

GUIDE TECHNIQUE

Le contacteur Siemens SIRIUS 3RT10 et le relais de sécurité Pilz PNOZ s7 ne collent pas la bobine - causes de l'usure des contacts et défauts de catégorie de sécurité (Cat. 3/4 selon NF EN ISO 13849)

Votre ligne de production refuse de démarrer lorsque vous appuyez sur le bouton marche, alors que l'automate ne signale aucun défaut ? Le coupable le plus fréquent est un verrouillage de la boucle de sécurité – soit une défaillance physique du contacteur **Siemens SIRIUS 3RT10**, soit un défaut logique dans le module **Pilz PNOZ s7** découlant des exigences de la norme **NF EN ISO 13849** (catégorie 3 ou 4). Ce guide explique comment distinguer les deux causes, les diagnostiquer et les prévenir.

Pourquoi la bobine du PNOZ s7 ne colle-t-elle pas alors que l'automate ne signale aucune erreur ?

Dans les systèmes de sécurité pilotés par **Pilz PNOZ s7**, la bobine de sortie n'est alimentée que lorsque la boucle de surveillance (EDM - External Device Monitoring) confirme l'état correct de tous les éléments. Si un seul élément – le plus souvent le contacteur **Siemens 3RT10** – ne referme pas son contact auxiliaire, la boucle reste ouverte et le relais de sécurité bloque la sortie, quel que soit l'état de l'automate.

Structure de la boucle de sécurité - verrouillage physique vs logique

Une configuration typique **PNOZ s7** et **Siemens 3RT10** utilise :

- un contacteur principal (contact de puissance), et
- un contact auxiliaire à ouverture (N/F) câblé en série avec la boucle EDM.

Si le contact auxiliaire ne revient pas à sa position fermée (par exemple à cause d'un collage ou d'une usure), le signal « sûr pour réarmement » n'est jamais généré, et le **PNOZ s7** maintient la bobine hors tension. Par ailleurs, dans une architecture de **catégorie 3/4**, la redondance et le diagnostic sont exigés – un simple défaut logique peut également provoquer un verrouillage s'il n'est pas détecté à temps. Un verrouillage physique de la boucle EDM diffère d'un verrouillage logique : dans le premier cas, l'appareil ne peut physiquement pas fermer la boucle (contact collé) ; dans le second, la logique de sécurité refuse l'autorisation de réarmement car elle n'a pas détecté le retour à un état sûr.

Comment fonctionne la boucle de retour (EDM) avec le contacteur Siemens 3RT10 ?

La boucle EDM surveille l'état physique des contacts via des signaux de retour raccordés aux bornes Y1-Y2 du module **Pilz PNOZ s7**. Lorsque le contacteur **3RT10** s'enclenche, son contact auxiliaire N/F doit se fermer, ce qui referme la boucle et permet la poursuite du fonctionnement. Des contacts à liaison mécanique positive (contacts miroir) ou des contacts N/F câblés en série constituent le chemin de retour que **PNOZ s7** surveille pour confirmer que le contact de puissance principal s'est effectivement fermé.

État des bornes et des signaux dans la boucle EDM

Topologie typique :

- Bornes A1-A2 – exclusivement l'alimentation du module (24 VCC / 0 V) ; elles ne servent pas à la surveillance des contacts, et le contact auxiliaire du contacteur ne doit pas y être raccordé.
- Le contact auxiliaire N/F du contacteur **3RT10** est câblé en série dans la boucle de retour, qui aboutit aux bornes Y1-Y2 du module **PNOZ s7**.
- Les bornes Y1-Y2 servent de point de mesure – un état « 0 V » signifie une boucle ouverte, « 24 V » une boucle fermée.

Si une erreur de câblage a été commise et que A1 ou Y1/Y2 sont raccordés au module d'extension, la boucle ne fonctionne pas correctement – une erreur d'installation classique. La documentation **Pilz PNOZ s7** avertit explicitement : « Ne pas raccorder A1 et Y1/Y2 au module d'extension ! » Si l'unité de base et le module d'extension PNOZsigma sont reliés par le connecteur dédié, aucun câblage supplémentaire de ces bornes n'est nécessaire ni autorisé – de telles erreurs de câblage peuvent totalement empêcher le fonctionnement de la boucle de retour.

Que vérifier dans le scénario A – usure ou collage des contacts du contacteur ?

L'usure physique des contacts du **Siemens SIRIUS 3RT10** se manifeste par :

- l'absence de fermeture du contact auxiliaire N/F,
- une résistance accrue mesurée au multimètre,
- des signaux LED anormaux sur le module **PNOZ s7**.

Diagnostic de l'usure des contacts

1. Couper l'alimentation et isoler le contacteur de la boucle EDM.
2. Mesurer la résistance entre les contacts N/F et la masse – la valeur doit être $< 1 \Omega$; des valeurs plus élevées suggèrent une érosion.
3. Vérifier visuellement l'absence de traces de collage ou de brûlure.
4. Remplacer le contacteur si la résistance dépasse les limites admissibles ou si le contact ne se ferme pas mécaniquement.

Extrait optimisé : Si le contact auxiliaire N/F du contacteur **Siemens 3RT10** est collé ou usé, la boucle EDM reste ouverte, ce qui empêche **Pilz PNOZ s7** d'autoriser la fermeture de la bobine ; le système reste alors verrouillé. Un contact collé ne peut pas revenir à sa position de repos, ce qui bloque le réarmement de la boucle de sécurité.

Comment reconnaître un défaut de catégorie de sécurité (Cat. 3 vs Cat. 4) dans le PNOZ s7 ?

Dans une architecture de **catégorie 3**, le système utilise deux canaux parallèles avec surveillance croisée (cross-monitoring). En **catégorie 4**, une redondance complète ainsi qu'un taux de couverture diagnostique (DC) d'au moins 99 % sont exigés – tout comportement incohérent d'un canal doit être détecté avant la prochaine sollicitation. La catégorie 4 atteint le PL e (Performance Level e), approximativement équivalent au SIL 3 (Safety Integrity Level 3) selon les tableaux de corrélation de l'ISO 13849-1/CEI 61508, et constitue le niveau maximal atteignable avec la norme NF EN ISO 13849-1 ou la CEI 62061.

Comparaison des exigences des Cat. 3 et Cat. 4

Extrait optimisé : La catégorie 3 permet de détecter un défaut unique grâce à la redondance des canaux, tandis que la catégorie 4 exige en outre que tous les défauts détectés soient signalés et n'entraînent pas de perte de la fonction de sécurité en cas d'accumulation de défauts non détectés. En catégorie 3, une structure redondante avec surveillance croisée entre deux canaux actifs, associée à une surveillance cyclique de l'organe de sortie, permet de tolérer un défaut unique. En catégorie 4, un défaut unique ne doit jamais entraîner de perte de la fonction de sécurité et doit être détecté au plus tard lors de la prochaine sollicitation ; si la détection n'est pas possible, l'accumulation de défauts non détectés ne doit pas entraîner de perte de la fonction de sécurité.

Comment réaliser, étape par étape, le diagnostic de la boucle de sécurité ?

Voici un protocole détaillé permettant de distinguer une cause physique d'une cause logique.

Protocole de diagnostic

1. **Vérification des LED du PNOZ s7** – relevez la combinaison des états (Power, In1, In2, Out, Fault). La signification détaillée des codes figure dans la notice d'utilisation **Pilz PNOZ s7** (avoir accès au document complet du fabricant).
2. **Vérification du câblage EDM** – à l'aide d'un multimètre, mesurez la tension aux bornes Y1-Y2 avec le contacteur enclenché. Elle doit être de 24 V (ou 0 V en cas de boucle ouverte).
3. **Test d'isolement** – hors tension, mesurez la résistance entre les contacts N/F et la masse ; une valeur $< 1 \Omega$ indique un contact correct.

4. **Simulation de défaut** – ouvrez manuellement le contact N/F (par exemple à l'aide d'un bouton de test) et observez la réaction des LED ainsi que l'état de sortie dans l'automate.

5. **Analyse des journaux du PNOZ s7** – dans le logiciel de diagnostic (par ex. Pilz SafeLogic), vérifiez l'historique des défauts et les temps de réaction.

Extrait optimisé : Pour diagnostiquer un verrouillage de la boucle de sécurité, relevez d'abord les codes LED du **Pilz PNOZ s7**, puis mesurez la tension aux bornes Y1-Y2 et vérifiez la résistance du contact N/F du **Siemens 3RT10**. Si la boucle ne se referme pas, la cause est physique ; dans le cas contraire, recherchez des défauts logiques dans la configuration Cat. 3/4.

Quelles mesures préventives mettre en œuvre pour éviter un verrouillage de la boucle ?

La prévention nécessite à la fois un choix approprié des composants et une maintenance régulière.

Conception et choix des composants

- Utilisez des contacteurs **Siemens SIRIUS 3RT10** équipés de contacts auxiliaires supplémentaires de type « miroir » – ils permettent de détecter le collage du contact principal. Les contacts à liaison mécanique positive doivent être raccordés à la boucle de retour du relais de sécurité.
- Insérez des éléments d'amortissement des surtensions (RC, varistances) conformément aux recommandations de Siemens (par exemple un *RC-snubber de 470 Ω / 470 nF* à titre indicatif) au niveau de l'enroulement de la bobine, afin de limiter le phénomène d'arc et de prolonger la durée de vie des contacts – la valeur exacte doit être vérifiée dans la documentation Siemens SIRIUS pour la variante de bobine concernée.
- Choisissez la catégorie de sécurité en fonction des exigences de l'application – si la **catégorie 4** est requise, assurez une redondance complète et un diagnostic avec $DC \geq 99\%$.
- Surveillez les contacteurs redondants au moyen de la boucle EDM – si un contacteur ne revient pas à sa position de repos, la boucle restera ouverte et bloquera le redémarrage.

Procédures de maintenance

1. Vérifiez tous les 6 mois la résistance des contacts N/F – remplacement si $> 1 \Omega$.
2. Effectuez tous les 12 mois des tests fonctionnels de la boucle EDM à l'aide des boutons de test du **PNOZ s7**.
3. Surveillez l'historique des défauts dans le logiciel Pilz – une réaction rapide aux avertissements récurrents peut prévenir une défaillance.

La mise en œuvre de ces pratiques minimise à la fois le risque d'usure physique du contacteur et les anomalies de la logique de sécurité.

FAQ

Pourquoi le PNOZ s7 n'autorise-t-il pas le réarmement après le relâchement du bouton d'arrêt d'urgence ?

Parce que la boucle EDM ne se referme pas – généralement causé par un contact N/F ouvert ou collé sur le contacteur **Siemens 3RT10**, ce qui maintient la LED à l'état « Fault ».

Comment distinguer un défaut physique d'un défaut logique dans un système Cat. 3 ?

Un défaut physique se traduit par l'absence de fermeture de la boucle EDM (0 V sur Y1-Y2) et un code LED « Fault » constant. Un défaut logique en Cat. 3 se manifeste par une incohérence des signaux entre les deux canaux en l'absence de toute défaillance physique.

Le remplacement d'un seul contacteur peut-il faire passer un système de Cat. 3 à Cat. 4 ?

Non. La catégorie 4 exige non seulement de meilleurs composants, mais aussi un diagnostic complet ($DC \geq 99\%$) et le respect d'exigences supplémentaires de la norme NF EN ISO 13849-1, qui doivent être validées au niveau du projet.

Quels sont les codes LED typiques du PNOZ s7 indiquant un problème sur la boucle EDM ?

Selon la version, la combinaison Power = ON, In1 = OFF, In2 = OFF, Out = OFF, Fault = ON indique une boucle EDM ouverte. La description détaillée figure dans la notice d'utilisation **Pilz PNOZ s7**.

Peut-on contourner un problème de collage de contact en augmentant le courant de commande ?

Non. Augmenter le courant ne supprime pas le collage physique et peut aggraver la situation. Il convient de remplacer le contacteur ou d'utiliser un contact « miroir » permettant de détecter le collage.

Quels paramètres électriques un RC-snubber doit-il respecter pour le contacteur 3RT10 ?

Une valeur indicative typique est une résistance de 470 Ω et une capacité de 470 nF, mais le choix exact dépend de la tension d'alimentation de la bobine et des caractéristiques des câbles – il est recommandé de consulter la documentation **Siemens SIRIUS**.

Où puis-je acheter des pièces de rechange pour les contacteurs Siemens SIRIUS 3RT10 et les modules Pilz PNOZ s7 ?

Enetiv est un distributeur de marques leaders, notamment **ABB**, **Danfoss**, **Siemens** et **Pilz**, proposant des tarifs compétitifs sur les composants de sécurité et d'automatisme. Pour un devis et une consultation technique, rendez-vous sur enetiv.com/contact.

Sources

- Pilz. « PNOZ s7 Operating Manual » (21399-EN-10) – bornes d'alimentation A1/A2, boucle de retour, avertissement relatif au raccordement de A1 et Y1/Y2 au module d'extension : https://www.pilz.com/download/open/PNOZ_s7_Operat_Man_21399-EN-10.pdf
- Pilz. « PNOZ s7.1 Datasheet » – configuration des bornes et module d'extension : https://pim.galco.com/Manufacturer/Pilz/TechDocument/Data%20Sheet/pnoz_s7_1_dat.pdf
- Siemens. « SIRIUS 3RT10 Contactor Series – Technical Specifications. » Documentation produit relative aux contacts auxiliaires et aux exigences de retour.
- ISO 13849-1:2015. « Safety of machinery – Safety-related parts of control systems – Part 1: General principles for design. » Norme définissant les catégories de sécurité 3 et 4, les exigences de redondance et de diagnostic.
- IEC 62061:2021. « Safety of machinery – Functional safety of safety-related electrical, electronic and programmable electronic control systems. » Norme internationale relative aux niveaux d'intégrité de sécurité.