Panametrics

Manuel de sécurité pour SIS

PanaFlow HT

Ultrasonic Liquid Flowmeter



PanaFlow HT

Ultrasonic Liquid Flowmeter

Manuel de sécurité pour SIS

PANA027C71 Rev. C

Sep 2026

panametrics.com

Droit d'auteur 2026 Panametrics LLC. TOUS DROITS RÉSERVÉS. Ce document contient une ou plusieurs marques déposées de Panametrics LLC et/ou de ses filiales. Tous les noms de produits et de sociétés tiers sont des marques commerciales de leurs propriétaires respectifs.

[page vierge]

Services

Panametrics fournit aux clients un personnel expérimenté de support client prêt à répondre aux demandes techniques, ainsi qu'à d'autres besoins de support à distance et sur site. Pour compléter notre vaste gamme de solutions de pointe, nous proposons plusieurs types de services d'assistance flexibles et évolutifs, notamment : Formation, réparations de produits, contrats de service et plus encore.

Veuillez visiter https://panametrics.com/services pour plus de détails.

Conventions typographiques

Remarque : *Ces paragraphes fournissent des informations qui permettent de mieux comprendre la situation, mais qui ne sont pas essentielles à la bonne exécution des instructions.*

IMPORTANT : Ces paragraphes fournissent des informations qui mettent l'accent sur les instructions essentielles à la configuration correcte de l'équipement. Le non-respect de ces instructions peut entraîner des performances non fiables.



MISE EN GARDE ! Ce symbole indique un risque de blessures corporelles mineures et/ou d'endommagement de l'équipement si ces instructions ne sont pas scrupuleusement respectées.



ATTENTION ! Ce symbole indique un risque de blessures graves, sauf si ces instructions sont suivies attentivement.

Problèmes de sécurité



ATTENTION ! Il est de la responsabilité de l'utilisateur de suivre toutes les règles du site et les exigences réglementaires applicables.



IMPORTANT Toutes les instructions relatives à la mise à la terre et à la terminaison des câbles contenues dans ce manuel sont nécessaires pour assurer la conformité aux normes mondiales CEM/RFI. Une telle conformité peut être exigée par la législation nationale EMC / RFI.

Normes de sécurité locales

L'utilisateur doit s'assurer qu'il utilise l'équipement conformément aux codes, normes, réglementations ou lois locaux applicables.

Qualification du personnel

Assurez-vous que tout le personnel a reçu la formation appropriée pour utiliser l'équipement.

Équipement de sécurité individuelle

Assurez-vous que les opérateurs et le personnel de maintenance disposent de tous les équipements de sécurité applicables.

Utilisation non autorisée

Assurez-vous que le personnel non autorisé ne peut pas accéder au fonctionnement de l'équipement.

Conformité environnementale

Déchets d'équipements électriques et électroniques

Cet appareil a nécessité l'extraction et l'utilisation de ressources naturelles pour sa production. Il peut contenir des substances dangereuses qui pourraient avoir un impact sur la santé et l'environnement. Pour éviter la dispersion de ces substances dans notre environnement et réduire la pression sur les ressources naturelles, nous vous encourageons à utiliser un système de récupération des ressources approprié. Ces programmes réutilisent ou recyclent la plupart des matériaux de vos équipements en fin de vie de manière respectueuse de l'environnement. Le symbole de poubelle barrée sur le produit vous invite à utiliser des filières de collecte.



Si vous avez besoin de plus d'informations sur les systèmes de collecte, de réutilisation et de recyclage, veuillez contacter votre administration locale de gestion des déchets.

Dans le cadre de son engagement en faveur de l'environnement et de la directive européenne DEEE 2012/19/UE, Panametrics participe à un programme de reprise.

Veuillez visiter https://panametrics.com/health-safety-and-environment-hse pour obtenir des instructions de reprise et plus d'informations sur cette initiative.

Chapitre 1. Introduction

1.1 Objectif 1
1.2 Termes et abréviations 1
1.3 Public visé et conseils de lecture 2
1.4 Portée 2
1.5 Références 2
1.6 Caractéristiques de la sécurité fonctionnelle du PanaFlow HT 3
1.6.1 Description du système 4
1.6.2 Fonction de sécurité 4
1.6.3 Caractéristiques de la sécurité fonctionnelle 5
1.6.4 Paramétrage de l'intégrité de la sécurité 5
1.6.5 Caractéristiques de la sécurité fonctionnelle 6
1.6.6 Protection contre modification illicite 6
1.7 Agent chargé de la sécurité produit 6

Chapitre 2. Outils de communication

2.1 Mesures et configuration 7
2.2 Tests de sécurité 7

Chapitre 3. Installation et mise en service

3.1 Introduction 9
3.1.1 Rôle de l'utilisateur agréé 9
3.1.2 Utilisation dans un système instrumenté de sécurité 10
3.1.3 Modes de fonctionnement : Mesures (sûres) et configuration (non sûre) 12
3.2 Paramétrage de l'intégrité de la sécurité 12
3.2.1 Configuration à l'aide de l'écran/du clavier ou des communications HART 13
3.2.2 Configuration avec le logiciel PC Vitality 13
3.2.3 Liste des paramètres de sécurité 13
3.2.4 Paramètres facultatifs de la sécurité fonctionnelle 19
3.2.5 Validation du jeu de paramètres 19
3.3 Tests de sécurité 20
3.3.1 Test de sécurité 1 21
3.3.2 Test de sécurité 2 22
3.3.3 Test de sécurité 3 23
3.4 Analyse des risques et dangers à effectuer par le client 23

Chapitre 4. Phase de maintenance

4.1 Restrictions d'utilisation 25
4.2 Réparation et remplacement 25
4.3 Modifications et traçabilité 26
4.3.1 Objectif 26
4.3.2 Composants traçables 26
4.4 Mises à jour du firmware 26

Chapitre 5. Phase de mise hors service

5.1 Objectifs 27
5.2 Analyse des risques et dangers à effectuer par le client 27
5.3 Élimination 27

Annexe A. Codes d'état de la sécurité fonctionnelle

A.1 Tableau des codes d'état 29
A.2 Tableau des messages d'erreur d'écoulement 31

Annexe B. Glossaire

[page vierge]

Chapitre 1. Introduction

1.1 Objectif

Le manuel de sécurité a pour objectif de définir les aspects de sécurité fonctionnelle liés au débitmètre à ultrasons PanaFlow HT.

1.2 Termes et abréviations

Sécurité - Protection contre tout risque de danger inacceptable.

Sécurité fonctionnelle - Aptitude d'un système à exécuter les actions nécessaires pour atteindre ou maintenir un état de sécurité défini concernant les équipements / les machines / l'installation / l'appareil sous le contrôle du système.

Sécurité de base - Conception et fabrication de l'équipement de manière à ce qu'il soit protégé contre tout risque de dommages matériels causés par choc électrique ou tout autre danger et contre le risque d'explosion ou d'incendie. La protection doit être efficace dans toutes les conditions de fonctionnement nominal et en présence d'un défaut unique.

Evaluation de la sécurité - Etude permettant de juger – en s'appuyant sur des preuves – de la sécurité atteinte par les systèmes liés à la sécurité.

Remarque: *Vous trouver dans la norme CEI 61508-4 d'autres définitions de termes utilisés pour les techniques et mesures de sécurité ainsi que la description des systèmes liés à la sécurité.*

E/E/PE - Eléments électriques/électroniques/électroniques programmables d'un SIF. Il s'agit des éléments constituant l'électronique de la sécurité fonctionnelle.

FMEDA - Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et des diagnostics

HART - Highway Addressable Remote Transducer

PFD_{MOY} - Probabilité moyenne de défaillance en mode demande

SIF - Ensemble spécifique unique d'actions et équipements correspondants nécessaires à l'identification d'un danger unique et au retour d'un système à l'état sûr. Un système instrumenté de sécurité (SIS) comporte plusieurs ensembles SIF individuels.

SIL - Niveau d'intégrité de sécurité (niveau discret, un sur quatre possibles) caractérisant les exigences d'intégrité de la sécurité des fonctions de sécurité à affecter aux systèmes liés à la sécurité E/E/PE, où le niveau d'intégrité de sécurité 4 est le niveau le plus élevé et le niveau d'intégrité de sécurité 1 est le plus faible.

SIS - Système instrumenté de sécurité – Mise en oeuvre d'une ou de plusieurs fonctions instrumentées de sécurité. Un système SIS est constitué d'une combinaison de capteur(s), résolveur(s) logique(s), et élément(s) final(aux).

1.3 Public visé et conseils de lecture

Ce manuel est destiné au technicien chargé de la sécurité sur le site du client. Il constitue également un document de référence utile pour les autres intervenants travaillant avec le débitmètre.

Nous recommandons aux utilisateurs non familiarisés avec la terminologie et les notions de sécurité fonctionnelle de commencer par lire le glossaire à la fin de ce manuel. Une fois familiarisé avec les notions de sécurité fonctionnelle, l'utilisateur peut souhaiter consulter la section du manuel correspondant aux différentes phases du cycle de vie du débitmètre. Les principales sections sont l'installation et la mise en service, la maintenance et la mise hors service.

1.4 Portée

Ce manuel couvre les aspects suivants de la sécurité fonctionnelle du PanaFlow HT :

- Caractéristiques de sécurité fonctionnelle du PanaFlow HT
- Installation et mise en service
- Maintenance, tests de sécurité, service, et réparation
- Mise hors service
- Coordonnées

1.5 Références

Les documents suivants sont utilisés dans ce manuel :

- Norme de sécurité fonctionnelle CEI-61508
- *Manuel d'utilisation,* disponible sur le site Web de Panametrics : www.Panametrics-mcs.com

1.6 Caractéristiques de la sécurité fonctionnelle du PanaFlow HT

Le PanaFlow HT est constitué d'un ensemble de capteurs à ultrasons (transducteurs) et d'une électronique XMT900 qui pilote les transducteurs, calcule le débit et transmet ce débit au système instrumenté de sécurité (SIS) via la sortie SIL.

La sortie SIL (sortie A) comprend le signal de sécurité fonctionnelle (un niveau de sortie 4 – 20 mA) et un signal HART non sûr. Seul le niveau de sortie 4 – 20 mA fait partie de la chaîne de sécurité.

Du point de vue de la sécurité fonctionnelle, le PanaFlow HT est composé de trois parties :

- Le capteur et le faisceau de câbles
- L'appareil de mesure, qui inclut le circuit de mesure du débit
- Le circuit de sortie, qui pilote le signal 4-20 mA

Dans le cadre de la sécurité fonctionnelle, les erreurs sont réparties comme indiqué au *Tableau 1* ci-dessous.

Tableau 1: Tolérances de probabilité de défaillance par heure et de défaillance dans le temps pour les composants de la chaîne de sécurité

Composants	**Capteur US**	**Faisceau de câbles**	**Appareil de mesure**	**Circuit de sortie**
Tolérance PFH [h-1] pour chaque composant	**2.415E-07**	**3.5E-09**	**5.25E-08**	**5.25E-08**
Tolérance [FIT] d'objet de transfert de données pour chaque composant	**241,5**	**3,5**	**52,5**	**52,5**

Le *Tableau 1* ci-dessus répertorie les *caractéristiques de sécurité fonctionnelle* des composants du système PanaFlow HT. Le tableau décompose la tolérance de risque du système de mesure.

La chaîne de sécurité du PanaFlow HT est constituée de quatre composants : le capteur à ultrasons (capteur US), le faisceau de câbles, l'appareil de mesure (un circuit à l'intérieur du coffret électronique), et le circuit de sortie (un autre circuit à l'intérieur de l'électronique).

La ligne du bas dans le *Tableau 1* ci-dessous indique la tolérance FIT de chacun des composants de sécurité fonctionnelle du PanaFlow HT. Plus loin dans cette section, nous indiquerons la valeur FIT mesurée pour chaque composant, afin de vérifier qu'elle correspond bien à ces valeurs cibles.

La *Figure 1, page 4* illustre l'emplacement physique des composants de la chaîne de sécurité du PanaFlow HT.

1.6.1 Description du système

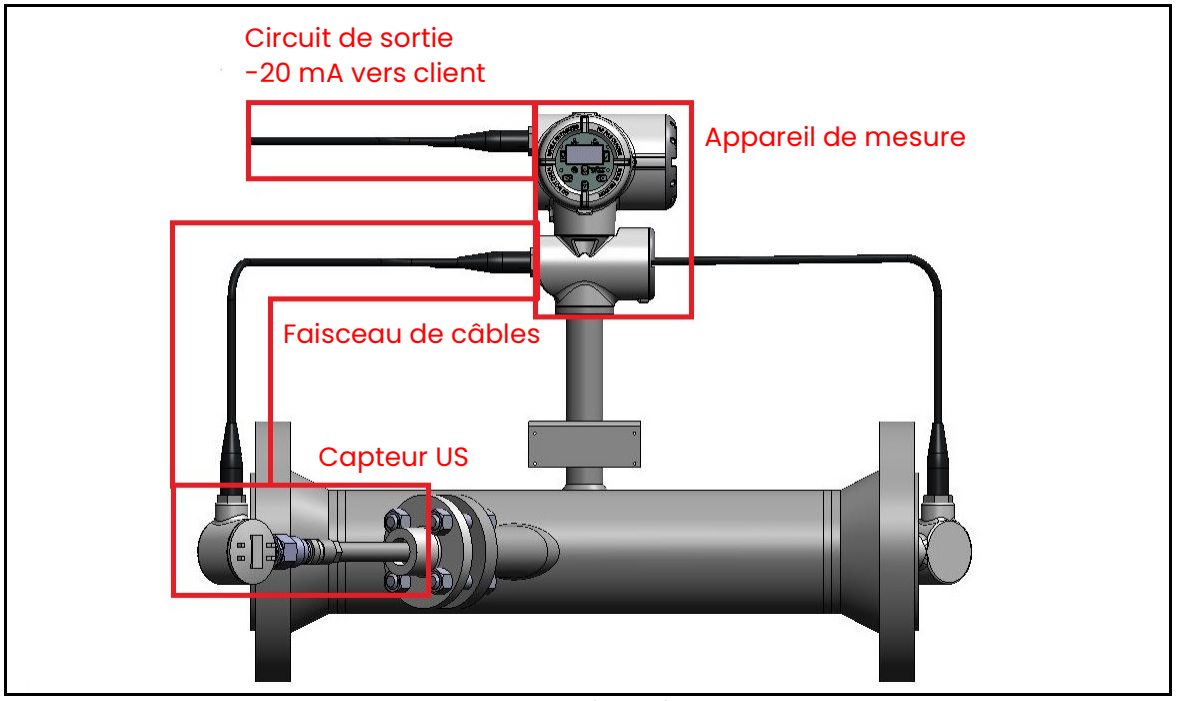


Figure 1: Chaîne de sécurité fonctionnelle

1.6.2 Fonction de sécurité

La fonction de sécurité du PanaFlow HT porte sur le débit volumétrique ou massique. Un *utilisateur agréé* peut sélectionner la fonction à utiliser. Pour plus de détails, consultez le chapitre 3 et pour les instructions de programmation, reportez-vous au chapitre 3 du *manuel d'utilisation*.

Lorsque la mesure s'effectue correctement, la sortie SIL (sortie A) est maintenue dans la plage 4-20 mA pour indiquer au SIS que la mesure est valide.

Une défaillance de la sécurité fonctionnelle est indiquée si l'instrument calcule un débit incorrect en raison d'erreurs de mesure du débit ou de défaillances du système. L'instrument réagit à une défaillance en plaçant la sortie SIL (sortie A) dans l'état dangereux détecté et en transmettant un message d'erreur à l'interface utilisateur graphique et au registre d'état Modbus. Ces actions indiquent au SIS que l'instrument risque de ne pas effectuer de mesures de débit correctes. L'instrument entreprend ces actions dans la minute qui suit la détection d'une défaillance. Pour effacer l'état dangereux détecté, consultez la *Section 4.1, page 25* pour les instructions.

Un utilisateur agréé peut configurer le courant de sortie d'état dangereux détecté (sortie A) en forçage bas (3,6 mA) ou forçage haut (21,0 mA). Pour plus de détails, consultez la *Section 3.2.3, page 13* et pour les instructions de programmation, reportez-vous à la *section 3.8.2* du *manuel d'utilisation*.

La fonction de sécurité est garantie lorsque l'électronique fonctionne dans les limites ambiantes spécifiées. Voir la *Section 1.6.3, page 5* pour les caractéristiques de sécurité fonctionnelle de l'instrument.

1.6.3 Caractéristiques de la sécurité fonctionnelle

Les caractéristiques du PanaFlow HT liées à la sécurité fonctionnelle sont les suivantes :

Tableau 2: Critères de conception

Niveau d'intégrité de sécurité, SIL	2		**Durée de vie du produit**	20 ans
Tolérance aux défaillances matérielles, HFT	0		**Intervalle entre tests de sécurité**	1 année
Type d'éléments liés à la sécurité	Type B		**Durée moyenne de rétablissement, MTTR**	24 h
Mode demande	Bas		**Temps de réaction de la fonction de sécurité**	1 min

Tableau 3: Résultats quantitatifs pour les composants

	λ_{sd} [FIT]	λ_{su} [FIT]	λ_{dd} [FIT]	λ_{du} [FIT]	SFF [%]	DC
Appareil de mesure	174,39	52,49	17,05	3,98	98,40 %	81 %
Circuit de sortie	223,70	8,72	230,59	2,33	99,50 %	99 %
Capteur US (1 canal)	0,00	0,00	247,86	22,54	92 %	92 %
Capteur US (2 canaux)	0,00	0,00	495,72	45,08	92 %	92 %
Faisceau de câbles	4,68	0,52	4,68	0,52	95,00 %	90 %

Tableau 4: Caractéristiques du système

	λ_{sd} [FIT]	λ_{su} [FIT]	λ_{dd} [FIT]	λ_{du} [FIT]	SFF [%]	DC	PFH_{1oo1} [h^{-1}]
Système total (1 canal)	402,77	61,73	501,18	29,37	97,1 %	93,5 %	2.93E-08
Système total (2 canaux)	402,77	61,73	749,04	51,91	95,9 %	93,5 %	5.19E-08

Remarque: *Le critère de conception de la durée moyenne de rétablissement de 24 heures dépend de l'acquisition ou non par le client d'un jeu de rechange de composants électroniques, capteurs et câbles ou de la mise en place ou non d'un plan de maintenance afin que nous puissions remplacer le système défectueux dans les 24 heures. Si le client choisit une stratégie différente en ce qui concerne la durée moyenne de rétablissement, les caractéristiques du système doivent être recalculées par le technicien chargé de la sécurité sur le site du client.*

1.6.4 Paramétrage de l'intégrité de la sécurité

Certains paramètres programmables doivent être définis avant le fonctionnement afin d'assurer l'intégrité de la sécurité prévue : Ces paramètres sont décrits à la section 3.2.3.

1.6.5 Caractéristiques de la sécurité fonctionnelle

Il convient de noter que le PanaFlow HT a été conçu pour répondre aux caractéristiques de *sécurité fonctionnelle* suivantes :

- Précision de sécurité - La précision des mesures du débit du PanaFlow HT a une limite d'erreur de +/-0,5 %. La précision de sécurité du système est de +/-2 %. Cela signifie que si l'instrument détecte une erreur risquant d'aboutir à une imprécision de 2 % ou plus, la sortie SIL se met à l'état dangereux détecté.
- Temps de réponse au diagnostic - L'instrument répond à l'apparition d'un défaut dans les 60 secondes.
- Durée de démarrage - L'instrument commence à prendre des mesures dans les 10 minutes qui suivent la mise sous tension.
- Données de fiabilité et durée de vie limite - L'instrument est conçu pour une durée de vie de 20 ans.
- Limites ambiantes pour l'électronique :
  - Température de stockage -40 °C à +70 °C
  - Plage de la température ambiante : -40 °C à +60 °C
  - Humidité relative de 10 à 90 %, sans condensation
- Limites d'application - Plage de température de fluide valide -200 °C à 600 °C, fluides acoustiquement conducteurs.

1.6.6 Protection contre modification illicite

Pendant l'installation et la mise en service, le personnel non agréé ne doit pas pouvoir modifier certaines parties du système. Ces modifications pourraient entraîner une défaillance dangereuse du système. Pour cette raison, l'accès à ces paramètres est protégé par un mot de passe d'utilisateur SIL. Ce mot de passe assure une protection contre toute utilisation indésirable.

1.7 Agent chargé de la sécurité produit

Toute défaillance détectée et qui porte atteinte à la sécurité fonctionnelle doit être signalée à l'agent chargé de la sécurité produit chez Panametrics. Veuillez contacter le service client ou le service technique de Panametrics. Les coordonnées figurent au dos de ce manuel.

Chapitre 2. Outils de communication

2.1 Mesures et configuration

La collecte des données de mesure à partir du PanaFlow HT et la programmation des données de configuration dans le PanaFlow HT peuvent s'effectuer à l'aide des outils de communication suivants :

- Logiciel PC Vitality de Panametrics
- Ecran LCD/clavier sur le transmetteur
- Dispositif de terrain HART (tel que le DPI 620)

2.2 Tests de sécurité

Les instructions figurant dans ce manuel à propos des tests de sécurité sont destinées à être utilisées avec le logiciel PC Vitality ou l'écran LCD/le clavier sur le débitmètre, avec la dernière version de firmware.

Pour plus d'informations sur la connexion du logiciel PC Vitality au débitmètre, consultez le *manuel d'utilisation*.

[page vierge]

Chapitre 3. Installation et mise en service

Avant d'utiliser le débitmètre dans le cadre d'un SIS, le PanaFlow HT doit être installé et faire l'objet d'une programmation initiale. Ces activités d'installation et de mise en service doivent être confiées à du personnel de maintenance formé, ou par un utilisateur agréé ayant reçu une formation en installation et mise en service de la part de Panametrics.

3.1 Introduction

L'installation désigne l'installation physique du PanaFlow HT dans une canalisation, et le raccordement physique au SIS. La mise en service est composée de trois étapes :

- Réglage des paramètres programmables pour correspondre aux conditions spécifiques de l'application
- Stockage du jeu de données sous forme de jeu de données mises en service pour une récupération ultérieure si besoin est
- Stockage des données aux fins de traçabilité

Après que les données mises en service ont été définies, l'opérateur enregistre ce même jeu de données en tant que jeu de données actives, qui sera utilisé par le débitmètre pour effectuer les mesures. Toute modification apportée aux valeurs programmées après la date de mise en service sera répercutée sur le jeu de données actives, laissant inchangé le jeu de données mises en service. Si, à un moment quelconque, le jeu de données actives présente une erreur, l'utilisateur agréé peut rétablir le jeu de données mises en service comme jeu de données actives ; ces données seront alors utilisées par le débitmètre dans un état de fonctionnement connu. De même, le personnel de maintenance peut remplacer le jeu de données mises en service par le jeu de données d'usine en cas de problème pendant la mise en service. Puisque l'intégrité de la sortie SIL est si importante, le débitmètre conserve les trois jeux de données dans sa mémoire comme solution de réserve en cas d'erreur.

3.1.1 Rôle de l'utilisateur agréé

Il incombe à l'utilisateur agréé d'assurer la sécurité des parties du système SIS qui ne sont pas couvertes par le PanaFlow HT. L'utilisateur agréé doit être autorisé à sortir le PanaFlow HT de son état DD, et il lui incombe d'empêcher le SIS de mal interpréter cette lecture. Panametrics s'assure que l'instrument fonctionne d'une manière prévisible et contrôlée. Pour les instructions sur l'effacement de l'état dangereux détecté, consultez la *Section 4.1, page 25*.

3.1.2 Utilisation dans un système instrumenté de sécurité

Le débitmètre est destiné à effectuer des mesures de débit servant d'entrées à un système instrumenté de sécurité (SIS) plus grand.

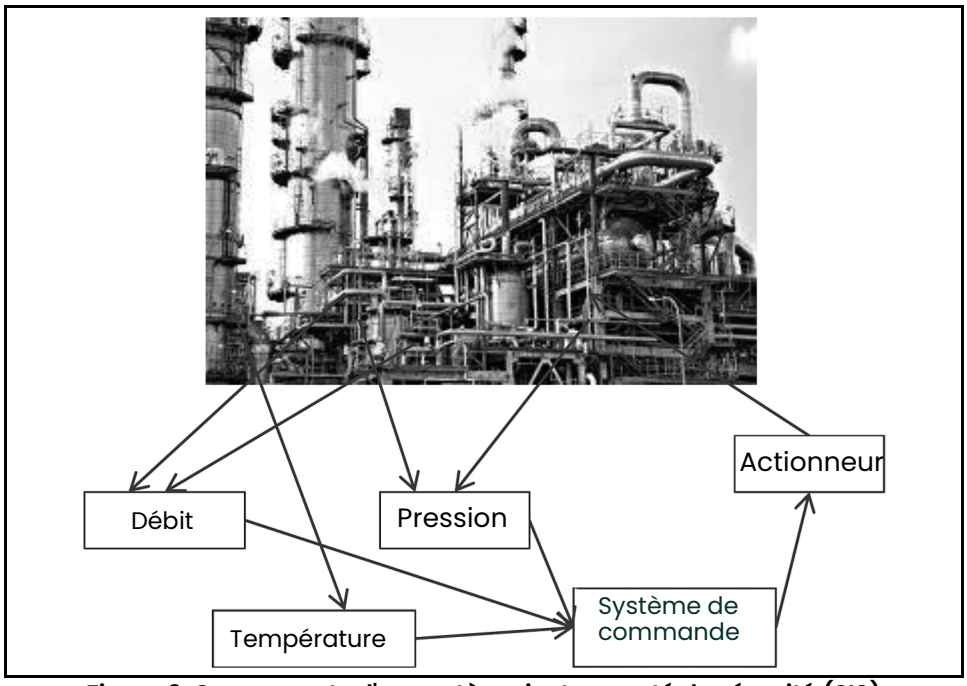


Figure 2: Composants d'un système instrumenté de sécurité (SIS)

Le système maintient un état sûr en surveillant diverses conditions et en utilisant des actionneurs pour assurer la sécurité du process. Le but du SIS n'est pas d'assurer l'efficacité ou la productivité, mais simplement d'éviter tout risque.

Un PanaFlow HT unique est conçu au niveau de sécurité SIL-2, mais deux systèmes redondants peuvent être associés pour obtenir une mesure SIL-3, s'ils sont utilisés sur le même point de mesure du débit. La configuration du PF9-R2H est destinée à atteindre la classification SIL-3 dans un seul système.

Les niveaux de sécurité SIL-2 et SIL-3 de ce produit ont été déterminés par la conception, non pas simplement par l'utilisation éprouvée sur le terrain. Veuillez noter que les taux de défaillance des alimentations externes et d'autres composants externes ne sont pas inclus dans les calculs des taux de défaillance.

Chaque PanaFlow HT fournit une sortie analogique SIL, qui porte aussi les communications HART. Seul le niveau mA de la sortie SIL est classé en sécurité fonctionnelle. Le signal HART est destiné à fournir des informations de diagnostic et des fonctions de programmation, mais sa mesure ne satisfait pas aux exigences SIL.

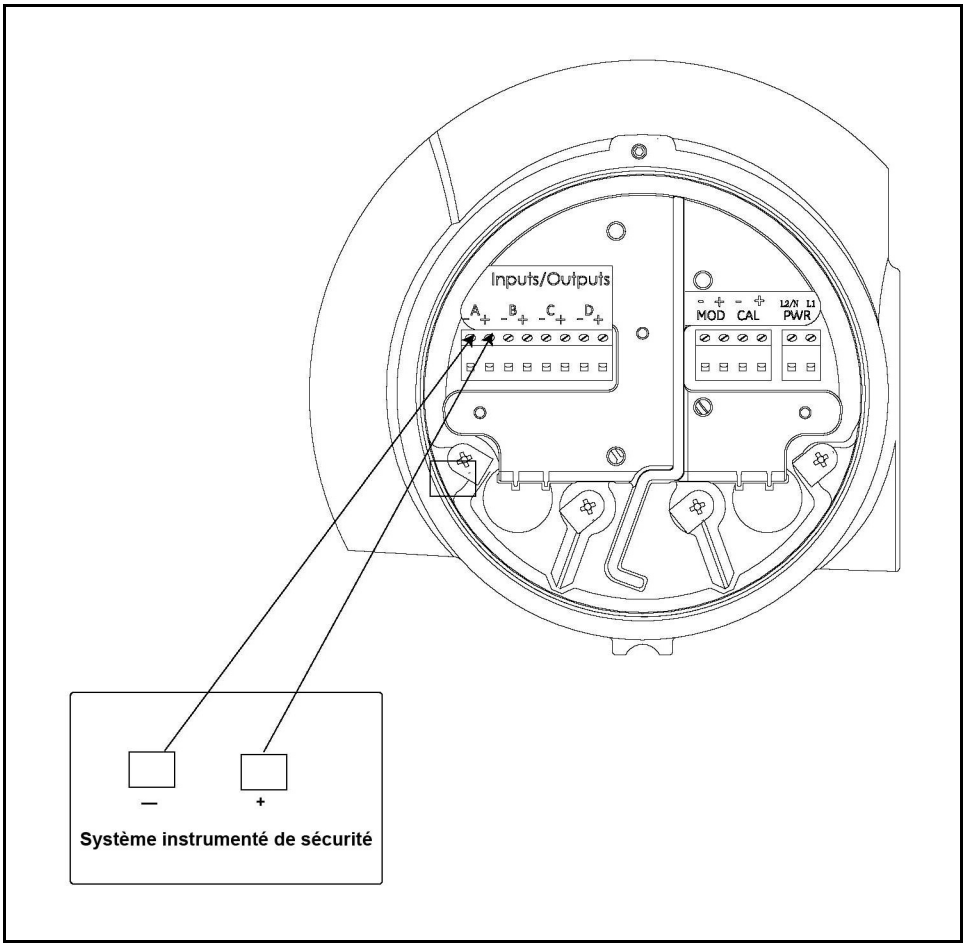


Figure 3: Sortie analogique SIL

Cette sortie analogique SIL unique doit être utilisée comme entrée d'un SIS du client, fournissant des mesures de débit à sécurité fonctionnelle au système de sécurité global. Ces mesures peuvent être associées à d'autres entrées de mesure par l'utilisateur agréé au niveau SIS. Il incombe à l'utilisateur agréé de traiter des questions relatives à l'intégration de variables de non-sécurité dans une configuration de sécurité lorsque ces variables ne sont pas pleinement couvertes par un chemin de sécurité certifié SIL. Le PanaFlow HT n'est pas responsable de l'intégrité du SIS au-delà des mesures de débit qu'il fournit.

Le PanaFlow HT possède plusieurs connexions d'entrée/sortie. Seule la valeur 4-20 mA provenant de la sortie A est classée SIL. Le signal HART provenant de la sortie A n'est pas fonctionnellement sûr et ne constitue pas une entrée du SIS.

3.1.3 Modes de fonctionnement : Mesures (sûres) et configuration (non sûre)

Le PanaFlow HT a deux modes de fonctionnement : Le mode par défaut est le mode mesure, pendant lequel l'appareil de mesure à l'intérieur de l'électronique XMT900 effectue des mesures du débit par une interrogation à ultrasons du fluide traversant le manchon. Le second mode, le mode configuration, est réservé à la modification des paramètres programmés ; il s'agit d'un état provisoire.

Le mode mesure est le mode de fonctionnement sûr. Dans ce mode, le XMT900 effectue des mesures du débit et commande une valeur de sortie SIL. Si le calcul du débit satisfait à tous les tests internes et que sa précision est confirmée, la sortie SIL reflète la mesure du débit. Par contre, si le XMT900 détecte la possibilité d'une imprécision au niveau des mesures du débit, la sortie SIL se met à l'état dangereux détecté de manière à ce que le SIS n'utilise pas la valeur potentiellement erronée du débit. L'instrument reste dans l'état dangereux détecté jusqu'à l'intervention d'un utilisateur agréé.

Le mode configuration est non sûr, car l'instrument n'effectue pas de calculs de débit dans ce mode et du fait qu'une modification des paramètres risquerait de générer une mesure de débit imprécise. Un utilisateur agréé peut mettre l'instrument en mode configuration en accédant au menu Program à l'aide d'un mot de passe. Lors de l'accès à ce mode, la sortie SIL se met à l'état dangereux détecté à titre de précaution. La modification des paramètres programmés risquerait de porter atteinte à la précision de la sortie SIL, si bien que la sortie se met à l'état dangereux détecté, notifiant le SIS qu'il ne fournit pas de mesure de débit à sécurité fonctionnelle. La ligne d'erreur sur l'écran LCD indique “S1 Config Mode” (S1 en mode configuration).

3.2 Paramétrage de l'intégrité de la sécurité

Le processus de configuration doit assurer la validité des données et l'intégrité des paramètres de sécurité. Cette section décrit le processus de configuration et les exigences à satisfaire par l'utilisateur pour configurer le débitmètre afin qu'il réponde aux impératifs de sécurité fonctionnelle.

Remarque: *Veuillez scrupuleusement respecter les instructions figurant dans le manuel d'utilisation lorsque vous modifiez des paramètres exigeant la saisie d'un mot de passe d'utilisateur SIL. La saisie de paramètres incorrects peut provoquer des problèmes de mesure.*

Les paramètres de sécurité sont constitués de presque tous les éléments du jeu de données. Certains paramètres sont donc définis par le personnel d'usine et ne sont pas accessibles par l'utilisateur agréé. Un autre groupe de paramètres, généralement modifié uniquement pendant la mise en service, est accessible seulement par un mot de passe de service. Le dernier jeu de paramètres de sécurité est accessible par l'utilisateur agréé via le mot de passe d'utilisateur SIL, mais il doit être modifié avec beaucoup de précautions.

La modification des paramètres exige que l'utilisateur agréé place le débitmètre en mode configuration. La sortie SIL passera alors à l'état DD. La modification des paramètres peut donc avoir lieu après que l'utilisateur agréé a déconnecté le débitmètre du SIS.

Remarque : l'utilisateur agréé est autorisé à régler la sortie SIL à une valeur quelconque comprise entre 0 et 22 mA pendant la configuration, afin d'étalonner la sortie SIL pour le DCS. C'est une autre raison pour laquelle l'utilisateur agréé doit faire en sorte que le SIS ignore cette sortie SIL avant d'accéder au mode configuration.

3.2.1 Configuration à l'aide de l'écran/du clavier ou des communications HART

Lorsque vous utilisez l'écran/le clavier ou les communications HART, la séquence de modification de chaque paramètre est la suivante :

1. L'interface de communication affiche la valeur actuellement programmée.
2. L'utilisateur agréé modifie la valeur.
3. L'interface de communication lit la valeur dans la mémoire et affiche la valeur “ainsi programmée”.
4. L'utilisateur agréé accepte ou rejette la valeur en mémoire. Pour accepter la valeur, passez simplement au paramètre suivant. Pour rejeter la modification, retournez à l'étape 2 et modifiez à nouveau le paramètre.
5. Après avoir apporté toutes les modifications souhaitées, l'utilisateur agréé quitte le mode configuration. Dans la structure des menus, la dernière étape consiste à répondre à la question Save Changes? (Enregistrer modifications ?). Au cours de cette étape, l'utilisateur agréé peut sélectionner Save As Active (Enregistrer et activer) ou No. L'ensemble des modifications peut ainsi être rejeté si nécessaire.

3.2.2 Configuration avec le logiciel PC Vitality

Lorsque le logiciel PC Vitality est utilisé pour configurer les paramètres, le processus est légèrement différent.

1. Le logiciel PC Vitality affiche la valeur actuellement programmée dans une colonne.
2. L'utilisateur agréé définit une nouvelle valeur dans une autre colonne.
3. Le logiciel PC Vitality lit la valeur dans la mémoire et affiche la valeur ainsi programmée dans une troisième colonne.

L'utilisateur peut ainsi consulter en un seul coup d'oeil les trois valeurs, et vérifier à chaque étape que la valeur modifiée est correcte avant d'enregistrer le jeu de données.

3.2.3 Liste des paramètres de sécurité

Les tableaux suivants indiquent les paramètres qui doivent être définis afin d'assurer l'intégrité de la sécurité prévue. Ils expliquent également la raison pour laquelle chaque paramètre doit être défini. La catégorie indique le type d'utilisateur habilité à définir les paramètres (autrement dit, le niveau d'accès) et dans quelles conditions.

- **Catégorie 1 :** Défini par l'utilisateur agréé avant le fonctionnement
- **Catégorie 2 :** Défini par l'utilisateur agréé si les mesures souhaitées sont des débits volumétriques normalisés
- **Catégorie 3 :** Paramétrage usine pouvant être modifié par l'utilisateur agréé
- **Catégorie 4 :** Paramétrage usine pouvant être modifié par le personnel de maintenance qualifié
- **Catégorie 5 :** Paramétrage usine pouvant être modifié par le technicien de maintenance Panametrics
- **Catégorie 6 :** Paramétrage usine pendant l'étalonnage et ne devant pas être modifié
- **Catégorie 7 :** Paramétrage usine à ne pas modifier

3.2.3 Liste des paramètres de sécurité (suite)

Catégorie 1 : Paramètres devant être définis par l'utilisateur agréé avant le fonctionnement dans le cadre d'un système SIL

Type d'unité volumétrique	Nécessaire uniquement si l'utilisateur souhaite utiliser un type d'unité volumétrique différent des m^3/s, le type d'unité par défaut.
Sélection de la sortie analogique A (sortie SIL et HART)	C'est par défaut le débit volumétrique réel. S'il ne s'agit pas de la mesure SIL souhaitée, le débit massique peut être choisi. Paramètre permettant de préciser si la sortie mA doit représenter le débit volumétrique ou le débit massique réel.
Point de consigne haut saisi dans le système	Détermine la mesure de débit correspondant à 20 mA sur la sortie SIL. Influe sur le rapport d'échelle de la sortie 4-20 mA.
Point de consigne bas saisi dans le système	Détermine la mesure de débit correspondant à 4 mA sur la sortie SIL. Influe sur le rapport d'échelle de la sortie 4-20 mA.
Sélection du forçage bas / forçage haut pendant le défaut	Paramètre permettant de préciser si la sortie mA doit passer à l'état haut (>22 mA) ou bas (<3,6 mA) lorsqu'une défaillance interne est détectée.
Masse volumique statique	Exigé uniquement si les mesures portent sur le débit volumétrique ou le débit massique normalisé. Le débit massique est égal au débit volumétrique multiplié par la masse volumique.
Viscosité cinématique	Nécessaire uniquement si la correction de Reynolds composée est activée (“On”). L'instrument utilise cette valeur pour déterminer le nombre de Reynolds du fluide.

Catégorie 2 : Paramètres devant être définis par l'utilisateur agréé si le type d'unité volumétrique est le débit volumétrique normalisé ou si le débit massique est utilisé.

Masse volumique de référence pour calcul de débit volumétrique normalisé	Nécessaire uniquement pour les mesures de débit volumétrique normalisé. Le débit volumétrique normalisé est égal au débit volumétrique réel multiplié par le rapport de la masse volumique réelle à la masse volumique de référence.

Catégorie 3 : Paramètres définis en usine mais pouvant être modifiés par l'utilisateur agréé pour des applications difficiles

Temps de réponse	Définit le degré d'amortissement de la mesure de débit finale. Un long temps de réponse permet d'obtenir une valeur sortie lissée mais répond moins bien aux brusques variations du débit. Un temps de réponse court est plus précis dans le cas de brusques variations du débit, mais la valeur sortie est très instable.
Seuil zéro	Non critique. L'erreur de mesure est importante à proximité du débit nul. Dans cette région, les mesures deviennent donc extrêmement variables. Le seuil zéro est utilisé pour forcer à zéro tout débit inférieur à une certaine valeur de manière à fournir des mesures stables dans la zone des faibles débits.

Catégorie 4 : Paramètres usine critiques pouvant être exclusivement modifiés par le personnel de maintenance qualifié

Limite d'accélération	Définit le degré de variation de vitesse acceptable lors de mesures successives du débit. Toute variation de débit supérieure à cette valeur doit être considérée comme une erreur de traitement du signal. Cette limite détermine si un état dangereux détecté doit être déclenché. Le paramètre usine doit être exclusivement modifié par le personnel de maintenance qualifié.
Limite max de discriminateur d'amplitude	Définit la limite supérieure de la mesure du discriminateur d'amplitude interne qui définit le niveau d'amplification du signal. Cette limite détermine si un état dangereux détecté doit être déclenché. Le paramètre usine doit être exclusivement modifié par le personnel de maintenance qualifié.
Limite min de discriminateur d'amplitude	Définit la limite inférieure de la mesure du discriminateur d'amplitude interne qui définit le niveau d'amplification du signal. Cette limite détermine si un état dangereux détecté doit être déclenché. Le paramètre usine doit être exclusivement modifié par le personnel de maintenance qualifié.
Limite basse de crête de corrélation	Détermine l'amplitude minimum de la crête du signal de corrélation croisée pour un traitement acceptable du signal de mesure. Cette limite détermine si un état dangereux détecté doit être déclenché. Le paramètre usine doit être exclusivement modifié par le personnel de maintenance qualifié.
Limite haute de vitesse - Utilisée pour calculer le débit volumétrique limite haut	Définit la limite supérieure pour une mesure de vitesse acceptable. Toute mesure au-delà de cette valeur doit être considérée comme une erreur de traitement du signal puisqu'elle n'a aucune explication physique. Cette limite détermine si un état dangereux détecté doit être déclenché. Le paramètre usine doit être exclusivement modifié par le personnel de maintenance qualifié.
Limite basse de vitesse - Utilisée pour calculer le débit volumétrique limite bas	Définit la limite supérieure pour une mesure de vitesse acceptable lorsque l'écoulement est inversé. Toute mesure au-delà de cette valeur doit être considérée comme une erreur de traitement du signal puisqu'elle n'a aucune explication physique. Cette limite détermine si un état dangereux détecté doit être déclenché. Le paramètre usine doit être exclusivement modifié par le personnel de maintenance qualifié.

Catégorie 5 : Paramètres définis en usine mais pouvant être modifiés par l'utilisateur agréé si l'application exige des réglages spéciaux

Erreurs admissibles can_x	Définit le nombre d'erreurs qui doivent être compilées au cours des 16 relevés précédents pour déclencher une condition d'erreur générale et amener la sortie SIL à l'état dangereux détecté. Le paramètre usine ne doit pas être modifié à moins que l'application présente des problèmes.
% crête max can_x	Définit la limite supérieure de la valeur “pourcentage de crête” à réglage automatique, utilisée pour détecter l'arrivée du signal à ultrasons reçu. Cette valeur est utilisée pour calculer le débit. Le paramètre usine ne doit pas être modifié à moins que l'application présente des problèmes.
% crête min can_x	Définit la limite inférieure de la valeur “pourcentage de crête” à réglage automatique, utilisée pour détecter l'arrivée du signal à ultrasons reçu. Cette valeur est utilisée pour calculer le débit. Le paramètre usine ne doit pas être modifié à moins que l'application présente des problèmes.
Pct de crête can_x	Définit le point de départ de la valeur “pourcentage de crête” à réglage automatique, utilisée pour détecter l'arrivée du signal à ultrasons reçu. Cette valeur est utilisée pour calculer le débit. Le paramètre usine ne doit pas être modifié à moins que l'application présente des problèmes.
Sélection de correction Reynolds can_x	Détermine si la correction de Reynolds doit s'appliquer au relevé de débit pour chaque canal de mesure de transducteur. Cette valeur est utilisée pour calculer le débit. Le paramètre usine ne doit pas être modifié à moins que l'application présente des problèmes.

Catégorie 6 : Paramètres définis en usine pendant l'étalonnage et ne devant pas être modifiés sauf si l'application exige des réglages spéciaux

Facteur d'étalonnage	Facteur d'étalonnage global appliqué à la mesure du débit. Cette valeur est utilisée pour calculer le débit. Valeur définie à l'étalonnage et ne devant pas être modifiée.
Activation MultiK	Nécessaire uniquement si l'opérateur souhaite utiliser un tableau des facteurs de correction pour étalonner le relevé de la vitesse d'écoulement. L'opérateur devra ensuite saisir un tableau des facteurs de correction à divers relevés de vitesse d'écoulement, ou à divers relevés de nombre de Reynolds.
Paires MultiK	Nécessaire uniquement pour le tableau des facteurs de correction. Définit le nombre d'entrées dans le tableau, entre 2 et 6.
Type MultiK	Nécessaire uniquement pour le tableau des facteurs de correction. Précise si les facteurs de correction (facteurs k) appliqués s'appuient sur les relevés de vitesse ou de nombre de Reynolds.
VitRey_1 multi K	Nécessaire uniquement pour le tableau des facteurs de correction. Première valeur “x” du tableau, correspondant à la vitesse la plus basse ou au nombre de Reynolds le plus bas à utiliser pour la correction.
VitRey_1 multi K	Nécessaire uniquement pour le tableau des facteurs de correction. Première valeur “y” du tableau, correspondant au facteur de correction (facteur k) pour la vitesse la plus basse ou le nombre de Reynolds le plus bas. Ce facteur k est multiplié par la vitesse indiquée par la valeur x correspondante, ou la vitesse qui donne le nombre de Reynolds indiqué par la valeur x correspondante.
VitRey_2 multi K	Nécessaire uniquement pour le tableau des facteurs de correction. Seconde valeur “x” du tableau, correspondant à la vitesse suivante la plus élevée ou au nombre de Reynolds suivant le plus élevé à utiliser pour la correction.
VitRey_2 multi K	Nécessaire uniquement pour le tableau des facteurs de correction. Seconde valeur “y” du tableau, correspondant au facteur de correction (facteur k) à appliquer à la valeur x correspondante, ou à la vitesse qui donne le nombre de Reynolds indiqué par la valeur x correspondante.
VitRey_3 multi K	Nécessaire uniquement pour le tableau des facteurs de correction. Troisième valeur “x” du tableau, correspondant à la vitesse suivante la plus élevée ou au nombre de Reynolds suivant le plus élevé à utiliser pour la correction.

Catégorie 6 : Paramètres définis en usine pendant l'étalonnage et ne devant pas être modifiés sauf si l'application exige des réglages spéciaux

VitRey_3 multi K	Nécessaire uniquement pour le tableau des facteurs de correction. Troisième valeur “y” du tableau, correspondant au facteur de correction (facteur k) à appliquer à la valeur x correspondante, ou à la vitesse qui donne le nombre de Reynolds indiqué par la valeur x correspondante.
VitRey_4 multi K	Nécessaire uniquement pour le tableau des facteurs de correction. Quatrième valeur “x” du tableau, correspondant à la vitesse suivante la plus élevée ou au nombre de Reynolds suivant le plus élevé à utiliser pour la correction.
VitRey_4 multi K	Nécessaire uniquement pour le tableau des facteurs de correction. Quatrième valeur “y” du tableau, correspondant au facteur de correction (facteur k) à appliquer à la valeur x correspondante, ou à la vitesse qui donne le nombre de Reynolds indiqué par la valeur x correspondante.
VitRey_5 multi K	Nécessaire uniquement pour le tableau des facteurs de correction. Cinquième valeur “x” du tableau, correspondant à la vitesse suivante la plus élevée ou au nombre de Reynolds suivant le plus élevé à utiliser pour la correction.
VitRey_5 multi K	Nécessaire uniquement pour le tableau des facteurs de correction. Cinquième valeur “y” du tableau, correspondant au facteur de correction (facteur k) à appliquer à la valeur x correspondante, ou à la vitesse qui donne le nombre de Reynolds indiqué par la valeur x correspondante.
VitRey_6 multi K	Nécessaire uniquement pour le tableau des facteurs de correction. Dernière valeur “x” du tableau, correspondant à la vitesse suivante la plus élevée ou au nombre de Reynolds suivant le plus élevé à utiliser pour la correction.
VitRey_6 multi K	Nécessaire uniquement pour le tableau des facteurs de correction. Dernière valeur “y” du tableau, correspondant au facteur de correction (facteur k) à appliquer à la valeur x correspondante, ou à la vitesse qui donne le nombre de Reynolds indiqué par la valeur x correspondante.

Catégorie 6 : Paramètres définis en usine pendant l'étalonnage et ne devant pas être modifiés sauf si l'application exige des réglages spéciaux

VitRey_5 multi K	Nécessaire uniquement pour le tableau des facteurs de correction. Cinquième valeur “x” du tableau, correspondant à la vitesse suivante la plus élevée ou au nombre de Reynolds suivant le plus élevé à utiliser pour la correction.
VitRey_5 multi K	Nécessaire uniquement pour le tableau des facteurs de correction. Cinquième valeur “y” du tableau, correspondant au facteur de correction (facteur k) à appliquer à la valeur x correspondante, ou à la vitesse qui donne le nombre de Reynolds indiqué par la valeur x correspondante.
VitRey_6 multi K	Nécessaire uniquement pour le tableau des facteurs de correction. Dernière valeur “x” du tableau, correspondant à la vitesse suivante la plus élevée ou au nombre de Reynolds suivant le plus élevé à utiliser pour la correction.
VitRey_6 multi K	Nécessaire uniquement pour le tableau des facteurs de correction. Dernière valeur “y” du tableau, correspondant au facteur de correction (facteur k) à appliquer à la valeur x correspondante, ou à la vitesse qui donne le nombre de Reynolds indiqué par la valeur x correspondante.

Catégorie 7 : Paramétrage usine critique à ne pas modifier

Longueur axiale L can_x	Définit la longueur axiale du chemin de chaque transducteur. Cette valeur est utilisée pour calculer le débit.
Facteur pd corde can_x	Exigé si la configuration du chemin composée porte sur plusieurs chemins. Définit le facteur de pondération lors du calcul du débit volumétrique global à partir du débit sur chaque chemin de transducteur. Cette valeur est utilisée pour calculer le débit.

Catégorie 7 : Paramétrage usine critique à ne pas modifier

Longueur du chemin P can_x	Définit la longueur du chemin de chaque transducteur. Cette valeur est utilisée pour calculer le débit.
Décalage tampon temps can_x	Détermine le retard dans le tampon de transducteur. Cette valeur est utilisée pour calculer le débit. Le paramètre usine ne doit pas être modifié à moins que l'application présente des problèmes.
Retard TW actif	Précise si la valeur TW est automatiquement ajustée ou non pour chaque transducteur lorsque l'environnement de mesure change. La valeur Tw est le temps dans le prisme, ou le retard dans le tampon du transducteur. Pour les fluides qui subissent des changements de température extrêmes, la valeur Tw peut devoir être recalculée lorsque le tampon lui-même modifie la longueur et la célérité du son en réponse à un échauffement ou un refroidissement. Cette valeur est utilisée pour calculer le débit. Le paramètre usine ne doit pas être modifié à moins que l'application présente des problèmes.
Configuration du chemin	Définit le nombre de paires de transducteurs montées sur la cellule débitmétrique et l'agencement de ces chemins. Cette information est indispensable à la détermination de l'algorithme de mesure du débit, car elle définit la manière dont il faut associer les mesures sur les chemins individuels pour aboutir à un débit global.
Diamètre interne de tuyau	Définit la section transversale du fluide. Cette valeur est utilisée pour calculer le débit volumétrique à partir du profil de vitesse d'écoulement.
Diamètre externe de tuyau	Exigé uniquement si le diamètre interne de tuyau n'est pas défini directement. Dans ce cas, le diamètre interne de tuyau est calculé à partir du diamètre externe et de l'épaisseur de la paroi du tuyau.
Épaisseur de paroi du tuyau	Exigé uniquement si le diamètre interne de tuyau n'est pas défini directement. Dans ce cas, le diamètre interne de tuyau est calculé à partir du diamètre externe et de l'épaisseur de la paroi du tuyau.
Correction Reynolds	Utilisée sur certains chemins, en fonction de la configuration du chemin, pour corriger le relevé de la vitesse d'écoulement moyenne. Utilise le nombre de Reynolds du fluide et la vitesse d'écoulement moyenne pour déterminer le profil d'écoulement, qui est ensuite corrigée en tenant compte de la vitesse d'écoulement transversale.
Décalage Delta T can_x	Définit un facteur de correction appliqué au calcul de la tangente delta. Cette valeur est utilisée pour calculer le débit. Elle peut être utilisée aux fins de tests ou de dépannage, pour simuler un débit en absence d'écoulement, mais lorsqu'il s'agit de mesurer le débit réel, il faut redonner à ce paramètre la valeur appropriée de correction au débit nul. Cette valeur permet de s'assurer qu'un relevé de débit nul correspond à un débit réel nul. Le paramètre usine doit être exclusivement modifié par le personnel de maintenance qualifié.

3.2.4 Paramètres facultatifs de la sécurité fonctionnelle

L'opérateur a la possibilité de définir l'une des quatre limites de débit suivantes liées à la sécurité fonctionnelle :

- Limite fonctionnelle inférieure (LFL)
- Limite d'avertissement inférieure (LWL)
- Limite d'avertissement supérieure (UWL)
- Limite fonctionnelle supérieure (UFL)

Ces limites permettent à l'opérateur de régler des plages de sécurité fonctionnelle du débit en dehors desquelles le SIS n'est pas sûr. De plus, l'opérateur peut fixer des seuils d'avertissement pour indiquer que le débit s'approche des limites de sécurité fonctionnelle du débit.

Si ces limites sont utilisées, elles suivent généralement l'ordre suivant : **LDL < LFL < LWL < UWL < UFL < UDL. Le tableau ci-dessous représentant la** catégorie 8 donne une explication détaillée de ces paramètres.

Catégorie 8 : Paramètres facultatifs de la sécurité fonctionnelle

LFL = Limite fonctionnelle inférieure	Un client peut choisir de régler ce seuil de débit pour indiquer qu'un débit est trop faible dans le sens aval ou trop élevé dans le sens amont pour que le SIS puisse le considérer comme sûr. Si le débit mesuré devait chuter au-dessous de la limite, la sortie SIL se mettrait au niveau sélectionné pour l'état dangereux détecté (en forçage bas ou en forçage haut). Par défaut, la limite LFL est réglée à la limite théorique inférieure (LDL) du système débitmétrique.
UFL = Limite fonctionnelle supérieure	Un client peut choisir de régler ce seuil de débit pour indiquer qu'un débit est trop élevé dans le sens aval pour que le SIS puisse le considérer comme sûr. Si le débit mesuré devait dépasser la limite UFL, la sortie SIL se mettrait au niveau sélectionné pour l'état dangereux détecté (en forçage bas ou en forçage haut). Par défaut, la limite UFL est réglée à la limite théorique supérieure (UDL) du système débitmétrique.
LWL = Limite d'avertissement inférieure	Si le client utilise la limite LFL, il peut aussi choisir de recevoir un avertissement avant que le débit ne s'approche de la limite fonctionnelle inférieure. Le client réglerait donc la limite LWL à une valeur quelque peu plus élevée que la limite LFL. Si le débit chute au-dessous de la limite LWL, le débitmètre PanaFlow HT envoie un message d'avertissement sur l'écran LCD (également récupérable par le logiciel PC Vitality, HART ou une connexion Modbus). Cependant, si le débit mesuré est compris entre les valeurs LWL et LFL, la sortie SIL continue à mesurer le débit. Cela peut permettre à l'opérateur de réagir à la décroissance du débit avant que celui-ci n'atteigne la limite fonctionnelle inférieure.
UWL = Limite d'avertissement supérieure	Analogue à la limite LWL, cette valeur est utilisée pour avertir l'opérateur que le débit augmente et s'approche de la limite fonctionnelle supérieure.
LDL = Limite théorique inférieure	De par la conception du système, les calculs de débit sont garantis à cette valeur limite inférieure. Pour le PanaFlow HT, le débit minimum théorique garanti par Panametrics est de -12,5 m/s (-40 pieds/s).
UDL = Limite théorique supérieure	De par la conception du système, les calculs de débit sont garantis à cette valeur limite supérieure. Pour le PanaFlow HT, le débit maximum théorique garanti par Panametrics est de 12,5 m/s (40 pieds/s).

3.2.5 Validation du jeu de paramètres

L'utilisateur est tenu d'exécuter une validation du sous-système une fois que les paramètres de sécurité ont été modifiés.

3.3 Tests de sécurité

Les tests de sécurité ont pour but de détecter les défaillances du débitmètre non détectées par les diagnostics courants de l'instrument. Le principal souci réside dans l'apparition de défaillances non détectées qui risqueraient d'empêcher le fonctionnement prévu de la sortie de sécurité.

La fréquence des tests de sécurité, ou intervalle entre tests de sécurité, est d'un an ou moins, afin d'assurer l'intégrité de la sécurité de la sortie de sécurité.

La ou les personnes chargées d'exécuter le test de sécurité du débitmètre doivent être formées à l'exploitation du système SIS, y compris aux procédures de dérivation, à la maintenance du débitmètre et aux procédures de l'entreprise concernant la gestion des modifications. Les tests peuvent être exécutés via l'écran LCD/le clavier ou le logiciel PC Vitality. Les tests peuvent aussi être exécutés via HART, sauf mention contraire ci-dessous. Reportez-vous au *manuel d'utilisation* pour plus d'informations sur la connexion de l'appareil de communication HART ou du logiciel PC Vitality au débitmètre.

Les résultats des tests de sécurité doivent être documentés et cette documentation doit faire partie intégrante du système de gestion de la sécurité. Toute défaillance détectée et qui porte atteinte à la sécurité fonctionnelle doit être signalée à l'agent chargé de la sécurité produit chez Panametrics. Le *Tableau 5* ci-dessous décrit les options des tests de sécurité.

Tableau 5: Options des tests de sécurité

Test de sécurité 1	Test de sortie en boucle min à max	Diam. 1 canal	Diam. 2 canaux
	Contrôle de la configuration	94,9 %	91,0 %
Test de sécurité 2	Test de sortie en boucle min à max		
	Contrôle de la configuration		
	Test du commutateur de sortie SIL	95,6 %	91,6 %
	Vérification des mesures de température de l'électronique embarquée		
	Test de chien de garde		
Test de sécurité 3	Tous les tests ci-dessus, plus :	97,7 %	95,8 %
	Etalonnage par rapport à étalon principal		

Remarque: *Sauf mention contraire dans les tableaux des pages suivantes, l'opérateur doit se connecter au niveau d'accès utilisateur SIL pour exécuter ces tests.*

3.3.1 Test de sécurité 1

Le test de sécurité suivant est recommandé pour tous les débitmètres :

Etape	Action
1	Détournez électriquement l'automate programmable de sécurité à l'aide d'une fonction de neutralisation pour maintenance ou de toute autre mesure appropriée destinée à éviter un déclenchement erroné, en respectant les procédures de gestion des modifications.
2	Réglez la sortie SIL pour qu'elle passe au niveau de défaut spécifié pour le forçage haut (≥21 mA), et vérifiez que le courant mA atteint cette valeur. • Avec Vitality : CAL-TRIM-TEST>SIL Analog A> Percent > 106 % • Avec HART : Device Setup > HART Service:SIL user > SIL Testing > SIL Output Min Max > Fire High • Avec écran LCD/clavier : SIL Testing > SIL Output Min Max > Fire High Cette étape teste les problèmes de conformité de la tension tels que la présence d'une alimentation en boucle trop faible ou d'une résistance accrue du câblage. Elle teste également d'autres défauts possibles.
3	Réglez la sortie SIL pour qu'elle passe au niveau de défaut spécifié pour le forçage bas (≤3,6 mA), et vérifiez que le courant mA atteint cette valeur. • Avec Vitality : CAL-TRIM-TEST>SIL Analog A> Percent > -2,5 % • Avec HART : Device Setup > HART Service:SIL user > SIL Testing > SIL Output Min Max > Fire Low • Avec écran LCD/clavier : SIL Testing > SIL Output Min Max > Fire Low Cette étape teste la présence de défauts possibles liés au courant à l'état de repos.
4	Vérifiez tous les paramètres de configuration critiques pour la sécurité. Voir la liste des paramètres de sécurité à la *page 13*.
5	Rétablissez le fonctionnement totalement opérationnel de la boucle.
6	Vérifiez que le transducteur ne présente ni alarme ni avertissement. • Avec Vitality : vérifiez la fenêtre d'affichage des messages d'erreur. • Avec HART : PV Loop Current (vérifiez que le courant est compris entre 4,00 mA et 20,00 mA) • Avec écran LCD/clavier : vérifiez s'il y a des messages d'erreur après être revenu au mode mesure
7	Supprimez le détournement de l'automate programmable de sécurité ou rétablissez le fonctionnement normal.

3.3.2 Test de sécurité 2

Le test de sécurité 2 comporte toutes les étapes du test de sécurité 1 et d'autres tests.

Etape	Action
1	Détournez électriquement l'automate programmable de sécurité à l'aide d'une fonction de neutralisation pour maintenance ou de toute autre mesure appropriée destinée à éviter un déclenchement erroné, en respectant les procédures de gestion des modifications.
2	Réglez la sortie SIL pour qu'elle passe au niveau de défaut spécifié pour le forçage haut (≥21,0 mA), et vérifiez que le courant mA atteint cette valeur. • Avec Vitality : CAL-TRIM-TEST>SIL Analog A> Percent > 106 % • Avec HART : Device Setup > HART Service:SIL user > SIL Testing > SIL Output Min Max > Fire High • Avec écran LCD/clavier : SIL Testing > SIL Output Min Max > Fire High Cette étape teste les problèmes de conformité de la tension tels que la présence d'une alimentation en boucle trop faible ou d'une résistance accrue du câblage. Elle teste également d'autres défauts possibles.
3	Réglez la sortie SIL pour qu'elle passe au niveau de défaut spécifié pour le forçage bas (≤3,6 mA), et vérifiez que le courant mA atteint cette valeur. • Avec Vitality : CAL-TRIM-TEST>SIL Analog A> Percent > -2,5 % • Avec HART : Device Setup > HART Service:SIL user > SIL Testing > SIL Output Min Max > Fire Low • Avec écran LCD/clavier : SIL Testing > SIL Output Min Max > Fire Low Cette étape teste la présence de défauts possibles liés au courant à l'état de repos.
4	Testez le commutateur de sortie SIL pour vérifier que le circuit peut forcer la désactivation de la sortie SIL en cas d'apparition d'une défaillance matérielle. Testez la valeur mA de la sortie SIL à l'aide d'un ampèremètre ou DCS. Consignez la valeur par défaut. • Avec Vitality : CAL-TRIM-TEST>Test on Demand> Switch Test > OPEN / CLOSE • Avec HART : Ce test ne peut pas être exécuté via les communications HART. • Avec écran LCD/clavier : SIL Testing > SIL Output Analog Switch > Open Switch, Close Switch Vérifiez que la sortie SIL passe à 3,2 mA ou moins pendant l'état “Open Switch” (Ouverture commutateur). L'état “Close Switch” (Fermeture commutateur) doit ramener la sortie SIL à sa valeur par défaut.
5	Lisez la valeur de température sur le capteur embarqué, comparez-la à la température ambiante, et vérifiez que le relevé est convenable. Le relevé du capteur doit être de 10 à 15 degrés C supérieur à la température ambiante et être inférieur à 70 °C. • MONITOR > Current Operating Temperature (remarque : niveau d'utilisateur SIL non obligatoire) • Avec HART : Device Setup > HART Service:SIL user > SIL Testing > Board Temperature • Avec écran LCD/clavier : SIL Testing > On Board Temperature
Remarque : Ce tableau se poursuit à la page suivante.	

Etape	Action
	Remarque : Ce tableau est la suite de la page précédente.
6	Exécutez le test de chien de garde pour redémarrer le débitmètre. **Remarque:** *Le test de chien de garde réinitialise le débitmètre et perd toutes les modifications apportées aux paramètres.* • Avec Vitality : CAL-TRIM-TEST>Test on Demand> Watchdog Test > WATCHDOG TEST • Avec HART : Ce test ne peut pas être exécuté via les communications HART. • Avec écran LCD/clavier : SIL Testing > Watchdog Test Attendez environ 40 secondes, le temps que le débitmètre revienne à son fonctionnement normal. Si le test échoue, l'écran LCD et le journal des erreurs dans Vitality affichent un message d'erreur.
7	Vérifiez tous les paramètres de configuration critiques pour la sécurité. Voir la liste des paramètres de sécurité à la page 13.
8	Rétablissez le fonctionnement totalement opérationnel de la boucle.
9	Vérifiez que le transducteur ne présente ni alarme ni avertissement. • Avec Vitality : vérifiez la fenêtre d'affichage des messages d'erreur • Avec HART : PV Loop Current (vérifiez que le courant est compris entre 4,00 mA et 20,00 mA) • Avec écran LCD/clavier : vérifiez s'il y a des messages d'erreur après être revenu au mode mesure
10	Supprimez le détournement de l'automate programmable de sécurité ou rétablissez le fonctionnement normal.

3.3.3 Test de sécurité 3

Le test de sécurité 3 comporte toutes les étapes du test de sécurité 2 ainsi qu'un étalonnage du débitmètre par rapport à une référence.

Remarque: *Ce processus exige le niveau d'accès de service. Il doit être exécuté par un technicien de maintenance Panametrics ou un employé qualifié du client.*

3.4 Analyse des risques et dangers à effectuer par le client

Avant l'achèvement de la mise en service, il faut évaluer l'impact de celle-ci sur les installations et appareils voisins ainsi que sur les autres services sur place. Ce processus d'évaluation doit se conformer aux procédures de sécurité du client.

[page vierge]

Chapitre 4. Phase de maintenance

Une fois que le débitmètre a été convenablement installé et mis en service, il est prêt à fournir des mesures de débit au SIS. A partir de ce moment jusqu'à la mise hors service, le débitmètre est dans la phase de maintenance de son cycle de vie.

4.1 Restrictions d'utilisation

L'état dangereux détecté est établi par suite d'erreurs de mesure du débit ou de défauts du système. Les erreurs de mesure du débit peuvent être causées par des distorsions provisoires du cheminement du signal à travers le fluide qui s'écoule. Si un état dangereux détecté se produit à la suite d'erreurs de débit, le débitmètre place la sortie SIL à l'état DD. L'instrument récupère d'une erreur de débit sans intervention de l'utilisateur, lorsque les conditions normales du débit sont rétablies. Les défauts du système provoquent également un état dangereux détecté. Dans ce cas, le débitmètre place la sortie SIL à l'état DD, qui reste dans cet état jusqu'à l'intervention d'un utilisateur agréé. L'état DD peut être effacé en réinitialisant le débitmètre. Il existe deux méthodes d'effacement de l'état DD :

- Accédez au menu de programmation au niveau d'accès utilisateur SIL. Quittez ensuite le menu sans apporter de modifications. Le débitmètre effectue une réinitialisation logicielle.

  ou

- Eteignez l'appareil, attendez une minute puis rallumez l'appareil.

Seul le personnel agréé est habilité à exécuter une réinitialisation, conformément au plan de sécurité local en vigueur sur le site du client (voir *"Annexe A", page 29* pour plus de détails).

4.2 Réparation et remplacement

Il n'existe pas de pièces remplaçables par l'utilisateur sur les cartes à circuits imprimés, et tous les autres composants de rechange pour le débitmètre doivent être achetés auprès de Panametrics. Toute défaillance détectée et qui porte atteinte à la sécurité fonctionnelle doit être signalée à l'agent chargé de la sécurité produit chez Panametrics. Lors du remplacement des transducteurs ou du débitmètre, respectez les procédures Panametrics. Pendant la réparation et le remplacement, c'est à l'utilisateur qu'il incombe de s'assurer que les mesures d'atténuation des risques adéquates sont prises pour la fonction instrumentée de sécurité.

Les activités de réparation et de remplacement doivent être exécutées par du personnel de maintenance formé, ou par des clients agréés ayant une formation en maintenance. La conformité à la sécurité fonctionnelle est ainsi garantie et la base de données de traçabilité Panametrics est maintenue à jour.

4.3 Modifications et traçabilité

4.3.1 Objectif

Le processus de modification englobe les changements apportés au matériel et au logiciel des systèmes installés.

Toute modification apportée au système ainsi que ses conséquences pour le système doivent être documentées par l'utilisateur agréé.

4.3.2 Composants traçables

Les modifications matérielles doivent être exécutées par du personnel de maintenance formé, ou par des clients agréés ayant reçu une formation en maintenance. Toute modification du matériel ou du firmware apportée à un système installé doit être reflétée dans la base de données de traçabilité chez Panametrics. Autrement dit, si le matériel est modifié, le numéro de série et la version du nouveau composant matériel doivent être consignés dans la base de données. Si le firmware est modifié, la nouvelle version du firmware doit être consignée dans la base de données. Il est indispensable de tenir la base de données à jour en cas de réparation ou de remplacement survenant comme indiqué à la section *"Restrictions d'utilisation" on page 25*.

Veuillez contacter l'un des *centres d'assistance clientèle* répertoriés au dos du manuel pour transmettre les mises à jour à la base de données de traçabilité.

4.4 Mises à jour du firmware

S'il faut mettre le firmware à jour, l'opération sera effectuée à l'usine ou par un technicien de maintenance certifié Panametrics. L'utilisateur n'est pas tenu d'exécuter les mises à jour du firmware.

Chapitre 5. Phase de mise hors service

A l'achèvement de son utilisation, le débitmètre sera mis hors service par un utilisateur agréé.

5.1 Objectifs

Avant de mettre hors service un système de sécurité quelconque, veillez à ce qu'une révision adéquate soit entreprise et assurez-vous d'obtenir l'autorisation requise. De plus, maintenez les fonctions de sécurité appropriées pendant les activités de mise hors service.

Toutes les activités de mise hors service doivent être assujetties aux procédures de gestion des modifications.

5.2 Analyse des risques et dangers à effectuer par le client

Avant la mise hors service, il faut évaluer l'impact de celle-ci sur les installations et appareils voisins ainsi que sur les autres services sur place.

5.3 Élimination

L'élimination doit se conformer à la *Directive sur les déchets d'équipements électriques et électroniques* (Directive DEEE) présente à l'adresse suivante : http://ec.europa.eu/environment/waste/weee/index_en.htm.

Veuillez contacter l'un des *centres d'assistance clientèle* répertoriés au dos du manuel pour rapporter la mise hors service d'un produit.

[page vierge]

Annexe A. Codes d'état de la sécurité fonctionnelle

Les codes d'état et messages d'erreur de débit figurant dans cette annexe sont définis par le XMT900. L'opérateur peut accéder à ces codes via les commandes Modbus.

Dans certains modes d'erreur, la sortie SIL se met à l'état DD, indiquant un problème non spécifique. Pour déterminer le type de problème, transmettez, via le logiciel PC Vitality, une commande Modbus demandant le registre d'état correspondant aux codes d'état ou le registre d'erreur correspondant aux messages d'erreur de débit. Le code d'état (voir *Tableau 6* ci-dessous) ou le message d'erreur de débit (voir *Tableau 7, page 31*) donne quelques explications à propos du problème.

A.1 Tableau des codes d'état

Ce tableau décrit l'action qu'il est recommandé d'entreprendre pour chaque code d'erreur indiqué.

Tableau 6: Tableau des codes d'état

Code d'erreur	Valeur Hex	Indication	Niveau du défaut	Action
S0	0x00000000	No Error (Aucune erreur)	* Indication*	Aucune action nécessaire
S1	0x00000001	In Configuration Mode (En mode configuration)	* Indication*	Aucune action nécessaire
S2	0x00000002	Invalid User (Utilisateur incorrect)	* Avertissement *	Saisissez le bon mot de passe
S3	0x00000004	Invalid request (Requête incorrecte)	* Avertissement *	Demandez un paramètre valide
S4	0x00000008	Invalid Parameter Range (Plage du paramètre incorrecte)	* Avertissement *	Saisissez une valeur valide pour le paramètre
S5	0x00000010	Unsupported Parameter (Paramètre non pris en charge)	* Avertissement *	Définissez un paramètre valide
S6	0x00000020	Flow Measurement (Mesure du débit)	* Erreur *	Vérifiez le paramétrage, les transducteurs
S7	0x00000040	Persistent Parameter CRC Fault (Défaut CRC de paramètre persistant)	* Défaut *	Rétablissez les données mises en service
S8	0x00000080	Multiplexer Switch test Fault (Défaut de test de commutation de multiplexeur)	* Défaut *	Réinitialisez le débitmètre, contactez le SAV
S9	0x00000100	ADC Bit test Fault (Défaut de test binaire CA/N)	* Défaut *	Réinitialisez le débitmètre, contactez le SAV
S10	0x00000200	VGA test Fault (Défaut de test VGA)	* Défaut *	Vérifiez les transducteurs, contactez le SAV
S11	0x00000400	Défaut de fréquence d'horloge	* Défaut *	Réinitialisez le débitmètre, contactez le SAV
S12	0x00000800	CPU test Fault (Défaut de test d'unité centrale)	* Défaut *	Réinitialisez le débitmètre, contactez le SAV
S13	0x00001000	Invariable Flash memory Fault (Défaut de mémoire Flash invariable)	* Défaut *	Réinitialisez le débitmètre, contactez le SAV
S14	0x00002000	Invariable SRAM memory Fault (Défaut de mémoire SRAM invariable)	* Défaut *	Réinitialisez le débitmètre, contactez le SAV
S15	0x00004000	Variable Memory Fault (Défaut de mémoire variable)	* Défaut *	Réinitialisez le débitmètre, contactez le SAV

Tableau 6: Tableau des codes d'état

Code d'erreur	Valeur Hex	Indication	Niveau du défaut	Action
S16	0x00008000	FPGA Configuration CRC fault (Défaut CRC de configuration FPGA)	* Défaut *	Réinitialisez le débitmètre, contactez le SAV
S17	0x00010000	Temperature Test Fault (Défaut de test de température)	* Défaut *	Réduisez la température ambiante
S18	0x00020000	Driver Failure (Défaut de pilote)	* Défaut *	Réinitialisez le débitmètre, contactez le SAV
S19	0x00040000	Watch Dog failure (Echec du chien de garde)	* Défaut *	Réinitialisez le débitmètre, contactez le SAV
S20	0x00080000	Analog Out Read back failure (Echec de relecture de sortie analogique)	* Défaut *	Réinitialisez le débitmètre, contactez le SAV
S21	0x00100000	Stack Overflow failure (Echec - dépassement de capacité de mémoire en pile)	* Défaut *	Réinitialisez le débitmètre, contactez le SAV
S22	0x00200000	Sequence or Windowed Watch Dog failure (Echec de chien de garde en mode séquence ou fenêtre)	* Défaut *	Réinitialisez le débitmètre, contactez le SAV
S23	0x00400000	Initialization failed (Echec d'initialisation)	* Défaut *	Révisez les paramètres
S24	0x00800000	DSP Hardware Errors (Erreurs matérielles DSP)	* Défaut *	Réinitialisez le débitmètre, contactez le SAV
S25	0x01000000	DSP Exception (Exception DSP)	* Défaut *	Réinitialisez le débitmètre, contactez le SAV
S26	0x02000000	Default ISR (DSP Exception) - ISR par défaut (exception DSP)	* Défaut *	Réinitialisez le débitmètre, contactez le SAV
S27	0x04000000	DSP Reset ISR (DSP Exception) - Réinitialisation ISR par DSP (exception DSP)	* Défaut *	Réinitialisez le débitmètre, contactez le SAV
S28	0x08000000	Software fault (Défaut logiciel)	* Défaut *	Réinitialisez le débitmètre, contactez le SAV
S29	0x10000000	SIL Output Loop Open (Boucle de sortie SIL ouverte)	* Défaut *	Examinez le câblage de la sortie SIL, actionnez le commutateur de sortie analogique SIL pour vérifier qu'il fonctionne correctement, contactez le SAV

A.2 Tableau des messages d'erreur d'écoulement

Ce tableau décrit l'action qu'il est recommandé d'entreprendre pour chaque code d'erreur de mesure d'écoulement.

Tableau 7: Messages d'erreur d'écoulement

Code d'erreur	Valeur Hex	Indication	Niveau du défaut	Action
E1	0x00000200	SNR (Rapport S/B)	* Erreur *	Aucune action nécessaire
E2	0x00000100	SoundSpeed (Célérité du son)	* Erreur *	Aucune action nécessaire
E3	0x00000080	VelocityRange (Plage de vitesse)	* Erreur *	Aucune action nécessaire
E4	0x00000040	SignalQuality (Qualité du signal)	* Erreur *	Aucune action nécessaire
E5	0x00000020	Amplitude	* Erreur *	Aucune action nécessaire
E6	0x00000010	CycleSkip (Cycle ignoré)	* Erreur *	Aucune action nécessaire
E15	0x00000008	ActiveTW (Tw actif)	* Erreur *	Aucune action nécessaire
E22	0x00000002	SingleChAccuracy (Précision monocanal)	* Erreur *	Aucune action nécessaire
E23	0x00000004	MultiChAccuracy (Précision multicanal)	* Erreur *	Aucune action nécessaire
E28	0x10000000	SIL	* Erreur *	Aucune action nécessaire
E29	0x00000001	VelocityWarning (Avertissement vitesse)	* Avertissement *	Aucune action nécessaire
E31	0x40000000	Not Calibrated (Non étalonné)	* Erreur *	Étalonnez le débitmètre

[page vierge]

Annexe B. Glossaire

Niveaux d'accès : Le débitmètre comporte quatre niveaux d'accès : Usine, service, utilisateur SIL, et utilisateur général. Chaque jeu de données comporte des paramètres incluant tous les quatre niveaux d'accès.

Utilisateur agréé : Opérateur d'un instrument SIL, qui a été convenablement formé à la sécurité fonctionnelle et qui est donc autorisé à exploiter et entretenir l'instrument SIL. L'accès restreint aux seuls utilisateurs agréés peut être contrôlé par un mot de passe ou toute autre mesure de protection.

Jeu de données : Jeu de paramètres programmables dans le débitmètre, qui contrôlent la fonction de sécurité. Le débitmètre comporte trois jeux de données complets, à savoir : le jeu d'usine, le jeu mis en service et le jeu actif. Chaque jeu de données contient un ensemble identique de paramètres, mais avec des valeurs programmées différentes. Chaque jeu de données contient des paramètres uniquement accessibles à l'aide d'un mot de passe usine, d'autres dont l'accès exige un mot de passe de service, certains accessibles par un mot de passe d'utilisateur SIL, et d'autres accessibles par un mot de passe d'utilisateur général.

Codes d'état : Le débitmètre fournit plusieurs codes d'état qui indiquent la nature de l'erreur interne en présence ou donnent un avertissement. Ces codes sont accessibles via le logiciel PC Vitality. L'*annexe A* répertorie ces codes au *Tableau 6 , page 29*.

Cycle de vie : Le cycle de vie d'un produit à sécurité fonctionnelle comporte trois phases élémentaires : Mise en service, maintenance et mise hors service. Chaque phase comporte des aspects et des actions liés à la sécurité fonctionnelle, qui sont décrits dans ce manuel.

Tests de sécurité : Le débitmètre effectue continuellement de nombres tests internes qui visent à assurer l'intégrité de la valeur de sortie sûre. Mais il existe des fonctions qui ne peuvent pas être testées régulièrement car elles provoqueraient des alarmes, réinitialisations de l'instrument et autres. Ces fonctions doivent être testées périodiquement par un processus appelé “test de sécurité”. Ce test consiste à mettre le débitmètre hors ligne en le déconnectant du SIS ou au moins en empêchant le SIS d'utiliser sa sortie SIL dans les calculs de sécurité. L'utilisateur agréé peut effectuer certains tests et consigner les résultats conformément au plan de sécurité du client (ce qui n'entre pas dans le cadre de ce manuel). Une fois le test terminé, l'utilisateur agréé remet le débitmètre en ligne en le reconnectant au SIS.

Sortie SIL : Le débitmètre possède une sortie SIL par ensemble de calculateur électronique de débit XMT900 (voir *Figure 4* ci-dessous). Il s'agit de la sortie SIL/HART. La sortie SIL fournit en fait deux jeux de données. Le niveau mA de la sortie indique la valeur de sortie sûre. Le signal HART qui est porté sur la sortie fournit une interface de communication HART qui n'est pas de type SIL. Ce signal HART peut être utilisé pour collecter des données de mesure ou programmer l'instrument, mais seul le niveau mA de la sortie SIL est effectivement à sécurité fonctionnelle.

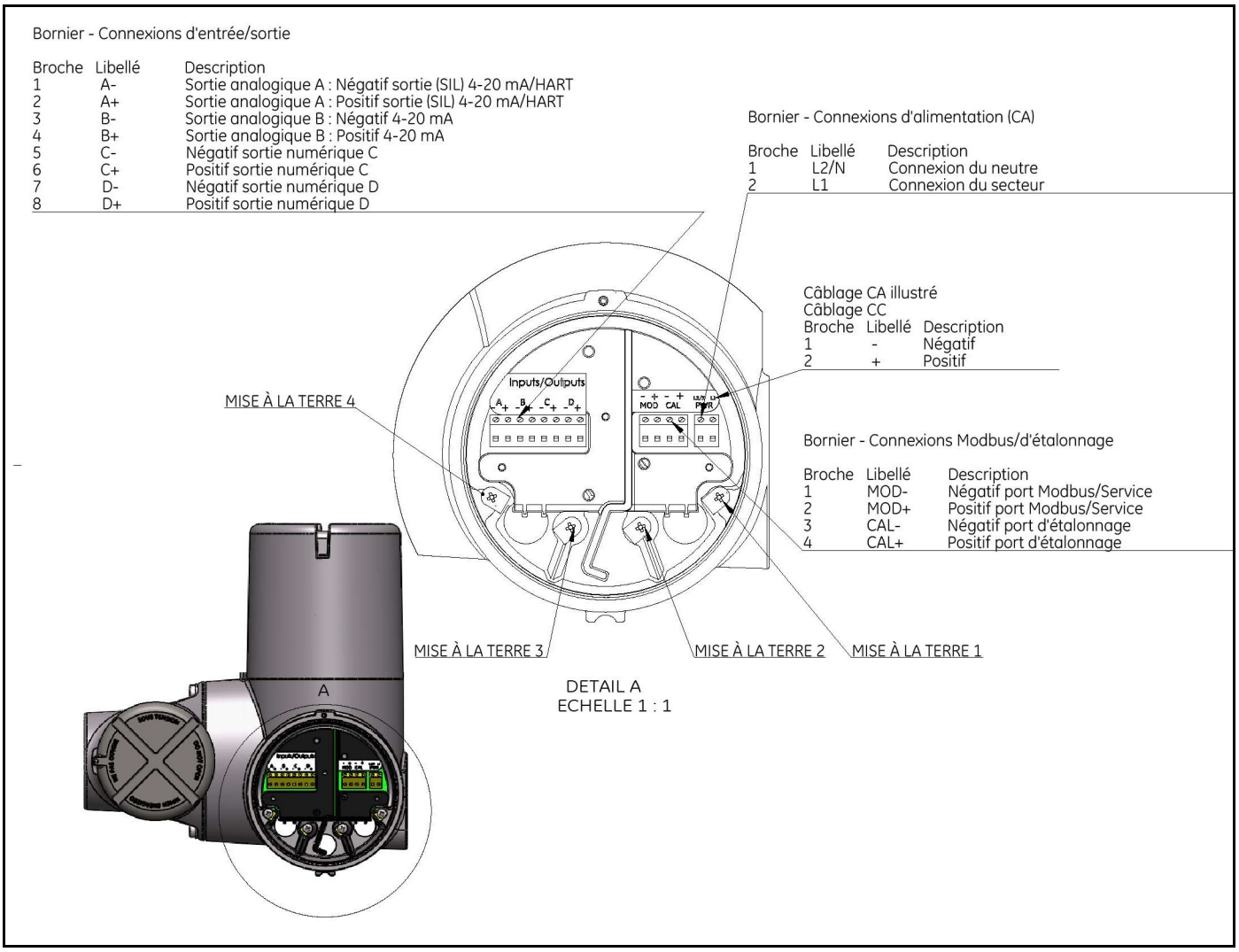


Figure 4: Sortie SIL

Scannez ici ou utilisez le lien ci-dessous pour accéder au service client, à l'assistance technique ou aux informations sur les services :
panametrics.com/support

Droit d'auteur 2026 Panametrics LLC. TOUS DROITS RÉSERVÉS. Ce document contient une ou plusieurs marques déposées de Panametrics LLC et/ou de ses filiales. Tous les noms de produits et de sociétés tiers sont des marques commerciales de leurs propriétaires respectifs.

PANA027C71 FR C (09/2026)

Panametrics

panametrics.com