

Instrumentation et mesures courantes

27.02.2017 Andreas Siegfried, ewz

Contenu

- A) Distinction entre les dispositifs de mesure du système d'auscultation
- B) Procédure lors de changement d'instrumentation et/ou de la fréquence de mesure
- C) Étendue de l'instrumentation
- D) Fréquences recommandées pour l'auscultation courante

Bases

- Système d'auscultation: catégories d'instruments de mesure (ch. 4.1.3.)
- Système d'auscultation: étendue de l'instrumentation (ch. 4.1.4.)
- Tableau D3: fréquences recommandées pour l'auscultation courante (ch. 4.2.3.)

A) Distinction entre les dispositifs de mesure du système d'auscultation

1

Instruments de
mesure pour
l'auscultation
courante

(a)

(b)

2

Instruments
assurant la
redondance

3

Instruments ne
servant que
marginalelement au
suivi du
comportement

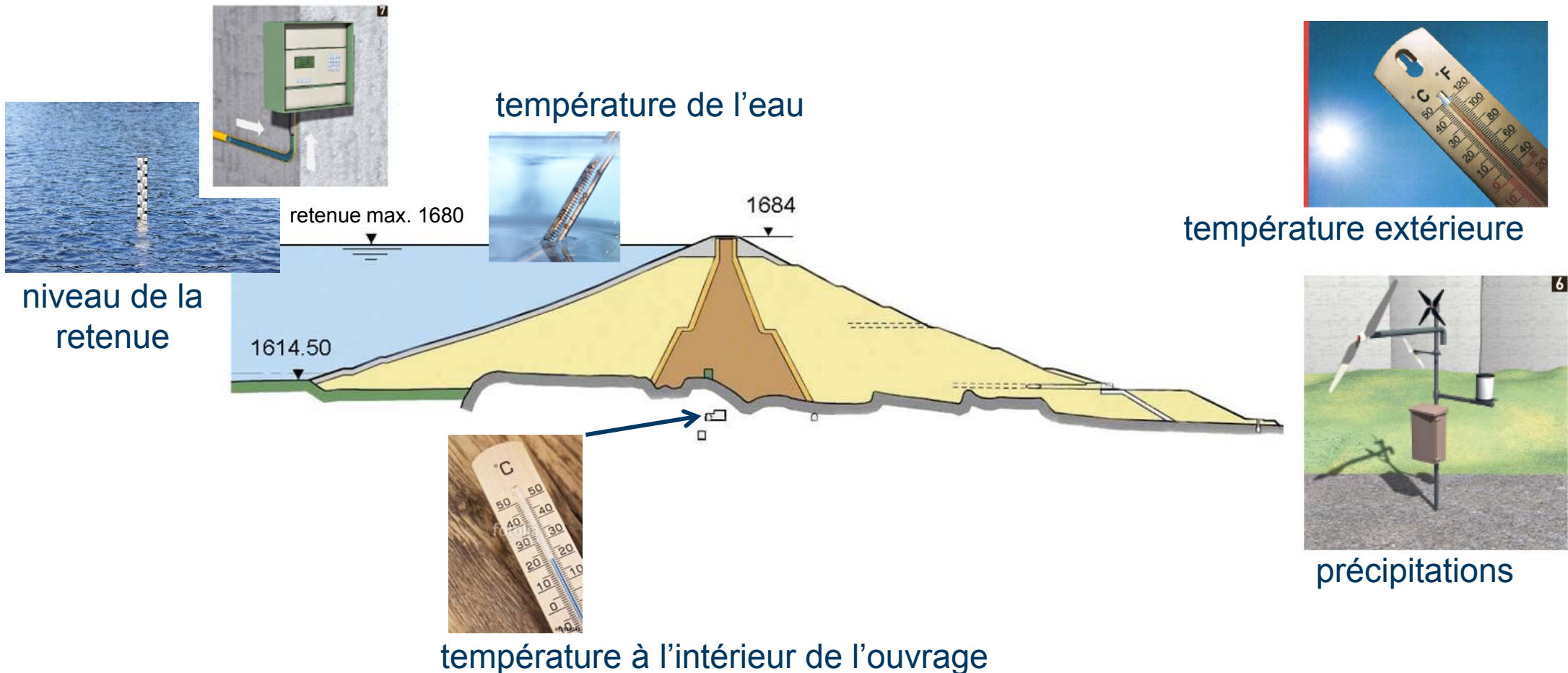
Distinction entre les dispositifs de mesure du système d'auscultation

(a) Connaissance des sollicitations agissant sur l'ouvrage

Instruments de mesure pour l'auscultation courante

(a)

(b)



1

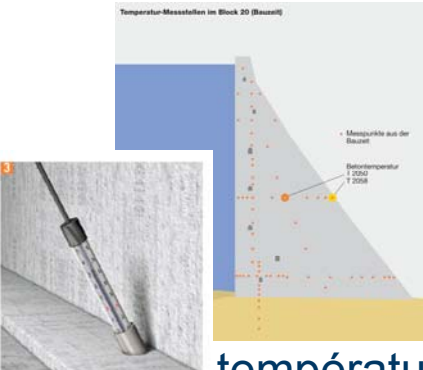
Instruments de mesure pour l'auscultation courante

(a)

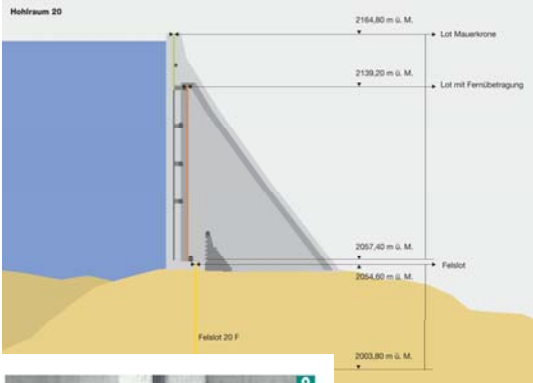
(b)

Distinction entre les dispositifs de mesure du système d'auscultation

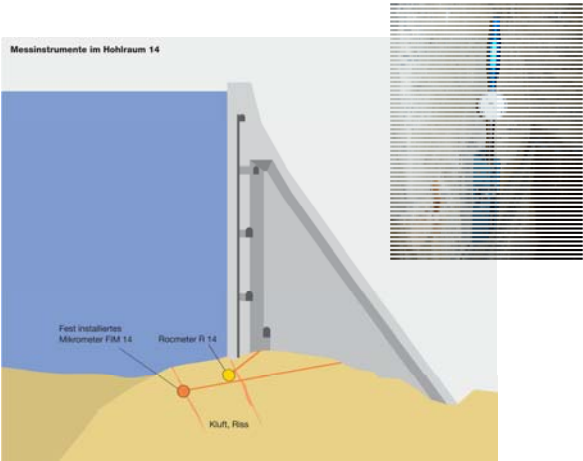
(b) Mesures de la réponse de l'ouvrage



température du béton



déformations, pendule



déformations, extensomètres à tiges



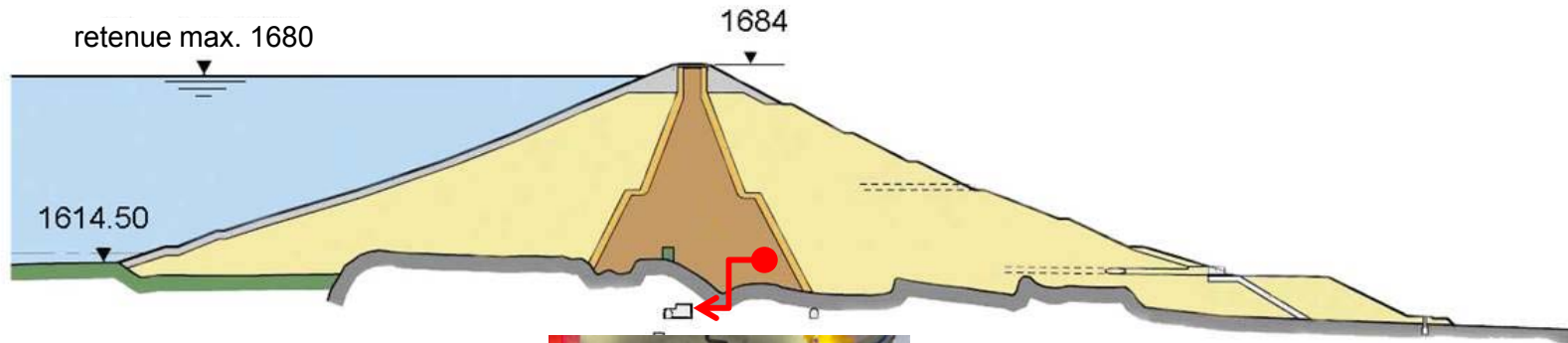
déformations, géodésie



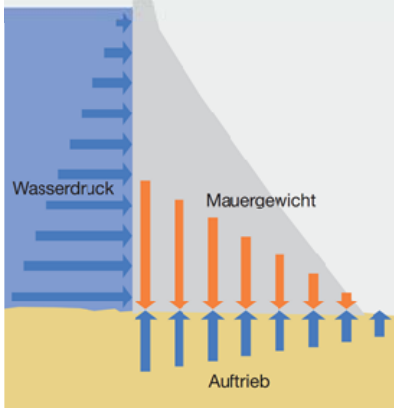
déformations, clinomètre

Distinction entre les dispositifs de mesure du système d'auscultation

(b) Mesures de la réponse de l'ouvrage



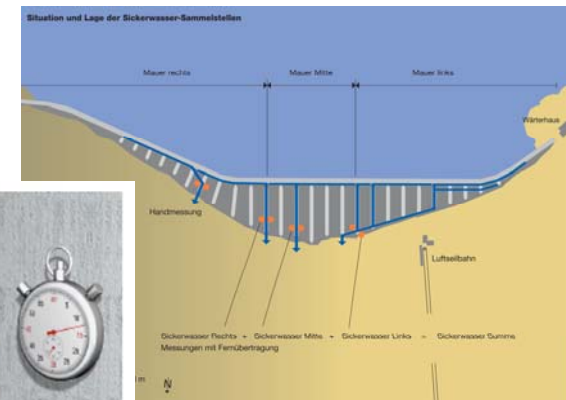
Auf die Mauer wirkende Kräfte



sous-pressions



pressions interstitielles



débits de percolation et
de drainage

Distinction entre les dispositifs de mesure du système d'auscultation

Analyse du comportement avec un type de mesure principal et sporadiquement à l'aide d'un deuxième type de mesure (= redondance).

Exemples

- Échelle limnimétrique complétée par une balance à pression ou par une mesure télétransmise du niveau de la retenue
- Pendule complété par un clinomètre
- Extensomètre à tiges complété par un déformètre de forage
- Géodésie complété par un alignment

Distinction entre les dispositifs de mesure du système d'auscultation

Analyse du comportement avec un type de mesure principal et à l'aide d'un deuxième (nouveau) type de mesure à des fins de test (recherche et développement).

Exemples

- Micromètre d'installation permanente (FIM)
- Mesures de déformation à l'aide de capteurs à fibre optique
- ...

Instrumentation et mesures courantes

B) Procédure lors de changement d'instrumentation et/ou de la fréquence de mesure (conséquences sur le règlement de surveillance)

	Dispositifs de mesure	Changements de l'instrumentation et/ou de la fréquence de mesure
① (a)	Instruments de mesure pour l'auscultation courante - Connaissance des sollicitations agissant sur l'ouvrage	Mise à jour préalable du règlement de surveillance ⇒ approbation par l'autorité de surveillance
① (b)	Instruments de mesure pour l'auscultation courante - Mesures de la réponse de l'ouvrage	Mise à jour préalable du règlement de surveillance ⇒ approbation par l'autorité de surveillance
②	Instruments assurant la redondance	Mise à jour préalable du règlement de surveillance ⇒ approbation par l'autorité de surveillance
③	Instruments ne servant que marginalement au suivi du comportement	Le règlement de surveillance doit être tenu à jour. L'approbation des modifications par l'autorité de surveillance n'est pas nécessaire.

C) Étendue de l'instrumentation

(Système d'auscultation: Étendue de l'instrumentation, ch. 4.1.4.)

1) Objectifs d'un système d'auscultation:

- Permettre d'apprécier les sollicitations de l'ouvrage d'accumulation (affectation de l'état et du comportement)
- Permettre d'apprécier la réaction de l'ouvrage d'accumulation (se manifeste par des déformations, des sous-pressions, des pressions interstitielles, des débits de percolation et de drainage, ...)

2) Étendue de l'instrumentation:

- dépend du type de barrage, de sa taille, de son mode de construction, de son âge, des conditions propres au site (conditions de fondation, ...)

3) Objectif d'un système d'auscultation pour les ouvrages destinés à la protection des dangers naturels:

- Validation de l'aptitude au service

4) Bases pour la planification du système d'auscultation

- Règles et principes généraux dans [CSB 2005a] et [CIBG 2014]

C) Étendue de l'instrumentation

(Système d'auscultation: Étendue de l'instrumentation, ch. 4.1.4.)

5) Obligations de l'exploitant

- Assurer le bon fonctionnement de l'instrumentation
- Veiller au contrôle et au calibrage des instruments [CSB 2013b]

6) Important

- Une mesure du niveau de retenue doit en tous les cas – hormis pour les bassins de rétention temporaire – être effectuée.
- Cette mesure doit être redondante pour les grands ouvrages soumis au contrôle quinquennal.

D) Fréquences recommandées pour l'auscultation courante

(tableau D3: fréquences recommandées pour les contrôles courants, ch. 4.2.3.)

Distinction

- a) Tous les ouvrages destinés à la protection contre les dangers naturels
- b) Autres ouvrages de moindres dimensions
- c) Autres grands ouvrages non soumis à expertise quinquennale
- d) Autres grands ouvrages soumis à expertise quinquennale

voir tableaux D3

Instrumentation et mesures courantes

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



Mesures	Semaine	Fréquence	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	46	47	48	49	50	51	52	Remarque	
Tous les ouvrages destinés à la protection contre les dangers naturels																																	
Ouvrages en béton																																	
Contrôles visuels courants		2 à 4 fois par an									☑						●						☑						☑				Au minimum avant la saison des crues ou avalanches et après chaque événement important
Mesures servant au suivi courant du comportement (cat. 1, chap. 4.1.3.)																																	
- Déformations, par pendule ou géodésie		1 à 4 fois par an									☑										●		☑					☑					
- Eaux de drainage, infiltrations (turbidité)		1 à 4 fois par an									☑										●		☑					☑					
- Sous-pressions et pression interstitielles		1 à 4 fois par an									☑										●		☑					☑					
Autres mesures (cat. 2, chap. 4.1.3.)																																	
		1 fois par an																	●													Contact béton-rocher et fondation	
Ouvrages en remblai																																	
Contrôles visuels courants		2 à 4 fois par an									☑						●											☑				Au minimum avant la saison des crues ou avalanches et après chaque événement important	
Mesures servant au suivi courant du comportement (cat. 1, chap. 4.1.3.)																																	
- Déformations, par pendule ou géodésie		1 fois par an à 1 fois tous les 2 ans									☑										●		☑					☑					
- Eaux de drainage, infiltrations (turbidité)		1 à 4 fois par an									☑										●		☑					☑					
- Sous-pressions et pression interstitielles		1 à 4 fois par an									☑										●		☑					☑				Pression interstitielles	
Autres mesures (cat. 2, chap. 4.1.3.)																																	
		1 fois par an																	●													Pour les mesures servant à garantir le redondance	
Autres ouvrages de moindres dimensions																																	
Ouvrages en béton																																	
Contrôles visuels courants		2 à 4 fois par an									☑						●						☑					☑					
Mesures servant au suivi courant du comportement (cat. 1, chap. 4.1.3.)																																	
- Déformations, par pendule ou géodésie		1 à 4 fois par an									☑										●		☑					☑					
- Eaux de drainage, infiltrations (turbidité)		1 à 4 fois par an									☑												☑					☑					
- Sous-pressions et pression interstitielles		1 à 4 fois par an									☑												☑					☑				Contact béton-rocher et fondation	
Autres mesures (cat. 2, chap. 4.1.3.)																																	
		1 fois par an																	●													Pour les mesures servant à garantir le redondance	
Ouvrages en remblai																																	
Contrôles visuels courants		2 à 4 fois par an									☑						●						☑					☑					
Mesures servant au suivi courant du comportement (cat. 1, chap. 4.1.3.)																																	
- Déformations, par pendule ou géodésie		1 fois par an à 1 fois tous les 2 ans									☑										●		☑					☑					
- Eaux de drainage, infiltrations (turbidité)		1 à 4 fois par an									☑											●		☑				☑					
- Sous-pressions et pression interstitielles		1 à 4 fois par an									☑										●		☑					☑				Pression interstitielles	
Autres mesures (cat. 2, chap. 4.1.3.)																																	
		1 fois par an																	●													Pour les mesures servant à garantir le redondance	

Instrumentation et mesures courantes



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

Instrumentation et mesures courantes



Fréquences recommandées pour les contrôles courants

Mesures	Semaine	Fréquence	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	Remarque
Autres grands ouvrages non soumis à expertise quinquennale																																			
Ouvrages en béton																																			
Contrôles visuels courants		1 à 2 fois par mois	●	📅		●		📅		●		📅		●		📅		●		📅		●		📅		●		📅		●		📅		●	Lorsque l'ouvrage est en eau
Mesures servant au suivi courant du comportement (cat. 1, chap. 4.1.3.)																																			
- Déformations, par pendule ou géodésie		1 à 2 fois par mois	●	📅		●		📅		●		📅		●		📅		●		📅		●		📅		●		📅		●		📅		●	Lorsque l'ouvrage est en eau
- Eaux de drainage, infiltrations (turbidité)		1 à 2 fois par mois	●	📅		●		📅		●		📅		●		📅		●		📅		●		📅		●		📅		●		📅		●	Lorsque l'ouvrage est en eau
- Sous-pressions et pression interstitielles		1 à 2 fois par mois	●	📅		●		📅		●		📅		●		📅		●		📅		●		📅		●		📅		●		📅		●	Contact béton-rocher et fondation
Autres mesures (cat. 2, chap. 4.1.3.)																																			Pour les mesures servant à garantir le redondance
Ouvrages en remblai																																			
Contrôles visuels courants		1 à 2 fois par mois	●	📅		●		📅		●		📅		●		📅		●		📅		●		📅		●		📅		●		📅		●	Lorsque l'ouvrage est en eau
Mesures servant au suivi courant du comportement (cat. 1, chap. 4.1.3.)																																			
- Déformations, par pendule ou géodésie		1 à 2 fois par mois	●	📅		●		📅		●		📅		●		📅		●		📅		●		📅		●		📅		●		📅		●	Lorsque l'ouvrage est en eau
- Eaux de drainage, infiltrations (turbidité)		1 à 2 fois par mois	●	📅		●		📅		●		📅		●		📅		●		📅		●		📅		●		📅		●		📅		●	Lorsque l'ouvrage est en eau
- Sous-pressions et pression interstitielles		1 à 2 fois par mois	●	📅		●		📅		●		📅		●		📅		●		📅		●		📅		●		📅		●		📅		●	Lorsque l'ouvrage est en eau
Autres mesures (cat. 2, chap. 4.1.3.)			●				●				●				●				●				●				●				●				Pour les mesures servant à garantir le redondance
Autres grands ouvrages soumis à expertise quinquennale																																			
Ouvrages en béton																																			
Contrôles visuels courants		hebdomadaire limités aux points névralgiques (1 fois par mois ou tous les 2 mois pour rest)	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Lorsque l'ouvrage est en eau
Mesures servant au suivi courant du comportement (cat. 1, chap. 4.1.3.)																																			
- Déformations, par pendule ou géodésie		hebdomadaire	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Lorsque l'ouvrage est en eau
- Eaux de drainage, infiltrations (turbidité)		hebdomadaire	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Lorsque l'ouvrage est en eau
- Sous-pressions et pression interstitielles		2 à 4 fois par mois	●	📅	●	📅	●	📅	●	📅	●	📅	●	📅	●	📅	●	📅	●	📅	●	📅	●	📅	●	📅	●	📅	●	📅	●	📅	●	📅	Contact béton-rocher et fondation
Autres mesures (cat. 2, chap. 4.1.3.)			●				●				●				●				●				●				●				●				Pour les mesures servant à garantir le redondance
Ouvrages en remblai																																			
Contrôles visuels courants		hebdomadaire	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Lorsque l'ouvrage est en eau
Mesures servant au suivi courant du comportement (cat. 1, chap. 4.1.3.)																																			
- Déformations, par pendule ou géodésie		hebdomadaire	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Lorsque l'ouvrage est en eau
- Eaux de drainage, infiltrations (turbidité)		hebdomadaire	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	●	Lorsque l'ouvrage est en eau
- Sous-pressions et pression interstitielles		2 à 4 fois par mois	●	📅	●	📅	●	📅	●	📅	●	📅	●	📅	●	📅	●	📅	●	📅	●	📅	●	📅	●	📅	●	📅	●	📅	●	📅	●	📅	Pression interstitielles Lorsque l'ouvrage est en eau
Autres mesures (cat. 2, chap. 4.1.3.)			●				●				●				●				●				●				●				●				Pour les mesures servant à garantir le redondance

Instrumentation et mesures courantes

Résumé

- La directive définit clairement les catégories d'instruments de mesure
- La directive définit l'étendue de l'instrumentation
- La directive contient des informations concernant les fréquences pour l'auscultation courante (renforcement partiel par rapport à la directive de 2002)

Mais:

- Les données sont: des valeurs indicatives / des recommandations
- Le **règlement de surveillance** approuvé par l'autorité de surveillance fait foi

'Des dérogations aux recommandations de la directive sont possibles'.

**Merci pour votre
attention**