

La surveillance des barrages vis-à-vis de l'aléa sismique

Surveillance of dams regarding the seismic hazard

Faidix Aude¹, Sausse Jérôme², Gérard Geffraye²
aude.faidix@edf.fr, jerome.sausse@edf.fr, gerard.geffraye@edf.fr

EDF-DPIH

1 : EDF-MPH Cap Ampère – 1 place Pleyel – 93282 Saint-Denis Cedex

2 : EDF-DTG – 21 rue de l'Europe – 38040 Grenoble Cedex

MOTS CLÉS

Séisme, barrage, surveillance, auscultation, alerte, examen visuel, sûreté.

RÉSUMÉ

La surveillance des barrages et en particulier leur auscultation, est définie en fonction des risques et des enjeux propres à l'ouvrage. Ainsi, les conditions de sollicitations particulières telles que les secousses sismiques sont nécessairement prises en compte dans les consignes de surveillance de chaque barrage. Il en résulte des actions spécifiques permettant d'alerter, de surveiller et d'apprécier le comportement du barrage soumis à un séisme.

Le parc important d'ouvrage et l'ingénierie intégrée d'EDF a permis de structurer depuis de nombreuses années un dispositif de surveillance sismique centralisé.

Il repose :

- *sur une veille en temps réel de l'aléa sismique,*
- *sur une organisation de la surveillance sismique des barrages qui identifie les opérations particulières et les acteurs à mobiliser en cas d'aléa,*
- *sur des outils métiers adaptés.*

ABSTRACT

The surveillance of dams and in particular their monitoring, is defined according to the risks and the stakes regarding the type of dam. Thus, specific loads as seismic events are necessarily included the surveillance procedures for each dam. As a result, specific actions making it possible to alert, to supervise and to assess the behaviour of the dam submitted to an earthquake are put in place.

The great number of dams monitored and the integrated engineering of EDF has made it possible to structure a centralized seismic surveillance process since numerous years.

It rests :

- *on a continuous watchfulness of the seismic hazard,*
- *on an organization of the seismic surveillance of dams that identifies the particular operations and actors to mobilize in case of risk,*
- *on convenient engineering tools.*

1. SEISME

Un séisme (ou tremblement de terre) [1] est un tremblement soudain plus ou moins brutal d'une partie de l'écorce terrestre. Il est le résultat de la libération d'énergie considérable accumulée par les déplacements et les frictions des différentes plaques lithosphériques (dont le volcanisme est une autre conséquence). Le « foyer » aussi appelé « hypocentre » de cette activité peut varier de la surface jusqu'à une profondeur de 700 km environ. Trois classes de séismes sont identifiées selon la profondeur de leur foyer :

- Les séismes superficiels : moins de 60 km de profondeur,
- Les séismes intermédiaires : entre 60 et 300 km de profondeur,
- Les séismes profonds : supérieurs à 300 km de profondeur.

Au delà de 700 km de profondeur, on considère qu'il n'y a plus de foyer sismique.

L'épicentre est, quant à lui, défini comme le point de la surface du sol le plus proche du foyer. Il est défini par ses coordonnées géographiques (latitude et longitude).

Les secousses émettent des ondes sismiques, mesurées par des sismographes et caractérisées par leur type (compression, cisaillement) et leur vitesse de propagation. Ces ondes élastiques sont généralement classées en deux catégories [2], [3] et figures 1 et 2.

De 1^{ère} catégorie, ce sont **les ondes de volume** qui se propagent à l'intérieur du globe et dont la vitesse de propagation dépend du matériau traversé et d'une manière générale augmente avec la profondeur. Ces ondes sont de deux types :

- **Les ondes P** ou ondes primaires : ce sont des vibrations longitudinales en compression, qui se propagent à des vitesses allant de 3,5 à 14 km/s selon la nature des roches et la profondeur. Ce sont les plus rapides (6 km/s près de la surface) et elles sont enregistrées en premier sur le sismogramme (composante verticale). Elles sont responsables du grondement sourd que l'on peut entendre au début d'un tremblement de terre ;
- **Les ondes S** ou ondes secondaires : ce sont des vibrations transversales et en cisaillement perpendiculaire à la direction de propagation, environ 1,7 fois plus lentes que les ondes P. Ces ondes ne se propagent pas dans les milieux liquides, elles sont en particulier arrêtées par le noyau de la terre.

La différence des temps d'arrivée des ondes P et S suffit, connaissant leur vitesse, à donner une indication sur l'éloignement du séisme. Ces ondes de volume se propagent un peu comme les rayons lumineux : elles peuvent être réfléchies ou réfractées, c'est-à-dire déviées à chaque changement de milieu, au passage du manteau-noyau par exemple.

De 2^{ème} catégorie, ce sont **les ondes de surface**. Leur effet est comparable aux rides formées à la surface d'un lac. Elles sont moins rapides que les ondes de volume mais leur amplitude est généralement plus forte. On peut distinguer :

- **Les ondes superficielles ou ondes de Love** : leur déplacement est essentiellement le même que celui des ondes S sans mouvement vertical. Elles provoquent un ébranlement horizontal qui est la cause de nombreux dégâts aux fondations des édifices. On les enregistre uniquement sur les composantes horizontales du sismomètre.
- **Les ondes de Rayleigh** : le déplacement est complexe, assez semblable à celui d'une poussière portée par une vague, un mouvement à la fois horizontal et vertical, elliptique. Ces ondes sont enregistrées sur les trois composantes du sismomètre. Les vibrations engendrées par ces ondes durent plusieurs minutes.

Les ondes de Love se propagent à environ 4 km/s, elles sont plus rapides que les ondes de Rayleigh.

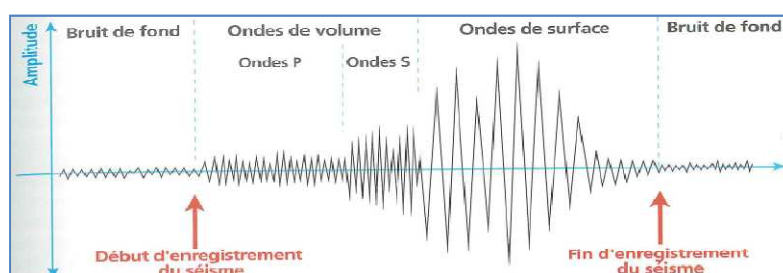


Figure 1 : exemple de principe d'un sismogramme (extrait de [1])

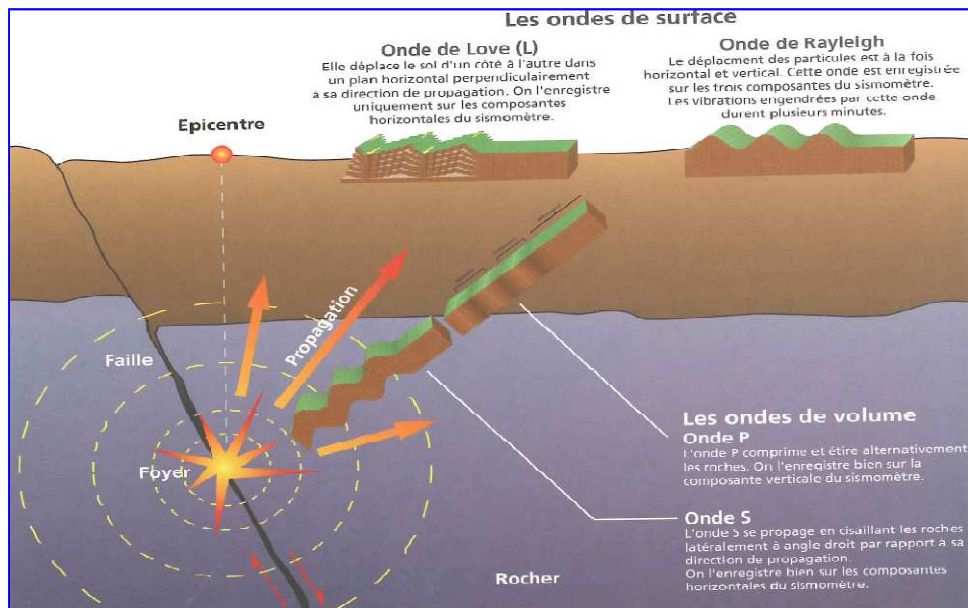


Figure 2 : schéma de principe des différentes ondes sismiques (extrait de [1])

La **puissance d'un tremblement de terre** est quantifiable selon deux échelles : sa **magnitude** et son **intensité** sans qu'il n'y ait de relation directe entre les deux [1] et [2].

Sans entrer dans les détails, la **magnitude** caractérise l'énergie du séisme libéré sous forme d'ondes. Elle est calculée à partir des enregistrements aux sismomètres. La magnitude de Richter est la plus ancienne et la plus connue du grand public. Il s'agit d'une échelle logarithmique, c'est-à-dire un accroissement de magnitude 1 correspond à une multiplication par 30 de l'énergie libérée par la rupture. A ce jour, le séisme le plus violent, de magnitude 9.5, a été enregistré au Chili en 1960.

L'**intensité** d'un séisme est une échelle construite à partir des effets observés à la surface terrestre. L'intensité décroît généralement lorsqu'on s'éloigne de l'épicentre du séisme mais varie aussi selon la structure géologique. En effet, compte tenu de l'effet de site, une forte intensité est souvent associée localement à des zones de roches meubles ou à un relief accidenté. Pour un séisme donné, on donne souvent uniquement l'intensité à l'épicentre, la plus forte généralement : c'est l'intensité épicentrale. Plusieurs échelles ont été définies et les plus utilisées sont l'échelle de Mercalli (1902 modifiée en 1956) et l'échelle MSK (1964). Ces deux échelles comportent 12 degrés notés en chiffres romains de I (faibles secousses – à peine ressenti) à XII (secousses les plus fortes- presque tous les bâtiments sont détruits). Pour l'Europe, une autre échelle plus récente, EMS-98 (European Macroseismic Scale, 1998), est utilisée, mieux adaptée aux différentes typologies des constructions actuelles.

2. IMPACTS DES SEISMES SUR LES OUVRAGES

Lorsqu'un barrage et sa fondation sont soumis à un séisme, celui-ci engendre un champ d'accélération qui dépend de la forme du barrage et de ses différents matériaux constitutifs. Selon la raideur des matériaux et leur capacité d'amortissement interne, selon la hauteur et la forme du barrage vis-à-vis du spectre du séisme, la réponse du barrage sera plus ou moins forte.

Dans le monde entier, le retour d'expérience montre que les accidents de barrages liés à des séismes sont rares et très peu d'ouvrages ont subi des désordres importants entraînant la ruine. Les statistiques de la CIGB [5] montrent que les accidents les plus importants concernent les ouvrages en remblais. Aucun barrage en béton ou en maçonnerie n'a subi de destruction à l'occasion des séismes les plus violents, à l'exception de la rupture partielle du barrage mobile de Shih-Kang après le séisme Chi Chi en 1999 (Taïwan), situé directement au droit de la faille active (cf. ci-contre).



Figure 3 : rupture du barrage de Shih-Kang, photo tirée de [2]

Les derniers séismes majeurs observés au Chili en février 2010 et au Japon en mars 2011 montrent encore que les barrages ont bien résisté aux sollicitations sismiques (cf. § 9 – exemples sur les barrages au Chili).

D'une manière générale, les effets des séismes se traduisent par l'apparition des phénomènes suivants :

- **Pour les ouvrages en béton ou maçonnerie :**
 - Fissuration,
 - Déformations,
 - Mouvements de joints,
 - Dégâts sur le couronnement,
 - Changement de comportement hydraulique en fondation,
 - Risque de blocage de vannes.
- **Pour les ouvrages en remblai :**
 - Fissuration du masque amont,
 - Glissements superficiels ou profonds,
 - Tassements,
 - Changement de comportement hydraulique en fondation ou/et dans le corps,
 - Liquéfaction,
 - Percolation excessive,
 - Risque de ruptures de conduites rigides en charge dans le remblai pouvant provoquer des renards,
 - Risque de blocage de vannes.

On peut noter également le fait qu'un séisme peut engendrer un effet de seiche (oscillation de l'eau d'un bassin) pouvant entraîner des surverses.

L'impact d'un séisme sur un barrage dépend, en première approche, des paramètres suivants :

- sa magnitude,
- la distance du barrage par rapport à l'épicentre,
- l'accélération au sol induite (qui dépend aussi de l'effet de site),
- la durée d'exposition du barrage à cette accélération.

3. PRINCIPES DE SURVEILLANCE POST-SISMIQUE

La surveillance de l'ouvrage soumis à une sollicitation sismique passe par :

- l'évaluation des caractéristiques du séisme (magnitude, épicentre) ;
- l'alerte vers les exploitants dont les barrages sont concernés par une accélération potentiellement dangereuse ;
- le déclenchement d'actions de surveillance spécifique.

L'expérience mondiale montre que les séismes de magnitude inférieure à 4 ont été sans conséquence notable ou auscultable sur les barrages [2], et que les dégradations ne sont significatives qu'au-delà d'une accélération au sol de 0,1 g. Quelques désordres sont possibles pour des remblais à partir de 0,025 g.

Ces éléments conduisent à définir une organisation permettant de détecter et caractériser un séisme mais également connaître son impact potentiel en termes d'accélération sur les barrages avoisinants. Les lois d'atténuation permettent à cet effet, à partir de la magnitude, d'obtenir les accélérations générées en surface depuis l'épicentre.

3.1 Les lois d'atténuation

La Règle Fondamentale de Sûreté ou **RFS** (définie par l'ASN) détermine notamment la démarche à suivre (appelée méthode déterministe dans la réglementation à venir pour les barrages) pour retenir le séisme dimensionnant du site et à partir des caractéristiques de celui-ci (distance, profondeur, intensité / magnitude), l'accélération à utiliser pour le dimensionnement d'un barrage sur ce site.

La loi d'atténuation préconisée par la RFS 2001 présente l'avantage d'avoir été établie par l'ex-IPSN (Institut de protection et de sûreté nucléaire) sur une base de données de plus de 900 enregistrements, se rapportant à des séismes européens. Cette base est la plus récente (1999) et la plus représentative pour l'Europe.

C'est donc cette loi d'atténuation qui fut retenue pour calculer les rayons R_1 et R_2 , distances à l'épicentre correspondant à la projection en surface des iso-accélération (respectivement 0,025 g et 0,1 g), plutôt que des lois anciennes, établies généralement à partir d'enregistrements nord-américains.

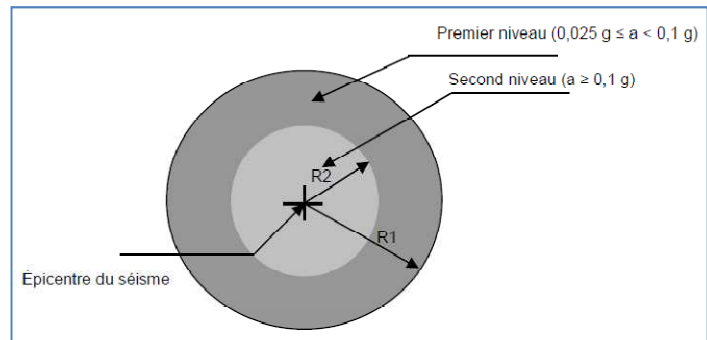


Figure 4: définition des cercles de rayons R_1 et R_2

Les coefficients utilisés dans la loi générique sont ceux déterminés pour le rocher, ce qui donne une formulation simple de l'accélération sous forme d'une exponentielle de la magnitude et inversement proportionnelle à la distance de l'ouvrage par rapport à l'épicentre. On effectue ensuite une approximation polynomiale pour les deux rayons qui nous intéressent, ils peuvent être calculés en fonction de la magnitude M (cf. table 1 ci-après).

$$R_1 = 1,2617.M^3 - 9,9179.M^2 + 34,392.M - 36,488 \quad (a \geq 0,025g)$$

$$R_2 = 0,304.M^4 - 5,3188.M^3 + 36,1.M^2 - 105,21.M + 110,79 \quad (a \geq 0,1g)$$

Table 1 : lois de déterminations des rayons R_1 et R_2 .

3.2 La surveillance exercée suite à un séisme

La surveillance des barrages repose de manière régulière en exploitation normale sur les mesures d'auscultation et les examens visuels et spécialisés (fréquences fixées en fonction de la classe de l'ouvrage, son comportement et ses sollicitations).

Bien que la sismicité de la France métropolitaine soit d'un niveau modéré, l'aléa sismique est pris en compte dans l'organisation de la surveillance et de la maîtrise du risque de rupture d'ouvrage. Une surveillance adaptée et renforcée dans le cas d'événements exceptionnels est alors définie.

Il n'y a pas actuellement d'exigences particulières concernant la surveillance post sismique des barrages.

Pour autant, il est indispensable de mettre en œuvre une surveillance spécifique suite à l'occurrence d'un séisme qui pourrait occasionner des désordres sur un barrage. Les actions de surveillance ont pour but de diagnostiquer les conséquences de celui-ci sur l'ouvrage. Selon les recommandations usuelles [4] et [5] l'exploitant réalise un examen visuel et une tournée d'auscultation comme définis dans la consigne de surveillance [4].

Le contenu des tournées d'auscultation est complété par diverses observations :

- des glissements de terrains, connus ou pas, sur les appuis, les fondations, les versants sensibles surplombant la retenue, voire à l'amont sur le cours d'eau ;
- des désordres qui pourraient rendre inopérants ou moins efficaces les organes de sécurité ;
- des problèmes, notamment électriques, susceptibles d'influer sur la disponibilité des commandes et transmissions.

L'exploitant informe le service de contrôle de la survenance de tout séisme répondant aux critères d'intervention, ainsi que des interventions lancées et leurs conclusions, même si aucun désordre n'est constaté.

3.3 L'organisation à EDF

Une organisation EDF vis-à-vis du risque sismique a été mise en place depuis une vingtaine d'années pour la **surveillance** des ouvrages hydrauliques après un séisme. Cette démarche concerne l'ensemble des barrages de classe A, B et quelques C (périmètre des petits barrages pas complètement couvert).

EDF a fait le choix d'un dispositif de surveillance centralisé plutôt qu'une instrumentation locale (pas de sismomètres sur les barrages). Des sismographes peuvent être installés localement pour des études ou vérifier

et comparer des modèles et des données réelles mais actuellement ces appareils ne sont associés à aucun déclenchement d'alerte.

La surveillance post-séisme doit permettre de détecter une situation inhabituelle, non sûre (comportement anormal avéré) nécessitant des actions à mener par l'exploitant (baisse du plan d'eau, travaux de maintenance) voire par les autorités (évacuation des populations).

L'alerte sismique et les actions pour la surveillance des ouvrages après un séisme font intervenir plusieurs acteurs :

- Un prestataire externe qui assure la veille sismique sur les sites des ouvrages hydrauliques d'EDF ainsi que les alertes en cas de séismes (CEA/LDG)
- Différentes entités internes d'EDF (ingénierie, exploitation, etc.)

Nota : le CEA/LDG est par ailleurs le service responsable de l'alerte séisme pour la protection civile.

L'organisation générale du circuit d'information et d'alerte suit le processus suivant :

Le prestataire CEA/LDG assure la surveillance sismologique des territoires DPIH et SEI. Les seuils définis pour le déclenchement d'une alerte sismique par le prestataire sont : magnitude supérieure à 4 pour le territoire métropolitain, y compris la Corse (à l'exception de la zone dite du Mont-Cenis, alertée à partir d'une magnitude 3 en accord avec ENEL), et magnitude supérieure à 5 pour les DOM-TOM.

- En cas de séisme correspondant aux seuils de magnitude définis, le CEA/LDG alerte par fax (ou par téléphone en mode dégradé) et sous une contrainte de délai actuellement fixée à 90 mn, le centre de permanence EDF concerné (Centre de Conduite Hydraulique CCH) selon la localisation de l'épicentre et le zonage de la carte (cf. figure 5).

Les éléments relatifs au séisme (date, heure, coordonnées géographiques de l'épicentre et magnitude) sont précisés dans le fax. Ces données sont également transmises pour information à un certain nombre de destinataires EDF.

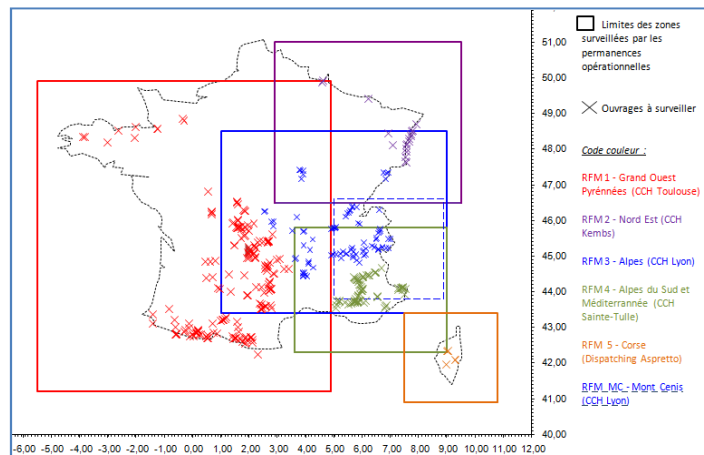


Figure 5 : Zonage du parc de barrages exploités par EDF

- A la réception du fax d'alerte séisme, le centre de permanence CCH lance le logiciel interne « Séisme » qui permet de déterminer les rayons R1 et R2 à partir des lois d'atténuation, et d'établir la liste des ouvrages situés dans ces cercles et donc potentiellement impactés par le séisme. Le CCH diffuse la liste des ouvrages impactés par fax (et confirme par téléphone) aux exploitants EDF d'astreinte concernés (GEH/GU) et aux Unités de Production et d'Ingénierie.

- L'exploitant d'astreinte au Groupement d'Usine réalise les actions de surveillance (inspections visuelles, tournées d'auscultation, essais des organes de sécurité, etc.) dans des délais définis suivant la localisation du barrage à l'intérieur des cercles de rayons R₁ et R₂, la nature de l'action, la magnitude et l'accélération induite par le séisme. Dans le cas où plusieurs ouvrages sont concernés par un séisme, l'exploitant peut prioriser avec l'ingénierie, ses actions de surveillance en fonction de la sensibilité intrinsèque des ouvrages.

En annexe 1, le schéma du circuit d'informations d'alerte séisme EDF synthétise le déroulement des différentes actions.

4. REX SUR LE PARC EDF – PERIODE 2005-2010

Entre 2005 et 2010, **32 séismes** de magnitude supérieure à 4, sur le territoire français, **ont fait l'objet d'une alerte** dans le cadre de cette organisation de surveillance sismique. Le nombre de barrages concernés par ces alertes (accélération au sol estimée au moins $> 0,025g$) est variable :

- 2005 : 5 alertes - 0 barrages
- 2006 : 6 alertes - 26 barrages, dont Petit Saut en Guyane (08/06/2006 magnitude 5,2)
- 2007 : 4 alertes - 13 barrages
- 2008 : 6 alertes - 49 barrages
- 2009 : 4 alertes - 8 barrages
- 2010 : 8 alertes - 16 barrages

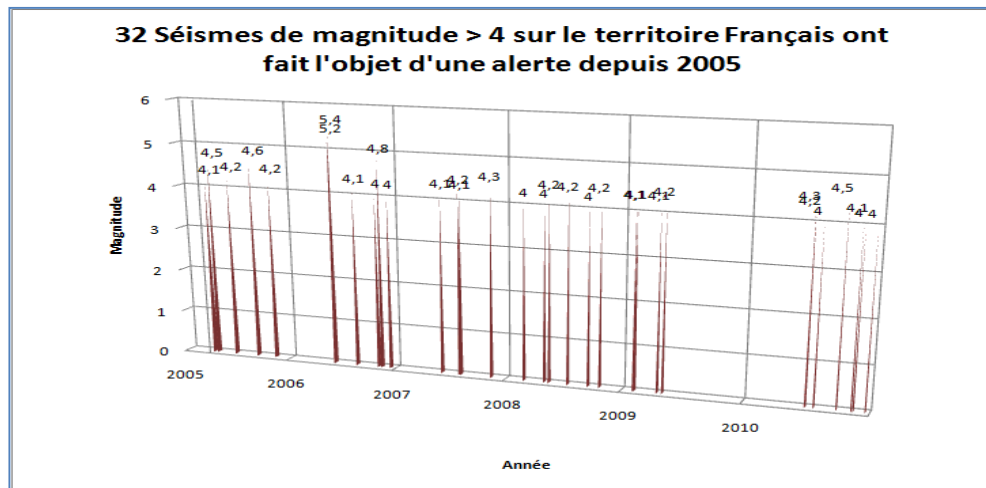


Figure 6 : historique des alertes sismiques de magnitude supérieure à 4 (2005-2010).

Aucun comportement anormal d'ouvrage n'a été observé lors de l'examen visuel ou suite aux mesures d'auscultation post-séisme depuis que cette organisation est en place. Les rares cas de mesures d'auscultation « douteuses » observées post-séisme ont montré des écarts de mesure infimes, réversibles au bout de quelques jours et pas clairement attribuables au séisme lui-même.

Les conditions ne sont pas toujours optimales pour réaliser cette surveillance particulière :

- sollicitation d'agents d'astreinte pas toujours habitués aux tournées de surveillance ;
- dysfonctionnement d'un capteur d'auscultation, d'une télétransmission, ... pouvant parfois être source d'erreurs de mesures ;
- conditions météorologiques défavorables.

La prudence est alors le maître mot tant dans la réalisation des actions de surveillance que dans leur interprétation. **Par ailleurs, des événements concomitants** au séisme peuvent biaiser le diagnostic à « chaud » (exemple : pluie le même jour qui influence les mesures de fuite ou de piézométrie). De même, si les ouvrages n'ont manifestement jamais été fragilisés par les secousses sismiques, certains appareils d'auscultation plus fragiles ont pu être endommagés (épingle de centrage d'un fil de pendule qui aurait pu sauter, chute d'un morceau de calcite dans un puits de pendule,...).

5. RETOUR D'EXPERIENCE SUR DES BARRAGES CHILIENS

Dans le cadre du projet d'assistance à ENDESA Chile pour la surveillance de 10 ouvrages en Amérique Latine sur la période 2007-2012, EDF a été amené à analyser les conséquences de l'épisode sismique du 27 février 2010, de magnitude 8,8 à 50 km de profondeur est intervenu ayant créé quelques désordres sur des ouvrages situés entre 130 et 160 km de l'épicentre.

Ces forts séismes proviennent du déplacement de la plaque de Nazca qui se fait vers le nord-est à une vitesse de l'ordre de 7,5 cm par an en moyenne. C'est à la triple jonction des plaques de Nazca, sud-américaine et antarctique que s'est produit un grand décrochement considéré comme la cause du séisme appelé le Grand tremblement de terre du Chili de magnitude 9,5 en 1960.

Pour 3 ouvrages auscultés, de types différents, on peut montrer quelques désordres significatifs enregistrés par les systèmes de mesures d'auscultation :

Sur **un barrage en remblai avec noyau** de 90 m de haut et de 350 m de long, à l'issue d'une accélération induite mesurée sur site à 0,25 g (maximum en crête), il a été observé en crête de la fissuration transversale sans cisaillement et de la fissuration longitudinale (cf. figures 8 et 9), une arrivée d'eau en pied et un tassement relativement important.

Valeurs en g	Tangentiel	Longitudinal	Vertical
Couronnement	0.236	0.170	0.250
Milieu	0.195	0.160	0.220

Figure 7 : accélération maximale mesurée in-situ.

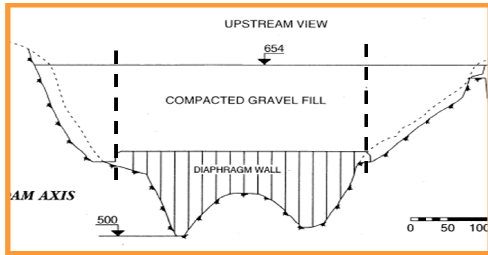


Figure 8 : localisation des fissures transversales.



Figure 9 : photo de la fissuration longitudinale. Photo Geffraye - EDF

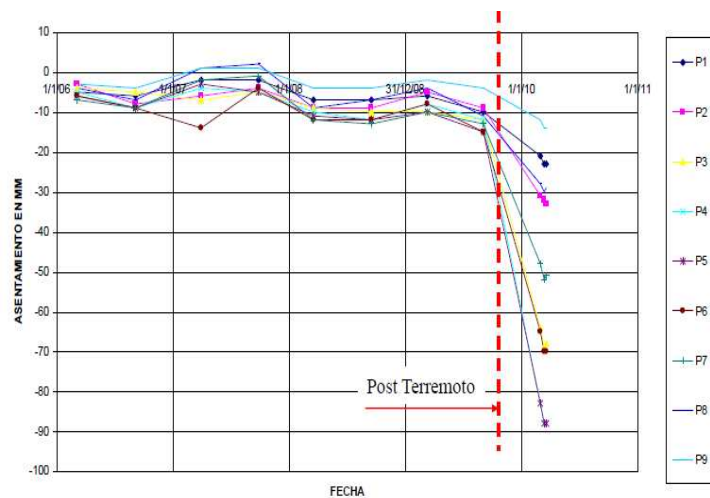


Figure 10 : et mesures de tassements en crête de l'ouvrage.

Sur **un barrage en béton compacté au rouleau** d'une hauteur de 155 m, une augmentation des fuites de fissuration déjà importantes et une augmentation des niveaux piézométriques en fondation en amont des voiles de drainage est observable après le traitement des données par la méthode HST (cf figure 11 - mesures brutes en bleu, mesures corrigées « HST » en rouge).

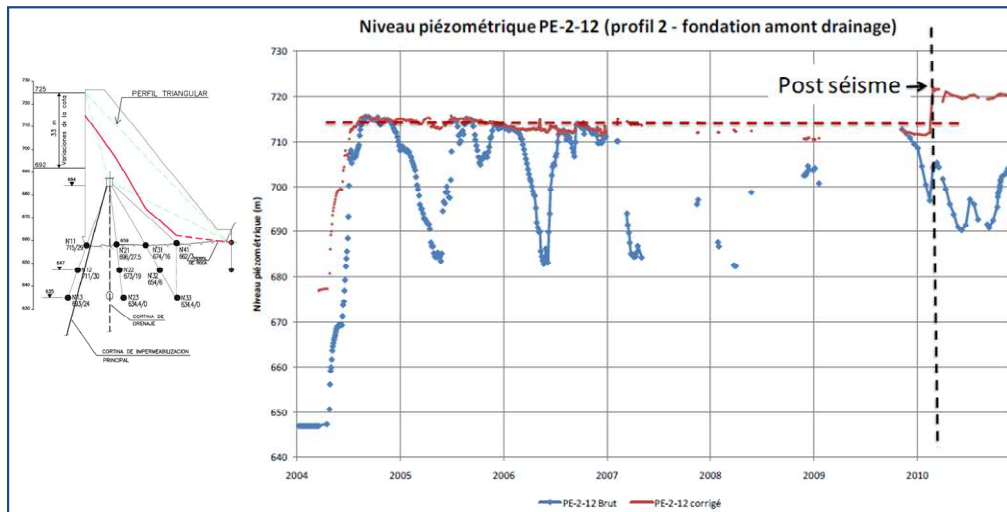


Figure 11 : Graphique des mesures piézométriques brutes et corrigées

Sur un **barrage voûte** de 100 m de haut, des décalages significatifs et irréversibles ont été enregistrés sur des fissuomètres et des élongamètres, sur l'augmentation d'un point de fuite (ouverture de joint) et un à-coup irréversible a été mesuré sur le pendule central. L'historique des mesures de quantité et de qualité insuffisante n'a pas permis d'aller plus loin dans les analyses en cours. Néanmoins on remarquera (cf. figures 12 et 13) l'intérêt d'analyser les mesures corrigées des effets réversibles (méthode HST) pour mettre clairement en évidence l'impact du séisme ayant provoqué un déplacement soudain de l'ordre de 10 mm vers l'aval.

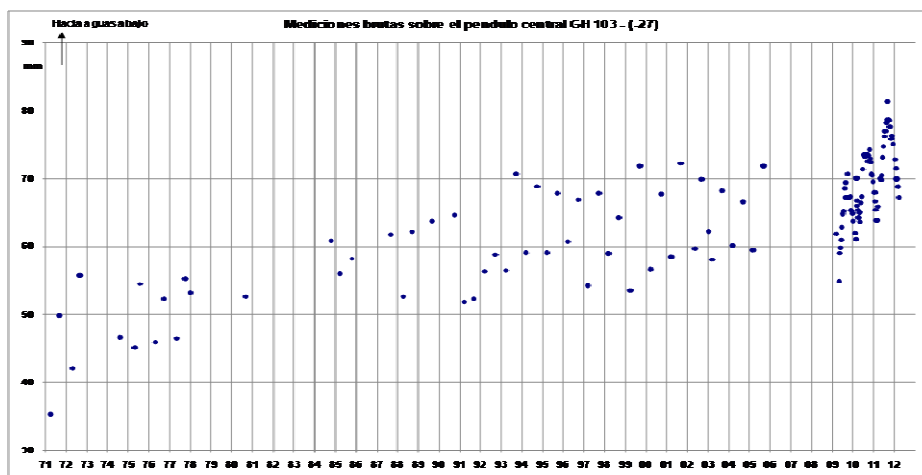


Figure 12 : mesures de déplacements radiaux bruts

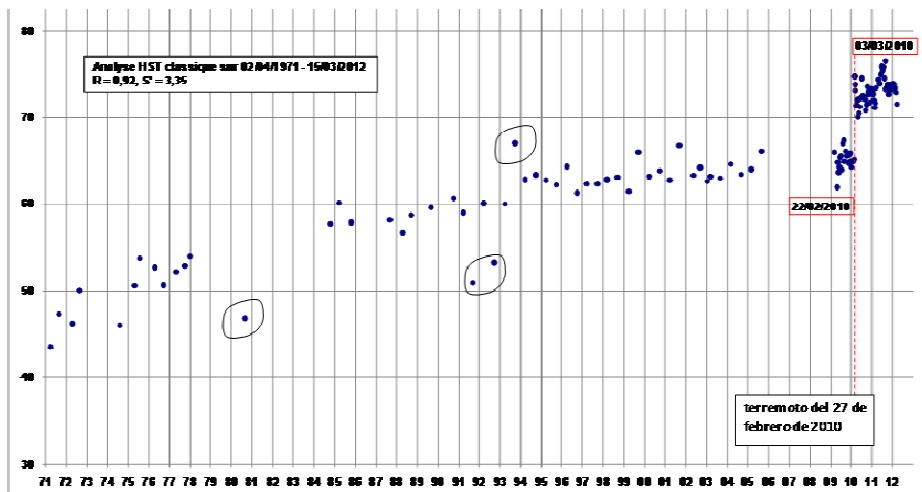


Figure 13 : mesures de déplacements radiaux à conditions identiques (corrigées des effets réversibles HST)

6. CONCLUSIONS

Comme tout ouvrage d'art, les barrages sont susceptibles d'être affectés structurellement par les effets d'un séisme. Ainsi, la surveillance doit prendre en compte ce risque en tenant compte de l'implantation du barrage et sa sensibilité intrinsèque vis-à-vis de cette sollicitation. Ainsi, EDF a mis en œuvre un principe de surveillance qui permet d'alerter rapidement un ensemble d'acteurs en cas de séisme, pour mettre en œuvre rapidement des mesures de surveillance (examens visuels et auscultation) permettant d'évaluer l'impact du séisme sur l'ouvrage.

Le REX en France depuis une vingtaine d'années a montré qu'aucun barrage EDF n'a subi de désordre post-séisme. D'autres régions du monde, plus sismiques, telles que le Chili ou le Japon, ont montré que les barrages pouvaient néanmoins subir des désordres, confirmant l'intérêt de la surveillance sismique.

DOCUMENTATION DE REFERENCE

[1] Le risque sismique en France – Les enjeux des Géosciences - BRGM édition

[2] Rapport du GT « Risque sismique et sécurité des ouvrages hydrauliques », MEEDTL-DGPR, novembre 2010.

[3] site de EOST : définition et description des ondes sismiques.

[4] Notes internes EDF.

[5] ICOLD-CIGB n° 62-1988 "Inspection des barrages après séisme – Recommandations" (révisé en 2008).

ANNEXE 1 - SCHEMA DU CIRCUIT D'INFORMATIONS DE L'ALERTE SEISME A EDF

Action	Acteur	Entités informées
Détection du séisme	CEA/LDG	EDF/UP EDF/GEH EDF/GU EDF/CCH EDF/MPHy EDF/DTG EDF/CIH
Détermination des informations relatives à l'évènement (date, heure, localisation de l'épicentre, magnitude)		
Diffusion de l'alerte séismes aux permanences EDF concernées, selon zonage et seuils de magnitude définis (dans les 90')		
Détermination R1/R2 et édition de la liste des ouvrages impactés par le séisme (logiciel "Séisme")	Astreinte EDF (CCH, Dispatching)	EDF/UP EDF/DTG EDF/CIH
Diffusion de la liste des ouvrages impactés au GU		
Action de surveillance Examen Visuel + Auscultation + Essais + Organes de Sécurité	GU/GEH	
Action de surveillance niveau 2 (ouvrages dans R2) TOPO + VTA	CIH/DTG	