

Evaluation probabiliste de la stabilité d'un barrage poids.

Travail de fin d'études réalisé chez ISL ingénierie par Adrien Jouanique VA Génie Civil

Les barrages poids sont des ouvrages dont la stabilité est assurée par le poids du corps de l'ouvrage. Ces ouvrages sont dimensionnés en utilisant des méthodes déterministes ou semi probabilistes conformément aux recommandations du comité français des barrages et réservoirs (CFBR). L'objectif de ce travail de fin d'études est de répondre à la problématique suivante : En quoi l'évaluation probabiliste de la stabilité d'un barrage poids diffère-t-elle des méthodes de dimensionnement classiques de ce type d'ouvrage et quels sont les apports d'une telle méthode comparés à ceux d'une méthode déterministe ?

Dans un premier temps le travail a consisté à se familiariser avec les méthodes de calcul classique avant de mettre au point une méthode de calcul probabiliste permettant de déterminer la probabilité de rupture d'un barrage poids. La dernière phase du travail consiste à comparer les deux méthodes afin d'évaluer l'intérêt de mener un calcul probabiliste.

Calcul classique :

La procédure de calcul classique consiste à calculer pour diverses situations de projet le coefficient SFF. Ce coefficient s'il est supérieur à 1 assure que l'ouvrage est stable vis-à-vis de l'effort tranchant. Ces situations sont classées par probabilité d'occurrence. On compte les situations quasi-permanentes, les situations rares, les situations exceptionnelles et les situations extrêmes. Pour chacun de ces types de situation on évalue les actions que subit le barrage poids. Parmi ces actions on les principales sont :

- L'action du poids propre de l'ouvrage.
- La poussée amont et aval de l'eau qui dépend des cotes amont et aval et varie fortement selon le type de situation.
- L'action des sous-pressions qui elle aussi est liée aux cotes amont et aval.
- L'action sismique qui est évaluée pour des séismes de périodes de retour différentes selon le type de situation.

Lorsqu'on suit une méthode purement déterministe, des valeurs prudentes des paramètres de résistance des matériaux sont déterminées puis le bilan des actions et des résistances est réalisé. La vérification est la suivante : $\sigma(\sum F) < \alpha R$ où α est un coefficient de sécurité fixé par l'ingénieur.

Dans le cadre d'une méthode semi-probabiliste des coefficients de sécurités sont introduits pour moduler les valeurs des résistances des matériaux. Le CFBR émet des recommandations sur les

$$\text{coefficients à utiliser lors du calcul de } SFF = \frac{\left[\frac{c_k}{\gamma_{MC}} \cdot L + N \cdot (\tan \varphi)_k / \gamma_m \tan \varphi \right]}{T}$$

Calcul probabiliste :

La démarche du calcul probabiliste est bien différente. Il s'agit d'évaluer à partir des reconnaissances et des études disponibles les densités de probabilité des différents paramètres d'entrée. Des simulations sont ensuite réalisées en utilisant les densités de probabilités des données d'entrée pour évaluer la probabilité d'occurrence de chacun des scénarios tirés au sort et évaluer la probabilité de rupture de l'ouvrage. Des post-traitements sont ensuite réalisés pour comparer les fonctions de répartition de chacun des paramètres et la probabilité cumulée des scénarios de rupture pour déterminer l'influence de chaque paramètre en fonction de la proximité entre ces deux courbes.

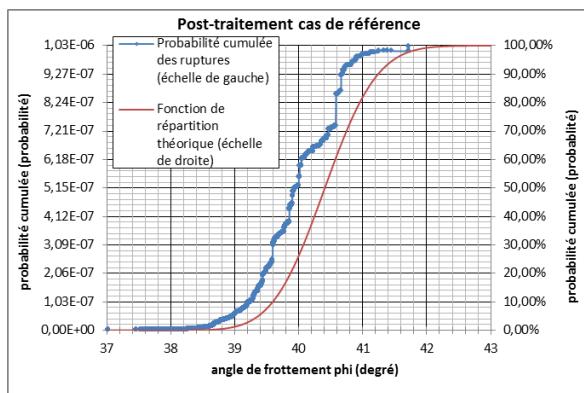


Figure 1 : Comparaison de la probabilité cumulée des ruptures et de la fonction de répartition de l'angle de frottement

Un autre type de post-traitement peut aussi permettre de réévaluer la probabilité de rupture de l'ouvrage en fonction de l'historique des sollicitations qu'il a subi en excluant des scénarios de rupture. La figure suivante illustre ce processus de détection de ruptures impossibles :

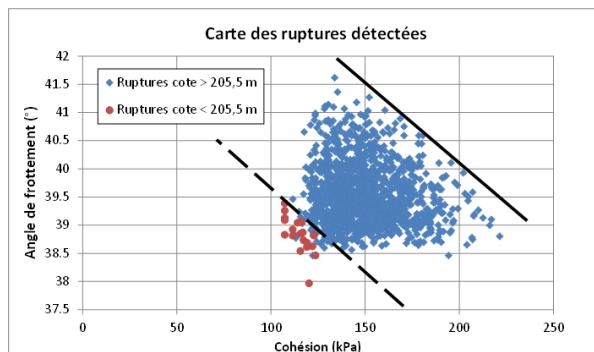


Figure 2: Carte des ruptures

Ces post traitements permettent d'obtenir des informations inaccessibles par l'utilisation de méthodes classiques. De plus une comparaison entre les deux modes de calcul a montré que certaines solutions de confortement qui sont équivalentes selon les méthodes classiques ne le sont pas si on les compare avec la méthode probabiliste. Par conséquent bien que le dimensionnement d'ouvrage avec l'usage exclusif de la méthode probabiliste soit impossible à cause de l'absence de normes elle demeure très intéressante en complément de la méthode classique.