



# Directive relative à la sécurité des ouvrages d'accumulation

## Partie D : Mise en service et exploitation Mise en service - Maintenance - Surveillance

*Indication : Ce document est un pré tirage de la partie D de la directive relative à la sécurité des ouvrages d'accumulation, révision 2014-2015.*

*La directive s'adresse aux autorités de surveillance et aux exploitants des ouvrages d'accumulation. Elle apporte les précisions nécessaires à l'application des divers articles de la LOA et de l'OSOA. Des dérogations à la directive sont admises à condition que les objectifs de sécurité soient respectés.*

La dernière version remplace les versions précédentes

Version	Modification	
2.0	Révision complète de la directive de l'OFEG 2002	30.10.2015



## Impressum

### Publication

Office fédéral de l'énergie, Section Surveillance des barrages, 3003 Berne

### Elaboration

Groupe de travail Révision de la directive, partie D

- N. Bretz, Hydro Exploitation SA
- M. Côté, Office fédéral de l'énergie OFEN
- G. Darbre, Office fédéral de l'énergie OFEN
- L. Mouvet, Hydro Operation International SA
- G. L. Perito, Ufficio dei corsi d'acqua, Cantone Ticino
- D. Pozzorini, Dr. Baumer SA Geologi Consulenti
- B. Schlegel, Pöyry Schweiz AG
- A. Siegfried, Elektrizitätswerk der Stadt Zürich ewz
- H. Stahl, AF-Consult Switzerland AG

### Contrôle

Groupe en charge de la révision de la directive

- A. Baumer, Comité suisse des barrages CSB
- R. Boes, ETH Zürich, Institut für Wasserbau, Hydrologie und Glaziologie VAW
- G. Darbre, Office fédéral de l'énergie OFEN
- S. Gerber, Office fédéral de l'énergie OFEN
- H. Meusburger, Conférence suisse des directeurs cantonaux des travaux publics, de l'aménagement du territoire et de l'environnement DTAP
- T. Oswald, Office fédéral de l'énergie OFEN
- B. Otto, Association suisse pour l'aménagement des eaux ASAE
- R. Panduri, Office fédéral de l'énergie OFEN
- M. Perraudin, Association des entreprises électriques suisses AES
- A. Schleiss, EPF Lausanne, Laboratoire de constructions hydrauliques LCH
- A. Truffer, Conférence des directeurs cantonaux de l'énergie EnDK

Document adopté par la direction de l'OFEN le 1er septembre 2015.

### Date

Première parution (Version 2.0): 30.10.2015



## Sommaire de la partie D

1.	Introduction.....	5
2.	Mise en service .....	5
2.1.	Conditions pour la mise en service .....	5
2.2.	Autorisation de mise en service (art. 7 LOA).....	5
2.3.	Mise en service d'un ouvrage dont la mise en eau peut être effectuée de manière contrôlée.....	6
2.4.	Mise en service d'un ouvrage dont la mise en eau ne peut pas être effectuée de manière contrôlée.....	8
2.5.	Rapport de mise en service (art. 13 al. 1 OSOA).....	8
2.5.1.	Mise en service effectuée de manière contrôlée .....	8
2.5.2.	Mise en service effectuée de manière non contrôlée .....	8
2.6.	Passage à la phase d'exploitation .....	9
3.	Exploitation .....	9
3.1.	Exploitation proprement dite.....	9
3.2.	Maintenance .....	9
3.3.	Surveillance .....	10
4.	Surveillance .....	10
4.1.	Organisation et étendue de la surveillance .....	10
4.1.1.	Buts de la surveillance .....	10
4.1.2.	Organisation de la surveillance .....	12
4.1.3.	Système d'auscultation : Catégories d'instruments de mesure .....	13
4.1.4.	Système d'auscultation : Étendue de l'instrumentation .....	14
4.1.5.	Règlement de surveillance (art. 14 al. 2 OSOA).....	15
4.2.	Surveillance de niveau 1 .....	16
4.2.1.	Généralités.....	16
4.2.2.	Profil du barragiste.....	17
4.2.3.	Étendue de la surveillance.....	17
4.2.4.	Mesures géodésiques.....	21
4.2.5.	Contrôle des organes de décharge et de vidange .....	22
4.3.	Surveillance de niveau 2 .....	22
4.3.1.	Généralités.....	22
4.3.2.	Profil du professionnel expérimenté.....	22
4.3.3.	Contrôle visuel annuel du professionnel expérimenté .....	23
4.3.4.	Evaluation suivie des résultats des mesures d'auscultation .....	23



4.3.5. Rapport annuel .....	23
4.3.6. Transmission du rapport annuel et traitement des recommandations du professionnel expérimenté.....	25
4.4. Surveillance de niveau 3 .....	25
4.4.1. Généralités.....	25
4.4.2. Profils des experts confirmés.....	26
4.4.3. Visite de contrôle quinquennal.....	27
4.4.4. Rapport quinquennal.....	27
4.4.5. Géodésie de précision .....	28
4.4.6. Transmission des rapports quinquennaux et traitement des recommandations des experts.....	28
4.5. Surveillance de niveau 4 .....	28
4.5.1. Généralités.....	28
4.5.2. Vérification du rapport annuel par l'autorité de surveillance .....	29
4.5.3. Vérification des rapports quinquennaux par l'autorité de surveillance.....	29
4.5.4. Inspection de l'autorité de surveillance .....	29
5. Dossier sur l'ouvrage d'accumulation.....	30
5.1. Contenu du dossier .....	30
5.2. Tenue du dossier.....	30
6. Annonces de l'exploitant à l'autorité de surveillance .....	30
6.1. Annonce des travaux de révision .....	30
6.2. Annonce d'incidents et d'anomalies d'exploitation .....	31
6.3. Autres annonces .....	31
7. Bibliographie.....	32
Annexe 1 – Contrôles suite à un séisme .....	33
Annexe 2 – Visite et séance d'expertise quinquennale .....	38
Annexe 3 – Détails du contenu du dossier sur l'ouvrage d'accumulation.....	39



## 1. Introduction

Cette partie D de la directive traite de la sécurité des ouvrages d'accumulation durant les phases de mise en service et d'exploitation (art. 7 et 8 LOA et chap. 2 sect. 2, art. 11 à 24 OSOA). Elle s'applique à tous les types d'ouvrages, quels que soient leurs dimensions, leurs buts et l'exploitant.

La mise en œuvre des indications de cette partie de la directive doit être adaptée aux spécificités et aux besoins de surveillance de l'ouvrage considéré dans les limites des dispositions légales de la LOA et de l'OSOA (respect du principe de proportionnalité).<sup>1</sup>

## 2. Mise en service

### 2.1. Conditions pour la mise en service

La première mise en service d'un ouvrage d'accumulation ou partie d'ouvrage (notamment après une surélévation) nécessite une autorisation préalable délivrée par l'autorité de surveillance. Il en va de même lors de la remise en service après un abaissement total ou partiel ordonné par l'autorité de surveillance.

### 2.2. Autorisation de mise en service (art. 7 LOA)

La demande d'autorisation de mise en service doit comporter toutes les indications requises pour l'évaluation de la sécurité technique, permettant de conclure en une absence de menace de la sécurité publique lors de l'exploitation. Ces indications figurent en règle générale dans les documents du tableau D1 ainsi que dans des documents complémentaires si nécessaire.

Documents	Références	Commentaires
<b>Procès-verbal de réception des travaux de construction</b>	art. 9 al. 3 OSOA	établi par l'autorité de surveillance
<b>Programme de mise en service</b> <b>Programme de mise en eau</b>  <b>Règlement de surveillance</b> durant la phase de mise en service	art. 12 al. 1 OSOA	indique les modalités de mise en service prévues, y compris les éventuels paliers de remplissage lorsque la mise en eau peut être effectuée de manière contrôlée  précise les contrôles visuels, mesures, essais et analyses à effectuer jusqu'au passage à la phase d'exploitation
<b>Règlement de manœuvre des vannes</b>	art. 11 al. 1 let. a OSOA	Cf. directive, partie C2

<sup>1</sup> Des guides de mise en œuvre spécifiques pour les barrages mobiles du Haut-Rhin et pour ceux de l'Aar sont disponibles auprès de la Section Surveillance des barrages de l'OFEN. Un guide pour les ouvrages de moindres dimensions est disponible sur le site web de l'OFEN.



Documents	Références	Commentaires
Règlement en cas d'urgence	art. 11 al. 1 let. b OSOA	Cf. directive, partie E

*Tableau D1 : Documents généralement à joindre à la demande d'autorisation de mise en service*

L'autorité de surveillance contrôle si les exigences de sécurité technique sont respectées avant d'octroyer l'autorisation de mise en service. Si elle le juge nécessaire, elle peut demander des indications complémentaires et fixer des conditions pour la mise en service.

L'autorité de surveillance peut autoriser la mise en service en l'absence de certaines indications pour autant que cela ne mette pas en danger la sécurité publique. Elle fixe alors un délai pour la remise des indications manquantes comme conditions dans son autorisation. L'autorité de surveillance peut également octroyer une autorisation partielle de mise en service, en particulier lorsque le procès-verbal de réception n'est délivré que pour une partie des travaux.

L'autorisation de mise en service délivrée par l'autorité de surveillance contient notamment :

Informations	Commentaires
Liste des indications ayant servi de base à l'octroi de l'autorisation	notamment les documents joints à la demande d'autorisation, par exemple programme de mise en eau et règlements
Conditions contraignantes sur la manière dont la mise en service doit être effectuée	par exemple respect de paliers de remplissage et passage d'un palier au suivant soumis à autorisation préalable de l'autorité de surveillance, mesures, contrôles visuels et essais à effectuer, etc.
Liste des documents et indications à remettre pendant et à l'issue de la mise en service	avec indication du délai pour la remise des documents et indications
Exigences et conditions particulières propres à l'ouvrage	selon les particularités de l'ouvrage

*Tableau D2 : Contenu de l'autorisation de mise en service*

Le titulaire de l'autorisation de mise en service est considéré comme exploitant de l'ouvrage d'accumulation au titre de la législation sur les ouvrages d'accumulation (art. 1 al. 5 OSOA). L'octroi de l'autorisation de mise en service ne confère pas seulement le droit au titulaire d'exploiter ledit ouvrage selon la LOA, il le contraint aussi à veiller à la sécurité de l'ouvrage en vertu des dispositions de la LOA, de l'OSOA ainsi que des conditions prévues dans cette autorisation. L'autorisation est personnelle et non transmissible. Elle ne peut notamment pas être transmise à une autre société (également si le personnel d'exploitation reste le même).

### **2.3. Mise en service d'un ouvrage dont la mise en eau peut être effectuée de manière contrôlée**

L'exploitant établit un programme de mise en service qui décrit la manière dont la mise en eau est effectuée (programme de mise en eau) ainsi que l'organisation et le contenu de la surveillance en vigueur jusqu'au passage à la phase d'exploitation (règlement de



surveillance durant la phase de mise en service). Il joint ce programme à la demande d'autorisation de mise en service.

### Programme de mise en eau

Lorsque la mise en eau peut se faire de manière contrôlée (notamment pour les ouvrages équipés de vannes qui permettent de contrôler le niveau d'eau dans la retenue ou qui offrent la possibilité de limiter ou d'interrompre les apports), celle-ci est généralement effectuée par étapes, avec des paliers de remplissage intermédiaires. Le programme de mise en eau décrit notamment :

- les vitesses de montée du plan d'eau et les niveaux des paliers de remplissage, ainsi que les conditions et méthodes de maintien du niveau à ces paliers y compris la durée;
- les déformations ou autres caractéristiques de comportement attendues lors du remplissage ;
- les mesures, les essais et les contrôles visuels effectués à chaque palier, ainsi que les méthodes d'analyse de ces mesures et contrôles ;
- la manière dont la montée du niveau d'eau est maîtrisée en cas de crue.

Le choix du nombre de paliers et de leur niveau de remplissage s'effectue en tenant compte des paramètres suivants :

- les conditions géologiques et l'état de la connaissance du sous-sol ;
- les dimensions du barrage et de la retenue ;
- la nécessité de procéder à des essais des organes de décharge et de vidange à des niveaux de charge intermédiaires ;
- les résultats des essais, contrôles visuels et mesures sur les premiers paliers de remplissage, qui peuvent modifier le programme initialement prévu.

En règle générale, la procédure de remplissage se déroule comme suit :

- i. montée lente jusqu'à un premier palier de remplissage. Durant ce remplissage, les contrôles visuels sont fréquents et les mesures télétransmises sont analysées en continu. Des mesures manuelles sont effectuées régulièrement en l'absence de ou en complément aux mesures télétransmises.
- ii. stabilisation du niveau d'eau et conduite d'une campagne de mesures complète (en général également mesures géodésiques) ; essais des organes de décharge et de vidange munis de vannes.
- iii. analyse complète des mesures et observations, y compris comparaison avec des valeurs attendues. Le niveau d'eau est maintenu au niveau du palier jusqu'à ce que l'analyse permette de conclure au comportement sain de l'ouvrage et qu'un rapport ou une note soit établi à l'intention de l'autorité de surveillance. L'autorité de surveillance peut autoriser une fluctuation mineure du plan d'eau durant cette phase.
- iv. pour autant que les observations et les mesures permettent de conclure à une exploitation sûre et sous réserve de l'approbation préalable éventuellement nécessaire de l'autorité de surveillance, le passage au palier suivant s'effectue de manière similaire.

La phase descendante ainsi que les cycles de charge subséquents sont généralement effectués sans paliers.



L'autorité de surveillance décide si elle assiste à certaines phases de la mise en eau et de la manière dont elle y est représentée. Elle se rend généralement sur site durant ou à l'issue des phases principales et lors de l'essai de vannes à retenue pleine.

On peut généralement renoncer à une mise en eau par paliers de remplissage lorsque l'ouvrage n'atteint pas les dimensions spécifiées à l'art. 2 al. 1 LOA, ou se limiter à un seul palier intermédiaire lorsque l'ouvrage n'est pas considéré comme un grand ouvrage d'accumulation au sens de l'art. 3 al. 2 LOA ou que des mesures en nombre suffisant sont télétransmises et analysées immédiatement.

#### Règlement de surveillance durant la phase de mise en service

La structure et le contenu de ce règlement est similaire à celui propre à la phase d'exploitation, cf. chap. 4.1.5. Il s'en différencie uniquement par son caractère évolutif lié aux observations, analyses et expériences faites durant la première mise en eau ainsi que dans la phase de surveillance renforcée qui la suit. Cette surveillance renforcée reste généralement en place durant plusieurs années. La durée prévue est fixée dans l'autorisation de mise en service octroyée par l'autorité de surveillance.

#### **2.4. Mise en service d'un ouvrage dont la mise en eau ne peut pas être effectuée de manière contrôlée**

Lorsque la mise en eau ne peut pas être contrôlée (notamment si l'ouvrage sert à la protection contre les crues, à la rétention de sédiments ou dont le volume d'accumulation est faible en regard du bassin versant), l'autorité de surveillance octroie l'autorisation de mise en service après avoir établi le procès-verbal de réception des travaux selon art. 9 al. 3 OSOA et approuvé les règlements de surveillance, de manœuvre des vannes et en cas d'urgence.

#### **2.5. Rapport de mise en service (art. 13 al. 1 OSOA)**

##### **2.5.1. Mise en service effectuée de manière contrôlée**

A la fin de la mise en service, l'exploitant établit à l'attention de l'autorité de surveillance un rapport de mise en service. Ce rapport doit notamment contenir :

- une vue d'ensemble du déroulement de la première mise en eau ;
- une analyse du comportement de l'ouvrage pendant la mise en eau, respectivement pendant les différentes phases de mise en eau ;
- les résultats des contrôles de fonctionnement des organes de décharge et de vidange ;
- une synthèse des inspections effectuées ;
- la description des éventuels événements particuliers qui sont survenus durant la période et qui auraient pu affecter le déroulement de la mise en service (crue, avalanche, glissement de terrain, lave torrentielle, séisme, conditions météorologiques particulières, etc.).

##### **2.5.2. Mise en service effectuée de manière non contrôlée**

En règle générale, l'autorité de surveillance exigera un rapport d'inspection détaillée de l'ouvrage après l'évènement qui aura occasionné le premier remplissage. Ce rapport devra contenir les résultats des mesures et contrôles visuels demandés dans l'autorisation de mise



en service (le plus souvent limités à des mesures de déformation et à un relevé visuel de l'état de l'ouvrage).

## **2.6. Passage à la phase d'exploitation**

La phase d'exploitation de l'ouvrage d'accumulation débute dès que la phase de mise en service est terminée.

L'autorisation d'exploiter fait implicitement partie de la décision d'autorisation de mise en service pour autant que le résultat de la première mise en eau ou de la remise en eau permette de conclure à la sécurité de l'exploitation. Aucune autre autorisation n'est délivrée par l'autorité de surveillance.

La phase d'exploitation se différencie de la phase de mise en service de par l'organisation et l'étendue de la surveillance mise en place, pour laquelle les dispositions des art. 15 à 19 OSOA s'appliquent.

Tout ouvrage d'accumulation doit faire l'objet d'une surveillance, dont l'organisation et l'étendue sont fixées dans le règlement de surveillance. Ce règlement est établi ou mis à jour à l'issue de la phase de mise en service en tenant compte des observations effectuées durant cette phase. Son ampleur dépend des caractéristiques de l'ouvrage, notamment de ses dimensions et de sa complexité.

Lorsqu'un évènement ou une condition ayant affecté la sécurité ou pouvant l'affecter est constaté, l'exploitant a l'obligation de prendre les mesures nécessaires pour assurer la sécurité publique, même si cela implique de renoncer à tout ou partie de l'exploitation. Il a également l'obligation d'en informer l'autorité de surveillance. Cette dernière ordonne des mesures complémentaires si elle le juge nécessaire. Elle peut également ordonner la vidange partielle ou totale de la retenue.

## **3. Exploitation**

L'exploitation de l'ouvrage d'accumulation implique trois tâches dévolues à l'exploitant :

1. l'exploitation proprement dite ;
2. la maintenance de l'ouvrage ;
3. la surveillance de l'ouvrage.

### **3.1. Exploitation proprement dite**

L'exploitation proprement dite consiste en l'utilisation de l'ouvrage dans le but qui lui est destiné, notamment dans le respect des termes du règlement de surveillance. Cette utilisation est du ressort de l'exploitant ; elle n'est pas traitée dans ce document.

### **3.2. Maintenance**

La maintenance a pour but de préserver l'aptitude au service de l'ouvrage. Elle peut se faire d'une manière préventive ou corrective.

L'entretien a pour but :



- (i) de prévenir des défauts de fonctionnement des organes de sécurité et des appareils de mesure par l'entretien et la maintenance planifiée (entretien préventif) ;
- (ii) de réparer les dégâts éventuels avant qu'une dégradation importante n'apparaisse (entretien correctif).

L'entretien englobe également les travaux de maintenance courante. Il concerne notamment:

- l'ouvrage de retenue proprement dit, en particulier le nettoyage des drains et des galeries, l'entretien des talus de digue, la réparation de dégâts divers, etc. ;
- la retenue et les ouvrages de décharge, en particulier la récupération des corps flottants ;
- les équipements hydromécaniques, les équipements électriques d'alimentation et de contrôle-commande, le dispositif alarme-eau ;
- les dispositifs d'auscultation, en particulier le support des instruments, les instruments de mesure eux-mêmes, le dégagement des lignes de visées géodésiques, etc. ;
- les accès.

La maintenance des organes de sécurité, comme par exemple les vannes de vidange de fonds et d'évacuateur de crues, des systèmes de commande et de force qui y sont liés (y compris de secours), ainsi que les dispositifs d'auscultation servant à la surveillance de l'ouvrage sont traités dans le chapitre 6.1 sur les travaux de révision. La maintenance n'affectant pas la sécurité de l'ouvrage n'est pas traitée dans ce document.

### **3.3. Surveillance**

La surveillance de l'ouvrage d'accumulation est traitée en profondeur dans le chapitre suivant.

## **4. Surveillance**

### **4.1. Organisation et étendue de la surveillance**

#### **4.1.1. Buts de la surveillance**

La surveillance a pour but de garantir la sécurité de l'ouvrage d'accumulation.

Elle sert à :

- (i) vérifier que le comportement et l'état de l'ouvrage d'accumulation soient conformes aux exigences de sécurité ;
- (ii) identifier le plus tôt possible un comportement anormal de l'ouvrage d'accumulation ou un dégât particulier à l'ouvrage (ouvrage de retenue, ouvrages annexes relevant de la sécurité, fondations et zone de retenue) ou à un de ses organes annexes de sécurité, dans le but de prendre les mesures de protection nécessaires dans les délais les plus brefs.

La surveillance permet également de disposer d'une base de données d'observations et de mesures propre à être utilisée dans des études futures, en particulier en cas de comportement inattendu ou de modification de l'état de l'ouvrage.

Elle fait conjointement appel aux éléments suivants :



- les contrôles visuels de l'état de l'ouvrage d'accumulation (ouvrage de retenue, ouvrages annexes relevant de la sécurité, fondations, zone de la retenue) ;
- la prise de mesures lorsque l'ouvrage est équipé de dispositifs d'auscultation, ainsi que l'interprétation de ces mesures ; ces mesures permettent de caractériser le comportement du barrage, de ses fondations et de son environnement ;
- les contrôles du bon fonctionnement des organes de décharge et de vidange équipés de vannes.

La figure D1 donne un aperçu général des composantes de la surveillance et du déroulement des opérations qui lui sont attachées. Elle montre également les buts poursuivis. Ce schéma s'applique dans ses principes à tous les types d'ouvrage d'accumulation, même à ceux dépourvus de dispositifs d'auscultation ou d'organes de décharge équipés de vannes.

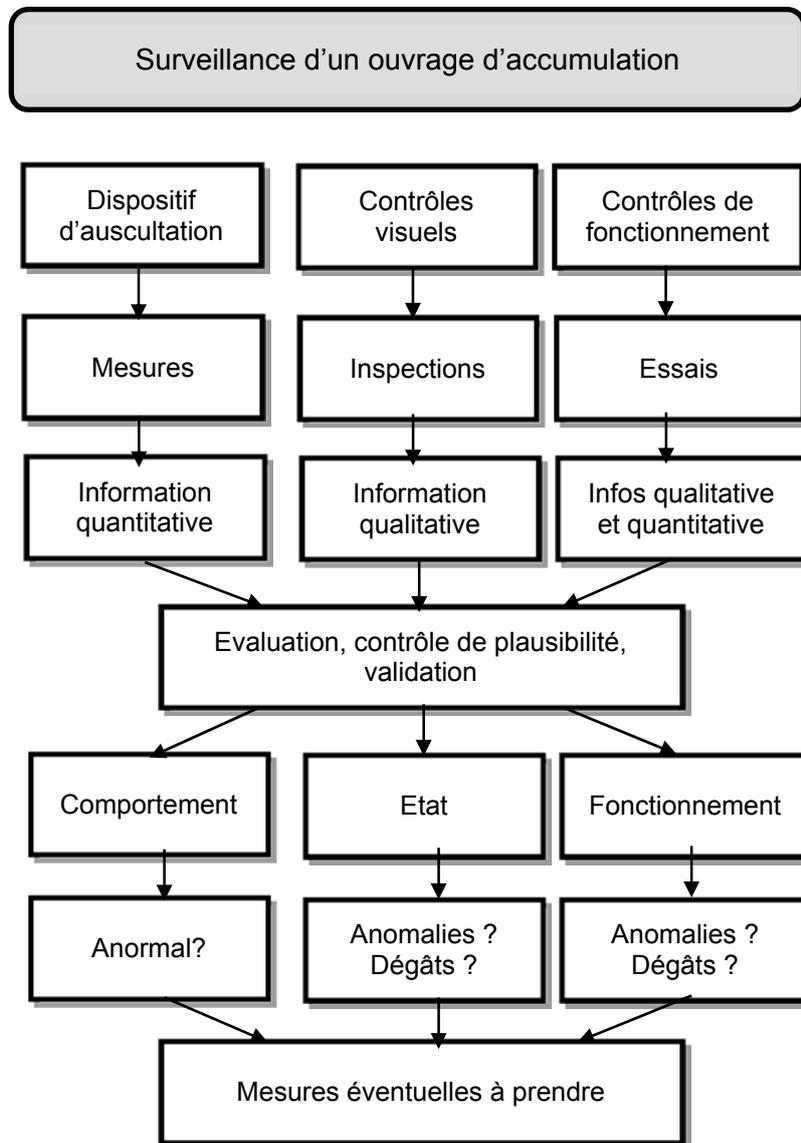


Figure D1 : Processus de surveillance d'un ouvrage d'accumulation



#### 4.1.2. Organisation de la surveillance

La surveillance est organisée en quatre niveaux distincts (cf. figure D2).



*Figure D2 : Niveaux de la surveillance des ouvrages d'accumulation  
(Niveau 3 pour les ouvrages concernés selon art. 18, al. 1 et 4 OSOA)*

L'organisation des niveaux 1 à 3 de la surveillance est de la responsabilité de l'exploitant. Cette organisation est précisée dans le règlement de surveillance.

**Niveau 1 :** Les tâches affectées à ce niveau sont assumées par le barragiste et, le cas échéant, par le spécialiste en géodésie.

##### Le barragiste

Le barragiste est en règle générale un employé de l'exploitant ou d'une entreprise mandatée par lui pour cette mission. C'est lui qui assume les tâches qui sont attribuées à l'exploitant selon l'art. 16 OSOA.

Le barragiste procède aux contrôles visuels de l'ouvrage d'accumulation, à l'exécution des mesures d'auscultation, aux essais et contrôles des organes de décharge et de vidange équipés de vanne ainsi qu'au suivi des travaux d'entretien.

##### Le spécialiste en géodésie

Le spécialiste en géodésie intervient sur mandat de l'exploitant pour l'exécution d'éventuelles mesures géodésiques.

**Niveau 2 :** Les tâches affectées au niveau 2 sont effectuées par le professionnel expérimenté, selon art. 17, al. 1 OSOA.

Celui-ci effectue une première évaluation des résultats des observations, de mesures et des essais de vannes de manière suivie. Il effectue au moins une fois par an un contrôle visuel de l'ouvrage d'accumulation. Il analyse toutes les



informations à disposition et en consigne les résultats dans un rapport annuel de mesures et de contrôle (rapport annuel).

Il conseille l'exploitant sur les points relatifs à la surveillance de l'ouvrage d'accumulation et lui recommande de faire appel à des spécialistes selon les besoins (géologue, spécialiste en hydromécanique, spécialiste en avalanches, autre spécialiste en dangers naturels, etc.).

**Niveau 3** : Deux experts confirmés sont désignés pour les tâches du niveau 3 : un ingénieur civil et un géologue, selon Art. 18, al. 1, OSOA.

Ceux-ci effectuent tous les cinq ans un examen approfondi de la sécurité. Ils consignent les résultats de leur examen dans leurs rapports quinquennaux.

Ils reçoivent les rapports annuels et se tiennent au courant de la situation de l'ouvrage. Ils appuient le professionnel expérimenté à la demande de l'exploitant et conseillent l'exploitant lors de la survenance d'événements inattendus ou extraordinaires.

Seuls les ouvrages d'accumulation qui satisfont aux critères spécifiés à l'art. 18 al. 1 OSOA ou qui y sont soumis par décision de l'autorité de surveillance selon l'art. 18 al. 4 OSOA doivent mettre en place ce niveau 3.

**Niveau 4** : L'autorité de surveillance assume le niveau 4, selon art. 22 et 23 LOA.

L'autorité de surveillance s'assure que l'exploitant assume les tâches de sécurité qui lui sont dévolues conformément aux prescriptions de sécurité. Elle vérifie et valide les rapports de sécurité qui lui sont remis et inspecte elle-même régulièrement les ouvrages d'accumulation.

#### Exécution des tâches de niveau 1 par le professionnel expérimenté

En particulier pour les plus petits ouvrages dont les tâches autant de niveau 1 que de niveau 2 sont limitées, l'exploitant peut confier au professionnel expérimenté la prise en charge de ces deux niveaux de surveillance. Ceci est acceptable pour autant que le professionnel expérimenté réponde au profil requis du niveau 2.

#### **4.1.3. Système d'auscultation : Catégories d'instruments de mesure**

Les dispositifs de mesure du système d'auscultation sont différenciés de la manière suivante.

##### 1) Les instruments de mesure servant au suivi courant du comportement

Entrent dans cette catégorie les instruments nécessaires pour :

(a) connaître les sollicitations agissant sur l'ouvrage, notamment :

- le niveau de retenue ;
- la température extérieure ou à l'intérieur de l'ouvrage ;
- les précipitations ;

(b) mesurer la réponse de l'ouvrage, notamment :

- les déformations ;
- les pressions dans l'ouvrage ou sous la fondation ;
- les débits d'infiltration.



Toute modification de cette instrumentation, y compris de la fréquence de mesure, nécessite l'approbation préalable de l'autorité de surveillance.

L'exploitant apportera la modification dans le règlement de surveillance et soumettra le règlement révisé à l'autorité de surveillance pour approbation.

Les mesures télétransmises de cette catégorie d'instruments doivent être contrôlées régulièrement par une mesure manuelle selon les termes de l'art. 16 al. 2 et 3 OSOA.

Le règlement de surveillance précisera parmi ces mesures lesquelles doivent être effectuées immédiatement en cas d'évènement extraordinaire (par exemple un séisme ou une crue extrême).

- 2) Les instruments assurant la redondance des mesures ci-dessus ou devant remédier à une défaillance de celles-ci.

Toute modification de cette instrumentation, y compris de la fréquence de mesure, nécessite une approbation de l'autorité de surveillance. L'exploitant apportera la modification dans le règlement de surveillance et soumettra le règlement révisé à l'autorité de surveillance pour approbation.

Les mesures télétransmises doivent être contrôlées régulièrement par une mesure manuelle. La fréquence de ces contrôles peut s'écarter des termes de l'art. 16 al. 2 et 3 OSOA dans des cas particuliers.

- 3) Les instruments ne servant que marginalement au suivi du comportement de l'ouvrage, par exemple de nouveaux instruments installés dans le but de tester leur applicabilité dans un environnement de barrage.

Toute modification de cette instrumentation, y compris de la fréquence de mesure, ne nécessite pas d'approbation de la part de l'autorité de surveillance. Le règlement de surveillance sera par contre mis à jour de manière correspondante par l'exploitant (sans qu'il y ait approbation) et transmis à l'autorité de surveillance (art. 14 al. 3 OSOA).

#### **4.1.4. Système d'auscultation : Étendue de l'instrumentation**

Le système d'auscultation doit permettre aux spécialistes, notamment le professionnel expérimenté, d'apprécier les sollicitations auxquelles l'ouvrage est exposé et la manière dont il y réagit. Il couvrira en règle générale un ou plusieurs des éléments suivants :

- les sollicitations à même d'affecter l'état et le comportement ;
- les sous-pressions / pressions interstitielles ;
- les débits de percolation et de drainage ;
- les déformations ;
- les tensions d'ancrages.

L'étendue de l'instrumentation à mettre en place dépend ainsi également du type de barrage et de ses dimensions, de son mode de construction, de son âge ainsi que des conditions propres au site, en particulier en regard des conditions de fondation.

Pour les ouvrages destinés à la protection contre les dangers naturels, l'objectif est de valider l'aptitude au service.



Les publications [CSB 2005a] et [CIGB 2014] donnent des règles générales et des principes sur la conception du système d'auscultation et les exigences liées à son utilisation dans le cadre de la surveillance. La première comporte également un descriptif des caractéristiques de chaque type d'instrument et des indications sur sa mise en œuvre.

L'exploitant doit s'assurer du bon fonctionnement de l'instrumentation et veiller au contrôle et au calibrage des instruments [CSB 2013b].

Hormis pour les bassins de rétention temporaire, une mesure du niveau de retenue doit en tous les cas être effectuée<sup>2</sup>. Cette mesure sera redondante pour les grands ouvrages soumis au contrôle quinquennal selon art. 18 al. 1 et 4 OSOA.

#### **4.1.5. Règlement de surveillance (art. 14 al. 2 OSOA)**

Le règlement de surveillance est élaboré par l'exploitant qui le soumet pour approbation à l'autorité de surveillance. L'exploitant y présente l'organisation qu'il met en place pour garantir l'exploitation sûre de l'ouvrage d'accumulation en tout temps.

Le règlement précise notamment :

- l'organisation, ainsi que les tâches et responsabilités attribuées à chacun des intervenants ;
- les exigences et les points de contrôle à vérifier spécifiquement lors des contrôles visuels courants et annuels ;
- les procédures pour les contrôles et essais de vannes, telles que décrites dans la partie C2 de la directive ;
- une table synthétique détaillant les fréquences ou les périodicités des contrôles visuels courants, des mesures et des contrôles de vannes ainsi que des mesures de contrôle manuelles sur site pour confirmer les valeurs télétransmises. Cette table figure en annexe ;
- les modalités et spécificités des mesures, les moyens et appareils de mesure utilisés, ainsi que les vérifications de plausibilité effectuées lors de la mesure ;
- la procédure et la périodicité de transmission des résultats des contrôles visuels, des mesures et des essais de vannes aux différents niveaux de surveillance ;
- les vérifications et analyses préliminaires à effectuer sur les observations et mesures courantes par le professionnel expérimenté avec indication des délais ;
- les procédures à suivre en cas d'événement extraordinaire tel que :
  - une anomalie constatée sur le comportement de l'ouvrage mise en évidence par les mesures ou par le contrôle visuel ;
  - une modification constatée des conditions hydrogéologiques (par exemple apparition d'une source) ou de l'état du massif rocheux ;
  - une crue exceptionnelle ou extrême (avec précision du critère, par exemple par une cote pour le niveau de la retenue) ;
  - un glissement de terrain, un éboulement, une avalanche ;
  - un tremblement de terre (cf. annexe 1 pour des indications complémentaires) ;

---

<sup>2</sup> Une échelle limnimétrique doit par contre être installée dans ces bassins afin de pouvoir déterminer le niveau lors d'une situation d'urgence, cf. partie E de la directive.



- un dysfonctionnement d'un organe affectant directement la sécurité (en particulier le dysfonctionnement d'un organe de vidange).

L'autorité de surveillance vérifie que le règlement de surveillance soumis par l'exploitant soit complet et que l'organisation de la surveillance mise en place correspond aux exigences de sécurité (art. 14 al. 2 OSOA). Elle approuve le règlement si ces conditions sont remplies.

Ce règlement de surveillance doit être tenu à jour par l'exploitant et toute modification également soumise à l'autorité de surveillance pour approbation.

Les modifications suivantes font exception et ne sont pas soumises à approbation. Elles sont soumises à une obligation d'annonce à l'autorité de surveillance par l'exploitant (art. 14 al. 3 OSOA) :

- les coordonnées des personnes de contact ;  
Les modifications sont reportées dans l'annexe pertinente du règlement et la mise à jour indiquée sur la page de garde du règlement. L'annexe modifiée et la page de garde mise à jour sont distribuées par l'exploitant à l'autorité de surveillance et aux autres destinataires ;
- les modifications d'autres éléments ne relevant pas de la sécurité ;  
Les modifications sont reportées à l'endroit approprié du règlement et la mise à jour indiquée sur la page de garde. Les parties modifiées et la page de garde mise à jour sont distribuées par l'exploitant à l'autorité de surveillance et aux autres destinataires ;
- les modifications approuvées par l'autorité de surveillance dans le cadre d'une séance ou inspection de l'autorité de surveillance, dûment reportées dans un procès-verbal.  
Les modifications sont reportées dans le règlement avec référence au procès-verbal (date de la séance ou de l'inspection et références) et la page de garde du règlement est mise à jour par l'exploitant. Les parties modifiées et la page de garde mise à jour sont distribuées par l'exploitant à l'autorité de surveillance et aux autres destinataires.

## **4.2. Surveillance de niveau 1**

### **4.2.1. Généralités**

Le contrôle courant au sens de l'art. 16 OSOA constitue la surveillance de niveau 1.

Le contrôle courant a pour but de s'assurer en continu du bon comportement et du bon état d'un ouvrage d'accumulation. Il est effectué par un ou plusieurs barragistes en fonction de l'importance de l'ouvrage.

Le barragiste procède aux contrôles visuels de l'ouvrage d'accumulation, à l'exécution des mesures d'auscultation, aux essais et contrôles des organes de décharge et de vidange équipés de vannes ainsi qu'au suivi des travaux d'entretien. L'exploitant fait appel à des intervenants tiers spécialisés pour l'exécution des tâches nécessitant des compétences particulières (par exemple pour la conduite de mesures géodésiques de précision).

Le contrôle courant est effectué selon le rythme régulier fixé dans le règlement de surveillance. Il est complété par une inspection (contrôle visuel) et des mesures (si l'ouvrage est équipé d'instruments d'auscultation) immédiates en cas d'événement extraordinaire.



Une augmentation temporaire du rythme et/ou de l'étendue des contrôles sera par ailleurs introduite lorsque la situation l'exige, par exemple en cas de dysfonctionnement d'un organe affectant directement la sécurité.

Les mesures sont effectuées selon les prescriptions du règlement de surveillance. Le barragiste procède à un contrôle de plausibilité des valeurs mesurées et, si nécessaire, répète la mesure. Les résultats des mesures sont transmis au professionnel expérimenté selon le rythme fixé dans le règlement de surveillance (au moins une fois par mois pour les grands ouvrages).

#### **4.2.2. Profil du barragiste**

Les tâches du barragiste sont détaillées dans le document [CSB 2015]. Il doit notamment pouvoir travailler de façon indépendante et disposer d'une formation technique appropriée lui permettant :

- de procéder aux mesures d'auscultation au moyen d'instruments de mesure ;
- d'effectuer un contrôle de plausibilité sur les valeurs mesurées ;
- d'effectuer des observations visuelles, de les décrire et de les consigner ;
- d'identifier les phénomènes nouveaux ;
- de participer aux essais de vannes ;
- de suivre l'entretien courant des installations et les travaux courants de réfection, de réparation et de remise en état.

Il appartient à l'exploitant de s'assurer que le barragiste dispose de la formation adéquate afin de pouvoir assumer pleinement les tâches qui lui sont confiées et d'assurer sa formation continue. Il appartient également à l'exploitant de veiller à ce que les tâches confiées au barragiste soient spécifiées de manière détaillée. Le personnel affecté à ces tâches doit être en nombre suffisant afin qu'elles puissent être effectuées en toute sécurité et de manière précise.

#### **4.2.3. Étendue de la surveillance**

L'étendue de la surveillance à mettre en place par l'exploitant dépend des caractéristiques de l'ouvrage considéré. Des indications sont données dans diverses publications du Comité suisse des barrages [CSB 1997a], [CSB 1997b], [CSB 2005a], [CSB 2013a]. Les fréquences reportées dans le tableau D3 sont indicatives. L'autorité de surveillance peut exiger des fréquences plus rapprochées ou accepter des fréquences plus éloignées (voire renoncer à exiger l'exécution de mesures) en fonction des spécificités de l'ouvrage considéré et des risques encourus par le personnel dans l'exécution de tâches de surveillance (par exemple liés au danger d'avalanches). Dans tous les cas de figure, le règlement de surveillance approuvé par l'autorité de surveillance fait foi. Des contrôles visuels réguliers doivent en tous les cas être effectués.



Tous les ouvrages destinés à la protection contre les dangers naturels				
		Ouvrage en béton	Ouvrage en remblai	Remarque
<b>Contrôles visuels courants</b>		2 à 4 fois par an	2 à 4 fois par an	Au minimum avant la saison des crues ou avalanches et après chaque événement important
<b>Mesures servant au suivi courant du comportement (catégorie 1 selon § 4.1.3)</b>	Déformations, par pendule ou géodésie	1 à 4 fois par an	1 fois par an à 1 fois tous les 2 ans	
	Eaux de drainage, infiltrations (turbidité)	1 à 4 fois par an	1 à 4 fois par an	
	Sous-pressions et pressions interstitielles	1 à 4 fois par an contact béton-rocher et fondation	1 à 4 fois par an pressions interstitielles	
<b>Autres mesures (catégorie 2 selon § 4.1.3)</b>		1 fois par an	1 fois par an	Pour les mesures servant à garantir la redondance

Autres ouvrages de moindres dimensions				
		Ouvrage en béton	Ouvrage en remblai	Remarque
<b>Contrôles visuels courants</b>		2 à 4 fois par an	2 à 4 fois par an	
<b>Mesures servant au suivi courant du comportement (catégorie 1 selon § 4.1.3)</b>	Déformations, par pendule ou géodésie	1 à 4 fois par an	1 fois par an à 1 fois tous les 2 ans	
	Eaux de drainage, infiltrations (turbidité)	1 à 4 fois par an	1 à 4 fois par an	
	Sous-pressions et pressions interstitielles	1 à 4 fois par an contact béton-rocher et fondation	1 à 4 fois par an pressions interstitielles	
<b>Autres mesures (catégorie 2 selon § 4.1.3)</b>		1 fois par an	1 fois par an	Pour les mesures servant à garantir la redondance



<b>Autres grands ouvrages non soumis à expertise quinquennale</b>				
		<b>Ouvrage en béton</b>	<b>Ouvrage en remblai</b>	<b>Remarque</b>
<b>Contrôles visuels courants</b>		1 à 2 fois par mois	1 à 2 fois par mois	Lorsque l'ouvrage est en eau <sup>3</sup>
<b>Mesures servant au suivi courant du comportement (catégorie 1 selon § 4.1.3)</b>	Déformations, par pendule ou géodésie	1 à 2 fois par mois	1 à 2 fois par mois	Lorsque l'ouvrage est en eau
	Eaux de drainage, infiltrations (turbidité)	1 à 2 fois par mois	1 à 2 fois par mois	Lorsque l'ouvrage est en eau
	Sous-pressions et pressions interstitielles	1 à 2 fois par mois contact béton-rocher et fondation	1 à 2 fois par mois pressions interstitielles	Lorsque l'ouvrage est en eau
<b>Autres mesures (catégorie 2 selon § 4.1.3)</b>		1 fois par mois à 1 fois tous les 2 mois	1 fois par mois à 1 fois tous les 2 mois	Pour les mesures servant à garantir la redondance

<sup>3</sup> Un ouvrage est considéré être "en eau" lorsque le niveau de retenue atteint le niveau de la vidange de fond ou de la prise d'eau, respectivement le pied amont de l'ouvrage de retenue pour les ouvrages ne disposant pas de tels organes ou si ceux-ci sont à un niveau élevé.



Autres grands ouvrages soumis à expertise quinquennale				
		Ouvrage en béton	Ouvrage en remblai	Remarque
<b>Contrôles visuels courants</b>		hebdomadaire pour les plus grands ouvrages, limités aux points névralgiques ; 1 fois tous les mois ou tous les 2 mois pour les autres parties	hebdomadaire	Lorsque l'ouvrage est en eau
<b>Mesures servant au suivi courant du comportement (catégorie 1 selon § 4.1.3)</b>	Déformations, par pendule ou géodésie	hebdomadaire	hebdomadaire	Lorsque l'ouvrage est en eau
	Eaux de drainage, infiltrations (turbidité)	hebdomadaire	hebdomadaire	Lorsque l'ouvrage est en eau
	Sous-pressions et pressions interstitielles	2 à 4 fois par mois contact béton-rocher et fondation	2 à 4 fois par mois pressions interstitielles	Lorsque l'ouvrage est en eau
<b>Autres mesures (catégorie 2 selon § 4.1.3)</b>		1 fois par mois	1 fois par mois	Pour les mesures servant à garantir la redondance

Tableau D3 : Fréquences recommandées pour les contrôles courants

Les fréquences de mesures indiquées sont en tous les cas satisfaites lorsque les mesures sont automatiques et télétransmises.

Les fréquences recommandées pour les contrôles visuels courants concernent les parties névralgiques du point de vue de la sécurité ainsi que les plus exposées aux sollicitations. Les autres parties peuvent être contrôlées visuellement à une fréquence moindre dans les ouvrages de très grandes dimensions.

Les fréquences indiquées s'appliquent également au contrôle de plausibilité et à la première évaluation effectuée par le professionnel expérimenté (niveau 2), ceci également pour les mesures télétransmises.

L'apparition possible d'événements naturels susceptibles de mettre en péril l'intégrité de l'ouvrage d'accumulation ou d'affecter son niveau de sécurité est à investiguer avec le support de spécialistes reconnus. Cela concerne notamment toutes questions relevant des avalanches, laves torrentielles, glissements de terrain, chutes de blocs et chutes de sérac. La surveillance correspondante sera mise en place.



#### 4.2.4. Mesures géodésiques

Les mesures géodésiques font partie intégrante de la surveillance de niveau 1. Associées à d'autres moyens de mesure des déplacements, elles contribuent à :

- l'évaluation du comportement du barrage ;
- l'appréciation rapide en cas de circonstances exceptionnelles ou suite à un événement extraordinaire ;
- la clarification des causes d'anomalies détectées par les autres instruments de mesure.

##### Mesures géodésiques courantes

Il s'agit de mesures géodésiques effectuées pour le suivi courant des déformations de l'ouvrage. Elles sont effectuées par les barragistes ou du personnel mandaté par l'exploitant.

##### Mesures géodésiques de précision

Il s'agit de mesures géodésiques effectuées en soutien de l'expertise quinquennale. Seuls des géomètres pouvant démontrer qu'ils ont l'expérience et les connaissances requises et qui disposent de l'équipement nécessaire et des logiciels de traitement adéquats sont habilités à effectuer une telle géodésie.

Les mesures géodésiques de précision permettent de qualifier le caractère absolu des mesures de déformations réalisées avec d'autres instruments tels les pendules et les extensomètres.

La publication [CSB 2013a] donne des recommandations sur la conduite de telles mesures.

Le réseau géodésique de précision se compose généralement d'un réseau rapproché et, éventuellement, d'un réseau étendu.

- Réseau rapproché : Il est destiné à suivre les mouvements absolus de la zone rapprochée du barrage. Ces mesures géodésiques sont effectuées au moins tous les 5 ans, dans l'année civile qui précède la fin de la période quinquennale. Elles sont effectuées à niveau élevé de retenue, à chaque fois à la même période de l'année pour les ouvrages en béton.

Un réseau réduit est généralement identifié à l'intérieur du réseau rapproché. Il s'agit d'un réseau pouvant être mesuré en l'espace d'une journée et qui est à même de fournir des indications fiables (éventuellement de précision limitée) sur les mouvements absolus de l'ouvrage de retenue en cas d'urgence.

Il est par ailleurs recommandé d'effectuer une mesure géodésique additionnelle à niveau bas du lac tous les 15 à 20 ans.

- Réseau étendu : Il est destiné à ancrer les mouvements absolus mesurés par l'entremise du réseau rapproché dans un référentiel à grande échelle. Ce réseau est généralement mesuré moins fréquemment, de l'ordre de tous les 15 à 20 ans. La mesure coïncide avec celle du réseau rapproché.

Un réseau étendu est à installer lorsque l'apparition de mouvements à grande échelle ne peut être raisonnablement exclue.



#### **4.2.5. Contrôle des organes de décharge et de vidange**

Le déroulement des contrôles du fonctionnement des organes de décharge et de vidange équipés de vannes est traité dans la partie C2 de la directive.

### **4.3. Surveillance de niveau 2**

#### **4.3.1. Généralités**

Le contrôle annuel au sens de l'art. 17 OSOA constitue la surveillance de niveau 2. Il doit être effectué par un professionnel expérimenté pour tous les ouvrages d'accumulation assujettis aux dispositions de la LOA. Il a pour but de vérifier le bon état d'un ouvrage et son comportement, y compris sur la base de considérations techniques analytiques. Il inclut notamment :

- une première évaluation des résultats des observations, de mesures et des essais de vannes de manière suivie ;
- au moins une fois par an, un contrôle visuel de l'ouvrage d'accumulation ;
- une analyse détaillée de toutes les informations à disposition avec consignation dans un rapport annuel de mesures et de contrôle (rapport annuel).

Pour des domaines nécessitant des connaissances spéciales dont ne dispose pas le professionnel expérimenté, l'exploitant fera appel à des spécialistes d'autres disciplines pour compléter le contrôle (géologue, ingénieur forestier, spécialiste en avalanches, etc.).

Le professionnel expérimenté conseille par ailleurs l'exploitant sur les points relatifs à la sécurité technique, à sa demande.

#### **4.3.2. Profil du professionnel expérimenté**

L'exploitant choisit le professionnel expérimenté en charge du contrôle annuel. Il peut s'agir d'une personne physique ou morale. Il peut faire partie du personnel de l'exploitant ou être mandaté par ce dernier.

Le professionnel expérimenté doit disposer de l'expérience et des connaissances adéquates pour effectuer les tâches assignées. Les exigences peuvent varier selon les caractéristiques de l'ouvrage d'accumulation (notamment le type, les dimensions et la complexité structurale, ainsi que les particularités de comportement ou d'état).

Le professionnel expérimenté doit en règle générale remplir les critères suivants :

- disposer d'une formation technique adaptée aux caractéristiques de l'ouvrage d'accumulation :
  - formation d'ingénieur civil de niveau universitaire (masters d'école polytechnique ou équivalent) pour les grands ouvrages ;
  - expérience dans les domaines de la construction des ouvrages hydrauliques ;
  - expérience en géotechnique pour les ouvrages en remblais ;
  - expérience en calculs de structures pour les ouvrages en béton.
- disposer des connaissances linguistiques suffisantes pour lui permettre de lire et comprendre les rapports annuels antérieurs et les autres documents techniques et de sécurité relatifs à l'ouvrage, ainsi que de converser avec les barragistes (niveau 1 de surveillance) ;



- être à même de rédiger son rapport dans la langue utilisée pour la documentation technique et de sécurité de l'ouvrage ;
- disposer de 5 à 10 ans de pratique dans les domaines précités pour les ouvrages soumis au contrôle quinquennal selon art. 18 al. 2 et 4 OSOA.

Lorsqu'une personne morale fait office de professionnel expérimenté (par exemple un bureau d'ingénieurs), au moins une personne physique nommément désignée doit satisfaire aux exigences énumérées. Une personne physique moins expérimentée peut alors intervenir sous sa supervision pour l'exécution des tâches.

L'exploitant annonce son choix concernant le professionnel expérimenté à l'autorité de surveillance. Il veille dans son choix à garantir la continuité de la surveillance sur le long terme. L'autorité de surveillance peut refuser le choix en cas de doute fondé quant à la qualification de la personne proposée (art. 19 al. 1 OSOA).

#### **4.3.3. Contrôle visuel annuel du professionnel expérimenté**

Le professionnel expérimenté procède à un contrôle visuel complet et approfondi de l'ouvrage (inspection) au moins une fois par an et établit un rapport d'inspection. Ce rapport d'inspection précise les conditions dans lesquelles l'inspection s'est déroulée ainsi que toutes les observations quant à l'état de l'ouvrage, de ses parties annexes (notamment organes de vidange et d'évacuation des crues et local alarme-eau ou poste d'observation alarme-eau) et de l'instrumentation.

Le rapport d'inspection contient généralement des photos pour décrire les observations.

Les détails relatifs au contrôle visuel sont précisés dans le règlement de surveillance.

#### **4.3.4. Evaluation suivie des résultats des mesures d'auscultation**

Il appartient à l'exploitant de remettre de manière suivie et régulière les résultats des mesures d'auscultation au professionnel expérimenté, ainsi que toute observation particulière faite par le personnel de surveillance de niveau 1.

Le professionnel expérimenté effectue immédiatement une première analyse de ces données afin d'exclure un danger imminent en provenance de l'ouvrage d'accumulation. Il donne les instructions nécessaires à l'exploitant pour clarifier l'origine de mesures anormales éventuelles (en règle générale répétition de la mesure). En cas de danger imminent probable, il en informe immédiatement l'exploitant et lui demande d'en informer l'autorité de surveillance. Il appartient à l'exploitant de prendre les mesures nécessaires à l'élimination du danger.

Pour les mesures télétransmises, les fréquences indiquées au tableau D3 s'appliquent également à la première évaluation effectuée par le professionnel expérimenté.

Les résultats des essais de vannes font partie des données à analyser par le professionnel expérimenté.

#### **4.3.5. Rapport annuel**

Le professionnel expérimenté établit un rapport annuel qui doit notamment contenir :



### Indications générales

- informations succinctes sur l'exploitation de l'ouvrage durant la période annuelle : conditions hydrologiques, conditions d'exploitation de la retenue, périodes de révision et travaux de maintenance effectués, ouvertures des organes de vidange ;
- information(s) précise(s) sur les événements marquants de la période qui affectent ou pourraient affecter directement ou indirectement la sécurité. En particulier, les événements de crues, déversements, sollicitations sismiques, avalanches, chutes de pierres, remplissages ou vidanges inhabituellement rapides, travaux ;
- comparaison entre les mesures et inspections courantes à effectuer selon règlement de surveillance avec celles effectives, avec indication des raisons pour des inspections ou mesures éventuellement manquantes ;
- réaction aux recommandations des experts confirmés formulées dans leurs rapports d'expertise quinquennale, du professionnel expérimenté dans ses rapports annuels précédents et des mesures convenues avec l'autorité de surveillance ;
- études spéciales effectuées ;
- liste des documents nouveaux à intégrer dans le dossier sur l'ouvrage.

### Contrôles visuels

- observations saillantes du personnel de surveillance de niveau 1 lors de ses inspections courantes (modification de l'aspect, apparition de venues d'eau, signes de mouvements de pentes, etc), également en ce qui concerne l'état et le fonctionnement de l'instrumentation ;
- dito en ce qui concerne les observations du professionnel expérimenté lors de sa propre inspection ;
- synthèse des observations et besoins d'investigations complémentaires, d'entretien et de travaux en découlant (recommandations).

### Résultats et analyse des mesures

- description détaillée des interventions sur le système d'auscultation (calibrage, modifications, etc.) ;
- graphiques des résultats de mesure ;
- analyse des résultats (avec commentaires) dans le but d'identifier l'apparition de tendances ou anomalies de comportement. Pour les grands ouvrages en béton, le suivi du comportement se fera, pour quelques points clés, à l'aide d'un modèle de prédiction du comportement (cf. [CSB 2003] et [OFEN 2008]) ;
- synthèse des résultats de mesure et besoins en découlant (investigations complémentaires, calibrage ou changement de l'instrumentation, installation d'une instrumentation complémentaire, intensification du rythme des mesures).

### Résultats des contrôles des organes de décharge et de vidange

- résultats des contrôles et analyse ;
- besoins en découlant.

### Synthèse globale

- mise en relation de toutes les observations, mesures et analyses avec conclusions quant au comportement et à l'état de l'ouvrage de retenue, des berges et des ouvrages annexes. Mise en évidence des variations d'état ou de comportement ;



- reprise des recommandations déjà énumérées, complétées si nécessaires ;
- appréciation globale quant à la sécurité de l'exploitation.

#### Annexes

- plans et schémas : niveaux caractéristiques, paramètres principaux des organes de vidange, nomenclature et description succincte des dispositifs d'auscultation (schémas et extraits de plan), quelques plans généraux de l'ouvrage (réductions ou extraits), fiche récapitulative des principales cotes, volumes, hauteurs, capacité des organes de décharge ;
- rapport d'inspection du professionnel expérimenté avec ses annexes ;
- protocole des essais de vannes ;
- compte-rendu de séances de travail éventuelles avec un(e) représentant(e) de l'autorité de surveillance ;
- evtl. rapport géodésique (géodésie courante).

#### **4.3.6. Transmission du rapport annuel et traitement des recommandations du professionnel expérimenté**

Le rapport annuel est transmis par l'exploitant à l'autorité de surveillance dans le délai fixé dans le règlement de surveillance. Une copie du rapport annuel est également transmise aux experts confirmés lorsque l'ouvrage est soumis à un contrôle quinquennal, ainsi qu'aux spécialistes impliqués le cas échéant.

L'exploitant précisera dans le rapport ou dans la lettre d'accompagnement comment et quand il entend mettre en œuvre les recommandations du professionnel expérimenté.

#### **4.4. Surveillance de niveau 3**

##### **4.4.1. Généralités**

L'examen approfondi de la sécurité (contrôle quinquennal) au sens de l'art. 18 OSOA constitue la surveillance de niveau 3. Il doit être conduit pour les plus grands ouvrages qui remplissent les critères de dimension de l'art. 18 al. 1 OSOA ou sur décision de l'autorité de surveillance. Il est effectué par deux experts confirmés en génie civil et en géologie.

Le contrôle quinquennal a pour but de vérifier le bon comportement et le bon état de l'ouvrage d'accumulation de manière approfondie et indépendante en considérant l'évolution de l'ouvrage à long terme. Il inclut notamment :

- l'analyse approfondie de l'état et du comportement de toutes les parties de l'ouvrage d'accumulation qui relèvent de la sécurité technique (y compris l'environnement de l'ouvrage) en considérant les liens entre les observations visuelles et les résultats des mesures ;
- l'appréciation de la sécurité de l'ouvrage en relation avec l'évolution de la science et de la technique (en particulier les crues extrêmes, les séismes et les matériaux) ;
- la vérification que l'exploitation est toujours sûre ;
- des recommandations à l'exploitant, concernant en particulier l'entretien, d'éventuelles mesures constructives, l'instrumentation ou la conduite d'investigations ou d'études complémentaires.



#### 4.4.2. Profils des experts confirmés

Les experts confirmés sont des personnes physiques choisies par l'exploitant et approuvées par l'autorité de surveillance (art. 19 al. 2 et 3 OSOA).

Les experts confirmés doivent disposer de l'expérience et des connaissances adéquates pour effectuer les examens approfondis de sécurité. Les exigences requises peuvent varier selon les caractéristiques de l'ouvrage d'accumulation (notamment le type, les dimensions et la complexité structurale, les particularités de comportement ou de l'état).

L'expert en génie civil doit, en règle générale, remplir les conditions suivantes :

- master EPF ou universitaire en génie civil ;
- 10 ans d'expérience dans la conception, la construction ou la surveillance de barrages ;
- disposer d'une expérience en tant que niveau 2 ;
- connaissances théoriques approfondies et expérience pratique dans les domaines pertinents pour l'ouvrage concerné, par exemple : mécanique des roches et fondation, géotechnique, revêtements bitumineux, technologie du béton, statique des structures, analyses de comportement, hydrologie et hydraulique.

L'expert en géologie doit, en règle générale, remplir les conditions suivantes :

- master universitaire en géologie ou en géologie appliquée ;
- 10 ans d'expérience en géologie de l'ingénieur ou en géologie appliquée ;
- connaissances théoriques approfondies et expérience pratique dans les domaines pertinents pour l'ouvrage concerné, par exemple : mécanique des roches, géotechnique, hydrogéologie et dangers naturels ;
- être familier avec la géologie de la région concernée.

De plus, les deux experts doivent satisfaire aux critères suivants :

- pour les ouvrages de très grande importance ou présentant des caractéristiques de comportement ou d'état particulièrement complexes, disposer d'une expérience concluante dans le cadre du niveau 3 de surveillance d'autres ouvrages (contrôle quinquennal), exceptionnellement dans le cadre du niveau 2 ;
- disposer des connaissances linguistiques suffisantes pour leur permettre de lire et comprendre les rapports annuels et autres documents techniques et de sécurité relatifs à l'ouvrage concerné, ainsi que de converser avec le professionnel expérimenté (niveau 2 de surveillance) et les barragistes (niveau 1 de surveillance) ;
- être à même de rédiger leur rapport d'expert dans une langue officielle (de préférence la langue utilisée pour les documents techniques et de sécurité pour l'ouvrage concerné), exceptionnellement en anglais.

Les experts confirmés doivent par ailleurs être indépendants du professionnel expérimenté, de l'exploitant et du propriétaire de l'ouvrage dans le but d'assurer une évaluation indépendante de l'état de sécurité de l'ouvrage par rapport aux autres analyses courantes (principe des quatre yeux). Cette indépendance permet également d'éviter un conflit d'intérêt réel ou apparent avec les autres intervenants (art. 19 al. 3 OSOA). Sont proscrits le lien de parenté proche avec le propriétaire, le professionnel expérimenté ou les employés de l'exploitant exerçant des fonctions dirigeantes, le lien de subordination, le rapport de dépendance économique avec eux, et plus généralement toute autre forme de conflit



d'intérêt. L'autorité de surveillance apprécie cette indépendance. Toute modification affectant ce critère doit lui être annoncée.

#### **4.4.3. Visite de contrôle quinquennal**

Une visite de contrôle quinquennale est organisée par l'exploitant en fin de période sous rapport. Elle a pour but d'assurer un échange de connaissances sur l'état et le comportement de l'ouvrage entre l'exploitant, les barragistes, le professionnel expérimenté, le spécialiste en géodésie, les experts confirmés et l'autorité de surveillance ainsi que d'identifier des aspects particuliers devant être traités par les experts dans leurs rapports d'expertise. Le parcours d'une visite quinquennale et les thèmes habituellement traités lors de la séance d'expertise sont détaillés à l'annexe 2.

La visite n'est pas une inspection de sécurité technique détaillée ; elle ne remplace pas le contrôle visuel annuel effectué par le professionnel expérimenté ni un contrôle courant.

L'expert géologue effectue une inspection détaillée en règle générale préalablement à la visite de contrôle quinquennal et remet ses observations aux participants avant ou durant la visite.

#### **4.4.4. Rapport quinquennal**

Il appartient à l'exploitant de donner aux experts accès à l'ouvrage selon besoins et de leur fournir les pièces du dossier de l'ouvrage requises pour la conduite de leur examen approfondi de la sécurité (expertise) et établir le rapport quinquennal. Il s'agit notamment de :

- les règlements de surveillance, de manœuvre des vannes et en cas d'urgence ;
- les rapports annuels ;
- les rapports de la géodésie de précision ;
- les études de sécurité particulières.

Pour l'expert en génie civil, l'examen approfondi de la sécurité porte notamment sur :

- a) l'état de l'ouvrage, de ses parties annexes et de ses installations ;
- b) l'analyse du comportement du barrage, de ses fondations (déformations de la roche, venues d'eau, débits de drainage, mesures de pression) et des conditions de fondation de l'ouvrage y compris la tenue du voile d'injection durant la période quinquennale, comparaison avec l'historique de l'ouvrage et analyse des mesures singulières (mouvements, venues d'eau, mesures de pression) ;
- c) une appréciation du dispositif d'auscultation et, si nécessaire, des recommandations sur des mesures d'amélioration à apporter et sur le programme de mesure ;
- d) une appréciation de la sécurité de l'ouvrage vis-à-vis des événements extraordinaires (en particulier crue, séisme, glissement de terrain) ;
- e) des recommandations sur des études complémentaires à entreprendre (par exemple portant sur l'hydrologie, la sécurité aux crues, la sécurité aux séismes, etc.) ou des mesures constructives ou d'exploitation à apporter.

Pour l'expert en géologie, l'examen approfondi de la sécurité porte notamment sur :

- a) l'analyse du comportement du sous-sol durant la période quinquennale, comparaison avec l'historique de l'ouvrage et analyse des mesures singulières (déformations de la



roche, venues d'eau, débits de drainage, mesures de pression), conditions de fondation de l'ouvrage y compris la tenue du voile d'injection ;

- b) la stabilité des versants de la retenue et dans la zone du barrage y compris les dangers qui pourraient conduire à une arrivée massive de terrain dans la retenue ou qui pourraient compromettre l'accès ou le bon fonctionnement des organes de vidange du barrage ;
- c) une appréciation des mesures de protection des surfaces rocheuses et de l'entretien des galeries en rocher et, le cas échéant, des recommandations concernant des travaux à effectuer ou des mesures organisationnelles à corriger ;
- d) l'activité sismique régionale durant la période sous revue ;
- e) une appréciation du dispositif d'auscultation relatif à la fondation du barrage et aux versants de la retenue et, le cas échéant, des recommandations sur des mesures d'amélioration à apporter et sur le programme de mesure ;
- f) des recommandations sur des études particulières à entreprendre (par exemple portant sur la présence de permafrost, vagues impulsives générées en cas de glissement, etc.) ou des mesures constructives ou d'exploitation à apporter.

En cas de demande de l'exploitant ou de décision en séance de visite de contrôle, les experts peuvent être amenés à compléter leur examen par des analyses particulières.

#### **4.4.5. Géodésie de précision**

Une géodésie de précision est généralement effectuée l'année précédant la tenue de la visite de contrôle quinquennal. Le rapport géodésique correspondant est remis aux participants préalablement à cette visite.

#### **4.4.6. Transmission des rapports quinquennaux et traitement des recommandations des experts**

Les rapports quinquennaux de l'expert en génie civil et de l'expert en géologie sont transmis par l'exploitant à l'autorité de surveillance dans le délai fixé dans le règlement de surveillance. Une copie est également adressée au professionnel expérimenté.

L'exploitant joindra à son envoi une note précisant comment et quand il entend mettre en œuvre les recommandations formulées par les experts.

### **4.5. Surveillance de niveau 4**

#### **4.5.1. Généralités**

L'autorité de surveillance représente le niveau 4 de surveillance. Il lui appartient de veiller à ce que l'exploitant respecte les prescriptions de sécurité. Notamment,

- elle vérifie et approuve les règlements de surveillance, de manœuvre des vannes et en cas d'urgence ;
- elle s'assure que les contrôles courants, annuels et quinquennaux ainsi que les contrôles des organes de décharge et de vidange sont effectués conformément aux dispositions du règlement de surveillance ;
- elle vérifie que les mesures, les contrôles visuels et les contrôles des vannes sont effectués de manière compétente selon l'état de la science et de la technique ;



- elle s'assure de la plausibilité des mesures et observations, de leur analyse et interprétation ainsi que des conclusions des rapports annuels et quinquennaux ;
- elle s'assure que l'exploitant tient à jour un dossier de l'ouvrage d'accumulation ;
- elle apprécie l'état et le comportement de l'ouvrage sur la base des rapports de sécurité et valide ses conclusions par des inspections sur site et la participation ponctuelle aux contrôles des organes de décharge et de vidange ;
- elle ordonne la prise de mesures constructives ou d'exploitation ainsi que la conduite d'études de sécurité particulières lorsque nécessaire pour raisons de sécurité ;
- elle maintient un contact régulier avec l'exploitant, son personnel et le personnel mandaté et les soutient dans leurs efforts.

#### **4.5.2. Vérification du rapport annuel par l'autorité de surveillance**

Dans sa vérification du rapport annuel, l'autorité de surveillance veillera à ce que les points cités au paragraphe 4.3.5. soient traités de manière claire et exhaustive.

En particulier, elle portera une attention particulière à l'évolution de l'état de l'ouvrage et aux événements extraordinaires qui ont pu mettre à l'épreuve la gestion de la sécurité.

Elle appréciera les recommandations formulées et les réponses apportées par l'exploitant à ces recommandations. Le cas échéant, elle ordonne la prise de mesures recommandées par le professionnel expérimenté ou d'autres mesures.

Elle vérifie que l'exploitant a suivi les prescriptions du règlement de surveillance aussi bien lors de la gestion régulière de l'ouvrage qu'à l'occasion d'événements extraordinaires. Elle s'assure que l'exploitant a pris les mesures de correction nécessaires le cas échéant. Elle s'assure enfin que l'ensemble des dispositions légales relatives à la sécurité de l'ouvrage sont correctement mises en œuvre.

#### **4.5.3. Vérification des rapports quinquennaux par l'autorité de surveillance**

Dans sa vérification des rapports quinquennaux, l'autorité de surveillance veille notamment à ce que les points cités au paragraphe 4.4.4 soient traités de manière claire et exhaustive.

En particulier, elle portera une attention particulière à l'évolution du comportement et de l'état de l'ouvrage et aux explications et justifications fournies.

Elle appréciera les recommandations formulées et les réponses apportées par l'exploitant à ces recommandations. Le cas échéant, elle ordonne la prise de mesures recommandées par les experts ou d'autres mesures.

Elle s'assure enfin que l'ensemble des dispositions légales relatives à la sécurité de l'ouvrage sont correctement mises en œuvre.

#### **4.5.4. Inspection de l'autorité de surveillance**

Lors de son inspection, dont le rythme minimal est fixé dans l'art. 23 OSOA, l'autorité de surveillance inspecte les parties principales du barrage et des ouvrages annexes de sécurité. Elle contrôle en particulier les instruments de mesure principaux et les parties présentant un



comportement ou un état particulier (y compris les zones d'appui et les berges présentant des caractéristiques particulières).

Les visites d'inspection peuvent avoir lieu à l'occasion du contrôle annuel du professionnel expérimenté ou à un autre moment. Dans le premier cas, le responsable de l'autorité de surveillance effectue sa propre inspection (éventuellement sur le même parcours et en même temps que le professionnel expérimenté).

Il est recommandé à ce que l'autorité de surveillance compétente assiste aux essais des organes de décharge et de vidange équipés de vannes des grands ouvrages au moins une fois tous les 5 ans.

## **5. Dossier sur l'ouvrage d'accumulation**

### **5.1. Contenu du dossier**

L'exploitant doit établir et tenir à jour un dossier sur l'ouvrage d'accumulation auquel il peut être rapidement référé en cas de nécessité. Le contenu de ce dossier est prescrit à l'art. 22 al. 2 OSOA et décrit à l'annexe 3 (cf. également [CSB 2005]).

L'autorité de surveillance décide s'il peut être renoncé à l'établissement a posteriori de pièces manquantes du dossier sur l'ouvrage, par exemple au profit de l'établissement d'une monographie de l'ouvrage.

### **5.2. Tenue du dossier**

Le dossier sur l'ouvrage est établi et conservé par l'exploitant. Il peut être physique ou/et électronique.

Toutes les pièces du dossier ne doivent pas être obligatoirement sauvegardées ou entreposées au même endroit ; une vue d'ensemble doit cependant être disponible (registre détaillé des pièces du dossier).

## **6. Annonces de l'exploitant à l'autorité de surveillance**

### **6.1. Annonce des travaux de révision**

Les travaux ayant pour objet la maintenance lourde (durée, envergure) ou le remplacement de parties de l'ouvrage sont qualifiés de travaux de révision. Les travaux de révision qui concernent des éléments nécessaires à assurer la sécurité technique doivent être annoncés par l'exploitant à l'autorité de surveillance en temps utile pour lui permettre, si nécessaire, d'examiner les documents, de demander des informations supplémentaires et/ou d'intervenir avant le début des travaux. Il s'agit notamment des travaux sur l'instrumentation (de la catégorie 1 selon § 4.1.3), sur les organes de décharge et de vidange et sur les parties du dispositif alarme-eau relevant de la compétence de l'autorité de surveillance (cf. directive, partie E).



Si ces travaux modifient la capacité de fonctionnement d'un organe lié à la sécurité y compris la qualité de l'information mesurée par l'instrumentation, l'approbation préalable de l'autorité de surveillance est requise.

L'exploitant veillera à ce que la sécurité technique reste assurée durant les travaux de révision. Durant des travaux de révision sur les organes de décharge ou de vidange, l'exploitant veillera en particulier à ce qu'une sécurité suffisante en cas de crue soit garantie et qu'il soit possible de rétablir rapidement la possibilité d'abaisser le niveau de la retenue en cas de danger imminent.

## 6.2. Annonce d'incidents et d'anomalies d'exploitation

Tout incident et toute anomalie d'exploitation relevant de la sécurité technique doivent être annoncés à l'autorité de surveillance afin que celle-ci puisse effectuer un propre contrôle si nécessaire, s'assurer que l'exploitation sûre de l'ouvrage soit toujours garantie ou répondre à d'éventuelles questions de la politique et des médias.

L'exploitant effectuera ses annonces à l'autorité de surveillance selon le schéma suivant, les dispositions en cas d'urgence restant réservées :

- Annonce **immédiate** d'incidents et d'anomalies de haute importance (des dégâts majeurs à l'ouvrage ou aux biens de tiers, ou des décès ou des blessures graves de personnes se sont produits ou sont à attendre).
- Annonce **dans les 24 heures** d'incidents et d'anomalies d'importance moyenne (des dégâts importants à l'ouvrage ou aux biens de tiers, ou une mise en danger ou des blessures légères de personnes se sont produits ou sont à attendre).
- Annonce **dans les 5 jours** d'incidents et d'anomalies de faible importance (des dégâts de faible importance à l'ouvrage ou aux biens de tiers sans mise en danger de personnes se sont produits ou sont à attendre).

Les événements naturels ou autres pouvant menacer la sécurité de l'ouvrage, tels qu'amorce de glissement de terrain pouvant provoquer un barrage naturel à l'amont de la retenue, menace de rupture de glacier, etc., sont également à annoncer selon ce schéma.

## 6.3. Autres annonces

Toute autre intervention relevant de la sécurité technique ou pouvant l'affecter doit être annoncée par l'exploitant à l'autorité de surveillance. Il s'agit notamment du contrôle des organes de décharge et de vidange, de la visite de l'ouvrage d'accumulation dans le cadre des contrôles annuels et des contrôles quinquennaux et de la vidange de la retenue. Ces interventions doivent être annoncées assez tôt à l'autorité de surveillance pour qu'une personne la représentant puisse y assister le cas échéant.



## 7. Bibliographie

<b>Abréviation</b>	<b>Littérature</b>
CIGB 2014	Bulletin 158 : Dam surveillance guide
CSB 1997a	Surveillance de l'état des barrages et checklists pour les contrôles visuels, Groupe de travail pour l'observation des barrages, 1997
CSB 1997b	Mesures de déformations géodésiques et photogrammétriques pour la surveillance des ouvrages de retenue, Groupe de travail pour l'observation des barrages, 1997
CSB 2001	Monographie de barrage - Recommandations pour la rédaction, Groupe de travail pour l'observation des barrages, 2001
CSB 2003	Méthodes d'analyse pour la prédiction et le contrôle du comportement des barrages, Groupe de travail Méthodes numériques dans l'analyse du comportement des barrages, 2003
CSB 2005a	Dispositif d'auscultation des barrages : Concept, fiabilité et redondance, Groupe de travail pour l'observation des barrages, avril 2005 (Partie 1 : Concept de mesure ; Partie 2 : Equipement et méthodes de mesure ; Partie 3 : Feuilles explicatives)
CSB 2005b	Dossier de l'ouvrage d'accumulation, Groupe de travail pour l'observation des barrages, mai 2005
CSB 2013a	La géodésie dans la surveillance des ouvrages d'accumulation, Groupe de travail pour l'observation des barrages, 2013
CSB 2013b	Instruments de mesures – Contrôles et calibrage, Groupe de travail pour l'observation des barrages, 2013
CSB 2015	Tâches des barragistes, Groupe de travail pour l'observation des barrages, 2015
OFEN 2008	DamReg : User manual & Software application, B. Weber, 2008 (site web OFEN)



## **Annexe 1 – Contrôles suite à un séisme**

### **1. Principes**

L'objectif des contrôles suite à un séisme est de pouvoir prendre des mesures immédiates éventuelles de protection des personnes et des biens. Ceci nécessite que les dégâts éventuels et un changement de comportement de l'ouvrage après un séisme soient identifiés rapidement, le niveau de détail et l'urgence des contrôles nécessaires dépendant de l'intensité du séisme au site de l'ouvrage. Les trois degrés d'interventions suivants sont fixés à cette fin, détaillés dans la section 3:

Degré 1 d'intervention : Contrôle courant, au plus tard dans les 15 jours.

Un contrôle visuel complet du barrage et de ses alentours est effectué lors de la visite de contrôle courant qui suit l'évènement, au plus tard dans les 15 jours. L'autorité de surveillance est informée sur l'évènement et sur les éventuelles mesures prises.

Degré 2 d'intervention : Contrôle sur place dans les 24 heures.

Le professionnel expérimenté, les experts quinquennaux si l'ouvrage est soumis à contrôle quinquennal et l'autorité de surveillance sont informés immédiatement sur l'évènement et sur les éventuelles mesures prises.

Degré 3 d'intervention : Contrôle immédiat sur place.

Le professionnel expérimenté se rend au barrage sur demande de l'exploitant afin de l'assister. Les experts quinquennaux si l'ouvrage est soumis à contrôle quinquennal et l'autorité de surveillance sont informés immédiatement sur l'évènement, les résultats des contrôles effectués et les éventuelles mesures prises.

### **2. Valeurs seuils délimitant les degrés d'intervention**

Des valeurs seuils différentes sont fixées en fonction de la manière dont l'intensité du séisme au site est déterminée. Les seuils sont plus bas lorsque l'intensité est estimée plutôt que déduite de mesures par accélérographe sur le site du barrage afin de prendre en compte les incertitudes qui sont liées à une simple estimation.

#### **2.1. Barrages instrumentés par accélérographes**

Les valeurs seuils indiquées au présent paragraphe sont valables pour les barrages munis d'au moins trois accélérographes reliés en permanence à une centrale de piquet de l'aménagement ou un service équivalent. Les accélérations de pointe mesurées sur le site du barrage servent de base aux décisions, respectivement à l'allocation à un des trois degrés d'intervention. Le seuil est réputé atteint si au moins deux accélérographes indiquent des valeurs de pointe supérieures aux valeurs indiquées au tableau suivant<sup>4</sup> :

---

<sup>4</sup> Valeur la plus élevée des 3 directions orthogonales



Degré d'intervention	Accélération de pointe mesurée dans le rocher (appui ou en champ libre)	Accélération de pointe mesurée dans ou sur l'ouvrage
1	$> 10 \% a_h$	$> 20 \% a_h$
2	$> 25 \% a_h$	$> 50 \% a_h$
3	$> 50 \% a_h$	$> 100 \% a_h$

$a_h$  est l'accélération horizontale de pointe au sol pour laquelle la vérification aux séismes de l'ouvrage selon la partie C3 de la directive a été effectuée à satisfaction.

## 2.2. Barrages sans accélérographes

Pour les barrages qui ne sont pas munis d'accélérographes, respectivement munis de moins de trois instruments ou sans liaison permanente à une centrale de piquet de l'aménagement ou un service équivalent, les valeurs seuils suivantes sont applicables. Ces valeurs sont basées sur le mouvement ressenti sur le site du barrage et dans les environs proches selon l'échelle d'intensité de Medvedev, Sponheuer et Karnik (MSK).

Degré d'intervention	Intensité MSK sur le site	Description de l'intensité
1	IV	Ressenti en général par les personnes se trouvant dans les maisons, réveillant. Les vitres tremblent.
2	V – VI	Ressenti en général par les personnes se trouvant à l'extérieur, éventuellement effrayant. Écaillement du crépi des maisons, éventuellement dégâts aux cheminées, des objets suspendus balancent, déplacements de cadres.
3	$\geq$ VII	Beaucoup de personnes se réfugient à l'extérieur, frayeur générale allant jusqu'à la panique. Dégâts modérés à importants aux bâtiments.

Si l'exploitant reçoit une estimation de l'intensité du séisme au site du barrage de l'autorité de surveillance, l'intensité déterminante est la valeur la plus grande entre l'intensité transmise par l'autorité et l'intensité estimée à partir des mouvements du sol ressentis sur le site.

## 2.3. Exceptions

Si la vérification de la sécurité structurale sous sollicitation sismique d'un ouvrage n'est pas totalement satisfaite, les valeurs seuils sont réduites en coordination avec l'autorité de surveillance.

## 2.4. Dégâts et anomalies de comportement

En cas d'une mise en évidence de dégâts ou d'une anomalie de comportement, le professionnel expérimenté compétent est averti immédiatement par l'exploitant. Un contrôle immédiat sur place est effectué selon la procédure applicable au degré 3 d'intervention.



### **3. Étendue des contrôles après séisme**

L'étendue des contrôles à effectuer après un séisme est spécifiée dans le règlement de surveillance. Ces contrôles se basent sur les principes suivants.

#### **3.1. Contrôles pour le degré 1 d'intervention**

Des dégâts à l'ouvrage sont peu probables pour ce niveau de sollicitation. Les contrôles ont pour objectif de mettre en évidence les éventuels changements dans l'état et le comportement de l'ouvrage et de ses environs proches. Il consiste en une inspection visuelle du barrage, de ses fondations et des rives de la retenue et une interprétation des résultats principaux des mesures de comportement (déplacements de sections déterminantes, sous pressions, débits de percolation). Les mesures télétransmises éventuelles sont analysées immédiatement après l'évènement, les mesures non télétransmises dès qu'elles sont disponibles.

#### **3.2. Contrôles pour le degré 2 d'intervention**

Des dégâts à l'ouvrage susceptibles de menacer la sécurité de l'aménagement sont peu probables mais ne peuvent pas être exclus. En outre, des dommages limités qui n'influencent pas la stabilité de l'ouvrage mais qui peuvent entraver les actions rapides en cas d'urgence (par exemple approvisionnement en électricité, accès aux installations mécaniques) sont possibles.

L'objectif premier est de détecter un changement du comportement du barrage et des environs proches ou des signes d'une amorce de changement de comportement. Les contrôles consistent en une inspection visuelle approfondie du barrage, de ses fondations, des rives de la retenue, des ouvrages annexes, des installations et des dispositifs nécessaires en cas d'urgence et une interprétation des résultats de mesures des instruments de catégorie 1 et 2 selon chapitre 4.1.3.

Il est décidé de cas en cas si un essai des organes de décharge et de vidange équipés de vannes doit être effectué.

Pour les digues, les contrôles sont à répéter sur une certaine durée, fixée par le professionnel expérimenté, respectivement par les experts si l'ouvrage est soumis à contrôle quinquennal, ou par l'autorité de surveillance.

#### **3.3. Contrôles pour le degré 3 d'intervention**

Des dégâts affectant la sécurité de l'ouvrage à court terme sont peu vraisemblables, mais ne peuvent pas être exclus en particulier si un séisme d'une extrême intensité a eu lieu. Il convient de vérifier soigneusement dans quelle mesure la sécurité à long terme du barrage est affectée.

Un séisme correspondant au degré 3 est une sollicitation extrême qui n'a vraisemblablement jamais été supportée par l'ouvrage depuis sa construction. Par conséquent, le comportement correspondant de l'ouvrage est complètement inconnu et un examen soigneux, complet et immédiat s'avère nécessaire.

L'étendue des contrôles est similaire à celui décrit pour le degré 2 d'intervention. Les résultats de toutes les mesures disponibles sont à prendre en compte.



Un essai des organes de décharge et de vidange équipés de vannes doit généralement être effectué afin de vérifier leur bon fonctionnement.

Tous les contrôles doivent être exécutés sans délai et doivent être répétés sur une certaine durée, fixée par le professionnel expérimenté, respectivement par les experts si l'ouvrage est soumis à contrôle quinquennal, ou par l'autorité de surveillance.

#### **4. Checklist pour les contrôles suite au séisme**

Une liste d'éléments à considérer lors de la préparation de programmes d'inspections après un séisme est reportée dans le bulletin 62 du Comité International des Grands Barrages Inspection des barrages après séisme – Recommandations [CIGB 1988]. Les éléments principaux sont repris ici.

##### **4.1. Dégâts aux structures**

###### Barrage en remblai

- examen soigneux des talus et de leurs protections ;
- recherche d'éventuelles amorces de glissements, des fissures, des tassements, soulèvements ou déplacements, la présence de dolines ("sink holes") ;
- identification de phénomènes d'érosion de surface ou interne, une augmentation ou diminution des sous-pressions ou des eaux de percolation et de drainage, une augmentation de la turbidité des eaux de percolation et de drainage ;
- recherche de l'apparition de sources ou de zones humides, de dépôts solides ;
- examen des appuis (observation d'éventuels éboulements et chutes de pierres, de nouvelles sources et suintements).

###### Barrage en béton

- examen soigneux des parements ;
- recherche de nouvelles fissures (sur les parements et en galerie), de déplacement relatif des joints ;
- identification d'une augmentation ou diminution des sous-pressions ou des eaux de percolation et de drainage, une augmentation de la turbidité ;
- examen des appuis et fondation (observation d'éventuels éboulements et chutes de pierres, de nouvelles sources et suintements).

###### Evacuateur de crues et ouvrages de vidange

- examen de l'état des parois rocheuses au-dessus du coursier de l'évacuateur de crue ;
- relevé de la fissuration et recherche de signes de mouvements d'ouvrages ou de parties d'ouvrages (murs bajoyers, radier, pont, piliers, seuil, galerie de l'évacuateur) ;
- examen du bassin d'amortissement, des puits et conduits des ouvrages de vidange ;
- observation de l'état des ouvrages annexes, prises d'eau, grilles, vannes, seuils, conduites en métal, pompes et moteurs, chambres des vannes, grues ou ponts roulants, appareillage de contrôle – commande, éclairage, ventilation. Essais de fonctionnement des vannes et de l'appareillage hydromécanique « à sec » s'il y a lieu.



#### Mouvements de failles

- contrôle des affleurements des failles répertoriées et de celles apparaissant dans les galeries et cavernes.

#### Instabilité des rives

- inspection des rives de la retenue afin de déceler d'éventuels glissements de terrain, éboulements, chutes de pierres.

#### Voies d'accès

- contrôle de l'accès au barrage et aux galeries.

### **4.2. Dégâts aux équipements**

#### Alimentation électrique

- contrôle du fonctionnement de l'alimentation principale et de l'état de marche des générateurs de secours et des lignes électriques internes ;
- contrôle de l'éclairage dans les locaux nécessaires à la gestion de la sécurité de l'ouvrage.

#### Moyens de communication, télétransmission et télécommande

- vérification de la disponibilité de moyens de communication adéquats ;
- vérification du fonctionnement de la télétransmission des instruments de mesure nécessaires à l'appréciation immédiate du comportement de l'ouvrage ;
- contrôle du fonctionnement de la télécommande des organes de sécurité (notamment des vannes).

### **4.3. Dépouillement des mesures d'auscultation**

Si des dégâts ont été constatés ou si l'on suspecte un comportement inhabituel du barrage, on effectuera une série complète de mesures d'auscultation, indépendamment de l'intensité du tremblement de terre ressenti au site. On contrôlera l'état de chaque appareil, pour s'assurer que la mesure effectuée est correcte. On dépouillera rapidement les mesures, (si possible sur place) et les analysera promptement pour avoir une première estimation du comportement.

Dans la mesure du possible, une analyse a posteriori des mouvements du plan d'eau sera effectuée afin d'estimer l'ampleur des oscillations de la retenue qui se sont produites durant et immédiatement après le séisme (seiches).

### **4.4. Etat général du système d'auscultation**

La visite d'inspection comprendra nécessairement un contrôle du dispositif d'auscultation, même si une campagne de mesures n'est pas requise.



## **Annexe 2 – Visite et séance d'expertise quinquennale**

La visite d'un ouvrage lors d'une expertise quinquennale comporte habituellement :

- visite des parties de l'ouvrage les plus importantes du point de vue de la sécurité technique, de celles montrant un état ou un comportement particulier ainsi que de celles ayant fait ou devant faire l'objet de travaux ;
- visite des locaux de manœuvre des vannes ;
- visite de la centrale alarme-eau et/ou du poste d'observation alarme-eau ;
- visite des zones rocheuses et des berges potentiellement instables.

L'expert géologue résume les caractéristiques géologiques de l'ouvrage lors de la visite.

Le spécialiste en géodésie présente le réseau installé et les résultats particuliers des mesures lors de la visite.

Les thèmes traités lors d'une séance d'expertise quinquennale sont généralement :

- dossiers et rapports : Dossiers remis par l'exploitant à l'autorité de surveillance [autorité de surveillance] ;
- évènements particuliers : Particularités d'exploitation, travaux effectués, évènements naturels importants [exploitant et professionnel expérimenté] ;
- recommandations des experts pour la période quinquennale précédente : Rappel des recommandations formulées dans les derniers rapports quinquennaux avec indication par l'exploitant de la manière dont il y a été répondu [experts et exploitant] ;
- géologie [expert géologue] ;
- état du barrage [professionnel expérimenté et expert en génie civil] ;
- essais de vannes [professionnel expérimenté] ;
- géodésie [spécialiste en géodésie] ;
- comportement du barrage [professionnel expérimenté et expert en génie civil] ;
- instrumentation et fréquence des mesures [barragistes, professionnel expérimenté et experts, autorité de surveillance] ;
- sécurité aux séismes ;
- sécurité aux crues ;
- autres études particulières ;
- travaux planifiés [exploitant] ;
- délais de remise des rapports [autorité de surveillance].



### Annexe 3 – Détails du contenu du dossier sur l'ouvrage d'accumulation

Voir également [CSB 2005b] – Dossier de l'ouvrage d'accumulation, Groupe de travail sur l'observation des barrages, mai 2005.

- a) les plans conformes à l'exécution les plus importants et les données sur l'exécution des travaux

*Au moins une vue en plan générale de l'ouvrage, des coupes transversales descriptives des différentes parties de l'ouvrage, des vues et coupes des organes de vidange et d'évacuation des crues, une description détaillée du système d'auscultation, un plan général de la retenue et, de manière plus générale, tous les plans nécessaires à une bonne description de l'ouvrage.*

*Les modifications apportées à l'ouvrage doivent faire l'objet de plans complémentaires ou de mises à jour.*

*Les données sur l'exécution des travaux devront en particulier décrire les conditions de fondation rencontrées, les matériaux utilisés, le planning de construction et, de manière plus générale, tous les documents datant de la construction nécessaires à une bonne description de l'ouvrage.*

- b) la convention entre le maître de l'ouvrage et le projeteur quant à l'utilisation prévue (convention d'utilisation)

*Convention d'utilisation au sens de la SIA 260 (éd. 2013) si disponible, ou équivalent.*

- c) la description de la transposition technique de la convention d'utilisation (base du projet)

*Un document décrivant de manière synthétique les paramètres de base du projet : les charges prises en compte pour les analyses statiques et dynamiques, les caractéristiques mécaniques des fondations, les caractéristiques des matériaux, les hydrogrammes de crues, etc.*

- d) les calculs et les rapports sur la statique, sur l'hydrologie et sur l'hydraulique

*Les calculs et rapports sur la statique, notamment les hypothèses de calcul, les méthodes de calcul mises en œuvre et les résultats obtenus. Les études de vérification de l'ouvrage au séisme et toutes les études statiques ultérieures, qu'elles soient générales ou en relation avec une modification de l'ouvrage, font partie du dossier.*

*Les études hydrologiques considérées lors de la conception de l'ouvrage, ainsi que toutes les études hydrologiques subséquentes.*

*Les vérifications hydrauliques : vérification de la capacité des organes de vidange, routage de crues, les études sur la sédimentation, les rapports d'essais sur modèle réduit hydraulique, etc.*

- e) les expertises géologiques

*Les expertises géologiques datant des phases d'étude et de construction, avec les plans et coupes géologiques correspondantes, ainsi que les études subséquentes en relation avec la géologie des appuis et de la fondation de l'ouvrage, ainsi que des rives de la retenue) le rapport de mise en service*

*Le rapport soumis à l'autorité de surveillance, ainsi que les rapports de remise en service suite à des modifications de l'ouvrage.*

*L'ensemble de la correspondance relative à l'autorisation de mise en service et à l'approbation des différents documents et règlements soumis à l'approbation de l'autorité de surveillance dans ce cadre fait partie de cette partie du dossier.*

- g) les rapports annuels et les rapports sur les mesures géodésiques de déformation



*Les rapports annuels depuis la mise en service, tels que décrit au paragraphe 4.3.5.  
Les rapports géodésiques depuis la première mesure de référence.*

h) les rapports quinquennaux

*Pour les ouvrages soumis à contrôle quinquennal les rapports des experts en génie civil et en géologie ainsi que les courriers d'accompagnement de l'exploitant, tels que décrits au paragraphe 4.4.4.*

i) les rapports sur les incidents et les anomalies d'exploitation

*Les rapports sur les incidents et les anomalies de comportement qui relèvent de la sécurité technique qui ont été communiqués à l'autorité de surveillance.*

*Alternativement, ces rapports peuvent être intégrés dans les rapports annuels.*

j) le règlement de surveillance, le règlement de manœuvre des vannes et le règlement en cas d'urgence

*Les versions successives de ces trois règlements. La version en vigueur doit pouvoir être précisément identifiée.*

k) La monographie sur l'ouvrage d'accumulation [CSB 2001]

*Pour le cas où une monographie a été établie (synthèse des plans importants, caractéristiques, rapports sur l'état et le comportement).*