

La sûreté hydraulique : une veille constante pour EDF

Joël HAUTIER, Bernard SOUDAN
EDF - Unité de production Alpes

Un barrage est un ouvrage d'art important et complexe, construit pour durer.

Il vit et « respire » selon le remplissage de la retenue et les saisons. La sûreté des ouvrages hydroélectriques est la préoccupation majeure et permanente d'EDF en vue d'assurer la protection des personnes, des biens et de l'environnement.

Conception, construction,

exploitation : lors de chacune de ces phases, toutes les précautions sont prises pour éviter tout incident majeur. EDF exerce une surveillance rigoureuse et permanente de ses installations, confortée par le contrôle de la DARQSI (Direction de l'Action Régionale, de la Qualité et de la Sécurité Industrielle qui dépend de la Direction Générale des Entreprises au Ministère de

l'Économie, des Finances et de l'Emploi), qui impose des inspections avant, pendant et après leur construction.

La sûreté liée à l'ouvrage

Dès la conception

Depuis 1966, la réglementation impose un examen systématique des avants-projets et des projets de barrages «intéressant la sécurité publique»



Barrage Bissorte - EDF

par le Comité Technique Permanent des Barrages et des Ouvrages Hydrauliques (CTPBOH). Cet examen concerne toutes les mesures de sûreté, de la conception à l'exécution et à la mise en service de l'ouvrage. Des spécialistes de l'ingénierie hydraulique d'EDF et de bureaux d'études sont chargés de la réalisation des études nécessaires à la construction des barrages.

Forages, extraction d'échantillons, mesures de perméabilité, percement de galeries de reconnaissance permettent de connaître la structure et la stabilité des terrains de

fondation. D'autres études géologiques sont également réalisées sur les rives du futur lac, afin de vérifier que les variations de niveau des eaux ne



Barrage de Tignes - EDF

déclencheront pas de glissements ou d'éboulements. Des études hydrologiques sont réalisées sur le débit de la rivière en vue de déterminer la crue maximale à prendre en compte pour le dimensionnement des évacuateurs de crue. Le risque sismique est également pris en compte à la construction des ouvrages. Le résultat de toutes ces études, auxquelles s'ajoute la prise en compte de critères économiques, détermine le type de barrage qui sera choisi.

Des barrages adaptés à leur milieu

Ces différentes études caractériseront donc la typologie et la structure du futur ouvrage.

Le barrage de type poids (exemple barrage de Bissorte - Vallée de la Maurienne) doté d'une base très large présente l'avantage de très peu solliciter la résistance des berges à contrario du barrage voûte implanté dans les vallées étroites dont l'appui porte sur les rives (exemple de Tignes - Vallée de

la Tarentaise). Le barrage à contreforts en béton transmet la poussée de la retenue au terrain de fondation (ex. barrage de Roselend - Beaufortain). Le barrage mobile ou « fil de l'eau » (St Egrève en Isère) qui stocke une quantité plus limitée d'eau se caractérise par des vannes mobiles et se trouve sur des rivières à fort débit.

Il existe deux grandes familles de barrages de par leur constitution : les barrages en matériaux meubles réalisés en terre ou en enrochement (Grand'Maison en Isère) et les barrages en maçonnerie ou en béton (ex. Monteynard).



Barrage de Roselend - EDF

La 1ère mise en eau : une phase importante de la vie d'un ouvrage

La première mise en eau d'un barrage, effectuée en liaison avec l'autorité de sûreté, est réalisée de manière progressive, par paliers successifs. Une

surveillance accrue est portée sur les réactions des différents éléments constitutifs de l'ouvrage, sur les terrains d'appui et les rives du lac de retenue. En cas de détection d'une anomalie, des travaux complémentaires sont entrepris jusqu'à ce que le comportement réponde de façon satisfaisante aux critères de sécurité fixés.

Toutes les conditions sont donc réunies pour conférer au barrage la résistance nécessaire. Durant les premières années de vie d'un barrage, on vérifie que son comportement est bien conforme aux résultats attendus des études de conception.

Des dispositifs de contrôle intégrés à l'ouvrage

Les barrages subissent en permanence des mouvements réversibles dus aux écarts de température ou à la variation de la pression de l'eau lors des variations de niveau de la retenue. De nombreux dispositifs de mesure dits « d'auscultation » (pendules, piézomètres, dispositifs de mesures de fuites et de déplacements) incorporés dans les ouvrages à la construction, permettent de suivre l'évolution des déformations subies et de détecter d'éventuels mouvements irréversibles. Ces données permettent d'obtenir un suivi très précis de la tenue des ouvrages dans le temps. Au cours de la vie de l'ouvrage, l'ensemble du dispositif de contrôle est, si nécessaire, complété et adapté en fonction des besoins, de façon à permettre à tout moment de disposer des informations nécessaires à la surveillance.

Par ailleurs, des mesures hydrauliques



Barrage de Grand'Maison - EDF



Barrage de St-Egrève - EDF

concernant les sous-pressions et les fuites sont destinées à vérifier l'efficacité du drainage et des dispositifs d'étanchéité.

Des visites de contrôle internes et externes régulières

Les mesures d'auscultation sont soit réalisées manuellement par l'exploitant des barrages lors de tournées d'inspection, soit lorsque les conditions le requièrent (éloignement, nombre d'appareils important) mesurées et enregistrées automatiquement à distance par télémesure. Dans tous les cas, elles sont transmises au centre de calcul EDF-DTG (Division Technique Générale) spécialisé dans l'expertise du comportement des ouvrages. Dès réception des données, la DTG assure un second contrôle, au moyen de tests

permettant de mettre en évidence les éventuels comportements inhabituels des ouvrages.

Par ailleurs l'Administration, via les DRIRE, procède à une visite annuelle complète de la structure et des organes touchant la sûreté des barrages ainsi qu'au contrôle de l'ensemble des documents s'y rapportant. Des essais de fonctionnement des vannes de vidange sont réalisés annuellement ; ce sont ces vannes qui permettraient de faire baisser rapidement le niveau d'eau dans la retenue, diminuant ainsi la pression qui pèse sur le barrage.

Tous les deux ans, EDF-DTG effectue des rapports d'analyses des mesures

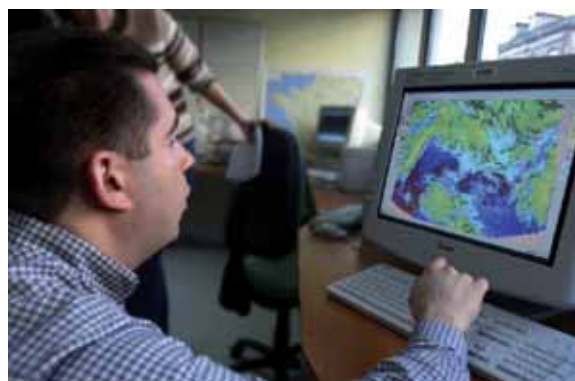
réalisées sur les barrages à la demande du maître d'ouvrage.

En application de la circulaire 70-15 (cette circulaire, entre autres a été remplacée par le décret 2007-1735 du 11 décembre 2007) relative aux grands barrages, EDF effectue des visites décennales des grands barrages.

Les visites des parties habituellement immergées sont réalisées soit avec vidange de la retenue, soit avec utilisation de moyens subaquatiques permettant d'éviter la vidange et donc d'en limiter les impacts environnementaux sur la rivière à l'aval du barrage.

Grâce aux évolutions technologiques, le matériel subaquatique utilisé actuellement permet d'obtenir une vue très détaillée des parties immergées.

Les inspections décennales permettent à EDF et aux pouvoirs publics d'avoir une vision précise de la bonne



Station d'hydrométéorologie - EDF

santé des ouvrages et de valider les conditions de sûreté pour la décennie suivante.

Une maintenance adaptée pour chaque ouvrage

La vie d'un barrage est ponctuée d'opérations de maintenance. Ces opérations ont pour but de maintenir ou de renforcer la sûreté de l'ouvrage. Elles sont décidées en fonction des résultats, elles sont adaptées aux besoins de chaque barrage. EDF s'appuie pour la définition de cette maintenance sur son service d'ingénierie, le CIH (Centre d'Ingénierie Hydraulique), et sur des prestataires externes. Les programmes de maintenance sont déterminés à différentes échelles de temps, du programme annuel aux programmes à long terme.

Dans un passé récent, par exemple, le barrage du Chambon, a été l'objet d'une maintenance lourde. Il s'agissait



Lecture d'un théodolite - EDF



Lecture d'un piézomètre (contrôle intégré à l'ouvrage) - EDF

de réduire des contraintes internes importantes dans l'ouvrage. Cette campagne de maintenance a consisté, entre autre, à réaliser des saignées verticales dans le barrage. A la suite de ce « sciage », les contrôles effectués en permanence ont montré que le comportement du barrage avait été modifié du fait du relâchement des pressions internes et que le barrage avait en quelque sorte trouvé une seconde jeunesse.

La maintenance des barrages concerne aussi les vannes qui équipent ces barrages, et actuellement un programme de rénovation des vannes des barrages de l'Isère en aval de Grenoble est engagé. Une des imposantes vannes du barrage de Beaumont-Monteux a déjà été rénovée et les autres sont incluses dans un programme pluriannuel. Plus globalement, EDF a lancé en 2006 un programme important d'investisse-



Inspection d'un barrage lors d'une vidange - EDF

ment et de maintenance lourde sur l'ensemble des installations hydrauliques avec comme objectif de maintenir un niveau élevé de sûreté et de performances techniques. Les ouvrages hydrauliques sont des ouvrages qui sont conçus pour une durée de vie qui dépasse le siècle, pour cela ils nécessitent périodiquement des opérations de maintenance. Aujourd'hui l'âge moyen des aménagements hydroélectriques d'EDF n'est que de cinquante ans.

Actions pour maîtriser le risque sismique

Le risque sismique est pris en compte systématiquement lors de la construction d'un barrage.

La résistance des barrages est calculée pour supporter les plus puissants séismes.

Cependant, afin de prévenir tout

risque lié à un séisme, EDF a passé une convention avec le Laboratoire géophysique du globe de l'université Louis-Pasteur de Strasbourg qui exploite le RENASS (réseau national de surveillance sismique), composé de 117 stations de surveillance. Le laboratoire avertit EDF de tout séisme de magnitude supérieure à 4 dans un délai inférieur à 90 minutes, et localise l'épicentre. Dès qu'il est averti, l'exploitant se rend sur site pour procéder à une visite de contrôle.

De la Sûreté au Plan Particulier d'Intervention (conclusion)

L'ensemble des mesures de surveillance et de contrôle garantit un très haut niveau de sûreté et permet de détecter tout comportement anormal du barrage dès son apparition en mettant en oeuvre les actions correctives.

Cependant, même si le risque d'accident est extrêmement faible, les pouvoirs publics, en liaison avec l'exploitant, doivent être prêts à parer à toute éventualité : c'est l'objet du Plan Particulier d'Intervention « Barrages ». Établi sous l'autorité du Préfet, le Plan Particulier d'Intervention « Barrages » concerne les barrages de plus de 20 mètres de haut et d'une capacité de retenue supérieure à 15 millions de m³ d'eau. ■

La surveillance des barrages EDF par sa Division Technique Générale

Les barrages font l'objet d'une surveillance de tous les instants par EDF. Cette surveillance permet de disposer d'informations permettant d'orienter les actions de maintenance.

Elle s'appuie sur la mesure et l'analyse en temps réel de données clés de l'ouvrage, comme ses déplacements, tassements, débits de fuites...

A EDF depuis 1946, c'est la Division Technique Générale (DTG) qui assure la mise en œuvre des dispositifs de mesure, qui stocke les données, et émet les diagnostics sur l'état des

ouvrages.

La DTG dont le siège est basé à Grenoble se déploie sur 8 sites à travers la France. Ce référent dispose d'outils adaptés à la mise en évidence de comportements singuliers. Le calage des modèles statistiques est en permanence adapté aux évolutions récentes des phénomènes suivis. Cette phase de traitement garantit à l'exploitant une base de données de très bonne qualité (examen des séries chronologiques, absence de données manquantes...)

Près de 400 ouvrages sont auscultés en continu par DTG. Le traitement des mesures mobilise 5 personnes en permanence pour traiter près de 4 000 mesures par jour. Les mesures sont collectées par l'intermédiaire de 90 000 capteurs et représentent désormais une base riche de 30 millions de données. DTG effectue ainsi le suivi d'un parc unique au monde, permettant la comparaison des comportements d'ouvrages d'un même type