
Surveillance et diagnostic d'état des machines — Groupes de production hydroélectrique

Condition monitoring and diagnostics of machines — Hydroelectric generating units

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 19283:2020](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0f41e034-5439-4093-ac0c-a0af78ea130e/iso-19283-2020)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0f41e034-5439-4093-ac0c-a0af78ea130e/iso-19283-2020>



iTeh STANDARD PREVIEW (standards.iteh.ai)

ISO 19283:2020

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0f41e034-5439-4093-ac0c-a0af78ea130e/iso-19283-2020>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2020

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en œuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Genève
Tél.: +41 22 749 01 11
Fax: +41 22 749 09 47
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Symboles et abréviations	2
5 Préparations initiales à la surveillance d'état	3
6 Modes de défaillance des composants des groupes hydroélectriques	4
6.1 Généralités.....	4
6.2 Composants d'un groupe hydroélectrique.....	4
6.3 Identification et priorisation des modes de défaillance potentiels.....	4
7 Techniques de surveillance et de diagnostic	5
7.1 Généralités.....	5
7.2 Vue d'ensemble des techniques de surveillance d'état.....	5
7.3 Principaux descripteurs et tracés.....	7
7.4 Mesurages de corrélation.....	8
7.5 Stratégie de surveillance adaptative.....	9
7.6 Choix et évaluation d'une technique de surveillance et de diagnostic.....	9
8 Mise en œuvre, fonctionnement et maintenance d'une solution de surveillance	10
8.1 Généralités.....	10
8.2 Sélection et installation des capteurs.....	10
8.3 Évaluation et sélection d'un système de surveillance d'état.....	10
8.4 Fonctionnement quotidien du système de surveillance.....	11
Annexe A (informative) Composants de la machine et mode de défaillance	13
Annexe B (informative) Techniques de surveillance pour les composants de groupes hydroélectriques et les modes de défaillance	21
Annexe C (informative) Techniques de base pour la surveillance et le diagnostic	28
Annexe D (informative) Évaluation des techniques de surveillance	63
Bibliographie	65

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier, de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

(standards.iteh.ai)

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 108, *Vibrations et chocs mécaniques, et leur surveillance*, sous-comité SC 5, *Surveillance et diagnostic des systèmes de machines*.

Il convient que l'utilisateur adresse tout retour d'information ou toute question concernant le présent document à l'organisme national de normalisation de son pays. Une liste exhaustive desdits organismes se trouve à l'adresse www.iso.org/fr/members.html.

Introduction

Par le passé, les groupes de production hydroélectrique (ou plus simplement les groupes hydroélectriques) étaient habituellement surdimensionnés, entretenus par du personnel compétent et souvent utilisés en continu dans des conditions de charge nominale sur de nombreuses années. Il en a résulté un faible nombre de problèmes de maintenance, les arrêts pouvaient être planifiés à intervalles fixes et, par conséquent, il existait un faible besoin de surveillance d'état de ces groupes. Si tant est qu'ils fussent nécessaires, de simples systèmes de protection des machines faisaient largement l'affaire.

De nos jours, les régimes d'exploitation, la disponibilité et la fiabilité sont soumis à des exigences plus strictes. Il est nécessaire de réduire le plus possible les interruptions de service aux consommateurs et les bénéfices générés pour les producteurs d'électricité doivent être aussi élevés que possible. Les régimes d'exploitation de nombreux groupes hydroélectriques ont été élargis afin d'inclure le compensateur synchrone, le suivi de charge et des pics de demande, ce qui implique de nombreux démarrages et arrêts et une exploitation à charge partielle, parfois dans les zones instables. De nombreuses applications sont basées sur le pompage-turbinage. En outre, les nouveaux groupes sont conçus de manière plus spécifique en fonction de l'application et sont moins robustes, et les groupes plus anciens sont souvent remis à neuf afin d'allonger leur durée de vie ou d'augmenter leur puissance nominale. Cela signifie que les machines sont soumises à des contraintes plus élevées, ce qui peut entraîner une défaillance prématurée ou imprévue des composants, et même de nouveaux modes de défaillance. Parallèlement, on note une tendance à la réduction du personnel de maintenance et des spécialistes chargés de la surveillance des machines.

Par conséquent, il existe un besoin accru d'une stratégie efficace de la surveillance d'état, et pas d'un simple système de protection. De plus, il convient que la solution de surveillance de l'état de ces machines inclue plus que la simple surveillance des vibrations. En raison de la complexité des composants d'un groupe hydroélectrique, un certain nombre de modes de défaillance apparaissent désormais dans les états de contrainte actuels, ce qui requiert un certain nombre de techniques de surveillance différentes et spécialisées, et des compétences en diagnostic. Il existe peu de normes relatives à la surveillance des groupes hydroélectriques et un manque général de compréhension des techniques de surveillance. Même pour les centrales hydroélectriques sur lesquelles sont installés d'anciens systèmes de surveillance d'état, les exigences actuelles de surveillance ne sont parfois plus applicables en raison du changement des conditions de fonctionnement ou de la remise à neuf des groupes.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 19283:2020

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/0f41e034-5439-4093-ac0c-a0af78ea130e/iso-19283-2020>

Surveillance et diagnostic d'état des machines — Groupes de production hydroélectrique

1 Domaine d'application

Le présent document concerne les techniques de surveillance d'état recommandées pour la détection et le diagnostic des défauts qui se produisent sur une machine, associés aux modes de défaillance potentiels les plus courants pour les composants de groupes hydroélectriques. Il a pour but d'améliorer la fiabilité de mise en œuvre d'une approche de surveillance d'état efficace pour les groupes de production hydroélectrique. Il a également pour objectif de contribuer à créer une compréhension mutuelle des critères pour le succès de la surveillance d'état des groupes hydroélectriques et d'encourager la coopération entre les différentes parties prenantes de la production hydroélectrique.

Le présent document est destiné aux utilisateurs finaux, aux entrepreneurs, aux fournisseurs de services, aux constructeurs de machines et aux fournisseurs d'instruments.

Le présent document concerne spécifiquement les machines et plus précisément l'alternateur, l'ensemble arbre/paliers, la roue, la conduite forcée (y compris la vanne d'admission principale), la bêche spirale et l'aspirateur supérieur des groupes hydroélectriques. En premier lieu, il concerne les groupes hydroélectriques de taille moyenne à grande dont la capacité installée est supérieure à 50 MVA, mais dans la plupart des cas, il s'applique également aux groupes plus petits. Il est applicable à différents types de turbines telles que les turbines Francis, Kaplan, Pelton, bulbe et autres. Les systèmes auxiliaires génériques, par exemple pour la lubrification ou le refroidissement, ne font pas partie de la portée du document, à l'exception de certaines techniques de surveillance associées à la surveillance de l'état des principaux systèmes couverts par le présent document telles que l'analyse de l'huile. Les systèmes de transmission, les travaux de génie civil et les fondations ne sont pas couverts par le présent document.

Le présent document couvre les techniques de surveillance et de diagnostic de l'état des groupes hydroélectriques opérationnels à partir d'instruments en ligne (installés à demeure) et portatifs. Les essais de machines hors ligne, c'est-à-dire réalisés uniquement pendant l'arrêt, ne font pas partie de la portée du présent document, même s'ils sont très importants. N'en font pas partie non plus les essais de réception et de performance. Les techniques de surveillance d'état présentées dans le présent document couvrent une large palette de techniques de surveillance continue et par intervalles pour une large palette d'applications et de conditions. Par conséquent, l'approche de surveillance requise pour une application spécifique peut être différente de ce qui est recommandé dans le présent document de portée générale.

2 Références normatives

Le présent document ne contient aucune référence normative.

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>;
- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>.

3.1
groupe hydroélectrique

groupe complet de production hydroélectrique, constitué d'un alternateur, d'un arbre, d'une turbine, et comprenant les composants d'admission et de refoulement immédiats, par exemple la conduite forcée, la vanne de pied, la bêche spirale et la portion supérieure de l'aspirateur

3.2
état de machine

mode d'exploitation ou fonctionnement du *groupe hydroélectrique* (3.1)

EXEMPLE Montée en vitesse, marche synchronisée à vide, charge partielle, pleine charge, en ralentissement, à l'arrêt.

3.3
technique de surveillance

mesurage ou ensemble de descripteurs utilisés pour détecter un *mode de défaillance potentiel* (3.4) ou pour fournir des informations de diagnostic sur le type de défaut et son emplacement ainsi que sa gravité

3.4
mode de défaillance potentiel

modification de l'état d'un composant d'un *groupe hydroélectrique* (3.1) qui peut être détectée par des mesurages qui indiquent qu'un défaut commence à se développer et finira en défaillance

3.5
roue
turbine

turbine d'un *groupe hydroélectrique* (3.1)

Note 1 à l'article: Les termes sont utilisés de manière interchangeable dans le texte.

3.6
tachymètre/top tour

capteur de phase/vitesse de référence, avec au moins une impulsion générée par tour

Note 1 à l'article: Le capteur peut être un capteur de déplacement ou un capteur optique émettant un signal TTL ou NPN/PNP.

4 Symboles et abréviations

Pour les besoins du présent document, les symboles et abréviations ci-après sont utilisés.

CA	Courant alternatif
CC	Courant continu
DCS	Système de commande distribuée
DP, ADP	Décharge partielle, analyse de décharge partielle
DTR	Détecteur de température de résistance
EN	Entrefer
FFT	Transformation de Fourier rapide
FM	Flux magnétique
FOA	Accéléromètre à fibre optique
IEM	Interférence électromagnétique

IFR	Interférence de fréquences radio (interférence électromagnétique dans la bande de fréquences radio)
NPN	Impulsion négative-positive-négative (par exemple, signal de sortie provenant d'un capteur tachymétrique)
N_S	Vitesse spécifique, également critère de conception pour le dimensionnement d'une turbine par rapport à un débit et à une chute spécifiques
PNP	Impulsion positive-négative-positive (par exemple, signal de sortie provenant d'un capteur tachymétrique)
RSI	Interaction rotor-stator (par exemple, forces)
RTU	Unité terminale distante
SCADA	Système de commande de surveillance et d'acquisition de données
SE	Surveillance d'état
S_{max}	Déplacement crête maximal pour mesures de déplacement d'arbre effectuées sur 2 voies conformément à l'ISO 20816-5
SNL	État opérationnel du groupe hydroélectrique dans lequel le rotor tourne à une vitesse synchronisée, mais sans être soumis à une charge (c'est-à-dire marche à vide)
S_{p-p}	Valeur maximale de déplacement crête-à-crête pour chacune des deux voies de déplacement d'arbre conformément à l'ISO 20816-5
TCP/IP	Protocole de contrôle de transmission/protocole internet
TTL	Impulsion logique transistor-transistor (par exemple, signal de sortie provenant d'un capteur tachymétrique)
VDS	Vibrations de développante

5 Préparations initiales à la surveillance d'état

La mise en œuvre d'une stratégie optimale de surveillance d'état des groupes hydroélectriques comprend plusieurs étapes qu'il convient de toutes prendre en compte afin de maximiser la production, la fiabilité et le rendement des machines, et afin de réduire le plus possible les coûts du cycle de vie de la machine. Ces étapes initiales, qui ne font pas partie du domaine d'application du présent document, sont décrites d'une manière générale dans l'ISO 17359 et incluent l'évaluation:

- d'une analyse des coûts et des bénéfices de la machine pour la surveillance;
- de l'historique de maintenance de la machine et des modes de défaillances potentiels;
- des exigences de fiabilité et d'un audit de criticité;
- des exigences du délai avant la maintenance.

Après la mise en œuvre de la stratégie de surveillance d'état, il convient de la revoir régulièrement et de l'affiner en fonction de l'accumulation d'expérience et de l'amélioration des technologies de surveillance.

Si un système de surveillance d'état est déjà utilisé, il peut être nécessaire de réévaluer de temps en temps la fonctionnalité de surveillance et de diagnostic de ce système afin de répondre aux exigences actuelles de la stratégie de surveillance d'état telles que décrites ci-dessus.

L'intégralité du processus de mise en œuvre d'une stratégie de surveillance d'état est résumée dans le [Tableau 1](#), qui est en partie basé sur la Figure 1 de l'ISO 13379-1:2012.

Tableau 1 — Mise en œuvre d'une solution de surveillance d'état pour des groupes hydroélectriques

Implémentation de la SE	Activité	Remarques
Stratégie de SE	Vue d'ensemble de la mise en œuvre d'une SE	Décrite dans l'ISO 17359
	Analyse des coûts et bénéfices et des risques	Décrite en partie dans l'IEC 60300-3-3, l'IEC 60812, la série ISO 13379
Application de la SE	Modes de défaillance, techniques de surveillance, descripteurs	Voir le Tableau 2 pour une liste des normes pour les techniques de surveillance spécifiques aux groupes hydroélectriques
Système de SE	Traitement des données, systèmes de mesurage, gestion des données	Décrit en partie dans l'ISO 13374-1, l'ISO 13374-2, l'ISO 13374-3
	Capteurs	Décrits en partie dans le présent document
Opérations de la SE	Détection, diagnostic	Décrits en partie dans le présent document
	Analyse des causes profondes, prévisions	Normes en cours d'élaboration
NOTE Les activités de mise en œuvre de la surveillance d'état non couvertes par le présent document sont grisées.		

6 Modes de défaillance des composants des groupes hydroélectriques

6.1 Généralités

La mise en œuvre d'une approche efficace d'une surveillance d'état et de diagnostic pour les groupes hydroélectriques est directement liée aux modes de défaillance potentiels concernés qui peuvent se produire sur des composants spécifiques des machines. Une défaillance signifie que le composant n'est plus en mesure de réaliser la fonction à laquelle il est destiné.

6.2 Composants d'un groupe hydroélectrique

Les modes de défaillance potentiels examinés dans le présent document sont limités au groupe hydroélectrique lui-même qui est composé de:

- un alternateur et une excitatrice;
- un ensemble arbre et paliers;
- une conduite forcée (y compris la vanne d'admission principale), une bêche spirale, des pré-directrices, des aubes directrices, un vannage et des injecteurs;
- une roue (turbine et pompe pour une application de stockage par pompage);
- un aspirateur.

Une description plus détaillée des composants du groupe hydroélectrique avec la terminologie associée figure en [A.2](#).

6.3 Identification et priorisation des modes de défaillance potentiels

Les modes de défaillance potentiels effectifs pour une application spécifique sont normalement identifiés et priorisés par des méthodes d'analyse de fiabilité et de risques, par exemple une analyse des modes de défaillance et de leurs effets (AMDE), une analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité (AMDEC), une analyse par arbre de panne (AAP) et d'autres méthodes (celles-ci sont en partie couvertes par les normes résumées sous Stratégie de SE dans le [Tableau 1](#)). La méthode effective la plus appropriée pour l'identification et la priorisation des modes de défaillance potentiels dépend de

l'application et des exigences de l'utilisateur. La plupart de ces méthodes tiennent compte d'un nombre de facteurs directement associés aux groupes hydroélectriques eux-mêmes, par exemple:

- la conception et la construction originales de la machine;
- la rénovation et les modifications de la machine;
- l'historique de maintenance;
- les facteurs environnementaux;
- la manière dont la machine est entretenue et exploitée;
- l'expertise de surveillance d'état et de diagnostic.

Il existe de nombreux modes de défaillance potentiels pour les groupes hydroélectriques, certains pouvant être détectés et diagnostiqués relativement facilement, d'autres plus difficilement et certains pas du tout. Le présent document porte sur les modes de défaillance potentiels énumérés en [A.3](#) qui affectent généralement une large gamme d'applications et de types de machines et qui peuvent être surveillés et diagnostiqués à l'aide des techniques décrites à l'[Annexe C](#). Étant donné que la conception du groupe hydroélectrique et son régime d'exploitation et de maintenance peuvent fortement varier d'une application à l'autre, il est important de souligner que les modes de défaillance décrits dans le présent document peuvent être différents de ceux de l'application particulière de l'utilisateur.

7 Techniques de surveillance et de diagnostic

iTech STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

7.1 Généralités

Des techniques de surveillance et de diagnostic ont été développées et affinées au fil des années afin de détecter, d'identifier et d'évaluer la gravité d'un ou de plusieurs symptômes de modes de défaillance potentiels avant qu'ils se produisent et avec un délai suffisant de sorte que la maintenance puisse être planifiée et que la production puisse continuer comme prévu.

7.2 Vue d'ensemble des techniques de surveillance d'état

Le [Tableau 2](#) énumère de manière résumée les techniques de surveillance les plus courantes et comprend une référence aux normes relatives à ces techniques. Un résumé sous forme de graphique est représenté en [B.2](#). Des informations supplémentaires sur les techniques de surveillance les plus pertinentes et les modes de défaillance correspondants sont fournies en [B.3](#). Une description détaillée de chaque technique de surveillance couverte par le présent document est donnée en [Annexe C](#).

Il existe actuellement un certain nombre de techniques de surveillance importantes appliquées sur les groupes hydroélectriques, mais elles n'apparaissent pas dans le [Tableau 2](#). C'est le cas pour le suivi des paramètres d'exploitation qui ne font pas partie normalement du système de surveillance d'état. Cependant, ces mesures jouent un rôle important dans la surveillance d'état des groupes hydroélectriques à des fins de corrélation comme décrit en [7.4](#); par conséquent, ils doivent être enregistrés avec suffisamment de résolution en amplitude et fréquence.

Certaines techniques de surveillance d'état ont été utilisées avec succès par le passé ou sont actuellement utilisées pour détecter et diagnostiquer certains modes de défaillance potentiels des groupes hydroélectriques, mais ne figurent pas dans la liste du [Tableau 2](#), car ces techniques:

- ne sont pas utilisées à une large échelle, les connaissances sur ces techniques sont donc insuffisantes;
- sont relativement nouvelles et l'expérience est insuffisante pour considérer ces techniques comme ayant fait leurs preuves;
- nécessitent beaucoup de ressources, par exemple le succès de la technique dépend largement des compétences de l'utilisateur que peu de personnes possèdent;

- sont relativement anciennes et ont été remplacées depuis par des techniques éprouvées plus récentes;
- sont utilisées avec succès sur d'autres types de machines, mais leur domaine d'application pour les groupes hydroélectriques est très limité.

Certaines des techniques de surveillance d'état non énumérées dans le [Tableau 2](#) incluent:

- **les vibrations des barres stator:** le desserrage des barres est souvent constaté lors d'essais de contrôle de calage d'encoche réalisés à l'arrêt et par conséquent, n'est pas largement utilisé pour la surveillance en ligne (décrite brièvement dans l'IEEE 1129). Cette technique est probablement en train d'être remplacée par l'analyse des décharges partielles et des vibrations de développantes stator avec un FOA sur le dessus de la barre stator;
- **surveillance de sédiments:** l'érosion et l'abrasion par les sédiments peuvent affecter tous les types de turbines, mais plus largement les turbines Pelton;
- **vibrations du circuit magnétique du stator pour la surveillance de la déformation du rotor:** en plus de l'objectif normal de la surveillance des vibrations du circuit magnétique indiqué dans le [Tableau 2](#), des analyses sont en cours de développement pour utiliser cette technique afin de détecter également les défauts géométriques sur les rotors;
- **surveillance de cavitation:** il existe d'autres techniques que celles axées sur les vibrations et les performances pour détecter et surveiller la cavitation, par exemple des techniques à ultrasons et acoustiques;
- **température des enroulements du rotor:** les systèmes téléométriques sont désormais disponibles, mais ils ne sont pas utilisés actuellement à large échelle et l'expérience correspondante est limitée.

Tableau 2 — Liste partielle des techniques de surveillance pour les composants de groupes hydroélectriques

Composant majeur	Technique de surveillance	Paragraphe de la description	Normes correspondantes (citées en référence dans la Bibliographie)
Alternateur	Entrefer	C.2	IEEE 1129 (mentionnée brièvement) ISO 20816-5 (mentionnée brièvement)
	Flux magnétique	C.3	IEEE 1129 (mentionnée brièvement)
	Analyse de décharge partielle	C.4	IEEE 1129, IEC/TS 60034-27
	Vibrations de la carcasse et du circuit magnétique du stator, températures du circuit magnétique, du cercle de connexion, du système de refroidissement et des enroulements et tension de la bague excitatrice/mécanisme de balais	C.5	IEEE 1129, ISO 13373-7
	Vibrations des développantes stator	C.6	IEEE 1129, IEC/TS 60034-32

- a Ceci est décrit uniquement pour les paliers alternateur supérieur et inférieur.
 b La température des paliers guides n'est pas couverte par l'ISO 13373-7.
 c Cette technique est également décrite dans l'ISO 13373-7, mais avec une méthode différente.
 d La pression n'est pas couverte par l'ISO 13373-7.

NOTE Les techniques de surveillance d'état qui ne sont pas entièrement couvertes par le présent document sont grisées.

Tableau 2 (suite)

Composant majeur	Technique de surveillance	Paragraphe de la description	Normes correspondantes (citées en référence dans la Bibliographie)
Ensemble arbre et paliers	Courant et tension d'arbre	C.7	IEEE 112, IEEE 115, IEEE 1129
	Analyse de l'huile	C.8	Nombreuses normes disponibles telles que ASTM D5185 pour l'analyse des débris d'usure et ASTM D6304, ASTM D2896, ASTM D445 pour l'état de l'huile. D'autres normes sont en cours d'élaboration.
	Déplacements d'arbre, vibrations sur les paliers guides, le palier butée et le support des paliers	C.9	ISO 13373-7, ISO 20816-5, IEEE 1129
	Température des paliers guides et du palier butée	C.10	IEEE 1129a, ISO 13373-7b
	Surveillance des fuites labyrinthes	C.11	
Conduite forcée (y compris la vanne d'admission principale), bâche spirale, carter bulbe, pré-directrices, aubes directrices, vannage et injecteurs (Pelton)	Surveillance des doigts de rupture des directrices	C.12	ISO 13373-7
	Vibrations sur blindage du groupe bulbe	C.13	
	Surveillance des performances des aubes pré-directrices et directrices	C.17	IEC 60041
	Surveillance des vibrations injecteur	C.9	
	Surveillance de cavitation et des instabilités hydrauliques	C.18	
	Surveillance de la pression et des vibrations de la conduite forcée (y compris la vanne d'admission principale)	C.19	
	Surveillance de l'alignement roue Pelton	Tableau C.14	
Turbine	Jeu pales-manteau (turbines Kaplan et bulbe)	C.14	
	Jeu et température du joint labyrinthe (turbines Francis)	C.15	ISO 13373-7c
	Vibrations axiales du flasque de turbine Francis	C.16	ISO 13373-7
	Surveillance des performances (rendement, chute et débit)	C.17	IEC 60041
	Surveillance de cavitation et des instabilités hydrauliques	C.18	
Aspirateur	Surveillance de cavitation et des instabilités hydrauliques	C.18	
	Surveillance de la pression et des vibrations de l'aspirateur	C.20	ISO 13373-7d
<p>a Ceci est décrit uniquement pour les paliers alternateur supérieur et inférieur.</p> <p>b La température des paliers guides n'est pas couverte par l'ISO 13373-7.</p> <p>c Cette technique est également décrite dans l'ISO 13373-7, mais avec une méthode différente.</p> <p>d La pression n'est pas couverte par l'ISO 13373-7.</p> <p>NOTE Les techniques de surveillance d'état qui ne sont pas entièrement couvertes par le présent document sont grisées.</p>			

7.3 Principaux descripteurs et tracés

Chaque technique de surveillance et de diagnostic des groupes hydroélectriques comprend une ou plusieurs grandeurs de détection et de diagnostic appelés descripteurs, qui peuvent être surveillés par rapport à des seuils d'alarme et représentés sur des tracés. Les descripteurs et les tracés, qui peuvent varier d'un fournisseur de système de surveillance à un autre, peuvent être déterminés en

fonction des paramètres de configuration ou peuvent être adaptés par l'utilisateur pour une application spécifique ou être précisés à mesure que l'expérience s'accroît. Les descripteurs et tracés recommandés dans le présent document sont considérés comme étant les plus pertinents pour une large gamme d'applications et de types de machines et sont basés sur l'expérience et les meilleures pratiques ayant fait leurs preuves.

Tableau 3 — Descripteurs et tracés pour les techniques de surveillance des groupes hydroélectriques

Technique de surveillance	Descripteurs et tracés Paragraphe de la description	Exigences pour le système de surveillance Paragraphe
Entrefer (EN)	C.2.3	C.2.4
Flux magnétique (FM)	C.3.3	C.3.4
Analyse de décharge partielle (ADP)	C.4.3	C.4.4
Vibrations de développantes stator (VDS)	C.6.3	C.6.4
Jeu pales-manteau (turbines Kaplan et bulbe)	C.14.3	C.14.4
Jeu et température du joint labyrinthe (turbines Francis)	C.15.3	C.15.4
Surveillance des performances	C.17.3	C.17.4

7.4 Mesurages de corrélation

Les principaux descripteurs énumérés dans le [Tableau 3](#) sont souvent visualisés en tracés avec des paramètres d'exploitation correspondants pour mieux comprendre la corrélation du descripteur principal aux conditions de fonctionnement. Cela simplifie la comparaison de données similaires lors de l'analyse de symptômes de défaillance et la définition de seuils d'alarme dans le cadre d'une stratégie de surveillance adaptative comme décrit en [7.5](#). Les grandeurs typiques utilisées pour la corrélation peuvent être d'autres descripteurs principaux ou les paramètres associés à l'exploitation. Ceux-ci incluent, sans y être limités:

- les puissances active et réactive et le facteur de puissance (par exemple, mesurés par un wattmètre ou calculés à partir des valeurs des transformateurs de tension et de courant multipliées par le facteur de puissance plus les pertes);
- la vitesse et la phase;
- la tension et le courant d'excitation (y compris la chute de tension sur les balais du système d'excitation);
- la température (par exemple de l'huile, de l'eau, des paliers, des enroulements, de l'air de refroidissement et du circuit magnétique du stator). Parfois, la température est également surveillée sur les plaques/doigts de serrage du stator, le cercle de soutènement des développantes stator et le cercle de connexion du stator;
- la pression (huile, eau, air de refroidissement);
- le débit (eau, air de refroidissement);
- l'humidité;
- les vibrations;
- les paramètres de performance (par exemple la cote, le débit, la température de l'eau);
- les signaux issus de la machine (par exemple synchronisation, pompage, position des directrices).

Les mesurages de corrélation sont particulièrement utiles dans les situations où les mesurages de base ne sont pas très fiables. De plus, il convient qu'il y ait une vitesse d'échantillonnage suffisamment élevée pour ces types de mesures pour réaliser une corrélation correcte.

7.5 Stratégie de surveillance adaptative

De nombreux groupes hydroélectriques ont des conditions de fonctionnement très variables, ce qui fait que les différents descripteurs des techniques de surveillance peuvent également varier. Pour la détection automatique et précoce des défaillances, il convient que les seuils d'alarme soient définis individuellement pour chaque condition de fonctionnement, sur la base de l'expérience. Les paramètres d'exploitation habituellement utilisés pour définir les différentes classes de fonctionnement peuvent être n'importe lesquels parmi ceux énumérés en 7.4, mais sont souvent la vitesse, la puissance active, le facteur de puissance et les signaux tout-ou-rien des machines (par exemple mise en marche, arrêt, tels que les signaux automatiques de contrôle de production et les stabilisateurs de puissance). Il existe deux types principaux de régimes de fonctionnement pour les groupes hydroélectriques: les régimes stabilisé et transitoire. La plupart du temps de fonctionnement a lieu dans des classes de fonctionnement stabilisé qui incluent:

- la production à pleine charge;
- le pompage (pour le stockage par pompage);
- la production à charge partielle;
- le fonctionnement synchronisé à vide (mode en compensateur pour la stabilisation du réseau);
- à l'arrêt.

Les régimes transitoires incluent le démarrage et le ralentissement. Plusieurs techniques de surveillance et de diagnostic, telles que la surveillance des vibrations, peuvent être effectuées pendant les régimes transitoires afin de détecter ou de confirmer certains modes de défaillance potentiels qui ne sont pas aisément visibles dans les régimes stabilisés.

NOTE Il n'est pas possible de surveiller tous les descripteurs dans tous les modes de fonctionnement des machines. Une description détaillée de certains descripteurs pour chaque technique de surveillance est donnée en [Annexe C](#).

7.6 Choix et évaluation d'une technique de surveillance et de diagnostic

Il existe un certain nombre de techniques disponibles pour la surveillance et le diagnostic des groupes hydroélectriques, mais le gain que chacune fournit à l'utilisateur dépend considérablement de l'application et des exigences de l'utilisateur. Une technique de surveillance et de diagnostic utile pour un utilisateur peut être totalement inappropriée pour un autre qui a des machines similaires. Une méthode basée sur des moyennes pondérées, telle que décrite en [Annexe D](#), peut être utilisée pour évaluer des techniques de surveillance et de diagnostic similaires provenant de différents fournisseurs ou pour des techniques de surveillance différentes pour un même mode de défaillance potentiel. Les critères utilisés pour évaluer les différentes techniques peuvent inclure les points suivants:

- fiabilité, précision et répétabilité de la technique;
- détection du délai avant maintenance;
- coûts des capteurs, traitement des signaux et affichage;
- facilité d'installation;
- maintenabilité et étalonnage de l'équipement de surveillance;
- compétences en diagnostic nécessaires.