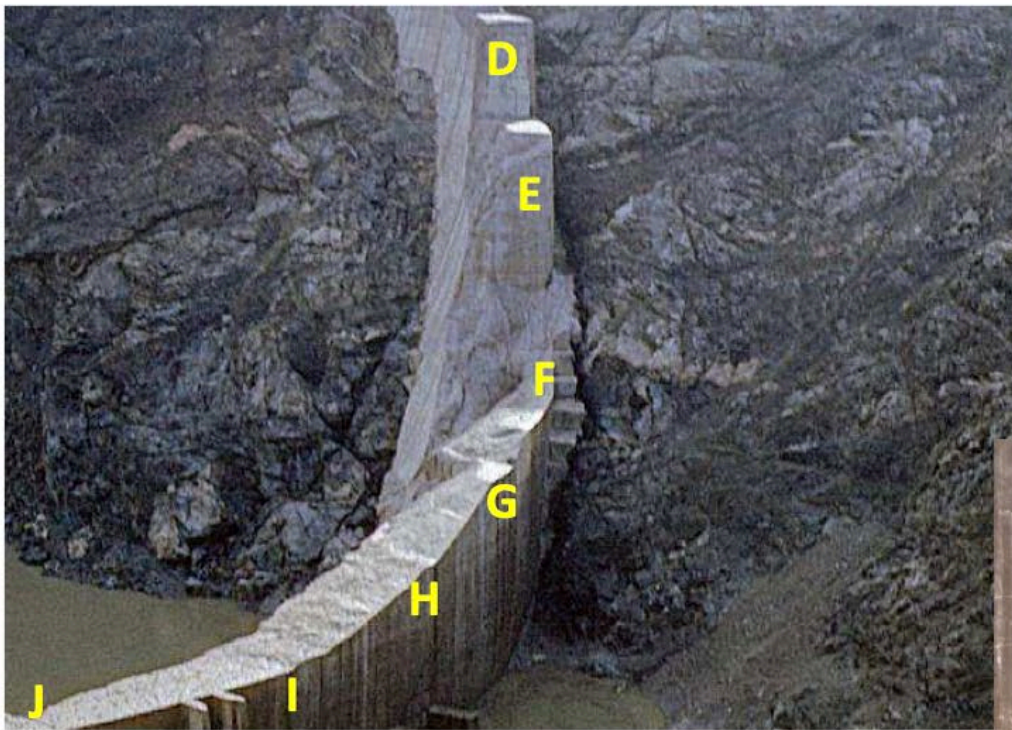


Developed D/S elevation

Deflection monitoring : Géodetic Targets Grid

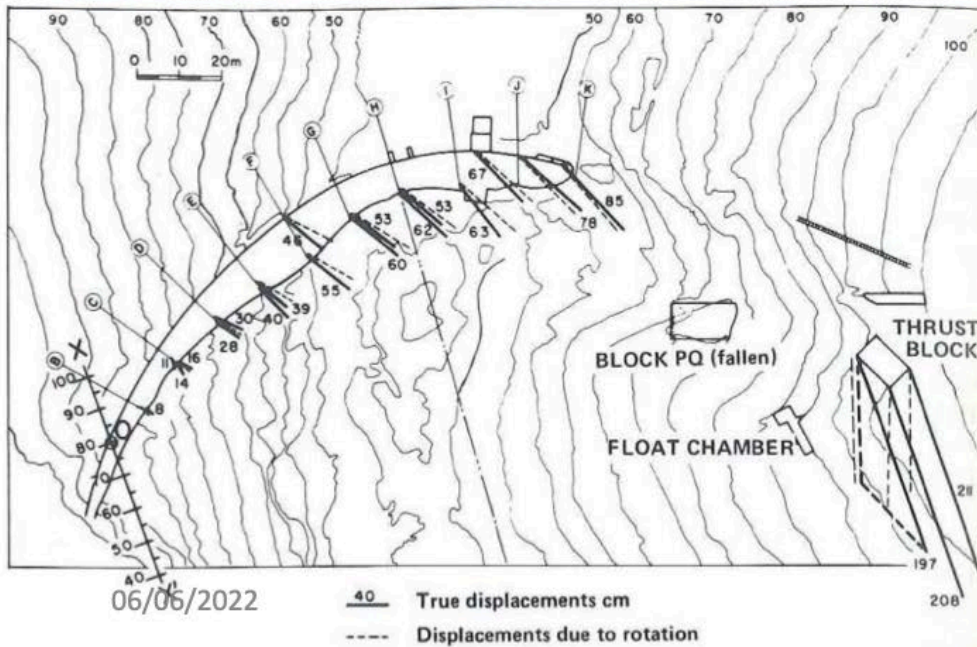






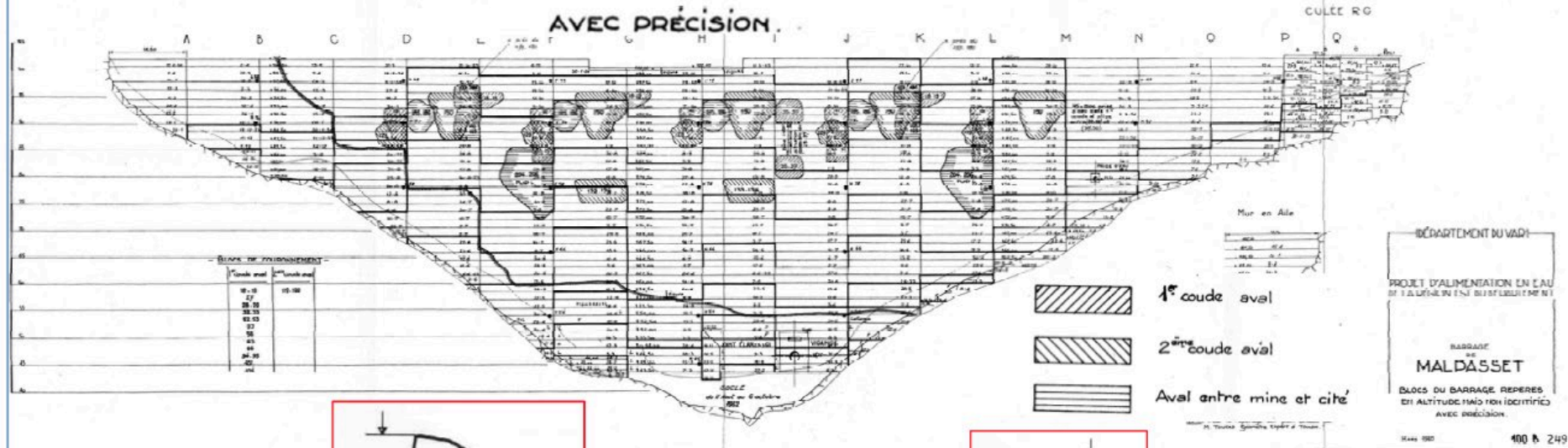
Right Bank U/S crack
<= 1959

2014



BLOCS DU BARRAGE REPERES EN ALTITUDE MAIS NON IDENTIFIÉS AVEC PRÉCISION.

ANNEXE N24



BLOCK FROM RIGHT BANK

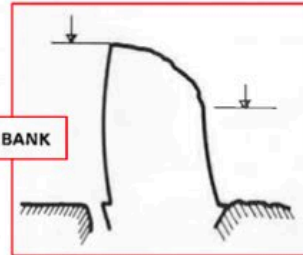
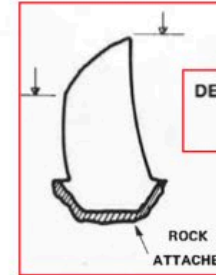


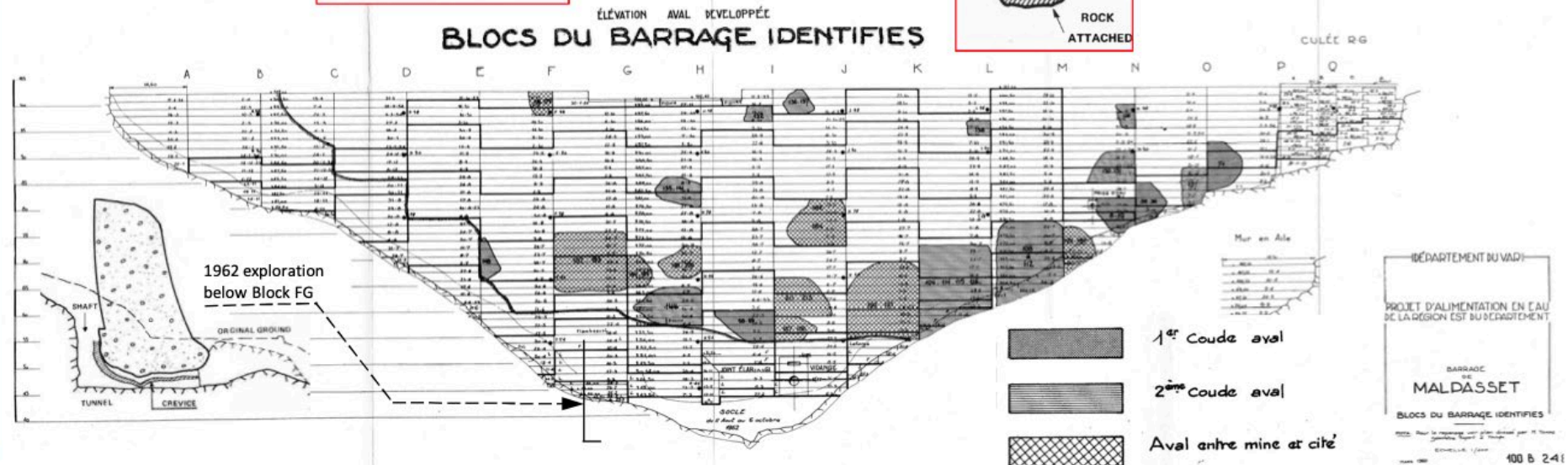
Fig. 10 in Bellier 1967 and 1976
Fig. 16 in Londe 1987

DEBRIS FROM BLOCKS ON LEFT BANK
FOUND DOWNSTREAM

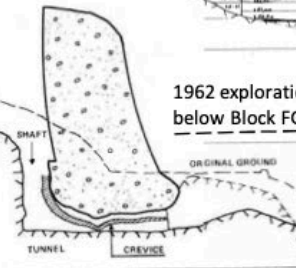


ÉLEVATION AVAL DÉVELOPPÉE BLOCS DU BARRAGE IDENTIFIÉS

ANNEXE 23



1962 exploration
below Block FG



400 B 241

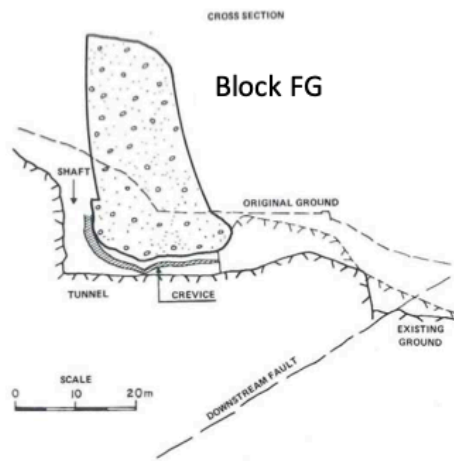
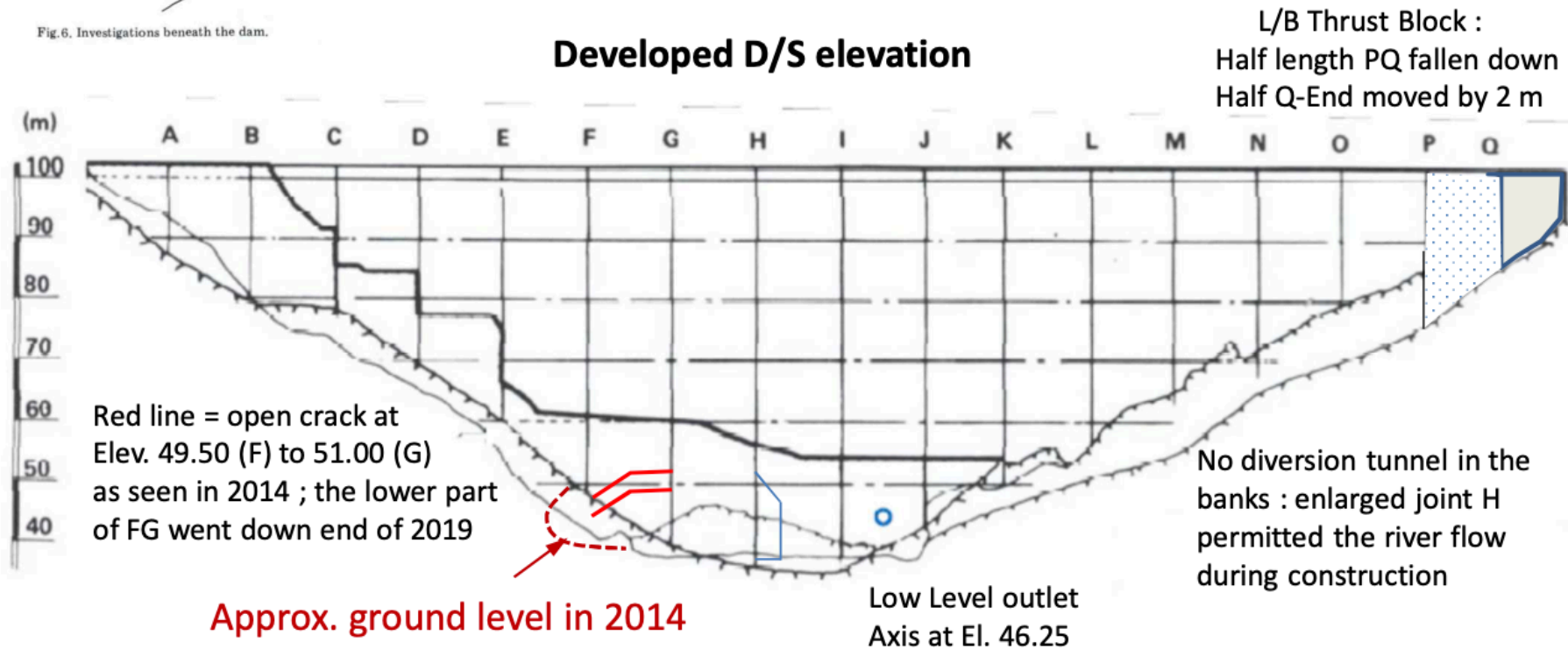


Fig.6. Investigations beneath the dam.

During summer of year **1962**, river being dry, an investigation shaft was excavated in the u/s crack at mid length of Block FG ; and extended below that block for inspecting the sheared cracked open rock. This enlarged the passage for the river, which is transporting sands and gravels and could over the years excavate a larger tunnel : found in 2014 extending over more than one block width. The lower part of FG Block was at that time already 5 cm down. **It felt by 2-3 m end of 2019.**

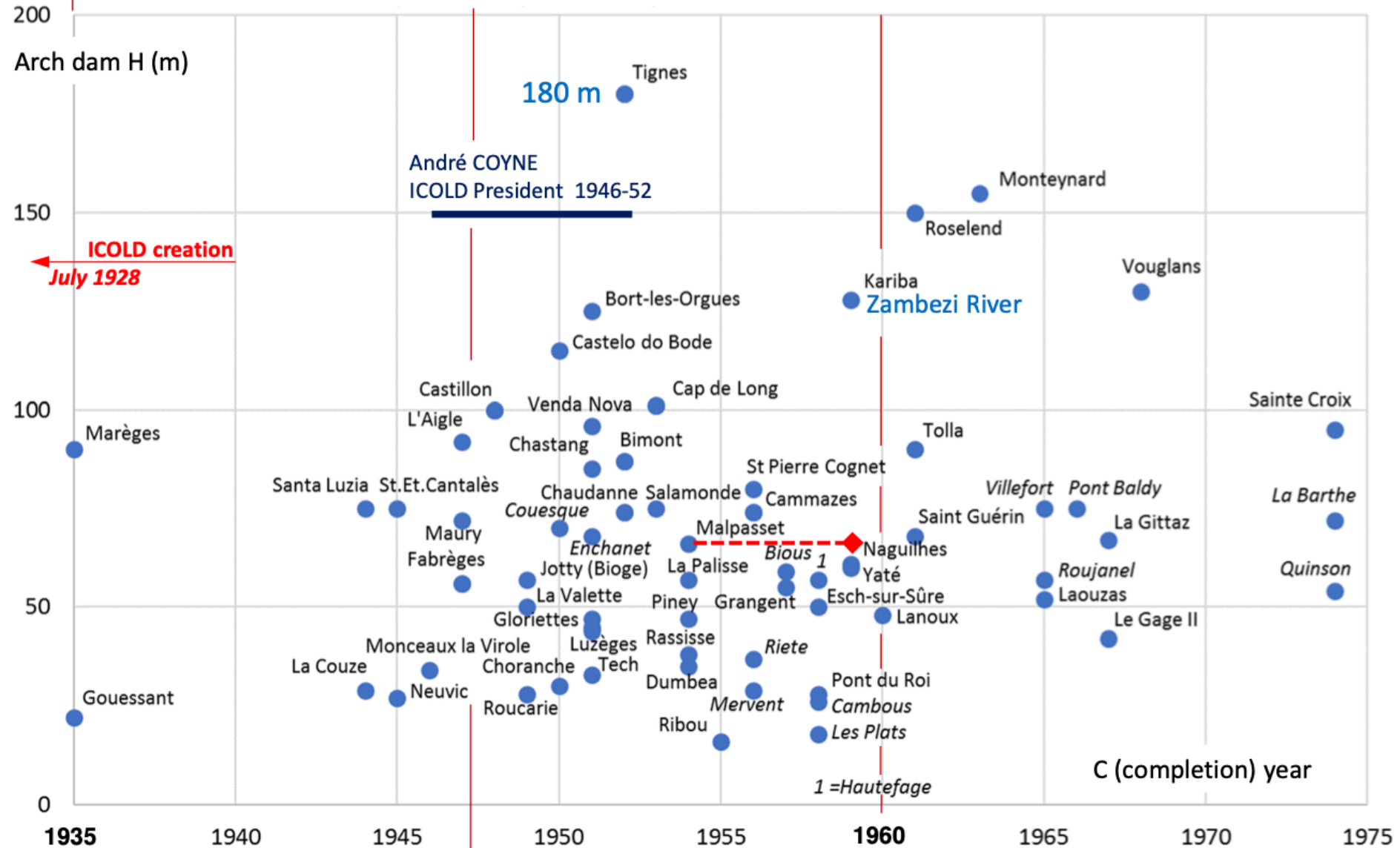


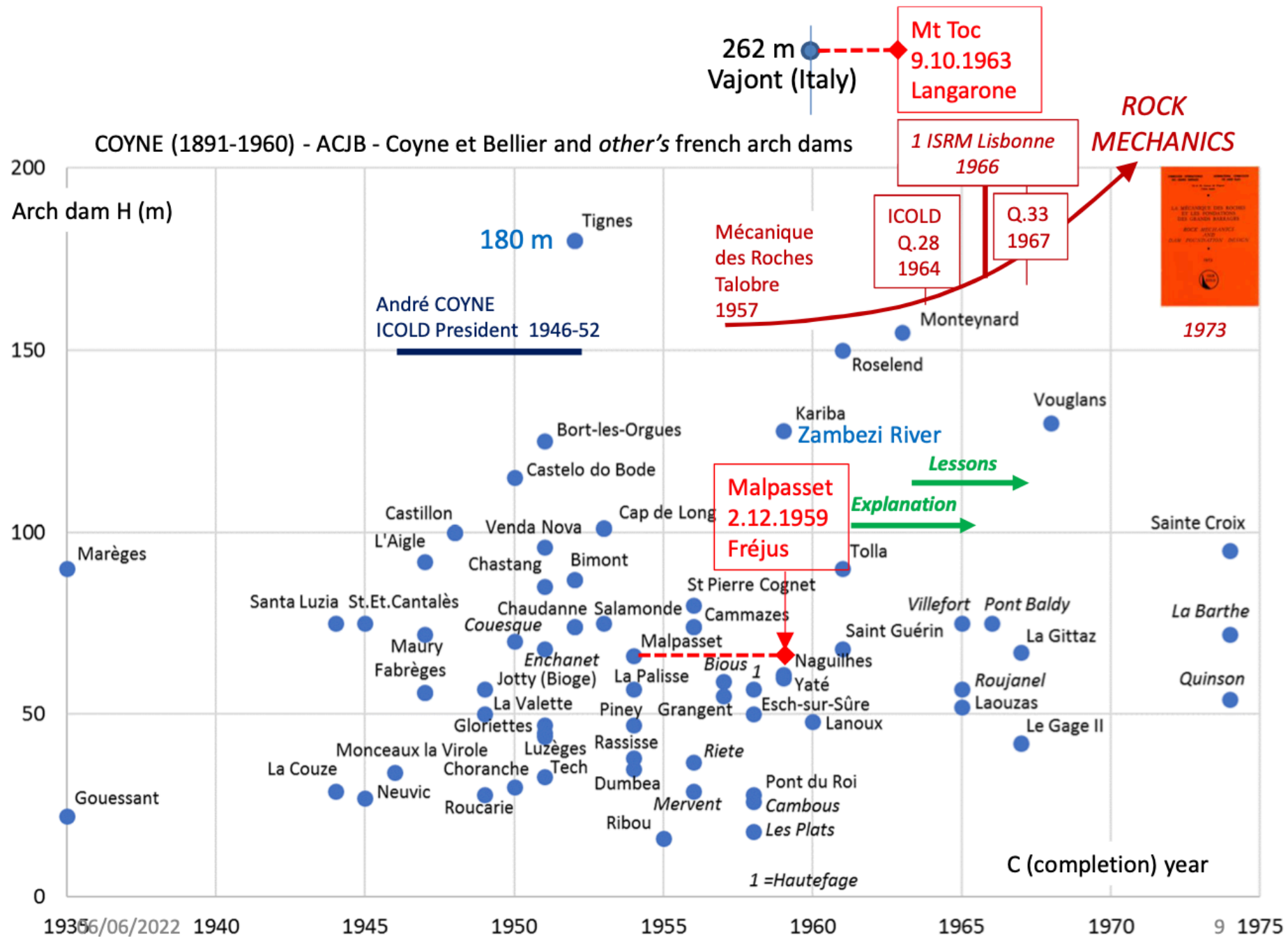
André COYNE head of **STGB**
= *Large Dams Special Unit*

1947 : EDF creation
& **ACJB consulting**

1962 : Coyne et Bellier, Consulting
Tractebel Engineering in 2009

COYNE (1891-1960) - ACJB - Coyne et Bellier and other's french arch dams





André COYNE (1891-1960)

1928 : Head of the *Dordogne Special Unit*

1935 : **Marèges 90 m H arch dam**

+ Head of the STGB (*Large Dams Techn Unit*)

1936 : Vice-Pdt of ICOLD

1947 : EDF creation, + ACJB consulting

1946-52 : Pdt of ICOLD

1952 : **Tignes 180 m H arch dam**

1959-07 : **Kariba arch dam on Zambezi River**

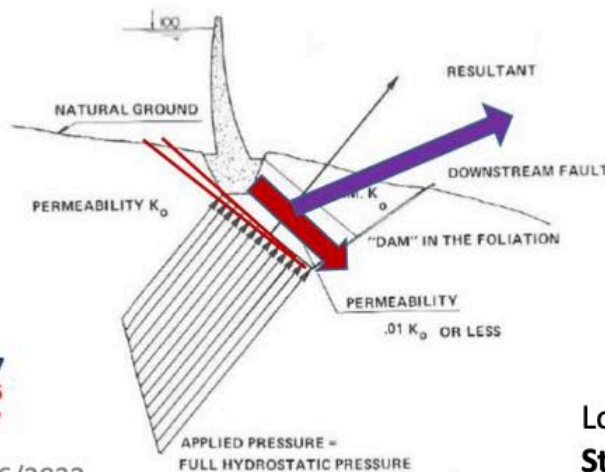
1959-12 : **Malpasset (C 1954) failure**

1960-07 : died from cancer

1963-07 : Kariba Lake full impoundment

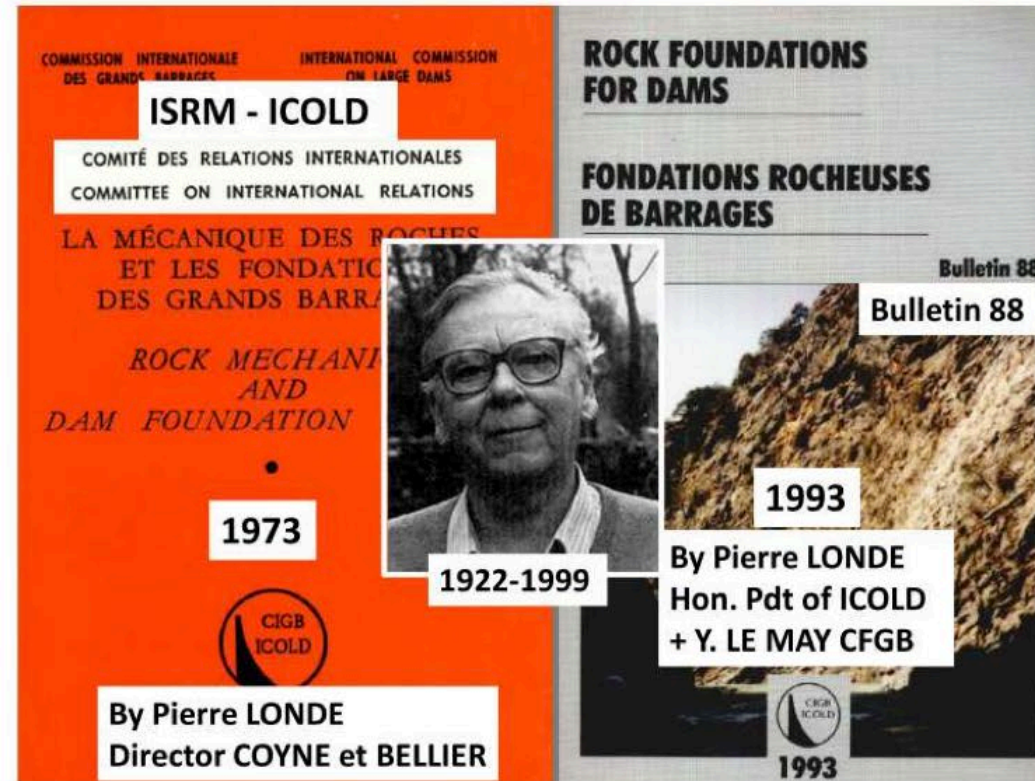
1963-10 : **Vajont Catastrophe in Italy**

Ref.
BELLIER, 1967
+ LONDE, 1976
LONDE, 1987

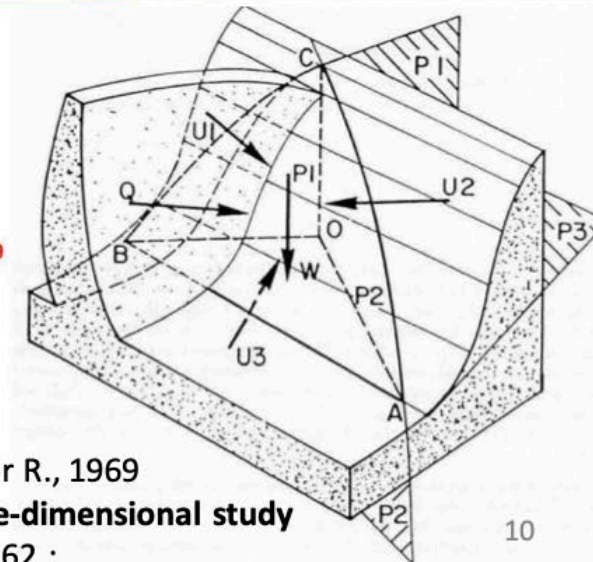


06/06/2022

Fig.11. Water pressure on the "underground dam".



Ref.
LONDE, 1965
LONDE et al., 1969



Londe P., Vigier G., Vormeringer R., 1969
Stability of rock slopes, a three-dimensional study
ASCE-SM_Vol.95 N°01_p.235-262 :

Ref.
BELLIER, 1967
+ LONDE, 1976
LONDE, 1987

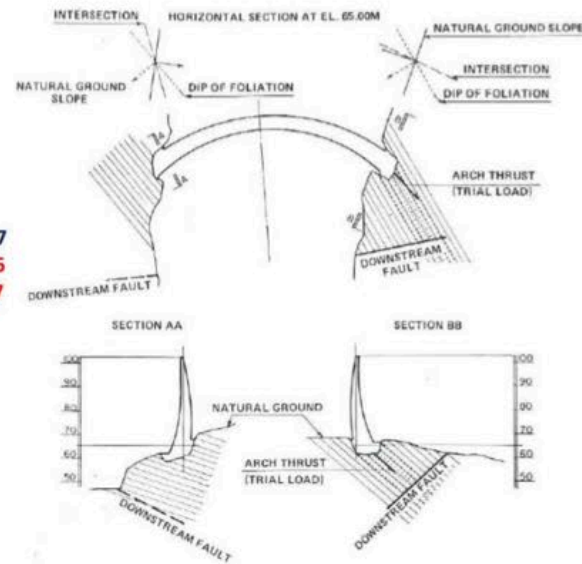
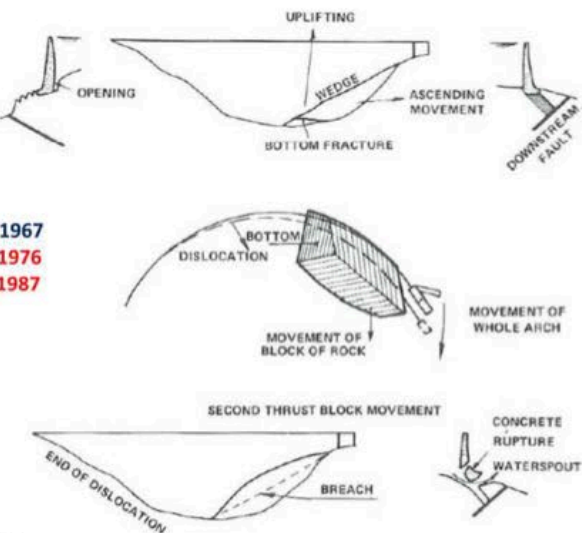


Fig.14. Relations between the geological structure and the arch.

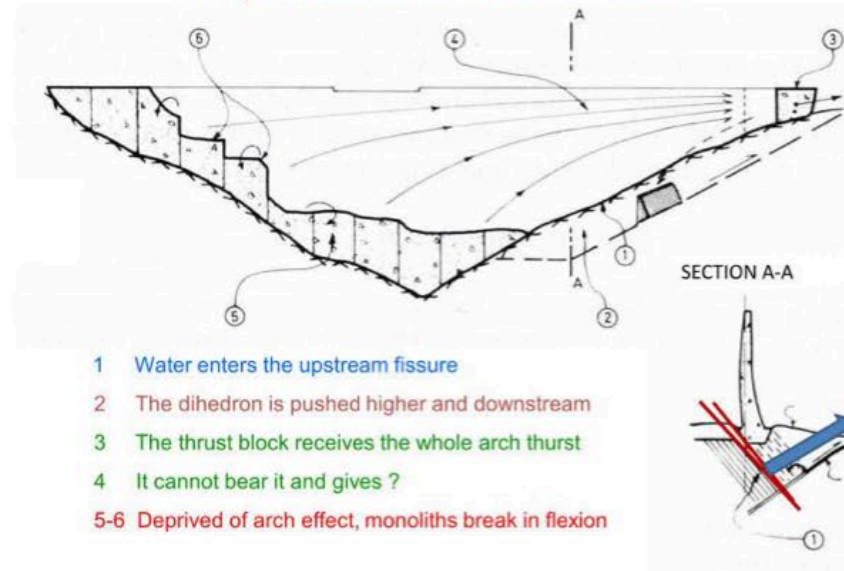
Ref.
BELLIER, 1967
+ LONDE, 1976
LONDE, 1987



06/06/2022

Fig. 8 - Schematic representation of the "explosive" failure phase

Proposed failure mechanism

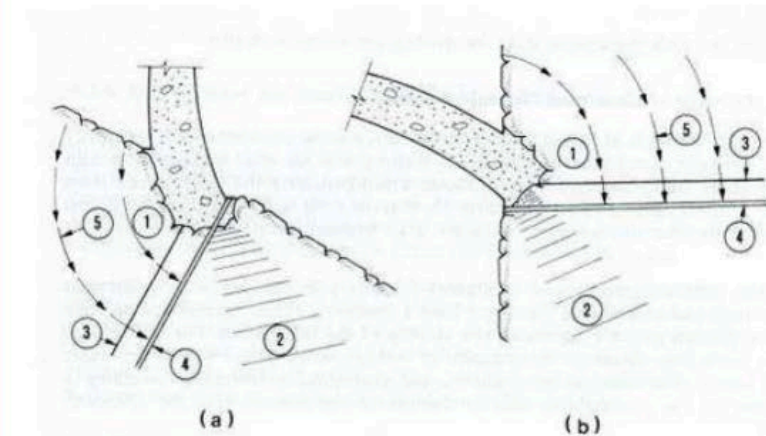


- 1 Water enters the upstream fissure
- 2 The dihedron is pushed higher and downstream
- 3 The thrust block receives the whole arch thrust
- 4 It cannot bear it and gives ?
- 5-6 Deprived of arch effect, monoliths break in flexion

MAIN LESSON : grouting and **DRAINAGE** layout

1964 (ICOLD Edimburg Congress, Q.28) & 1966 (1st ISRM Congress)

1967 (ICOLD Istanbul Congress, Q.32), etc...



LATEST THINKING ON THE MALPASSET ACCIDENT

G. POST and D. BONAZZI 1987

Coyne et Bellier, 5 rue d'Héliopolis, 75017 Paris (France)

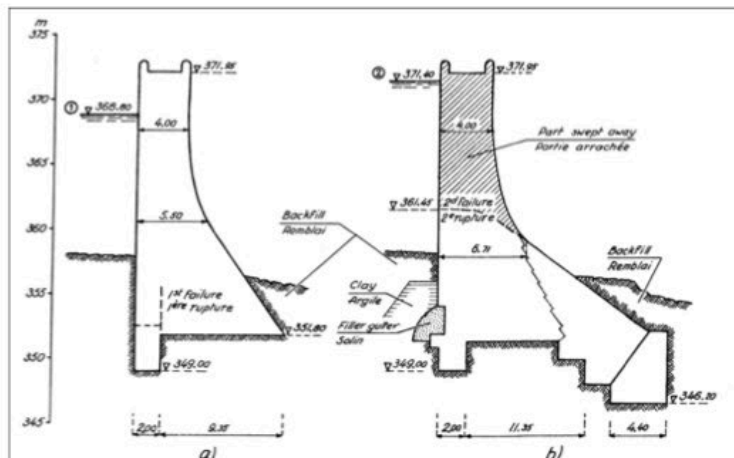
(Accepted for publication December, 1986)

1 - Decision that an arch dam was technically feasible at Malpasset was based on the own personnel conviction of a leading engineer... without any group or technical board discussion

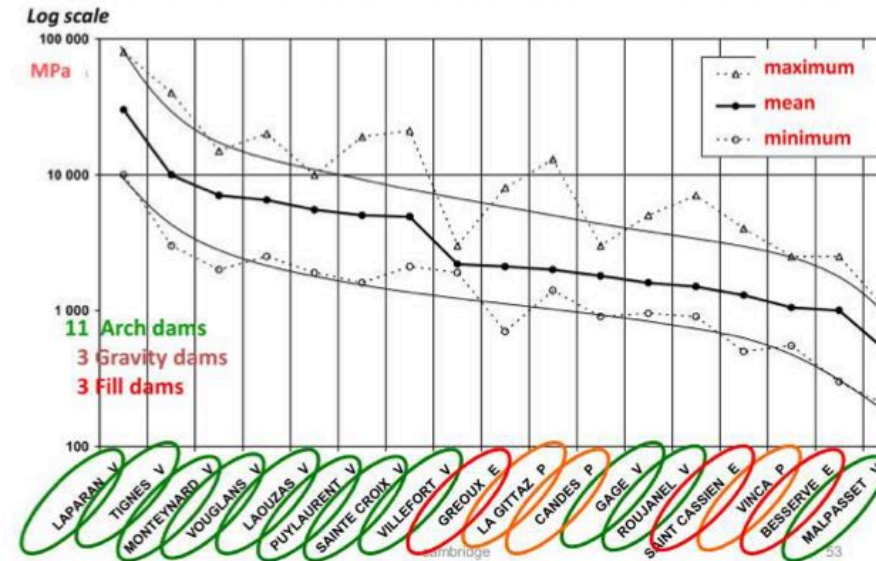
2 - The rock was of poor quality, highly deformable.

This was evidenced by jacking tests, AND back analyses permitted in 1986 by the Finite Elements => 500-1000 Mpa on the L/B

Note : **Uplift in gravity dams** was known since Maurice Levy August 1895 explanation of the french Bouzey Dam 2nd failure (below right)



Deformation moduli measured on 17 dam sites



Les leçons de Malpasset

Leur application aux projets de barrages d'aujourd'hui

Learnings from Malpasset

Application to today's projects

A. CARRÈRE

Expert, Coyne et Bellier
Bureau
d'ingénieurs conseils
Président du Comité
des méthodes de calcul
de la CIGB
Coyne et Bellier
9, allée des Barbaniers
92632 Gennevilliers
Cedex

Like all catastrophes, the Malpasset accident initiated considerable progress in the field of rock mechanics, and more specifically its application to dam engineering. Today's dam designers have acquired, thanks to their elders, fundamental knowledge in underground hydraulics and mechanics of geomaterials, which were only partially understood before. The paper tries to clarify aspects which are considered today as the most important in the understanding of mechanisms, in methods used now to quantify them, and in the design of foundation treatment. Finally, surveillance procedures for dams which are now applicable, especially during their first impounding, allow the mitigation to possible defects and consequently guarantee their ultimate safety.

Fig. 1 : dam plan view and downstream elevation, summarizing the construction schedule Coyne was attracted by the narrow Malpasset gorge, he located there a classical thin arch dam.

Fig. 2 : radial section on the outlet gate (block IJ), and reservoir impounding at *same vertical scale*

Fig. 3 : deflection monitoring (geodetic targets grid) ; and nothing in the foundation : no drains, no piezometers, as usual at that time.

Post-failure investigations : 1960 L/B gallery, and 1962 lower R/B gallery below block FG

Fig. 4 : general views of the ruins, with radial joints and some other identified details.

The upper left *wing wall* aimed at protecting the Thrust Block from direct reservoir pressure. This *gravity block* (half of which, i.e. block PQ, fell below, after the upper arches collapse) was drained, as evidenced by the large pipe outlet visible close to joint Q.

The dam axis is on joint H, at short distance from block IJ containing the bottom outlet. The concrete/rock limit is at joint K. An enormous part of the left abutment is missing, exposing the "*L/B dihedral*" scar.

Fig. 5 : Right Bank upstream side, where a large open vertical crack resulted from the general Rotation, as evidenced by the topographic survey of the remains displacements : rotation like a solid body (+ additional movement of the upper L/B overloaded Thrust Block).

Fig. 6 : Blocks found downstream having been identified, in altitude only (upper elevation) or completely located (lower elevation) ; and *typical shapes of cantilever failures*, evidencing a contrast between the L/B side (lower parts of cantilevers KL and LM carried away by the rock wedge movement) and the R/B side (upper parts of cantilevers toppled down).

Fig. 7 : Developed elevation, locating the river passages : no diversion tunnel (a simple temporary opening, at lower enlarged joint K, permitted to pass the river ; before being relayed by the low level outlet). After the failure, the river could flow below block FG ; its course was facilitated by the *1962 investigation Adit* under the block FG, and the abundant sediments (sand and gravels) transport over the years. The lower section of that block, 800 m³ approx., was seen detached in 2014 by around 5 cm ; it fell down by few meters during a flood on 1st december 2019.

Fig. 8 : COYNE and other's french arch dams, from 1935 to 1975

Malpasset dam was designed 70 years ago, in 1952, by a 60 years old famous arch dams designer who had been twice (6 years) ICOLD President. The 180 m high Tignes arch dam he had designed was just completed.

André Coyne was perfectly aware of uplift in gravity dam body : as evidenced by Maurice Levy 1895 explanation of Bouzey second failure (see note in Fig. 12), further gravity dam failures (Fergoug / Habra / Perregaux 1927), and his strengthening of gravity dams with tensioned cables anchored in the foundation (Marèges RB 1935 and Cheurfas 1936).

But he ignored / did not consider / uplift in arch dams, and at depth in their foundations. He recognized immediately his own responsibility, and passed away without having understood

Fig. 9 : The catastrophic Malpasset failure triggered intensive researches and developments in Rock Mechanics (a concept ignored before the dam design). First International Congress in Rock Mechanics was held in 1966 at Lisbonne, Portugal, shortly after Vajon / Langarone drama (Oct. 1963... when the Mont Toc failed into the reservoir, the arch resisted). Refer also to ICOLD Q. 28 & 33 at 1964 & 1967 congresses.

We (French COLD experts) belong to the second generation of engineers, having been taught by the first generation, Pierre Londe and colleagues, from the Bureau and others (EDF and Pierre Habib) who explained the failure, and provided lessons for designing safe dams.

Fig. 10 : Pierre Londe, author of a Special Bulletin ("*the small orange book*", 1973), updated in 1993 and then numbered as ICOLD Bulletin 88. The first one should be on line soon.

Londe vulgarized the 3D rock abutment stability analysis. The 1959 Malpasset Drama, and the October 1963 Vajont-Langarone Tragedy marked our profession. These years correspond also to the completion of Coyne's Kariba Dam construction on Zambezi River, and its full impounding.

Uplift at depth in the foundation was a major explanatory factor of Malpasset left abutment failure ; combined with the downstream fault, with the gneiss permeability sensitivity to stress (having created an underground impervious dam, adversely located without any drainage), and with the rock mass excessive deformability (low elasticity modulus).

Fig. 11 : Proposed failure mechanisms, and main lesson : grouting and drainage layout.

Fig. 12 : Last thoughts (Post and Bonazzi, 1987), Main Lessons (Alain Carrère, 2010).

Fig. 13 : The CFBR 2022 paper is summarizing previous works and abundant documentation ; of which some significant selected papers are made available here : <http://malpasset.bgl.ovh>

Geological details : refer to Bernard Couturier explanations given from the upper Right Bank. Watch the **CFBR 2020 *Recommandations pour l'étude géologique d'un site de barrage*** (written by Bernard Couturier and Pierre Antoine).

Bernard Goguel presentation : son of Jean Goguel, head of the French Geological Survey and teacher of applied geology for engineers, who joined the first inquiry committee (for the Owner, Ministry of Agriculture).

Whole professional life since Nov. 1970 with *Coyne et Bellier Consulting Engineers*, successors in 1962 of ACJB, *André Coyne and Jean Bellier* (created in 1947 parallelly to EDF). Renamed as *TRACTEBEL Engineering France* in 2009.

CFBR (French COLD) member since 1979, ICOLD T.C. Dam Surveillance Chairman (2003-2009).

Kariba Dam follow up from 1987 to 2010, having advised for securing the Plunge Pool and the gated spillway. Familiar with technico-historical studies.

Born on Nov 7, 1945. Ing. Ecole Centrale de Paris (1969), retired in Saint-Malo since 2014.

Last page : **selected references**

available on <http://malpasset.bgl.ovh>

Fig. 1 : vue en plan du barrage et élévation aval, résumant le planning de construction. A. Coyne, attiré par le resserrement de la gorge à Malpasset, y a projeté une voûte mince classique.

Fig. 2 : coupe radiale sur la vidange de fond (plot IJ), et remplissage à la même échelle verticale.

Fig. 3 : dispositif d'auscultation (mesures topo) des déformations de la voûte ; et rien en fondation : ni drains, ni piézomètres, selon les pratiques de l'époque.
Reconnaissances après la rupture : galeries en rive gauche (1960), et sous le plot FG (1962).

Fig. 4 : vues d'ensemble des ruines, avec repérage des joints radiaux et quelques autres détails.
Le mur en aile rive gauche visait à protéger la *culée poids* de la poussée du réservoir. Cette culée (dont la moitié, plot PQ, est tombée après la disparition des arcs supérieurs), était drainée, comme en témoigne la sortie du gros tuyau près de la base du joint Q.
L'axe de la voute se trouve sur le joint H, et la vidange de fond dans le plot IJ. Le béton encore en place en fond de vallée laisse la place au rocher à partir du joint K. Un énorme volume de rocher a été emporté, il en reste la cicatrice du "dièdre rive gauche".

Fig. 5 : amont rive droite : fissure verticale largement ouverte, résultant de la *rotation en bloc du barrage, autour de son extrémité rive droite*, avant sa complète dislocation. Un déplacement additionnel de la culée atteste de sa surcharge après l'amputation des arcs inférieurs.

Fig. 6 : blocs de béton déposés à l'aval ayant été identifiés en altitudes uniquement (en haut), ou dont l'origine a pu être plus complètement située (en bas). Avec profils typiques de ruptures : contraste net entre le bas de l'aile rive gauche (emporté par le coin rocheux qui est parti) et les ruptures des consoles centrales et rive droite, dont la partie supérieure a basculé.

Fig. 7 : élévation aval, indiquant les passages des eaux : aucune galerie de dérivation provisoire, un simple dédoublement de la base du joint H a fourni un provisoire suffisant, relayé ensuite par la vidange de fond (vanne papillon). Après la rupture, la rivière pouvait passer en partie sous le plot FG ; ce cheminement a été élargi par une galerie de reconnaissance en 1962, et au fil des années la rivière en crues abondamment chargée de sable et graviers. La partie basse du plot FG s'est trouvée suspendue, avec un bloc d'environ 800 m³ vu détaché de 5 cm, en 2014, sur toute la largeur du plot. Il a fini par tomber le 1er décembre 2019.

Fig. 8 : Barrages voûtes de COYNE et autres français, de 1935 à 1975 (placés par hauteurs et dates de fin de construction). Malpasset a été conçu il y a 70 ans, en 1952, par un ingénieur réputé âgé de 60 ans, qui venait d'être président de la CIGB pendant 6 ans (2 mandats de suite). La construction de son barrage voûte de Tignes, haut de 180 m, s'achevait juste.
André COYNE était bien averti de la *sous-pression dans les barrages poids*, mise en évidence par Maurice Lévy en 1895 après la seconde rupture du barrage de Bouzey (voir note en bas de la Fig. 12), et d'autres ruptures (Fergoug / Habra / Perregaux 1927) ; ainsi que par son renforcement à l'aide de tirants tendus ancrés en fondation de l'extrémité rive droite de Marèges (1935) et du barrage poids des Cheurfas (1936).

Mais il méconnaissait / ne prenait pas en compte / la sous-pression dans les barrages voûtes, et en profondeur dans leurs fondations rocheuses. Il s'est immédiatement déclaré responsable d'une rupture ayant à l'évidence son origine dans l'appui rocheux, et a été emporté par la maladie sans avoir eu l'explication.

Fig. 9 : la rupture catastrophique de Malpasset initia d'intenses recherches et développements en *mécanique des roches* (un concept inconnu lors de la conception du barrage). Le premier Congrès International en Mécanique des Roches se tint en 1966 à Lisbonne,

au Portugal, peu de temps après le drame de Vajont / Langarone (octobre 1963 en Italie, quand le Mont Toc s'effondra dans le réservoir, la voûte énormément surchargée tint bon). Voir aussi les questions 28 et 33 des congrès CIGB de 1964 et 1967.

Nous (experts du CFBR, comité français des barrages et réservoirs) sommes de la seconde génération d'ingénieurs, ayant été instruits par la première génération, Pierre Londe et ses collègues, du Bureau (ACJB devenu COB en 1962) et d'ailleurs (EDF et Pierre Habib notamment) qui expliquèrent la rupture et dégagèrent les leçons pour concevoir des barrages sûrs.

Fig. 10 : Pierre Londe a écrit un Bulletin spécial (le "*petit livre orange*" de 1973), complété et mis à jour en 1993 et alors seulement enregistré comme Bulletin Technique (n°88) de la CIGB. Le premier devrait être bientôt mis en ligne.

Londe a vulgarisé l'analyse de stabilité 3D d'une rive rocheuse. Le drame de Malpasset en 1959, et la tragédie de Vajont-Langarone en 1963 ont marqué notre profession. Ces années là sont aussi celles de la fin de construction du barrage voûte Coyne de Kariba, et de son premier remplissage.

La sous-pression en profondeur dans le massif rocheux d'appui a été un facteur explicatif majeur de la rupture ; combinée avec la présence de la faille aval, avec la sensibilité particulière du gneiss local à la contrainte (ayant créé un barrage souterrain étanche, mal placé en l'absence de drainage), et avec la déformabilité excessive (trop faible module) du massif rocheux.

Fig. 11 : mécanismes de rupture proposés, et leçons principales : dispositions de l'étanchéité et du drainage.

Fig. 12 : dernières réflexions (Post et Bonazzi, 1987) et leçons principales (Alain Carrère, 2010).

Fig. 13 : la communication CFBR 2022 (distribuée aux visiteurs) résume les travaux antérieurs et une abondante documentation ; dont quelques morceaux choisis jugés les plus significatifs sont rassemblés et aisément téléchargeables ici : <http://malpasset.bgl.ovh>

Eléments géologiques : voir les explications données (du belvédère en haut de la rive droite) par Bernard Couturier. Voir aussi les **Recommandations du CFBR pour l'étude géologique d'un site de barrage** (écrites par Bernard Couturier et Pierre Antoine).

Bernard Goguel : fils de Jean Goguel, Directeur du Service de la Carte Géologique de France et professeur de géologie appliquée pour les ingénieurs, qui a été appelé à rejoindre la Commission d'enquête mise en place par le Ministère de l'Agriculture, Maître d'Ouvrage.

A travaillé, depuis novembre 1970, chez Coyne et Bellier Bureau d'Ingénieurs Conseils ; qui avait succédé en 1962 à ACJB (André Coyne et Jean Bellier, créée en 1947 parallèlement à EDF). Et fut renommé TRACTEBEL Engineering France en 2009.

Membre du CFBR depuis 1979, Président du Comité technique CIGB de la surveillance des barrages de 2003 à 2009.

Suivi de Kariba de 1987 à 2010, ayant conseillé notamment les opérations sécurisation de la fosse d'érosion et de l'évacuateur vanné. Familier des études technico-historiques.

Né le 7 Novembre 1945. Ing. Ecole Centrale de Paris (1969), retiré à Saint-Malo depuis 2014.

Page suivante : **references choisies**

Disponibles sur : <http://malpasset.bgl.ovh>

Malpasset selected references, in chronological and/or alphabetic order :

1 - *Rapport de la Commission d'enquête (administrative) sur la rupture du barrage de Malpasset*, in Le Génie Civil, 1960, 255-257

2 - *Rapport géologique de Jean Goguel* (17 avril 1960), Annexe 38 au rapport de la Commission d'enquête, Revue Française de Géotechnique 2010, n° 131-132, pp. 25-36, avec *Avant-propos* à cette publication, par Bernard Goguel, pp. 23-24.

3 – *Rapport d'Expertise (judiciaire)* de 1961-62, Le Génie Civil 1965, pages 239-246 et 277-283.

4 – *Rapport de Contre-Expertise (judiciaire)* aout 1963, Le Génie Civil 1966, pp. 14-20 et 99-108.

Bellier J., 1967, Le barrage de Malpasset, extrait revue Travaux, pp. 1-22.

Bellier J., 1967, *English translation* by John Langbein, 1976, presented by P. Londe at the Conference on the Evaluation of Dam Safety, Pacific Grove, California, Nov 28-Dec 3, pp. 72-136.

Carrère A., 2010, *Les leçons de Malpasset, leur application aux projets de barrages d'aujourd'hui*, Revue Française de Géotechnique, Paris, 131-132, pp. 37-51.

CFBR-2020, *Recommandations pour l'étude géologique d'un site de barrage* (written by Bernard Couturier and Pierre Antoine).

CFBR, 2022, *Barrage de Malpasset, l'accident du 2 décembre 1959*, communication pour les visites lors du Congrès de 2021 (décalé en 2022), Guirec Prevot., Alain Carrère, Bernard Goguel, Patrick Le Delliou, Thomas Viard, Paul Royet.

CFBR, 2022, *Alain Carrère illustrated story of Malpasset failure*

CFBR, 2022, *Malpasset Dam, the accident of December 2, 1959*, English version for visitors.

Duffaut P., 2009, *Cinquantenaire de la rupture des fondations et du barrage de Malpasset (Var)*. Travaux du Comité français d'histoire de la géologie (COFRIGEO), Troisième série t. XXIII n°9, séance du 9 décembre 2009, pp. 201-224.

Duffaut P., 2010, *Malpasset, la seule rupture totale d'un barrage-voûte*. RFG 131-132, pp. 5-18.

Duffaut P., 2011a, *What modern rock mechanics owe to the Malpasset arch dam failure*, 12th ISRM Congress in Beijing, Qian & Zhou (eds), p. 701

Duffaut P., 2011b, *ditto* pp. 1889-92

Duffaut P., 2013, *The traps behind the failure of Malpasset arch dam, France, in 1959*. Journal of Rock Mechanics and Geotechnical Engineering, 5(5), pp. 335-341.

Duffaut P., Goguel B., 2018 rev. 2022, *Malpasset arch dam failure*, presentation to CHINCOLD.

Goguel B., 2018, *Malpasset arch dam failure at first impoundment*. ICOLD-CIGB Bull. 180, Dam Surveillance. Lessons learnt from case histories, pp. 55-60.

Habib P., 2010, *La fissuration des gneiss de Malpasset*, RFG 131-132, pp. 19-22.

ICOLD-CIGB, 1974a, *Lessons from dam incidents. Leçons tirées des accidents de barrages*,

ICOLD-CIGB 1974b, *same book, bi-linguist* : *Malpasset Dam*, pp. 33-40.

Larouze J., Duffaut P., 2022, *La rupture du barrage de Malpasset (France, 1959) : un cas emblématique d'accident organisationnel ?* Congrès CIGB de Marseille, communication C2, 26 p.

Londe P., 1965, *Une méthode d'analyse à trois dimensions de la stabilité d'une rive rocheuse*, Annales des Ponts et Chaussées, 135 (1), pp. 37-60

Londe P., Vigier G., Vormeringer R., 1969, *Stability of rock slopes, a three-dimensional study*, Proc. ASCE, SM1, 6363, pp. 235-262.

Londe P., 1973, *La mécanique des roches et les fondations des grands barrages – Rock mechanics and dam foundation design*, CIGB-ICOLD, 102 p. (**Special Bulletin**, sponsored by the ISRM, edited by the ICOLD Committee on International Relations).

Londe P. 1973, *Water seepage in rock slopes*, Quat. Jral of Eng. Geology, 6-1, pp. 75-92.

Londe P., 1987, *The Malpasset dam failure*, Eng. Geology, Elsevier, 24, pp. 295-329

Londe P., Le May Y., 1993, *Rock foundations for dams – Fondations rocheuses de barrages*, ICOLD-CIGB **Bulletin n° 88**, updated edition of 1973 "Special Bulletin", 241 p.

Londe P., Sabarly F., 1966, *La distribution des perméabilités dans la fondation des barrages voûtes en fonction du champ de contrainte*, 1^{er} Congrès Internat. Mécanique des Roches, Lisbonne, 8-6, pp. 517-521

Fauchet B., Coussy O., Carrère A., Tardieu B., 1991, **Poroplastic analysis of concrete dams and their foundations**, Dam Engineering, II-3, pp. 165-192.

Post G., Bonazzi D., 1987, *Latest thinking on the Malpasset accident*. Eng. Geology, Elsevier, 24 (1-4), pp. 339-353.

BC hydro, 2003, Map B-21 : *Fréjus, Malpasset and Surrounding Areas*, flood propagation times.

Bordes J.L., Tardieu B., 2015, *André Coyne, de la Dordogne au Zambèze, la passion de construire*, Bulletin de la Sabix, pp. 8-53.