

---

---

**Surveillance et diagnostic d'état  
des machines — Démarches pour le  
diagnostic de performance**

*Condition monitoring and diagnostics of machines — Approaches for  
performance diagnosis*

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 18129:2015](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/93631253-b43b-4609-8d7c-3a45c21f21fb/iso-18129-2015)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/93631253-b43b-4609-  
8d7c-3a45c21f21fb/iso-18129-2015](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/93631253-b43b-4609-8d7c-3a45c21f21fb/iso-18129-2015)



**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 18129:2015

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/93631253-b43b-4609-8d7c-3a45c21f21fb/iso-18129-2015>



**DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT**

© ISO 2015

Droits de reproduction réservés. Sauf indication contraire, 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, l'affichage sur l'internet ou sur un Intranet, sans autorisation écrite préalable. Les demandes d'autorisation peuvent être adressées 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 56 • CH-1211 Geneva 20  
Tel. + 41 22 749 01 11  
Fax + 41 22 749 09 47  
E-mail [copyright@iso.org](mailto:copyright@iso.org)  
Web [www.iso.org](http://www.iso.org)

Publié en Suisse

## Sommaire

Page

<b>Avant-propos</b> .....	<b>iv</b>
<b>Introduction</b> .....	<b>v</b>
<b>1 Domaine d'application</b> .....	<b>1</b>
<b>2 Références normatives</b> .....	<b>1</b>
<b>3 Termes et définitions</b> .....	<b>1</b>
<b>4 Types de surveillance et de diagnostic de la performance</b> .....	<b>2</b>
4.1 Concepts fondamentaux.....	2
4.2 Surveillance de la performance en ligne.....	3
4.3 Analyse de la performance hors ligne.....	3
4.4 Surveillance de la performance en ligne avec validation.....	3
<b>5 Recommandations sur l'installation des systèmes de surveillance et de diagnostic de la performance</b> .....	<b>4</b>
5.1 Conditions préalables.....	4
5.2 Planification.....	4
5.3 Analyse du fonctionnement de l'équipement et définition des paramètres de performance du rendement.....	4
5.4 Définition des états de fonctionnement.....	5
5.4.1 Généralités.....	5
5.4.2 État stable.....	5
5.4.3 État nominal.....	6
5.4.4 États de charge partielle.....	6
5.5 Ajustement du modèle.....	7
5.6 Essai de la surveillance de la performance.....	7
<b>6 Méthodes et exigences relatives à la réalisation de la surveillance et du diagnostic de la performance des machines</b> .....	<b>8</b>
6.1 Méthodologie.....	8
6.2 Vérification de la plausibilité.....	8
6.3 Temps de cycles et calcul de moyennes.....	8
6.4 Mise en œuvre des calculs et des paramètres d'entrée.....	8
6.5 Validation.....	10
<b>7 Interprétation des données et critères d'évaluation</b> .....	<b>10</b>
<b>Annexe A (informative) Paramètres d'entrée recommandés pour la description des conditions de fonctionnement</b> .....	<b>12</b>
<b>Annexe B (informative) Descripteurs mesurés et attendus recommandés pour la surveillance et le diagnostic de la performance</b> .....	<b>13</b>
<b>Annexe C (informative) Exemple de surveillance de la performance d'une pompe</b> .....	<b>14</b>
<b>Annexe D (informative) Exemple d'une turbine à gaz</b> .....	<b>16</b>
<b>Optimisation hydraulique des jeux</b> .....	<b>16</b>
<b>Bibliographie</b> .....	<b>17</b>

## 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](http://www.iso.org/directives)).

L'attention est appelée 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](http://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.

Pour une explication de 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'OMC concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: [Avant-propos — Informations supplémentaires](http://www.iso.org/standards).

Le comité chargé de l'élaboration du présent document est l'ISO/TC 108, Vibrations et chocs mécaniques, et leur surveillance, sous-comité SC 5, Surveillance et diagnostic des systèmes de machines.

## Introduction

Devant la difficulté de répondre à des coûts énergétiques élevés, des demandes de réduction des émissions et des demandes d'accroissement de la flexibilité, garantir et contrôler le rendement maximal des machines et des systèmes est devenu un souci constant pour les propriétaires et les exploitants.

Les machines, les groupes de machines ou les installations industrielles (équipement) exécutent leurs tâches en utilisant des processus de conversion ou de transport de l'énergie. L'efficacité de ces processus de conversion et de transport de l'énergie représente la performance des équipements ou des processus s'y rapportant. Une bonne performance implique un rendement élevé et des pertes faibles. Si le processus de conversion énergétique intègre un processus thermodynamique, notamment un processus de cycle thermodynamique, la surveillance de la performance peut devenir très complexe.

Des systèmes de surveillance et de diagnostic de la performance sont mis en œuvre de plus en plus fréquemment pour répondre à cet objectif. Ce sont des systèmes d'information modernes qui surveillent les processus des machines, des groupes de machines ou de l'intégralité d'une installation industrielle en vue de détecter et de localiser leurs opportunités respectives d'amélioration du rendement.

Les avantages présentés par la surveillance et le diagnostic de la performance résident dans l'apport d'informations (par exemple, descripteurs mesurés et descripteurs attendus) sur l'état de la performance de l'équipement au moment présent. Ces informations sont essentielles pour prévenir les états de fonctionnement non optimaux, les processus de dégradation et pour s'assurer de la détection et de la quantification précoces des processus de détérioration (par exemple, érosion, corrosion).

La surveillance de la performance est souvent utilisée en plus de la surveillance de l'état des machines.

Les objectifs de la surveillance et du diagnostic de la performance sont:

- l'amélioration de la qualité de la conversion énergétique en parvenant à un fonctionnement optimisé,
- la réduction des émissions,
- la quantification de la détérioration de performance,
- l'identification des défauts d'instrumentation,
- la détection des équipements défectueux,
- l'amélioration de la disponibilité des machines,
- l'accroissement du rendement, réduisant ainsi les coûts énergétiques et les coûts liés aux émissions, et
- l'amélioration de l'élaboration des rapports et de la communication internes grâce une transparence accrue et au suivi de descripteurs correctement définis.

Les résultats de la surveillance et du diagnostic de la performance sont communiqués:

- aux opérateurs pour modifier le régime de fonctionnement en cas d'identification d'un fonctionnement non optimal, et
- au personnel de maintenance pour réparer ou modifier la machine ou l'équipement afin d'éliminer les défauts/la détérioration de performance identifiés.

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

ISO 18129:2015

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/93631253-b43b-4609-8d7c-3a45c21f21fb/iso-18129-2015>

# Surveillance et diagnostic d'état des machines — Démarches pour le diagnostic de performance

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale constitue une introduction sur la façon d'appliquer la surveillance et le diagnostic de la performance à des machines, des groupes de machines, voire des installations industrielles dans leur intégralité (équipement) couvrant généralement la totalité de la durée de vie des machines.

La présente Norme internationale est destinée à:

- introduire la terminologie spécifiquement liée à la surveillance et au diagnostic de la performance des machines,
- décrire les types de modes opératoires de surveillance et de diagnostic de la performance, ainsi que leurs avantages,
- fournir des recommandations sur l'installation des systèmes de surveillance et de diagnostic de performance,
- exposer les grandes lignes des méthodes et des exigences relatives à la réalisation de la surveillance et des diagnostics de la performance de machines, et
- fournir des informations sur l'interprétation des données, les critères d'évaluation et les exigences relatives aux rapports.

La présente Norme internationale inclut des modes opératoires d'essai pour déterminer la précision des systèmes et des modes opératoires de surveillance et de diagnostic de la performance (y compris la fourniture de données d'entrée pour réaliser des études comparatives de performance de l'équipement).

## 2 Références normatives

Les documents ci-après, dans leur intégralité ou non, sont des références normatives indispensables à l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 13372, *Surveillance et diagnostic de l'état des machines — Vocabulaire*

ISO 13379-1, *Surveillance et diagnostic d'état des machines — Interprétation des données et techniques de diagnostic — Partie 1: Lignes directrices générales*

ISO 17359, *Surveillance et diagnostic d'état des machines — Lignes directrices générales*

## 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 13372, l'ISO 13379-1, l'ISO 17359 ainsi que les suivants s'appliquent.

## 3.1 performance

comportement, caractéristiques et rendement d'un processus technologique d'une machine déterminé par mesurage et calcul d'un ou plusieurs paramètres, par exemple, la puissance, le débit, le rendement ou la vitesse, qui, ensemble ou seuls, donnent les informations nécessaires

[SOURCE: ISO 13372:2012, 2.3, modifié – Dans la définition, «efficacité» a été remplacé par «rendement».]

Note 1 à l'article: La performance est utilisée pour qualifier les processus de conversion de l'énergie, les parties liées au processus thermodynamique étant le plus souvent incluses.

Note 2 à l'article: Conformément à l'ISO 13372, les machines, les groupes de machines et les installations industrielles dans leur intégralité sont qualifiés d'équipement.

## 3.2 processus thermodynamique

processus de conversion de l'énergie dans lequel l'énergie thermique représente une forme d'énergie essentielle

## 3.3 état stable

condition de fonctionnement dans laquelle la valeur du signal décrit ne varie pas de manière significative dans le temps

Note 1 à l'article: Un processus est considéré en état stable lorsque ses paramètres caractéristiques sont stables.

## 3.4 descripteur

indicateur

attribut caractéristique provenant de paramètres bruts ou calculés ou d'une observation externe

[SOURCE: ISO 13372:2012, 6, 2]

**iTeh STANDARD PREVIEW**  
**(standards.iteh.ai)**

[ISO 18129:2015](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/93631253-b43b-4609-8d7c-3a45c21f21fb/iso-18129-2015)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/93631253-b43b-4609-8d7c-3a45c21f21fb/iso-18129-2015>

## 3.5 descripteur mesuré

signal en rapport avec la performance, reçu directement de l'équipement objet de la surveillance sous forme de valeur mesurée ou calculé directement à partir de valeurs mesurées

## 3.6 descripteur attendu

valeur correspondant à un descripteur mesuré, obtenue à partir d'un modèle, le modèle décrivant la performance attendue de l'équipement

## 3.7 facteur de performance

rapport entre la valeur réelle et la valeur attendue du rendement

Note 1 à l'article: Un facteur de performance supérieur à 100 % signifie « meilleur que l'objectif »; en dessous de 100 %, il s'agit d'une détérioration.

Note 2 à l'article: Il est exprimé en pourcentage (%).

# 4 Types de surveillance et de diagnostic de la performance

## 4.1 Concepts fondamentaux

La surveillance de la performance inclut généralement une comparaison entre les descripteurs mesurés (qui décrivent la performance d'une machine, par exemple la puissance, le débit, le rendement) par rapport à des descripteurs attendus.

L'évaluation de la performance par comparaison requiert des conditions de fonctionnements identiques, comme la vitesse, la charge ou la température. Par conséquent, il est nécessaire de disposer de conditions de fonctionnement de référence. En ce qui concerne l'objectif de surveillance de la performance, il est possible d'appliquer différents concepts:

- a) La surveillance de la performance dans des conditions de mesurage réelles: les conditions de fonctionnement lors du mesurage sont utilisées comme référence et les descripteurs attendus sont convertis en valeurs dans ces conditions. Ce concept est à privilégier si, par exemple, il est demandé des informations sur les pertes réelles dues à une dégradation dans les conditions de fonctionnement du moment.
- b) Des conditions de fonctionnement définies sont utilisées comme référence pour la surveillance de la performance. Les descripteurs mesurés obtenus dans les conditions de fonctionnement du moment sont convertis en valeurs aux conditions de référence. Cette méthode est privilégiée lorsqu'il s'agit de réaliser un suivi de tendance en vue d'éliminer l'influence des conditions de fonctionnement.

NOTE Lorsqu'une correction des conditions de référence est nécessaire, la norme d'essais de réception appropriée donne des recommandations. Une sélection de Normes internationales relatives aux essais de performance et de réception est incluse dans la Bibliographie de l'ISO 17359.

## 4.2 Surveillance de la performance en ligne

La surveillance de la performance en ligne repose sur un modèle de processus appliqué par une machine (par exemple, un processus thermodynamique comme le cycle de Rankine ou le cycle de Joule).

Les résultats du calcul du modèle sont qualifiés de descripteurs « attendus », car ils représentent l'état théorique ou correct de l'équipement dans des conditions de fonctionnement données, c'est-à-dire sans tenir compte de la dégradation, de l'encrassement et des défauts. Dans ce cas, les conditions de fonctionnement sont caractérisées par un petit nombre de paramètres d'entrée qui découlent de valeurs mesurées (en général, il s'agit des conditions ambiantes, des propriétés du combustible, de la vitesse, de la charge, etc.).

La comparaison des descripteurs mesurés par rapport aux descripteurs attendus permet de surveiller la performance du composant, d'identifier des situations de performance anormales et d'analyser la performance du composant et les conditions de fonctionnement anormales.

La surveillance des situations anormales est suivie d'une analyse. Cette analyse repose sur le calcul des paramètres de performance clés (par exemple, les rendements et les pertes). Ces paramètres sont calculés à partir des descripteurs mesurés correspondants et des descripteurs attendus obtenus à partir du modèle.

## 4.3 Analyse de la performance hors ligne

L'analyse de la performance hors ligne s'appuie sur le même modèle ou un modèle similaire sophistiqué comme la surveillance de la performance en ligne.

Cependant, l'analyse de la performance hors ligne permet une variation contrôlée des paramètres d'entrée ou des caractéristiques du modèle.

Ceci constitue la base des calculs liés à une situation, un événement hypothétique, utiles au diagnostic des écarts entre les descripteurs mesurés et les descripteurs attendus de la surveillance de la performance en ligne.

## 4.4 Surveillance de la performance en ligne avec validation

Afin d'améliorer la qualité des données et de détecter des mesures altérées, il est recommandé de valider les données conformément à la VDI 2048-1.

L'utilisation de cette méthode de réconciliation des données permet d'obtenir des résultats validés constituant un ensemble cohérent de mesures et d'améliorer la précision globale. Ceci permet une meilleure comparaison des descripteurs mesurés par rapport aux descripteurs attendus.

Le processus de calcul dépend fortement de l'existence de mesures redondantes ou physiquement liées ainsi que de la précision des descripteurs mesurés.

En établissant des bilans énergétiques et massiques en système fermé, il est possible de calculer des paramètres supplémentaires (non mesurés ou non mesurables), tels que les propriétés des surfaces de chauffe, qui n'existent pas sans réconciliation des données.

NOTE Un ensemble de mesures incohérent peut être détecté par le processus de validation. Par conséquent, la surveillance de la performance en ligne avec validation est utile pour améliorer la qualité des données et détecter les mesures suspectes.

## 5 Recommandations sur l'installation des systèmes de surveillance et de diagnostic de la performance

### 5.1 Conditions préalables

Une condition préalable générale d'un système de surveillance et de diagnostic de la performance est que les caractéristiques de fonctionnement de l'équipement objet de la surveillance correspondent à la fonction requise.

NOTE 1 Les erreurs provenant d'une conception inadaptée du système ne peuvent pas être corrigées par la surveillance de la performance.

Pour l'analyse de compatibilité, les conditions préalables ci-après sont recommandées:

- Il convient que toutes les machines de l'équipement à prendre en compte fonctionnent selon les conditions nominales spécifiées par le fabricant (caractérisées, par exemple, par le débit, la pression, la température, la puissance).
- Si une machine fonctionne en plages de charge partielle ou de surcharge, il convient que ces plages appartiennent au moins à la plage de fonctionnement admissible spécifiée par le fabricant.

NOTE 2 Le rendement élevé d'une machine n'est pas identique au rendement élevé de l'équipement auquel cette machine appartient si, par exemple, la machine fonctionne toujours en charge partielle.

### 5.2 Planification

Avant de démarrer la surveillance et le diagnostic de performance, il convient de respecter les phases ci-après:

- analyse du fonctionnement des machines et définition des paramètres de performance du rendement (appariement des descripteurs réels mesurés et des descripteurs attendus);
- sélection des paramètres d'entrée à utiliser (voir [Annexe A](#));
- définition des états de fonctionnement prévus pour la surveillance de la performance, incluant la définition de la condition d'état stable pour l'équipement objet de la surveillance;
- ajustage du modèle de l'équipement objet de la surveillance;
- essai de la surveillance de la performance.

### 5.3 Analyse du fonctionnement de l'équipement et définition des paramètres de performance du rendement

L'analyse du fonctionnement de l'équipement a pour objectif la sélection de descripteurs décrivant la performance de l'équipement et de ses composants. Il convient de tenir compte des éléments suivants:

- détermination de la fonction requise de l'équipement;

- évaluation de la fonction requise de l'équipement quant à son comportement, ses caractéristiques et le rendement qui sont essentiels et représentatifs de la performance;
- comparaison de la conception de l'équipement avec la fonction requise en vue d'analyser sa capacité à assurer la fonction requise;
- évaluation des paramètres nominaux de fonctionnement;
- analyse des modes opératoires et des contraintes influant sur le comportement opérationnel de l'équipement;
- détermination des descripteurs décrivant la performance de l'équipement (voir [Annexe B](#));
- décomposition de l'équipement en composants principaux représentant ses principales fonctions;
- analyse de l'interaction des composants.

Il convient que le résultat de l'analyse se présente sous forme d'un ensemble de descripteurs (paramètres de performance du rendement), qui peuvent être mesurés directement ou calculés à partir des valeurs mesurées.

## 5.4 Définition des états de fonctionnement

### 5.4.1 Généralités

Il est recommandé de réaliser une surveillance et un diagnostic de performance des états de fonctionnement standards de l'équipement, qui sont définis comme suit:

- conditions de fonctionnement stable;
- fonctionnement de l'équipement avec une charge ou une puissance supérieure à la charge ou à la puissance minimale spécifiée;
- caractéristiques de fonctionnement principales (par exemple, la vitesse, les positions des vannes, les dérivations) entrant dans les plages spécifiées.

Le résultat de cette analyse de fonctionnement se présente sous la forme d'une liste d'états de fonctionnement et de leurs spécifications.

NOTE La surveillance de la performance peut se limiter à certains états de fonctionnement spécifiés. Les autres états de fonctionnement sont définis comme des états de fonctionnement non standards et ne seront pas pris en compte.

### 5.4.2 État stable

Les modèles utilisés pour la surveillance de la performance s'appuient sur des hypothèses en matière d'états de fonctionnement des machines. En général, un état stable est requis. Ceci implique la stabilisation des paramètres de performance caractéristiques (descripteurs).

La méthode ci-après est un exemple d'estimation fiable d'état stable (voir Figure 1).

Les conditions d'un état stable sont définies par

- la sélection des descripteurs de la machine, convenant à la description des états de fonctionnement et disponibles sous forme de signaux mesurés,
- la définition de la plage de fluctuation admise  $2d$  pour chaque descripteur (par exemple, la valeur crête-crête du descripteur), et
- la spécification de la longueur d'une fenêtre temporelle glissante d'observation  $t_b$ .