

- Procédure   
  Pratique de gestion   
  Pratique d'affaires   
  Norme   
  Méthode   
  Guide

Titre <b>Surveillance des barrages</b>		Numéro <b>SB-60-00-00</b>	
		Révision <input checked="" type="checkbox"/> oui <input type="checkbox"/> non	
		En vigueur le <b>31 mai 2003</b>	
Unité intéressée <b>Directions de la vice-présidence Exploitation des équipements de production</b>	Préparé par (unité administrative) <b>Sécurité des barrages</b>	Validation ISO 14001	Date
		Recommandé par	Date
		Validé par <b>Jean-Paul Morin, ing.</b>	Date
Approbation <input type="checkbox"/> Vice-président <input checked="" type="checkbox"/> Directeur <input type="checkbox"/> Relevent de directeur	Signature <b>Gérard Verzeni, ing. Barrages et environnement</b>		Date <b>2003/05/30</b>
		<b>Original signé et conservé</b>	

### 1. But

La présente pratique de gestion a pour but de préciser les règles à observer pour réaliser la surveillance des barrages.

### 2. Champ d'application

La présente pratique de gestion s'applique à tous les barrages sous la juridiction de la vice-présidence Exploitation des équipements de production (VPEÉP).

Comme mentionné dans la procédure *Assurer la sécurité des barrages* (SB-00-00-00), les dispositions de la présente pratique de gestion prévalent sur celles du *Règlement sur la sécurité des barrages* par suite de l'approbation par le gouvernement du programme de sécurité de la VPEÉP.

### 3. Définitions

Exception faite des définitions incluses dans la présente pratique de gestion, la définition des termes spécifiques qui y sont employés correspond aux définitions présentées dans le *Vocabulaire de l'exploitation des barrages* d'Hydro-Québec, édition 1991 ;

#### 3.1 Auscultation

Contrôle dans le temps, basé sur des mesures du comportement physique d'un barrage ou d'une zone de terrain.

### **3.2 Diagnostic**

Avis de l'ingénieur responsable sur l'état du barrage incluant des recommandations visant à en assurer la sécurité et la pérennité. Cette activité est précisée dans la norme *Inspection, auscultation, suivi du comportement des barrages et fréquence des activités* (SB-60-03-00).

### **3.3 Inspection**

Examen détaillé des faits caractérisant l'état d'un barrage au moyen d'observations visuelles méthodiques.

### **3.4 Suivi du comportement**

Activité d'analyse des résultats d'inspection, d'auscultation, d'investigation et de maintenance. Cette activité est précisée dans la norme *Inspection, auscultation, suivi du comportement des barrages et fréquence des activités* (SB-60-03-00).

### **3.5 Surveillance**

Ensemble d'activités comprenant l'inspection, l'auscultation, le suivi du comportement et le diagnostic.

### **3.6 Visite de reconnaissance**

Examen succinct par observation visuelle d'un barrage en vue de détecter les phénomènes les plus évidents pouvant affecter sa sécurité et d'en suivre l'évolution.

## **4. Règles et mesures à observer**

### **4.1 Principe de base de la surveillance**

La surveillance des barrages vise à déceler, par observation visuelle ou par auscultation, tout phénomène pouvant compromettre l'intégrité structurale et fonctionnelle. L'accent est mis sur les mécanismes de rupture précisés pour chaque barrage. Les activités de surveillance visent la détection des signes précurseurs liés à ces mécanismes avant qu'ils ne deviennent incontrôlables.

La VPEÉP réalise l'inspection, l'auscultation et le suivi du comportement des barrages d'une manière appropriée à l'état de chacun et au degré de risque qu'il présente. Les modalités et principes retenus sont expliqués dans les annexes A et B de la présente pratique de gestion.

### **4.2 Répertoire des barrages**

La VPEÉP établit et tient à jour un répertoire des barrages sous sa juridiction selon les modalités de la norme *Établissement du répertoire des barrages* (SB-60-01-00).

Ce répertoire contient les données relatives à l'emplacement de chaque barrage, à ses composants, à ses caractéristiques principales et à la classification qui lui a été attribuée. Des schémas indiquant l'emplacement de l'aménagement sur le cours d'eau et le schéma du système hydrique environnant accompagnent ces données.

#### **4.3 Classification des barrages**

La VPEÉP établit et tient à jour la classification des barrages sous sa responsabilité, selon les critères et les modalités de la norme *Classification des barrages et degré de surveillance* (SB-60-02-00).

#### **4.4 Inspection des barrages**

L'inspection constitue le moyen le plus important de surveiller un barrage. Son objectif premier consiste à détecter tous les phénomènes importants qui en caractérisent l'état et à en suivre l'évolution. Elle sert d'intrant au suivi de son comportement et à l'évaluation de sa sécurité, effectuée selon les modalités de la pratique de gestion *Évaluation de la sécurité des barrages et des aménagements* (SB-61-00-00).

Il existe six types d'inspection :

- les visites de reconnaissance ;
- les inspections régulières ;
- les inspections statutaires ;
- les inspections d'évaluation de la sécurité ;
- les inspections particulières (pour un composant donné) ;
- les inspections spéciales (dans le cas d'un événement extrême tel qu'une crue ou un tremblement de terre).

Les modalités et la fréquence à suivre pour les inspections sont spécifiées dans la norme *Inspection, auscultation, suivi du comportement des barrages et fréquence des activités* (SB-60-03-00).

#### **4.5 Auscultation des barrages**

Dans le but de contrôler le comportement de ses barrages, la VPEÉP en réalise l'auscultation. Cela consiste à mesurer certains paramètres physiques afin d'en suivre l'évolution. Tout comme l'inspection, l'auscultation sert d'intrant au suivi du comportement d'un barrage et à l'évaluation de sa sécurité.

Il existe deux types d'auscultation :

- l'auscultation géotechnique et structurale ;
- l'auscultation topographique.

Les modalités et la fréquence à suivre pour les auscultations sont spécifiées dans la norme *Inspection, auscultation, suivi du comportement des barrages et fréquence des activités* (SB-60-03-00).

Les principes qui sous-tendent cette activité sont spécifiés dans les annexes A et B de la présente pratique de gestion.

#### **4.6 Suivi du comportement**

La VPEÉP réalise le suivi de ses barrages afin d'en évaluer le comportement et l'état, selon les modalités de la norme *Inspection, auscultation, suivi du comportement des barrages et fréquence des activités* (SB-60-03-00).

#### **4.7 Archivage des données**

La VPEÉP utilise un système d'archivage pour consigner et mettre à jour les données relatives à ses barrages. Le contenu détaillé de ce système et les modalités de préparation et de mise à jour du journal du barrage et des données de surveillance sont consignés dans la norme *Archivage des données, livre de référence et journal de barrage* (SB-60-10-00).

### **5. Responsable de l'implantation**

Le directeur Barrages et environnement est responsable de l'implantation de la présente pratique de gestion.

### **6. Responsables de l'application**

Les directeurs Production assurent l'application de la présente pratique de gestion.

### **7. Suivi et évaluation**

Le directeur Barrages et environnement assure le suivi de l'application de la présente pratique de gestion.

Les directeurs responsables de l'application de cette pratique de gestion fournissent sur demande les renseignements requis par le directeur Barrages et environnement pour lui permettre d'en assurer le suivi et d'en évaluer les résultats.

### **8. Encadrement antérieur**

La présente pratique de gestion constitue une révision de celle émise le 1<sup>er</sup> mars 2000.

**Annexe A -  
Principes d'auscultation des barrages**

## **1. But**

Établir dans le cadre de la pratique de gestion *Surveillance des barrages* (SB-60-00-00), les principes et règles selon lesquels les activités d'auscultation des barrages sont menées en vue d'assurer une surveillance suffisante, juste et pertinente.

## **2. Champ d'application**

Le présent document s'applique à la surveillance des barrages, au suivi de leur comportement ainsi qu'à l'évaluation de leur sécurité. Il définit les fondements et les raisons de l'auscultation des barrages. Il en fixe les orientations et précise comment cette auscultation doit être justifiée, organisée, suivie et maintenue.

## **3. Définitions**

Exception faite des définitions incluses ci-dessous, la définition des termes spécifiques employés dans cette annexe correspond aux définitions présentées dans le *Vocabulaire des barrages* d'Hydro-Québec, édition 1991.

### **3.1 Métrologie**

Science de la mesure.

### **3.2 Mode de rupture**

Événement ou scénario dont le développement initie une défaillance qui fait en sorte que les eaux retenues soient relâchées d'une manière incontrôlée.

### **3.3 Performance attendue**

Fonctions prédéterminées des composants physiques d'un barrage qui concourent à contrecarrer le développement d'un mode de rupture.

### **3.4 Paramètre spécifique**

Valeur physique mesurable ou détectable qui caractérise le développement ou la nature d'une performance attendue.

### **3.5 Télé-auscultation**

Auscultation à distance utilisant les moyens ou systèmes de télécommunication.

### **3.6 Système d'acquisition automatique de données (SAAD)**

Système qui effectue et enregistre les mesures d'un ou de plusieurs capteurs selon la fréquence ou le protocole programmé et qui peut être interrogé ou configuré à distance par l'entremise d'un lien de communication donné.

## **4. Concept général**

Chaque barrage est conçu, construit et exploité de manière à faire face à diverses conditions particulières et prédéterminées. Celles-ci sont définies pour des conditions d'exploitation normale (cotes d'exploitation...) et des conditions extrêmes (crues, séismes, glaces...).

Chaque barrage possède donc des attributs et des composants particuliers dont la performance est définie pour faire face et résister à ces conditions.

L'auscultation d'un barrage est une action de surveillance qui s'effectue en fonction de la performance attendue du barrage face aux conditions de chargement pour en assurer la sécurité et la pérennité.

Dans cette optique, une approche reposant sur les paramètres de performance régit la décision de procéder à des activités d'auscultation. Il s'agit de :

- déterminer les performances attendues en fonction des conditions adverses;
- préciser les principaux mécanismes potentiels de rupture rattachés à ces performances (scénarios menant à la défaillance) ;
- définir les paramètres et phénomènes spécifiques rattachés aux signes avant-coureurs du développement de ces modes de rupture ;
- choisir le type et l'envergure de l'auscultation (instruments et activités) requise en fonction de l'identification, la détection ou la mesure de ces paramètres ou phénomènes spécifiques.

## **5. Principes généraux**

### **5.1 Instrumentation**

Une fois justifiée par l'approche décrite ci-dessus, l'auscultation d'un barrage se fait, dans la mesure du possible, dans le respect des principes généraux suivants :

- la prise de mesures directes, avec un minimum d'interface, entre l'instrument et le composant à ausculter ;
- l'utilisation d'instruments et de capteurs simples, robustes et faciles à installer, à étalonner et à entretenir.

### **5.2 Systèmes d'auscultation**

Les systèmes d'auscultation sont manuels ou automatiques.

Le recours à des systèmes d'acquisition automatique doit être justifié et limité aux cas suivants :

- comportement particulier du barrage nécessitant des relevés à fréquence rapprochée ;

- accès au barrage difficile ou coûteux ;
- valeur stratégique du barrage ou autre considération économique.

La conception d'un système d'auscultation repose sur les considérations suivantes :

- la prise en compte du comportement du barrage, réel ou prévu ;  
Ceci s'applique également à la ré-instrumentation d'un barrage ou au recours à un système d'acquisition automatique des données (SAAD).
- un choix approprié d'instruments (famille et type) et du degré de redondance, en fonction du paramètre recherché ;
- un niveau de fiabilité adéquat, de même qu'une plage de mesures et un degré de précision compatible avec le phénomène prévu ;
- une couverture adéquate des phénomènes liés au comportement du barrage, de ses fondations et appuis ainsi que de ses composants connexes.

### **5.3 Interprétation**

L'analyse des données permet de saisir nettement la distinction entre le comportement de l'instrumentation et le comportement réel du barrage, ceci à partir :

- des critères d'interprétation des données ;
- de corrélations reposant sur les données chronologiques ou le comportement projeté ;
- de limites préétablies de plausibilité des données.

## **6. Principes particuliers**

L'approche retenue et privilégiée pour la surveillance et principalement l'auscultation des barrages repose sur :

- la place prépondérante accordée aux inspections visuelles dans le cadre d'un suivi régulier du comportement des barrages et de la détection précoce des phénomènes pouvant en compromettre la sécurité ;
- une surveillance et une auscultation ciblées vers la détection des phénomènes indicateurs de mécanismes potentiels de rupture. Le suivi régulier des autres paramètres de comportement, non reliés aux mécanismes de rupture, s'effectue sur une base « faible coût, grande valeur ajoutée » ;
- la prépondérance du suivi des paramètres de comportement à caractère global et évolutif par rapport au suivi de ceux à caractère local et statique ou à évolution lente ;
- une programmation des relevés qui permet une comparaison et une complémentarité adéquates de résultats simultanés au besoin (piézomètre-déversoir, et pendule-température-réservoir par exemple).

L'implantation de tels systèmes suit les critères suivants :

- le système d'auscultation est principalement axé sur la vérification des paramètres de conception et de construction lors du premier remplissage et durant les premières années d'exploitation du barrage ;



- une migration graduelle vers un système axé sur les particularités spécifiques du barrage et la détection de phénomènes pouvant mener aux mécanismes de rupture.

Tout système d'acquisition automatique des données est installé dans le respect des principes suivants :

- l'intégrité des données est garantie, qu'il s'agisse de mesures ou de transfert vers le système d'archivage dédié (TDSB) ;
- les données sont archivées de façon à ce qu'elles soient consultables en tout temps ;
- un journal des alarmes à jour est disponible en tout temps.

**Annexe B -  
Principes de mesure en surveillance des barrages**

## **1. Principes de prise de mesures**

L'auscultation a pour objectif de mesurer certains paramètres physiques d'un barrage afin d'en suivre l'évolution. Cette activité de surveillance est encadrée de plusieurs façons par la métrologie qui définit comment et avec quelle exactitude les mesures sont prises, et ce, en fonction d'un objectif de mesure établi lors de la conception, de la construction ou de l'évaluation de la sécurité d'un barrage.

L'application de la métrologie intervient principalement dans les cas suivants :

- lors de la vérification des systèmes et des équipements de mesure, par la définition des programmes de maintenance et des exigences d'étalonnage ;
- lors de la prise de mesures, par l'élaboration de méthodes uniformes ;
- lors de la validation des mesures, par l'élaboration de procédures de validation sur le terrain et par la détermination de l'erreur lié à chaque système de mesure.

## **2. Principes directeurs**

Dans un contexte de sécurité des barrages, la métrologie s'articule autour de sept principes directeurs.

1. La sélection d'un système de mesure s'effectue selon un processus établi où chacun des intervenants en cause est consulté afin de s'assurer que le système choisi est le meilleur, c'est-à-dire qu'il correspond à l'objectif de mesure recherché et qu'il est fiable et durable.
2. Tous les éléments d'un système de mesure sont, lorsque c'est possible, étalonnés régulièrement afin de contrôler l'exactitude des mesures dans le temps.
3. Les mesures sont prises d'une façon uniforme pour l'ensemble de la VPEÉP, ce qui suppose que la prise des mesures est réalisée selon des méthodes rigoureuses.
4. Toute mesure est soumise avec son erreur de mesurage. Il s'agit d'erreurs systématiques, d'erreurs opératoires et d'erreurs aléatoires.
5. Dans le but de dissiper tout doute raisonnable quant à la qualité des mesures, trois niveaux de validation sont définis dans la réglementation du domaine de la sécurité des barrages. Il s'agit de la validation in situ (lors de la prise de mesures sur le terrain), la validation du traitement (lors de la saisie des mesures dans un système informatique) et la validation analytique (lors du suivi du comportement ou de l'évaluation de la sécurité).
6. La fiabilité des systèmes de mesure, installés selon les exigences prescrites et les spécifications des manufacturiers, est assurée par une maintenance adéquate.
7. Dans le but de se doter et de mettre en place des systèmes de mesure adaptés aux besoins de l'entreprise ou encore d'améliorer les systèmes en place, un effort d'innovation technologique y est accordé.

## **3. Maintenance des systèmes d'auscultation**

Les méthodes liées aux indices de condition (SB-70-02-01, SB-70-02-02 et SB-70-02-03) permettent de déterminer le classement prioritaire des activités de maintenance à réaliser sur les barrages en remblai, en béton ou sur les évacuateurs.

Une méthodologie a été développée pour les systèmes de surveillance, c'est-à-dire tous les systèmes de mesure et toutes les surfaces d'inspection qui sont utilisés par le personnel de surveillance pour établir le comportement des divers composants d'un barrage.

Cette méthodologie consiste à déterminer tout d'abord le mode de rupture du barrage et à préciser les mécanismes de rupture spécifiques en cause. Il s'agit par la suite d'évaluer l'importance relative des indicateurs qui permettent de détecter ces mécanismes spécifiques et de les mettre en relation avec les systèmes de surveillance. L'importance relative de ces systèmes peut donc être établie en fonction des mécanismes de rupture. Avec la connaissance de l'état des systèmes de surveillance, il est possible de déterminer lequel nécessite des interventions de maintenance prioritaires.