



SURVEILLANCE DE L'ETAT DES BARRAGES ET CHECK LISTS POUR LES CONTRÔLES VISUELS



Publié par le Comité National Suisse des Grands Barrages
1997



Le présent rapport a été rédigé dans le cadre des activités du groupe de travail pour l'observation des barrages. Ont participé à son élaboration:

Ammann, Eduard	Ufficio di Ingegneria Maggia SA Casella postale 46, 6601 Locarno
Biedermann, Rudolf, Dr.	Bernstrasse 24, 3303 Jegenstorf
Bürgi, Karl	Nordostschweizerische Kraftwerke Parkstrasse 23, 5400 Baden
Gisiger, Jean-Pierre	Electrowatt Engineering AG Postfach, 8034 Zürich
Hauenstein, Walter, Dr.	Nordostschweizerische Kraftwerke Parkstrasse 23, 5400 Baden
Indermaur, Walter	Stucky Ingénieurs-Conseils SA 61, avenue d'Ouchy, 1006 Lausanne
Lier, Peter	Nordostschweizerische Kraftwerke Parkstrasse 23, 5400 Baden
Marti, Peter	Kraftwerke Oberhasli AG, 3862 Innertkirchen
Martini, Ottavio	Officine Idroelettriche della Maggia SA Via in Selva 11, 6604 Locarno
Müller, Rudolf W.	Bundesamt für Wasserwirtschaft Ländtestrasse 20, 2501 Biel
Stämmer, Otto	Electrowatt Engineering AG Postfach, 8034 Zürich
Steiger Karl M.	Colenco Power Engineering AG Mellingerstrasse 207, 5405 Baden
Straubhaar, Rudolf	Electrowatt Engineering AG Postfach, 8034 Zürich



Contenu

	page	
1	INTRODUCTION	5
2	GENERALITES	7
2.1	Importance et étendue de la surveillance de l'état des ouvrages	7
2.2	Cadence de contrôle de l'état des ouvrages	7
2.3	Planification de la surveillance de l'état	12
2.4	Etablissement des rapports relatifs au contrôle de l'état des ouvrages	14
2.5	Notion de "vieillessement"	15
3	STRUCTURE DES BARRAGES	17
3.1	Définition	17
3.2	Eléments constructifs d'un barrage en béton	17
3.3	Dégâts spécifiques des barrages en béton	17
3.4	Rapport relatif aux observations faites	19
3.5	Indications relatives à l'inspection des différents éléments constructifs	19
4	DIGUES	23
4.1	Définition	23
4.2	Parties d'une digue	23
4.3	Dégâts spécifiques des digues	23
4.4	Rapport relatif aux observations	25
4.5	Indications pour l'inspection des diverses parties	26
5	STRUCTURE DES BARRAGES MOBILES	28
5.1	Définition	28
5.2	Eléments d'un barrage mobile	28
5.3	Dégâts spécifiques subis par les barrages mobiles	28
5.4	Compte rendu et localisation des observations faites	30
5.5	Directives concernant l'inspection de chaque corps de bâtiment	31
6	APPUI ET ENVIRONS	37
6.1	Définition	37
6.2	Zones soumises au contrôle	37
6.3	Evénements	38
6.4	Evénements et observations à documenter	41
7	OUVRAGES	44
7.1	Définition	44
7.2	Composants des ouvrages annexes	44
7.3	Dégâts spécifiques des ouvrages annexes	46
7.4	Rapport relatif aux observations effectuées	46
7.5	Indications pour le contrôle des ouvrages annexes	47
8	EQUIPEMENTS HYDROMECHANIQUES ET GROUPE ELECTROGENE DE SECOURS	51
8.1	Définition	51
8.2	Contrôle de l'état des organes de fermeture et de réglage	51
8.3	Entraînements oléodynamiques	52
8.4	Entraînements électromécaniques	53
8.5	Contrôle de fonctionnement	54



	page	
9	INSTALLATIONS DE MESURES	63
9.1	Introduction	63
9.2	Eléments des installations de mesure	64
9.3	Défectuosités typiques	64
9.4	Etat, fonction	64
9.5	Entretiens, révisions	68
10	INSTALLATIONS POUR L'ALARME D'EAU	70
10.1	Introduction	70
10.2	Eléments de l'alarme d'eau	70
10.3	Etat, fonctionnement, entretien, révision	70
11	BIBLIOGRAPHIE	72

ANNEXES 1, 2

1 INTRODUCTION

En cas de rupture, les ouvrages d'accumulation peuvent provoquer d'importants dégâts, aussi, non seulement ils doivent être dimensionnés en tenant compte de tous les cas de charges, mais également être surveillés de façon adéquate afin de pouvoir identifier dans les délais les meilleurs

- des dégâts
- un défaut en ce qui concerne la sécurité constructive ou
- un événement extraordinaire, c'est-à-dire une anomalie au niveau de son comportement ou tout autre menace de la sécurité.

Dans ces conditions seulement il est possible de prendre à temps toutes les mesures idoines pour rétablir la sécurité requise et de pouvoir remplir la condition de maîtriser le mieux possible le risque résiduel (figure 1.1). Concrètement, la surveillance doit être organisée de telle façon que l'état de l'ouvrage, son comportement et sa sécurité constructive puissent être appréhendés et analysés à temps et de manière adéquate. Dans ce sens, on dispose (figure 1.2)

- de contrôles visuels,
- de mesures,
- d'essais de fonctionnement, ainsi que
- de calculs dans le cadre de l'analyse périodique de la sécurité.

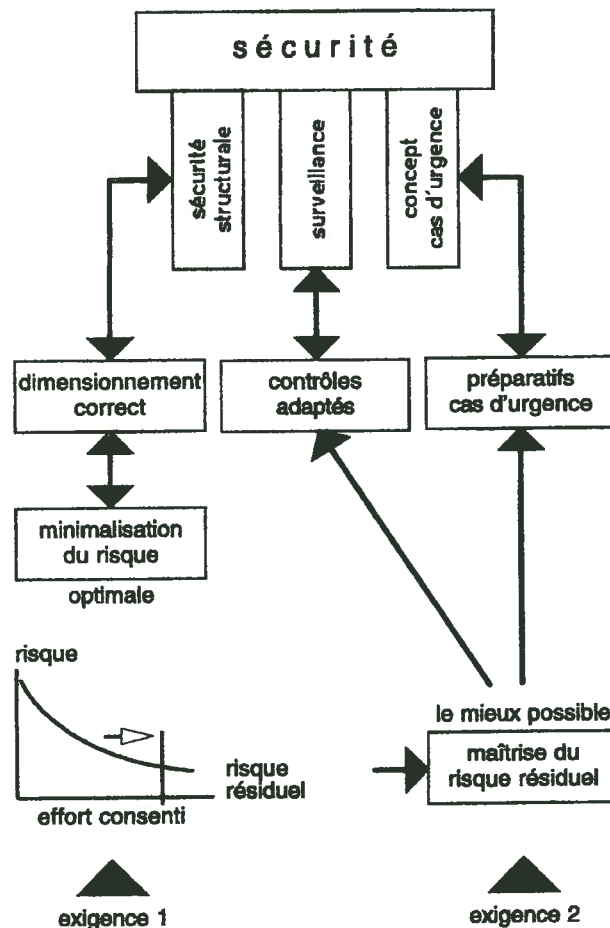


Figure 1.1: Concept de sécurité des barrages

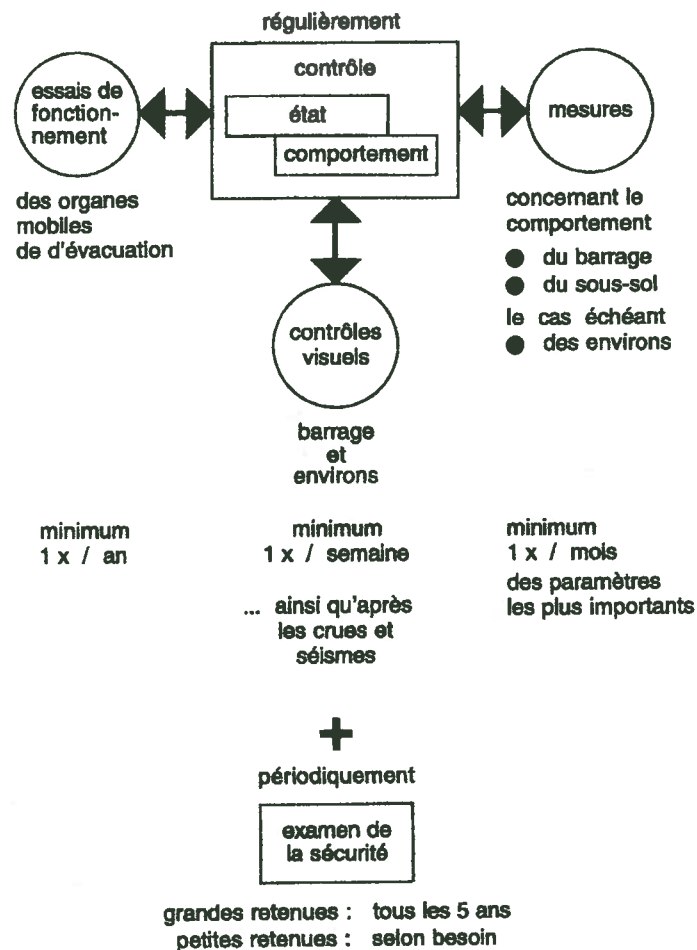


Figure 1.2: Surveillance des barrages

Les mesures donnent des indications relatives au comportement de l'ouvrage, les contrôles visuels et les essais de fonctionnement sur son état. Seuls les deux derniers points font l'objet du présent rapport. L'aspect des "mesures" a été traité dans les rapports "Dispositif d'auscultation des barrages" (1986) [1] et "Mesures de déformation géodésiques et photogrammétriques pour la surveillance des ouvrages de retenue" (1993) [2].

La mise en évidence d'une modification de l'état est soit le signe d'un dégât ou celui d'une modification de comportement. La surveillance de l'état des ouvrages complète la surveillance du comportement au moyen de mesures de façon efficace comme l'a démontré l'expérience: environ 2/3 des évènements extraordinaires ont tout d'abord été identifiés par des contrôles visuels.

Le but du présent document est de donner les bases (dans le sens d'une "check-list") pour faciliter la planification de la surveillance de l'état des ouvrages ainsi que celle de l'ensemble des contrôles visuels qui doivent être régulièrement entrepris dans le cadre d'une surveillance normale. Ne font pas l'objet de ce rapport, les contrôles exceptionnels qui doivent être adaptés à la situation et dictés par un spécialiste en barrage lorsque la sécurité de l'ouvrage est mise en danger.

2 GENERALITES

2.1 Importance et étendue de la surveillance de l'état des ouvrages

Six menaces différentes peuvent porter atteinte à la sécurité d'un ouvrage d'accumulation:

- une anomalie de comportement du barrage ou de sa fondation,
- un glissement de terrain ou un éboulement dans la retenue,
- une crue,
- un tremblement de terre,
- un sabotage,
- un fait de guerre.

Une surveillance appropriée permet de reconnaître à temps les trois premières menaces et d'en suivre l'évolution. Les trois autres se produisent inopinément et nécessitent des mesures particulières pour être maîtrisées de la meilleure façon possible.

2.1.1 Contrôles ordinaires de l'état des ouvrages

Le plus facile est de détecter les anomalies de comportement du barrage et de sa fondation car ce comportement est suivi, tout au moins partiellement, par des mesures et peut être analysé. Pour des raisons économiques, on est cependant loin de mesurer tout ce qui pourrait l'être et de toute façon tout n'est pas mesurable. Par conséquent, les mesures doivent être complétées de manière appropriée. A cet effet, les contrôles visuels sont particulièrement indiqués. Parce que les yeux comme les oreilles sont des organes très sensibles, et que la mémoire est bonne tout au moins à court terme, de petits changements peuvent déjà être perçus lorsque la visite sur place est faite dans cette optique. La constatation de variations éventuelles est spécialement importante en ce qui concerne:

- les infiltrations à travers le barrage ou sa fondation, c'est-à-dire
 - l'apparition de zones humides sur le parement aval du barrage
 - des tassements locaux du couronnement ou du parement aval d'une digue,
 - de nouvelles ou de plus grandes zones humides aux alentours du barrage,
 - de nouvelles sources du côté aval ou l'augmentation du débit de sources existantes;
- le délavage de matériaux du barrage, c'est-à-dire
 - l'augmentation des efflorescences dans les barrages en béton,
 - l'augmentation des dépôts de matériaux fins (limons, sables) dans les drainages et au droit des sources;
- les déformations et l'état de contraintes des barrages en béton, c'est-à-dire
 - de nouvelles fissures ou l'extension de fissures existantes,
 - l'éclatement d'écaillés de béton,
 - le déplacement relatif de deux blocs de béton adjacents.

L'instabilité d'un massif rocheux ou d'un flanc de vallée s'avère plus difficile à détecter. Les signes précurseurs en sont les suivants:

- chutes de pierres en augmentation,
- fissures ou cicatrices d'arrachement,
- bombement du terrain au droit du passage à une zone moins pentée.

2.1.2 Contrôles extraordinaires de l'état des ouvrages

De tels contrôles sont nécessaires:

- lorsqu'une menace pouvant porter atteinte à la sécurité de l'ouvrage d'accumulation a été détectée, mais aussi
- après un tremblement de terre d'une certaine force, pour établir si un danger se présente, ainsi que naturellement
- pendant une crue, lorsque le niveau de la retenue s'élève notablement au-dessus du niveau normal.

Ces contrôles ne sont pas traités ici, car ils constituent un élément du concept en cas d'urgence et par conséquent font partie des tâches de l'expert en barrage (le cas échéant de celui de l'ingénieur en génie civil expérimenté) (figure 2.1). On aborde exclusivement les contrôles réguliers de l'état des ouvrages, contrôles qui doivent être effectués dans le cadre de la surveillance ordinaire (figure 2.2). En règle générale, on admet que ces contrôles sont de la compétence du gardien du barrage. Dans la suite, la notion de gardien du barrage doit être comprise dans ce sens.

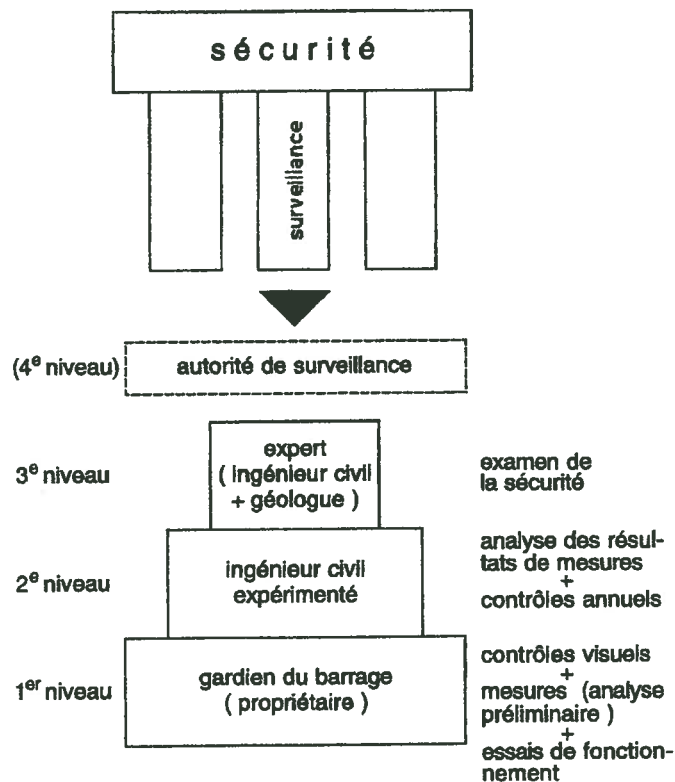


Figure 2.1: Les niveaux de la surveillance ordinaire

2.1.3 Essais de fonctionnement

a) Généralités

A maintes reprises, la vérification périodique de la disponibilité de l'élément contrôlé fait également partie du contrôle de l'état des ouvrages. C'est le cas pour:

- les organes de vidange comportant des obturateurs mobiles (vidange intermédiaire ou de fond ainsi qu'évacuateur de crues),
- le groupe électrogène de secours,
- le dispositif d'auscultation,
- les liaisons phoniques et les relations de signalisation,
- les sirènes et leur dispositif de commande.

La cadence des contrôles de fonctionnement doit être choisie de manière appropriée entre un mois (appareils de mesure) et quelques années (sonorité des sirènes). Dans le cas des liaisons phoniques, il s'agit de contrôler aussi l'intelligibilité.

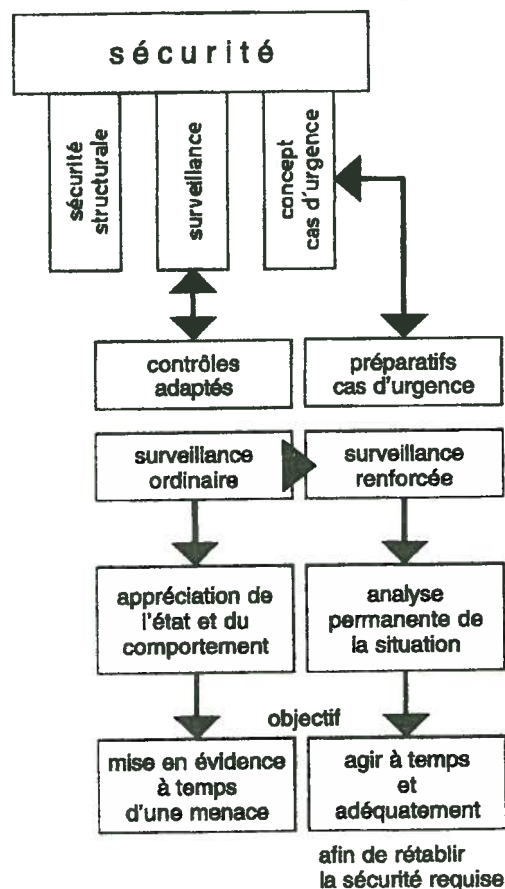


Figure 2.2: Surveillances ordinaire et renforcée

b) Essai de fonctionnement des organes d'évacuation

Les essais de fonctionnement dépassent le simple contrôle de l'état des vannes car il convient de s'assurer aussi qu'elles peuvent s'ouvrir sur toute leur hauteur avec un appoint de puissance suffisant. Pour déterminer si cette dernière condition est satisfaite, l'essai doit se dérouler à retenue quasiment pleine et comporter une lâchure d'eau. Il suffit pour cela de lever ou d'abaisser la vanne de 10 cm au moins.

Le programme de l'essai est représenté à la figure 2.3 pour le cas d'un organe d'évacuation équipé de deux vannes (vannes de service et de garde). S'il n'y a qu'une seule vanne, l'essai doit être exécuté par analogie et le test sur la course entière renvoyé au moment où la vanne peut être ouverte entièrement.

Le contrôle de l'état de la galerie en aval ou du coursier d'évacuation fait partie également du contrôle de fonctionnement. Dans le cas d'ouvrages d'accumulation situés en montagne, ce contrôle doit être exécuté aussi au début de l'été pour s'assurer que les ouvrages d'évacuation sont libres de neige et de glace et pour contrôler si d'éventuels dégâts nécessitant une réparation immédiate se sont produits durant l'hiver.

Avant un essai avec lâchure (de même qu'avant une purge) le lit de l'émissaire doit être contrôlé en ce qui concerne:

- la présence d'obstacles dans la rivière,
- l'érosion des rives et
- la présence de personnes dans la zone dangereuse, et ceci jusqu'à l'endroit où la variation de débit qui en résulte devient négligeable.

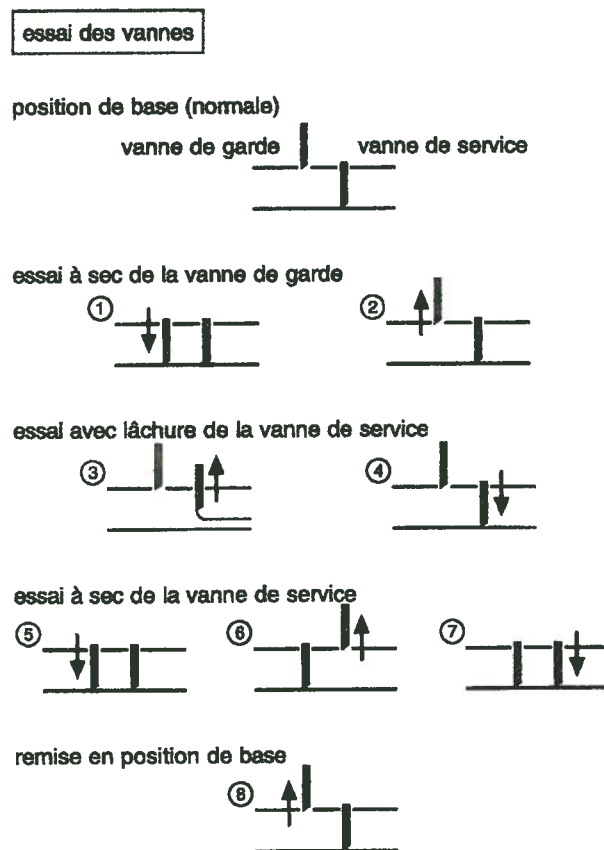


Figure 2.3: Essai de fonctionnement pour vidanges intermédiaire et de fond comportant deux obturateurs mobiles.

2.1.4 Contrôle de l'atterrissement de la retenue

Le contrôle de l'atterrissement de la retenue fait également partie de la surveillance de l'état des ouvrages. Tant que l'on ne considère que la sécurité de l'ouvrage d'accumulation, seul l'atterrissement de la zone proche de la vidange de fond et de la prise d'eau est d'importance. Ces deux organes doivent pouvoir fonctionner parfaitement en tout temps pour assurer un abaissement rapide en cas d'urgence.

Un contrôle tout au moins global des conditions d'atterrissement dans la zone proche de la vidange de fond a lieu lors de l'essai avec lâchures si, après l'ouverture, cet organe n'est pas refermé immédiatement mais qu'on suit l'évolution de la concentration de sédiments, c'est-à-dire celle de la couleur de l'eau qui s'écoule. Si celle-ci devient claire assez rapidement, on peut admettre que l'état d'atterrissement n'est pas critique. Si l'eau demeure sombre, une purge de la vidange de fond s'impose.

De temps en temps il convient de procéder à des investigations plus détaillées et en particulier plus précises de l'atterrissement.

2.2 Cadence de contrôle de l'état des ouvrages

La cadence des contrôles particuliers dépend fondamentalement de l'intervalle de temps durant lequel une menace reconnue peut se transformer en un grave danger pour la sécurité. En particulier, un accroissement rapide des infiltrations est un cas possible. Tous les contrôles qui peuvent montrer des indices d'un changement des conditions de percolation et, pour les digues, un délavage, doivent être effectués très fréquemment. En ce qui concerne les déformations, les modifications évoluent plus lentement et les contrôles y relatifs peuvent être plus espacés.

En fait, les cadences de certains contrôles particuliers peuvent être prolongés si des paramètres représentatifs du comportement doivent être mesurés et analysés plus souvent. Toutefois, il ne faut pas perdre de vue que les contrôles visuels livrent aussi des indications relatives aux modifications de comportement qui ne sont pas mesurables, comme par exemple l'apparition d'une nouvelle source à l'aval d'un barrage.

La cadence ou le moment d'un contrôle visuel particulier est aussi dépendant de l'évolution possible de la menace qui peut se développer en un grave danger de façon constante ou seulement sous certaines conditions. A titre d'exemple, on peut citer l'instabilité d'une paroi rocheuse ou d'une pente. Elle reste dangereuse aussi longtemps que le niveau du plan d'eau est assez élevé pour qu'un glissement ou un éboulement dans la retenue puisse conduire à un débordement par dessus le couronnement. Dès lors les contrôles visuels des rives ne sont obligatoires que pour un degré de remplissage élevé. Par conséquent, les contrôles sont interrompus pendant de nombreux mois. Comme la mémoire s'estompe rapidement, il est important de relever l'état avant cette interruption au moyen de photos ou de marquage des blocs pouvant glisser (voir aussi section 2.4).

Les contrôles visuels peuvent naturellement être limités. C'est le cas en particulier en période hivernale lorsque la neige rend impossible certains contrôles.

Les fréquences des contrôles visuels sont résumées dans le tableau 2.1. Il contient aussi des indications, quand sous certaines conditions, les contrôles ne sont pas obligatoires.



2.3 Planification de la surveillance de l'état

Une planification soigneuse est nécessaire du fait que, dans le cadre de la surveillance de l'état, beaucoup d'éléments sont à contrôler à des cadences diverses. Les éléments suivants doivent être fixés dans la planification:

- ce qui doit être contrôlé,
- comment cela doit être contrôlé,
- dans quels intervalles de temps ces contrôles doivent être effectués et
- qui est responsable des contrôles (y compris le remplacement).

Des aides y relatives sont présentées aux chapitres 3 à 10 (check lists) ainsi que dans le tableau 2.1 (cadence minimale des contrôles).

Il est opportun de reporter le résultat de cette planification dans un formulaire, de manière à ce que le contrôleur sache quel parcours il doit effectuer et ce qu'il doit contrôler le long de ce parcours (voir également la section 2.4).

Dans les petits ouvrages de retenue, tous les contrôles nécessaires peuvent être effectués lors d'un seul et même parcours (à l'exception des essais de vannes). Les contrôles qui doivent être effectués le plus fréquemment déterminent ainsi la cadence des visites. Les autres contrôles sont alors nécessairement effectués plus fréquemment qu'absolument nécessaire.

Dans les plus grands ouvrages de retenue, il n'est pas possible d'effectuer tous les contrôles nécessaires lors d'une seule et même visite du fait de la plus grande ampleur de ces contrôles. Différents programmes sont alors préparés et implémentés dans une séquence déterminée.



FRÉQUENCE DES CONTRÔLES VISUELS en règle générale	1 x par semaine	toutes les 2 semaines	1 x par mois	tous les 2 mois	3 à 4 x par an	2 x par an	1 x par an
Couronnement du barrage	X4)						
Parement du barrage:							
- aval	X4)						
- amont							X1)
Zone de contact structure-fondation	X4)						
Terrain à proximité immédiate du barrage	X4)						
Rives de la retenue			X3)				
Galeries de contrôle		X					
Puits de contrôle				X			
Galeries de drainage, galeries de sondages		X					
Évacuateur de crues:							
- visuel (y compris coursier et galerie)			X5)				
- Essai de vanne sans lâchure							X1)
- Essai de vanne avec lâchure							X2)
Vidange de fond, vidange intermédiaire:							
- visuel (y compris galerie)				X			
- Essai de vanne sans lâchure							X
- Essai de vanne avec lâchure							X2)
Groupe électrogène de secours:							
- visuel			X				
- Essai de fonctionnement					X		
Equipement d'auscultation			X4)				
Visées (réseau de triangulation)						X5)	
Téléphone, radio			X				
Installations d'alarme-eau:							
- visuel (y compris les sirènes)				X			
- Téléphone			X				
- Radio (canal K ou P)			X6)				
- Essai de fonctionnement							X7)

Commentaires:

1) à retenue basse

2) à retenue normale

3) à retenue haute

4) si possible aussi en hiver

5) en été (pendant la végétation)

6) en accord avec la police cantonale

7) en accord avec le DMF/Division

des missions territoriales

Tableau 2.1: Fréquences des contrôles visuels (selon pratique de l'autorité de haute surveillance pour le cas normal. Des exceptions justifiées sont possibles)



Il est préférable d'intégrer les contrôles d'état des appareils de mesure et de l'équipement d'auscultation (y compris des visées des réseaux de triangulation) dans la surveillance générale de l'état. Ils sont ainsi indépendants de la fréquence de mesure, qui est très variable pour les différents équipements. A l'opposé, rien ne s'oppose à combiner les campagnes de mesure et la surveillance de l'état, pour autant qu'aucune des deux tâches n'en pâtissent du fait d'un manque de temps.

Du moins pour les ouvrages de retenue qui font partie d'une exploitation de production, on peut admettre que les essais de vannes ainsi que les contrôles d'une part des groupes électrogènes de secours et d'autre part des installations de l'alarme eau sont effectués par des employés de l'exploitation qui ne sont pas les gardiens de barrage. Dans ces cas, les mandats doivent être clairement délimités. Dans tous les autres cas, il faut prévoir une implémentation à des jours différents ou, lorsque le temps à disposition est suffisant, une intégration dans la surveillance générale de l'état.

Par la suite il n'est plus fait aucune différence entre les gardiens de barrage et les autres membres du personnel d'exploitation. Le terme générique de gardien de barrage est utilisé pour désigner toutes les personnes mandatées de tâches de contrôle par le propriétaire.

Le facteur temps a déjà été abordé deux fois, et ceci sciemment. S'il y a un élément qui est à bannir du cadre de la surveillance des ouvrages de retenue, c'est celui de l'action sous manque de temps. Devrions-nous l'accepter - voire l'encourager -, la fiabilité de la surveillance serait très vite remise en question.

2.4 Etablissement des rapports relatifs au contrôle de l'état des ouvrages

Les rapports de visite, des essais de fonctionnement et des autres contrôles (groupe de secours, installation de l'alarme-eau) sont extrêmement importants. Il est essentiel que les résultats de ces contrôles soient transmis à tous les intéressés et classés dans le livre de barrage.

Les rapports de visite doivent être établis de façon aussi simple que possible car les changements sont rares; souvent les rapports se limitent au constat que tout est "en ordre". Il est dès lors indiqué que le formulaire, dans lequel figurent le cheminement du contrôle et les points à contrôler (section 2.3) puisse être rempli en notant par une croix dans une case appropriée si l'élément vérifié est "en ordre" ou "pas en ordre". Finalement, ce rapport est un document permettant à un spécialiste en barrage de formuler un avis et éventuellement expliquer un point particulier. La représentation et l'évaluation d'un fait sont de cette façon sûrement documentées dans un rapport. Du gardien du barrage, on attend essentiellement une information rapide qui donne l'endroit et une description générale des faits constatés. Cette description peut être reportée sur une ligne vide prévue à cet effet.

Il est important que l'endroit où la modification a été constatée soit localisé de manière précise et complète. Dans ce sens, on a recours à un système de repères. Pour les barrages, il est donné grâce aux blocs verticaux et aux arrêts horizontaux de bétonnage. La solution est plus difficile le long d'une galerie. Une numérotation des escaliers est également une possibilité; elle est pourtant laborieuse et ne s'applique pas partout, notamment où des échelles et des rampes remplacent les escaliers. Des points de repères peuvent être aussi utiles qu'une échelle graduée. De la même manière, les systèmes de repères pour les barrages-vannes, les digues et les environs des ouvrages peuvent être établis.



Les constatations qui ont été faites lors d'une tournée d'inspection peuvent dépendre des conditions climatiques ou d'une charge qui s'écarte de la normale. Il est aussi important que le rapport mentionne les données particulières relatives aux conditions météorologiques, la température de l'air, l'humidité de l'air, la neige et le niveau de la retenue.

Certaines modifications ne peuvent pas être détectées sans l'aide d'une représentation des états antérieurs. Il s'agit en particulier

- a) des suintements et des efflorescences sur le parement aval du barrage,
- b) des fissures dans les galeries de contrôle et sur les surfaces des parements des barrages,
- c) des chutes de pierres au pied des parois rocheuses, qui doivent servir de contrôle prophylactique,
- d) des langues des glaciers, qui sous certaines conditions peuvent se rompre et tomber dans la retenue.

A cet effet, le report sur plan (a, éventuellement b), les photos (a, d) de même que le marquage avec date ou différentes couleurs (b, c) sont moyens à disposition et font partie intégrante du rapport.

Pour les essais de fonctionnement, comme celui d'un groupe de secours ou celui des installations de l'alarme-eau, il existe des formulaires spéciaux qui précisent le déroulement du contrôle et permettent d'inscrire des valeurs mesurées au cours du contrôle. Une fois remplis, ces formulaires servent de rapport.

Comme la surveillance de l'état doit aussi fournir des recommandations relatives à l'entretien, un rapport est donc nécessaire. Toutefois, cela a peu de sens de reporter lors de chaque contrôle les mêmes dégâts. Il est plus opportun d'établir à un moment donné une liste des dégâts (selon le sens de la visite de contrôle), de la multicopier, de la remettre à intervalles réguliers aux gardiens de barrage. Lorsqu'un dégât reste identique, il suffit de le signaler par un symbole. Si un dégât s'amplifie, l'information existante est soulignée (et ceci une fois de plus, même si elle a déjà été soulignée). Dans le cas d'un nouveau dégât, il est reporté à la main dans la liste. Si l'on a noté des modifications lors d'une visite de contrôle, la liste originale sera refaite et à nouveau copiée en plusieurs exemplaires. On procède de la même façon lorsqu'un dégât a été réparé. De cette manière, une liste des dégâts à jour est toujours disponible.

Il va de soi que le gardien de barrage annonce à son supérieur les constatations faites qui n'ont pas de relation directe avec la sécurité de l'aménagement, tels que dégâts à la route d'accès ou à la maison du gardien, dangers possibles pour le personnel d'exploitation ainsi que pour des tiers, ou défaut des installations de transmission. Il signalera aussi les défauts des systèmes d'éclairage, de chauffage et de ventilation.

2.5 Notion de "vieillesse"

Dans les chapitres suivants, il est plusieurs fois fait mention de "vieillesse". Il est ici question de modifications courantes qui se produisent avec le temps. Toutefois, dans plusieurs cas, ce mot est mal employé car le vieillissement est d'ordinaire comparé à une diminution de capacité. Toutefois, des modifications dans le temps ne sont pas systématique-



ment préjudiciables. Dans le cas des barrages, pour le moins pendant des décennies, la résistance et d'autres caractéristiques des bétons s'accroissent même si le béton est soumis à un fort gonflement chimique, qui est un développement dommageable. De même, les tassements à long terme d'une digue ne sont pas un inconvénient, car ils sont la conséquence d'un compactage progressif du remblais et par conséquent ont un effet positif.

Au contraire, on a sans équivoque affaire à un vieillissement, si des modifications dépendant du temps, un développement technique ou des exigences nouvelles conduisent à remplacer tôt ou tard des éléments malgré un excellent entretien. Cela concerne en particulier, des installations de transmission à distance, des appareils de mesures, des machines, des pièces métalliques, tels que des appuis, ancrages, ballustrades, etc.

Dans un domaine intermédiaire entre des modifications positives et négatives se situent des dégâts à la surface des barrages. Gel ou d'autres effets, comme par exemple les troupeaux qui pâturent, peuvent conduire à dégâts visibles sans toutefois porter atteinte à la sécurité. Des travaux de réhabilitation ne sont pas obligatoires, mais nécessaires, car il ne faut pas que le profane pense que l'ouvrage n'est pas sûr en raison d'un manque d'entretien.

3. STRUCTURE DES BARRAGES EN BÉTON

3.1 Définition

Un barrage se compose d'un corps de barrage construit sous forme de blocs, lequel ferme une vallée pour former un réservoir d'eau. Alors que les joints entre les blocs des barrages voûtes sont toujours remplis de coulis de ciment injecté sous pression, ceux des barrages poids sont généralement ouverts (non injectés). L'étanchéité est assurée dans les deux cas par des bandes d'étanchéité posées à l'amont des joints. Côté aval, les joints des barrages sont toujours fermés par des bandes d'étanchéité; ceci est généralement aussi (mais pas toujours) le cas pour les barrages poids.

3.2 Eléments constructifs d'un barrage en béton

Un barrage se compose des éléments constructifs visibles ou accessibles suivants, lesquels doivent être régulièrement soumis à un contrôle visuel:

- couronnement
- parements amont et aval
- galeries de contrôle horizontales et inclinées, y compris niches de mesure et puits de pendule
- chambres et espaces divers pour les équipements de mesure et les commandes des organes de décharge.

Voir chapitre 6 en ce qui concerne les environs du barrage, ainsi que les galeries et les chambres en rocher.

3.3 Dégâts spécifiques des barrages en béton

Des dégâts, respectivement des modifications dans l'aspect des dégâts, sont dus le plus souvent aux causes suivantes:

- mouvements du corps du barrage
- action de l'eau qui pénètre dans le béton sous pression, depuis le parement amont et/ou depuis la fondation rocheuse
- vieillissement du béton.

A ce sujet, on doit remarquer qu'il peut être assez difficile de déterminer la cause d'un dégât, vu que ce dernier résulte souvent d'une combinaison de mouvements, de l'effet de l'eau et d'un processus de vieillissement. Le but des inspections visuelles effectuées par le gardien du barrage n'est donc pas d'indiquer les causes de dégâts, mais d'indiquer dans une forme adéquate chaque modification constatée dans l'aspect des dégâts et, au besoin, de décrire globalement celle-ci. C'est la tâche de l'ingénieur responsable d'examiner les dégâts observés, de les documenter d'une manière appropriée et de décider si ceux-ci ont une importance pour le comportement et l'état de l'ouvrage ou non.

Dans le texte qui suit, les dégâts typiques sont décrits d'une manière plus détaillée.

3.3.1 Dégâts en relation avec des déformations du barrage

Ceux-ci consistent essentiellement en:

- apparition de déplacements et de tassements différentiels au droit d'éléments voisins du barrage (par exemple aux joints entre plots),
- formation de fissures à certains endroits du barrage; de telles fissures peuvent normalement varier d'une micro-fissure jusqu'à des fissures présentant une ouverture de l'ordre de quelques millimètres.

3.3.2 Dégâts dus à l'effet des pressions élevées de l'eau

Il s'agit en principe de dégâts causés par de l'eau qui peut pénétrer dans le corps du béton, suite à une formation de fissures ou d'une étanchéité insuffisante du béton ainsi que le long de joints entre blocs et le long des joints de travail horizontaux, entre les levées successives de bétonnage, comme par exemple:

- apparition de zones et taches humides et mouillées dans les galeries de contrôle, ainsi que dans le parement aval
- pénétration d'eau dans les galeries de contrôle, sous forme concentrée, parfois aussi sous forme de petits jets d'eau sous pression
- formation d'efflorescences, en relation avec ces débits d'eau, sur les parois, plafonds et radiers des galeries de contrôle
- pénétration d'eau, variant périodiquement, à travers des fissures dont l'origine réside dans un comportement particulier des déformations de l'ouvrage et qui, de ce fait, présentent une variation cyclique de leur ouverture.

Dans ce contexte, il y a aussi lieu de mentionner des éléments de l'aménagement qui peuvent être recouverts de neige et qui, de ce fait, ne peuvent pas être contrôlés durant une certaine période de l'année.

3.3.3 Dégâts dus au vieillissement du béton

Le vieillissement du béton peut généralement causer les dégâts suivants:

- fissures superficielles dans le béton suite au retrait ou au gonflement du béton, à un gradient élevé de la température dans le corps du barrage ou à des contraintes locales élevées.
- dégâts dus au gel ainsi qu'éclatement d'angles ou de côtés suite aux effets météorologiques
- autres dégâts de surface, comme détachement lent et éclatement de plaques de béton, désagrégement local de la surface du béton dû à un dosage insuffisant de ciment ou à une usure mécanique, présence de béton poreux due à des pertes de l'eau de gâchage lors du bétonnage, ainsi que dégâts dus à une couverture insuffisante de barres d'armature. Au droit des surfaces extérieures de l'ouvrage, de tels dégâts peuvent en outre être aggravés par la végétation et les effets de coin exercés par les racines.

3.4 Rapport relatif aux observations faites

Des inspections visuelles du barrage doivent être organisées d'une manière efficace, de telle sorte que l'inspecteur et son supérieur puissent se faire rapidement une idée claire sur des modifications éventuelles de l'état du barrage.

Les points suivants doivent être respectés:

- l'inspecteur doit connaître les conditions locales du barrage;
- il doit effectuer l'inspection avec un sens critique et en disposant de suffisamment de temps;
- il doit contrôler le barrage systématiquement à l'aide d'une check list; il est toutefois nécessaire que l'inspecteur reste créatif et qu'il ne s'en tienne pas uniquement aux points mentionnés sur la check list;
- toutes les observations relatives à des modifications devront être mentionnées clairement dans le procès-verbal de visite, et au besoin esquissées, indépendamment du fait qu'elles soient estimées importantes ou non lors de l'observation. La décision d'appréciation si une telle observation est importante ou non est du ressort de l'ingénieur expérimenté ou de l'expert et non du gardien du barrage;
- toutes les observations doivent être localisées d'une manière univoque de sorte qu'une tierce personne puisse à tout moment reprendre et continuer l'inspection du barrage sans problème. A cet effet, on peut utiliser des plans réduits du barrage et des galeries de contrôle, lesquels contiennent les points essentiels de l'aspect des dégâts et sur lesquels les nouvelles observations peuvent être reportées. Des recommandations à ce sujet sont présentées à l'annexe 1.

3.5 Indications relatives à l'inspection des différents éléments constructifs

3.5.1 Informations générales et directives

Celles-ci figurent au chapitre 2.

Des inspections doivent être effectuées à l'aide de check lists . Voir check list du tableau 3.1, lequel contient la plupart des dégâts possibles.

3.5.2 Etat des éléments constructifs formant la surface extérieure du barrage

Avant tout, les éléments suivants doivent être contrôlés:

a) Couronnement

Etat :

- de la route, des trottoirs et des bordures
- du parapet, de la balustrade et de ses fixations dans le béton
- des joints : on devra en particulier vérifier si des déplacements relatifs s'y manifestent.

b) Parement amont

Le contrôle est difficile et ne peut être exécuté dans la plupart des cas que d'une manière incomplète. On devrait prévoir une vidange totale du réservoir au minimum tous les dix ans, avec inspection du parement complet. Au besoin, l'état de la partie inférieure du barrage, qui est constamment noyée, doit être contrôlée par un plongeur ou à l'aide d'un robot sous-lacustre équipé d'une caméra vidéo.

On devra faire attention en particulier à:

- l'état général du parement
- la présence de fissures (souvent le long des surfaces de séparation entre les levées successives de béton)
- zones présentant des dégâts de gel ou/et de béton délavé
- dégâts le long des joints entre les blocs.

c) Parement aval

- Etat général du parement, en particulier en ce qui concerne son humidité (observations depuis différents endroits, avec ou sans jumelles).
- Présence de fissures et de leur état (sèches, mouillées, avec ou sans efflorescences). Dans la plupart des cas, il s'agit de fissures le long des surfaces de séparation entre les levées successives de béton; plus rarement, de fissures obliques inclinées vers les fondations.
- Dégâts localisés ainsi que pertes d'eau éventuelles le long des joints entre plots.
- Dégâts dus au gel.
- Etat de la zone de contact barrage-rocher :
 - de l'eau coule-t-elle le long de la surface de raccordement inclinée avec le rocher (toboggan) ou le long des gradins qui relient le parement aval au rocher et d'où provient cette eau ?
 - la surface visible du toboggan ou des gradins de béton est-elle couverte avec des déblais ou par de la végétation ?

3.5.3 Etat des éléments constructifs à l'intérieur du barrage

D'une manière générale, on contrôlera la présence de dégâts sur les surfaces de béton et les joints comme décrit au chapitre 3.3 et récapitulé dans la check list du tableau 3.1. L'inspecteur devra avant tout mettre en évidence dans le procès-verbal les modifications dans l'aspect des dégâts, puisque celles-ci peuvent être une indication pour des changements qui sont en train de se développer dans le comportement du barrage et de sa fondation rocheuse. Les endroits avec dégâts doivent être localisés d'une manière univoque; des recommandations y relatives figurent à l'annexe 1.

Des fissures devront au besoin être caractérisées de plus près:

- la fissure est-elle sèche ou humide ? de l'eau y coule-t-elle ?
- est-elle ouverte ou fermée (micro-fissure) ?
- son état est-il stable ou est-il caractérisé par des mouvements cycliques ?
- le régime des mouvements est-il stationnaire ou montre-t-il une tendance à l'accroissement ou à la diminution des mouvements ?



Les extrémités d'une fissure devront être marquées sur le béton à l'aide d'un trait transversal, muni de la date de l'observation, de manière à faire apparaître la propagation de la fissure dans le temps.

En ce qui concerne les efflorescences, on notera avant tout les modifications de leur aspect, ainsi que de nouveaux endroits, l'augmentation des efflorescences, la modification de leur humidité, etc. Au cas où l'on aurait enlevé des efflorescences pendant des travaux de nettoyage, ce fait devrait être mentionné dans le procès-verbal d'inspection.

Des nids de gravier qui ne se modifient pas ne sont d'aucun intérêt et ne devraient pas être mentionnés.

Voir le chapitre 9 en ce qui concerne les modifications de l'état des parties à proximité immédiate des équipements.



	Observations	Mouvements			Eau						Vieillessement				
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	ELEMENTS CONSTRUCTIFS	Déplacement relatif entre 2 blocs	Microfissures	Autres fissures	Zones (ou taches) humides, mouillées	Formation d'efflorescences	Infiltrations d'eau concentrées	Eau provenant de puits	Formation de glace / accumulation de neige	Dégâts dus au gel	Eclats de béton	Béton délavé	Modifications de structure/désagrégation du béton	Désagrégation du béton le long de lèvres de fissure	Modification de la couleur du béton
1	COURONNEMENT														
1.1	Route / Trottoir			x					x	x	x		x		x
1.2	Parapet / Balustrade		x	x						x	x		x		x
1.3	Joints	x		x						x	x			x	
2	PAREMENT AMONT														
2.1	Surface des blocs		x	x	x					x	x	x		x	x
2.2	Joints entre blocs			x	x					x	x	x		x	
2.3	Joints horizontaux de reprises de bétonnage			x	x					x	x	x		x	
3	PAREMENT AVAL														
3.1	Surfaces des blocs		x	x	x	x			x	x	x			x	x
3.2	Joints entre blocs			x	x	x	x		x	x	x			x	
3.3	Joints horizontaux de reprises de bétonnage			x	x	x	x		x	x	x	x		x	
3.4	Zone de contact rocher-béton			x	x	x	x		x	x	x	x			x
4	GALERIES HORIZONTALES ET INCLINEES, CHAMBRES DIVERSES														
4.1	Plafond, calotte		x	x	x	x	x						x	x	x
4.2	Parois		x	x	x	x	x		x				x	x	x
4.3	Radier		x	x	x	x	x		x		x		x	x	
4.4	Marches d'escaliers		x	x	x	x	x		x				x	x	
4.5	Joints, alvéoles de joints	x		x	x	x	x				x				
4.6	Niches de mesure/chambres		x	x	x	x	x	x	x		x		x	x	x
4.7	Puits d'ascenseur			x	x	x	x	x							
4.8	Puits de pendule			x	x	x	x	x	x						
4.9	Puits de drainage					x		x	x						
4.10	Entrées		x	x	x	x			x		x		x	x	

Tableau 3.1: Liste des contrôles visuels pour les barrages en béton

4. Digue

4.1 Définition

Les digues sont des ouvrages composés principalement de matériaux fins (argiles, limons, sables, graviers) et d'enrochements compactés. La structure interne d'une digue peut être très différente. Fondamentalement, une digue est constituée de corps d'appuis, qui garantissent sa stabilité, et d'un organe d'étanchéité, qui permet le remplissage de la retenue. En dehors de leur existence comme barrage proprement dit, les digues sont souvent un élément d'ouvrages tels que les barrages au fil de l'eau ou les bassins de compensation.

4.2 Parties d'une digue

Une digue comporte en règle générale diverses zones de matériaux comme les corps d'appuis, un noyau imperméable ou un masque d'étanchéité amont ainsi que des zones de filtre et des zones drainantes ou de transition. Les contrôles visuels se limitent aux parties visibles et accessibles de la digue, qui peut dès lors être subdivisée en zones principales comme suit:

- Couronnement
- Parement amont
- Parement aval
- Risbermes
- Pied de la digue
- Contacts avec les ouvrages annexes

Les environs de la digue et les galeries sont traités au chapitre 6.

4.3 Dommages spécifiques des digues

4.3.1 Cause des dommages

Les dommages et les modifications peuvent, en règle générale, être attribués aux causes principales suivantes:

- 1) Déformations
- 2) Effets de l'eau
- 3) Processus d'usure et de vieillissement

On notera ici que les dommages résultent souvent de la combinaison de ces causes.



4.3.2 Déformations

a) Irrégularités de surface

Des irrégularités de surface peuvent souvent être constatées le long du couronnement et des parements. Ces irrégularités sont souvent sans signification, mais peuvent dans certains cas être les signes avant-coureurs de tassements différentiels, d'instabilité ou d'érosion. Les irrégularités de surfaces peuvent être décrites plus précisément comme bombements, dépressions ou bourrelets.

Des modifications des parements amont et aval, tels que l'extrusion de blocs hors de la surface, doivent être notées.

Dans les remblais en gros blocs, on constate souvent que les blocs sont en contact par leurs arêtes qui se brisent (compression) ou que certains blocs s'éloignent de leurs voisins (expansion).

b) Tassements

Les tassement uniformes d'une digue ne sont pratiquement pas décelables visuellement. En revanche, des tassements différentiels même minimes sont souvent aisément repérables. Ils peuvent être alors décrits plus précisément comme dépression, zone écrasée, palier etc..

c) Fissures

Des fissures parallèles à l'axe du couronnement apparaissent parfois; elles doivent être localisées de façon précise. Des discontinuités ou des fissures de traction avec décrochement peuvent par exemple dénoter des instabilités locales.

4.3.3 Effets de l'eau

d) Modification de couleur et de végétation sur les parements de la digue ou le terrain environnant

Ces modifications peuvent être dues à un changement du courant de percolation.

e) Neige/glace

Des conditions d'enneigement exceptionnelles doivent être notées. Elles peuvent être significatives pour l'analyse du comportement de l'ouvrage. La formation de glace peut être indicative de percolations.

f) Venues d'eau

L'emplacement exact des venues d'eau doit être noté et celles-ci décrites de façon détaillée:

- Débit / turbidité
- Lessivage
- Accumulation de fines

4.3.4 Processus d'usure et de vieillissement

a) Structure / teinte

Un changement de structure ou de teinte, par exemple dans un remblais de blocs, peut dénoter d'un phénomène d'altération.

b) Ecaillage

L'écaillage (surface du béton, remblais de blocs) est à noter.

4.4 Rapport relatif aux observations

Les directives générales sont exprimées dans le chapitre 2.

Tous les résultats, événements ou changements observés doivent faire l'objet d'un protocole. Les causes objectives ou supposées doivent être notées. L'emplacement et la date de l'apparition de dommages ou de changements doivent être décrits le plus précisément possible. Les diverses descriptions de dommages sont présentées dans le tableau 4.

Les observations peuvent être complétées par les remarques suivantes:

- néant (état idéal)
- faible, peu prononcé, indices reconnaissables
- clairement reconnaissable
- prononcé

Les observations doivent être reportées sur plans et éventuellement complétées par des esquisses et données chiffrées. Les suppositions quant aux causes possibles sont importantes (p.ex. pluies intenses, longue période de sécheresse, choc des vagues, érosion superficielle, percolation).

Une documentation photographique peut compléter le protocole des contrôles mais pas le remplacer. Par exemple, une documentation photographique extensive ne suffit souvent pas à appréhender les déformations, même prononcées, des parements d'une digue.



4.5 Indications pour l'inspection des diverses parties

4.5.1 Généralités

Pour chacune des parties de la digue, les dommages et les écarts par rapport à l'état idéal doivent être décrits. On notera ici que la détection d'irrégularités peut être influencée par le temps et les conditions d'éclairage. Il peut ainsi s'avérer nécessaire, pour un contrôle détaillé, de procéder à plusieurs visites.

Les observations typiques pour les différentes parties de la digue sont indiquées dans le tableau 4.1 et explicitées ci-dessous. Le tableau devra être adapté pour chaque cas individuel.

4.5.2 Couronnement

Le contrôle visuel du couronnement de la digue, d'un appui à l'autre, permet souvent de détecter même de faibles déplacements du corps de la digue ainsi que des tassements différentiels de la surface du couronnement. La route et les talus amont et aval seront inspectés quant à d'éventuelles déformations, les murs de garde ainsi que le revêtement de la route quant à d'éventuelles fissures.

4.5.3 Parements de la digue

Le parement aval de la digue est à apprécier du point de vue des déformations. Les influences dues à l'eau et à la végétation sont à noter. Dans la mesure du possible on appréciera également les déformations du talus aval. Lorsqu'un empierrement est présent, on notera l'apparition d'une altération des blocs rocheux. Les masques d'étanchéité amont en béton ou asphalté sont à inspecter quant aux fissures et à l'état de la surface et des joints.

4.5.4 Bermes et pied de la digue

L'influence de l'eau sur ces zones, manifestée par l'érosion, les venues d'eau, la couverture végétale est à inspecter.

4.5.5 Contacts avec les ouvrages annexes

Dans ces zones, les irrégularités ou les tassements sont aisément repérables. Ces zones sont aussi souvent le lieu de voies de percolation préférentielles. On notera la présence et l'apparition de végétation, de glace ou de venues d'eau.



		1	2	3	4	5	6	7	8	9
		irrégularités	Tassements	Fissures	Changement de couleur	Végétation	Neige / glace	Venues d'eau	Structure / Couleur	Ecaillage
1	STRUCTURE									
1	Couronnement									
1.1	Chaussée	X	X	X		X	X		X	
1.2	Parement amont	X	X			X			X	
1.3	Parement aval	X	X			X			X	
1.4	Mur de garde		X	X					X	X
1.5	Gabions		X							
1.6	Appui rive droite		X			X		X		
1.7	Appui rive gauche		X			X		X	X	
2	Parement amont (corps d'appui)									
2.1	Au-dessus du niveau maximum d'exploitation	X	X			X			X	
2.2	Au-dessous du niveau minimum d'exploitation	X	X						X	
2.3	Plage de fluctuation du niveau d'eau	X	X			X			X	
2.4	Appui rive droite	X	X			X			X	
2.5	Appui rive gauche	X	X			X			X	
3	Parement amont (masque amont)									
3.1	Au-dessus du niveau maximum d'exploitation	X	X	X					X	X
3.2	Au-dessous du niveau minimum d'exploitation	X	X	X					X	X
3.3	Plage de fluctuation du niveau d'eau	X	X	X					X	X
3.4	Joints			X		X			X	X
3.5	Appui rive droite	X	X	X					X	X
3.6	Appui rive gauche	X	X	X					X	X
4	Parement aval (corps d'appui)									
4.1	Partie supérieure	X	X		X	X		X		
4.2	Partie inférieure	X	X		X	X		X		
4.3	Appui rive droite	X	X		X	X		X		
4.4	Appui rive gauche	X	X		X	X		X		
5	Risbermes									
5.1	Partie centrale de la digue	X	X			X	X	X		
5.2	Appui rive droite	X	X			X	X	X		
5.3	Appui rive gauche	X	X			X	X	X		
6	Pied de la digue									
6.1	Partie centrale de la digue	X	X			X	X	X		
6.2	Appui rive droite	X	X			X	X	X		
6.3	Appui rive gauche	X	X			X	X	X		

Tableau 4.1: Liste des contrôles visuels pour les digues

5. STRUCTURE DES BARRAGES MOBILES

5.1 Définition

Les barrages au fil de l'eau sont des barrages qui, par opposition aux ouvrages de retenue bloquent un cours d'eau et ainsi relève localement son niveau; ils servent aussi parfois de régulateur de débit.

5.2 Eléments d'un barrage mobile

Un barrage est constitué d'éléments de retenue fixes ou mobiles, et parfois d'une combinaison des deux. Les éléments fixes sont normalement construits en béton ou sont des ouvrages en maçonnerie alors que les parties comme les mécanismes de fermeture ou les vannes de barrage sont en acier, bois ou autres matériaux (par ex. dans le cas de barrages gonflables). Le barrage est le plus souvent composé de passes séparées par des piles.

Les éléments de construction d'un barrage mobile énumérés ci-dessous doivent être soumis à des contrôles périodiques visuels, ceci en fonction du rôle qu'ils jouent sur la sécurité:

- Seuil, radier ou bassin de dissipation
- Piles
- Organes de fermeture y compris leur système d'entraînement.
- Appuis et raccordements aux berges.
- Zone d'écoulement dans le bief aval
- Constructions annexes (passerelles de service, grues, écluses, etc)

5.3 Dégâts spécifiques subis par les barrages mobiles

5.3.1 Causes des dégâts

Les causes les plus fréquentes des détériorations ou des dégradations des barrages mobiles sont les suivantes:

- Déplacements ou déformations du corps de barrage ou de sa fondation.
- Infiltration d'eau dans le béton ou les ouvrages en maçonnerie.
- Abrasion provoquée par les alluvions entraînées par l'eau.
- Erosion provoquée par les courants d'eau.
- Vieillesse des matériaux de construction utilisés.
- Actions mécaniques sur les organes de fermeture et leurs systèmes d'entraînement.
- Circuits oléohydrauliques endommagés.
- Equipements électriques défectueux.

Les causes énumérées ci-dessus provoquent la plupart du temps des dégâts très spécifiques.

Souvent différents phénomènes sont à l'origine des détériorations. Leur analyse est alors dans ce cas difficile et incombe à l'ingénieur responsable.

5.3.2 Détériorations provoquées par des déplacements ou des déformations

En général, les déplacements se font remarquer par les dégâts suivant:

- Déplacements différentiels ou tassements différents entre des constructions voisines séparées par des joints.
- Formation de fissures dans le béton ou la maçonnerie.
- Garnitures de joint endommagées.
- Organes de fermeture qui coïncent.
- Fuites aux joints des organes de fermeture.

5.3.3 Dégâts issus d'infiltration d'eau dans la structure.

A la suite d'une réduction de l'étanchéité insuffisantes du béton ou des joints en maçonnerie, l'eau qui s'infiltré provoque des pressions dans l'ouvrage, entraînant alors des dégradations qui peuvent souvent diminuer sa stabilité.

- Apparition d'endroits humides ou mouillés sur des surfaces extérieures normalement sèches des piles ou d'éventuels passages
- Apparition de dépôts calcaires.
- Ecoulement d'eau important provenant du béton ou des joints de maçonnerie (dans le cas de barrages anciens, on remarque souvent ce phénomène sur les piles à l'aval des organes de fermeture).
- Sources (par ex. gonflement des madriers).

L'observation des venues d'eau au niveau du radier ou du bassin de dissipation ne peut normalement s'effectuer que lors de la mise à sec des passes.

5.3.4 Dégâts provoqués par l'érosion et l'abrasion

- Usure mécanique provoquée par les alluvions de l'eau sur les structures mouillées du barrage.
- Effets d'érosion sur les structures mouillées du barrage.
- Apparitions d'affouillement près des ouvrages (par ex. dans le lit du fleuve près du bassin de dissipation).
- Abrasions provoquées par des fuites aux organes de fermeture.

5.3.5 Dégâts dus au vieillissement

Le vieillissement des matériaux de construction est souvent à la source des détériorations suivantes:

- Apparition de fissures dans les zones situées près de la surface de l'eau par suite du retrait ou du gonflement du béton. Des changements de température élevés peuvent aussi avoir les mêmes effets.
- Ecaillage de la surface ou formation de fissures aux encoignures et arêtes sous l'effet du gel.



- Surfaces du béton endommagées suite à la désagrégation de la structure en raison d'un dosage insuffisant en ciment ou d'une porosité trop élevée suite à des pertes en eau lors du bétonnage.
- Fragilisation des matières plastiques et caoutchoucs (par ex. sous l'influence des radiations ultra violettes).
- Désagrégation de matériaux ou de leur surface sous l'effet de micro-organismes ou de plantes. (par ex. pourriture du bois)

5.3.6 Dégâts dus à la corrosion

- Apparition de rouille sur les organes de fermeture, leurs éléments de guidage (glissières et rails de guidage) et leurs entraînements, ceci est souvent le résultat de dégradations mécaniques ou d'effets électriques.
- Marques de corrosion sur les supports, treuils de halage, chaînes, tiges filetées et arbres, etc, résultats d'un entretien insuffisant.

5.3.7 Dégâts provenant d'actions mécaniques sur les organes de fermeture et leurs entraînements.

- Fuites aux joints provoquées par la formation de glace, des objets coincés, du gravier, etc.
- Fissures, bossellements et écaillage de la couche anti-corrosion suite à des déformations provenant des déplacements des paliers ou des piles, etc, mais aussi résultants de coups de matériaux flottants, d'alluvions ou de glace.
- Soudures ou assemblages (boulonnés ou rivetés) endommagés.

5.3.8 Dégâts des circuits oléohydrauliques

- Traces d'huile provenant de vannes non étanches et d'assemblages boulonnés.
- Fuites d'huile sur des tuyaux perforés ou même rompus.

5.3.9 Dégâts des équipements électriques

- Interruption de l'alimentation électrique causée par des courts-circuits, des câbles défectueux ou rompus.

5.4 Compte rendu et localisation des observations faites

Le chapitre 2 présente les règles générales. On doit placer des repères visibles ainsi que des jalons ou bornes kilométriques dans les éventuelles galeries de contrôles le long des ponts ou des axes du barrage ainsi que sur les rives de cours d'eau. Ces repères permettent de situer rapidement des observations spécifiques. (voir aussi Annexe 2 "Recommandations pour la localisation des observations relatives aux barrages").



Les contrôles visuels doivent être organisés le plus efficacement possible. L'usage de formulaires préimprimés et de listes de contrôle prévues dans ce but, permettent une surveillance efficace et complète.

Des photographies sur lesquelles sont indiquées la date, l'heure, l'emplacement des observations, etc, jointes aux protocoles des contrôles visuels, peuvent beaucoup aider à suivre l'évolution des dégradations.

Il est aussi important de dresser une liste complète des données d'exploitation au moment du constat d'une avarie, celle-ci doit inclure par ex., le nombre d'organes de fermeture en service, la position de chaque organe de fermeture, les débits, niveaux en amont et en aval, la quantité de matériaux charriée, les données météorologiques, etc...

5.5 Directives concernant l'inspection de chaque éléments de l'ouvrage

5.5.1 Généralités

Les indications générales concernant les contrôles visuels sont donnés au chapitre 2. En ce qui concerne les barrages, l'étendue des contrôles est en général fonction de leur taille et de leur importance ainsi que de leur capacité de retenue et des risques potentiels associés.

L'objet des contrôles visuels faits par le personnel du site consiste à vérifier régulièrement l'état et à reconnaître visuellement les changements concernant le barrage, les appuis et les rives du cours d'eau. L'appréciation résultant des observations faites et des dégradations observées est l'affaire de l'ingénieur responsable.

5.5.2 Etat de chaque élément de l'ouvrage

Les contrôles visuels de chaque bâtiment comprennent en général les points suivants:

- Seuil du barrage noyé, piles et appuis
 - Déplacements et tassements
 - Fissures dans le béton
 - Ecaillages de la surface du béton
 - Revêtement en pierre naturelle endommagé ou cassé
 - Ecoulement d'eau
 - Marques d'abrasion et d'érosion

- Radier ou bassin de dissipation

Ces constructions sont normalement submergées. Afin de les contrôler, il faut, si possible les mettre à sec périodiquement (par ex. tous les 5 ans) et elles doivent être inspectées selon les mêmes critères que les seuils et les piles. On peut aussi faire appel à des plongeurs afin d'effectuer des inspections sous l'eau.

Il faut particulièrement faire attention le cas échéant à tous les blocs brise-charge et les traverses dans les bassins de dissipation.

- Galeries de contrôle (le cas échéant)

On doit faire les contrôles visuels de manière analogue aux instructions données au chapitre 3 "Structure des barrages en béton" et dans l'annexe correspondante.

- Organes de fermeture métalliques
 - Dégradations provoquées par des coups ou poussées, (par ex. provenant de matériaux flottants)
 - Déformations
 - Dégâts dus à la corrosion
 - Fuites au mur du barrage
 - Assemblages endommagés (soudures, boulonnages, etc)
 - Joints endommagés
 - Dégâts sur les glissières ou les coussinets de pivotement et les surfaces d'étanchéité.
 - Systèmes de lubrification défectueux (marque de graisse là où il ne devrait pas y en avoir)
- Organes de fermeture en bois
 - Planches ou madriers cassés
 - Dégâts provoqués par la putréfaction
 - Fuites au mur du barrage
 - Fixations des madriers dans les armatures en acier des organes de fermeture endommagées.
 - Joints avariés
 - Rainures endommagées
- Organes de fermeture faits de matériaux élastiques (par ex. barrages gonflables).
 - Matériau utilisé non étanche par endroits (par ex perforations)
 - Points d'attaches avec le seuil, ainsi qu'avec les piles ou les appuis (ancrages, fuites, etc)
 - Marques d'abrasion sur le matériau utilisé
 - Marques de vieillissement sur le matériau utilisé (fragilisation)
- Mécanisme hydraulique (voir aussi paragraphe 8.2 contrôle de l'état des organes de fermeture et de régulation et 8.3 des mécanismes oléohydrauliques)
 - Fixations défectueuses des vérins
 - Présences de défauts sur les tiges des pistons, en particulier sur les parties chromées
 - Conduites d'huile ou tuyaux flexibles endommagés, ainsi que raccords et assemblages boulonnés
 - Niveau d'huile insuffisant dans le réservoir
 - Pompes à bras défectueuses
 - Fixation insuffisante des pompes

- Entraînements électromécaniques (voir aussi paragraphe 8.2 contrôle de l'état des organes de fermeture et de régulation et 8.4 des entraînements électromécaniques)
 - Fixation défectueuse des treuils de halage
 - Chaînes ou tiges filetées endommagées
 - Treuils de halage endommagés (dégâts mécaniques, déformations etc.)
 - Fixation insuffisante des systèmes d'entraînement
 - Entraînement manuel défectueux

- Equipement électrique
 - Câble présentant une mauvaise isolation
 - Câble et raccord défectueux
 - Mauvais état de la mise à la terre des équipements
 - Indicateurs de position et interrupteurs défectueux
 - Mauvaise fixation des écrans de protection
 - Instruments, affichages, lampes-témoin présentant des défauts

- Zone de retenue (voir aussi paragraphe 6.3.2 "Domaine de la retenue" et 6.3.3 "Domaine des rives")
 - Stabilité insuffisante des berges, celles-ci présentant des risques d'éboulement (visible par la présence de crevasses sur le talus et de petits éboulements superficiels ou encore d'arbres inclinés et mal enracinés...)
 - Tassements, déformations ou lézardes sur les soutènements de la rive (murs, rangs de pieux, rideaux de palplanches etc...)
 - Amoncellement de débris et de matériaux dérivant dans la (zone de retenue), en particulier accumulation près des rives (ces matériaux peuvent, en cas de crue, dériver brusquement contre le barrage mobile)
 - Colmatages dans la (zone de retenue)
 - Ecoulement d'eau sale provenant des ruisseaux latéraux
 - Amoncellement de sédiments en queue de retenue et près des affluents latéraux

- Zone du barrage mobile et bief aval
 - Stabilité insuffisante du versant, respectivement danger d'éboulements de la rive
 - Apparition de sources, en particulier sur les rives situées directement en dessous du barrage.
 - Apparition d'affouillements, s'ils sont reconnaissables à l'œil.
 - Colmatages dans la zone du barrage mobile

- Installations faisant partie de l'infrastructure
 - Chaussées de voies d'accès ou de ponts endommagées (par ex. comme suite aux effets du gel, du sel et du dégel).
 - Eclairage insuffisant ou déficient
 - Barrières, délimitations insuffisantes ou détériorées.



Pos.	Construction/Zone	Observations														
		Déformations				Eau					Vieillessement					
		Déplacement/Déformations	Tassement	Fissures	Eboulements	Endroits humides/mouillés	Dépôts calcaires	Ecoulements locaux	Formation de glace	Eau trouble	Gel	Ecaillages du béton	Mod. de la structure du béton/matériau des joints	Mod. de la couleur du matériau de construction	Corrosion	Putréfaction
1	Passerelle de service															
1.1	Construction portante	X	X	X		X	X				X					
1.2	Surface en béton			X		X	X		X		X	X	X			
1.3	Chaussée	X	X	X		X			X				X			
1.4	Parapet	X	X	X							(X)		X			
1.5	Joints	X	X			X			X			X	X			
2	Piles															
2.1	Structure en béton	X	X	X		X	X	X			X					
2.2	Surface en béton			X		X	X	X	X		X	X	X			
2.3	Joints interblocs	X	X			X			X			X	X			
2.4	Maçonnerie	X		X		X	X		X		X		X			
2.5	Joints (Maçonnerie)	X				X	X	X	X			X	X			
3	Seuil du barrage noyé/bassin de dissipation															
3.1	Structure en béton	X	X	X		(X)	X	X			(X)					
3.2	Surface en béton			X		(X)	X	X	(X)		X	X	X			
3.3	Joints interblocs	X	X			(X)		X	(X)			X	X			
3.4	Revêtement du fond (bassin de dissipation)	X	X	X		(X)	X	X	(X)		X	X	X	X	X	X
3.5	Bloc brise-charge	X	X	X		(X)	X				(X)	X	X	X	X	X
4	Galerie de contrôle (le cas échéant)															
4.1	Surface en béton			X		X	X	X	X		X	X	X			
4.4	Niches			X		X	X	X	X		X					
4.5	Joints	X	X			X		X	X			X	X			
5	Zone de retenue															
5.1	Rives naturelles	X	X	X	X	X		X								
5.2	Constructions en bord de rive	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
5.3	Digues	X	X	X	X	X		X								
5.4	Zone de retenue								X	X						
5.5	Barrage zone amont								X	X						
5.6	Queue de retenue								X	X						
5.7	Affluents								X	X						
6	Aval															
6.1	Rives naturelles	X	X	X	X	X		X								
6.2	Constructions en bord de rive	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X
6.3	Digues	X	X	X	X	X		X								
6.4	Zone de déversement		X		X			(X)		X						

*) Contrôle éventuellement possible uniquement par inspections subaquatique

Tableau 5.1a: Listes des contrôles visuels pour les barrages mobiles, structure et environs



Pos.	Construction/Zone	Autres observations								
		Effets mécaniques (coups)	Matériau de construction cassé, détaché	Colmatage	Affouillement/Erosion	Abrasion	Matériaux charriés/flottants	Végétation/Plantes aquatiques	Sel	Sources
1	Passerelle de service									
1.1	Construction portante	X	X							
1.2	Surfaces en béton		X							
1.3	Chaussée	X						X		
1.4	Parapet	X	X							
1.5	Joints		X					X		
2	Piles									
2.1	Structure en béton	X	X		X	X				
2.2	Surfaces en béton	X	X			X				
2.3	Joints interblochs		X							
2.4	Maçonnerie	X	X							
2.5	Joints (Maçonnerie)		X							
3	Seuil de barrage noyé/Bassin de dissipation									
3.1	Structure en béton	X	X	X	X	X				
3.2	Surfaces en béton	X	X			X				
3.3	Joints interblochs		X							
3.4	Revêtement du fond (Bassin de dissipation)									
3.5	Bloc+B1 brise-charge									
4	Galerie de contrôle (le cas échéant)									
4.1	Surfaces en béton	X	X							
4.4	Niches	X	X							
4.5	Joints	X	X							
5	Zone de retenue									
5.1	Rives naturelles	X		X	X		X	X		X
5.2	Constructions en bord de rive	X	X		X		X	(X)	(X)	
5.3	Digues		X		X			X		
5.4	Zone de retenue			X	X		X	X		X
5.5	Barrage zone amont			X	X		X	X		X
5.6	Racine du barrage			X	X		X	X		X
5.7	Affluents			X	X		X	X		X
6	Aval									
6.1	Rives naturelles	X		X	X		X	X		X
6.2	Construction en bord de rive	X	X		X		X	(X)	(X)	
6.3	Digues		X		X			X		
6.4	Zone de déversement			X	X		X	X		X

*) Contrôle éventuellement possible uniquement par inspection susbaquale

Tableau 5.1a: Listes des contrôles visuels pour les barrages mobiles, structure et environs



Pos.	Construction/Zone	Observations												
		Déformations	Mauvaises fixations, soudures, assemblages défectueux	effets mécaniques (coups)	Corrosion	Putréfaction	Fragilisation	Fuites (Eau, huile)	Perforation	Marque de graisse, d'huile	Abrasion	Remplissage (par ex. en huile)	Panne	autres avaries
7	Organes de fermeture Constr. métalliques, en bois													
7.1	Mur du barrage (y.c. madriers)	X	X	X	X	X		X			X			
7.2	Construction	X	X	X	X					X				X
7.3	Glissières	X	X	X	X									X
7.4	Coussinet de pivotement		X	X	X				X					X
7.5	Surfaces d'étanchéité	X		X	X					X				X
7.6	Etanchéité	X	X	X			X	X						X
7.7	Supports	X	X	X	X					X				
7.8	Système de lubrification								X		X			X
8	Organes de fermeture (matériau élastique) par ex. barrages gonflables													
8.1	Corps du barrage		X	X			X	X		X				X
8.2	Fixation		X		X			X		X				
9	Entraînement hydraulique													
9.1	Presses de traction		X	X	X			X		X			(X)	X
9.2	Tiges de piston	X			X									X
9.4	Conduites d'huile		X		X			X						
9.5	Réservoir d'huile			X							X			
9.6	Pompes, moteurs		X		X			X					(X)	X
9.7	Entraînement manuel		X		X					X			(X)	
10	Entraînement mécanique													
10.1	Treuil de halage	X	X	X	X					X			(X)	
10.2	Chaînes, tiges filetées	X	X	X	X					X				
10.3	Moteurs		X		X								(X)	
10.4	Entraînement manuel		X		X					X			(X)	
11	Équipement électrique													
11.1	Câble		X				X						X	
11.2	Instruments		X		X								X	X
11.3	Affichages, Interrupteurs												X	X
11.4	Lampes-témoin												X	

Tableau 5.2: Liste des contrôles visuels des barrages mobiles: organes de fermeture et équipement



6. APPUIS ET ENVIRONS

6.1 Définitions

Appuis: Domaine des flancs de vallée sur lequel le barrage s'appuie.

Environs: Les environs d'un barrage comprennent la retenue, ses flancs et son bassin versant direct, le site du barrage et celui des ouvrages annexes, accès inclus, ainsi que l'exutoire des organes de vidange ou d'évacuation et la rivière à l'aval du barrage.

6.2 Zones soumises au contrôle

Les appuis et les environs du barrage doivent être contrôlés régulièrement par le personnel de l'exploitant. Les contrôles portent sur les événements géologiques et hydrogéologiques (mouvements, effondrements, sources). Le contrôle visuel régulier de l'environnement géologique d'un barrage a pour objectif d'identifier et de communiquer dans les meilleurs délais toute modification marquante et subite du dernier état des lieux observé. La description de l'état des lieux initial est l'affaire du géologue responsable.

Dans le domaine de la retenue, on portera une attention particulière aux torrents latéraux et, le cas échéant, aux glaciers.

Des accès sûrs aux ouvrages sont particulièrement importants pour le contrôle et la maintenance des installations. Les accès pédestres ou motorisés devraient être garantis même lors de situations exceptionnelles (brouillard, pluie, glace, neige, crues), car un accès par hélicoptère n'est pas toujours possible.

Pour la rivière à l'aval du barrage ainsi que pour des infrastructures entretenues par des tiers et qui ne font pas partie de l'aménagement mais dont le gardien de barrage est parfois le seul utilisateur, un certain devoir d'information des organes compétents existe. Eu égard au cas d'urgence possible, tous les dégâts observés aux routes, ponts, tunnels, lignes doivent être annoncés.

L'extension des zones à inspecter doit être déterminée par l'ingénieur et le géologue compétents.

L'état de la rivière loin à l'aval du barrage peut subir des modifications naturelles ou des changements provoqués par certaines interventions humaines. En raison de la raréfaction des crues, due à l'exploitation, des constructions peuvent apparaître dans des zones exposées. Des modifications du lit de la rivière (sédiments, décharges, exploitation de gravier ou croissance de la végétation) peuvent aussi avoir des effets sur les zones exposées potentielles. Même s'il ne s'agit que de constructions provisoires (camping, auberges etc.) le propriétaire de l'aménagement devrait attirer l'attention des autorités sur les dangers potentiels.

6.3 Evénements

6.3.1 Phénomènes géologiques

Les appuis ainsi que les environs de chaque barrage, à savoir les pentes de la retenue et plus généralement le bassin versant sont soumis à l'altération et à l'érosion. Ces phénomènes naturels, plus particulièrement dans la jeune morphologie alpine, sont la cause d'une abrasion constante et ainsi d'une modification continue du relief. L'érosion se manifeste principalement par les événements suivants:

a) *En rocher:*

- Chute de blocs
- Eboulement rocheux
- Tassement, glissement

b) *En terrain meuble:*

- Eboulement de composantes grossières (gravier, blocs)
- Lessivage de la fraction fine (p. ex. lors de pluies intenses ou de la fonte des neiges)
- Glissements, tassements
- Coulées de boues, coulées torrentielles

Les genres d'érosion mentionnés ci-dessus se produisent avec des vitesses (phénomènes durables), des fréquences (phénomènes périodiques) et des extensions différentes. Dans le cas de phénomènes durables comme les glissements, les vitesses de déplacement des masses rocheuses ou de terrain meuble peuvent varier fortement avec le temps.

Les interventions constructives comme les excavations superficielles en rocher ou en terrain meuble causent souvent une accélération des phénomènes d'érosion.

Les menaces potentielles pour les aménagements qui résultent de l'érosion sont:

- L'endommagement de parties des aménagements, avec des conséquences possibles pour la sécurité de l'exploitation (p.ex. vannes, prises d'eau, bassin amortisseur)
- La génération de vagues lors du glissement ou de la chute de masses importantes dans la retenue
- L'accumulation de matériaux dans des zones (p.ex. pertuis d'entrée de la vidange de fond) qui par principe devraient rester libres de sédiments.

Les masses de glace ou de neiges dont l'évolution du point de vue de la stabilité s'avère directement ou indirectement significative pour la sécurité des aménagements sont à considérer de manière similaire.

6.3.2 Domaine de la retenue

Les matériaux flottants peuvent causer l'obturation des évacuateurs de crues et des organes de vidange. Les débris divers ainsi que les constructions abandonnées dans la zone du rivage peuvent générer des objets flottants.



Les variations du niveau des eaux provoquent une alternance de l'érosion et de la sédimentation dans les zones de confluence des affluents. L'évolution de la sédimentation peut être estimée par des observations. La sédimentation cause une réduction du volume de rétention normal et aussi du volume disponible pour la rétention des crues.

L'action mécanique des vagues favorise l'érosion des rives.

Des masses de glace peuvent se détacher des glaciers et provoquer des raz de marée dans la retenue. D'autre part, les masses de glace partiellement noyées par la retenue peuvent se détacher du fait des sous-pressions.

Selon le niveau de la retenue, les torrents latéraux se déversent dans le lac avec un gradient souvent élevé. Il peut en résulter des éboulements rocheux ou une instabilité locale du versant. Une pollution des eaux se manifeste alors par la formation d'écume.

L'assèchement d'un affluent latéral est le signe d'une infiltration dans son cours supérieur et de mouvements du versant. Les eaux atteignent alors la retenue à un autre endroit.

Les matériaux flottants peuvent être aspirés par les tourbillons causés par les prises d'eau. Ces remous peuvent par ailleurs représenter un danger pour les embarcations et les baigneurs.

Les amenées d'eau vers la retenue se font, selon le niveau du lac, sous forme de chute d'eau qui peut engendrer des remous dangereux.

6.3.3 Domaine des rives

Les cours d'eau superficiels après la fonte des neiges et lors de pluies intenses peuvent causer une érosion accrue et la saturation du terrain. Il en résulte l'apparition de nouvelles sources. La stabilité du versant est réduite par l'élévation du niveau de la nappe. Les talus instables peuvent, en cas de glissement, causer une vague ou obstruer l'entrée des prises d'eau. Des modifications du niveau de la nappe se marquent souvent par des modifications de la végétation auxquelles une attention particulière doit être portée.

Les murs de soutènement, les parois de pieux ou les parois de palplanches etc. ont pour but le soutien de masses de terrains meubles. Les déformations ou fissures apparaissant dans ces types d'ouvrage sont le signe d'importantes redistributions des contraintes et ainsi de modifications des conditions de stabilité des talus. De plus, le lessivage de matériel derrière de tels ouvrages peut mettre leur stabilité en danger. Les boulons, ancrages, treillis et câbles sont soumis non seulement à la contrainte du massif, mais aussi à la corrosion. On doit admettre que les défauts constatés à certains éléments peuvent affecter des éléments similaires dans un rayon proche.

6.3.4 Bassin versant

La couverture végétale et glaciaire du bassin versant est l'objet de changements continus. La fonte des glaces cause par exemple une perte de cohésion des éboulis de pente et met ainsi en danger la stabilité des versants. Le coefficient d'écoulement et par conséquent le danger de crues est augmenté par des changements à grande échelle de la couverture végétale (défrichement etc.). L'appauvrissement de la couverture végétale cause également

une augmentation sensible de l'érosion. En dehors des influences naturelles, les impacts causés par l'agriculture, le trafic ou encore le tourisme peuvent modifier la couverture végétale.

6.3.5 Site du barrage

La partie des versants au-dessus du barrage a souvent été l'objet de travaux d'excavation et de soutènement lors des travaux de construction, ceci afin d'obtenir un ancrage suffisant de l'ouvrage dans le massif rocheux. La chute de pierres est ici particulièrement dangereuse, car, en dehors des barrières et installations diverses, les personnes (personnel d'entretien, touristes) sont menacés. Tout signe d'érosion, de lessivage ainsi que de corrosion affectant les ouvrages de soutènement doit être noté. Les ouvrages d'art peuvent aussi faire l'objet d'actes de malveillance.

Dans la partie des versants à l'aval du barrage, une attention particulière sera portée à l'apparition de résurgences d'eau, ainsi qu'au développement de zones humides et aux changements de la végétation. Des phénomènes d'érosion ou de sédimentation peuvent être engendrés par l'exploitation des ouvrages annexes et porter préjudice à la zone de fondation. Le comportement des sources dans la zone du barrage fait le plus souvent partie intégrante des mesures de contrôle de l'ouvrage. L'apparition de nouvelles sources doit être annoncée immédiatement, et leur évolution mesurée. Les eaux de résurgence doivent toujours être analysées quant à leur contenu en substances non dissoutes, car ces dernières sont un indicateur d'érosion interne dans le sous-sol ou dans le corps de digues. Des dépôts de fines à l'aval des sources indiquent également une érosion interne.

Les installations de drainage, même si elles ne font pas partie du dispositif de mesure de l'ouvrage, sont à contrôler quant à leur bon fonctionnement. Le tarissement de drains laisse supposer un colmatage ou un dommage encouru par les drains. Le gel peut également entraver l'écoulement et causer une mise en pression qui peut s'avérer dangereuse. Comme dans le cas des sources, il est nécessaire ici aussi de contrôler la qualité et la charge solide des eaux.

Dans les galeries de drainage ou de reconnaissance non-revêtues, les déformations éventuelles ainsi que tout changement survenant dans les venues d'eau doivent retenir l'attention. Le tarissement ou l'apparition de nouvelles venues d'eau doit être documenté. Dans les galeries d'injection revêtues, les venues d'eau chargées ou non en coulis d'injection ainsi que les efflorescences calcaires sont à contrôler.

6.3.6 Domaine des ouvrages annexes

Dans beaucoup d'aménagements alpins, l'évacuateur de crues n'est jamais ou que rarement mis à contribution. Des glissements ou éboulements éventuels dans la zone de l'exutoire ne sont de ce fait pas gênants durant de longues périodes. L'état de la zone d'exutoire doit être cependant notée soigneusement et communiquée. Selon la situation, un nettoyage de cette zone doit être entrepris.

La stabilité des rives et des talus à l'aval de la zone d'affouillement peut être affectée par l'érosion du cours d'eau. L'occurrence simultanée de crues et de glissements peut causer une obstruction du lit de la rivière.



L'accumulation de débris flottants et de sédiments, de même que l'érosion à l'aval d'un bassin amortisseur peuvent en affecter son bon fonctionnement hydraulique.

6.4 Evénements et observations à documenter

Les événements qui affectent les appuis et les environs du barrage et qui doivent être documentés par le surveillant de barrage sont présentés ci-dessous dans un ordre thématique, et ordonnés par type d'ouvrage dans la checkliste en annexe.

Rocher, massif rocheux

- Chute de pierres (chute sporadique ou périodique d'un ou plusieurs blocs)
- Eboulement rocheux
- Ouverture de fissures ou crevasses

Terrains meubles

- Glissement
- Erosion des rives ou dans la zone de battement de la surface du lac
- Coulées torrentielles
- Sédimentation, comblement
- Fissures de traction en surface
- Modification du relief (formation de dépressions, de boudins etc.)

Végétation

- Inclinaison des arbres
- Changement dans la végétation

Ouvrages aux abords de la retenue et des appuis

- Fissures, déformations, tassements (murs, routes)

Cours d'eau superficiels

- Formation de digues naturelles (danger de coulées torrentielles)
- Infiltration, tarissement, modification du tracé (modification significative du régime)
- Turbidité anormale
- Formation, accumulation de débris flottants (dans la retenue ou le long des affluents latéraux)

Sources

- Modification marquée du débit des sources existantes
- Turbidité des sources existantes
- Apparition de nouvelles sources ou de zones humides
- Tarissement, assèchement de zones humides

Glaciers, couverture de neige

- Rupture de séracs
- Avalanches



Un protocole des observations et des événements constatés doit être effectué lors du contrôle visuel. La meilleure méthode réside dans le report sur carte des observations accompagné d'une notice descriptive, où des photographies apportent un complément utile. Dans tous les cas, le rapport des observations devrait fournir une réponse aux questions suivantes:

Question	Description	Exemple
QUOI?	Type de phénomène ou d'événement	Eboulement rocheux, blocs jusqu'à 2 m ³
OÙ?	Lieu de l'événement, provenance	Blocs aux abords de l'amenée X. Les blocs proviennent de la paroi rocheuse, 25 m au-dessus du portail.
QUAND?	Date de l'observation Date d'occurrence Cause, contexte	23.5.94 15.4-23.5.94 Fonte des neiges
DIMENSIONS	Volume, dimensions	env. 400 m ³



OBSERVATIONS	DOMAINE	MOUVEMENTS										AUTRES												
		Fissures	Déplacements	Eboulements rocheux	Chute de pierres	Glissements	Tassements	Matériaux flottants	Formation de remous	Formation d'écume	Turbidité	Venue d'eau	Colmatage	Gel	Retrait des glaces	Sédimentation	Erosion	Humidification	Assèchement, tarissement	Modification de la végétation	Agriculture	Tourisme	Dommmages en général	
6.1	Retenue																							
6.1.1	Queues de la retenue							X					X	X	X	X					X	X		
6.1.2	Affluents latéraux			X	X	X			X					X	X	X			X		X	X		
6.1.3	Prises d'eau							X	X	X													X	
6.1.4	Amenées d'eau							X	X	X	X		X										X	
6.2	Rives																							
6.2.1	Rive droite / gauche	X	X	X	X	X	X				X				X	X	X			X	X	X		
6.2.2	Soutènement de talus	X	X			X	X									X					X			
6.2.3	Soutènement en rocher	X	X	X		X	X								X						X			
6.2.4	Sources						X		X	X		X						X	X					
6.3	Bassin versant																							
6.3.1	Glaciers	X		X		X							X	X									X	
6.3.2	Végétation																			X	X	X		
6.3.3	Versants instables	X	X		X	X	X									X	X	X	X					
6.3.4	Zones d'éboulements rocheux	X	X	X	X	X	X									X	X							
6.4	Site du barrage																							
6.4.1	Versant droit / gauche	X	X	X	X	X	X	X			X				X	X	X			X	X	X		
6.4.2	Soutènement des versants	X	X			X	X									X					X			
6.4.3	Sources						X		X	X		X	X						X	X				
6.4.4	Galeries revêtues	X	X								X						X	X						
6.4.5	Galeries de drainage		X	X	X						X	X	X				X	X					X	
6.4.6	Drains					X				X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X		X	
6.4.7	Puits de détente									X	X	X	X			X	X	X	X	X	X		X	
6.4.8	Dérivation des eaux de percolation						X	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
6.5	Domaine des ouvrages annexes																							
6.5.1	Exutoire de l'évacuateur de crues			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X		X	X	
6.5.2	Bassin amortisseur / contre-bassin			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X		X	X	
6.5.3	Exutoire de la vidange de fond			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X		X	X	
6.5.4	Rivière			X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X			X	X		X	X	
6.6	Infrastructures																							
6.6.1	Routes, chemins, places de parc			X	X											X	X				X	X	X	
6.6.2	Ponts	X					X	X			X	X	X	X	X	X							X	
6.6.3	Tunnels, galeries	X		X	X						X	X	X			X	X	X	X	X			X	
6.6.4	Conduites					X	X									X							X	
6.6.5	Eclairage						X																	X

Tableau 6.1: Liste des contrôles pour les appuis et environs

7. OUVRAGES ANNEXES

7.1 Définition

Les ouvrages annexes sont les parties d'installations hydrauliques, soit qui se trouvent à proximité immédiate d'un barrage ou d'une digue, soit qui sont intégrées dans le barrage ou la digue. Ils servent exclusivement à l'exploitation sûre de l'ouvrage de retenue.

7.2 Composants des ouvrages annexes

7.2.1 Généralités

Parmi les ouvrages annexes on peut distinguer différentes constructions et installations.

Il s'agit d'une part de:

- évacuateur de crues,
- organes de vidange tels que vidange de fond ou vidange intermédiaire,
- prises d'eau d'exploitation,
- galerie de purge.

Ces ouvrages se composent fondamentalement d'une partie hydraulique et d'installations hydromécaniques, qui se trouvent partiellement dans la chambre des vannes.

D'autre part, pour l'exploitation sûre, il y a aussi les installations suivantes:

- bâtiments,
- moyens de télécommunication (radio, téléphone)
- moyens et installations pour la prévention des accidents et pour la sécurité du personnel.

Le présent chapitre contient les données et les lignes directrices pour le contrôle de l'état des ouvrages, mais par contre n'en donnent aucunes pour les contrôles de fonctionnement ni les expertises de l'état des obturateurs mobiles (cf. chapitre 8).

Les routes et chemins d'accès sont traités au chapitre 6.

Les installations et équipements, qui sont soumis à des règlements et des prescriptions de service, tels que:

- ascenseurs, pont-roulant et téléphériques,
- alimentation énergétique et éclairage,
- ventilation,

ne sont pas mentionnés dans ce texte. Les gardiens de barrage sont par contre quand même tenus de tenir les yeux ouverts et d'annoncer les défauts constatés.

7.2.2 Evacuateur de crues

Ces installations doivent avant tout être parfaitement fiables à lac haut et dans la phase de pleine retenue. Les objets flottants comme le bois, les débris etc. sont à éliminer absolument à cause du risque de colmatage. Une partie des installations doit être remise en service au printemps, sous conditions. Il faut aussi contrôler si des bouchons de neige ou de glace se sont formés dans la zone d'écoulement. Les contrôles sont éventuellement à intensifier en été/automne selon opportunité.



Les contrôles des parties côté amont sont à faire absolument au printemps ou lors d'un abaissement du plan d'eau (ceci est aussi valable pour les paragraphes 7.2.3 et 7.2.4).

Un contrôle après chaque amorçage est indispensable.

7.2.3 Organes de vidange (vidange de fond et vidange intermédiaire)

Ici est conseillé entre autre également le contrôle du tronçon côté aval juste avant la mise en service, aussi loin que cela est encore possible (par ex. avant le contrôle des équipements hydromécaniques). La couleur de l'eau s'écoulant est à contrôler, de manière à pouvoir fermer en cas d'un éventuel atterrissement dans la zone d'entrée (ceci est aussi valable pour le paragraphe 7.2.4).

7.2.4 Prise d'eau d'exploitation

Étant donné que cette installation est toujours sous l'eau, la planification de son contrôle d'état est très importante. Celui-ci doit absolument avoir lieu à chaque abaissement du plan d'eau.

7.2.5 Bâtiments

(bâtiments du treuil, maison des barragistes, logements de secours)

Ces ouvrages servent à la protection des hommes et des machines. Les équipements dans la maison des gardiens de barrage sont très importants en cas d'événements exceptionnels comme les crues. Pour cela, il est nécessaire d'avoir en tout cas suffisamment de provisions disponibles, qui doivent être renouvelées au fil du temps.

7.2.6 Moyens de télécommunication

Ce sont des moyens importants qui sont indispensables pour la conduite lors d'événements exceptionnels. Des contrôles de fonctionnement doivent être exécutés régulièrement.

Les emplacements des liaisons radio sont encore et toujours à contrôler, de sorte que les communications avec l'exploitation et les autorités soient toujours garanties, même dans des situations extrêmes.

7.2.7 Prévention des accidents et équipement de sécurité

Le propriétaire d'ouvrages de retenue est responsable pour la sécurité du personnel d'exploitation et pour les tierces personnes, dans la mesure où celles-ci peuvent pénétrer sur le site des installations.

Les panneaux d'avertissement de crues sur les rivières et cours d'eau qui sont touchés par l'exploitation des centrales, doivent être contrôlés régulièrement. Les équipements de sauvetage doivent être en permanence disponibles et opérationnels.

Dans les endroits critiques, des lampes sont indispensables.

7.3 Dégâts spécifiques sur les ouvrages annexes

Les dommages et les modifications de l'aspect des dommages sur des parties d'ouvrages sont imputables aux causes suivantes:

-
- mouvements dans l'élément de construction et/ou dans les environs,
- effet de l'eau qui pénètre en pression dans les parties d'ouvrages ou dans leur voisinage,
- effet de l'écoulement torrentiel de l'eau,
- vieillissement,
- dégâts dus au gel,
- chute de blocs et de matériaux meubles ou chute de pierres.

Pour les termes « mouvements, eau sous pression et vieillissement », les explications du chapitre 3.3 sont également valables ici. En conséquence, dans la suite du présent chapitre, les dégâts et défauts non encore expliqués seront décrits un peu plus en détails.

7.3.1 Dégâts résultant de l'effet de l'écoulement torrentiel de l'eau

L'écoulement torrentiel conduit à:

- l'abrasion
- l'affouillement
- l'érosion au-delà des déversoirs, des irrégularités et des transitions (par ex. rocher - béton).

7.3.2 Dégâts dus aux conditions météorologiques et au vieillissement

Ici on pense aux dégâts dus au gel sur les éléments en béton ainsi qu'aux affaissements de rocher dans des galeries non revêtues.

7.3.3 Divers dégâts et défauts

Il s'agit de dégâts à:

- bâtiments y compris leurs équipements (meubles, chauffage, éclairage, etc.)
- canalisations
- alimentation en eau
- moyens de télécommunication
- équipements de sécurité.

Ces défauts sont influencés par les facteurs techniques les plus divers comme les influences humaines et autres.

7.4 Rapport relatif aux observations effectuées

Les indications présentées au chapitre 3.4 sont aussi valables ici.



7.5 Indications pour le contrôle des ouvrages annexes

7.5.1 Données générales

Une partie des remarques sur les indications pour les inspections des chapitres 3.5 (Barrages) et 4.5 (Digues) et des check-lists y relatives, peut être judicieusement reportée sur les différents ouvrages dans ce chapitre.

A côté de l'examen de l'état constructif ou général des installations, il y a aussi le contrôle de la fiabilité de fonctionnement d'exploitation à considérer particulièrement. Cette capacité de fonctionnement peut et doit être vérifiée en partie avec le personnel d'exploitation avec une assistance réciproque (par ex. le gardien de barrage contrôle avant et après les essais en eau vive de la vidange de fond le réseau de galeries vers l'aval).

L'aptitude au service de toutes les parties des ouvrages annexes est rentable dans les cas d'événements particuliers ou extrêmes, et facilite les travaux qui doivent être exécutés dans ces cas-là dans des conditions peut-être contraignantes.

La check list ci-jointe sert d'exemple pour les contrôles (voir tableau 7.1a-7.1c).

7.5.2 État des différentes parties

Comme les différentes parties des installations présentent les mêmes éléments constructifs, la répartition suivante a été prise pour la check list.

a) Partie d'installation hydraulique

État:

- des éléments en béton
- de la zone d'entrée
- de la galerie de vidange
- de la zone de sortie
- des divers équipements

b) Chambre des vannes

État:

- des éléments en béton
- des parties non revêtues
- des divers équipements

c) Bâtiments

État:

- de la construction
- des équipements (mobilier, cuisine, douche, WC, radio etc.)
- des alimentations en eau et énergie
- des canalisations
- des provisions de secours (disponibles en quantité suffisante et de bonne qualité)



d) Moyens de communication

- téléphone
- radio (depuis quel lieu les conditions sont-elles optimales pour les communications ?)

e) Prévention des accidents, équipements de sécurité

État:

- des fermetures (sécurité)
- des mains courantes et balustrades (ancrages, sécurité)
- des équipements de sauvetage (sécurité, quantité suffisante, aptitude)
- du matériel sanitaire (quantité et qualité)
- des panneaux d'avertissement de crues (disponibilité et lisibilité)



	Observations	Déformation					Eau					Vieillessement					Divers						
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
	Eléments	Indices de mouvements	Bosses	Fissures	Arête d'arrachement	Ecrasement - cisaillement	Parties humides/mouillées	Efflorescence	Venues d'eau concentrées	Neige et glace	Alluvions / bois	Affouillement	Dégâts dus au gel	Décollement de béton	Nid de gravier	Changement structurel	Changement de couleur	Détachement de bloc	Ancrages	Colmatages	Rouille - armatures rouillées	Contrôle de communication	Qualité
1	Partie hydraulique																						
1.1	Eléments en béton																						
1.1.1	Fondation	X		X			X	X	X	X			X	X	X	X	X		X				
1.1.2	Radier	X		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X		
1.1.3	Parois	X		X			X	X	X	X			X	X	X	X	X		X		X		
1.1.4	Dalle, calotte	X		X			X	X	X	X			X	X	X	X	X		X		X		
1.1.5	Couronnement	X		X			X	X	X	X			X	X	X	X	X		X				
1.1.6	Joint	X					X	X	X	X		X	X	X		X	X						
1.1.7	Arêtes												X	X									
1.1.8	Puits	X		X			X	X	X	X			X	X	X	X	X		X	X			
1.2	Zone d'entrée																						
1.2.1	Talus	X			X	X	X	X	X	X						X	X						
1.2.2	Pieds de talus	X				X	X	X	X	X													
1.2.3	Mur	X				X	X	X	X	X		X	X	X	X	X							
1.2.4	Enrochements	X				X	X	X	X	X									X				
1.2.5	Sédiments																						
1.2.5.1	avant l'entrée																				X		
1.2.5.2	après l'entrée																				X		
1.3	Galerie de vidange																						
1.3.1	Galerias revêtues																						
1.3.1.1	Radier	X		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X	X	X		
1.3.1.2	Parois	X		X			X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X		X		
1.3.1.3	Calotte	X		X			X	X	X	X	X		X	X	X	X	X		X		X		
1.3.1.4	Transition rocher/béton	X		X			X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		X				
1.3.1.5	Joints	X					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X							
1.3.2	Galerias non revêtues																						
1.3.2.1	Radier	X		X			X	X	X	X	X	X					X	X					
1.3.2.2	Voûte	X		X			X	X	X	X		X					X	X					
1.3.2.3	Faïlles /discontinuités	X		X			X	X	X	X	X												
1.3.3	Galerias blindées																						
1.3.3.1	Blindage	X	X	X				X														X	
1.4	Zone de sortie (voire chapitre 6)																						

Tab. 7.1a Liste des contrôles visuels des ouvrages annexes



Observations	Déformation					Eau						Vieillessement						Divers				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
Eléments	Indices de mouvements	Bosses	Fissures	Arête d'arrachement	Ecrasement - cisaillement	Parties humides/mouillées	Efflorescence	Venues d'eau concentrées	Neige et glace	Alluvions / bois	Affouillement	Dégâts dus au gel	Décollement de béton	Nid de gravier	Changement structurel	Changement de couleur	Détachement de bloc	Ancrages	Colmatages	Rouille - armatures rouillées	Contrôle de communication	Qualité
2	Chambre des vannes																					
2.1	Eléments en béton																					
2.1.1	X		X		X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X					
2.1.2	X		X		X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X			X		
2.1.3	X		X		X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X			X		
2.1.4									X	X		X	X	X					X			
2.1.5	X		X		X	X	X	X	X			X	X	X	X	X	X			X		
2.1.6									X	X									X			
2.2	Chambre non revêtue																					
2.2.1	X		X		X	X		X	X									X	X			
2.2.2	X		X		X	X		X	X									X	X			
2.2.3	X		X		X	X		X	X													
2.3	Equipements divers																					
2.3.1																						X
2.3.2																						X
2.3.3																						X
3	Bâtiments																					
3.1	X		X			X	X	X	X			X	X	X			X	X		X		
3.2																						X
3.3																						X
3.4																			X			
3.5																						X
3.6																						X
4	Communication																					
4.1																						X
4.2																						X
4.3																						X
4.4																						X
4.5																						X
5	Prévention des accidents, sécurité																					
5.1																		X		X		X
5.2																		X		X		X
5.3																						X
5.4																						X

Tab. 7.1b Liste des contrôles visuels des ouvrages annexes



8. EQUIPEMENTS HYDROMECHANIQUES ET GROUPE ELECTROGENE DE SECOURS

8.1 Définition

Par "équipements hydromécaniques" on entend, dans le cas des barrages, les organes mobiles qui servent à la régulation du niveau de la retenue (évacuation des crues) et à la vidange du réservoir.

Les vidanges de fond sont en règle générale pourvues de deux vannes, l'une servant d'organe de sécurité (vanne de révision), l'autre de vanne de service ou de réglage. En revanche, les vidanges intermédiaires ne sont fréquemment dotées que d'une seule vanne. Celle-ci est le plus souvent du type "vanne plane" ou plus rarement du type "vanne segment".

Les organes mobiles des évacuateurs de crue sont constitués de vannes clapet ou de vannes segment.

Tous ces organes de fermeture fonctionnent avec un entraînement oléodynamique ou électromécanique.

Afin d'obtenir une sécurité accrue avec un risque résiduel minimum, tous ces organes seront soumis à un contrôle de fonctionnement au moins une fois par année (cf. Chapitre 2.1.3).

8.2 Contrôle de l'état des organes de fermeture et de réglage (vannes coulissantes, vannes segment et vannes clapet)

Check list: - Tableau 8.1 Organes à entraînement oléodynamique
Tableau 8.2 Organes à entraînement électromécanique

8.2.1 Structure

L'ossature des vannes doit être inspectée de façon détaillée quant à d'éventuels dommages mécaniques et d'éventuelles déformations. La visserie et les soudures doivent également faire l'objet d'un contrôle.

8.2.2 Protection anticorrosion

Tous les éléments des vannes (y compris les armatures) doivent être contrôlés du point de vue de la corrosion. Les dégâts à la couche de peinture protectrice qui atteignent le métal, doivent être immédiatement réparés par un spécialiste. En cas d'usure normale de l'enduit, on décidera de cas en cas si et quand l'enduit de protection doit être renouvelé.

8.2.3 Joints d'étanchéité métalliques et lubrification

Toutes les surfaces d'étanchéité et les glissières doivent être soigneusement contrôlées quant aux dommages mécaniques ainsi qu'à la corrosion (cratères). Les surfaces et les glissières qui sont fortement endommagées ou dont l'étanchéité n'est plus satisfaisante, doivent être réparées, voire remplacées. De plus, le fonctionnement des dispositifs de lubrification doit être testé.



8.2.4 Joints d'étanchéité en caoutchouc

Les joints d'étanchéité en caoutchouc peuvent être endommagés très facilement et doivent de ce fait être contrôlés chaque fois que l'occasion se présente. Ce contrôle s'étend aussi à la fixation des joints. Les joints endommagés sont à remplacer complètement et sans délais. La réparation de caoutchoucs endommagés n'est pas admissible.

8.2.5 Glissières et bouclier latéral

On applique ici les mêmes contrôles que pour les joints métalliques (Chapitre 8.2.3).

8.2.6 Rails de guidage

Le contrôle porte sur les déformations et la corrosion, ainsi que sur les soudures et la visserie.

8.2.7 Blindages

Tous les blindages accessibles doivent être contrôlés quant aux dommages suivants: dommages mécaniques, déformations (p. ex. bosses), soudures fissurées, bouchons d'injection non étanches. On contrôlera que les exutoirs des drains, fonctionnant comme réducteurs de pression à l'aval ne sont pas colmatés ou entartrés. La protection anticorrosion sera contrôlée comme mentionné au Chapitre 8.2.2.

8.2.8 Sas de colmatage

Les éléments de tuyau et les vannes sont à inspecter visuellement quant à la corrosion et à l'étanchéité.

8.2.9 Purgeur d'air

Lors de la mise en charge d'une galerie ou du compartiment entre deux vannes, l'air doit pouvoir s'échapper. Il est de ce fait d'une grande importance que le purgeur d'air fonctionne parfaitement. Le contrôle de la bouche d'air est donc d'une nécessité absolue.

8.3 Entraînements oléodynamiques

Check list: - Tableau 8.1

8.3.1 Fixation de la vanne

La fixation de la vanne au vérin, respectivement au piston (boulons, soudures, visserie) doit être minutieusement contrôlée.



8.3.2 Fixation du vérin

Le contrôle de la fixation du vérin est identique à celui de la fixation de la vanne (cf. Chapitre 8.3.1).

8.3.3 Piston

Le piston doit être soigneusement contrôlé quant aux dommages mécaniques et à la corrosion. On portera une attention toute particulière au joint d'étanchéité piston/vérin.

8.3.4 Conduites d'huile

L'ensemble du réseau de conduites d'huile doit être soigneusement contrôlé. On contrôlera en particulier les raccords et les flexibles en pression quant à leur étanchéité.

8.3.5 Protection anticorrosion

Tous les éléments appartenant à l'entraînement oléodynamique doivent faire l'objet d'un contrôle de la corrosion. Sont également concernés les éléments en matériaux dits inoxydables.

8.4 Entraînements électromécaniques

Check list: - Tableau 8.2

8.4.1 Treuils

Le contrôle porte sur d'éventuels dommages et corrosions des structures et des éléments d'entraînement, ainsi que sur les soudures et la visserie.

8.4.2 Eléments de transmission mécanique

On contrôlera que tous les éléments, tels que chaînes de transmission, tiges filetées et crémaillères ne comportent ni dommages ni déformations et que leur fixation à la vanne est en bon état.

8.4.3 Protection anticorrosion

Tous les éléments du bâti, ainsi que les éléments d'entraînement et de transmission sont à contrôler quant à la corrosion. Les endroits fortement corrodés (cratères) feront l'objet d'une réparation immédiate.



8.5 Contrôle de fonctionnement

La manoeuvre des organes doit être effectuée conformément aux instructions de service délivrées par le fournisseur.

8.5.1 Entraînements oléodynamiques

Check list - Tableau 8.3

a) Niveau d'huile avant la manoeuvre

Avant la mise en service des pompes, le niveau d'huile dans le réservoir doit être contrôlé et noté. On s'assurera que le niveau actuel n'est pas plus bas que le minimum indiqué par le fabricant.

b) Niveau d'huile après la manoeuvre

Après la manoeuvre de la vanne ou après l'arrêt des pompes, le niveau d'huile sera à nouveau contrôlé. En cas de différences "avant/après", le système hydraulique et les pompes doivent être inspectés minutieusement quant à d'éventuelles fuites.

c) Pression d'huile lors de l'ouverture

Durant l'ouverture de la vanne, une lecture de la pression d'huile doit être effectuée et comparée à celle donnée par le fabricant.

En cas de pression trop basse, le système hydraulique et les pompes doivent être inspectés quant à d'éventuelles fuites. En cas de pression trop élevée, on vérifiera que la vanne est bien en mouvement et ne coince pas. Dans le cas d'une vanne coulissante, la raison d'une pression anormalement élevée peut être due à un défaut dans le système de lubrification.

d) Pression d'huile à la fermeture

Même procédure que lors de l'ouverture (cf. Chapitre 8.5.1.c)

e) Pression maximale en bout de course de la vanne

Lorsque la vanne arrive en bout de course, la pression d'huile doit être lue et comparée à celle indiquée par le fabricant.

En cas de pression trop basse, le système hydraulique et les pompes doivent être inspectés encore une fois quant à d'éventuelles fuites. Le cas échéant, on procédera à un nouveau réglage des valves de limitation de pression selon les instructions du fabricant.



f) Temps d'ouverture

Le temps d'ouverture de la vanne doit être mesuré et comparé avec celui indiqué par le fabricant. En cas d'excédent de temps, on en cherchera la cause (p. ex. débit des pompes insuffisant, c.-à-d. pompes défectueuses).

g) Temps de fermeture

Même procédé que pour l'ouverture (cf. Chapitre 8.5.1.f).

h) Commutation des pompes

Le bon fonctionnement de toutes les pompes doit être contrôlé, c'est-à-dire que toutes les vannes doivent être manoeuvrées avec chacune des pompes disponibles.

i) Manoeuvre de vannes par pompe à main

Le bon fonctionnement de la pompe à main doit être contrôlé, c'est-à-dire que toutes les vannes doivent être manoeuvrées brièvement avec la pompe à main.

j) Commande automatique des manoeuvres

La commande automatique de manoeuvres les vannes ainsi que des pompes doit être contrôlée. Pour ce faire, les différents cas d'exploitation doivent être simulés. Afin de contrôler toutes les procédures de commande, on vérifiera particulièrement que la commutation d'une pompe à l'autre fonctionne.

k) Accumulateurs à huile (réservoir d'huile en pression)

En présence de telles installations, on contrôlera leur bon fonctionnement avec l'organe de fermeture correspondant.

l) Groupe électrogène de secours

Le groupe de secours doit être mis en marche. On le laissera tourner durant quelques minutes afin de s'assurer de son bon fonctionnement. On contrôlera aussi la réserve de carburant et on la complétera au besoin.

m) Niveaux d'eau

Le niveau d'eau effectif (lu à l'échelle limnimétrique) sera comparé à celui mesuré par les instruments.



n) Fin de course des vannes

Les données de l'indicateur de position des vannes doivent être contrôlées lorsque la vanne est en bout de course. Un contrôle similaire doit être fait pour les lampes témoin.

o) Indicateur de position instantanée

Les données de l'indicateur seront observées et contrôlées durant la manoeuvre des vannes.

p) Dispositif de rappel

L'aptitude au fonctionnement du dispositif de rappel de la vanne doit être contrôlée, de même que le déclenchement de l'alarme en cas de panne. Ces procédures doivent être simulées.

q) Blocage de vanne

L'indicateur correspondant est à contrôler.

r) Lampes témoin

Toutes les lampes témoin doivent être contrôlées. Au besoin, on procédera à des simulations.

8.5.2 Entraînements électromécaniques

Check list: - Tableau 8.4

a) Systèmes de lubrification

Avant les essais de fonctionnement, on s'assurera que le graissage des paliers et des éléments de transmission a bien été effectué. On contrôlera également les niveaux d'huile des lubrificateurs des engrenages etc..

b) Puissance électrique pour l'ouverture

L'intensité (A) et la tension (V) lors du démarrage et de la manoeuvre doivent être lues précisément sur les instrument de mesure. De plus, on jugera de la réserve de puissance disponible.

c) Consommation d'électricité pour la fermeture

Même procédure que pour l'ouverture (cf. Chapitre 8.5.2.b)



d) Temps d'ouverture

Le temps d'ouverture doit être mesuré et comparé à celui indiqué par le fabricant. En cas de différences significatives, la raison doit en être recherchée.

e) Temps de fermeture

Même procédure que pour l'ouverture (cf. Chapitre 8.5.2.d)

f) Manoeuvre d'urgence

Le bon fonctionnement de la manoeuvre manuelle est à contrôler: chacune des vannes doit être brièvement actionnée à la main.

g) Groupe électrogène de secours

Le groupe électrogène de secours sera mis en marche et restera quelques minutes en service afin de s'assurer de son bon fonctionnement.

h) Commande automatique des manoeuvres

Lorsqu'une commande automatique en fonction du niveau d'eau existe, elle doit être contrôlée. On simulera les différents cas d'exploitation et on contrôlera le comportement des organes de fermeture.

i) Niveaux d'eau

Le niveau d'eau effectif (lu à l'échelle limnimétrique) sera comparé à celui mesuré par les instruments.

j) Fin de course des vannes

Les données de l'indicateur de position des vannes doivent être contrôlées lorsque la vanne est en bout de course. Un contrôle similaire doit être fait pour les lampes témoin.

k) Indicateur de position instantanée

Les données de l'indicateur seront observées et contrôlées durant la manoeuvre des vannes.

l) Surcharge

Les dispositifs de sécurité contre la surcharge des organes d'entraînement doivent être contrôlés.



m) Lampes témoin

Toutes les lampes témoin doivent être contrôlées. Au besoin, on procédera à des simulations.



Pos.	Structure	Organe de fermeture									Entraînement oléodynamique				
		8.2.1 Structure	8.2.2 Protection anticorrosion	8.2.3 Joints métalliques + lubrification	8.2.4 Joints en caoutchouc	8.2.5 Glissières et bouclier latéral	8.2.6 Rails de guidage	8.2.7 Blindages	8.2.8 Sas de colmatage	8.2.9 Purgeur d'air	8.3.1 Fixation de la vanne	8.3.2 Fixation du vérin	8.3.3 Piston	8.3.4 Conduites d'huile	8.3.5 Protection anticorrosion
1	Vannes coulissantes														
1.1	Vidange de fond, vanne de révision	X	X	X		X	X	X			X	X	X	X	X
1.2	Vidange de fond, vanne de service	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
1.3	Vidange intermédiaire, vanne de révision	X	X	(X)	X	X	X	X			X	X	X	X	X
1.4	Vidange intermédiaire, vanne de service	X	X	(X)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Vannes segment														
2.1	Vidange de fond, vanne de service	X	X		X	X	(X)	X	X		X	X	X	X	X
2.2	Vidange intermédiaire, vanne de service	X	X		X	X	(X)	X	X		X	X	X	X	X
2.3	Evacuateur de crue	X	X		X	X					X	X	X	X	X
3	Vannes clapet														
3.1	Evacuateur de crue	X	X		X	X					X	X	X	X	X
4	Divers:														
4.1	Batardeaux	X	X		X	X	X				(X)	(X)			(X)
4.2	Batardeau wagon	X	X		X	X	X				(X)	(X)			(X)
4.3	Grille d'entrée	X	X												
4.4	Portes blindées	X	X		X		X								

Légende: (x) = le cas échéant

Tableau 8.1: Liste pour le contrôle de l'état des organes de fermeture à entraînement oléodynamique



Pos.	Structure	Organe de fermeture								Entrainement électromécanique			
		8.2.1 Structure	8.2.2 Protection anticorrosion	8.2.3 Joints métalliques + lubrification	8.2.4 Joints en caoutchouc	8.2.5 Glissières et bouclier latéral	8.2.6 Rails de guidage	8.2.7 Blindages	8.2.8 Sas de colmatage	8.2.9 Purgeur d'air	8.4.1 Treuils	8.4.2 Eléments de transmission mécanique	8.4.3 Protection anticorrosion
1	Vannes coulissantes												
1.1	Vidange de fond, vanne de révision	X	X	X		X	X	X			X	X	X
1.2	Vidange de fond, vanne de service	X	X	X		X	X	X	X	X	X	X	X
1.3	Vidange intermédiaire, vanne de révision	X	X	(X)	X	X	X	X			X	X	X
1.4	Vidange intermédiaire, vanne de service	X	X	(X)	X	X	X	X	X	X	X	X	X
2	Vannes segment												
2.1	Vidange de fond, vanne de service	X	X		X	X	(X)	X	X		X	X	X
2.2	Vidange intermédiaire, vanne de service	X	X		X	X	(X)	X	X		X	X	X
2.3	Evacuateur de crue	X	X		X	X					X	X	X
3	Vannes clapet												
3.1	Evacuateur de crue	X	X		X	X					X	X	X
4	Divers:												
4.1	Batardeaux	X	X		X	X	X				(X)	(X)	(X)
4.2	Batardeau wagon	X	X		X	X	X				(X)	(X)	(X)
4.3	Grille d'entrée	X	X										
4.4	Portes blindées	X	X		X		X						

Légende: (x) = le cas échéant

Tableau 8.2: Liste pour le contrôle de l'état des organes de fermeture à entraînement électromécanique



Pos.	Structure	Pompe hydraulique / commandes											Signalisation						
		8.5.1.a Niveau d'huile avant manoeuvre	8.5.1.b Niveau d'huile après manoeuvre	8.5.1.c Pression d'huile lors de l'ouverture	8.5.1.d Pression d'huile lors de la fermeture	8.5.1.e Pression max. en bout de course	8.5.1.f Temps d'ouverture	8.5.1.g Temps de fermeture	8.5.1.h Commutation des pompes	8.5.1.i Manoeuvre par pompe à main	8.5.1.j Commande automatique des manoeuvres	8.5.1.k Accumulateurs à huile	8.5.1.l Mise en marche du groupe de secours	8.5.1.m Comparaison des niveaux d'eau	8.5.1.n Fin de course des vannes	8.5.1.o Indication position instantanée	8.5.1.p Dispositif de rappel	8.5.1.q Blocage de vanne	8.5.1.r Lampes témoin
1	Vannes coulissantes																		
1.1	Vidange de fond, vanne de révision	X	X	X	X	X	X	X	(X)	X	X				X	X		X	X
1.2	Vidange de fond, vanne de service	X	X	X	X	X	X	X	(X)	X	X	(X)	(X)	X	X	X		X	X
1.3	Vidange intermédiaire, vanne de révision	X	X	X	X	X	X	X	(X)	X	X				X	X		X	X
1.4	Vidange intermédiaire, vanne de service	X	X	X	X	X	X	X	(X)	X	X	(X)	(X)	X	X	X		X	X
2	Vannes segment																		
2.1	Vidange de fond, vanne de service	X	X	X	X	X	X	X	(X)	X	X	(X)	(X)	X	X	X		X	X
2.2	Vidange intermédiaire, vanne de service	X	X	X	X	X	X	X	(X)	X	X	(X)	(X)	X	X	X		X	X
2.3	Evacuateur de crue	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	(X)	(X)	X	X	X		X	X
3	Vannes clapet																		
3.1	Evacuateur de crue	X	X	X	X	X	X	X	(X)	X	X			X	X	X	X	X	X
4	Divers:																		
4.1	Batardeaux																		
4.2	Batardeau wagon																		
4.3	Grille d'entrée																		
4.4	Portes blindées																		

Légende: (x) = le cas échéant

Tableau 8.3: Liste pour le contrôle de l'état des organes de fermeture à entraînement oléodynamique



Pos.	Structure	Entraînement électromécanique							Signalisation				
		8.5.2.a Systèmes de lubrification	8.5.2.b Puissance électrique (A+V) pour l'ouverture	8.5.2.c Puissance électrique (A+V) pour la fermeture	8.5.2.d Temps d'ouverture	8.5.2.e Temps de fermeture	8.5.2.f Manoeuvre d'urgence	8.5.2.g Mise en marche du groupe de secours	8.5.2.h Commande automatique des manoeuvres	8.5.2.i Comparaison des niveaux d'eau	8.5.2.j Fin de course des vannes	8.5.2.k Indicateur de position instantanée	8.5.2.l Surcharge
1	Vannes coulissantes												
1.1	Vidange de fond, vanne de révision	X	X	X	X	X	X			X	X	X	(X)
1.2	Vidange de fond, vanne de service	X	X	X	X	X	X	(X)	(X)	X	X	X	(X)
1.3	Vidange Intermédiaire, vanne de révision	X	X	X	X	X	X			X	X	X	(X)
1.4	Vidange Intermédiaire, vanne de service	X	X	X	X	X	X	(X)	(X)	X	X	X	(X)
2	Vannes segment												
2.1	Vidange de fond, vanne de service	X	X	X	X	X	X	(X)	(X)	X	X	X	(X)
2.2	Vidange Intermédiaire, vanne de service	X	X	X	X	X	X	(X)	(X)	X	X	X	(X)
2.3	Evacuateur de crues	X	X	X	X	X	X	(X)	(X)	X	X	X	(X)
3	Vannes clapet												
3.1	Evacuateur de crues	X	X	X	X	X	X	(X)	(X)	X	X	X	(X)
4	Divers:												
4.1	Batardeaux												
4.2	Batardeau wagon												
4.3	Grille d'entrée												
4.4	Portes blindées												

Légende: (x) = le cas échéant

Tableau 8.4: Liste pour le contrôle de l'état des organes de fermeture à entraînement électromécanique



9 INSTALLATIONS DE MESURES

9.1 Introduction

9.1.1 But des contrôles

Les instruments de mesures servent en premier lieu à la surveillance du comportement de l'ouvrage et de ses environs et au contrôle de son état. Toutefois, tout comme de barrage ils doivent être examinés dans le cadre des contrôles du barrage. Les buts poursuivis sont notamment les suivants:

- Contrôle de l'état des instruments; identification rapide de détériorations, modifications, etc.
- Contrôle du fonctionnement des instruments et des installations
- Evaluation du besoin d'entretien et de révision

9.1.2 Type de contrôle

Selon les caractéristiques de l'équipement, les contrôles doivent avoir lieu plus ou moins souvent. Le tableau 9.1 donne une idée des intervalles usuels. En plus, on peut distinguer:

- des contrôles réguliers
- des contrôles périodiques

Des contrôles réguliers sont effectués lors de l'exécution de mesures. En règle générale ils s'effectuent en peu de temps et se limitent aux éléments facilement accessibles. Des contrôles périodiques s'effectuent suivant les besoins ou à des intervalles plus espacés. Ils s'agit entre autres d'essais de traction des rocmètres, du défrichage pour assurer la visibilité pour des mesures géodésiques, etc.

9.1.3 Conditions de sécurité pour les contrôles

Autant que possible les contrôles doivent être combinés avec les lectures des instruments. En général, il faut y renoncer quand le travail ne peut pas être fait en toute sécurité.

Ces dispositions de sécurité sont entre autres:

- Accès au barrage assuré sans dangers particuliers (avalanches)
- Communication du programme de contrôle (durée, lieu) par le collaborateur chargé de ce travail de son chef ou d'un collègue
- Suivi strict des instructions de travail



9.2 Eléments des installations de mesure

Les installations de mesures ne se limitent pas aux seuls instruments. Elles comportent les éléments suivants:

- Instrument de mesure (capteur, transformateur, appareil indicateur)
- Alimentation électrique, isolation, mise à la terre
- Boîte, fixation, inscription, code d'identification
- Installations pour le transfert des données

9.3 Défectuosités spécifiques

Des défauts concernant les instruments de mesure peuvent se présenter sous des formes diverses. Des défauts spécifiques sont:

- Saleté, dépôts calcaires dans des forages de pendules inversés, sur des crêtes de déversoirs, dans des canaux de drainage, rouille, etc.
- Alimentation électrique défectueuse, piles usées, raccordement de câbles imparfait
- Déplacements de la fixation
- Défauts mécaniques
- Protection imparfaite contre les eaux de condensation et les gouttes
- Alimentation insuffisante en substances diverses (graisse, eau dans des cuves pour les flotteurs de pendules inversés)

9.4 Etat, fonctionnement

Le contrôle des installations de mesure concerne l'état et le fonctionnement.

9.4.1 Contrôle de l'état

Les contrôles de l'état se font en premier lieu de manière visuelle. Ils comprennent:

Propreté:

Rouille, saletés, dépôts, poussière

Fixation:

vis déserrées, contacts intermittants, éléments détachés

Déplacements:

Traces aux parois et au sol, ajustement des instruments de mesure ou de l'échancrure du déversoir, centrage de la fixation

Défauts mécaniques:

Domage de la boîte, fixation déformée ou lâche, peinture incomplète, fils cassés, tubes ou tuyaux défectueux

Substances diverses:

Huile, graisse, niveau d'eau cuve du flotteur, piles

Intégrité:

Parties incomplètes



Influence de l'eau:

Eau de condensation, givrage

Domaine de la mesure:

Domaine de déplacements et mobilité limités, ajustement correct des vis d'arrêt

Exemples de manques souvent rencontrés:

Dépôts calcaire ou givrage qui limitent le mouvement du fil du pendule, vase dans la cuve d'amortissement du pendule, manque d'eau dans cette cuve dans le cas d'un pendule inverse, déviation du fil dû à la pénétration d'eau dans le forage d'un pendule inverse, crête de déversoir sale, empêchement du mouvement libre des tiges de l'extensomètre, visibilité limitée due à la végétation, manque d'étanchéité des tubes pour la mesure de la sous-pression, courants d'air provoquant des vibrations sur les fils des pendules, etc.



Instruments	Observations										
	Etat										
	Propreté, rouille	Siège, fermeté, fixation	Centrage, ajustage, déplacements	Dégats à la boîte	Huile, graisse, niveau d'eau	Déformations de fils de fer	Raccordement de tubes et tuyaux	Eau de condensation	Raccordement de câbles	Alimentation électrique	
Mesure de déformation											
Pendule, pendule inversé	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x	x
Alignement	x	x	x	x	x	x	x				
Extensomètre de tige ou de fil	x	x	x	x							
Micromètre coulissant	x	x	x	x							
Dilatomètre (Messanschläge, Tastuhren)	x	x	x								
Mesures d'inclinaison et d'angles (Clinomètre, Tiltmètre)	x	x	x	x				x	x	x	
Déformètres électriques noyés dans le béton									x		
Stations et repères pour géodésie	x	x	x	x							
Repère de tassement vertical	x	x	x								
Débit des eaux											
Déversoirs	x	x	x								
Aiguille de mesure	x	x	x								
Capteur automatique	x	x	x	x					x	x	
Récipient taré et chronomètre	x										
Magnéto-inductive, réflexion d'écho	x	x	x	x							
Pression de l'eau											
Balance	x	x	x	x			x			x	
Manomètre	x	x	x				x				
Cellules de pression							x			x	
Piézomètre	x	x									
Latte	x	x	x								
Câble lumineux	x								x	x	
Câble sonore	x								x		
Capteur ultrasons	x	x	x						x	x	
Turbidité											
Turbidimètre	x	x	x	x					x	x	
Températures											
Thermomètre	x	x		x							
Thermomètre électr., thermographe	x	x		x					x	x	
Précipitation											
Pluviomètre	x	x	x	x	x						
Totalisateur	x	x		x							
Pression de terres											
Cellules de pression									x		

Tableau 9.1: Liste pour le contrôle de l'état des installations de mesure



9.4.2 Contrôle du fonctionnement

Outre l'état, le fonctionnement correct des installations de mesures doit être contrôlé. Entrent en ligne de compte des analyses de plausibilité, des vérifications avec des instruments de contrôle ou des étalons ainsi que des contrôles spécifiques et périodiques. Une particularité concerne le contrôle des instruments inactifs.

La **plausibilité** de la valeur mesurée doit être vérifiée lors de l'exécution de mesures et à chaque point de mesure. Il s'agit là de la réponse à la question:

- La valeur mesurée, est-elle en somme juste?

Dans ce but, chaque installation (tant qu'elle n'est pas enterrée ou noyée dans le béton) devrait être vérifiée avec un instrument indépendant.

Quelques exemples typiques de telles vérifications: relevé de position du fil de pendule automatique - coordiscope, thermographe - thermomètre industriel à capillaire, déversoir - récipient taré et chronomètre, court-circuit des manomètres pour la mesure de sous-pression.

Si nécessaire une mesure double (aller et retour, répétition de la lecture) peut être envisagée.

En plus on doit vérifier si la valeur mesurée n'est pas proche de la limite de la portée des mesures.

Erreurs typiques, détectés par de tels contrôles sont les suivantes:

- Fausse lecture, erreur d'écriture, erreur de transmission
- Déplacement de l'instrument, fixation imparfaite de l'installation de lecture
- Mauvais fonctionnement de l'installation
- Mauvaise courbe d'étalon

Parmi les **contrôles avec instrument de contrôle**, on peut relever:

- Justification de l'instrument à la station de calibrage, avec des résistances calibrées dans le cas de thermographes, etc.
- Lectures des tensions, résistances ou valeurs de référence lors du contrôle de l'état et du fonctionnement suivant les instructions et le mode d'emploi du fournisseur
- Contrôle de la tension des piles ou de l'alimentation en courant

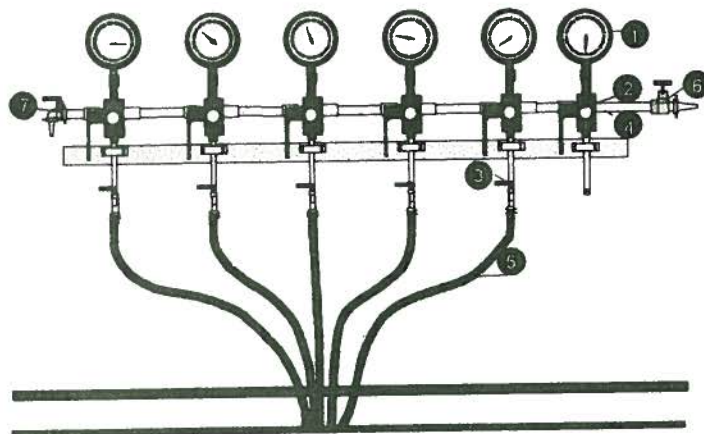
Des exemples de **contrôles périodiques** sont donnés ci-dessous. La liste n'est pas exhaustive.

L'essai de traction des tiges de l'extensomètre sert à s'assurer de la mobilité des tiges dans le forage ainsi que leur fixation stable pour mesurer les changements de longueur. Ils résultent des lectures fausses si ces tiges sont bloqués ou mal fixés.

Le contrôle du champ de mesure des pendules inversés sera effectué quand il y a lieu de croire que le mouvement du fil dans le forage peut être limité, par exemple par des déformations irréversibles.

Les manomètres pour la mesure des sous-pressions doivent être périodiquement contrôlés au moyen de manomètres de contrôle. (voir figure 9.1)

Schéma de principe du contrôle des manomètres pour la mesure de sous-pressions



- ① Manomètre avec raccordement 1/2"
- ② Robinet à 3 directions (voir schéma)
- ③ Robinet d 16
- ④ Tube d 16 avec raccordement au manomètre
- ⑤ Tube d 16
- ⑥ Robinet de fermeture
- ⑦ Robinet de fermeture avec raccordement pour pompe ou réseau d'eau (contrôle)

Schéma des positions du robinet à 3 directions

Position 1

Débit: tube- manomètre
Mesure de chaque position à part.



Position 2

Tous les manomètres donnent la pression du raccordement entre eux ou du manomètre de réserve (position 3)



Position 3

Débit tube - manomètre et tube- raccordement
Tous les manomètres donnent la même pression.

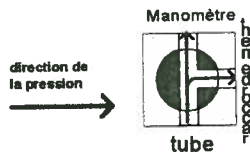


Fig. 9.1 Schéma de principe du contrôle des manomètres pour la mesure des sous-pressions

Les visées pour les mesures de géodésie doivent être contrôlées régulièrement et si nécessaire la végétation gênant doit être coupée.

9.5 Entretien, révisions

Pour empêcher des dégâts et le non-fonctionnement, un entretien régulier et l'exécution rapide des révisions sont indispensables.



Observations Instruments	Fonctionnement									
	régulièrement			périodiquement						
	Plausibilité de la valeur mesurée	Contrôle redondant	Alimentation en courant	Contrôle du champ de mesure	Etalonnage	Fonctionnement (instrum. inactifs)	Eclaircissement de visées	Enlèvement de dépôts, nettoyage	Essai de traction des rocmètres	
Mesure de déformation										
Pendule, pendule inversé	x		x	x	x			x		
Alignement	x			x	x					
Extensomètre de tige ou de fil	x			x	x			x	x	
Micromètre coulissant	x			x	x			x		
Dilatomètre (Messanschläge, Tastuhren)	x			x	x			x		
Mesures d'inclinaison et d'angles (Clinomètre, Tiltmètre)	x		x	x	x					
Déformètres électr. dans béton	x		x	x						
Stations et repères pour géodésie	x				x		x			
Repère de tassement vertical	x									
Débit des eaux										
Déversoirs	x	x		x	x			x		
Aiguille de mesure	x	x			x					
Capteur automatique	x	x		x						
Récipient taré et chronomètre	x	x	x	x						
Magnéto-inductive, réflexion écho	x	x	x	x						
Pression de l'eau	x									
Balance	x	x								
Manomètre	x	x								
Cellules de pression	x		x							
Piezomètre	x									
Latte	x									
Câble lumineux	x	x								
Câble sonore	x	x								
Capteur ultrasons	x	x								
Turbidité										
Turbidimètre	x		x							
Températures										
Thermomètre	x	x								
Thermomètre électrique, thermographe	x	x	x							
Précipitations										
Pluimètre	x		x							
Totalisateur	x									
Pression de terres										
Cellules de pression	x									

Tableau 9.2: Liste pour le contrôle du fonctionnement des installations de mesures



10 INSTALLATION POUR L'ALARME D'EAU

10.1 Introduction

Les contrôles des installations pour l'alarme d'eau décrit ci-dessous ne concernent que les installations électro-mécaniques. Les aspects d'organisation ne sont pas traités ici. Les équipements de l'alarme d'eau, c'est à dire les sirènes, sont, contrairement à la plupart des autres appareils, des installations inactives. Leur fonctionnement ne peut pas être testé par des considérations de plausibilité de valeurs mesurées.

10.2 Eléments de l'alarme d'eau

Les installations pour l'alarme d'eau comprennent:

- Centrale d'alarme d'eau, poste de secours
- Les sirènes d'alarme, ainsi que les installations pour leur déclenchement, l'alimentation électrique et d'air comprimé
- Les liaisons téléphoniques et radio

10.3 Etat, fonctionnement, entretien, révision

10.3.1 Contrôle de l'état

Le contrôle de l'état se fait d'une manière analogue aux contrôles des installations de mesures (voir 9.4).

10.3.2 Contrôle de fonctionnement

Contrôle annuel de fonctionnement

- Passage en revue de chaque installation
- Enregistrement du déclenchement
- Mise en marche du poste de secours

La centrale d'alarme d'eau est contrôlée en permanence par le centre de contrôle. Tout événement est enregistré. Les messages concernant des dérangements sont transmis aux usines électriques ou à Swisscom. Tout dérangement doit être éliminé aussi vite que possible.

Exécution des essais d'alarme

- Déclenchement depuis la centrale d'alarme d'eau
- Déclenchement depuis le poste de secours
- Déclenchement depuis une centrale civile

Avant le contrôle annuel des sirènes, chaque partie de l'installation, c'est à dire la centrale d'alarme d'eau, le poste de secours et les sirènes sera inspecté. Le déclenchement se fait à partir de tout les postes de déclenchement ainsi qu'à distance si une telle possibilité existe. La tonalité grave des sirènes sera vérifiée.



Observations Instruments	Contrôles									
	Avril						en plus au mois d'octobre			
	Nettoyage	Addition d'eau distillée	Contrôle de la charge	Contrôle redondant	Contrôle d'étanchéité	Contrôle de liaison	Contrôle d'huile	Révision soupape de rétention	Contrôle manostatique	Contrôle d'étanchéité
Piles	x	x	x							
Commandes				x						
Compresseurs et réservoirs	x				x		x	x	x	x
Transmission radio						x				

Tableau 10.1: Contrôle des installations pour l'alarme d'eau



11 BIBLIOGRAPHIE

- [1] Messanlagen zur Talsperrenüberwachung. Konzept, Zuverlässigkeit und Redundanz. Teil 1: Konzept, Teil 2: Messanlagen und Messmethoden, Teil 3: Messgeräte/Messmethoden. Schweizerisches Nationalkomitee für Grosse Talsperren 1989.
- Dispositif d'auscultation des barrages. Concept, fiabilité et redondance. 1re partie: concept, partie 2: équipements et méthodes de mesures, partie 3: appareils et méthodes de mesures. Comité National Suisse des Grands Barrages 1989.
- Measuring Installations for Dam Monitoring. Concepts, Reliability, Redundancy. Part 1: Concepts, Part 2: Measuring installations and methods, Part 3: Measuring devices - Measuring methods. Swiss Natinal Committee on Large Dams. "wasser, energie, luft - eau, énergie, air" 1991, p. 105 - 155, fig. 64, lit. 12.
- [2] Geodätische und photogrammetrische Deformationsmessung für die Überwachung der Stauanlagen. Schweizerisches Nationalkomitee für Grosse Talsperren.
Mesures de déformation géodésiques et photogrammétriques pour la surveillance des ouvrages de retenue. Comité National Suisse des Grands Barrages.
"wasser, energie, luft - eau, énergie, air" 1993, p. 181 - 242, fig. 61, lit. 33.
- The Geodetic and Photogrammetric Deformation Measurements of dams. Mesures de déformation géodésiques et photogrammétriques pour la surveillance des barrages. Swiss Natinal Committee on Large Dams / Comité National Suisse des Grands Barrages. 1997, p. 62, fig. 61, lit. 33.
- [3] *Indermaur W.*: Les tâches du gardien de barrage. "wasser, energie, luft - eau, énergie, air" 1984, p. 44 - 47, fig. 3, lit. 0.
- Indermaur W.*: Die Aufgaben des Talsperrenwärters. Vortrag anlässlich der Tagung über Talsperrenüberwachung des Schweizerisches Nationalkomitee für Grosse Talsperren am 6./7.10.1983.
- [4] Safety Evaluation of Existing Dams, A Manual for the Safety Evaluation of Embankment and Concrete Dams. United States Departement of the Interior; Water and Power Resources Service; Denver, Colorado 1983.
- [5] Training for Dam Operators, A Manual for Instructors. U.S. Bureau of Reclamation; Denver, Colorado 1981.
- [6] *R. B. Jansen*: Dams and Public Safety; A Water Resources Technical Publication. United States Departement of the Interior; Water and Power Resources Service; Denver, Colorado 1980.
- [7] Training Aids for Dam Safety, Dam Safety Inspection. 10 modules designed for engineers with little or no inspection experience, and technicians with some familiarity with dams. U.S. Bureau of Reclamation; Denver, Colorado 1988-94.
- [8] Dam Safety: An Owner's Guidance Manual. Colorado Division of Disaster Emergency Services (DODES). 1986.



- [9] Suggested Procedures for Safety Inspections of Dams. Federal Emergency Management Agency (FEMA) 1988.
- [10] Dam Safety Guidelines. Canadian Dam Safety Association; Edmonton, Alberta, Canada 1997



ANNEXE 1.1: Beispiele von Checklisten
Visuelle Kontrolle einer Hochwasserentlastung (Blatt 1 von 2)

Beobachtung	Deformation					Wasser							Alterung							Diverses				
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22		
Bauteil	Anzeichen von Bewegungen	Beulen	Risse	Abtraskanten	Stauchungen/Aufschiebungen	Fuchte/nasse Stellen	Kalkausfällungen	Konzentrierte Wassereintritte	Schnee und Eis	Anschwemmungen / Holz	Kolk	Frostschäden	Betonabplatzungen	Betonauswaschungen	Strukturveränderungen	Farbänderungen	Felsablosungen	Verankerungen	Verstopfungen	Rost / rostende Armierung	Verbindungskontrollen	Querschnitt		
1.3.1.2																								
1.3.1.3																								
1.3.1.4																								
1.3.1.5																								
1.3.2																								
1.3.2.1																								
1.3.2.2																								
1.3.2.3																								
1.3.3																								
1.3.3.1																								
2																								
2.1																								
2.1.1																								
2.1.2																								
2.1.3																								
2.1.4																								
2.1.5																								
2.1.6																								
2.2																								
2.2.1																								
2.2.2																								
2.2.3																								
2.3																								
2.3.1																								
2.3.2																								
2.3.3																								

Bemerkungen: Die Kommentare zu den entdeckten Schäden sind auf ein Beilageblatt zu schreiben. Die Anzahl der Beilagen ist auf Seite 1 festzuhalten. Die weissen Felder in vorstehender Tabelle sind, sofern alles in Ordnung ist, mit einem Gutzzeichen zu markieren, oder es ist ein Eintrag gemäss untenstehendem Beispiel zu machen.

Beispiel: 1.1.3 / 7 Kalkausfällung über die ganze Länge einer Betonlerfuge auf der linken Seite (1.1.3 / 7 bedeutet die Bezeichnung des Feldes in vorstehender Tabelle).



ANNEXE 1.2: Beispiele von Checklisten

Visuelle Kontrolle - Messstellen/Messgeräte

Messgeräte Kontrolle	Kontrolle Nr:	
	Anzahl Beilagen:	

Kontrollleur		Datum		Stauanlage	XY
Eingesehen		Datum			

Wetter	sonnig	bewölkt	Regen	Lufttemperatur		°C
Seestand		mü.M.				

Lote

Messstelle/-gerät	Block/Seite/Stollen/etc.	Kote mü.M.	✓	Beilage Nr. (nur mit Bem.)
Koordiskop	Gerät Nr. xy			
Gew.lot	Block 10	1830		
	Block 10	1850		
	Block 10	1870		
Gew.lot	Block 18	1810		
	Block 18	1830		

Alignemente

Messstelle/-gerät	Block/Seite/Stollen/etc.	Kote mü.M.	✓	Beilage Nr. (nur mit Bem.)

Dehnungsmessgeräte
Fugenmessgeräte
etc.



ANNEXE 1.3: Beispiele von Checklisten

Visuelle Kontrolle - Messstellen/Messgeräte, Beilage für Bemerkungen

Protokoll Kontrolle Messstelle/-gerät	Kontrolle Nr:	
	Beilage Nr:	

Stauanlage		Block		Kote	
		Seite		mü.M.	
		Stollen			

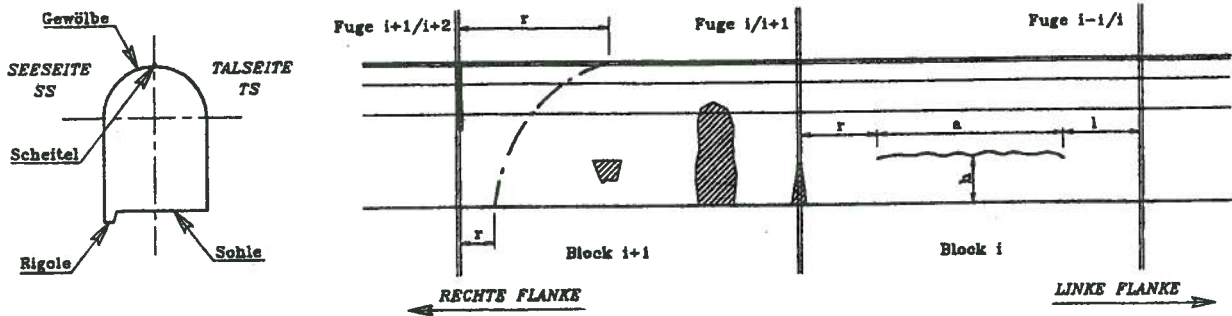
Zustand		Funktion	
Kontrolle	Bem. Nr.	regelmässige Kontrolle	Bem. Nr.
Gehäuse		Kontrolle MW mit redund. Messgerät	
Halterung		Kontrolle gemäss Bedienungsanleitung	
Justierung		Beweglichkeit mechanischer Teile	
mech. Zustand		Eichmessung	
Stromversorgung		Messwertbereichskontrolle	
Öl, Schmierfett, Wasserstand			
Service			
Betriebsstunden			
		periodische Kontrolle	
		Visuren geod. Beobachtungen	
		Versinterung Schwimmlote	
		Beweglichkeit Rockmeter	

Bemerkungen/Massnahmen

Nr.	Bemerkung (Art des Mangels, Ausmass, Auswirkung, Auftreten, frühere Beob.)	Massnahme
1		
2		
3		
4		

ANNEXE 2.1: Empfehlungen zur Lokalisierung von Beobachtungen an Staumauern

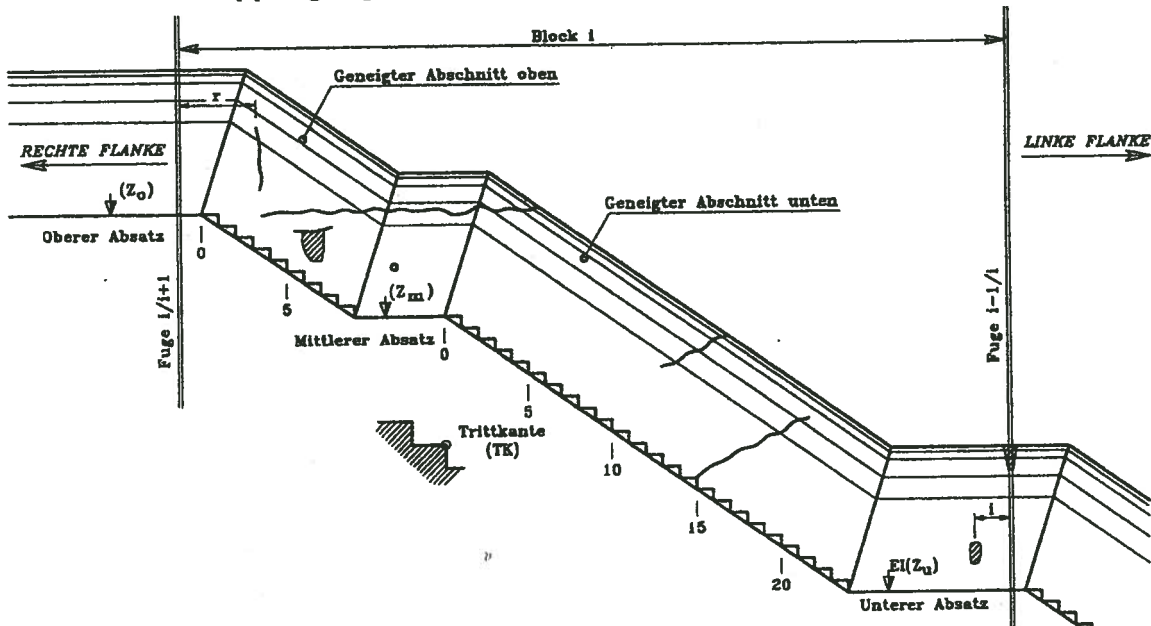
Horizontale Kontrollgänge



BEISPIELE:

Block i: Seeseite: Horizontalriss $r=3\text{m}$; $a=8\text{m}$; $l=5\text{m}$; $h=8\text{m}$
 Fuge i/i+1: Seeseite: Wassereintritt über Rigole
 Block i+1: Seeseite: nasse Zone von Sohle bis ins Gewölbe $a=3\text{m}$; $l=3\text{m}$
 nasser Fleck $r=7\text{m}$; $h=0.7\text{m}$
 Talseite: schiefer, gekrümmter Riss in Sohle $r=1\text{m}$; im Scheitel $r=4\text{m}$
 Fuge i+1/i+2: Gewölbe: Kalkausscheidungen; see-seits: wasserführend
 talseits: feucht

Treppengänge

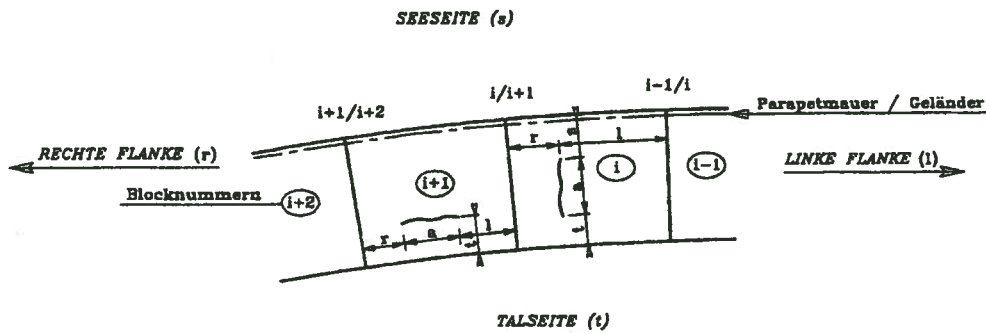


BEISPIELE:

Fuge i-1/i: am Scheitel tropfende Kalkausscheidungen
 Block i:
 Unterer Absatz: Seeseite: nasser Fleck $l=1\text{m}$; $h=0.6\text{m}$
 Gen. Abschnitt unten: Seeseite: schiefer Riss ab TK 15 bis knapp zum Scheitel
 Gewölbe: feiner schiefer Riss TK 13 - TK 17
 Mittlerer Absatz: Seeseite: kleiner Wasserstrahl $h=0.7\text{m}$
 Talseite: leicht offene Betonierfuge
 Gen. Abschnitt oben: Seeseite: wasserführende Kalkausscheidung bei TK 6-7
 Talseite: feiner Vertikalriss bei TK 3
 Fuge i/i+1: i.O. (in Ordnung)

ANNEXE 2.2: Empfehlung zur Lokalisierung von Beobachtungen an Staumauern

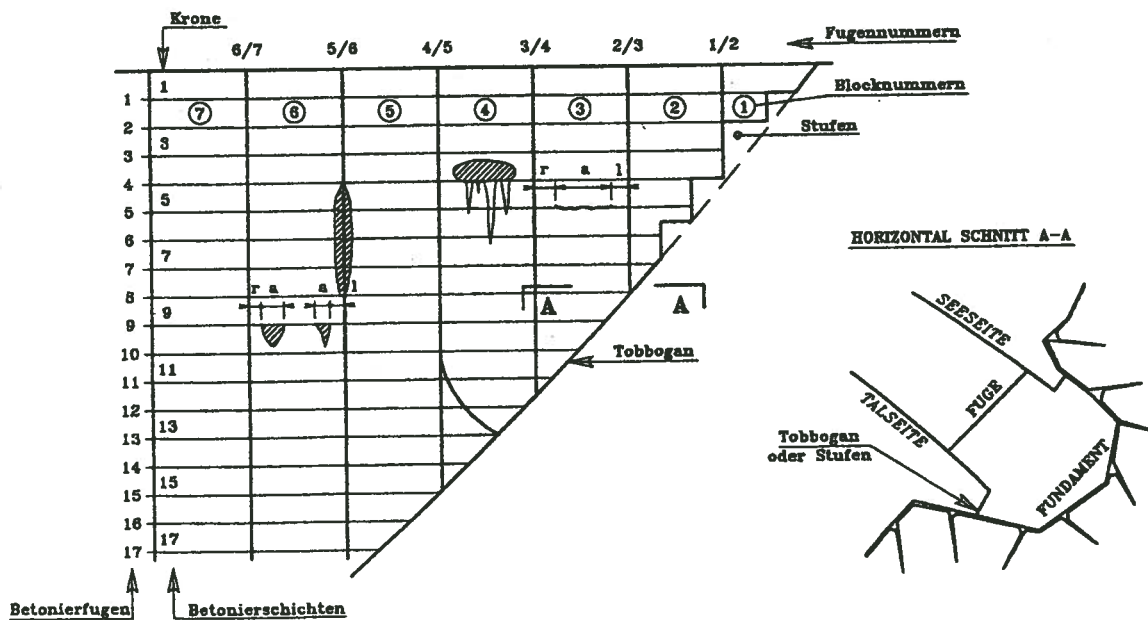
Mauerkrone



Hauptsächliche Bezugsэлементе zu einer Schadenlokalisierung sind:

Blocknummern Fugenummern Linke/Rechte Flanke See/Talseite
 i i/i+1 l r s t
 Länge einer Schadenzone: a

Mauerflächen



Hauptsächliche Bezugsэлементе zu einer Schadenlokalisierung sind:

Blocknummern Fugenummern Betonierschichten Fugen

BEISPIELE:

Block 3: In 5. Betonierfuge Horizontalriss $r=2m$; $l=5m$

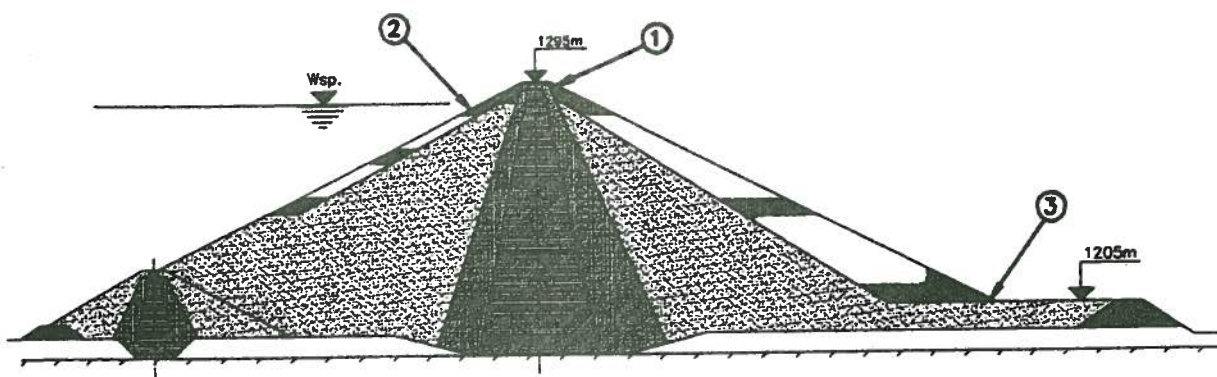
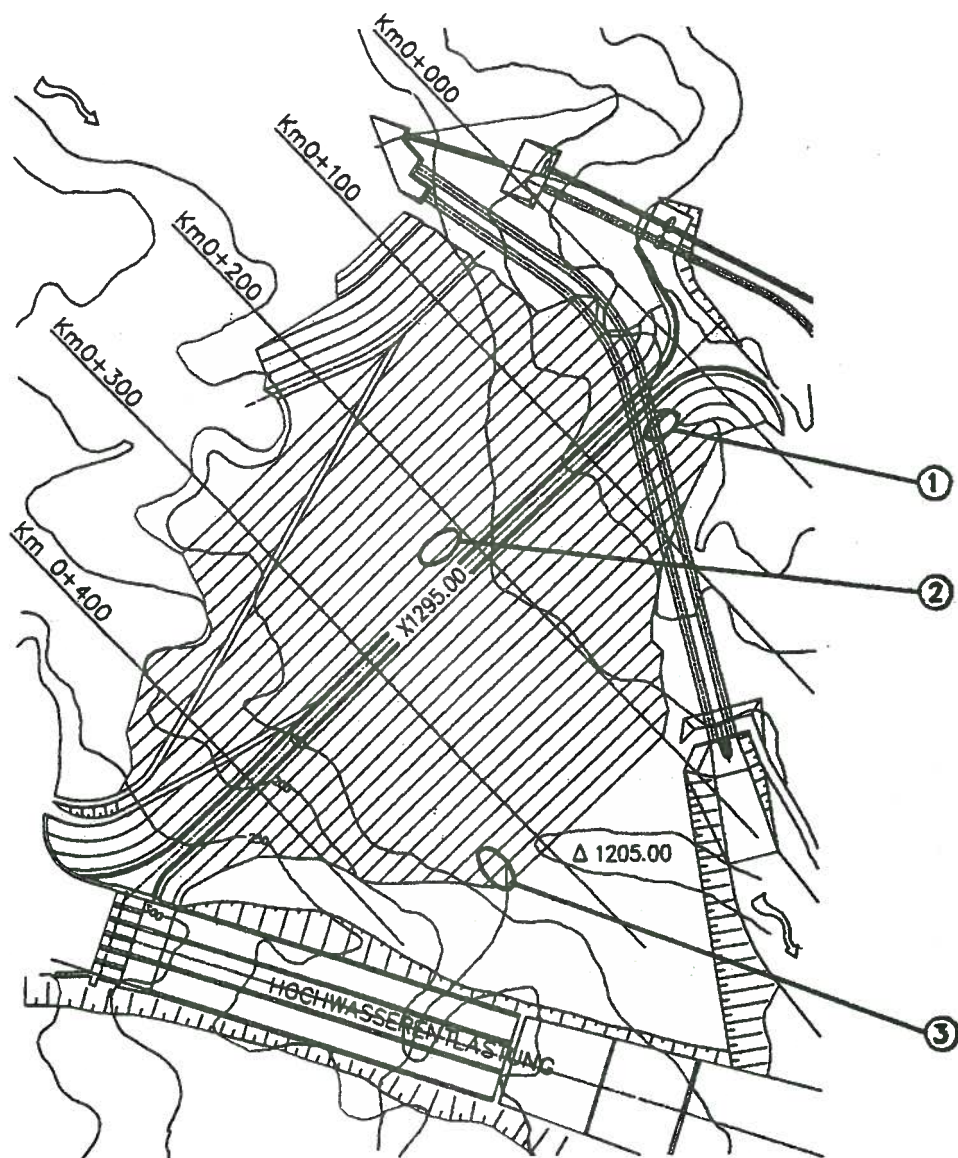
Block 4: In der 4. Betonierschicht nasse Fläche mit nassen "Schnäuzen" $r=4m$; $l=9m$
 Ab 10. Betonierfuge schräger Riss ab Fuge 4/5 bis zum Fundament

Fuge 5/6: Nasse Kalkausscheidung von der 5. bis 8. Betonierschicht

Block 6: Auf der 9. Betonierfuge nasser Riss $r=1m$; $a=3m$ und eine trockene Kalkausscheidung $l=2m$; $a=3m$

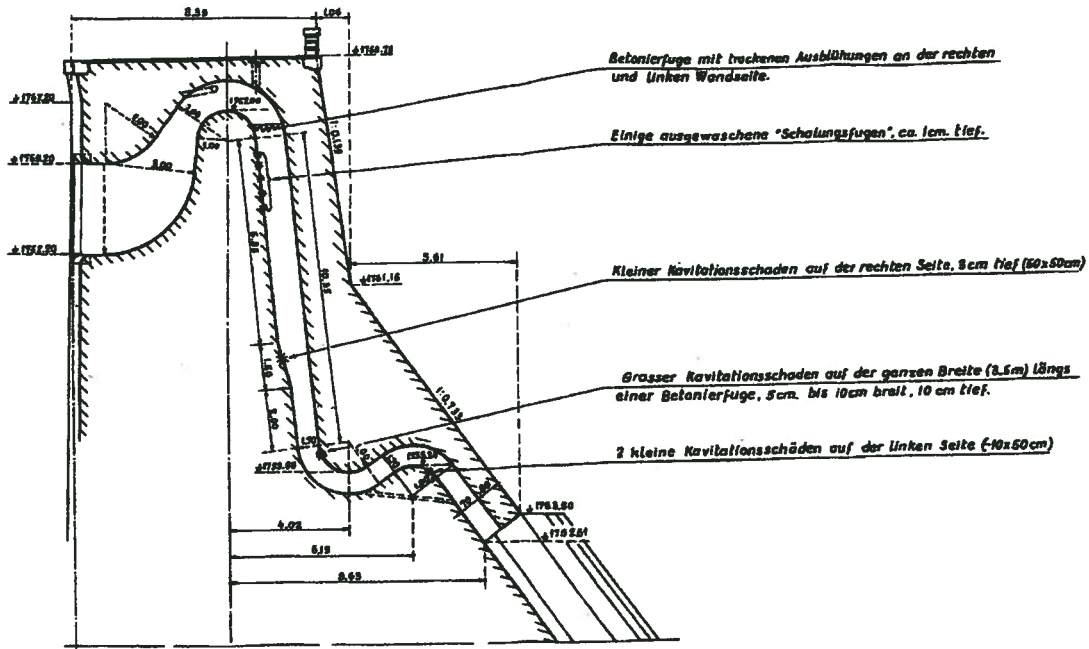


ANNEXE 2.3: Empfehlung zur Lokalisierung von Beobachtungen an Staudämmen



- 1)
- 2)
- 3)

ANNEXE 2.4: Empfehlung zur Lokalisierung von Schäden an Nebenanlagen: Saugüberfall



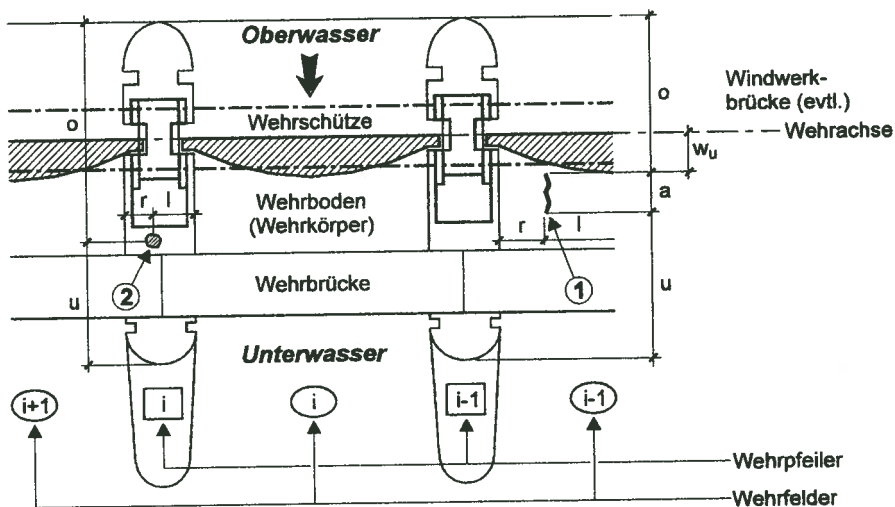
ANNEXE 2.5: Empfehlungen zur Lokalisierung von Schäden an Stauwehren

1. Übliche Bezugselemente

Als Bezugselemente zur Lokalisierung von Schäden eignen sich:

- Wehrfeld
- Wehrpfeiler
- Wehrachse
- Klar definierte Objektbegrenzungen
- Fugen zwischen Wehrpfeiler und Wehrboden bzw. Wehrfeld
- Querprofile (insbesondere für Schäden im Stauraum)

2. Bauwerk und Betriebsorgane: Lokalisierung im Grundriss



Beispiel 1

Riss im Wehrboden, parallel zu den Wehrpfeilern

- | | |
|--|---------|
| – Wehrfeld | $i - 1$ |
| – Abstand von benachbarten Wehrpfeilern | r / l |
| – Rissbeginn bzw. Rissende
dargestellt als Abstand von der oberwasserseitigen
bzw. unterwasserseitigen Begrenzung des Wehrpfeilers | o / u |
| – Risslänge | a |
| – Abstand Wehrachse bis Rissbeginn (Richtung UW) | w_u |

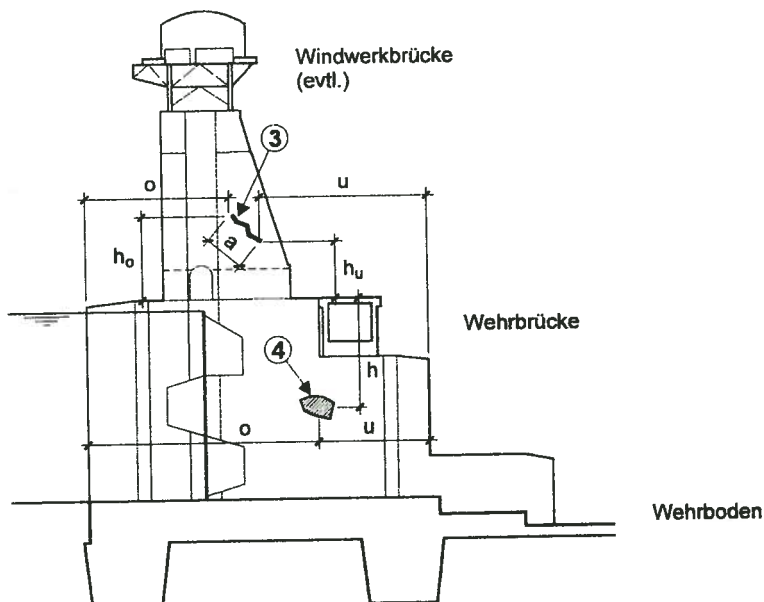
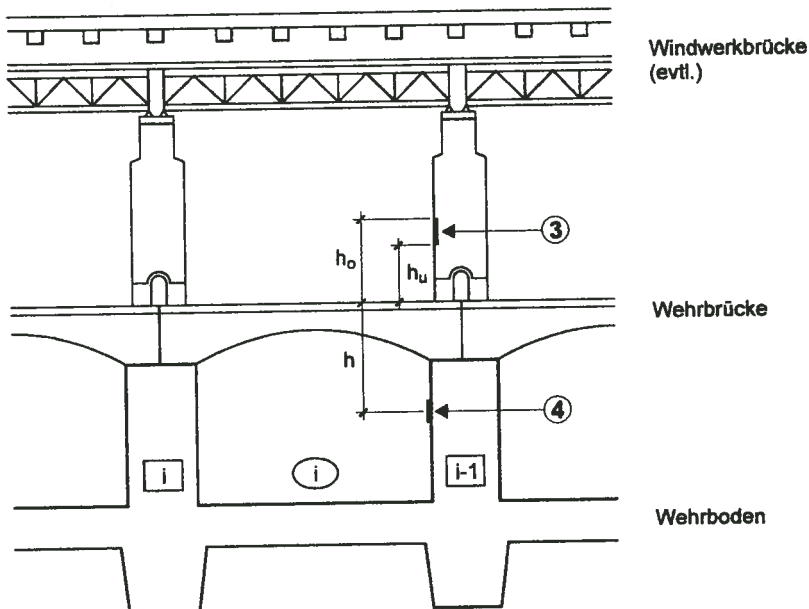
ANNEXE 2.5: Empfehlungen zur Lokalisierung von Schäden an Stauwehren (Forts.)

Beispiel 2

Betonabplatzung auf einem Wehrpfeiler

- Betroffener Wehrpfeiler i
- Abstand von der oberwasserseitigen
bzw. unterwasserseitigen Begrenzung des Wehrpfeilers o / u
- Evtl. Abstand zu den Rändern des Pfeilers l / r

3. Bauwerk und Betriebsorgane: Lokalisierung an den Aussenflächen



ANNEXE 2.5: Empfehlungen zur Lokalisierung von Schäden an Stauwehren (Forts.)

Beispiel 3

Riss im Wehrpfeileroberbau

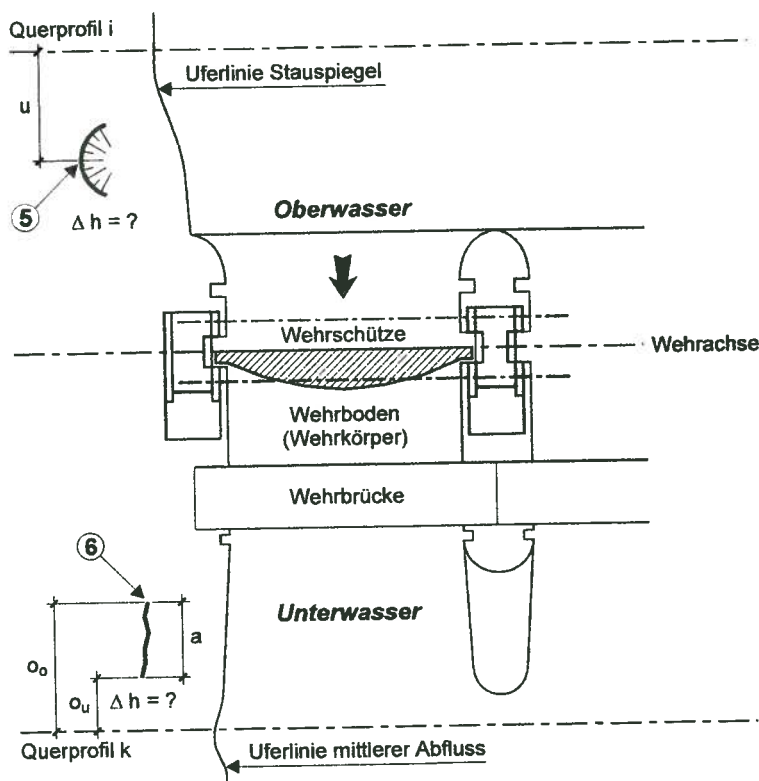
- Wehrpfeiler i-1
Oberbau, rechte Aussenfläche
- Abstand von der oberwasserseitigen
bzw. unterwasserseitigen Begrenzung des
Wehrpfeilers bis zum Rissbeginn bzw. Rissende o / u
- Risslänge effektiv a
- Höhe vom Rissbeginn bzw. Rissende
über dem Niveau der Wehrbrücke h_o / h_u

Beispiel 4

Nasse Fläche mit Kalkausscheidung

- Wehrpfeiler i-1
Unterbau, rechte Aussenfläche
- Abstand von der oberwasserseitigen
bzw. unterwasserseitigen Begrenzung des
Wehrpfeilers bis zum Schaden o / u
- Höhe des Schadens unter dem Niveau
der Wehrbrücke h

4. Uferpartien: Lokalisierung im Grundriss





ANNEXE 2.5: Empfehlungen zur Lokalisierung von Schäden an Stauwehren (Forts.)

Beispiel 5

Lokale Geländerutschung am rechten Ufer oberhalb Stauwehr

- Abstand vom nächsten Querprofil
flussaufwärts bzw. flussabwärts
(Kilometrierung der schadhaften Uferpartie) o / u
- Höhe der Anrissstelle über dem normalen Stauspiegel Δh

Beispiel 6

Uferparalleler Geländeriss am rechten Ufer unterhalb Stauwehr

- Abstand vom Rissbeginn bzw. Rissende
zum nächsten, flussaufwärts bzw. flussabwärts
gelegenen Querprofil
(Kilometrierung der Beobachtung) o / u
- Risslänge a
- Höhe des Risses über der Uferlinie
bei mittlerer Wasserführung
(evtl. auch NW oder HW als Bezugslinie wählen) Δh

5. Lokalisierung in Kontrollgängen (sofern vorhanden)

Es soll analog den Empfehlungen für Staumauern vorgegangen werden. Anstelle der Bezugselemente für Staumauern (Blöcke, Fugen etc.) treten Wehrfelder und Wehrpfeiler oder allenfalls auch direkt sichtbare Fugen zwischen den einzelnen Bauelementen.