

## Manuel d'installation , d'utilisation de test et de sécurité



**CAL23DMA-S2**

**SIL2**



**SIL3**



LOREME 12, rue des Potiers d'Etain Actipole BORNAY - B.P. 35014 - 57071 METZ CEDEX 3  
Téléphone 03.87.76.32.51 - Télécopie 03.87.76.32.52  
Nous contacter: [Commercial@Loreme.fr](mailto:Commercial@Loreme.fr) - [Technique@Loreme.fr](mailto:Technique@Loreme.fr)  
Manuel téléchargeable sur: [www.loreme.fr](http://www.loreme.fr)

REV 2-18/10/19

<b>1 Introduction</b>	<b>E3</b>
<b>1.1 Information générale</b>	<b>E3</b>
<b>1.2 Fonction et utilisations prévues</b>	<b>E3</b>
<b>1.3 Normes et directives</b>	<b>E3</b>
<b>2 Fonction et état de sécurité</b>	<b>E4</b>
<b>2.1 Fonction de sécurité</b>	<b>E4</b>
<b>2.2 Position de repli de sécurité</b>	<b>E4</b>
<b>3 Recommandation de sécurité</b>	<b>E4</b>
<b>3.1 Interfaces</b>	<b>E4</b>
<b>3.2 Configuration / étalonnage</b>	<b>E4</b>
<b>3.3 Durée de vie utile</b>	<b>E4</b>
<b>4 Installation , mise en service et remplacement</b>	<b>E5</b>
<b>4.1 Descriptif face avant</b>	<b>E5</b>
<b>4.2 Raccordements électriques</b>	<b>E6</b>
<b>4.3 Schéma de raccordement</b>	<b>E6</b>
<b>5 Contrôles périodiques et de mise en service</b>	<b>E7</b>
<b>5.1 Procédure de contrôle</b>	<b>E7</b>
<b>5.2 Périodicité des contrôles</b>	<b>E7</b>
<b>Annexe 1 : CONSEILS RELATIFS A LA CEM</b>	<b>E8</b>
<b>Annexe 2 : termes et définitions.</b>	<b>E9</b>

# Duplicateur isolateur de boucle de courant 4-20mA SIL3 / SIL2, transparence HART

## 1 Introduction

### 1.1 Information générale

Ce manuel contient les informations nécessaires à l'intégration du produit afin d'assurer la sécurité fonctionnelle des boucles connexes. L'ensemble des modes de défaillance et la HFT du module sont précisés dans l'Analyse AMDEC référencée AM-DEC\_CAL23DmA Révision A1

**Autres documents Applicables:**

- fiche technique CAL23DmA
- déclaration CE de conformité CAL23DmA
- Analyse AMDEC CAL23DmA

Les documents mentionnés sont disponibles sur [www.loreme.fr](http://www.loreme.fr)

Le montage, l'installation, la mise en service et la maintenance ne peuvent être effectués que par des personnels formés et qualifiés ayant lu et compris les instructions du présent manuel.

Quand il n'est pas possible de corriger les défauts, les appareils doivent être mis hors service, des mesures doivent être prise pour se protéger contre une utilisation accidentelle. Seul le constructeur peut être amener à réparer le produit.

Le non suivi des conseils donnés dans ce manuel peut engendrer une altération des fonctions de sécurité, et causer des dommages aux biens, à l'environnement ou aux personnes.

### 1.2 Fonction et utilisations prévues

Le convertisseur de mesure CAL23DmA-S2 assure l'isolation et la duplication de signaux analogiques 4...20mA il permet en outre la retransmission de signaux HART entre l'entrée et la sortie 1. une alimentation auxiliaire du capteur de mesure est disponible.

Les appareils sont conçus, fabriqués et testés en fonction des règles de sécurité applicables. Ils ne doivent être utilisés que pour les applications décrites et dans le respect des conditions environnementales figurant dans la fiche technique : <http://www.loreme.fr/fichtech/CAL23DmA.pdf>

### 1.3 Normes et directives

Les dispositifs sont évalués conformément aux normes citées ci-dessous:

- Sécurité fonctionnelle selon IEC 61508, édition 2000:  
Standard de la sécurité fonctionnelle des systèmes électriques / électroniques / électroniques programmables relatifs à la sécurité électronique.

L'évaluation du matériel a été réalisée par Analyse des Modes de défaillance de leurs Effets et de leur Criticité (CEI 60812 – Edition 2 - 2006) permettant de déterminer la proportion de défaillances en sécurité (SFF) de l'appareil

L'AMDEC s'appuie sur le recueil de données de fiabilité - Modèle universel pour le calcul de la fiabilité prévisionnelle des composants (CEI 62380 - 2004)

### 1.4 Information constructeur

LOREME SAS  
12, rue des potiers d'étain 57071 Actipole Metz Borny  
[www.loreme.fr](http://www.loreme.fr)

# Duplicateur isolateur de boucle de courant 4-20mA SIL3 / SIL2, transparence HART

## 2 Fonction et état de sécurité

### 2.1 Fonction de sécurité

La fonction de sécurité de l'appareil est remplie, aussi longtemps que les sorties reproduisent le courant d'entrée (4 ... 20 mA) avec une tolérance de +/-2%.

La plage de bon fonctionnement du signal de sortie s'étend de 3.8 mA à 20.5 mA

### 2.2 Position de repli de sécurité

L'état de repli de sécurité est défini par un courant de sortie hors de la gamme 3,6mA à 21mA.

- Soit un courant de sortie < 3,6 mA
- Soit un courant de sortie > 21 mA

L'application devra impérativement être configurée pour détecter toute valeur de courant hors gamme (< 3,6 mA - > 21 mA) et les considérés « Invalides ».

De ce fait, dans l'étude AMDEC, cet état est considéré comme non dangereux.

Le temps de réaction pour toutes les fonctions de sécurité est < 30 ms.

## 3 Recommandation de sécurité

### 3.1 Interfaces

Le dispositif est doté des interfaces suivantes.

- les interfaces de sécurité : entrée , sortie 1, sortie 2, prise de simulation (sous la face avant pivotante)
- interfaces non de sécurité : aucune

La communication HART n'est pas pertinente pour la sécurité fonctionnelle

### 3.2 Configuration / étalonnage

aucune configuration de l'appareil n'est nécessaire , le réétalonnage n'est possible que par retour usine.

! aucune modification ne doit être effectué sur le module

### 3.3 Durée de vie utile

Bien qu'un taux de défaillance constant est assumé par l'estimation probabiliste, celui ci ne s'applique que pour la durée de vie utile des composants.

Au-delà de cette durée de vie utile, la probabilité de défaillance s'accroît de manière significative avec le temps.

La durée de vie utile est très dépendante des composants eux même et des conditions de fonctionnement tel que la température, en particulier (les condensateurs électrolytiques sont très sensibles à la température de travail).

Cette hypothèse d'un taux de défaillance constant est basée sur la courbe en forme de baignoire, qui montre le comportement typique des composants électroniques.

Par conséquent, la validité de ce calcul est limité à la durée de vie utile de chaque composant.

Il est présumé que les défaillances précoces sont détectées pour un très fort pourcentage durant la période de déverminage constructeur et au cours de la période d'installation , l'hypothèse d'un taux de défaillance constant pendant la durée de vie utile reste donc valide.

selon la CEI 61508-2, une durée de vie utile, fondée sur le retour d'expérience, doit être prise en considération.

L'expérience a montré que la durée de vie utile est comprise entre 15 et 20 ans, et peut être plus élevé

si il n'y a pas de composants a durée de vie réduite dans les fonctions de sécurité

(tels que condensateurs électrolytique, relais, mémoire flash, optocoupleur)

et si la température ambiante est nettement inférieure à 60 °C.

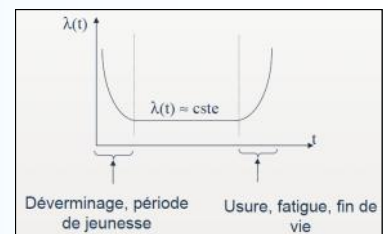
#### Remarque :

La durée de vie utile correspond au taux de défaillance aléatoire constant de l'appareil.

La durée de vie effective peut être plus élevée.

! l'intégrateur devra s'assurer que le module n'est plus nécessaire à la réalisation de la sécurité avant sa mise au rebut.

Evolution du taux de défaillance



# Duplicateur isolateur de boucle de courant 4-20mA SIL3 / SIL2, transparence HART

## 4 Installation , mise en service et remplacement

La capacité de fonctionnement et les courants de signalisation d'erreurs doivent être soumis à un contrôle lors de la mise en service (validation) voir paragraphe : "**Contrôles périodiques et de mise en service**" et à des intervalles adéquats préconisés au paragraphe : "**Périodicité des contrôles**"  
Tout appareil ne satisfaisant pas le contrôle de mise en service doit être remplacé

### AVERTISSEMENT !

Aucune maintenance utilisateur ne doit être effectuée, un appareils défectueux doit être remplacés par un matériel neuf de même type. Pour un retour en réparation ou un réétalonnage, il est d'une très grande importance que tous les types de défaillances de l'équipement soit signalées en vue de permettre à l'entreprise de prendre des mesures correctives afin de prévenir les erreurs systématiques.

### 4.1 Descriptif face avant

Convention :

- les leds de couleur verte signalent un fonctionnement correcte.
- les leds de couleur rouge signalent soit un défaut soit une mise un garde.

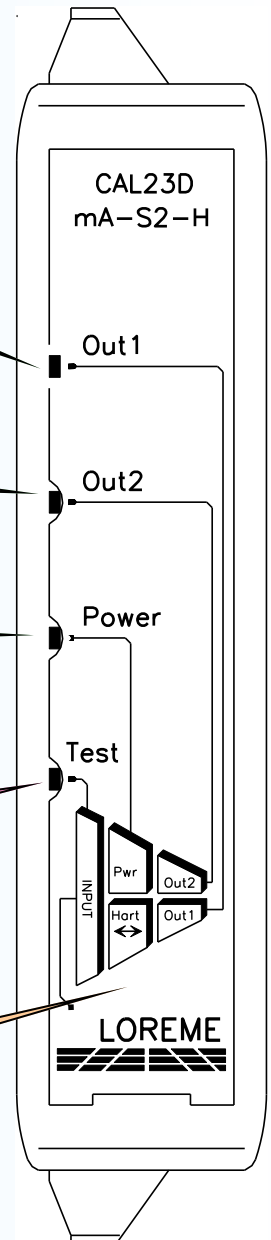
Led verte traversée par le courant de la sortie 1 signale que la boucle de sortie est fermée. (circulation du courant)  
s'éteint lors de l'ouverture de la boucle de sortie et lors de l'utilisation des bornes test situées sous la face avant pivotante

Led verte traversée par le courant de la sortie 2 signale que la boucle de sortie est fermée. (circulation du courant)  
s'éteint lors de l'ouverture de la boucle de sortie et lors de l'utilisation des bornes test situées sous la face avant pivotante

Led verte " alimentation" signale que le module est correctement alimenté.  
clignote si l'alimentation se met en protection. (sous tension , limitation surcharge ou protection thermique)

Led rouge " test" signale que le module est en mode simulation. (insertion de la fiche jack située sous la face avant) le module ne recopie plus le courant issu des bornes d'entrées mais le courant injecté sur le cordon de simulation (extinction de la led lors du retrait de la fiche jack et retour en fonctionnement normal)

Embase Jack (prise de simulation) situé sous la face avant permet le passage en mode test pour le contrôle périodique des boucles.  
( n'utiliser que le cordon fourni par LOREME à cet effet)



# Duplicateur isolateur de boucle de courant 4-20mA SIL3 / SIL2, transparence HART



## 4.2 Raccordements électriques

\* **Alimentation du module** : borne K + et borne L - ; Le module est insensible à la polarité de l'alimentation  
La polarité n'est donnée qu'à titre indicatif pour la réalisation des schémas.

\* **sortie 1** : deux modes d'utilisation sont possibles (mode actif et mode passif)  
- Mode actif (l'appareil fourni le courant) borne G + et borne H -  
- Mode passif (l'appareil régule le courant d'une boucle possédant son alimentation) borne H+ borne J -  
(la sortie passive est protégée contre les inversions de polarité)  
(la transparence Hart est assurée entre l'entrée et la sortie 1 quelque soit le mode utilisé)

\* **sortie 2** : deux modes d'utilisation sont possibles (mode actif et mode passif)  
- Mode actif (l'appareil fourni le courant) borne P + et borne Q -  
- Mode passif (l'appareil régule le courant d'une boucle possédant son alimentation) borne Q+ borne O -  
(la sortie passive est protégée contre les inversions de polarité)

### AVERTISSEMENT !

*Ne pas câbler une boucle disposant de sa propre alimentation sur la sortie active sous peine de détériorer le module.*

*Ne pas dépasser les spécifications de la fiche technique , pour assurer un fonctionnement sûr des sorties il faut :*

- en mode passif une tension auxiliaire de polarisation des sorties comprise entre 10 Volts et 35 Volts
- en mode actif une charge résistive comprise entre 0 ohms et 750 ohms.

\* **Entrée** : deux modes d'utilisation sont possible (mode actif et mode passif)

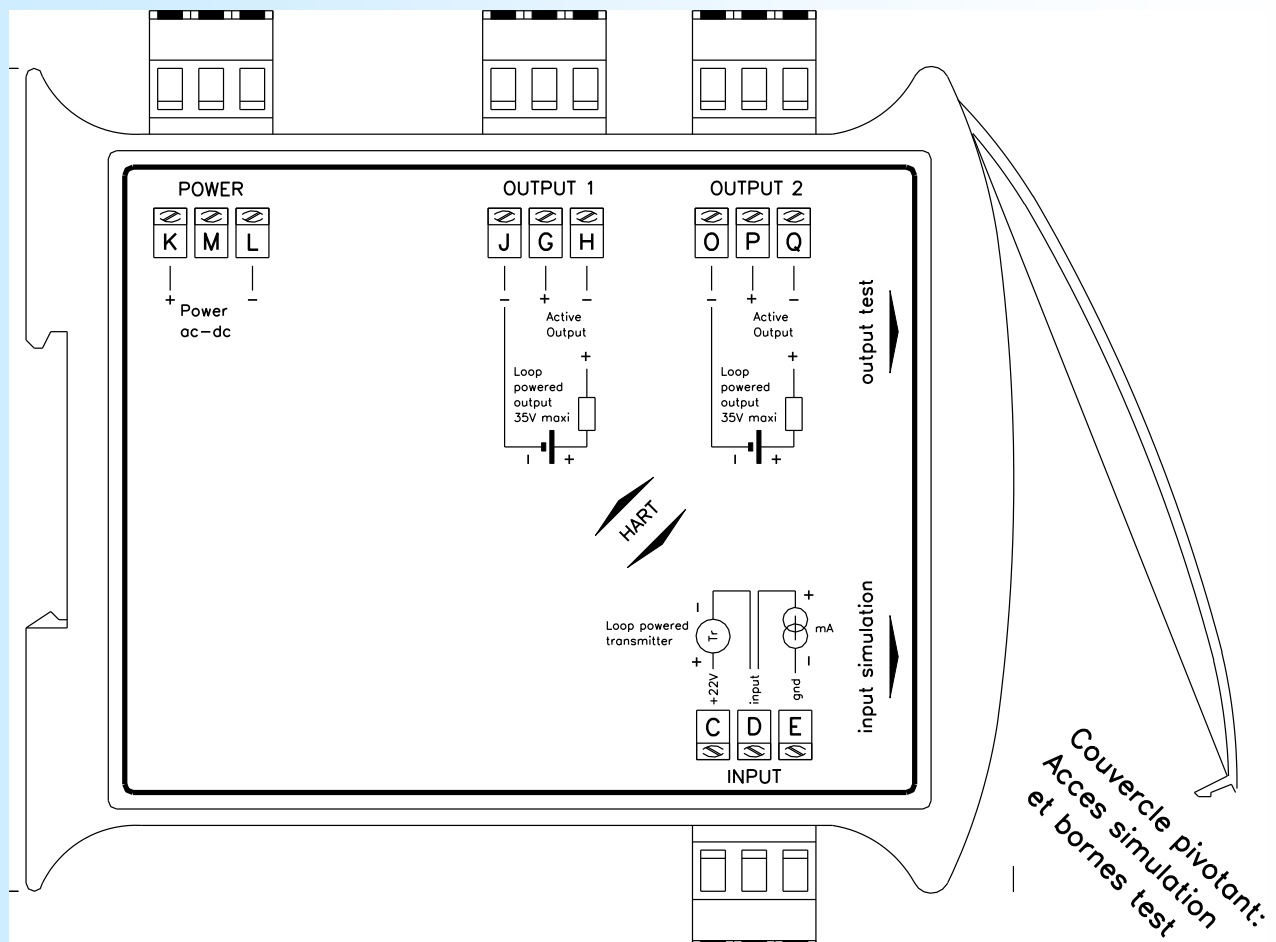
- Mode entrée passive (le transmetteur d'entrée doit fournir le courant) Borne D + et Borne E-
- Mode entrée active (le module fourni l'alimentation du capteur d'entrée) Borne C (+22V) et Borne D -

### AVERTISSEMENT !

*- Ne pas court-circuiter l'alimentation capteur (borne C) sous peine de détériorer le module.*

*- Pendant une simulation sur la prise jack de test (Led rouge "test" allumée), la fonction de sécurité de l'appareil n'est pas assurée , l'appareil ne recopiant plus le signal d'entrée issu du bornier , mais celui injecté sur le cordon de test.*

## 4.3 Schéma de raccordement



# Duplicateur isolateur de boucle de courant 4-20mA SIL3 / SIL2, transparence HART



## 5 Contrôles périodiques et de mise en service

La procédure de test périodique est définie par LOREME et doit être suivie par l'utilisateur final pour assurer et garantir le niveau SIL dans le temps.

les tests périodiques doivent être réalisés en suivant la procédure définie ci dessous et selon la périodicité définie au paragraphe " **Périodicité des contrôles** "

### 5.1 Procédure de contrôle

Le test périodique permet la détection d'une éventuelle défaillance interne du produit ainsi que l'étalonnage de la boucle. les conditions d'environnement ainsi qu'un temps de chauffe minimum de 5 minutes doivent être respectés.

Test complet de l'isolateur et de la chaîne de traitement du signal (le système est indisponible pendant le test)

1. Si nécessaire, contourner le système de sécurité et / ou prendre les mesures appropriées, pour assurer la sécurité durant le test.
2. Relever le capot pivotant de protection en face avant de l'appareil.
3. A l'aide du cordon jack et d'un appareil de simulation (générateur de courant \* *note 1*), régler le courant d'entrée à la valeur d'alarme haute ( $\geq 21,0$  mA). (l'insertion du jack doit allumer la led rouge "test")
4. Vérifier si le courant de chaque sortie atteint cette valeur à +/-2%
5. Régler le courant d'entrée à la valeur d'alarme basse ( $\leq 3,6$  mA)
6. Vérifier si le signal de chaque sortie atteint cette valeur à +/-2%
7. Régler le courant de sortie à une valeur médiane (= 12 mA)
8. Vérifier si le signal de chaque sortie atteint cette valeur à +/-2% (contrôle de linéarité et de la fonction de transfert)
9. Retirer le cordon de simulation (extinction led rouge "test"), refermer le capot de protection en face avant de l'appareil.
10. Retirer la dérivation sur le système de contrôle de sécurité et / ou revenir à un fonctionnement normal
11. Après les essais, les résultats doivent être documentés et archivés.

Tout appareil ne satisfaisant pas le contrôle doit être remplacé

*note 1: le générateur de courant doit être calibré de façon régulière pour ce test (selon l'état de l'art et la bonne pratique)*

### 5.2 Périodicité des contrôles

Selon le tableau 2 de la CEI 61508-1 le PFDavg, pour les systèmes fonctionnant à faible sollicitation, doit être  $\geq 10^{-3}$  à  $<10^{-2}$  pour les fonctions de sécurité SIL 2 et  $\geq 10^{-4}$  à  $<10^{-3}$  pour les fonctions de sécurité SIL 3 .

$\lambda_{safe}$	$\lambda_{dangerous} = PFH$	SFF
305 FIT	1.8 FIT	99.4%

conditions : température de 45°C

#### Valeur du PFDavg en fonction de la périodicité de test

T[Proof] = 1 an	T[Proof] = 5 ans	T[Proof] = 10 ans	T[Proof] = 20 ans
PFDavg=7.88E <sup>-06</sup>	PFDavg=3.94E <sup>-05</sup>	PFDavg=7.88E <sup>-05</sup>	PFDavg=1.57E <sup>-04</sup>

approximation :  $PFD_{avg} = \lambda_{dangerous} \times T[Proof] / 2$  (erreur engendré par l'approximation < 3%)

Les champs marqués en vert signifie que les valeurs calculées du PFDavg sont dans les limites autorisées pour le SIL 3

Récapitulatif :

Probabilité de défaut PFD = 7.88 E<sup>-6</sup> x Tproof [années]

soit pour Tproof = 10 ans 8 % de SIF et pour Tproof = 20 ans 16 % de SIF en catégorie SIL3

Remarques :

- les intervalles de test doivent être déterminés en fonction du PFDavg requis par l'intégrateur.

- Le SFF, PFDavg et PFH doit être déterminé pour l'ensemble de la fonction instrumentée de sécurité (SIF) en s'assurant que les valeurs de courant hors gamme sont bien détectées au niveau système et qu'elles conduisent effectivement à la position de sécurité.

# Duplicateur isolateur de boucle de courant 4-20mA SIL3 / SIL2, transparence HART

## Annexe 1 : CONSEILS RELATIFS A LA CEM

### 1) Introduction:

Pour satisfaire à sa politique en matière de CEM, basée sur la directive communautaire 89/336/CE, la société LOREME prend en compte les normes relatives à cette directive dès le début de la conception de chaque produit. L'ensemble des tests réalisés sur les appareils, conçus pour travailler en milieu industriel, le sont aux regards des normes EN 50081-2 et EN 50082-2 afin de pouvoir établir la déclaration de conformité.

Les appareils étant dans certaines configurations types lors des tests, il est impossible de garantir les résultats dans toutes les configurations possibles. Pour assurer un fonctionnement optimal de chaque appareil il serait judicieux de respecter certaines préconisations d'utilisation.

### 2) Préconisation d'utilisation:

#### 2.1) Généralité:

- Respecter les préconisations de montage (sens de montage, écart entre les appareils ...) spécifiés dans la fiche technique.
- Respecter les préconisations d'utilisation (gamme de température, indice de protection) spécifiés dans la fiche technique.
- Eviter les poussières et l'humidité excessive, les gaz corrosifs, les sources importantes de chaleur.
- Eviter les milieux perturbés et les phénomènes ou éléments perturbateurs.
- Regrouper, si possible, les appareils d'instrumentation dans une zone séparée des circuits de puissance et de relayage.
- Eviter la proximité immédiate avec des télé-rupteurs de puissance importante, des contacteurs, des relais, des groupes de puissance à thyristor ...
- Ne pas s'approcher à moins de cinquante centimètres d'un appareil avec un émetteur (talkie-walkie) d'une puissance de 5 W, car celui-ci crée un champs d'une intensité supérieur à 10 V/M pour une distance de moins de 50 cm.

#### 2.2) Alimentation:

- Respecter les caractéristiques spécifiées dans la fiche technique (tension d'alimentation, fréquence, tolérance des valeurs, stabilité, variations ...).
- Il est préférable que l'alimentation provienne d'un dispositif à sectionneur équipé de fusibles pour les éléments d'instrumentation, et que la ligne d'alimentation soit la plus direct possible à partir du sectionneur. Eviter l'utilisation de cette alimentation pour la commande de relais, de contacteurs, d'électrovannes, ...
- Si le circuit d'alimentation est fortement parasité par la commutation de groupes statiques à thyristors, de moteur, de variateur de vitesse, ... il peut être nécessaire de monter un transformateur d'isolement prévu spécifiquement pour l'instrumentation en reliant l'écran à la terre.
- Il est également important que l'installation possède une bonne prise de terre, et préférable que la tension par rapport au neutre n'excède pas 1V, et que la résistance soit intérieure à 6 ohms.
- Si l'installation est située à proximité de générateurs haute fréquence ou d'installations de soudage à l'arc, il est préférable de monter des filtres secteur adéquats.

#### 2.3) Entrées / Sorties:

- Dans un environnement sévère, il est conseillé d'utiliser des câbles blindés et torsadés dont la tresse de masse sera reliée à la terre en un seul point.
- Il est conseillé de séparer les lignes d'entrées / sorties des lignes d'alimentation afin d'éviter les phénomènes de couplage.
- Il est également conseillé de limiter autant que possible les longueurs de câbles de données.



# Duplicateur isolateur de boucle de courant 4-20mA SIL3 / SIL2, transparence HART



## Annexe 2 : termes et définitions.

SIL signifie "Security Integrity Level", c'est-à-dire le niveau d'intégrité de la sécurité. La notion de SIL a été introduite dans la norme IEC61508 et elle est reprise dans les normes dérivées de l'IEC61508, telles que la norme IEC61511 relative aux systèmes instrumentés de sécurité (SIS) pour les process et l'IEC62061 pour les systèmes de sécurité à électronique programmable pour les machines. Lorsque l'on veut réaliser une installation de sécurité, il faut commencer par évaluer le risque (sa dangerosité, sa fréquence d'occurrence), ce qui conduit à définir les exigences de sécurité que l'on attends du SIS, c'est-à-dire son SIL.

En définitive, le SIL définit le niveau de fiabilité du SIS. Il existe deux manières de définir le SIL, selon que le système de sécurité fonctionne en mode de faible sollicitation ou si au contraire s'il fonctionne en continu ou à forte sollicitation. Il existe 4 niveaux de SIL (notés SIL1 à SIL4) plus le SIL est élevé, plus la disponibilité du système de sécurité est élevée.

Pour les **systèmes de sécurité fonctionnant en mode de faible sollicitation**,

on parle de probabilité moyenne de défaillance sur sollicitation PFD<sub>avg</sub> (Probability of Failure on Demand) sur une période de 10 ans. La relation entre les niveaux SIL et le PFD<sub>avg</sub> est la suivante :

SIL 4 : PFD<sub>avg</sub> compris entre 10<sup>-5</sup> et 10<sup>-4</sup>

SIL 3 : PFD<sub>avg</sub> compris entre 10<sup>-4</sup> et 10<sup>-3</sup>

SIL 2 : PFD<sub>avg</sub> compris entre 10<sup>-3</sup> et 10<sup>-2</sup>

SIL 1 : PFD<sub>avg</sub> compris entre 10<sup>-2</sup> et 10<sup>-1</sup>

Pour les **systèmes de sécurité fonctionnant en mode de sollicitation élevée**, on parle de PFH, probabilité de défaillance dangereuse par heure. La relation entre les niveaux SIL et le PFH est la suivante :

SIL 4 : PFH compris entre 10<sup>-9</sup> et 10<sup>-8</sup>

SIL 3 : PFH compris entre 10<sup>-8</sup> et 10<sup>-7</sup>

SIL 2 : PFH compris entre 10<sup>-7</sup> et 10<sup>-6</sup>

SIL 1 : PFH compris entre 10<sup>-6</sup> et 10<sup>-5</sup>

SIL*	Sollicitations du SIS		Facteur de réduction du risque
	rare PFD**	fréquentes PFH***	
4	≥ 10 <sup>-5</sup> à < 10 <sup>-4</sup>	≥ 10 <sup>-9</sup> à < 10 <sup>-8</sup>	10 000 à 100 000
3	≥ 10 <sup>-4</sup> à < 10 <sup>-3</sup>	≥ 10 <sup>-8</sup> à < 10 <sup>-7</sup>	1 000 à 10 000
2	≥ 10 <sup>-3</sup> à < 10 <sup>-2</sup>	≥ 10 <sup>-7</sup> à < 10 <sup>-6</sup>	100 à 1 000
1	≥ 10 <sup>-2</sup> à < 10 <sup>-1</sup>	≥ 10 <sup>-6</sup> à < 10 <sup>-5</sup>	10 à 100

\* Safety Integrity level, niveau d'intégrité de la sécurité  
 \*\* Probability of Failure on low Demand, probabilité d'avoir une défaillance (pour réaliser la fonction de sécurité prévue) au moment d'une sollicitation  
 \*\*\* Probability of a dangerous Failure per Hour ou Probability of Failure on High demand, probabilité d'une défaillance dangereuse par heure

### Abréviation Description

- HFT** Tolérance matérielle ; capacité d'un module fonctionnel de continuer l'exécution d'une fonction sollicitée en présence d'erreurs
- MTBF** Temps moyen entre deux défaillances
- MTRR** Temps moyen entre la survenance d'une erreur dans un appareil ou un système et la réparation
- PFD** Probabilité de défaillances menaçantes d'une fonction de sécurité en cas de sollicitation
- PFDavg** Probabilité moyenne de défaillances menaçantes d'une fonction de sécurité en cas de sollicitation
- SIL** Safety Integrity Level (niveau d'intégrité de sécurité) ; la norme internationale IEC 61508 définit quatre Safety Integrity Level (SIL1 à SIL4). Chaque niveau correspond à une plage de probabilité pour la défaillance d'une fonction de sécurité.  
Plus le Safety Integrity Level des systèmes de sécurité est élevé, plus la probabilité qu'ils n'exécutent pas les fonctions de sécurité sollicitées est faible.
- SFF** Partie de défaillances non dangereuses, partie de défaillances ne présentant pas de potentiel pour mettre le système de sécurité dans un état de fonctionnement dangereux ou inadmissible.
- TProof** Contrôle répétitif permettant de détecter des défaillances dans un système de sécurité.
- XooY** Classification et description du système de sécurité en termes de redondance et de procédé de sélection appliqué. "Y" indique la fréquence à laquelle la fonction de sécurité est exécutée (redondance).  
"X" détermine le nombre de canaux qui doivent fonctionner correctement.
- λsd et λsu** λsd Safe detected et λsu Safe undetected  
Taux de défaillance ne présentant aucun danger . Une défaillance ne présentant aucun danger (safe failure) est donnée quand le système de mesure passe à l'état sûr défini ou au mode de signalisation d'erreurs sans sollicitation émanant du procédé.
- λdd et λdu** λdd Dangerous detected et λdu Dangerous undetected  
Taux de défaillance dangereuse généralement, une défaillance dangereuse est donnée quand le système de mesure est mis dans un état dangereux ou entravant le fonctionnement.
- λdu** λdu Dangerous undetected  
Une défaillance dangereuse non détectée est donnée lorsque le système de mesure ne passe ni à l'état sûr défini, ni au mode de signalisation d'erreurs en cas de sollicitation émanant du procédé.