

---

# Barrage de Brissa

---

Rapport expertise Juillet  
2019

---

YZIQUEL Alain

---

wat/19/4

# Barrage de Brissa

## Rapport d'expertise

### 1. Introduction

Le barrage de Brissa présente des fuites importantes, qui a priori ne le mettent pas en danger mais empêchent l'ouvrage de tenir son objectif à savoir la fourniture d'eau d'irrigation aux avaliers.

Le CDR a confié à Alain YZIQUEL, expert indépendant, l'expertise suivante :

- Faire un état des lieux
- Donner un aperçu des raisons pour lesquels le projet n'a pas été terminé comme prévu
- Esquisser la solution au problème.

### 2. Documentation mise à disposition

La documentation est décrite en Annexe 1. Elle est classée de la plus récente à la plus ancienne. En effet la documentation récente a plus de poids que la documentation ancienne.

### 3. Vue aérienne de l'aménagement

La vue ci-dessous est la plus récente que nous ayons pu trouver



Elle montre les éléments suivants :

- La très grande hétérogénéité du site visible grâce aux différentes couleurs des roches présentes sur le site
- La dégradation rapide des talus du réservoir
- L'absence de structure de contrôle des eaux entrants dans le réservoir.
- Finalement l'absence d'eau sauf dans une petite partie où une membrane a été posée.

Nous reviendrons sur chacun de ces points dans le cours du rapport.

#### 4. Historique du projet, de la construction et du remplissage

##### *Première phase : Le projet*

- La localisation du projet ainsi que le projet original ont été faits par le consultant « World Engineering & Technology- Bureau Ing. Corban » pour le compte du ministère des ressources hydrauliques et électriques durant les années 1997-1998. La capacité de stockage était de 850,000m<sup>3</sup>
- En 1998, Le conseil des ministres a décidé d'exécuter le projet à travers le CDR.
- En 2001, le CDR a demandé à Dar Al Handasah Nazih Taleb de mettre à jour, de compléter, de vérifier et de modifier les tender documents (sans apporter des modifications sur les études déjà réalisées au ministère), y compris :
  - Vérification de la stabilité de barrage spécialement en cas de séisme
  - Etudes des tuyaux de transmission de l'eau à partir du barrage
  - Préparation d'un dossier expropriation

547

- Modifier les tender documents pour être selon les types adoptes par la Banque Saoudien qui va financer le projet

La mise à jour des études du projet a conclu à la possibilité d'augmenter la capacité de stockage a 1,250,000m<sup>3</sup> en élargissant le réservoir.  
Cette mise à jour a été terminée en 2002. Sur les plans de tender il n'y a pas le nom de l'entreprise, mais le nom du consultant original (World Engineering & Technology)

L'étude originale ainsi que la mise à jour du projet, n'ont pas inclus des investigations géotechniques profondes mais seulement des puits de profondeur limités. C'est pour cette raison que les tender documents ont demandé à l'entreprise de faire des investigations géologiques et géotechniques profondes pour le barrage et pour les carrières. L'entreprise a été aussi demandé de modifier le design en fonction des résultats de ces reconnaissances.

### *Deuxième phase : la construction*

En 2003, l'exécution du projet a commencé avec l'Entrepreneur « Elka Group- Batco J.V » et son conseil « GammaPi s.r.l » sous la supervision de Dar Al Handasah Nazih Taleb.

En 2004, une fois les reconnaissances réalisées et suite aux excavations de la fondation du barrage, l'Entreprise a proposé de modifier la section type du barrage et l'axe du barrage. Les raisons principales, données par l'Entrepreneur, pour les modifications de la section type étaient :

- La qualité de l'argile convenable pour un noyau
- La difficulté de trouver des carrières proches pour le rockfill et la fermeture des carrières et par suite le coût additionnel pour les remblais rocheux.

Ces modifications ont été adoptées spécialement pour les raisons suivantes:

- La nouvelle solution respecte les critères des plans de tender, une étanchéité verticale pour le barrage (noyau en argile au lieu d'une membrane sur la face amont du barrage) et une extension horizontale de l'étanchéité dans les zones où le calcaire affleure dans le réservoir (mais avec un tapis argile au lieu d'une membrane).
- Le basalte qui couvre toute de la zone restante du réservoir est étanche (principe aussi adopté dans les études originales).
- L'importation de l'extérieur va imposer des coûts supplémentaires.
- L'entreprise a annoncé qu'elle est responsable de ces modifications.
- L'expert international du barrage a donné un avis que ces modifications peuvent être adoptées.

Nous reviendrons plus loin dans le corps du rapport au bien-fondé de cette modification et de ses conséquences sur le projet.

En 2006, et suite à l'avancement des travaux d'excavation du réservoir ainsi que les travaux d'injection et les travaux du barrage, des nouveaux facteurs géologiques et géotechniques ont été constatés et ont été mentionnées dans le rapport de Mr Mekboul <sup>1</sup>comme suit:  
*Il a été démontré que la couche basaltique résiduelle au fond du bassin sur laquelle on comptait pour garantir l'étanchéité du réservoir est le plus souvent perméable, d'épaisseur inégale et parfois nulle. Cette couche repose sur une formation calcaire perméable qui a été mise à nu dans la partie centrale du réservoir.*

*Dans ces conditions on ne peut compter sur l'étanchéité naturelle de la fondation pour assurer le stockage des eaux. Un revêtement d'étanchéité généralisé de ce fond de bassin paraît incontournable pour garantir la réussite de ce projet*

La construction s'est terminée en 2009.

Compte tenu de l'altitude (environ 2000m) les travaux n'ont pu être réalisés que pendant 5 mois.

### ***Troisième phase : l'exploitation***

Les informations concernant la période 2009 -2012 sont extraites du Site Visit Report July 2012.

Le premier remplissage a eu lieu en 2009. Les fuites ont été telles que le niveau maximum n'a été que de quelques mètres au-dessus du fond du réservoir

L'installation de 20000 m2 de membrane n'ont eu que peu d'effet sur le débit de fuite.

En 2011 les apports ont été minimes.

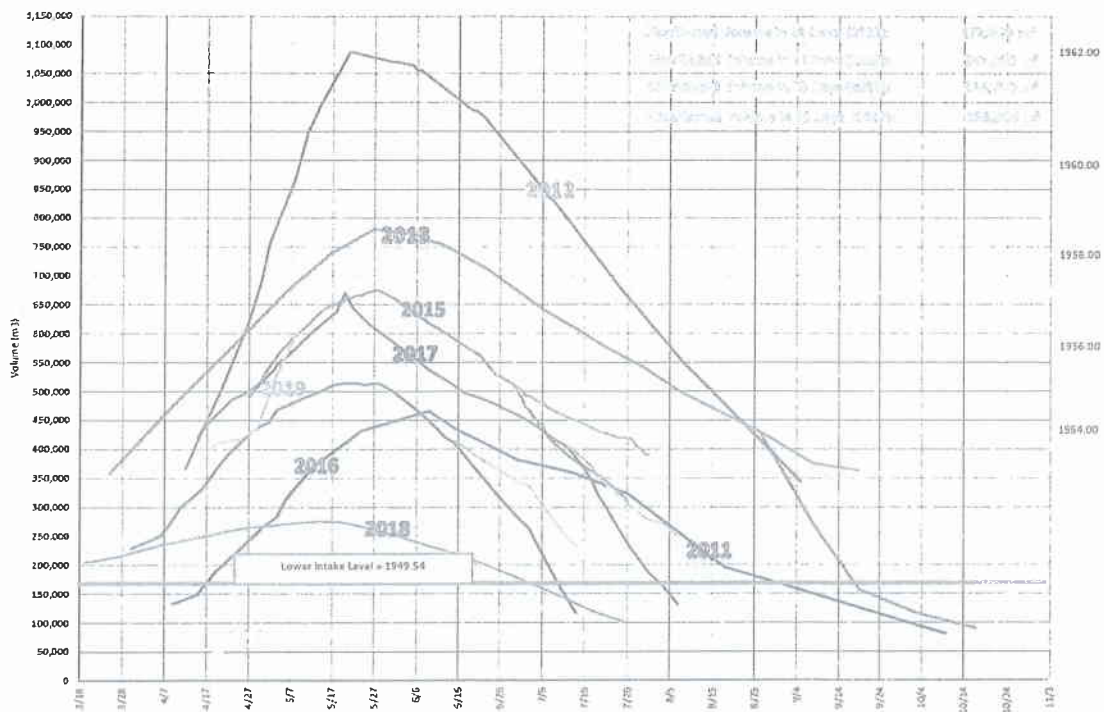
Les informations suivantes couvrant la période 2011 -2019 nous ont été aimablement communiquées par Dar Al Handasah Nazih Taleb.

---

<sup>1</sup>Etanchéité du réservoir ; suivi géologique d'exécution ; synthèse des données des sondages BMC1 à BMC5; Mars 2006

54

Lake Filling Curve Comparison 2011 to 2019



## 5. L'étanchéité de l'aménagement

### Observation du site

On peut voir sur la photo suivante la présence de petits lacs privés prouve que le basalte altéré peut être une étanchéité naturelle. Nous n'avons pas de topographie précise mais d'après le rapport<sup>2</sup> sur l'étanchéité du réservoir l'épaisseur de basalte au niveau des petits lacs serait alors de plus de 20m.

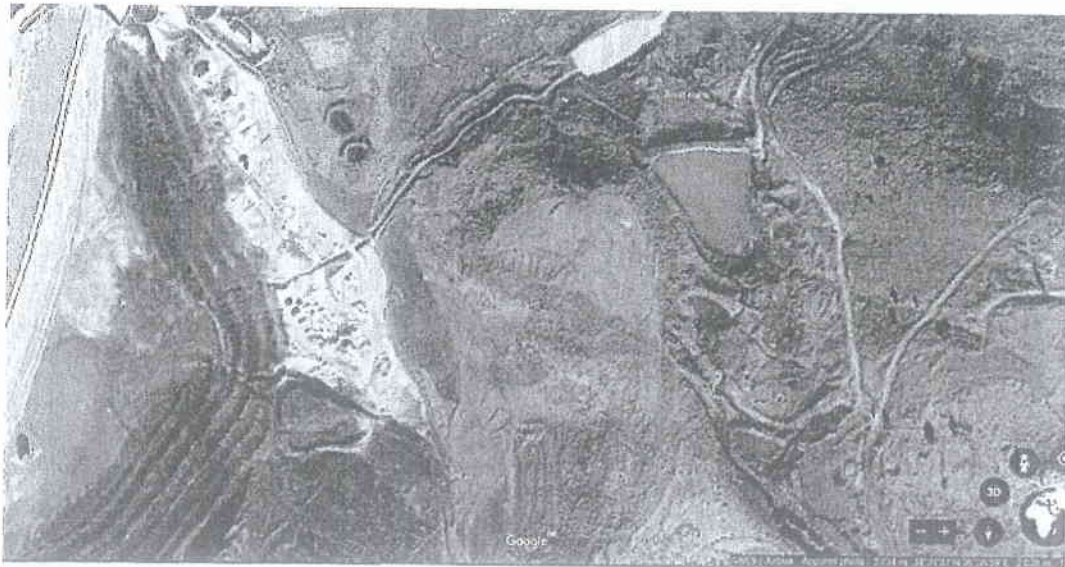
En outre l'expert international a vérifié que le matériau n'est pas dispersif. Ce résultat est attendu car nous ne sommes pas en présence d'argiles marines mais d'argile provenant de l'altération du basalte. Le mécanisme menant à la dispersivité (présence d'atomes sodium Na) n'est pas présent.

Le problème principal est bien entendu le **gradient hydraulique** qui peut créer des érosions par vitesse excessive sur les particules argileuses. Cela est valable tant pour les talus (vitesse d'entraînement) ou si le gradient est trop élevé (instabilité des particules)

<sup>2</sup> Etanchéité du réservoir ; suivi géologique d'exécution ; synthèse des données des sondages BMC1 à BMC5; Mars 2006

*Signature*





### ***Projet initial***

Le projet initial que nous nommerons WET (pour World Engineering & Technology) s'affranchissait du problème d'étanchéité en mettant en place un système d'étanchéité recouvrant tout le barrage et une partie du réservoir. L'étanchéité était faite de dalles jointives

Le système prévu est complexe mais est conceptuellement correct à savoir que la partie supposée perméable est recouverte par **une étanchéité artificielle**.

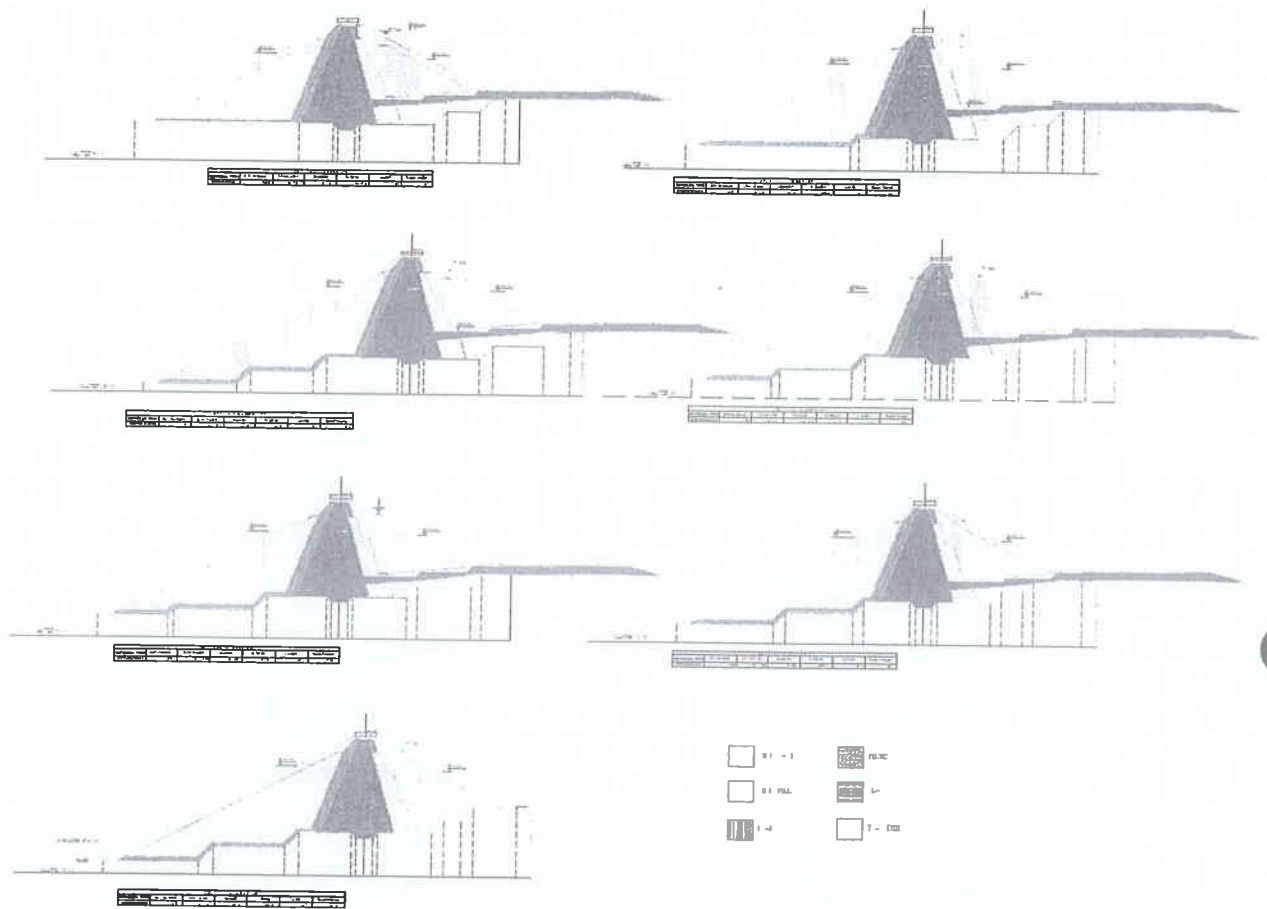
Comme ce projet a été abandonné nous ne nous étendrons pas d'avantage à ce stade sur le sujet.

La difficulté principale de ce projet est de définir la position de la limite de cette protection. Il faudrait certainement que la plinthe soit ancrée plus profondément dans le basalte altéré. En outre l'ancrage dans le basalte est sujet à caution. Forer et injecter dans du basalte altéré est douteux. Il aurait mieux fallu faire une barrière de pieux sécants.

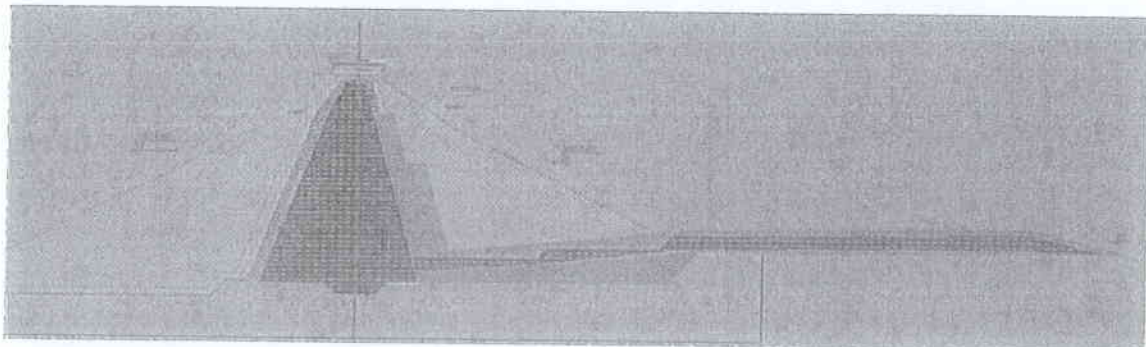
Le barrage de Balaa offre une géologie similaire (basalte altéré sur calcaires karstifiés). Compte tenu de ces difficultés et après une analyse des coûts de la plinthe, des ancrages et des injections nous avons opté pour le recouvrement total du réservoir.

### ***Projet modifié***

Comme indiqué plus haut le projet a été modifié comme présenté sur les coupes types ci-dessous.



Nous ne remettons pas en question la conception du barrage somme toute traditionnelle pour un barrage en terre. Le noyau a été dessiné pour un gradient hydraulique de 3.



Nous sommes plus circonspects par l'adoption d'un tapis argileux. Le tapis en argile repose sur une transition de dimension maximale 100 mm. Cette transition nous paraît trop ouverte pour être filtré avec l'argile. Une solution raisonnable pour le tapis amont aurait été de haut en bas ; argile, filtre, transition. En outre l'épaisseur de l'argile semble bien faible. Le gradient hydraulique est, nous semble-t-il, trop fort.

574



L'issue principale dans cette modification ainsi que dans la conception originale du projet était l'hypothèse que le basalte apparent dans le réservoir est étanche, ce qui n'est pas le cas et seule une étanchéité artificielle permet d'assurer l'étanchéité.

Dans son rapport 11 en date du mois d'août 2009, l'expert international fait mention de plusieurs recommandations.

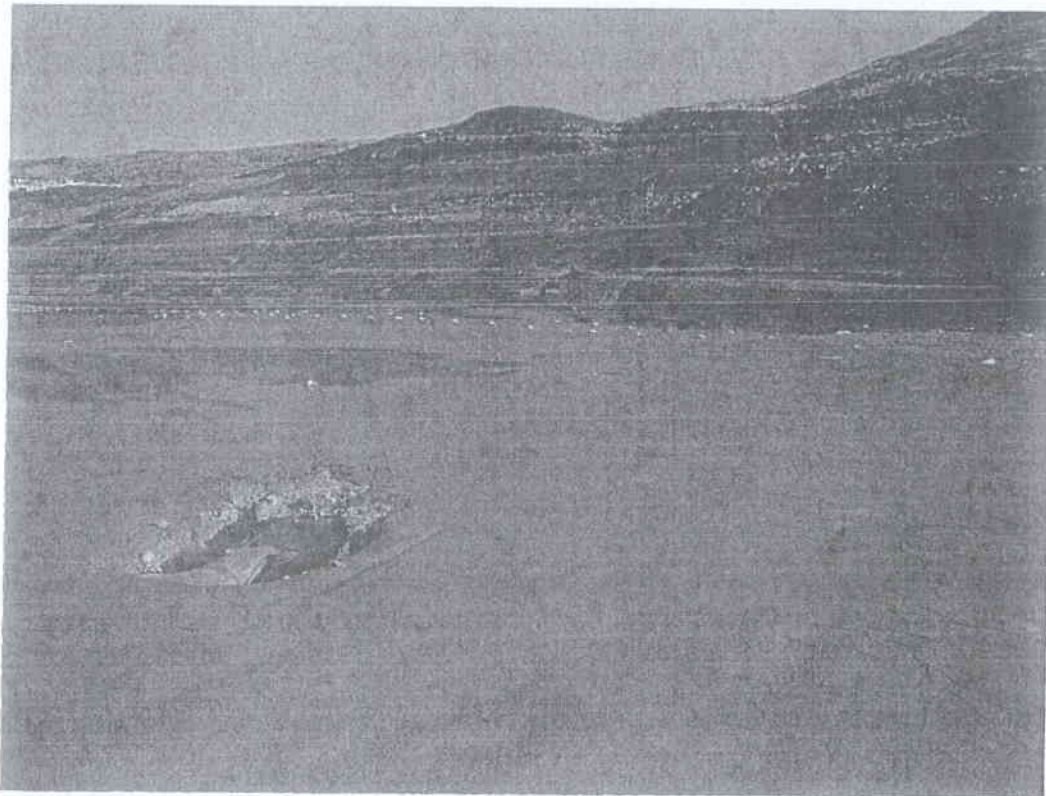
Le problème a été mentionné plus tôt dans l'excellent rapport de 2006 déjà mentionné,

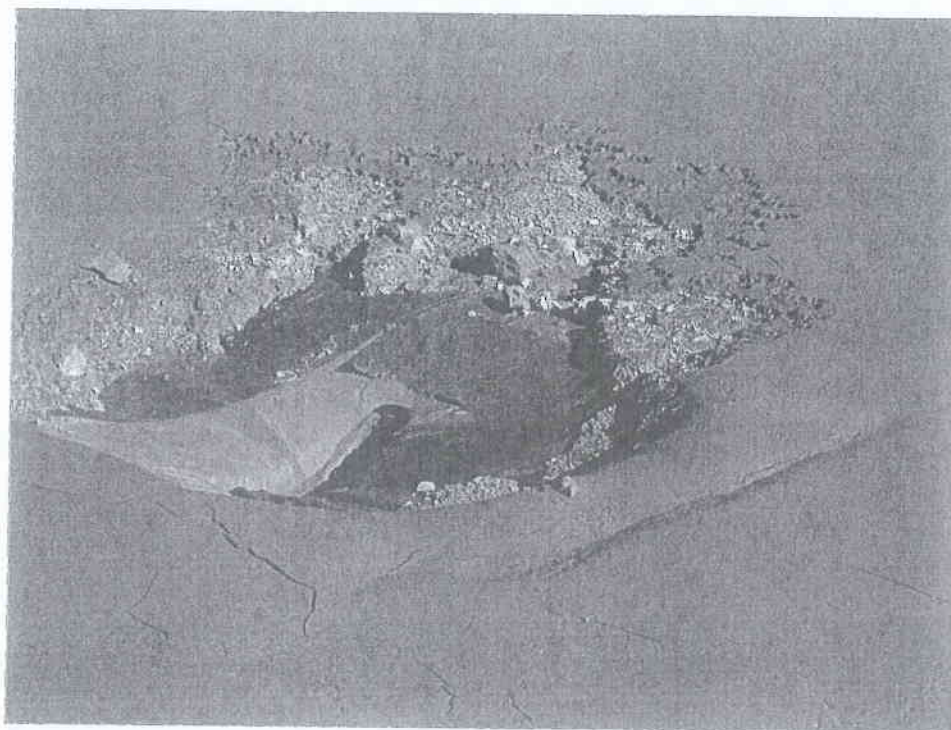
La gestion du programme des travaux du barrage et des injections a été, semble-t-il, un obstacle à la prise en compte des conclusions du programme de 2006.

Il ne fait maintenant aucun doute que le réservoir doit être étanché complètement.

Concernant la méthode d'étanchement l'essai réalisé de la pose de 20 000 m<sup>2</sup> de membrane est instructif.

Le rapport relatif à la visite du 7 novembre 2012 décrit le comportement de la partie étanchée par une membrane et un géotextile et en décrit les problèmes. Nous ne détaillerons pas ces dommages plus en avant si ce n'est de montrer un cas typique d'endommagement





Il est à noter que cet incident est apparu avec un réservoir dont le niveau était de 7 mètres inférieur au niveau de la retenue normale.

C'est le phénomène que nous avons rencontré à la retenue des herbes Blanches citée en Annexe 2.

## **6. L'érosion et la stabilité des talus**

La solution adoptée dans la conception initiale ainsi que dans la solution modifiée pour la création du réservoir consiste en excavant des talus à l'amont formé de pentes raides et de risbermes, cette solution n'est pas compatible avec des pentes de réservoir soumis à des phénomènes de vidange, de battillage et de stabilité générale par manque de maîtrise des écoulements et des pressions venant de l'amont

La photographie ci-dessous montre l'étendue des problèmes.



### ***Stabilité des talus***

Les talus de l'excavation amont ne sont pas stables.  
On doit profiter de l'effondrement visible pour pratiquer une analyse en retour pour comprendre le régime d'écoulement.