

## GUIDE TECHNIQUE

# Comment bien choisir un remplacement fonctionnel pour un transmetteur de pression et un débitmètre ?

Un guide pratique sur la réparation des instruments de mesure, l'étalonnage de la plage de mesure et les exclusions de sécurité : les gammes IFM efector, WIKA S-20 et Endress+Hauser Cerabar.

## Coût de l'arrêt et stratégie de remplacement fonctionnel

Une panne critique de ligne de production causée par un transmetteur de pression ou un débitmètre endommagé génère un coût se chiffrant en milliers de zlotys pour chaque heure d'arrêt. Le délai de livraison d'une pièce d'origine du fabricant (OEM) – en particulier pour les modèles spéciaux, étalonnés en usine ou soumis à un long délai de fabrication – dépasse souvent largement le temps que l'usine peut se permettre de perdre. Dans une telle situation, l'équipe de maintenance se trouve face à un choix : attendre une pièce identique 1:1, ou utiliser un **remplacement fonctionnel du transmetteur de pression** disponible immédiatement.

Un remplacement fonctionnel est un appareil qui assure la même fonction de mesure que l'élément endommagé, sans être nécessairement identique en termes de plage, de signal de sortie, de matériau ou de raccord. Son utilisation n'est justifiée que si l'ingénieur de maintenance est en mesure de vérifier entièrement – et, si nécessaire, de reparamétrer – trois couches de compatibilité : mécanique, électrique/signal et réglementaire. Ce guide parcourt ces trois couches à travers les trois gammes les plus couramment rencontrées dans les usines polonaises : **IFM efector**, **WIKA S-20** et **Endress+Hauser Cerabar**.

## Compatibilité mécanique et des matériaux : raccords process et matériaux en contact avec le fluide

Avant qu'un transmetteur ne soit installé, deux paramètres mécaniques doivent être vérifiés : le type de raccord process et le matériau des parties en contact avec le fluide. Une erreur à ce stade se traduit par une fuite, de la corrosion ou, dans le pire des cas, par un endommagement de l'installation.

Les raccords process se répartissent en plusieurs familles, qui ne sont pas interchangeables entre elles sans adaptateur :

- Filetages G (métriques, EN 837) – G 1/4, G 1/2, G 1 – la norme européenne.
- NPT (ANSI/ASME) – filetage conique, par ex. 1/4" NPT, 1/2" NPT – la norme aux États-Unis et en Asie.

- Tri-Clamp (hygiéniques) – raccord à serrage utilisé dans l'industrie agroalimentaire et pharmaceutique, où le démontage rapide et la propreté des surfaces sont essentiels.
- Brides SAE / DIN – typiques des circuits hydrauliques et haute pression.

Le matériau en contact avec le fluide doit être choisi en fonction de l'agressivité du milieu, et pas seulement de son nom chimique – le même acier inoxydable 316L se comporte différemment dans de l'eau déminéralisée que dans une solution de chlorures. Les choix les plus courants sont l'acier 316/316L SS (résistance à la corrosion universelle), l'Hastelloy (milieux fortement agressifs – acides, bases, chlorures) ainsi que les matériaux homologués pour le contact alimentaire dans les applications agroalimentaires et pharmaceutiques.

### Tableau 3. Choix du raccord et du matériau en contact avec le fluide selon l'application

| Type d'application | Raccord/filetage recommandé | Matériau en contact recommandé | Matériau de joint recommandé |
|--------------------|-----------------------------|--------------------------------|------------------------------|
|--------------------|-----------------------------|--------------------------------|------------------------------|

|     |     |     |     |
|-----|-----|-----|-----|
| --- | --- | --- | --- |
|-----|-----|-----|-----|

|                   |                         |                         |     |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|-----|
| Huile hydraulique | G 1/2, SAE, 7/16-20 UNF | Acier inoxydable 316 SS | FKM |
|-------------------|-------------------------|-------------------------|-----|

|                   |                  |                          |      |
|-------------------|------------------|--------------------------|------|
| Eau déminéralisée | G 1/4-G 1/2, NPT | Acier inoxydable 316L SS | EPDM |
|-------------------|------------------|--------------------------|------|

|                                   |                                   |                        |                                  |
|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------|----------------------------------|
| Agroalimentaire (Food & Beverage) | Tri-Clamp (hygiénique), DIN 11851 | 316L SS, surface polie | EPDM ou FFKM qualité alimentaire |
|-----------------------------------|-----------------------------------|------------------------|----------------------------------|

|                               |            |                |                       |
|-------------------------------|------------|----------------|-----------------------|
| Milieux corrosifs / chimiques | NPT, bride | Hastelloy C276 | FFKM (par ex. Kalrez) |
|-------------------------------|------------|----------------|-----------------------|

Pour chacune des combinaisons ci-dessus, la variante exacte doit être vérifiée dans la fiche technique actuelle – les fabricants élargissent ou restreignent régulièrement la disponibilité des variantes de matériaux selon la gamme.

## Intégration électrique et signal : du 4-20 mA à l'IO-Link et au HART

La compatibilité mécanique ne suffit pas – le remplacement doit également « parler » le même langage de signal que le système d'automatisation, ou l'ingénieur doit prévoir une conversion.

Les signaux analogiques restent le dénominateur commun le plus fréquent dans les installations plus anciennes :

- 4...20 mA (2 fils) – en courant, résistant aux chutes de tension sur de longues distances de câblage, la norme industrielle.
- 0...10 V (3 fils) – en tension, encore rencontré dans les anciennes armoires de commande, plus sensible aux perturbations.

Les protocoles numériques gagnent en importance avec la modernisation des installations :

- IO-Link (CEI 61131-9) – communication numérique bidirectionnelle, transmettant en plus de la valeur mesurée le diagnostic et les paramètres de configuration. La norme définit trois vitesses de transmission : COM1 (4,8 kbit/s), COM2 (38,4 kbit/s) et COM3 (230,4 kbit/s). Le passage d'un capteur analogique à l'IO-Link nécessite un maître IO-Link, un fichier IODD ainsi qu'un reparamétrage complet dans l'automate/IHM – il s'agit d'un changement d'architecture d'intégration, et non simplement d'un remplacement de capteur.
- HART – superpose une couche de diagnostic numérique au signal classique 4-20 mA, sans perturber la mesure principale. L'intégration nécessite un communicateur HART ou une passerelle HART, ainsi qu'une charge de ligne minimale de 250 Ω.

Le scénario le plus risqué est un changement de type de signal sans conversion appropriée – par exemple, l'ancien système attend du 0-10 V, alors que le remplacement fonctionnel ne fournit que du 4-20 mA. Cela nécessite alors soit un convertisseur de signal, soit un changement de carte d'entrée de l'automate.

## Tableau 2. Compatibilité du signal de sortie et actions requises lors du remplacement

| Signal d'origine | Possibilité de remplacement direct | Modification requise de l'automate/du matériel | Correction requise de l'étalonnage/de l'échelle |

|---|---|---|---|

| 4-20 mA | Élevée | Généralement aucune – mêmes bornes d'entrée analogique | Vérification du zéro et de l'étendue (zero/span) |

| 0-10 V | Moyenne, selon l'entrée de l'automate | Peut nécessiter un convertisseur de signal ou une autre carte d'entrée | Recalibrage complet de l'échelle |

| IO-Link | Faible sans adaptateur | Nécessite un maître IO-Link et un fichier IODD | Paramétrage numérique au lieu d'analogique |

| HART | Élevée (couche de base 4-20 mA conservée) | Généralement aucune, en option un modem HART pour le diagnostic | Vérification du Device Type/de la révision DD, recalibrage pour une autre plage |

| PROFIBUS PA | Faible | Nécessite un segment PA compatible et un fichier GSD | Reparamétrage complet dans le système DCS |

## Étalonnage et échelonnage de la plage de mesure (turndown ratio)

Même lorsque le raccord et le signal correspondent, un remplacement fonctionnel a presque toujours une plage de mesure physique différente de l'original – et c'est là que l'erreur d'étalonnage de la plage de mesure est la plus fréquente.

La notion clé est le **turndown ratio** (rapport de réduction de plage) – le rapport entre la plage de mesure maximale du capteur et la plage de travail réellement configurée (étendue/span).

Exemple : l'installation avait été étalonnée en usine de telle sorte que 4 mA corresponde à 0 bar et 20 mA à 6 bar. Le remplacement disponible immédiatement a une plage physique de 0-10 bar. Un montage « tel quel », en conservant la configuration d'usine de 0-10 bar, fera que pour une pression réelle de 6 bar, le système d'automatisation lira un signal correspondant à seulement environ 60 % de la plage – soit une valeur de process erronée, alors même que le capteur lui-même fonctionne correctement.

Procédure correcte :

1. Déterminer la plage de travail réelle de l'installation (par ex. 0-6 bar), et non la plage maximale du capteur.
2. Reparamétriser le zéro et l'étendue du nouveau transmetteur (ou le bloc d'échelonnage correspondant dans l'automate) de sorte que 4 mA et 20 mA correspondent exactement aux mêmes valeurs physiques que dans l'original.
3. Vérifier le turndown ratio admissible pour le modèle choisi – en cas de réduction excessive de la plage (par ex. utilisation d'un capteur 0-100 bar pour mesurer 0-2 bar), la précision de mesure chute drastiquement, même si le signal « fonctionne » formellement.
4. Documenter la nouvelle configuration dans la documentation d'exploitation de l'installation, afin d'éviter une erreur lors du prochain remplacement.

## Exclusions de sécurité et réglementaires : quand un remplacement fonctionnel est interdit

La pression du temps lors d'une panne ne dispense pas de la responsabilité réglementaire. Il existe des limites au-delà desquelles un remplacement rapide par un équivalent fonctionnel est purement et simplement interdit sans recertification formelle.

Les **zones à risque d'explosion (ATEX/IECEx)** exigent que le remplacement possède son propre marquage Ex conforme à la zone d'installation – un capteur industriel « similaire » ne suffit pas. Les **boucles de sécurité SIL** (Safety Instrumented System) exigent un appareil disposant de sa propre déclaration SIL au même niveau ou à un niveau supérieur, étayée par un rapport FMEDA – un remplacement sans une telle déclaration invalide la fonction de sécurité de toute la boucle, même s'il mesure physiquement correctement. La **conformité FDA/EHEDG** dans les applications agroalimentaires et pharmaceutiques ne concerne pas seulement le matériau en contact avec le fluide, mais aussi la rugosité de surface et la construction sans interstices – ici, c'est la documentation de conformité qui prévaut, pas la déclaration commerciale du vendeur.

### Tableau 4. Liste de contrôle des exclusions de sécurité et réglementaires

| Norme / environnement | Restriction de remplacement | Vérification obligatoire | Conséquences d'une non-conformité |
|-----------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|
|-----------------------|-----------------------------|--------------------------|-----------------------------------|

|                 |
|-----------------|
| --- --- --- --- |
|-----------------|

| Zone ATEX 0/1 (risque d'explosion) | Interdiction d'installer un appareil sans certificat Ex propre pour la zone concernée | Vérification du marquage Ex et de la validité du certificat ATEX/IECEx | Risque d'explosion, perte de la couverture d'assurance, responsabilité pénale |

| Boucle de sécurité SIL 2/3 | Le remplacement doit disposer de sa propre déclaration SIL au même niveau | Vérification du rapport FMEDA et du certificat SIL du fabricant | Perte de la fonction de sécurité, risque d'accident en cas de défaillance du process |

| Conformité FDA/EHEDG (hygiénique) | Matériaux et finition requis, homologués pour le contact alimentaire | Vérification de la déclaration de conformité FDA/EHEDG et de la rugosité de surface | Contamination du produit, retrait de lots du marché, sanctions sanitaires |

| Agrément maritime (par ex. DNV, Lloyd's Register) | Certificat de classification de la société concernée requis | Vérification de la validité du certificat de classification | Perte de la classe du navire, refus de l'indemnisation d'assurance |

## Analyse des gammes : IFM efector, WIKA S-20 et Endress+Hauser Cerabar en pratique de maintenance

Chacune des trois gammes incarne une philosophie de conception différente, ce qui se traduit par un scénario de remplacement typique.

**IFM efector** est une famille de capteurs orientée vers l'automatisation d'usine et l'intégration numérique – fort accent sur l'IO-Link, un boîtier compact et un afficheur LED facilitant la lecture sans avoir à connecter un communicateur. Scénario de remplacement typique : modernisation d'une ancienne entrée analogique à l'occasion d'une panne, en utilisant le canal parallèle 4-20 mA et IO-Link sur le même appareil – ce qui permet de remplacer immédiatement le capteur sur le signal analogique, puis de passer à terme à l'IO-Link sans nouveau remplacement de matériel.

**WIKA S-20** est le classique « cheval de trait » industriel – un très grand nombre de variantes de raccords (filetages G, NPT, SAE, DIN) et de signaux (4-20 mA, 0-10 V, 1-5 V) en fait le candidat le plus universel pour un remplacement fonctionnel rapide dans des installations sans exigences de certification. Scénario typique : remplacement d'urgence d'un transmetteur industriel généraliste à haute pression de service, où la disponibilité « immédiate » dans une large gamme de configurations est primordiale.

**Endress+Hauser Cerabar** représente le segment des transmetteurs modulaires et précis, avec un support complet HART et PROFINET over Ethernet-APL, disponibles en versions avec certificats ATEX, IECEx, CSA C/US, NEPSI et en option SIL. Scénario typique : une installation de process ou une zone Ex, où le remplacement doit préserver non seulement la fonction de mesure, mais aussi la pleine conformité réglementaire – ici, la décision d'un « remplacement rapide » doit être précédée d'une vérification par rapport au tableau des exclusions de sécurité ci-dessus.

### Tableau 1. Comparaison technique des gammes analysées

| Paramètre / caractéristique | IFM efector | WIKA S-20 | Endress+Hauser Cerabar (PMC51B) |

|---|---|---|---|

| Plage de mesure | dépend de la variante, typiquement jusqu'à environ 600 bar | 0...0,4-1600 bar | 100 mbar – 40 bar (selon la version) |

| Signal de sortie | 4-20 mA, IO-Link, certains modèles 0-10 V | 4-20 mA, 0-10 V, 1-5 V | 4-20 mA, 4-20 mA HART, PROFINET over Ethernet-APL |

| Raccord process | G 1/4, G 1/8, 1/4" NPT, R 1/4 | Filetages G, NPT, SAE, DIN – plus de 20 variantes | Filetage G 1/2-G 2, NPT, bride DN25-DN80 |

| Alimentation | env. 18-30 VDC | env. 8-36 VDC (selon la variante) | selon la version (Ex/non-Ex) |

| Indice de protection | IP65/IP67 | selon la variante de boîtier | selon la version |

| Certifications | selon la variante | à confirmer auprès du distributeur pour la configuration concernée | ATEX, IECEx, CSA C/US, NEPSI, en option SIL |

| Scénario de remplacement typique | modernisation vers l'IO-Link à l'occasion d'une panne | remplacement universel généraliste | installations de process et zones Ex exigeant une conformité totale |

## Enetiv - un partenaire de confiance dans les situations de panne critiques

Lorsque la ligne est à l'arrêt et que la décision doit se prendre en quelques heures, ce qui compte n'est pas seulement l'expertise technique, mais aussi la disponibilité de la bonne pièce. **Enetiv** agit en tant que fournisseur d'équipements d'automatisation et d'instrumentation de process, proposant une large gamme de solutions des fabricants les plus reconnus du secteur, notamment **IFM electronic, WIKA, Endress+Hauser, Emerson, JUMO, KROHNE, VEGA et ABB**. L'offre comprend aussi bien des pièces neuves que des exemplaires d'occasion vérifiés et reconditionnés, ce qui, en situation de panne critique, se traduit souvent par un délai de livraison réel de quelques jours, au lieu des semaines nécessaires à une production OEM. Si nécessaire, Enetiv peut également organiser l'intervention d'un technicien en automatisme sur site, accompagnant l'équipe de maintenance non seulement dans le choix des pièces, mais aussi dans le remplacement et le paramétrage eux-mêmes. C'est précisément cette combinaison de disponibilité du matériel et de véritable soutien technique qui fait d'Enetiv un partenaire vers lequel se tourner avant qu'une panne ne se transforme en un arrêt se comptant en jours de production.

## Sources / Bibliographie

- WIKA S-20 – fiche technique (EN) : [https://www.wika.com/en-co/s\\_20.WIKA](https://www.wika.com/en-co/s_20.WIKA)

- Endress+Hauser Cerabar PMC51B – page produit (EN) : <https://www.endress.com/en/field-instruments-overview/pressure-measurement-product-overview/Pressure-transmitter-Cerabar-PMC51B>
- WIKA S-20 – fiche technique (DE) : [https://www.wika.de/s\\_20.WIKA](https://www.wika.de/s_20.WIKA)
- IFM electronic – site du fabricant : <https://www.ifm.com>
- WIKA – site du fabricant : <https://www.wika.com>

