

Documentation spéciale

Proline Promass

Pack d'applications Heartbeat Technology

Sommaire

1	Remarques relatives au document ...	4	10	Marques déposées	46
1.1	Fonction du document	4			
1.2	Utilisation du document	4			
1.3	Symboles utilisés	4			
1.4	Documentation	5			
2	Caractéristiques du produit et disponibilité	6			
2.1	Caractéristiques du produit	6			
2.2	Disponibilité (liste de produits et options de commande)	7			
3	Description du produit	8			
3.1	Aperçu	8			
3.2	Description de produit détaillée	8			
4	Intégration système	11			
4.1	Echange de données automatisé	11			
4.2	Echange de données par l'utilisateur (Asset Management System)	13			
5	Mise en service	14			
5.1	Disponibilité	14			
5.2	Heartbeat Diagnostics	15			
5.3	Heartbeat Monitoring	15			
5.4	Heartbeat Verification	15			
6	Fonctionnement	17			
6.1	Heartbeat Diagnostics	17			
6.2	Heartbeat Monitoring	17			
6.3	Heartbeat Verification	17			
7	Fonctionnement	25			
7.1	Etalonnage et autosurveillance avec Heartbeat Technology	25			
7.2	Heartbeat Technology - Integration	25			
7.3	Heartbeat Verification – Gestion des données	26			
7.4	Modules	32			
8	Use cases et applications (ainsi qu'interprétation des résultats)	34			
8.1	Diagnostic	34			
8.2	Condition Monitoring	34			
8.3	Heartbeat Monitoring – Introduction	34			
8.4	Heartbeat Verification	42			
9	Glossaire et terminologie	44			

1 Remarques relatives au document

1.1 Fonction du document

Le document fait partie du manuel de mise en service et sert d'ouvrage de référence pour les paramètres propres à l'application : il fournit des informations détaillées sur chaque paramètre du menu de configuration.

1.2 Utilisation du document

1.2.1 Informations relatives à la structure du document

 Pour l'agencement des paramètres selon structure des menus **Affic./Fonction., Configuration, Diagnostic** avec descriptions sommaires : voir Manuel de mise en service relatif à l'appareil.

 Pour le concept d'utilisation : Instructions de mise en service, chapitre "Concept d'utilisation"

1.3 Symboles utilisés

1.3.1 Symboles pour les types d'informations

Symbole	Signification
 A0011193	Conseil Identifie la présence d'informations complémentaires.
 A0011194	Renvoi à la documentation Renvoie à la documentation relative à l'appareil.
 A0011195	Renvoi à la page Renvoie au numéro de page indiqué.
 A0011196	Renvoi à la figure Renvoie au numéro de figure et au numéro de page indiqués.
 A0013140	Configuration via l'afficheur local Identifie la navigation vers le paramètre via l'afficheur local.
 A0013143	Configuration via l'outil de configuration Identifie la navigation vers le paramètre via l'outil de configuration.
 A0013144	Paramètre protégé en écriture Identifie un paramètre, qui peut être verrouillé à l'aide d'un code d'accès spécifique à l'utilisateur afin d'empêcher sa modification.

1.3.2 Symboles utilisés dans les graphiques

Symbole	Signification
1, 2, 3 ...	Repères
A, B, C, ...	Vues
A-A, B-B, C-C, ...	Coupes

1.4 Documentation

Le présent manuel est une documentation spéciale, il ne remplace pas le manuel de mise en service contenu dans la livraison.

Les informations détaillées figurent dans le manuel de mise en service et dans les autres documentations se trouvant sur le CD-ROM fourni ou sous "www.endress.com/deviceviewer".

La présente documentation spéciale fait partie intégrante des manuels de mise en service suivants :

Capteur	HART	EtherNet/IP	Modbus RS485
A	BA01187D	BA01182D	BA01179D
C	BA01188D	BA01183D	BA01178D
E	BA01167D	BA01064D	BA01056D
F	BA01168D	BA01065D	BA01057D
H	BA01189D	BA01184D	BA01177D
I	BA01190D	BA01066D	BA01058D
O	BA01191D	BA01185D	BA01180D
P	BA01192D	BA01067D	BA01059D
S	BA01193D	BA01068D	BA01060D
X	BA01194D	BA01186D	BA01181D



Cette documentation spéciale est disponible :

- Sur le CD-ROM fourni avec l'appareil (selon la version d'appareil commandée)
- Dans la zone de téléchargement de la page Internet Endress+Hauser :
www.endress.com → Download

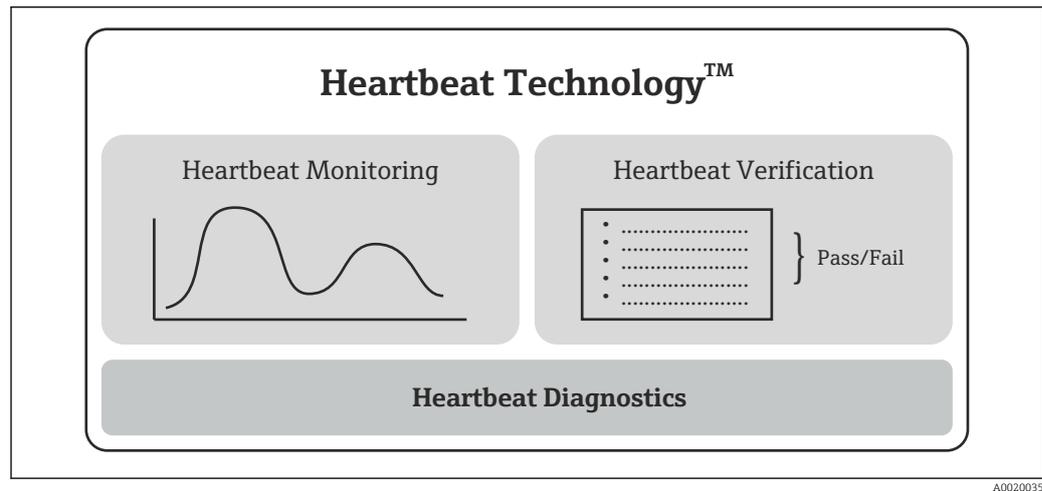
1.4.1 Contenu

La présente documentation spéciale comprend les descriptions des paramètres et données techniques complémentaires disponibles avec le pack d'applications Heartbeat Technology. Tous les paramètres non requis pour la Heartbeat Technology sont décrits dans le manuel de mise en service.

2 Caractéristiques du produit et disponibilité

2.1 Caractéristiques du produit

Les débitmètres Proline équipés de la Heartbeat Technology offrent des fonctionnalités de diagnostic grâce à l'auto-surveillance continue (**Heartbeat Diagnostics**), la transmission de grandeurs de mesure supplémentaires à un système de Condition Monitoring externe (**Heartbeat Monitoring**) ainsi que la vérification sur site de débitmètres au cours de l'application (**Heartbeat Verification**).



1 Heartbeat Technology : aperçu des modules et de leurs fonctions

Heartbeat Diagnostics est une fonctionnalité de base de tous les appareils de mesure Proline. Les modules **Heartbeat Monitoring** et **Heartbeat Verification** sont disponibles en option (→ 7).

2.1.1 Heartbeat Diagnostics

La fonctionnalité de diagnostic **Heartbeat Diagnostics** fournit des informations sur l'état de l'appareil ; elle est représentée sous forme de signaux d'état (diagnostic d'appareil). **Heartbeat Diagnostics** est une fonctionnalité de base de tous les appareils Proline.

D'autres informations relatives au diagnostic : voir manuel de mise en service, chapitre "Diagnostic et suppression des défauts".

2.1.2 Heartbeat Monitoring

Emission continue de valeurs de monitoring pour la surveillance dans un système externe de Condition Monitoring. Les valeurs mesurées sont transmises via les sorties disponibles à l'appareil de mesure à un système de Condition Monitoring.

2.1.3 Heartbeat Verification

Vérification des fonctionnalités d'appareil sur demande. Les résultats de la vérification sont stockés comme données dans l'appareil de mesure et documentés sous forme d'un rapport de vérification.

i La première fois il est recommandé d'utiliser la fonction **Heartbeat Verification** dans le cadre d'une mise en service (→ 14).

2.2 Disponibilité (liste de produits et options de commande)

Heartbeat Technology est disponible pour tous les principes de mesure Proline. Ceci permet d'utiliser cette fonction pour l'ensemble de la base installée de débitmètres Proline.

Liste des produits Proline Promass actuellement disponibles :

- Proline Promass 100 HART
- Proline Promass 100 EtherNet/IP
- Proline Promass 100 Modbus RS485

 Pour d'autres informations veuillez contacter votre agence Endress+Hauser.

Option de commande

Heartbeat Diagnostics est une fonctionnalité de base de tous les appareils Proline.

Les modules **Heartbeat Monitoring** et **Heartbeat Verification** sont disponibles dans la liste des prix des appareils de mesure dans la rubrique des options :

Variante de commande "Packs d'applications", Option **EB** "Heartbeat Verification + Monitoring"

Si cette option de commande est sélectionnée, les fonctionnalités pour **Heartbeat Monitoring** et **Heartbeat Verification** sont installées simultanément au départ usine dans l'appareil. Il existe aussi la possibilité d'équiper ultérieurement cette fonction au cours du cycle de vie des appareils de mesure.

 Heartbeat Technology est utilisable avec toutes les options d'intégration système. Des interfaces de communication numérique sont requises pour l'accès aux données mémorisées dans l'appareil de mesure. La vitesse de transmission des données est déterminée par le type de l'interface de communication.

 Pour d'autres informations relatives à la disponibilité d'un produit et à la modification d'appareil existants, veuillez contacter votre agence Endress+Hauser.

Procédure de libération de la fonction (→  14).

3 Description du produit

3.1 Aperçu

Avec le pack d'applications "Heartbeat Verification + Monitoring" il est possible de procéder à une vérification des fonctionnalités de l'appareil en cours d'application (**Heartbeat Verification**); on peut également utiliser l'appareil pour l'émission de grandeurs de mesure supplémentaires à un système de Condition Monitoring (**Heartbeat Monitoring**) externe.

La présente documentation spéciale décrit, en plus du manuel de mise en service, les fonctions supplémentaires disponibles via l'option "Heartbeat Verification + Monitoring". La présente documentation spéciale fait partie intégrante du manuel de mise en service.

Les appareils de mesure Proline munis de la Heartbeat Technology disposent d'une autosurveillance intégrée de l'ensemble de la chaîne de mesure, du capteur jusqu'aux sorties. Cette autosurveillance intégrée fournit des informations complémentaires (grandeurs de mesure) sur l'évaluation directe de l'état de l'appareil ainsi que sur les facteurs d'influence du process, qui compromettent la fonction et la performance de la mesure.

Les fonctions **Heartbeat Diagnostics**, **Heartbeat Monitoring** et **Heartbeat Verification** mettent à disposition sous différentes formes les informations obtenues dans le cadre de l'autosurveillance (→  1,  6) :

- La fonctionnalité de diagnostic **Heartbeat Diagnostics** fournit en continu des informations relatives à l'état de l'appareil. Elle est représentée sous forme de signaux d'état (diagnostic d'appareil).
- **Heartbeat Monitoring** permet d'émettre, en mode mesure continu, des valeurs de Monitoring supplémentaires pour la surveillance d'un système de Condition Monitoring externe. Les valeurs mesurées sont transmises via les sorties disponibles à l'appareil de mesure à un système de Condition Monitoring.
- La vérification du débitmètre au moyen de **Heartbeat Verification** est réalisée sur demande ; elle documente les résultats sous forme d'un jeu de données dans l'appareil de mesure et aussi sous forme d'un rapport. Le résultat de la vérification fournit des informations sur l'état de l'appareil : **Pass** ou **Fail**.

3.2 Description de produit détaillée

3.2.1 Heartbeat Diagnostics

But

Avec **Heartbeat Diagnostics** on génère, sur la base de l'autosurveillance continue, des informations sur l'état de l'appareil qui sont représentées sous forme de signaux d'état (diagnostic d'appareil). Les informations de diagnostic sont classées et contiennent des informations sur l'origine du défaut et les mesures de suppression.

Objectif

Emission continue de signaux d'état via les interfaces de service et vers le système subordonné (intégration système).

Avantages quant à l'application

- La surveillance continue et l'intégration au système subordonné garantissent que l'information sur l'état de l'appareil est disponible en temps réel pour être traitée immédiatement.
- Afin de pouvoir supprimer les défauts rapidement, chaque événement de diagnostic comporte des mesures de suppression.

Exigences des clients et des industries

Les signaux d'état sont classés selon VDI/VDE 2650 et recommandation NAMUR NE 107.

D'autres informations relatives au diagnostic : voir manuel de mise en service, chapitre "Diagnostic et suppression des défauts".

3.2.2 Heartbeat Monitoring

But

Par Condition Monitoring on entend la surveillance continue de grandeurs de mesure du débitmètre dans un système externe. Ceci pour faire la distinction avec l'autosurveillance continue de l'appareil de mesure, qui sert de base au diagnostic d'appareil. **Heartbeat Monitoring** met à disposition des valeurs de monitoring supplémentaires sur la base de l'autosurveillance continue. On dispose d'une sélection de grandeurs de mesure qui ont un rapport avec la performance de mesure du débitmètre.

L'exploitation de ces grandeurs continues dans un système de Condition Monitoring permet au client d'évaluer les grandeurs de mesure : comparé au monitoring, le diagnostic d'appareil évalue l'état de l'appareil de mesure (intégrité du système, fonctionnement en dehors des spécifications du fabricant) et la limitation ou l'interruption de la fonctionnalité de mesure dues aux conditions de process inappropriées. **Heartbeat Monitoring** a pour but d'exploiter des grandeurs de mesure supplémentaires relevant de l'application. Aussi l'interprétation des grandeurs de mesure n'est-elle pas réalisée par le débitmètre mais par le système de Condition Monitoring. Le débitmètre sert simplement à la fourniture d'informations.

Objectif

Pour la surveillance de l'application, les valeurs mesurées importantes sont transmises via les sorties disponibles sur l'appareil de mesure à un système de Condition Monitoring. Les valeurs mesurées de Monitoring sont évaluées dans le système de Condition Monitoring, ce qui enclenche des actions dans le domaine de la maintenance (par ex. nettoyage) ou de l'optimisation des process. De manière idéale ces actions peuvent être mises en place avant que la sécurité de process ou la qualité du produit de l'application ne soient compromises. Les applications ciblées avec le Condition Monitoring dans le cas du Promass sont les suivantes :

- Formation de dépôts dans le capteur
- Produits corrosifs ou abrasifs
- Produits multiphasiques (parts de gaz dans les produits liquides)
- Gaz humides
- Applications au cours desquelles le capteur est soumis à une usure identifiée

Avantages quant à l'application

- Les grandeurs de mesure traitées dans l'appareil sont mises à disposition dans le système de Condition Monitoring pour une intégration simple.
- Reconnaissance précoce de modifications (tendances) afin de garantir la disponibilité de l'installation et la qualité du produit.
- Utilisation de l'information afin de planifier les actions à mettre en oeuvre (nettoyage).
- Identification de conditions de process inadéquates comme base pour une optimisation de l'installation et des process.

Exigences des clients et des industries

- Une qualité de produit élevée exige une surveillance continue de la qualité des process et de ce fait une qualité constante de la mesure de débit.
- Pour une disponibilité élevée des installations il faut éviter les pannes intempestives et une maintenance rapide - tout ceci exige une planification sérieuse.

3.2.3 Heartbeat Verification

But

Heartbeat Verification exploite la fonction d'autosurveillance des débitmètres Proline pour vérifier les fonctionnalités de mesure des appareils. La vérification est réalisée sur demande. En cours de vérification, on contrôle si les composants de l'appareil de mesure respectent les spécifications usine. Autant les capteurs que les modules électroniques sont soumis aux tests. Les résultats de la vérification sont stockés comme données dans l'appareil de mesure et documentés le cas échéant sous forme d'un rapport de vérification.

La demande peut provenir, via une interface d'intégration système, d'un système centralisé supérieur, auquel pourra être transmis le résultat global du contrôle de fonctionnement de l'appareil (**Pass/Fail**). Le résultat de la vérification fournit des informations sur l'état de l'appareil : **Pass** ou **Fail**. Une interprétation des données par l'utilisateur n'est pas nécessaire.

Objectif

Confirmation de la qualité constante de la mesure durant le cycle de vie du produit grâce à une vérification périodique de la fonctionnalité de l'appareil. Réalisation d'une documentation traçable de l'état de l'appareil au cours de son cycle de vie.

Avantages quant à l'application

- La fonctionnalité est intégrée à l'appareil de mesure et ainsi disponible via toutes les interfaces de configuration et d'intégration système. Un accès à l'appareil sur site afin d'en utiliser la fonctionnalité n'est pas nécessaire. Ceci permet d'économiser du temps et rend la fonction disponible à tout moment.
- Etant donné que l'appareil de mesure interprète lui-même les résultats de la vérification (**Pass/Fail**) et les documente, des connaissances particulières ne sont pas requises.
- La documentation de la vérification (rapport de vérification) peut être utilisée pour prouver la qualité des mesures à des organismes tiers.
- L'utilisation de **Heartbeat Verification** comme méthode de contrôle d'appareils Proline en cours d'application permet de remplacer des travaux de maintenance (vérification périodique, étalonnages récurrents) ou d'en réduire la fréquence.

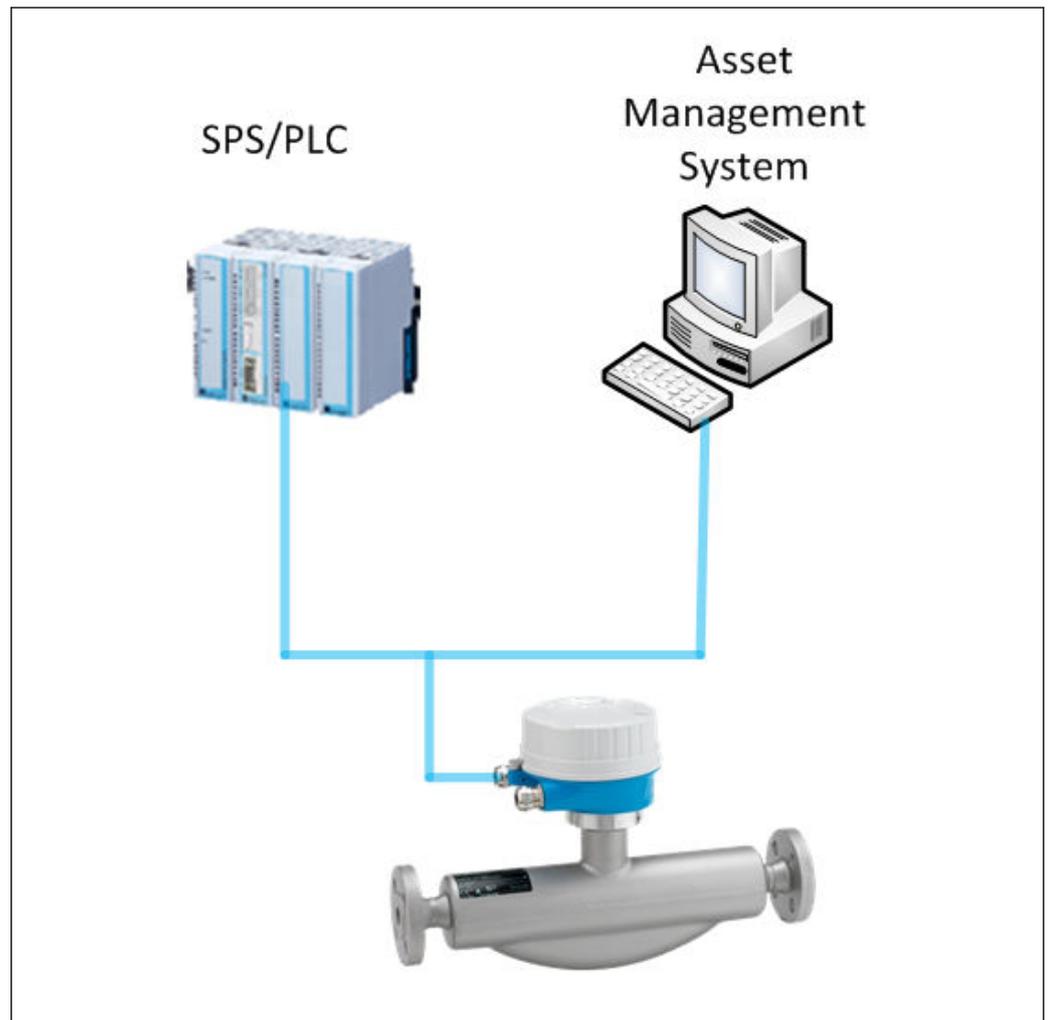
Exigences des clients et des industries

- Dans le cadre de ISO 9001 (points de mesure de qualité)
- Contrôles récurrents (Proof Test) dans le cadre de la sécurité fonctionnelle (SIL)
- Vérification de points de mesure dans les domaines suivants : surveillance des boucles de mesure d'énergie, circuits auxiliaires et émission de gaz à effets de serre
- Vérification de points de mesure pour les besoins de la facturation (gré à gré)

4 Intégration système

Informations de base relatives à l'intégration système : voir manuel de mise en service, chapitre "Intégration système".

Les fonctions de Heartbeat Technology sont disponibles via des interfaces numériques. Les fonctionnalités peuvent être utilisées tant par un système d'Asset Management que par un automate programmable (par ex. API).



A0020246

La réalisation de l'échange de données peut être automatisée ou être effectuée par un utilisateur.

4.1 Echange de données automatisé

Heartbeat Diagnostics	Heartbeat Monitoring	Heartbeat Verification
<ul style="list-style-type: none"> Exploiter le diagnostic d'appareils de terrain Evénements de diagnostics pour l'intégration avec un API 	<ul style="list-style-type: none"> Analyse de tendance continue Grandeurs de mesure de Monitoring supplémentaires pour le traitement dans un système de Condition Monitoring 	<ul style="list-style-type: none"> Contrôle de l'appareil au moyen de l'autosurveillance Démarrer la vérification et lire les résultats de la vérification

4.1.1 Echange de données automatique Heartbeat Monitoring

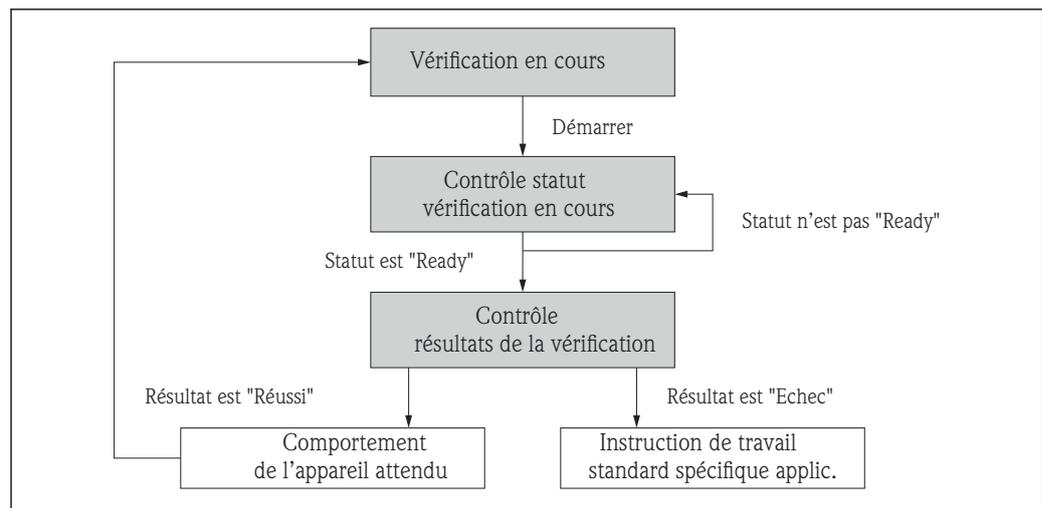
Le procédé suivant décrit le principe de la fonctionnalité automatisée **Heartbeat Monitoring** et l'utilisation de données pour le Condition Monitoring :

- L'application hôte configure les services cycliques de l'appareil de terrain pour **Heartbeat Monitoring**
- L'appareil de terrain communique les PV (variables de process) du **Heartbeat Monitoring**
- L'application hôte évalue les PV du **Heartbeat Monitoring** (par ex. tendance, dépassement de seuil)
- L'application hôte initie les instructions de travail standard spécifiques à l'application (par ex. déclenchement d'un besoin ou d'une demande de maintenance)

i La réalisation spécifique au bus de terrain (Modbus RS485, EtherNet/IP, HART, PROFIBUS DP) est décrite dans le manuel de mise en service, chapitre "Caractéristiques techniques, 17.4 Sortie".

4.1.2 Echange de données automatique Heartbeat Verification

L'autosurveillance intégrée à l'appareil de mesure peut être déclenchée via un système de commande et les résultats ainsi vérifiés. Pour ce faire, il faut mettre en place la procédure suivante :



- Procéder à la vérification :
La vérification est démarrée via le paramètre "Démarrer vérification".
- Etat de la vérification :
A la fin de la vérification, le paramètre "Etat" passe sur **Ready**.
- Résultat de la vérification :
Le résultat global de la vérification est signalé dans le paramètre "Résultat". En fonction du résultat, différentes actions doivent être provoquées par le système, par exemple une demande de maintenance pour le cas où le résultat ne serait pas **Passed**.

4.2 Echange de données par l'utilisateur (Asset Management System)

Heartbeat Diagnostics	Heartbeat Monitoring	Heartbeat Verification
<ul style="list-style-type: none"> ▪ Identifier les mesures de correction ▪ Les informations sur les causes d'un défaut et les mesures de correction sont disponibles dans l'Asset Management System 	Configuration du Monitoring	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Vérification de l'appareil au moyen de l'autosurveillance ▪ Démarrer la vérification Lire, archiver et documenter les résultats de la vérification y compris les résultats détaillés.

 L'échange de données par l'utilisateur est décrit dans les chapitres "Mise en service" (→ , "Fonctionnement" (→ ) et "Heartbeat Technology – Intégration" (→ , 25).

5 Mise en service

5.1 Disponibilité

Si le pack d'options pour **Heartbeat Monitoring** et **Heartbeat Verification** a été commandé au départ usine pour l'appareil, la fonction est disponible à la livraison de l'appareil. L'accès est effectué via l'interface de configuration de l'appareil de mesure, le serveur web ou le logiciel Endress+Hauser d'Asset Management FieldCare. En principe aucune mesure spéciale n'est à prendre pour mettre cette caractéristique en service.

Possibilités de contrôle de disponibilité de l'appareil de mesure :

- A l'aide du numéro de série :
W@M Device viewer¹⁾ → Référence de commande option **EB** "Heartbeat Verification + Monitoring"
- Dans le menu de configuration :
Vérifier si la fonction est représentée dans le menu de configuration : Diagnostic → Heartbeat
Si la sélection "Heartbeat" est disponible, la fonction est libérée.

Si la fonction dans l'appareil de mesure ne devait pas être accessible, cela signifie que le pack d'options n'a pas été sélectionné. Il existe alors la possibilité d'équiper ultérieurement cette fonction au cours du cycle de vie de l'appareil de mesure. Pour la plupart des débitmètres il est possible d'activer la fonction sans modification du firmware.

5.1.1 Libération sans modification

Pour une libération sans modification il vous faut le pack de transformation Endress +Hauser. Celui-ci comprend entre autres le code d'accès qui doit être entré via le menu de configuration afin d'activer la fonction "Heartbeat Verification + Monitoring"

La libération se fera via "Configuration → Config. étendue → Entrer code d'accès".

Après activation, **Heartbeat Monitoring** et **Heartbeat Verification** sont disponibles en permanence dans l'appareil de mesure.

Cette action est possible à partir des révisions de firmware suivantes :

- Modbus: 01.02.zz
- EtherNet/IP: 01.01.zz
- HART: 01.00.zz
- PROFIBUS DP: 01.00.zz

5.1.2 Mise à jour de firmware pour mise en oeuvre de Heartbeat

Si vous possédez un appareil qui requiert une mise à jour avant libération, prière de contacter le SAV Endress+Hauser.

Cette fonction exige l'accès à l'appareil de mesure par le service.

Pour les appareils de mesure avec version de firmware ancienne (voir "5.1.1 Libération sans rétrofi") une mise à jour du firmware est nécessaire. Par ailleurs, lors de la mise en service, la référence du capteur doit être représentée et sélectionnée.

 Pour d'autres informations relatives à la disponibilité d'un produit et à la modification d'appareil existants, veuillez contacter votre agence Endress+Hauser.

1) www.endress.com/deviceviewer

5.2 Heartbeat Diagnostics

Les fonctions de diagnostic font partie du software de base des débitmètres Proline : voir manuel de mise en service, chapitre "Diagnostic et suppression de défauts".

5.3 Heartbeat Monitoring

Heartbeat Monitoring est mis en service par activation de la fonction Monitoring et les grandeurs de mesure de Monitoring importantes pour l'application sont affectées aux sorties de l'appareil de mesure. A la fin de la mise en service les grandeurs de mesure de Monitoring sont disponibles en permanence aux sorties.

Activation/désactivation de la fonction de Monitoring

L'émission des grandeurs de mesure de Monitoring est activée ou désactivée dans le menu de configuration :

(→  17)

5.3.1 Sélection de paramètres : sorties

Les paramètres de Monitoring mentionnés dans la suite peuvent être affectés aux sorties dans le cadre d'une transmission continue à un système de Condition Monitoring :

Paramètre	Description	Gamme de valeurs
Amortissement oscillation 0	Amortissement mécanique des tubes ou du tube de mesure en A/m	$0 \dots 3,0 \cdot 10^{+38}$
Amortissement oscillation 1 (seulement Promass I)	Amortissement mécanique du tube de mesure en mode torsion en A/m	$0 \dots 3,0 \cdot 10^{+38}$
Intégrité capteur (seulement Promass I)	Modification relative de l'ensemble du capteur avec tous ses composants électriques, mécaniques et électromécaniques montés dans le boîtier de capteur (y compris le tube de mesure, les capteurs électrodynamiques, le système d'excitation, les câbles etc) en % de la valeur de référence.	$\pm 4 \%$

 Informations sur l'application des paramètres et interprétation des résultats de mesure (→  34).

5.3.2 Particularités pour Proline Promass I

La grandeur de mesure "Intégrité capteur" est disponible dans le cas du Proline Promass I en continu comme paramètre de monitoring, pour les autres capteurs Promass seulement sur demande dans le cadre de **Heartbeat Verification**.

Un écart du paramètre "Intégrité capteur" est le signe d'un changement au niveau du capteur ou de certaines de ses composantes (tube de mesure, capteurs électrodynamiques, système d'excitation, câble etc) avec pour conséquence une augmentation des erreurs/de l'incertitude lors de la mesure de débit et de densité. Les causes possibles liées à l'application peuvent être une surcharge mécanique ou thermique du capteur, une usure augmentée (par ex. corrosion, abrasion) ou un dépôt sur le tube de mesure.

5.4 Heartbeat Verification

Une mise en service de la fonction **Heartbeat Verification** n'est pas nécessaire. Le paramétrage nécessaire dans le cadre de **Heartbeat Verification** (référence usine) est enregistré lors de l'étalonnage usine et mémorisé dans l'appareil de mesure. Lors de la

vérification au niveau de l'application, la situation actuelle de l'appareil de mesure est comparée à cette référence usine.

 Il est recommandé, dans le cadre de cette mise en service de l'appareil de mesure ou immédiatement après la libération de la fonction **Heartbeat Verification** de procéder à une première vérification et d'archiver les résultats comme situation de départ dans le cycle de vie de l'appareil de mesure (→  17).

6 Fonctionnement

6.1 Heartbeat Diagnostics

Les fonctions de diagnostic font partie de l'équipement de base des débitmètres Proline.

D'autres informations relatives au diagnostic : voir manuel de mise en service, chapitre "Diagnostic et suppression des défauts".

6.2 Heartbeat Monitoring

Activation/désactivation de la fonction de Monitoring

Après une mise en service réussie, l'émission continue des grandeurs de mesure de monitoring aux sorties est activée ou désactivée dans le menu de configuration :

- "Configuration → Config. étendue → Config. Heartbeat → Heartbeat Monitoring"
- "Expert → Diagnostic → Heartbeat → Heartbeat Monitoring"

6.3 Heartbeat Verification

6.3.1 Première réalisation

Il est recommandé, lors de la mise en service de l'appareil de mesure, de procéder à une première vérification et d'archiver les résultats comme situation de départ dans le cycle de vie de l'appareil.

6.3.2 Caractéristiques du produit

Informations de base sur les propriétés de **Heartbeat Verification** (→  8). Consulter ce chapitre avant de poursuivre avec la configuration.

6.3.3 Configuration - Vérification

La vérification est effectuée sur demande et lancée dans le menu de configuration ou au moyen du DTM de vérification.

Accès via menu de configuration et serveur web :

- "Diagnostic → Heartbeat → Vérification en cours"
- "Expert → Diagnostic → Heartbeat → Vérification en cours"

Accès via DTM FieldCare :
"Heartbeat → Vérification en cours"

Paramètre réalisation de la vérification/démarrage

Paramètre	Description	Sélection/ Entrée	Réglage par défaut
Année	Entrée de la date et de l'heure (zone 1) : Année de la réalisation	9...99	10
Mois	Entrée de la date et de l'heure (zone 2) : Mois de la réalisation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Janvier ▪ Février ▪ Mars ▪ Avril ▪ Mai ▪ Juin ▪ Juillet ▪ Août ▪ Septembre ▪ Octobre ▪ Novembre ▪ Décembre 	Janvier
Jour	Entrée de la date et de l'heure (zone 3) : jour de la réalisation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1...28 ▪ 29 ▪ 30 ▪ 31 	1
Heure	Entrée de la date et de l'heure (zone 4) : heure de la réalisation	<ul style="list-style-type: none"> ▪ 1...11 ▪ 1...23 	12
AM/PM	Entrée de la date et de l'heure (zone 5) : matin ou après-midi	<ul style="list-style-type: none"> ▪ AM ▪ PM 	AM
Minute	Entrée de la date et de l'heure (zone 6) : minutes de la réalisation	0...59	0
Démarrer vérification	Démarrage de la vérification	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Annuler ▪ Démarrer 	Annuler
En cours	Affichage de la progression	0...100 %	0
Etat	Etat de la vérification <ul style="list-style-type: none"> ▪ Ready : la dernière vérification est close, l'appareil est prêt pour la prochaine vérification ▪ Occupé : la vérification est en cours ▪ Echec : un prérequis pour la réalisation n'est pas rempli, la vérification ne peut pas être démarrée (par ex. paramètres de process instables) ▪ Non vérifié : aucune vérification n'a été effectuée pour cet appareil 	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Ready ▪ Occupé ▪ Echec ▪ Non vérifié 	Ready

 Les entrées de date et d'heure sont mémorisées en plus de l'heure actuelle et des résultats de la vérification et apparaissent sur le rapport de vérification.

6.3.4 Résultats de vérification

Les résultats de la vérification peuvent être interrogés via le menu de configuration ou au moyen des DTM de vérification FieldCare.

Accès via menu de configuration et serveur web :

- "Diagnostic → Heartbeat → Résultats de la vérification"
- "Expert → Diagnostic → Heartbeat → Résultats de la vérification"

Accès via DTM FieldCare :
 "Heartbeat → Résultats de la vérification"

Paramètres résultats de la vérification

Paramètre	Description	Sélection/ Entrée	Réglage par défaut
Date/heure	Entrée de la date et de l'heure en temps réel	Entrée de l'utilisateur	0
Vérification ID	Numérotation continue des résultats de vérification dans l'appareil de mesure	0...65535	0
Temps de fonctionnement	Temps de fonctionnement de l'appareil de mesure au moment de la vérification	-	-
Résultat général	Résultat général de la vérification	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Echec ▪ Libre ▪ Réussi ▪ Non vérifié 	Non vérifié
Capteur	Résultat partiel capteur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Echec ▪ Libre ▪ Réussi ▪ Non vérifié 	Non vérifié
Intégrité capteur	Résultat partiel intégrité capteur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Echec ▪ Libre ▪ Réussi ▪ Non vérifié 	Non vérifié
Module électronique capteur	Résultat partiel module électronique capteur	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Echec ▪ Libre ▪ Réussi ▪ Non vérifié 	Non vérifié
Module E/S	Résultat partiel module E/S	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Echec ▪ Libre ▪ Réussi ▪ Non vérifié 	Non vérifié

Classification des résultats

- Echec : au moins une vérification au sein du groupe de test est situé en dehors de la spécification
- Réussi : toutes les vérifications du groupe de test se situent dans la spécification
- Non vérifié : aucune vérification n'a été effectuée pour ce groupe de test

Groupes de test

- Capteur : composants électriques du capteur (signaux, circuits courant et câblage)
- Intégrité capteur : composants électriques, électromécaniques et mécaniques du capteur y compris tube de mesure
- Module électronique capteur : module électronique pour la commande et la conversion des signaux de capteur
- Module électronique E/S : résultats de tous les modules d'entrée et de sortie installés dans l'appareil de mesure

Autres informations sur les groupes de test et les différentes vérifications (→  20).

Interprétation

Les résultats partiels pour un groupe de test (par ex. capteur) comprennent le résultat de plusieurs vérifications. Le résultat partiel est considéré comme réussi seulement lorsque les différentes vérifications ont été réussies. Il en va de même pour le résultat global : il est considéré comme réussi lorsque toutes les vérifications partielles ont été réussies. Les informations relatives aux différentes vérifications figurent dans le rapport de vérification

et dans les résultats détaillés de vérification, qu'il est possible d'interroger via le DTM de vérification.

6.3.5 Résultats de vérification détaillés

Les résultats de vérification et conditions de process détaillés au moment de la vérification peuvent être interrogés au moyen du DTM de vérification FieldCare.

- Résultat de vérification : "VerificationDetailedResults → VerificationSensorResults"
- Conditions de process : "VerificationDetailedResults → VerificationActualProcessConditions"

Les résultats de vérification détaillés présentés dans la suite informent sur les résultats des différentes vérifications au sein d'un groupe de test.

Paramètre résultats de vérification détaillés

Paramètre/Vérification	Description	Gamme de valeurs
Groupe de test "capteur"		
Bobine capteur à l'entrée	Etat bobine capteur à l'entrée intact/non intact (court-circuit/interruption)	Pas de gamme de valeurs, réussi/échec
Bobine capteur à la sortie	Etat bobine capteur à la sortie intact/non intact (court-circuit/interruption)	Pas de gamme de valeurs, réussi/échec
Tube de mesure capteur de température	Etat tube de mesure capteur de température intact/non intact (court-circuit/interruption)	Pas de gamme de valeurs, réussi/échec
Tube support capteur de température	Etat tube support capteur de température intact/non intact (court-circuit/interruption)	Pas de gamme de valeurs, réussi/échec
Symétrie bobines capteurs	Surveillance de l'amplitude du signal capteur à l'entrée - capteur à la sortie	Pas de gamme de valeurs, réussi/échec
Mode latéral fréquence	Surveillance de la fréquence d'oscillation des tubes ou du tube de mesure	En fonction du type de capteur, de sa version et de son diamètre nominal
Mode de torsion fréquence (seulement Promass I)	Surveillance de la fréquence d'oscillation du tube de mesure mode torsion	En fonction du type de capteur, de sa version et de son diamètre nominal
Groupe de test "Intégrité du capteur"		
Intégrité capteur	Surveillance de la modification relative de l'ensemble du capteur avec tous ses composants électriques, mécaniques et électromécaniques montés dans le boîtier de capteur (y compris le tube de mesure, les capteurs électrodynamiques, le système d'excitation, les câbles etc) en % de la valeur de référence.	±4 %
Ecart intégrité capteur	Modification relative de l'ensemble du capteur avec tous ses composants électriques, mécaniques et électromécaniques montés dans le boîtier de capteur (y compris le tube de mesure, les capteurs électrodynamiques, le système d'excitation, les câbles etc) en % de la valeur de référence.	±4 %
Groupe de test "Module électronique capteur"		

Paramètre/Vérification	Description	Gamme de valeurs
Surveillance du zéro	Surveillance du zéro de la mesure de débit	±500
Cadence de référence	Surveillance de la cadence de référence de la mesure de débit	±100 ppm
Température de référence	Surveillance de la mesure de température	±10 Ω (définie comme valeur de résistance et non de température)
Groupe de test "Module E/S"		
Module E/S	Surveillance du module E/S Pour la sortie courant : précision du courant	±1 % ±100 µA

Par ailleurs les conditions de process actuelles au moment de la vérification sont enregistrées. Ceci améliore la reproductibilité des résultats.

Conditions de process

Conditions de process	Description, gamme des valeurs
Valeur de vérification débit massique	Valeur mesurée actuelle débit massique
Valeur de vérification densité	Valeur mesurée actuelle densité
Valeur de vérification amortissement	Valeur mesurée actuelle pour l'amortissement du tube de mesure
Valeur de vérification température du process	Valeur mesurée actuelle de la température de process (température dans le capteur)
Température électronique	Valeur mesurée actuelle de la température l'électronique dans le transmetteur

6.3.6 Rapport de vérification

Les résultats de la vérification peuvent être documentés au moyen du serveur web ou du logiciel de la base installée FieldCare sous la forme d'un rapport de vérification. Le rapport de vérification est établi sur la base du jeu de données mémorisé dans l'appareil après vérification. Etant donné que les résultats de la vérification sont marqués automatiquement et clairement au moyen de l'ID et de l'heure, ils se prêtent à une documentation traçable de la vérification de débitmètres.

Etablissement du rapport de vérification

(→  26)

Contenu du rapport de vérification

Le rapport de vérification comprend deux pages. La première page sert à l'identification du point de mesure, à l'identification des résultats de mesure et à la confirmation de la version.

- Client : référence du client
- Informations sur l'appareil : informations sur le repérage (Tag) et la configuration actuelle du point de mesure. Ces informations sont gérées dans l'appareil de mesure et intégrées au rapport de vérification.
- Etalonnage : indication du facteur d'étalonnage et réglage du zéro du capteur. Le capteur respecte la spécification de mesure pour le débit et la densité si ces valeurs correspondent au dernier étalonnage.

- Informations de vérification : la durée de fonction et l'ID de vérification servent à l'affectation claire des résultats de vérification au sens d'une documentation traçable de la vérification. Les entrées de date et d'heure manuelles sont mémorisées en plus de l'heure actuelle dans l'appareil de mesure et apparaissent également sur le rapport de vérification.
- Résultats de la vérification : résultat global de la vérification. Celui-ci est seulement réussi si tous les résultats partiels sont réussis. Les résultats partiels figurent sur la deuxième page du rapport.
- Validité – Disclaimer : la validité du rapport de vérification part du principe que la fonction **Heartbeat Verification** est libérée sur l'appareil de mesure correspondant et utilisée par un exploitant mandaté par le client. Alternativement un technicien Endress +Hauser ou un prestataire de service autorisé par Endress+Hauser peut se voir confier la réalisation de la vérification.

Verification report

Endress+Hauser 
People for Process Automation

Verification report flowmeter

Customer		Mr. Smith
Device information		
Location	Device tag	
Anlage 14	M-745	
Module name	Nominal diameter	
Promass E	DN25	
Device name	Order code	
Promass 100	8E1B25-725	
Serial number	Firmware version	
1234567890	01.00.07	
Calibration		
Calibration factor	Zero point	
1.15	10	

Verification information	
Operating time	Date/time
12 d 15 h 32 min 12 s	01.12.2010
Verification ID	
17	
Verification results	
Overall result*	❌ Failed
Detailed results	See next page

* Overall result: Result of the complete device functionality test via Heartbeat Technology

Notes

Validity of the verification report is only guaranteed:

- For devices with enabled software option Heartbeat Verification
- By the Endress+Hauser service organization or by a service provider authorized by Endress+Hauser

Date

Customer's signature

Operator's signature

www.endress.com

A0020249-FR

La seconde page comporte la liste des différents groupes de test et leurs résultats partiels. Signification des différents groupes de test et la description des différentes vérifications (→  20)

Verification report



Endress+Hauser
People for Process Automation

Verification report flowmeter

Verification detailed results

Sensor	<input checked="" type="checkbox"/> Passed
Inlet pickup coil	<input checked="" type="checkbox"/> Passed
Outlet pickup coil	<input checked="" type="checkbox"/> Passed
Measuring tube temperature sensor	<input checked="" type="checkbox"/> Passed
Carrier tube temperature sensor	<input checked="" type="checkbox"/> Passed
Pickup coil symmetry	<input checked="" type="checkbox"/> Passed
Frequency lateral mode	<input checked="" type="checkbox"/> Passed
Frequency torsion mode	<input checked="" type="checkbox"/> Passed
Sensor integrity	<input checked="" type="checkbox"/> Passed
Sensor electronic module	<input checked="" type="checkbox"/> Failed
Zero point tracking	<input checked="" type="checkbox"/> Passed
Reference clock	<input checked="" type="checkbox"/> Failed
Reference temperature	<input type="checkbox"/> Check not done
I/O module	<input checked="" type="checkbox"/> Passed

www.endress.com

A0020250-FR

Gestion des données avec DTM de vérification FieldCare et serveur web
(→ 📄 26)

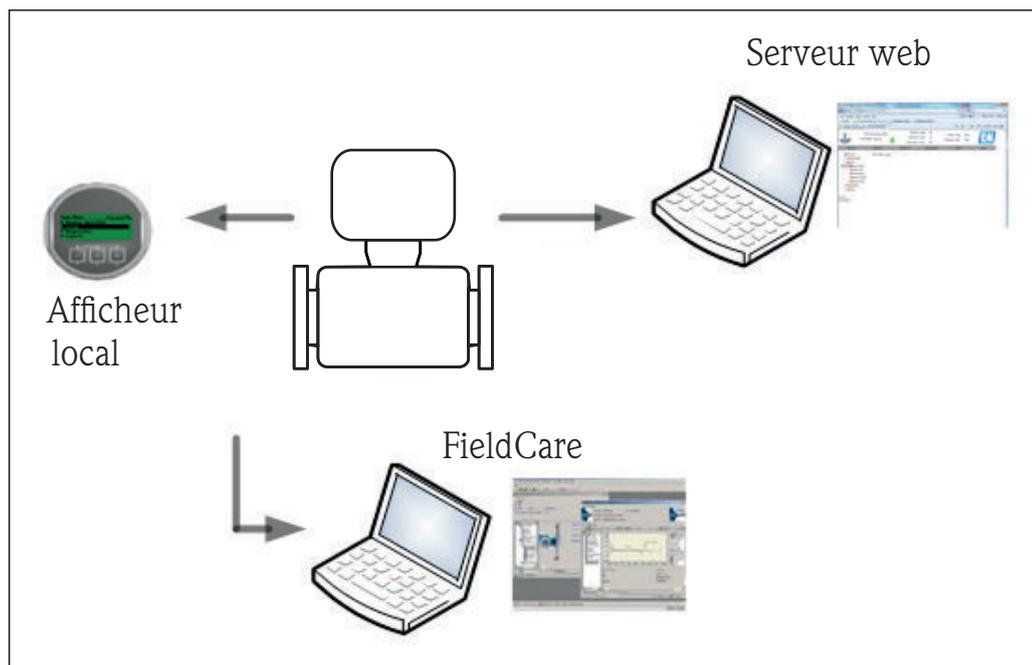
7 Fonctionnement

7.1 Etalonnage et autosurveillance avec Heartbeat Technology

La fonction Heartbeat Technology est basée sur des valeurs de référence enregistrées au moment de l'étalonnage usine. Au moment de l'étalonnage sont enregistrés des paramètres internes à l'appareil (points de mesure) qui ont rapport avec la mesure de débit (grandeurs de mesure secondaires, valeurs de comparaison). Les valeurs de référence de ces paramètres sont mémorisées de manière fixe dans l'appareil de mesure et servent de base à Heartbeat Technology, notamment à **Heartbeat Verification** intégrée à l'appareil de mesure. **Heartbeat Verification** vérifie durant le cycle de vie du débitmètre un écart des points de mesure par rapport aux conditions de référence définies au moment de l'étalonnage et signale si cet écart se situe en dehors des spécifications usine. La validité de la méthode de test est garantie par des composants redondants et une traçabilité du signal. Ceci garantit qu'une dérive d'un composant est reconnue.

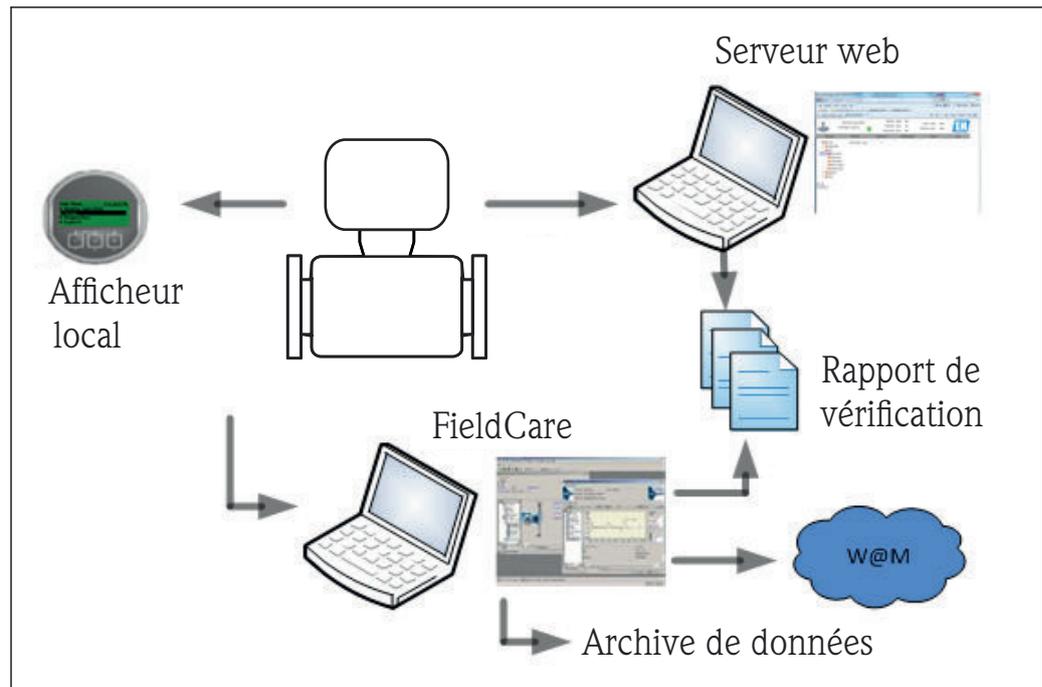
7.2 Heartbeat Technology - Intégration

La fonction Heartbeat Technology est accessible à partir de toutes les interfaces.



A0020243-FR

Par ailleurs on peut accéder à la fonction via l'interface d'intégration système. Ceci permet une utilisation sans accès sur le terrain. Via le système de contrôle commande ou le système de gestion de base installée il est possible de procéder à une vérification périodique du point de mesure.



A0020244-FR

L'établissement de rapports de vérification est supporté tant par le serveur web intégré à l'appareil de mesure que par le logiciel FieldCare d'Endress+Hauser. Le module DTM FieldCare pour la vérification offre en outre un archivage des résultats et rapports de vérification pour la réalisation d'une documentation traçable.

7.3 Heartbeat Verification – Gestion des données

Les résultats d'une **Heartbeat Verification** sont stockés comme jeu de paramètres non volatiles dans la mémoire de l'appareil.

Pour le Promass, huit emplacements de mémoire sont disponibles pour les jeux de paramètres.

Les nouveaux résultats de vérification écrasent les anciennes données selon la procédure "first in – last out".

Une documentation des résultats sous forme d'un rapport de vérification est possible via le serveur web et le logiciel de gestion de la base installée FieldCare d'Endress+Hauser. Outre l'impression sous forme d'un rapport de vérification, FieldCare propose un DTM pour l'archivage des résultats de vérification. FieldCare permet en outre l'exportation de données à partir de ces archives ainsi que l'analyse de tendance appliquée à ces résultats de vérification (fonction enregistreur à tracé continu). Détails voir chapitre "Description du DTM de vérification"

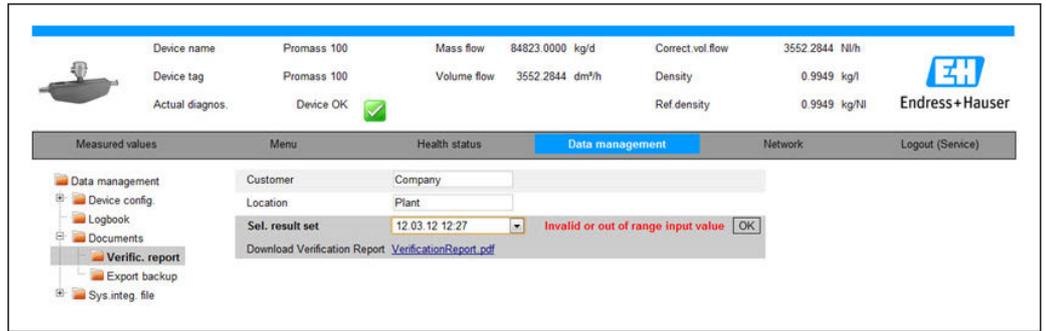
7.3.1 Gestion des données avec serveur web

Imprimer le rapport de vérification

A l'aide du serveur web on accède au menu d'impression des rapports de vérification via le registre "Gestion des données". Les informations relatives à "client" et "lieu" peuvent être entrées dans les zones correspondantes. Les données entrées ici apparaissent dans le rapport de vérification.

Dans la zone "Sélectionner résultat" (sélectionner le jeu de données de résultats) on pourra sélectionner le jeu de données souhaitées avec les résultats de la vérification; les jeux de données sont marqués dans le menu déroulant par un horodatage.

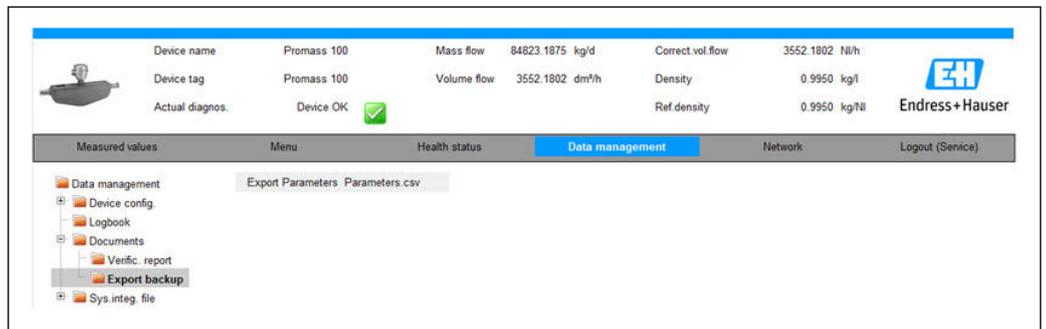
La sélection de "VerificationReport.pdf" génère un rapport de vérification au format PDF.



A0020313-FR

Exportation de résultats de vérification

Les résultats de vérification (données brutes) peuvent être exportées au moyen de la fonction "Backup export → Export Parameter" dans un fichier CSF-File. La sélection de "Parameters.csv" génère un fichier au format CSV. Ce format peut être aisément transformé en un tableau de calcul.



A0020314-FR

7.3.2 Gestion des données avec DTM de vérification

Description

Outre le DTM d'appareil standard on dispose d'un DTM spécial pour **Heartbeat Verification**. Ce DTM de vérification offre des fonctionnalités étendues pour la réalisation de la vérification et la gestion des résultats.

Fonctions de base

Les fonctions de bases suivantes sont mises à disposition :

 A0020273	Démarrage de la lecture des jeux de données de vérification vers l'outil de gestion de la base installée (FieldCare)
 A0020274	Retour des DTM à leur état d'origine
 A0020275	Ouverture des fichiers d'archives mémorisés

 A0020276	Mémorisation des jeux de données dans un fichier archives existant ou mémorisation initiale des jeux de données dans un nouveau fichier archives
 A0020277	Mémorisation des jeux de données sous un nouveau nom de fichier; une nouvelle archive est générée
 A0020278	Réalisation d'un rapport de vérification au format PDF

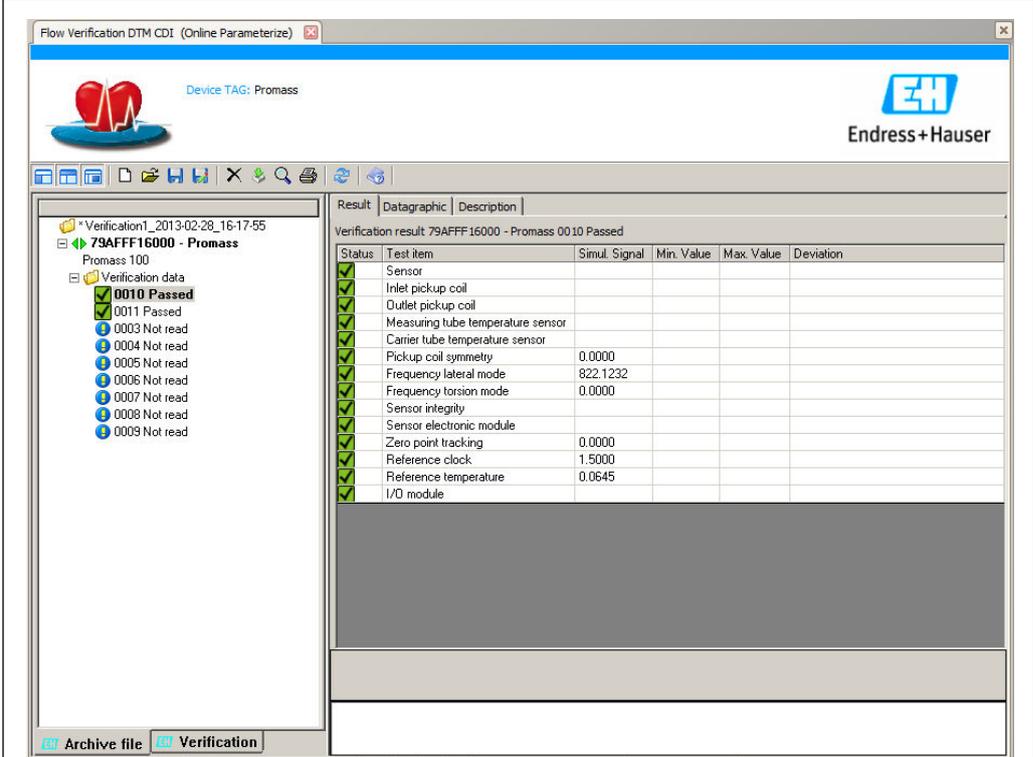
DTM Header

Les fonctions de bases suivantes sont mises à disposition :

 Device TAG: Promass A0020272	Par Header on entend la zone de représentation supérieure des DTM; comprend l'indication du Device TAG
--	--

Fonction "Lecture"

Lecture des données de l'appareil dans le logiciel de gestion de la base installée. Ceci est initié via l'icone . Avec cette fonction des jeux de données mémorisés dans l'appareil et sélectionnés sont transmis dans le logiciel de gestion de la base installée et visualisés.



Status	Test item	Simul. Signal	Min. Value	Max. Value	Deviation
✓	Sensor				
✓	Inlet pickup coil				
✓	Outlet pickup coil				
✓	Measuring tube temperature sensor				
✓	Carrier tube temperature sensor				
✓	Pickup coil symmetry	0.0000			
✓	Frequency lateral mode	822.1232			
✓	Frequency torsion mode	0.0000			
✓	Sensor integrity				
✓	Sensor electronic module				
✓	Zero point tracking	0.0000			
✓	Reference clock	1.5000			
✓	Reference temperature	0.0645			
✓	I/O module				

A0020263-FR

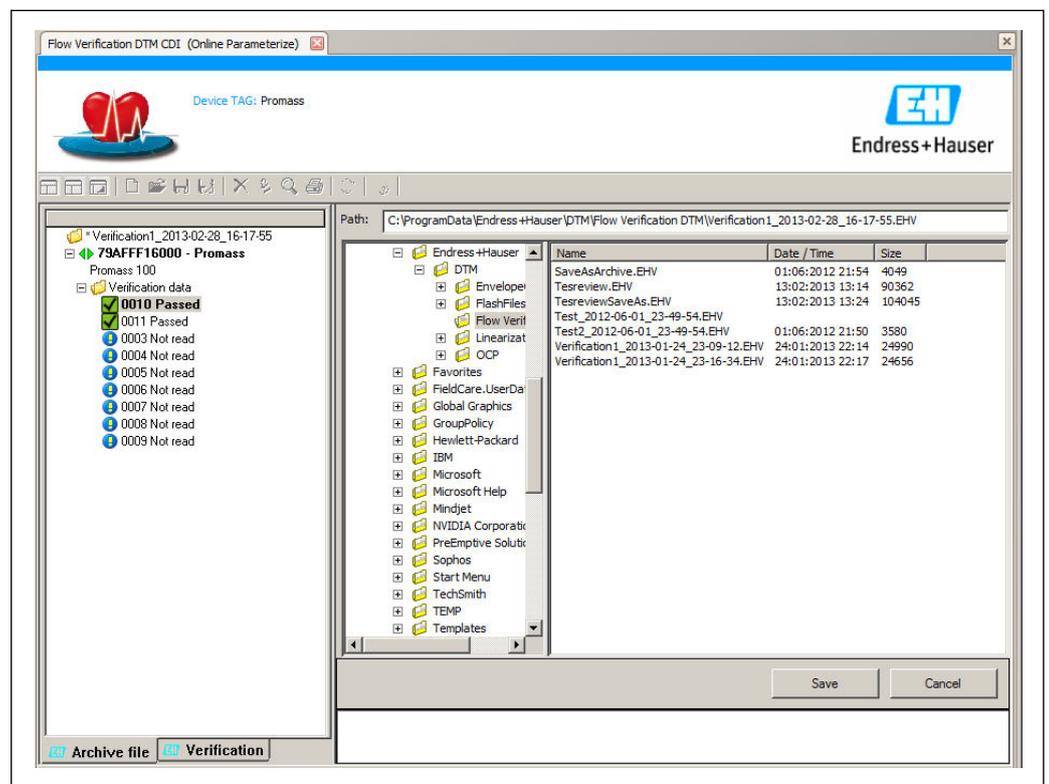
Résultats de vérification

Dans la "Data area" on affiche les détails relatifs aux résultats de vérification. La gamme de données est répartie dans trois registres :

- "Results" : état, groupe de test et résultat détaillé y compris seuils
- "Data graphic" : visualisation des résultats sous forme d'analyse de tendance
- "Description" : ajout de descriptions et d'informations supplémentaires par l'utilisateur

Mémorisation dans un fichier archive

Après la lecture il est possible de stocker les données dans une archive. Ceci est initié via les icônes  ou . Un fichier de type ".EHV" est généré à cet effet. Ce fichier sert à l'archivage des données. Il peut être lu et interprété à l'aide de n'importe quel système de gestion de la base installée à l'aide d'un DTM de vérification et se prête ainsi également à l'analyse par des tiers (par ex. service Endress+Hauser).



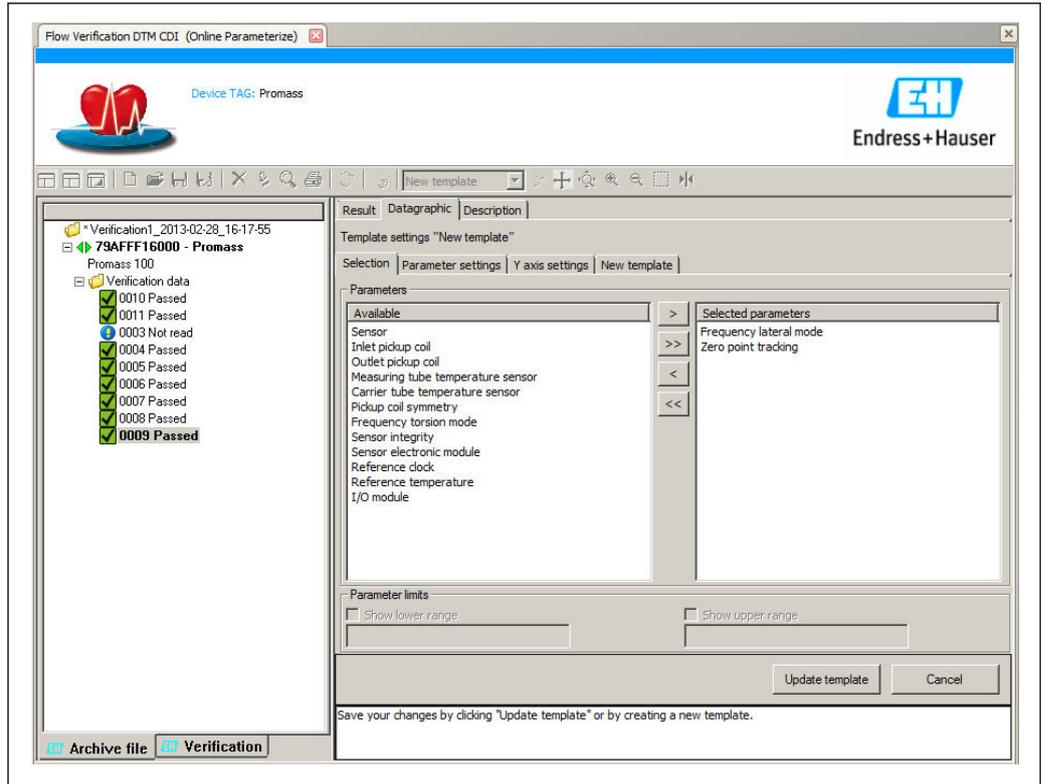
A0020265-FR

Ouverture du fichier archive

L'ouverture de fichiers archive déjà existants se fait via la fonction . Pour ce faire les données d'archive sont chargées dans le DTM de vérification.

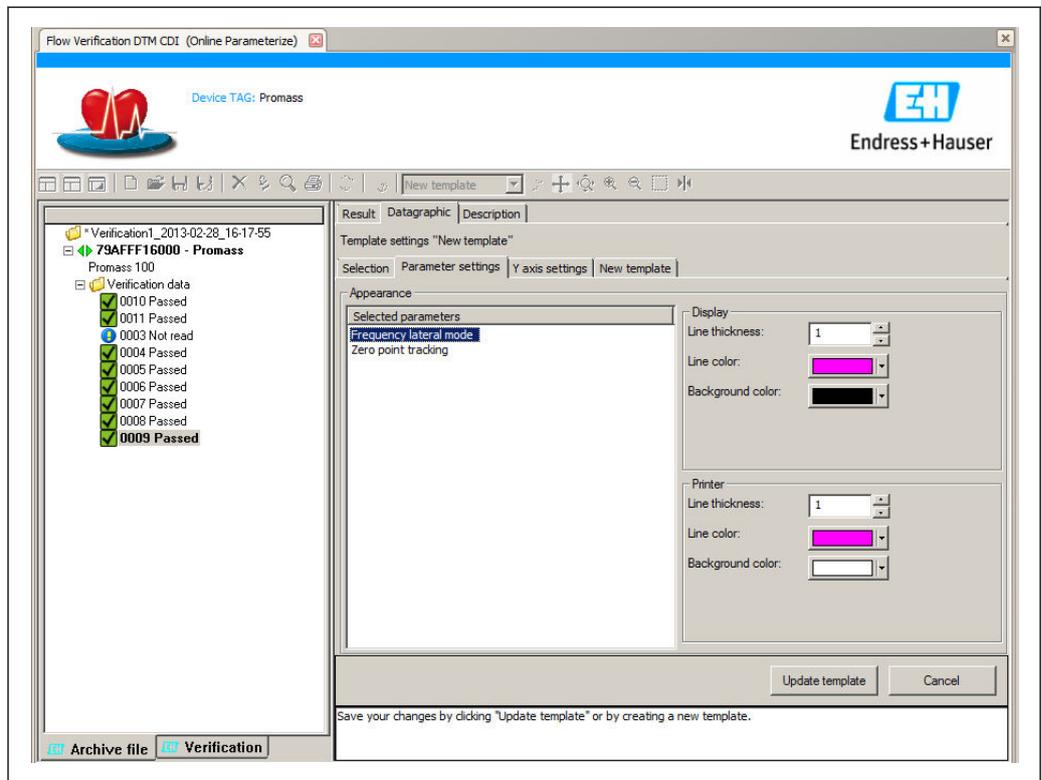
Visualisation et tendance

Dans le registre "Graphique de données" de la gamme de données on pourra procéder à une visualisation des données de vérification. Les données mémorisées dans l'archive sont visualisées comme une représentation dans le temps. A cet effet il est possible de faire une sélection parmi toutes les données disponibles.



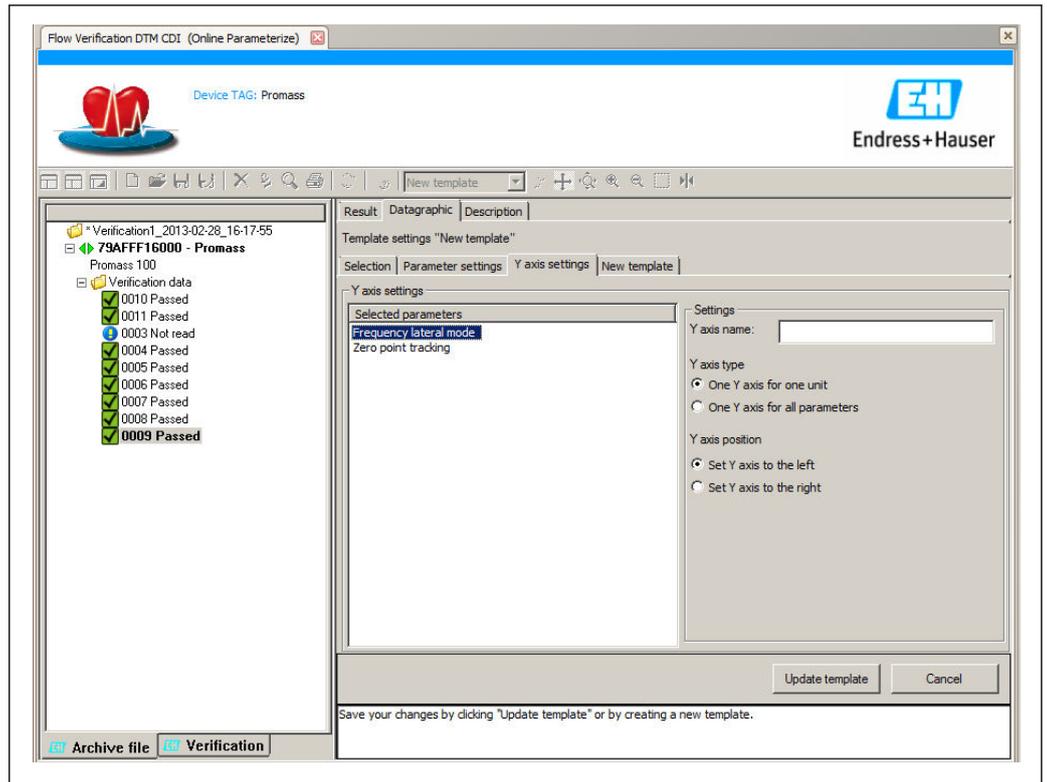
A0020266-FR

2 "Selection" : sélection des paramètres souhaités à l'aide d'une liste de paramètres



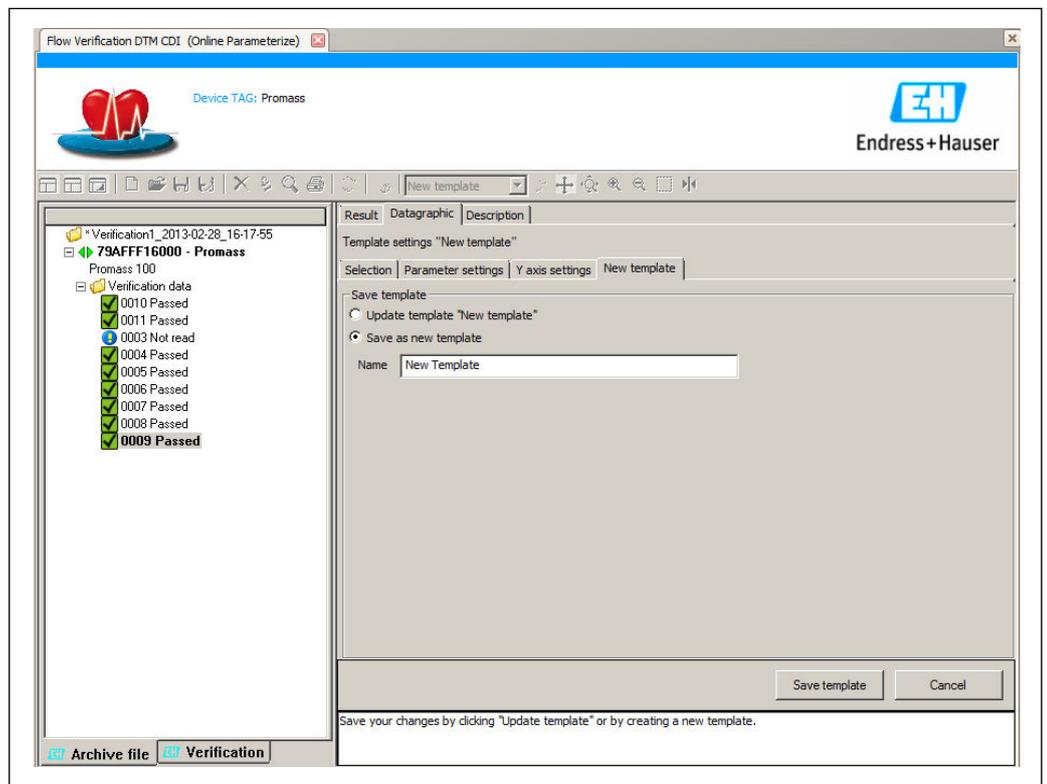
A0020267-FR

3 "Parameter settings" : affectation des propriétés pour la visualisation dans le graphe



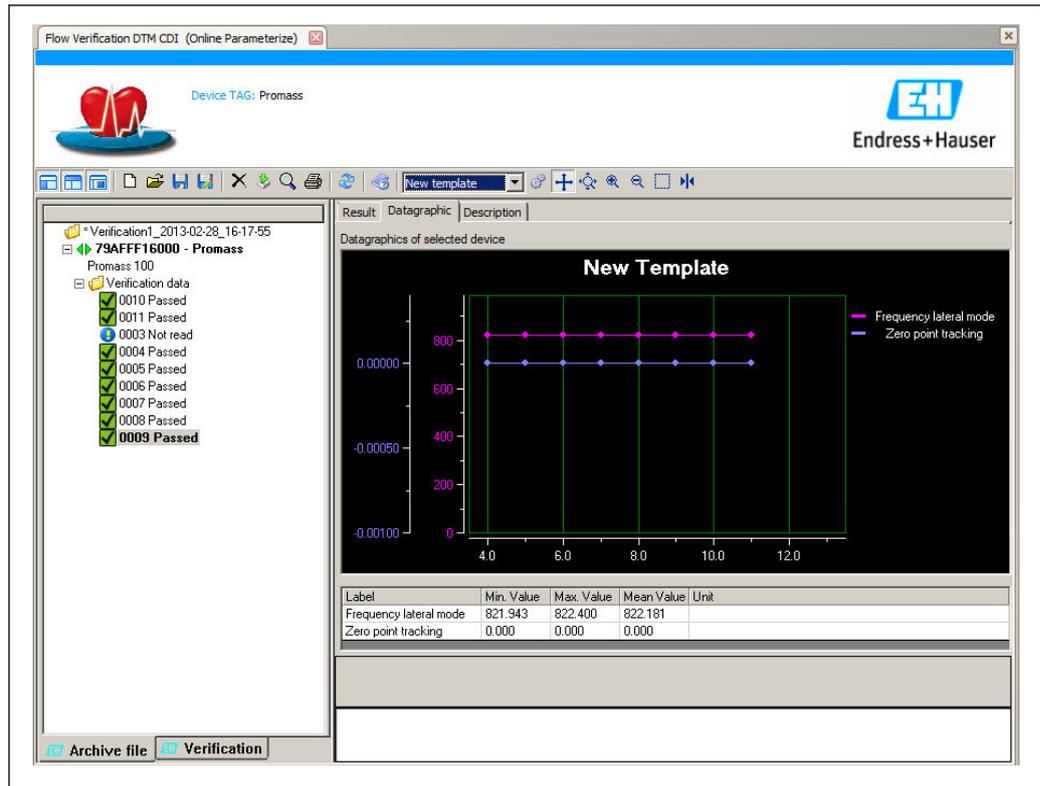
A0020268-FR

4 "Y-axis settings" : affectation des paramètres à l'axe Y



A0020269-FR

5 "New template, update template" : intègre la configuration de paramètres réalisée dans la présentation; "Nouvelle présentation, mémorisation sous Nouvelle Présentation" : mémorise la configuration de paramètre réalisée sous une nouvelle désignation.



A0020270-FR

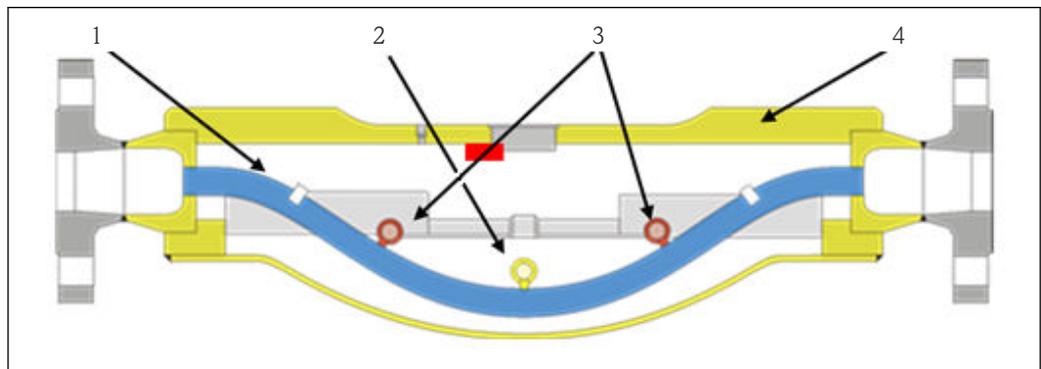
- 6 "Trend visualization": la présentation indique les données dans l'ordre de leur apparition; les points de données sont référencés au moyen de l'ID de vérification (axe X), l'axe Y est représenté comme dans la configuration.

Réalisation d'un rapport de vérification

Au moyen de la fonction  il est possible de sélectionner des données et de réaliser à partir de là un rapport de vérification.

7.4 Modules

L'autosurveillance de l'appareil de mesure au moyen de Heartbeat Technology comprend l'ensemble de la chaîne de mesure, du capteur jusqu'aux sorties. La représentation suivante montre les différents modules (groupes de test) ainsi que les causes d'erreur possibles et reconnues.



A0020246

- 7 *Modèle d'un capteur Promass*

- 1 *Sonde de température*
- 2 *Excitateur électrodynamique*
- 3 *Capteurs électrodynamiques*
- 4 *Mise à la terre du capteur*

Module capteur

Module de capteur/Groupe de test	Test et causes d'erreur reconnues
Capteur	Vérification électrique de l'excitateur électrodynamique, des capteurs électrodynamiques et des sondes de température Vérification de la résistance et de l'isolation : constatation d'interruptions de signal, de problèmes d'amortissement, de courts-circuits, de corrosion au niveau de contacts, de problème de câblage, de dommages mécaniques, d'humidité à l'intérieur du capteur ou d'une mauvaise mise la terre.
Intégrité capteur	Contrôle de la modification relative de l'ensemble du capteur avec tous ses composants électriques, mécaniques et électromécaniques montés dans le boîtier de capteur (y compris le tube de mesure, les capteurs électrodynamiques, le système d'excitation, les câbles etc) à l'aide d'une valeur de référence. Intégrité de capteur HBSI : surveillance de l'intégrité capteur et reconnaissance de possibles dommages pouvant résulter de surcharges mécaniques ou thermiques, à la suite de l'usure du capteur (corrosion, abrasion, déformation, vieillissement) ou de ses composants, ou d'une formation de dépôts sur le tube de mesure ayant entraîné une incertitude de mesure augmentée.

Module électronique

Module électronique/Groupe de test	Test et causes d'erreur reconnues
Module électronique capteur	Surveillance du zéro, traçabilité du signal, surveillance redondante de la cadence de référence et surveillance de la température de référence dans le module électronique : reconnaissance de la dérive et du vieillissement de composants électroniques en raison des effets ambiants ou du process (température, vibrations etc).
Module E/S	Traçabilité du signal et surveillance redondante de la cadence de référence dans les modules E/S : reconnaissance de la dérive et du vieillissement de modules de sortie analogiques (sortie courant, sortie fréquence) en raison des effets ambiants ou du process (température, rayonnement, vibrations etc).

8 Use cases et applications (ainsi qu'interprétation des résultats)

8.1 Diagnostic

Informations sur les fonctions standard : voir manuel de mise en service, chapitre "Diagnostic et suppression des défauts".

8.2 Condition Monitoring

8.2.1 Définition Condition Monitoring

(→  8)

8.2.2 Focus et applications ciblées

Le Condition Monitoring se focalise sur les grandeurs de mesure qui laissent supposer une modification des performances de l'appareil de mesure par des effets liés au process. On distingue deux catégories d'effets liés au process :

- Les effets de process transitoires qui compromettent directement la fonction de mesure et engendrent une incertitude de la mesure supérieure à celle que l'on attendait normalement (par ex. mesure de fluides biphasiques). Ces effets n'agissent généralement pas sur l'intégrité de l'appareil de mesure, mais affectent toutefois provisoirement la performance de mesure.
- Les effets liés au process qui influencent l'intégrité du capteur tout d'abord à moyen terme, mais entraînent aussi une modification graduelle de la performance de mesure (par ex. abrasion, corrosion ou formation de dépôts dans le capteur). Ces effets agissent à long terme également sur l'intégrité de l'appareil de mesure.

Les appareils de mesure avec **Heartbeat Monitoring** proposent une sélection de paramètres particulièrement conçus pour la surveillance d'effets spécifiques à l'application. Dans le cas de Promas il s'agit des applications suivantes :

- Dépôts, colmatages
- Corrosion
- Abrasion ou érosion
- Produits multiphasiques - parts de gaz dans les produits liquides
- Produits multiphasiques - gaz humides

Les résultats d'un Condition Monitoring doivent être toujours interprétés dans le contexte de l'application en cours. Les paramètres disponibles avec **Heartbeat Monitoring** indiquent cependant un déroulement spécifique pour les applications citées ci-dessus. Ceci est expliqué dans le détail aux chapitres suivants :

8.3 Heartbeat Monitoring – Introduction

Les avantages du **Heartbeat Monitoring** sont en relation directe avec la sélection des données représentées et leur interprétation. Une bonne interprétation de données est déterminante pour la mise en évidence d'un problème et pour la planification/la réalisation de la maintenance (connaissances de l'application requise). Par ailleurs, il faut s'assurer de la suppression des effets liés au process qui engendrent des avertissements/une interprétation erronés. Aussi est-il primordial de comparer les données représentées à une référence du process.

8.3.1 Aperçu

Le chapitre décrit l'interprétation de certains paramètres de surveillance en fonction de l'application.

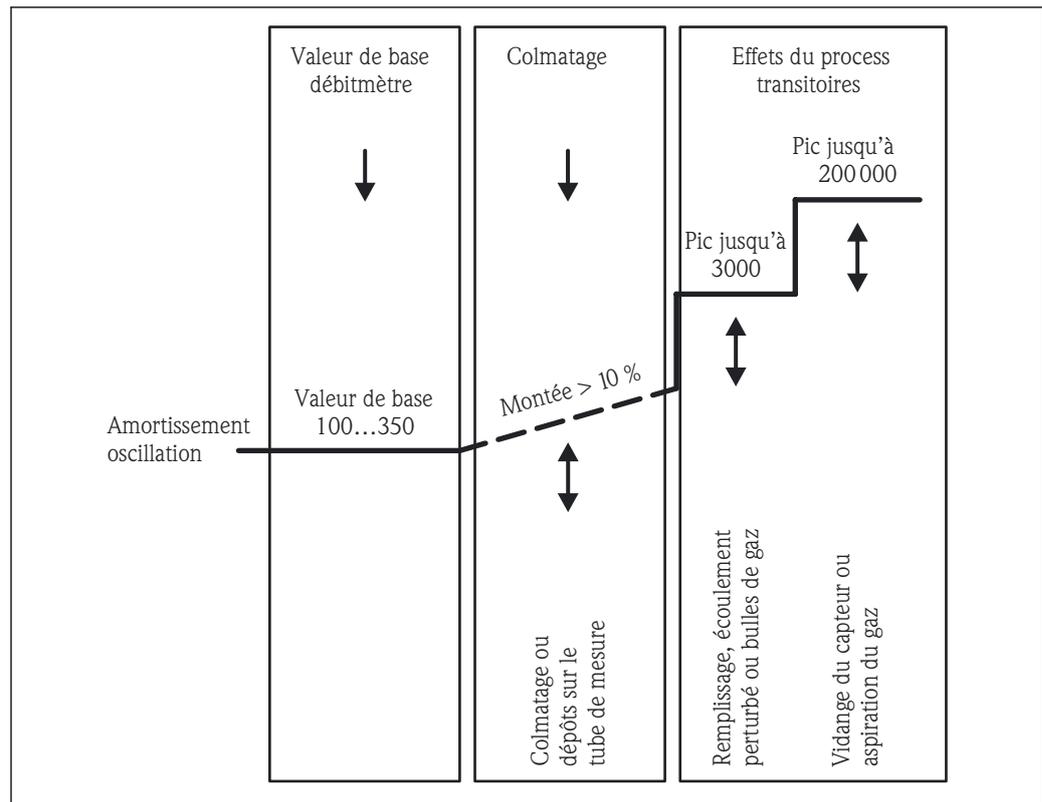
Paramètre de surveillance	Raisons possibles à l'écart
Débit massique	Si un débit massique peut être maintenu constant et reproductible, un écart par rapport à la référence traduit un décalage du zéro.
Densité	Un écart par rapport à la référence peut être engendré par une modification de la fréquence de résonance du tube de mesure, par ex. en raison de dépôts/colmatages du tube de mesure, de la corrosion ou de l'abrasion.
Densité de référence	Les valeurs de densité de référence peuvent être interprétées de la même manière que les valeurs de densité. Si la température du fluide ne peut pas être maintenue totalement constante, il est possible d'analyser la densité de référence (densité à température constante, par ex. 20 °C) au lieu de la densité. Veuillez vous assurer que les paramètres requis pour le calcul de la densité de référence ont été correctement configurés.
Température	Utiliser ce paramètre de diagnostic pour contrôler la fonctionnalité de la sonde de température.
Amortissement de l'oscillation	Un écart de l'état de référence peut résulter d'une modification de l'amortissement du tube de mesure par ex. par des modifications d'ordre mécanique (augmentation du dépôt/colmatage, corrosion, abrasion).
Intégrité capteur	Un écart de l'intégrité capteur traduit une modification de l'ensemble du capteur avec tous ses composants électriques, mécaniques et électromécaniques montés dans le boîtier de capteur (y compris le tube de mesure, les capteurs électrodynamiques, le système d'excitation, les câbles etc). <ul style="list-style-type: none"> ▪ Dans le cas de dépôts/colmatages, d'abrasion ou de corrosion dans le capteur : inspection du capteur, le cas échéant nettoyage du tube de mesure ▪ Dans le cas de dommages mécaniques ou du vieillissement des bobines de capteur et d'excitation : remplacement du capteur

8.3.2 Amortissement de l'oscillation

L'amortissement de l'oscillation est un indicateur pour l'état du système d'oscillation. Une modification de l'amortissement de l'oscillation sous conditions de référence est un indice pour une modification mécanique du tube de mesure par des dépôts/colmatages ou une corrosion. Elle peut aussi révéler des conditions multiphasiques. L'amortissement de l'oscillation est une variable qui réagit de façon linéaire par rapport à l'excitation du capteur. Les valeurs typiques se situent entre 70 et parfois plus de 500 000, par ex. lors de process avec des fluides multiphasiques.

La fluctuation de l'amortissement de l'oscillation peut être répartie en deux groupes :

- Les modifications progressives apparaissent sur une plus longue période et se produisent typiquement en cas de dépôts/colmatages, d'abrasion ou de corrosion.
- Des modifications transitoires sont les pics d'amortissement de l'oscillation, engendrés par des produits multiphasiques.



A0020284-FR

8 Comportement typique en cas de dépôts/colmatages

Interprétation

- Lors de la mise en service et du démarage du process de l'appareil de mesure, un amortissement de l'oscillation basique se met en place qui dépend du type de capteur et de l'application. Une valeur de base différente se mettra en place en fonction des propriétés du produit. Cette valeur de base est la grandeur de référence pour la surveillance de l'amortissement de l'oscillation au cours du cycle de vie de l'appareil de mesure. L'exploitation du paramètre "Amortissement de l'oscillation" se fait toujours par rapport à cette valeur de base.
- Des dépôts/colmatages dans un capteur engendrent une modification progressive et durable de l'amortissement de l'oscillation.
- Des pics aléatoires de cet amortissement de l'oscillation proviennent probablement des effets transitoires du process engendrés par la présence de gaz, le remplissage ou la vidange des tubes de mesure et devraient être ignorés.

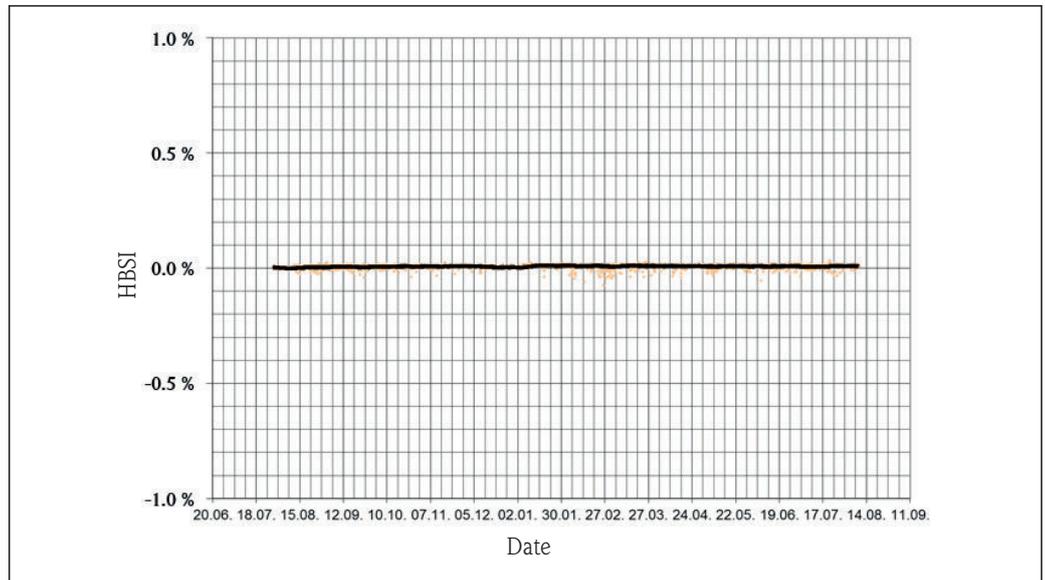
8.3.3 Intégrité capteur

L'intégrité du capteur HBSI (intégrité **Heartbeat Sensor**) se base sur des valeurs de référence représentées au cours de l'étalonnage du débitmètre en usine. Ces conditions de référence en usine sont mémorisées en permanence dans le débitmètre et servent de point de référence pour **Heartbeat Monitoring** et **Heartbeat Verification**. La condition de référence usine est valable pour toutes les conditions du process - des valeurs de référence de terrain ne sont indispensables.

Un écart du paramètre "Intégrité capteur" est le signe d'un changement au niveau du capteur ou de certains de ses composants (tube de mesure, capteurs électrodynamiques, système d'excitation, câble etc) avec pour conséquence une augmentation des erreurs/de l'incertitude lors de la mesure de débit et de densité. Les causes possibles liées à l'application peuvent être une surcharge mécanique ou thermique du capteur, une usure augmentée (par ex. corrosion, abrasion) ou un dépôt sur le tube de mesure.

Exemple d'application 1

Un débitmètre Promass I (DN 50) monotube droit dans une application sur boue de mica, un produit fortement abrasif. La fonction "Intégrité capteur" est utilisée pour reconnaître précocement une abrasion du tube de mesure.



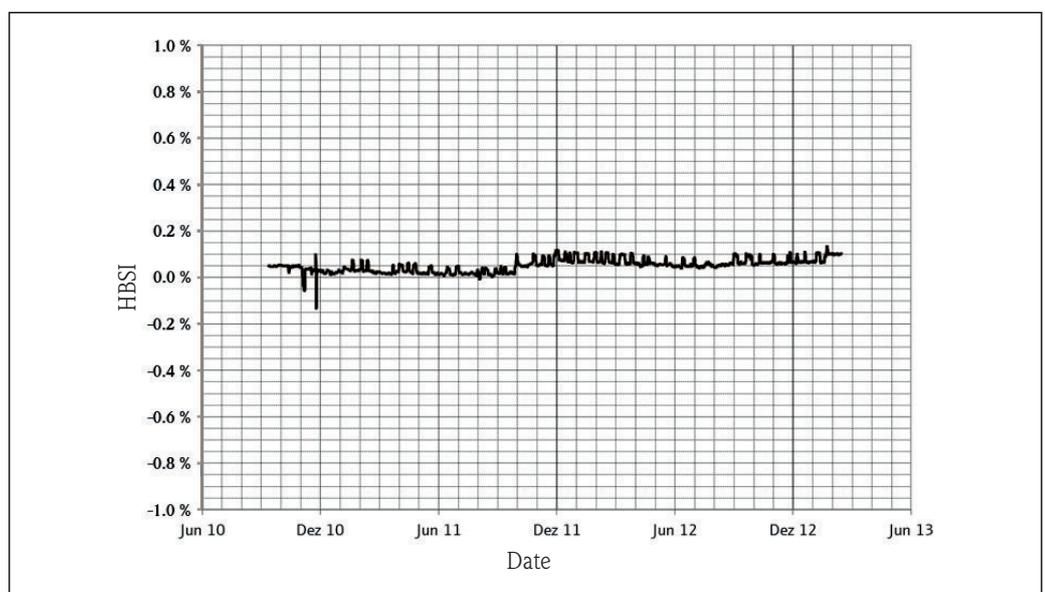
A0020290-FR

Cause : par le passé on utilisait pour cette application un capteur Promass F (DN 80) bitube coudé. Après seulement quelques mois d'utilisation sur le produit fortement abrasif, le capteur était tellement endommagé qu'il est tombé en panne.

Depuis le passage à Promass I plus aucune abrasion n'a été relevée sur plus d'une année, comme l'a fait apparaître une surveillance.

Exemple d'application 2

Promass F (DN 15) en version Hastelloy pour la mesure d'acide chlorhydrique fortement corrosif.



A0020291-FR

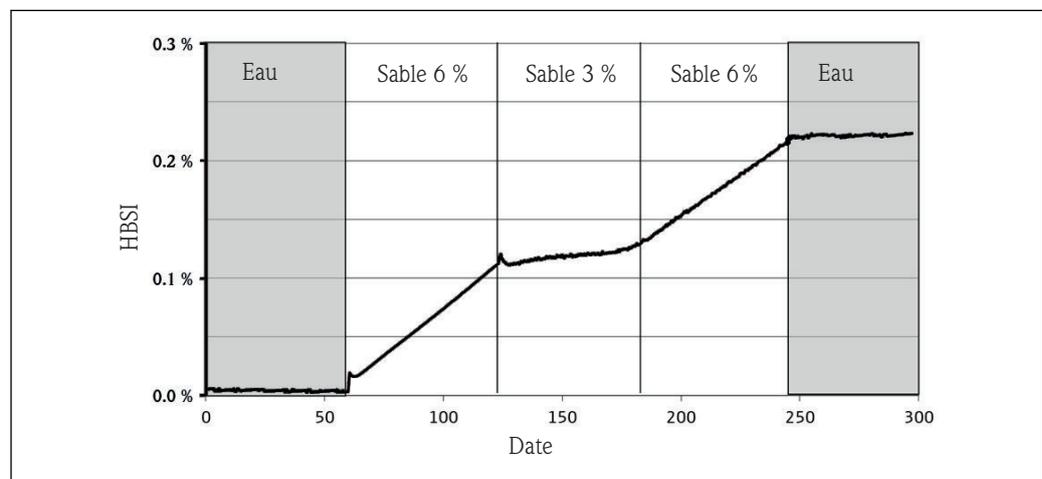
Le paramètre "Intégrité capteur" reste très stable pendant la phase d'observation de deux ans (pratiquement aucune modification). C'est la preuve que l'appareil de mesure est intact.

Remarque : les petits pics du signal de mesure se produisent lors de variations de température rapides pendant le process; ceci n'a cependant aucun effet négatif sur la fonction de surveillance.

Dans la suite sont effectués deux tests de qualification. Ceux-ci ont été effectués à l'origine pour la qualification de la fonction "Intégrité capteur".

Test de qualification 1

Le but de ce test de qualification était de démontrer la sensibilité de la fonction "Intégrité capteur" dans le cas de l'abrasion du capteur par le process. Pendant le test, un débitmètre Promass I (DN 25) est soumis à un mélange eau/sable. On utilise du sable particulièrement abrasif. Dans le premier segment de la mesure, la situation de départ est documentée avec de l'eau. Puis on utilise un mélange eau/sable avec 6% de sable, puis avec 2...3% et à nouveau avec 6%. Comme référence à la fin du test on a de nouveau représenté des valeurs avec de l'eau.



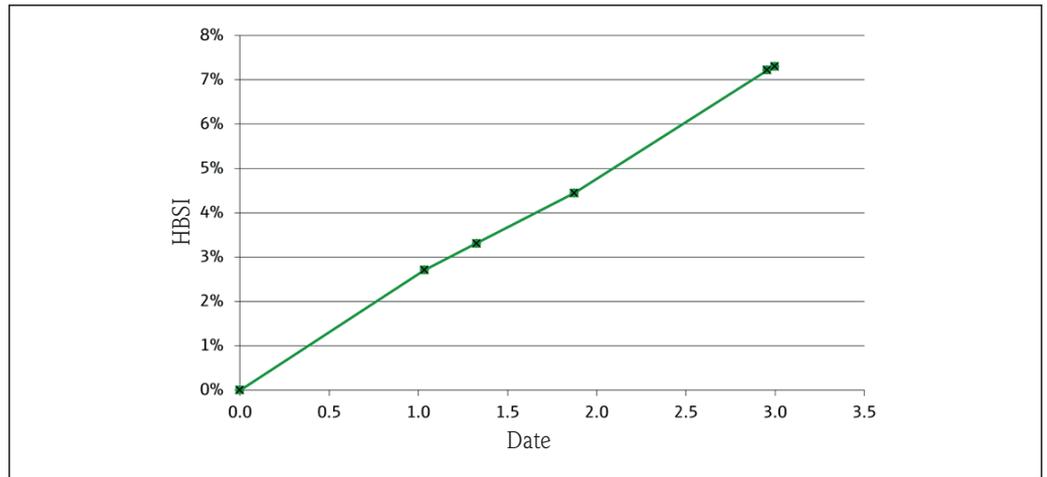
A0020292-FR

9 Abrasion Promass I

Interprétation : lors de conditions de process avec 6% de sable, on observe une modification continue du paramètre "Intégrité capteur". Ceci prouve que le process use le capteur en permanence. La modification se situe lors de la période d'observation avec moins de +0,3 %. Le paramètre "Intégrité capteur" (eau – 3 % sable – 6 % sable) réagit indépendamment des conditions de process actuelles, ce qui permet une surveillance fiable du fonctionnement.

Test de qualification 2

Le but de ce test de qualification était de démontrer la sensibilité de la fonction "Intégrité capteur" dans le cas de la corrosion du capteur par le process. Pendant le test, un débitmètre Promass F (DN 25) est soumis à un mélange d'acide chlorhydrique et d'acide nitrique. On a effectué périodiquement une **Heartbeat Verification**. Le test a été répété jusqu'à la panne du capteur lors de l'apparition de première fissures de corrosion.



10 Corrosion Promass F

Interprétation : la fonction "Intégrité capteur" se prête au diagnostic de corrosion sur le capteur. Le paramètre met en évidence une modification notable - le capteur tombe en panne lors d'un écart de +8 %. Ceci permet une reconnaissance sûre de l'effet du process et permet d'éviter une panne intempestive.

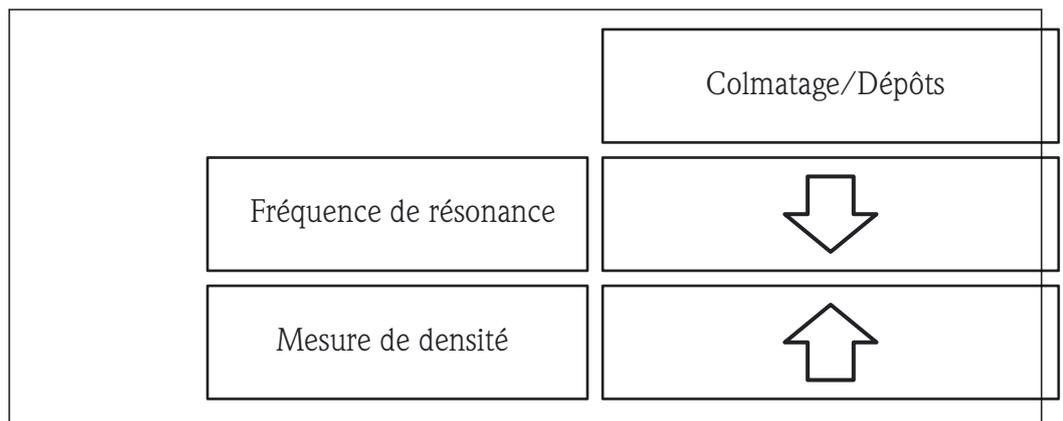
8.3.4 Application 1 – dépôts/colmatages

Si il est prouvé que le process engendre des dépôts/colmatages au niveau des tubes de mesure du Promass, il est possible d'utiliser **Heartbeat Monitoring** pour cette application.

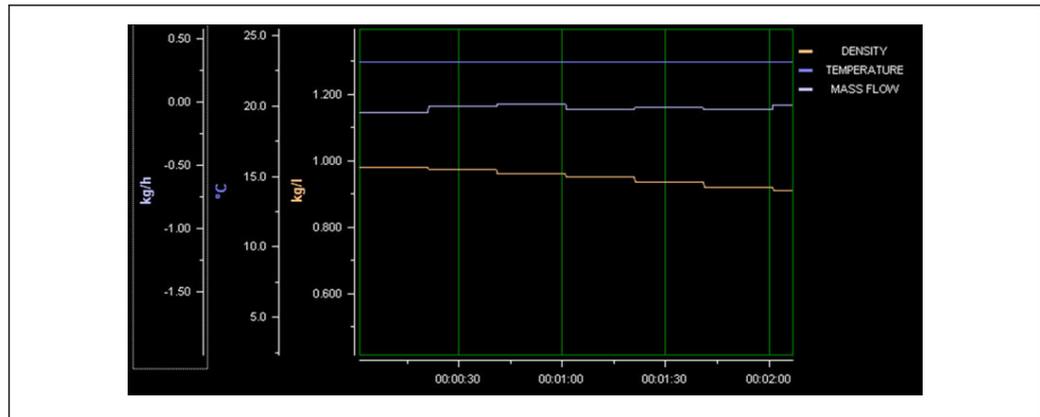
Pour la surveillance de paramètres importants

Densité

Les changements mécaniques au niveau des tubes provoquent un décalage de la fréquence de résonance naturelle. Si la fréquence chute, des dépôts/colmatages se sont formés dans les tubes.



Toutes les tailles de tubes du Promass possèdent une fréquence de résonance caractéristique dans l'air et dans l'eau présentant une corrélation avec la densité. Dans le process nous devons définir les valeurs de densité lors de la mise en service. Par la suite nous pouvons les surveiller en cours de process, afin de constater si l'on est en présence d'une dérive, ou adapter notre tolérance afin de donner une information quant aux conditions du process (par ex. formation de dépôts/colmatages) et déclencher par ex. un nettoyage. Le graphique suivant met ceci en évidence :



A0020296

Amortissement de l'oscillation

L'amortissement de l'oscillation est un nombre qui définit le rapport entre le courant d'excitation et l'amplitude d'oscillation des tubes. Aussi l'amortissement de l'oscillation est-elle l'expression numérique d'une distance sur laquelle oscille le tube et de la puissance d'entraînement en milliampère qui est nécessaire pour mettre le tube en mouvement. L'amortissement de l'oscillation fournit un nombre exponentiellement supérieur par rapport à la mesure de densité, ce qui permet une meilleure reconnaissance des changements liés au process. De nombreuses applications de process doivent isoler des événements de courte durée qui compromettent la reconnaissance de dépôts ou de colmatages. Lorsqu'un capteur Promass est mis en service sur une application de process, l'amortissement de l'oscillation augmente de façon durable.

Intégrité de capteur HBSI

Dans des cas typiques de dépôts et de colmatages dans le tube de mesure - le dépôt sur le tube se formant à partir du fluide étant plutôt mou - il n'y a pas de modifications notables au niveau capteur que HBSI pourrait identifier comme usure ou surcharge du capteur. De ce fait la valeur actuelle HBSI n'est pas modifiée.

Si des dépôts solides ou épais se forment, le capteur peut être modifié au point d'observer une chute de la valeur pour HBSI.

Interprétation

Lorsqu'il se forme des dépôts/colmatages, le tube de mesure devient plus lourd. Le Promass reconnaît cet effet. L'énergie apportée au circuit de courant d'excitation augmente et l'écart d'amplitude qu'il convient de maintenir pour la mesure Coriolis et qui est exprimé sous forme d'amortissement de l'amplitude doit augmenter. Une augmentation de l'amortissement de l'amplitude de 10% entraîne un décalage du débit massique de l'ordre de 1%, alors que l'on signale une chute de la fréquence de résonance de seulement 1 Hz. Les dépôts et colmatages peuvent entraîner une modification de la précision du débit massique et une modification de la densité en conséquence, d'où une erreur globale plus élevée pour le débit volumique.

8.3.5 Application 2 - corrosion et usure

S'il est prouvé ou supposé que le process engendre une corrosion ou une usure au niveau des tubes de mesure du Promass, il est possible d'utiliser **Heartbeat Monitoring** pour cette application.

On soupçonne que le process engendre une corrosion des tubes de mesure du Promass. On utilise un niveau de variation propre à l'utilisateur afin de déclencher une alarme et de remplacer le tube de mesure avant que ne survienne une panne.

Le client dispose d'un système qui utilise un Promass pour le transfert de produit. L'appareil est soumis chaque jour à 7 cycles de nettoyage. Le client s'attend à ce qu'avec le temps, le système de tubes de l'appareil de mesure tombe en panne - ce qui représente un danger potentiel pour l'exploitant et lors de la mise au rebut. Le client préférerait donc remplacer

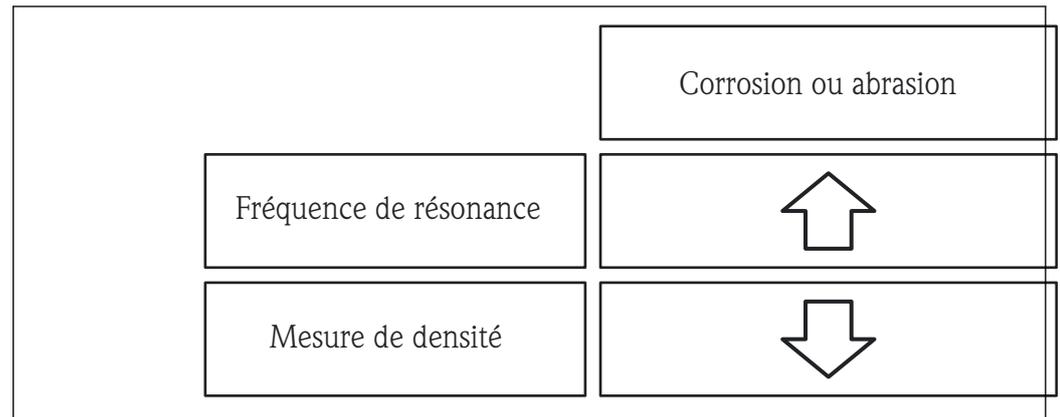
le système de mesure étant donné qu'une dérive notable apparaît au niveau de la condition de référence du tube. La condition de l'appareil de mesure après le nettoyage fournit une valeur de référence de base. Tout écart excessif de cette valeur peut signaler une modification du capteur.

Pour la surveillance de paramètres importants

Les paramètres suivants peuvent révéler une corrosion ou une abrasion :

Densité

Les changements mécaniques au niveau des tubes provoquent un décalage de la fréquence de résonance naturelle. Si la fréquence augmente, les tubes sont érodés ou corrodés.



Chaque diamètre nominal du Promass possède une fréquence de résonance caractéristique dans l'air et dans l'eau présentant une corrélation avec la densité. Dans le process nous devons définir les valeurs de densité lors de la mise en service. Par la suite nous pouvons surveiller le process pour voir s'il existe une dérive, ou adapter notre tolérance afin de donner des informations sur les conditions du process comme la corrosion ou l'abrasion.

Amortissement de l'oscillation

L'amortissement de l'oscillation est un nombre qui définit le rapport entre le courant d'excitation et l'amplitude d'oscillation des tubes. Aussi l'amortissement de l'oscillation est-elle l'expression numérique d'une distance sur laquelle oscille le tube et de la puissance d'entraînement en milliampère qui est nécessaire pour mettre le tube en mouvement. L'amortissement de l'oscillation fournit un nombre exponentiellement supérieur par rapport à la mesure de densité, ce qui permet une meilleure reconnaissance des changements liés au process. De nombreuses applications de process doivent isoler des événements de courte durée qui compromettent la reconnaissance de dépôts ou de colmatages. Lorsqu'un capteur Promass est mis en service sur une application de process, l'amortissement de l'oscillation augmente de façon durable.

Asymétrie capteur

La corrosion ou l'abrasion n'est jamais la même sur toute la longueur du tube de mesure - de même, les tubes d'un système bitube ne présentent pas la même corrosion ou abrasion. Une usure peut souvent être observée à l'entrée - c'est à dire dans la zone où la vitesse du produit est élevée. La corrosion attaque les points faibles d'un système de mesure et s'observe notamment au niveau de soudures (séparateur etc). A l'aide des valeurs de l'asymétrie capteur on peut déterminer si la symétrie ou le mouvement symétrique du capteur ont changé entre le capteur à l'entrée et le capteur à la sortie. Etant donné que le système était équilibré au moment de la fabrication, la corrosion et l'usure compromettent cet équilibre. L'effet de la symétrie capteur ou de la "valeur d'asymétrie capteur" se traduit pas un écart (modification) électrochimique de la ligne de base originelle de l'équilibre capteur. Il est ainsi possible de comparer la ligne de base avec les effets du process, qui signalent une corrosion ou une usure du capteur Promass.

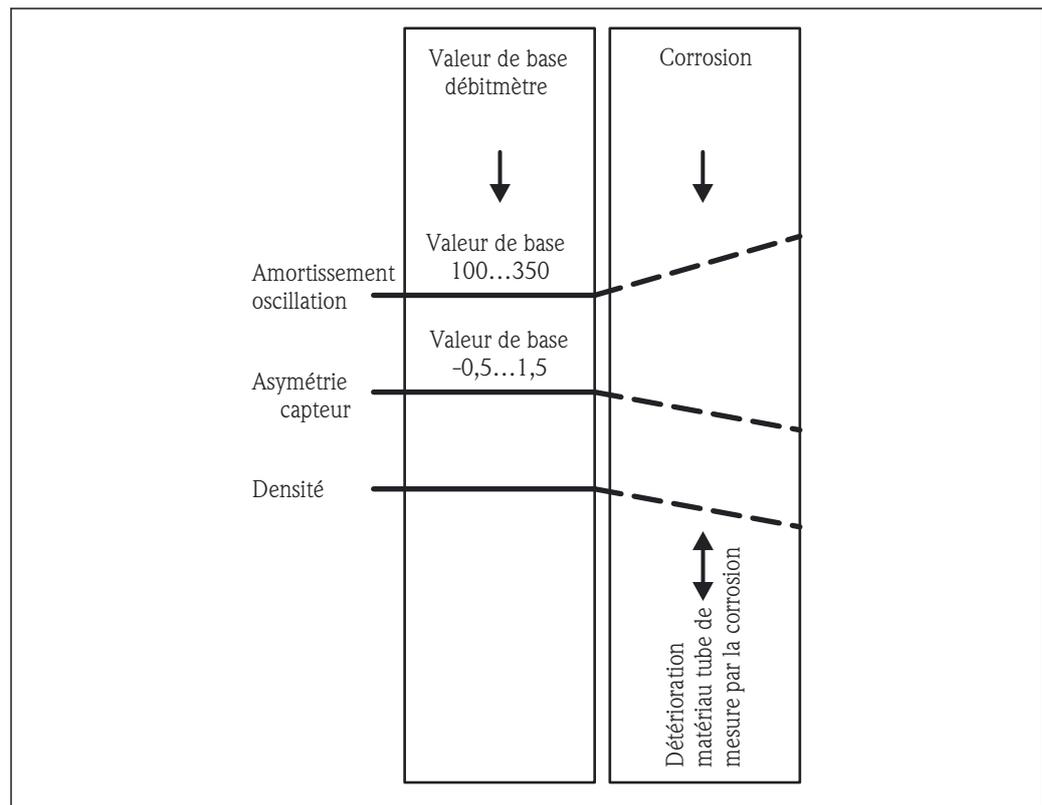
Intégrité de capteur HBSI

Une augmentation du paramètre "Intégrité capteur HBSI" peut être le signe d'une usure augmentée du capteur par corrosion ou abrasion.

Interprétation

Des contrôles trimestriels de l'appareil de mesure permettent de détecter un écart progressif des conditions de référence (situation au moment de la mise en service).

Exemple d'application : augmentation de l'amortissement du tube > 2 %, augmentation de l'asymétrie capteur supérieure à 150 %.



A0020285-FR

Recommandation : une modification des valeurs pour "Amortissement oscillation" ou "Intégrité capteur HBSI" pourrait également justifier une **Heartbeat Verification** de l'appareil de mesure et de s'assurer ainsi qu'il n'y a aucun risque de panne imminente.

8.4 Heartbeat Verification

8.4.1 Contenu du test

Heartbeat Verification exploite l'autosurveillance des débitmètres Proline pour vérifier la fonctionnalité des appareils de mesure. En cours de vérification, on contrôle si les composants de l'appareil de mesure respectent les spécifications usine. Autant les capteurs que les modules électroniques sont soumis aux tests. Par rapport à un étalonnage de débit, qui englobe l'ensemble de l'appareil de mesure et évalue directement la performance de la mesure de débit (grandeur de mesure primaire), **Heartbeat Verification** procède à un contrôle du fonctionnement de l'ensemble de la chaîne de mesure, du capteur jusqu'aux sorties. On vérifie les paramètres internes à l'appareil ayant rapport à la mesure de débit (grandeurs de mesure secondaires, valeurs de comparaison). La vérification a lieu sur la base des valeurs de référence enregistrées lors de l'étalonnage usine.

8.4.2 Interprétation et utilisation des résultats de la vérification

Une vérification réussie confirme que les valeurs de référence vérifiées se situent dans les spécifications usine et que l'appareil fonctionne correctement. Par ailleurs le rapport de vérification reprendra le point zéro et le facteur d'étalonnage du capteur. Pour que l'appareil de mesure intègre les spécifications usine, il faut que ces valeurs concordent avec celles du dernier étalonnage.

 Une validation pour le respect des spécifications de débit peut seulement être obtenue par une validation de la grandeur de mesure primaire (débit) au moyen d'un réétalonnage.

Recommandations en cas de vérification avec résultat "Echec" :

Si une vérification fournit le résultat "Echec", il convient en un premier temps de répéter la vérification. Ceci est particulièrement valable si les contrôles individuels des groupes de test "Capteur" ou "Intégrité capteur" sont concernés, étant donné qu'un effet lié au process peut être en cause. Il est recommandé dans ce cas de comparer les conditions de process actuelles avec celles d'une vérification précédente (→  20), pour identifier d'éventuels écarts. Afin d'éviter largement un effet lié au process, il est optimal de créer des conditions de process définies et stables et ensuite de répéter la vérification : stabiliser le débit ou le stopper, assurer une température de process stable, si possible vidanger le capteur.

Mesures recommandées en cas de vérification avec résultat "Echec" :

- **Etalonnage de l'appareil de mesure**
L'étalonnage présente l'avantage d'enregistrer l'état de l'appareil "as found" et de définir l'écart de mesure réel.
- **Mesures directes**
Prendre une mesure sur la base des résultats de vérification et information de diagnostic de l'appareil. La cause du défaut doit être définie en identifiant le groupe de test qui n'a pas réussi la vérification.

Groupe de test	Cause possible du défaut et recommandation
Capteur	Composants électriques du capteur (signaux, circuits courant et câblage) : <ul style="list-style-type: none"> ■ Câblage lors d'une installation séparée ou mise à la terre du capteur ■ Défaut du capteur → remplacement
Intégrité capteur	Surcharge ou usure du capteur ou formation d'un dépôt sur le tube de mesure. <ul style="list-style-type: none"> ■ Inspection du capteur, le cas échéant nettoyage du tube de mesure ■ Défaut du capteur → remplacement
Module électronique capteur	Module électronique pour la commande et la conversion des signaux de capteur Défaut ou dérive du module électronique → remplacement
Module électronique E/S	Résultats de tous les modules d'entrée et de sortie installés dans l'appareil de mesure <ul style="list-style-type: none"> ■ Vérification du câblage et des raccordements, vérification de la charge (sortie courant) ■ Défaut ou dérive du module E/S → remplacement

Autres informations sur des causes possibles et des mesure de suppression : voir manuel de mise en service, chapitre "Diagnostic et suppression des défauts".

9 Glossaire et terminologie

Appareil de mesure	Le débitmètre en tant qu'entité
Capteur	Le système capteur complet. Il comprend le tube de mesure, les capteurs électrodynamiques, le système d'excitation, le câblage, les sondes de température etc situés à l'intérieur du boîtier du capteur.
Interface de process	Interface mécanique entre le capteur de débit et le produit à mesurer (fluide). L'interface de process est spécifique à une technologie : par ex. tube de mesure dans le cas du débitmètre Coriolis, revêtement du tube de mesure dans le cas d'un débitmètre électromagnétique etc. Remarques: une détérioration de l'interface de process en raison d'une surpression, d'un choc thermique, de la corrosion, de l'abrasion ou d'un dépôt/colmatage peut signaler une mesure en dehors de la spécification ou un état de fonctionnement dangereux.
FieldCare	Système de gestion de la base installée basé software d'Endress+Hauser. FieldCare est utilisé pour la documentation et l'exploitation des résultats de la vérification.
On-board	Fonctionnalité intégrée à l'appareil de mesure. Une fonctionnalité on-board permet des contrôles on-line et in-line.
On-line	Pendant un contrôle on-line l'appareil continue d'effectuer la fonction prévue. Une interruption de process n'est pas nécessaire pour un contrôle on-line. Les contrôles on-line peuvent être continus, périodiques ou pilotés en événement (par ex. après le démarrage).
In-situ	Un contrôle in-situ implique que l'appareil de mesure ne doit pas être séparé de l'application pour pouvoir être réalisé. On peut mettre en place une condition de référence lors d'un test in-situ (par ex. tube de mesure rempli d'eau ou tube vide). De manière typique le test est réalsié sur demande (par ex. Heartbeat Verification).
Références internes	Heartbeat Technology se base sur des références intégrées à l'appareil de mesure (électronique débitmètre). Les références sont spécifiques à la technologie.
Étalonnage de débit	Il s'agit de la procédure permettant d'établir une relation entre les valeur d'un standard de débit (également appelé banc d'étalonnage) avec ses incertitudes de mesure connues et l'affichage correspondant du débitmètre avec ses propres incertitudes.  L'étalonnage peut être effectué avec ou sans ajustage du facteur d'étalonnage.
Vérification	Preuve qu'un débitmètre respecte les spécifications du fabricant en termes de fonctionnalités. Ceci permet également de confirmer que les propriétés techniques de l'appareil de mesure sont respectés, ce qui augmente la fiabilité de la grandeur de mesure (débit).  Vérification et étalonnage sont deux choses différentes.
Validation	Il s'agit d'une vérification pour laquelle les exigences du fabricant spécifiées sont suffisantes pour l'application concernée.
Heartbeat Verification	Il s'agit d'une instrumentation intégrée dont l'objectif consiste à surveiller la fonctionnalité des différents composants du débitmètre d'après les spécifications du fabricant. Elle utilise des outils de diagnostic internes afin de tester la fonctionnalité du débitmètre sur la base de références usine et de spécifications correspondantes.  Heartbeat Verification n'est pas un système d'étalonnage.
Rapport de vérification	Document qui reprend les résultats de Heartbeat Verification .
Contrôle quantitatif	Contrôle avec un résultat pouvant être donné comme "incertitude de mesure (supplémentaire) absolue ou relative", par ex. la dérive d'une référence est proportionnelle à la modification du débit réel.
Contrôle qualitatif	Contrôle avec un résultat qui n'est généralement pas en corrélation avec une incertitude de mesure supplémentaire, par ex. l'effet d'un dépôt/colmatage sur l'interface du process avec le débit peut dépendre du type et de la régularité du dépôt/colmatage.

Durée off-line	La durée off-line est définie comme une durée limitée pendant laquelle l'appareil n'est pas en mesure de fonctionner normalement (émission de données de process actuelles) étant occupé à d'autres tâches (par ex. réalisation d'une vérification).
Jeu de données	Un jeu de données mémorise de façon permanente un ensemble d'informations comprenant des résultats de vérification y compris l'ID, l'horodatage, les paramètres d'appareil etc. Les débitmètres Proline mémorisent en interne tout une série de jeux de données de Heartbeat Verification .
Traçabilité métrologique	<p>Propriété d'un résultat de mesure rapporté à une référence à l'aide d'une chaîne documentée et ininterrompue d'étalonnages.</p> <p> Chacun de ces étalonnages doit être rattaché à une norme internationale ou nationale pour la quantité prévue afin d'obtenir une incertitude de mesure, un principe de mesure clair, une compétence technique accréditée, une traçabilité métrologique sur le SI (Système d'unités international) et des intervalles d'étalonnage définis.</p>

10 Marques déposées

HART®

Marque déposée par la HART Communication Foundation, Austin, USA

PROFIBUS®

Marque déposée par la PROFIBUS Nutzerorganisation e.V., Karlsruhe, Allemagne

Modbus®

Marque déposée de SCHNEIDER AUTOMATION, INC.

EtherNet/IP™

Marque de ODVA, Inc.

Microsoft®

Marque déposée de Microsoft Corporation, Redmond, Washington, USA

Applicator®, FieldCare®, Field Xpert™, HistoROM®, TMB®, Heartbeat Technology®

Marques déposées du groupe Endress+Hauser

www.addresses.endress.com
