

Rapport d'Analyse d'Anomalie de Production

Synthèse opérationnelle

CRITICITÉ DÉCLARÉE : CRITICAL

MACHINE

M2 - SIEMENS - S7-1500

ÉTAPE

M2.08A - ANALOG_LOOP_DIAG

CYCLE / WO

WO37C000014

DATE

2026-06-10 23:50:55

CRITICITÉ OPÉRATIONNELLE

Critique

Diagnostic immédiat

CAUSE PRINCIPALE PROBABLE

Erreur PLC engendrée par une anomalie capteur sur le cycle

CAPTEUR / SIGNAL CONCERNÉ

SURFACE_RA

VALEUR MESURÉE VS NOMINAL / SEUIL

2,400 µm vs Nominal 0,801 µm / Seuil [0,748 ; 0,859] µm

Évolution observée

AGGRAVATION DE LA MESURE CAPTEUR

Non

RÉCURRENCE EN AUGMENTATION

Oui

RAFALE D'ÉVÉNEMENTS

Forte

Action prioritaire

1. Sécuriser la reprise et valider l'état machine avant relance.
2. Relever le message automate et vérifier les entrées/sorties associées.
3. Contrôler le capteur ou actionneur lié à l'erreur PLC.

GRAFJET OBSERVÉ DU CYCLE

Machine concernée
 Étape exécutée
 Anomalie concernée
 Autre anomalie / similaire
 Étape non faite
 xN Étape rejouée
 → Transition réelle

↶ Retour / rework inter-machines

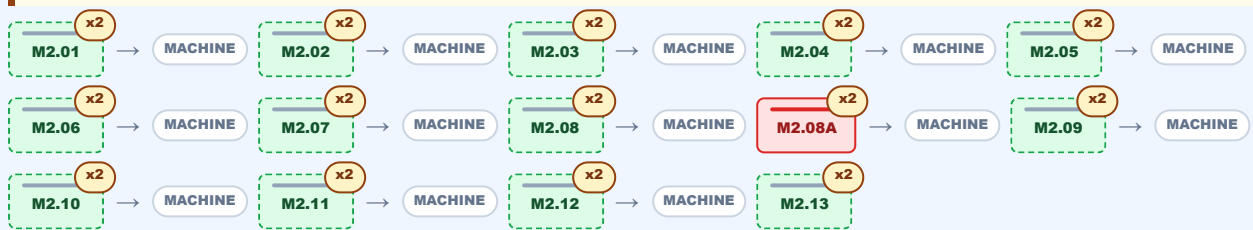
GRAFJET reconstruit à partir des étapes réellement observées dans le cycle. Il ne représente pas le scénario nominal.

M1



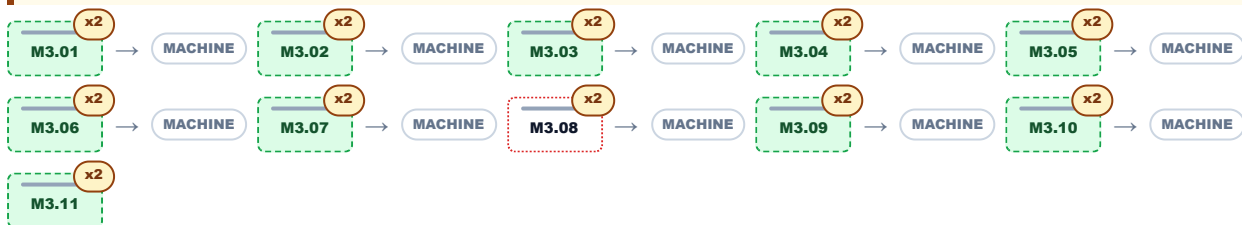
M2 - machine concernée

2 passages observés
Boucle répétée : M2.01 → M2.13



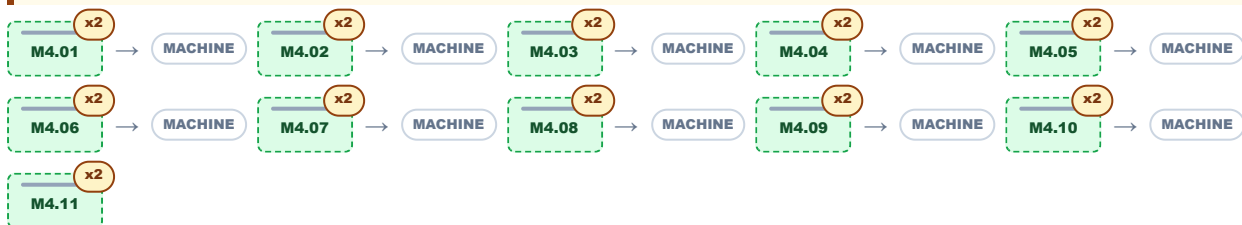
M3

2 passages observés
Boucle répétée : M3.01 → M3.11



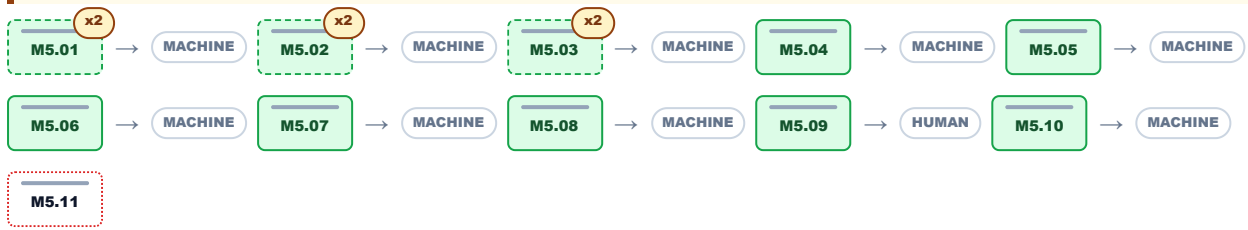
M4

2 passages observés
Boucle répétée : M4.01 → M4.11

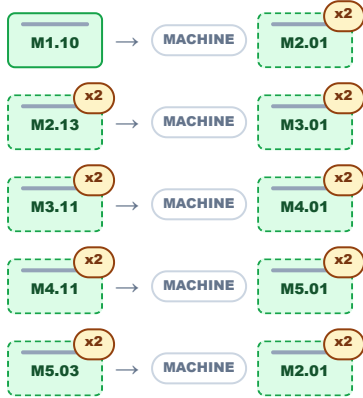


M5

2 passages observés
Boucle répétée : M5.01 → M5.03



Transitions inter-machines / rework



RÈGLES DÉCLENCHÉES

PLC_ERROR_LEVEL

Erreur PLC engendrée par une anomalie capteur sur le cycle

observed : Anomalie capteur détectée

interpretation : Le capteur Boucle analogique usure outil 4-20 mA a montré une défaillance (- ToolwearLoopCurrentNominal : valeur trop basse : 6,000 mA < seuilMin=11,330 mA) sur le cycle associé. La dépendance fonctionnelle du capteur dans l'étape de production a engendré une erreur PLC.

ÉVALUATION OPÉRATIONNELLE DU RISQUE

Critique

Score critique : Critique

Lecture : Plusieurs facteurs convergents indiquent un risque opérationnel immédiat ou rapide.

Facteurs aggravants

Facteur	Lecture
Sévérité événement courant	CRITICAL
Aggravation de la mesure capteur	Non
Récurrence en augmentation	Oui
Rafale d'événements	Forte
Occurrences similaires	402

Pourquoi ce niveau ?

1. Sévérité critique sur l'événement courant.
2. Récurrence consolidée forte (402 occurrences au total).
3. La tendance de récurrence est orientée à la hausse.
4. Les anomalies similaires deviennent plus rapprochées dans le temps.
5. Concentration journalière élevée (163 occurrences sur une même journée).
6. Les anomalies similaires deviennent nettement plus rapprochées dans le temps.

Action recommandée : Intervention immédiate et sécurisation de la reprise.

AUTRES ANOMALIES DU MÊME CYCLE

Ce tableau présente les autres anomalies survenues sur le même cycle de production, à titre de contexte complémentaire.

Date détection	Machine	Code Étape	Nom étape	Sévérité	Type
2026-06-10 23:52:52	M5	M5.11	LOG_RESULT	MAJOR	INTERVAL_OVERRUN
2026-06-10 23:51:42	M3	M3.08	SURFACE_SENSOR_CHECK	MAJOR	PLC_ERROR_LEVEL
2026-06-10 23:49:44	M3	M3.08	SURFACE_SENSOR_CHECK	MAJOR	PLC_ERROR_LEVEL
2026-06-10 23:48:57	M2	M2.08A	ANALOG_LOOP_DIAG	CRITICAL	PLC_ERROR_LEVEL

ANOMALIES CAPTEURS

Ces anomalies capteurs sont présentées comme contexte autour de l'erreur PLC.

Capteur	KPI	Mesure	Nominal	Seuil	Statut	Sévérité
TOOLWEAR_LOOP_CURRENT	Courant nominal boucle analogique usure outil	6,000 mA	12,018 mA	[11,274 ; 12,811]	Sous seuil	MAJOR
SURFACE_RA	Rugosité nominale de surface Ra	2,400 µm	0,801 µm	[0,748 ; 0,859]	Sur seuil	MAJOR

Le statut capteur décrit la position de la mesure par rapport à la plage acceptable. Il ne prouve pas, à lui seul, la cause de l'erreur PLC.

ANALYSE DE RÉCURRENCE DES ERREURS PLC

Indicateur	Valeur	Indicateur	Valeur
Fenêtre	7 jours	Occurrences totale	402
Intervalle moyen	388,679 s	Écart-type intervalle	4699,856 s
Overrun moyen	0,000 s	Écart-type overrun	0,003 s
Récurrence en augmentation	Oui	Impact en augmentation	Non
Tendance globale	aggravation forte		

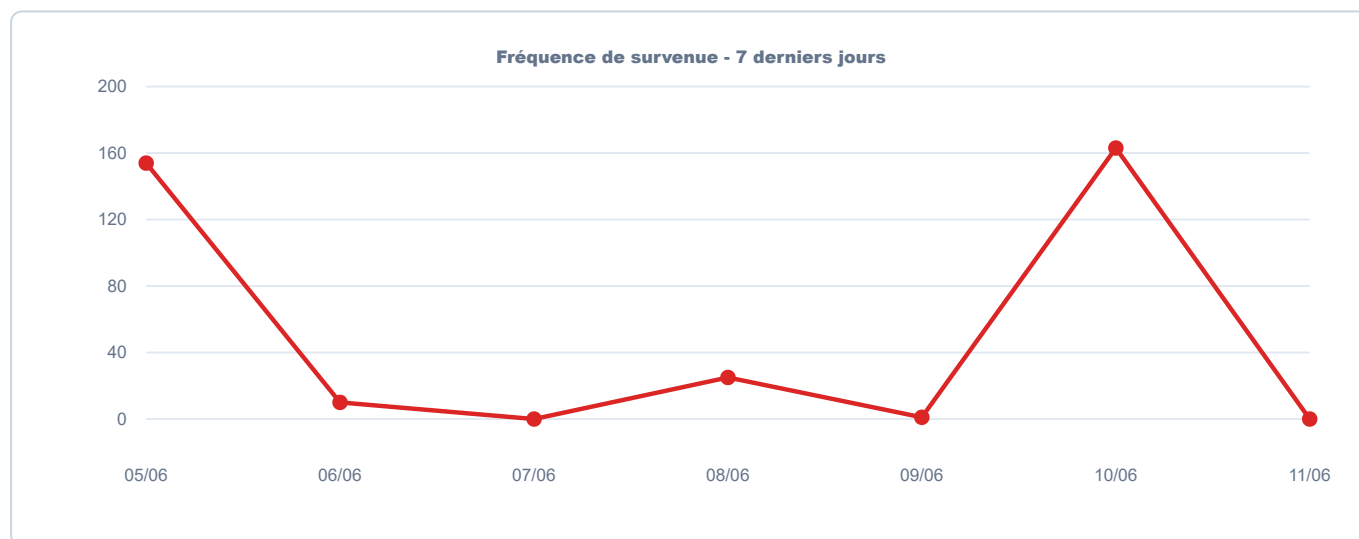
Note de cohérence : les compteurs fournis diffèrent (contexte=402, historique=402, récurrence=401). La valeur consolidée affichée est 402.

HISTORIQUE DES ERREURS PLC SIMILAIRES

Date PLC	Machine	Étape	Pièce / cycle	Raison
2026-06-10 23:50:55	M2 - Usinage Ébauche	M2.08A	WO37C000014	PLC_ERROR_LEVEL
2026-06-10 23:48:57	M2 - Usinage Ébauche	M2.08A	WO37C000014	PLC_ERROR_LEVEL
2026-06-10 23:41:43	M2 - Usinage Ébauche	M2.08A	WO37C000012	PLC_ERROR_LEVEL
2026-06-10 23:39:54	M2 - Usinage Ébauche	M2.08A	WO37C000012	PLC_ERROR_LEVEL
2026-06-10 23:37:51	M2 - Usinage Ébauche	M2.08A	WO37C000012	PLC_ERROR_LEVEL

COURBE DE FRÉQUENCE — 7 DERNIERS JOURS

La courbe ci-dessous montre le nombre d'anomalies similaires détectées par jour sur les 7 derniers jours.



Occurrences consolidées : 402

Occurrences datées tracées : 353

Pic journalier : 163 le 10/06

SYNTHÈSE OPÉRATIONNELLE

Synthèse courte destinée à prioriser les contrôles terrain avant le détail de l'analyse IA.

Point	Lecture opérationnelle
Cause principale	Capteur principal : TOOLWEAR_LOOP_CURRENT (Boucle analogique usure outil 4-20 mA). VALIDITÉ : INVALIDE. La valeur mesurée est physiquement improbable pour un outil fonctionnel en fin de cycle ou au repos si le nominal est ~12mA, indiquant une perte de signal ou une saturation basse. RÔLE : CAUSALITÉ_TEMPORELLE. Le timestamp du capteur (2026-06-10T23:50:34.343Z) précède l'erreur PLC (2026-06-10T23:50:55.353Z). La valeur 6,000 mA dépasse le seuil min de 11,33 mA, validant la cause directe de l'alarme. Capteur secondaire : SURFACE_RA (Rugosité surface Ra). VALIDITÉ : SUSPECTE (dans le contexte global). Valeur mesurée 2,400 µm > seuil max 0,859 µm. RÔLE : NON CONTRIBUTIF pour l'erreur PLC spécifique M2.08A. Bien que ce capteur ait généré une anomalie MAJOR sur la machine M3 (étape M3).
Hypothèses à vérifier	- Alimentation 24V locale défailante sur le module d'entrée analogique (bien que l'archive mentionne une alimentation conforme, il faut la re-vérifier). - Court-circuit partiel ou résistance excessive dans les câbles de connexion entre le capteur et le PLC.
Actions immédiates	Contrôler l'erreur PLC sur M2 / M2.08A, relever le message automate, puis vérifier les entrées/sorties et capteurs associés à PLC_ERROR_LEVEL.
Justification du niveau de risque	Score critique : Critique. Base de calcul : Sévérité critique sur l'événement courant.; Réurrence consolidée forte (402 occurrences au total).

Analyse IA consolidée

Cette section restitue une analyse consolidée de l'anomalie à partir des données de production, des règles déclenchées et du contexte documentaire disponible.

ANOMALIE

Erreur PLC critique (CRITICAL) sur la machine M2, étape ANALOG_LOOP_DIAG (M2.08A), identifiant cycle WO37C000014. L'erreur est déclenchée par une anomalie de capteur détectée à 2026-06-10T23:50:55.353Z.

COMPORTEMENT RÉEL

Le système attend un courant nominal dans la boucle analogique de surveillance usure outil d'environ 12 mA. Le comportement réel observé est une chute drastique du courant mesuré à 6,000 mA, soit environ 50 % en dessous de la valeur nominale et bien en dessous du seuil de déclenchement de l'alarme (11,33 mA).

ÉCART NOMINAL / RÉEL

Valeur mesurée : 6,000 mA.

Nominal attendu : 12,010 mA.

Seuil de déclenchement (triggerThreshold) : 11,274 mA (dérivé du seuil min 11,33 mA mentionné dans le message d'erreur).

Écart absolu : -6,010 mA.

Pourcentage d'écart par rapport au nominal : -50,04 %.

IMPACT PRODUCTION

Arrêt immédiat de l'étape M2.08A (ANALOG_LOOP_DIAG) avec une sévérité CRITICAL. Le cycle WO37C000014 est interrompu ou marqué comme défaillant en raison de la perte de validité du signal d'usure outil, empêchant potentiellement le suivi de l'état des outils et la sécurité liée à cette surveillance.

EXPLICATION PAR LES CAPTEURS

Capteur principal : TOOLWEAR_LOOP_CURRENT (Boucle analogique usure outil 4-20 mA).

VALIDITÉ : INVALIDE. La valeur mesurée est physiquement improbable pour un outil fonctionnel en fin de cycle ou au repos si le nominal est ~12mA, indiquant une perte de signal ou une saturation basse.

RÔLE : CAUSALITÉ_TEMPORELLE. Le timestamp du capteur (2026-06-10T23:50:34.343Z) précède l'erreur PLC (2026-06-10T23:50:55.353Z). La valeur 6,000 mA dépasse le seuil min de 11,33 mA, validant la cause directe de l'alarme.

Capteur secondaire : SURFACE_RA (Rugosité surface Ra).

VALIDITÉ : SUSPECTE (dans le contexte global). Valeur mesurée 2,400 µm > seuil max 0,859 µm.

RÔLE : NON CONTRIBUTIF pour l'erreur PLC spécifique M2.08A. Bien que ce capteur ait généré une anomalie MAJOR sur la machine M3 (étape M3.08) à un timestamp ultérieur ou différent, il n'est pas lié temporellement ni fonctionnellement à l'étape ANALOG_LOOP_DIAG de la machine M2 où s'est produite l'erreur critique analysée ici.

DOCUMENTATION TECHNIQUE

Source : s7-1500_manual_collection_fr_FR_fr-FR.pdf | Page : 10798 (Extrait sur Charge pour transducteurs de mesure 2 fils).

Interprétation technique : La documentation explique que les transducteurs 2 fils sont alimentés par la boucle de courant. Si la charge externe (résistance) est trop élevée ou si le câblage est dégradé, l'alimentation du transducteur devient insuffisante.

Lien avec l'anomalie : Une chute de courant à 6 mA alors que le nominal est ~12 mA suggère une perte d'excitation dans la boucle. Cela correspond au scénario décrit où "la résistance externe est supérieure à la charge indiquée" ou une interruption partielle du circuit, empêchant le transducteur de maintenir son point de fonctionnement nominal (généralement 12mA pour un signal intermédiaire).

Traduction en panne physique : La boucle analogique ne parvient pas à fournir le courant nécessaire au transducteur, probablement dû à une rupture de fil, une connexion desserrée ou une résistance parasite excessive dans la boucle.

ARCHIVES D'INTERVENTION

Source : rapport_intervention_boucle_analogique.txt (INT-2026-0604-002).

Niveau de similarité : FORT.

Retour d'expérience : Une intervention précédente sur la même machine M2 et étape M2.08A a identifié un "Signal instable" et une dérive du transducteur. Les actions correctives ont inclus le contrôle du câblage, du blindage et le remplacement du capteur.

Note importante : L'archive mentionne une cause racine de "Dérive interne du transducteur générant une valeur supérieure". Dans le cas actuel (valeur trop basse), la cause est probablement l'inverse ou une aggravation : rupture de circuit ou défaillance totale d'alimentation du transducteur, plutôt qu'une dérive vers le haut. Cependant, la procédure de diagnostic (vérification câblage -> remplacement capteur) reste pertinente.

DIAGNOSTIC TECHNIQUE

Nature physique de la panne : Perte de signal analogique basse tension dans la boucle 4-20 mA.

Hypothèse principale (Cause démontrée par les données et l'archive) : Défaillance du transducteur ou rupture partielle du câblage de la boucle analogique TOOLWEAR_LOOP_CURRENT entraînant une chute du courant à 6 mA.

Causes alternatives (Hypothèses à vérifier)

- Alimentation 24V locale défaillante sur le module d'entrée analogique (bien que l'archive mentionne une alimentation conforme, il faut la re-vérifier).
- Court-circuit partiel ou résistance excessive dans les câbles de connexion entre le capteur et le PLC.

Vérification physique

- Inspecter visuellement le boîtier du transducteur TOOLWEAR_LOOP_CURRENT pour des signes de brûlure, d'humidité ou de desserrage mécanique.
- Vérifier l'état des connexions physiques au niveau du capteur et aux borniers intermédiaires (si présents).

Vérification électrique

- Mesurer la tension d'alimentation 24V DC présente sur les bornes d'entrée analogique du module PLC dédié à cette boucle.
- Débrancher le transducteur et mesurer la résistance de la boucle (câbles + module) avec un multimètre en ohmmètre. Une valeur anormalement élevée indique une rupture ou oxydation des contacts.

Vérification automate

- Consulter l'état du bit d'erreur sur le module analogique dans le logiciel de configuration (TIA Portal) pour confirmer si le défaut est signalé par le matériel lui-même et non seulement par la logique KPI.

Vérification capteur

- Remplacer le transducteur TOOLWEAR_LOOP_CURRENT par un unité neuve ou connue bonne, en respectant les spécifications de charge (résistance maximale admissible).

- Après remplacement, observer la remontée du courant vers le nominal (~12 mA) avant de relancer le cycle.

CAUSES DÉMONTRÉES

- Défaillance du transducteur ou rupture de circuit dans la boucle 4-20 mA (basé sur l'écart de -50% et la corrélation avec les archives de pannes similaires sur M2).

- Non-respect des bornes de fonctionnement du capteur (valeur < seuilMin).

Basée sur

- Nombre d'occurrences : 401 occurrences similaires en 7 jours.

- Fréquence : Très élevée.

- Évolution : AGGRAVATION_FORTE (confirmé par les signaux EWMA et Hawkes).

Classification : RÉCURRENT EN AGGRAVATION.

Conclusion SURVENUE FUTURE : ÉLEVÉE À COURT TERME. La tendance d'aggravation forte combinée à la récurrence élevée indique que le problème n'est pas isolé mais systémique (défaillance en série de capteurs, problème d'alimentation globale ou défaut logiciel de seuil) et va se reproduire très prochainement sur d'autres cycles ou machines si non corrigé.

NIVEAU DE RISQUE FUTUR

ÉLEVÉ. La récurrence massive (401 fois en 7 jours) suggère que la cause racine n'a pas été éliminée par les actions correctives passées (remplacement de capteur unique). Le risque est une interruption fréquente de production et une usure prématurée des outils non détectés.

CONCLUSION

L'anomalie PLC critique sur M2 est causée par une chute du courant analogique à 6,00 mA, invalidant la surveillance d'usure outil. Les données confirment une défaillance physique de la boucle (capteur ou câblage). L'analyse documentaire et les archives pointent vers des problèmes de charge dans la boucle 2 fils ou de dérive du transducteur. Cependant, la récurrence massive (401 cas) et l'aggravation forte indiquent que le remplacement ponctuel d'un capteur n'a pas résolu le problème sous-jacent. Il est impératif de vérifier l'alimentation globale des modules analogiques et l'état du câblage commun avant de remplacer à nouveau les capteurs individuellement, afin d'éviter une récurrence immédiate. Le niveau de confiance sur la nature électrique de la panne est élevé (Fait mesuré + Archive similaire).

DÉTAILS TECHNIQUES DE CALCUL

Annexe réservée au diagnostic technique. Les valeurs ci-dessous ne sont pas destinées à la lecture opérationnelle principale.

Signal interne	Valeur	Utilisation
EWMA interne	1,155	Analyse l'évolution récente de la valeur mesurée par rapport au nominal et aux seuils
Hawkes interne	2,750	Rapprochement temporel des anomalies similaires
Burstiness interne	2,400	Niveau rafale HIGH
Fenêtre 5 min	2	Nombre d'événements similaires récents
Fenêtre 15 min	5	Nombre d'événements similaires récents
Fenêtre 1 h	17	Nombre d'événements similaires récents
Score numérique interne	100	Utilisé uniquement pour produire le Score critique client

ANNEXE - SOURCES ET ARCHIVES UTILISÉES

Cette annexe liste uniquement les métadonnées des documents consultés pour l'analyse IA. Les extraits/chunks ne sont pas recopiés dans le rapport.

Documentation technique

Source	Page	Type	Score
s7-1500_manual_collection_fr_FR_fr-FR.pdf	10798	pdf	0,666

Archives d'intervention

Source	Page	Type	Score
rapport_intervention_boucle_analogique.txt	N/A	txt	0,767
rapport_intervention_pression_air.txt	N/A	txt	0,608