

## LA GESTION DES RISQUES LIES AUX BARRAGES

Tout au long de l'Histoire, la construction, l'exploitation et la maintenance des barrages et de leurs réservoirs ont apporté des bénéfices significatifs à l'humanité. L'eau stockée derrière les barrages constitue un moyen efficace de régulation des débits naturels, mais crée dans le même temps un nouvel aléa pour les avalisants en cas de rupture du barrage.

Même si sa probabilité est très faible, la rupture d'un barrage est toujours un sujet de préoccupation important pour les ingénieurs barragistes. Cette préoccupation trouve son origine dans les conséquences potentielles catastrophiques d'une onde de rupture sur les populations habitant en aval du barrage. La probabilité moyenne annuelle de rupture d'un grand barrage, établie par la recherche, l'enseignement et l'expérience de nombreuses années d'exploitation de ces ouvrages, est inférieure à 1 sur 10 000. Les ingénieurs barragistes ont conscience de cette possibilité et ont systématiquement accru leur connaissance sur les mécanismes de rupture et sur les parades permettant de les éviter. Cela pose la question du choix du niveau de sécurité des barrages, en projet ou existants. Etant donné les conséquences d'une rupture pour les tiers, la sécurité ne doit pas être basée uniquement sur des considérations techniques, mais doit tenir compte du niveau de risque qui est tolérable pour le grand public.

Concernant cette question majeure de la sécurité, il faut noter la tendance croissante, dans les industries à risques, de délimiter clairement les rôles et les responsabilités du domaine politico-social et des techniciens. L'approche moderne de la sécurité postule donc que les autorités politiques, représentant les intérêts de la société dans son ensemble, définissent les exigences en matière de sécurité ou les systèmes de gestion des risques (SGS), et, par des réglementations appropriées, contrôlent si le niveau de sécurité requis est atteint. Le rôle des ingénieurs barragistes est de s'assurer que toutes les dispositions nécessaires sont prises pour atteindre ces standards de sécurité, pour protéger les personnes, les biens et l'environnement des effets néfastes d'une rupture du barrage ou d'une manœuvre d'exploitation inappropriée. Le terme « disposition » peut être interprété dans un sens très général comme l'ensemble des activités d'exploitation et de management, l'appréciation de la sécurité étant l'une des plus importantes. L'importance de l'appréciation de la sécurité vient du fait que les résultats de cette activité permettent de juger si les exigences légales et sociétales sont bien respectées. Tous les ingénieurs barragistes doivent donc encourager ce processus d'appréciation de la sécurité, par le développement continu des meilleurs moyens d'appréciation, et en tirant le meilleur parti des progrès de la connaissance technique et analytique.

Les méthodes traditionnelles de conception des barrages se sont toujours focalisées sur la recherche de l'intégrité des structures ; historiquement, la conception des barrages a ainsi donné d'excellents résultats. Pour de nombreuses raisons historiques et techniques, la sécurité des barrages a été vérifiée par une approche fondée sur des

règles. Cette approche s'est développée pendant de nombreuses années suivant le concept des « meilleures pratiques actuelles », initialement pour les projets de nouveaux barrages, mais a été également de plus en plus utilisée pendant les dernières décennies pour vérifier la sécurité des barrages existants. Dans cette approche, les ingénieurs barragistes ont toujours été conscients de l'influence des incertitudes à toutes les étapes de l'analyse et de l'appréciation de la sécurité, et l'ont prise en compte intuitivement, ou indirectement, avec des méthodes largement reconnues, comme la prescription de coefficients de sécurité, la pondération des charges appliquées, et la prise en compte de scénarios vraisemblables.

Les sociétés évoluent et les populations sont de plus en plus conscientes que le risque zéro n'existe pas, mais que l'on tolère une situation où des risques résiduels de différents niveaux sont toujours présents, avec un arbitrage implicite entre les coûts et les bénéfices. Cette prise de conscience a fait émerger une demande sociétale d'explicitier cet arbitrage, d'où la nécessité d'identifier, d'évaluer et de surveiller les risques ; cela implique l'utilisation de l'analyse et de l'évaluation des risques sur un très large champ d'activités publiques et privées présentant des dangers potentiels pour le bien être et les intérêts de la communauté. Certains se demandent maintenant si ces techniques d'appréciation des risques développées pour les autres industries pourraient être utilisées comme un outil additionnel pour l'aide à la décision. Dans le même temps, la complexité croissante de la prise de décision, devant satisfaire aux exigences sociétales de transparence et de responsabilité, impose l'amélioration de modes d'exploitation économiques et sûrs, celle de la maintenance, et celle de la gestion globale de la sécurité. L'approche traditionnelle basée sur des règles devient de plus en plus inadaptée pour affecter des ressources limitées à l'exploitation, la maintenance ou la réhabilitation, que ce soit pour un seul barrage ou pour un parc important d'ouvrages, dans un contexte d'investigations publiques croissantes.

L'appréciation des risques est une technique capable de fournir une aide pour ce type de problème complexe. Elle se concentre sur la mise en relation entre les niveaux de performance et les conséquences d'éventuelles défaillances, et permet ainsi de mieux montrer aux décideurs les risques réels, humains, économiques et techniques, associés aux investissements. Dans l'appréciation des risques, les incertitudes sont évaluées explicitement en termes probabilistes. Cette approche est un moyen pour traiter les incertitudes intrinsèques ou naturelles, qui peuvent être analysées statistiquement avec un certain niveau de confiance, ainsi que les incertitudes liées au manque d'information ou de connaissance, pour lesquelles l'estimation des probabilités se limite parfois au jugement d'expert. Les incertitudes sont propagées dans le système pour obtenir une estimation quantitative de la probabilité de rupture et des conséquences indésirables associées (que ce soient le manque d'eau, la perte de production ou, au pire, l'inondation causée par la rupture du barrage).

L'utilisation de méthodes probabilistes d'analyse des risques dans l'appréciation de la sécurité des barrages permet également de mieux comprendre comment les différents types de mesures de réduction des risques, structurelles ou non structurelles, peuvent réduire le risque de rupture, donnant ainsi une meilleure confiance dans l'efficacité d'un choix élargi de mesures de réduction des risques. Dans l'approche traditionnelle, on

estimait que les mesures non structurelles amélioreraient la sécurité, mais leur fiabilité posait problème ; il est maintenant possible de chiffrer cette fiabilité par une analyse formelle d'occurrence, de conséquences et d'incertitude, et de montrer le rôle de ces mesures dans la réduction des risques, rôle différent de celui apporté par les mesures structurelles.

Les éléments clés de l'appréciation des risques ont maintenant dépassé le stade de la recherche et du développement dans le domaine des barrages. Les principes fondamentaux de l'appréciation des risques sont logiques et solides, et tous les pays de la CIGB devraient la prendre en compte pour les prises de décision et, globalement, pour le gestion des risques liés aux barrages. Chaque pays doit réfléchir au cadre et aux techniques de modélisation adaptés à sa société civile, en gardant à l'esprit que le déploiement des technologies et le degré de transparence des décisions sont largement fonction de la culture de chaque pays, et en reconnaissant que les différences culturelles entre pays doivent être respectées. D'autre part, l'appréciation des risques ne doit pas être le seul outil d'aide à la décision pour les responsables de la sécurité des barrages. Il faut également s'appuyer sur les principes d'ingénierie, les règles et les bonnes pratiques actuelles, les valeurs du propriétaire ou plus largement celles de la société, les attentes et la perception des parties prenantes. Inclure l'appréciation des risques dans ce processus apporte aux décideurs l'information sur les risques (*risk informed approach*) et fournit une base solide au développement d'une gestion réelle et efficace de la sécurité des barrages.

La compréhension de la sécurité des barrages par une évaluation approfondie des risques est un élément clé dans le développement d'un système de gestion de la sécurité pour les barrages – un processus formel et organisé assurant que le barrage est convenablement géré tout au long de son cycle de vie, et que tous les aspects de la gestion de la sécurité sont bien intégrés et cohérents avec la structure globale de management de l'entreprise ou de l'entité propriétaire.