



AUDIT D'OPPORTUNITÉ IA

Fonction Maintenance & fiabilité

Où l'IA réduit les arrêts et fiabilise le parc, et où elle n'apporte rien

Client	Groupe [REDACTED]
Secteur	Agroalimentaire et transformation
Périmètre	5 usines · 260 équipements critiques
Fonction audité	Maintenance & fiabilité
Date	Août 2026
Réalisé par	Camille Roche · Assets4.0 · Strategy & Industrial AI

Document confidentiel. Le nom du groupe et de ses sites a été masqué à la demande du client.

Ce qu'il faut retenir

Les arrêts non planifiés coûtent 3,6 M€ par an au groupe. L'IA peut en récupérer une partie, à condition de commencer petit, là où les données sont prêtes, et de ne généraliser qu'après preuve.

3,6 M€ coût des arrêts non planifiés, par an	~530 k€ gain net par an, à terme et sous conditions	1,1 M€ coût total du programme sur 3 ans	~32 mois pour rentabiliser
---	--	---	--------------------------------------

Les trois décisions attendues

- **Lancer un pilote sur le Site A.** Le mieux préparé du groupe. Investissement limité, premier résultat au mois 4.
- **Engager sans attendre le socle de données.** Identifiants d'équipements et historiques de panne : le pilote en dépend.
- **Ne débloquer la suite que si le pilote réussit.** Le déploiement aux autres usines, et son budget, sont conditionnés aux résultats.

Sommaire

Chaque titre ci-dessous est un lien cliquable. Le détail des calculs et des sources figure en annexe.

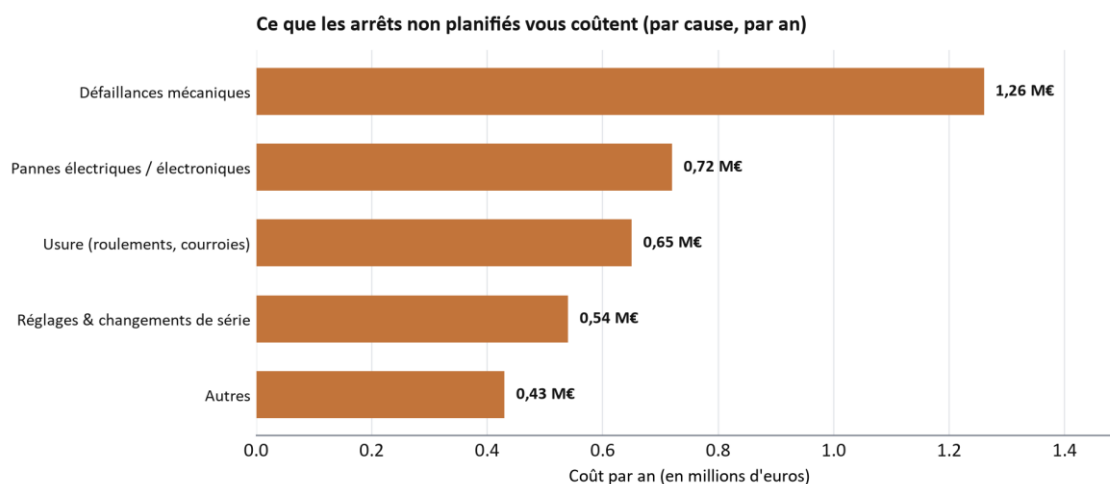
Les arrêts coûtent 3,6 M€ par an	3
Le Site A est le meilleur point de départ	4
Trois opportunités justifient un investissement	5
Le programme se rentabilise en ~32 mois	6
Quatre prérequis conditionnent le succès	7
Un déploiement en quatre vagues sur 18 mois	8
Cinq risques, et ce que nous faisons	9
La décision attendue	10
Annexes	11

Les arrêts coûtent 3,6 M€ par an

Le groupe subit environ 12 000 heures d'arrêt non planifié par an sur ses 260 équipements critiques. Ce total est la somme des cinq usines, pas une estimation globale.

Indicateur (5 usines)	Aujourd'hui	Objectif à 18 mois
Disponibilité des équipements	88 %	92 %
Temps moyen de réparation	4,8 h	3,8 h
Part des pannes subies (non prévues)	55 %	40 %
Coût des arrêts non planifiés	3,6 M€ / an	à réduire

Où l'argent se perd



Trois constats

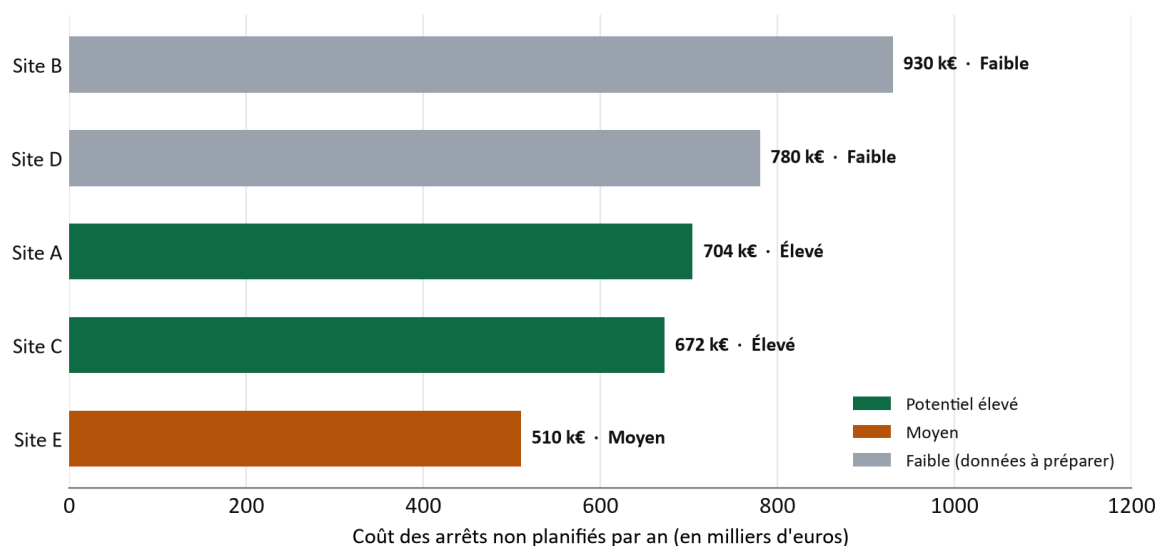
- **Une maintenance surtout corrective** : plus de la moitié des arrêts sont subis (55 %) : la maintenance réagit plus qu'elle n'anticipe.
- **Un savoir-faire dans les têtes** : le temps de réparation va de 3,2 h à 6,1 h selon l'usine ; le diagnostic dépend de l'expérience de chacun.
- **Des données présentes mais non reliées** : un même équipement porte des identifiants différents selon le logiciel, ce qui empêche de croiser les données.

Le Site A est le meilleur point de départ

Les cinq usines ne se ressemblent pas. Les plus grosses pertes ne sont pas là où l'IA est la plus applicable : le choix du point de départ se joue sur la fiabilité des données autant que sur les pertes.

Indicateur	Site A	Site B	Site C	Site D	Site E
Disponibilité	91 %	86 %	90 %	84 %	89 %
Temps moyen de réparation	3,2 h	5,4 h	3,8 h	6,1 h	4,3 h
Coût des arrêts (k€/an)	704	930	672	780	510
Données fiables ?	Oui	Non	Oui	Non	Partiel
Potentiel IA	Élevé	Faible	Élevé	Faible	Moyen

Où sont les pertes, et où l'IA est applicable



Pourquoi le Site A

- **Données exploitables.** Les meilleures données du groupe et 68 % du parc critique déjà instrumenté.
- **Pertes réelles à adresser.** 704 k€ d'arrêts par an, surtout sur des familles répétitives (pompes, compresseurs).
- **Répliquable ensuite.** Les mêmes familles d'équipements existent sur les Sites C et E, sous réserve de vérifier leurs conditions de fonctionnement.
- **Les Sites B et D attendent.** Leurs pertes sont élevées, mais leurs données ne sont pas prêtes : ils passent d'abord par une remise à niveau.

Trois opportunités justifient un investissement

Six pistes ont été étudiées. Trois sont retenues, trois sont écartées à ce stade. Voici les trois retenues, avec la décision associée.

DÉCISION : PILOTE	DÉCISION : GAIN RAPIDE	DÉCISION : À PRÉPARER
~446 k€ par an	~220 k€ par an	~40 k€ par an
Maintenance prédictive Détecter certaines pannes avant qu'elles n'arrêtent la production, sur les équipements répétitifs. Pourquoi maintenant : historique et capteurs déjà exploitables sur le Site A.	Assistant de diagnostic Aider les techniciens à identifier plus vite l'origine d'une panne et à redémarrer plus tôt. Pourquoi maintenant : historique des interventions et documentation déjà disponibles.	Prévision des pièces Réduire les ruptures de pièces et les stocks inutiles (plus une libération de trésorerie ponctuelle). Pourquoi maintenant : valeur plus modeste, à embarquer une fois le socle de données en place.

Ce que nous écartons, et pourquoi

Piste écartée	Pourquoi	Décision
Jumeau numérique de ligne	Données encore insuffisantes, retour incertain.	Reporter
Analyse des causes racines	Une méthode classique suffit ; l'IA n'ajoute rien à ce stade.	Méthode classique
Optimisation du préventif	Une revue de la maintenance préventive est plus sûre qu'un modèle d'IA.	Méthode classique

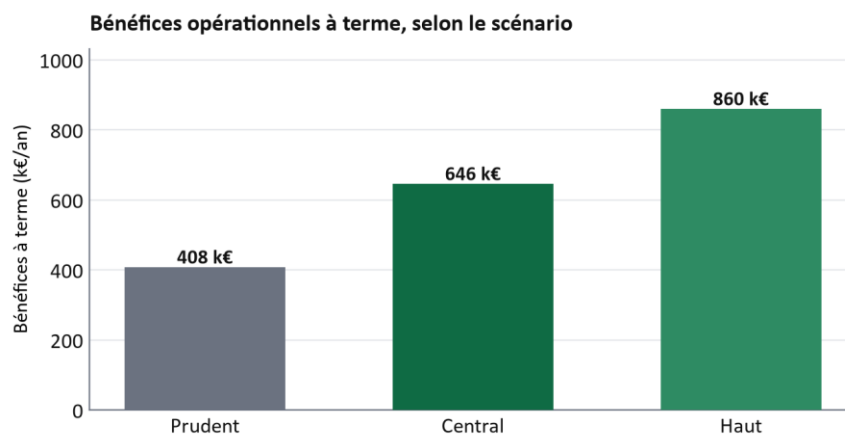
Écarter ces pistes n'est pas renoncer à la valeur : les causes racines et le préventif seront traités, mais par une méthode plus sûre et moins coûteuse que l'IA à ce stade.

Le programme se rentabilise en ~32 mois

Le raisonnement tient en cinq lignes. L'investissement est un coût total sur trois ans ; les bénéfices sont ceux du parc à maturité, une fois toutes les usines éligibles équipées.

Élément	Montant
Investissement (coût total sur 3 ans)	1,1 M€
Bénéfices opérationnels à terme	646 k€ / an
Moins les coûts récurrents d'exploitation	- 120 k€ / an
Gain net à terme	~530 k€ / an
Retour sur investissement	~32 mois

Trois scénarios (bénéfices opérationnels à terme)



Un chiffre à terme, pas une promesse immédiate

- Le pilote (Site A) démontre d'abord ~90 k€/an sur un périmètre limité. C'est ce chiffre, modeste et vérifiable, qui est engagé maintenant.
- Le gain de ~530 k€/an suppose la réplication réussie aux autres usines. Le budget des vagues suivantes n'est débloqué qu'après confirmation au mois 4.
- Les bénéfices ne sont pas additionnés naïvement : les chevauchements entre leviers sont retirés. Le détail figure en annexe.

Quatre prérequis conditionnent le succès

La réussite ne dépend pas de la technologie mais de la préparation. Quatre chantiers doivent être engagés avant, ou pendant, le pilote.

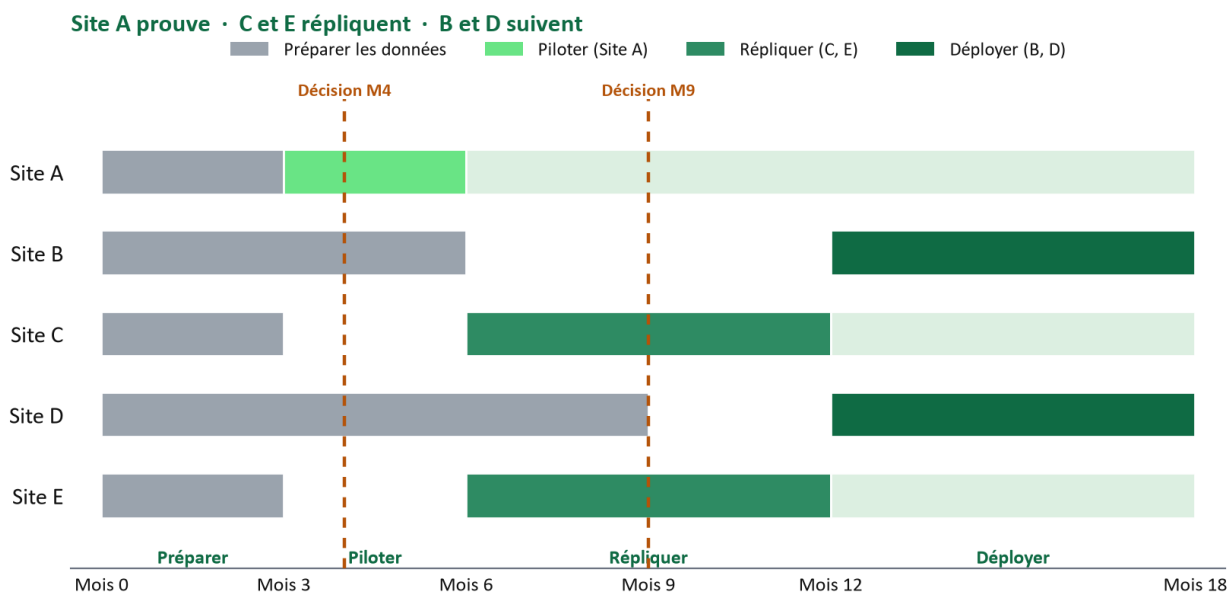
Prérequis	Ce qu'il faut faire	Effort
Unifier les identifiants d'équipements	Un référentiel unique reliant chaque équipement entre les logiciels (aujourd'hui il porte trois noms différents).	4 à 6 sem.
Fiabiliser les historiques de panne	Documenter les causes avec des codes normalisés, et non en texte libre.	En continu
Compléter les capteurs nécessaires	Instrumenter les équipements critiques ciblés là où il en manque.	Selon le site
Sécuriser les connexions industrielles	Faire valider chaque raccordement par la sécurité avant de connecter les capteurs.	Avant raccord.

Le prérequis le plus bloquant : l'identifiant unique

- Un même équipement porte trois identifiants selon le logiciel (gestion, mesures, capteur). Résultat : 31 % des événements demandent une remise en correspondance manuelle avant toute analyse.
- **Sans ce référentiel unique, la maintenance prédictive est impossible.** C'est le premier chantier à engager, porté par la maintenance, l'informatique industrielle et la DSI.

Un déploiement en quatre vagues sur 18 mois

Les cinq usines ne démarrent pas ensemble. Le Site A prouve, les Sites C et E répliquent, les Sites B et D corrigent d'abord leurs données. Deux points de décision (mois 4 et mois 9) conditionnent la suite.



Vague	Usines concernées	Résultat attendu	Point de décision
Préparer (M0–M3)	Les 5 usines	Données fiables, identifiants unifiés	-
Piloter (M3–M6)	Site A	Premières pannes anticipées, réparation plus rapide	Décision au mois 4
Vérifier et répliquer (M6–M12)	Sites C puis E	Valeur confirmée, coût de réplication validé	Décision au mois 9
Déployer (M12–M18)	Sites B et D	Généralisation aux équipements éligibles	-

Une vague ne se déclenche que si la précédente a tenu ses objectifs. Les Sites B et D ne reçoivent l'IA qu'après la remise à niveau de leurs données. Le détail (coûts, responsables, critères de passage) figure en annexe.

Cinq risques, et ce que nous faisons

Un programme de cette taille comporte des risques. Les trois premiers doivent être traités avant le pilote. Chacun a une mesure de maîtrise et un responsable ; la cotation détaillée figure en annexe.

Risque	Niveau	Ce que nous faisons
Historiques de panne insuffisants	Critique	Fiabiliser les données avant le pilote.
Identifiants d'équipements non alignés	Critique	Constituer un référentiel unique.
Cybersécurité des systèmes industriels	Élevé	Faire valider chaque connexion avant raccordement.
Alertes d'IA incorrectes	Élevé	Garder la décision à l'humain ; seuils prudents.
Adoption par les techniciens	Élevé	Co-concevoir avec les équipes, former, piloter petit.

Les autres risques (dépendance fournisseur, coût de réplication, perte de performance des modèles dans le temps) sont suivis avec la même méthode : voir l'annexe des risques.

La décision attendue

Trois décisions suffisent pour engager le programme. Elles sont volontairement séquencées : on n'engage la valeur importante qu'une fois la preuve faite.

1. Valider le pilote sur le Site A

- Familles pompes et compresseurs, sur un périmètre limité. Premier résultat mesurable au mois 4.

2. Engager le socle de données sans attendre

- Référentiel unique des identifiants et fiabilisation des historiques : ces chantiers conditionnent tout le reste et n'attendent pas le pilote.

3. Ne débloquer la suite qu'après preuve

- Le déploiement aux autres usines, et son budget, ne sont engagés que si le pilote atteint ses objectifs au mois 4.

Chaque recommandation de ce rapport renvoie à un constat de l'audit et à un calcul reconstituable. Le détail (méthode, sources, hypothèses, détail par usine, cotation des risques) figure dans les annexes qui suivent.

Annexes

Le rapport principal tient en dix pages. Les annexes rassemblent la méthode, les sources et le détail des calculs, pour permettre à vos équipes de refaire chaque chiffre.

A. Méthode et sources

Chaque chiffre de ce rapport est reconstituable. Le tableau ci-dessous indique d'où vient chaque donnée et son niveau de preuve.

Élément	Source et méthode	Preuve
Périmètre	5 usines, 260 équipements critiques (moteurs, pompes, compresseurs, convoyeurs, conditionnement).	Mesuré
Heures d'arrêt	Extraction du logiciel de maintenance sur 36 mois, arrêts non planifiés, moyenne annualisée par site.	Mesuré
Coût d'une heure d'arrêt	Marge perdue nette de rattrapage, validée avec le contrôle de gestion (280 à 320 €/h).	Calculé
Disponibilité et temps de réparation	Moyennes pondérées (par heures planifiées et par nombre d'interventions), pas des moyennes simples.	Calculé
Gains attendus	Base adressable par cause d'arrêt, réduite d'un taux prudent, après détectabilité (annexe C).	Hypothèse
Cibles (92 %, 3,8 h, 40 %)	Dérivées du meilleur site, du modèle de gains et d'une référence sectorielle (annexe C).	Calculé

Niveaux de preuve. Mesuré : extraction directe. Calculé : dérivé par une formule. Déclaré : entretien non recoupé. Hypothèse : paramètre de modèle borné par un scénario. Benchmark : référence externe.

Coût économique d'une heure d'arrêt

280 à 320 €/h selon le site, validé avec le contrôle de gestion. La marge perdue est nette de la production rattrapable (stock tampon, heures supplémentaires) ; elle n'est donc pas la marge horaire brute.

B. Détail par usine et règles de notation

Indicateur	Site A	Site B	Site C	Site D	Site E
Disponibilité	91 %	86 %	90 %	84 %	89 %
Temps moyen de réparation	3,2 h	5,4 h	3,8 h	6,1 h	4,3 h
Interventions correctives / an	210	340	190	300	150
Qualité des données (/5)	4/5	2/5	3/5	1/5	3/5
Couverture capteurs	68 %	25 %	55 %	15 %	45 %
Coût des arrêts (k€/an)	704	930	672	780	510
Préparation des données (/100)	75	34	58	18	54

Règle du potentiel IA. Préparation des données = 60 % x (qualité GMAO /5) + 40 % x (couverture capteurs). Potentiel « Élevé » si préparation ≥ 55/100 ET pertes ≥ 600 k€ ; « Faible » si préparation < 40 ; « Moyen » sinon. Le score combine donc la valeur (pertes adressables) et la faisabilité (données disponibles).

Notation de la qualité des données (/5). Pondération : Complétude des interventions saisies 30 % · Codification normalisée des pannes 25 % · Qualité des identifiants d'équipement 20 % · Profondeur de l'historique 15 % · Cohérence de l'horodatage 10 %.

Niveaux : 1 Inexploitable · 2 Faible · 3 Partiellement exploitable · 4 Exploitable avec corrections limitées · 5 Prêt pour industrialisation.

C. Comment sont calculés les gains

Toute panne mécanique ou électrique n'est pas détectable à l'avance. On descend d'un cran : cause → mode de défaillance → signal disponible → base réellement adressable.

Mode de défaillance	Coût k€	Signal exploitable	Prédictible ?	Base adressable k€
Roulements & paliers	520	Vibration, température	Oui	520
Pompes & étanchéité	430	Vibration, pression	Oui	430
Réducteurs & engrenages	310	Vibration	Oui	310
Moteurs électriques	400	Courant, thermographie	Partiel	240
Courroies & transmissions	240	Vibration, courant	Partiel	120
Usure diverse (glissières, vérins)	410	Hétérogène	Partiel	164
Défauts électriques brutaux	320	Signal insuffisant	Non	0
Total	2630			1784

Sur 2,63 M€ d'arrêts subis, 1784 k€ (~1,78 M€) sont réellement adressables. Réduction prudente de 25 % → 446 k€/an à maturité groupe.

La base dépend du périmètre prêt (pilote → groupe)

Périmètre	Base adressable (k€)	Gain prédictif (k€/an)
Pilote (Site A)	263	66
A + C (données prêtes)	513	128
Groupe à maturité (après mise à niveau B/D/E)	1784	446

Détail de l'assistant de diagnostic

Élément	Valeur	Base
Interventions complexes / an	≈ 476	40 % des interventions correctives du groupe
Temps de diagnostic gagné	≈ 5,3 h	par intervention complexe, via l'assistant
Heures technicien libérées	≈ 2 500 h	476 x 5,3 h
Coût horaire chargé technicien	60 €/h	contrôle de gestion
Gain temps technicien	150 k€/an	2 500 h x 60 €/h
Production récupérée (redémarrage plus tôt)	≈ 230 h	diagnostic plus rapide sur arrêts critiques
Valeur horaire de production	300 €/h	marge économique horaire
Gain production	70 k€/an	230 h x 300 €/h
Total assistant de diagnostic	220 k€/an	150 + 70

Détail de la prévision des pièces

Élément	Valeur	Base
---------	--------	------

Élément	Valeur	Base
Stock de pièces immobilisé	≈ 1,5 M€	inventaire GMAO
Ruptures / achats urgents évités	40 k€/an	P&L récurrent : attentes de pièce et surcoûts d'approvisionnement
Réduction du stock dormant	≈ 60 k€	BFR : libération de trésorerie, non récurrente, hors run-rate

D'où viennent les cibles

Indicateur	Aujourd'hui	Cible	Comment la cible est fixée
Disponibilité des équipements	88 %	92 %	Borne = meilleur site du groupe (Site A, 91 %) porté à 92 % par la réduction des arrêts subis. Référence agroalimentaire : 90 à 93 % (1er quartile).
Temps moyen de réparation (MTTR)	4,8 h	3,8 h	MTTR pondéré actuel 4,8 h, réduit de 20 % par l'assistant de diagnostic ($4,8 \times 0,8 = 3,8$ h).
Part des pannes subies (non prévues)	55 %	40 %	La maintenance prédictive convertit en planifié un quart des arrêts subis ($55 \% \times 0,75 \approx 40 \%$).

D. Business case détaillé

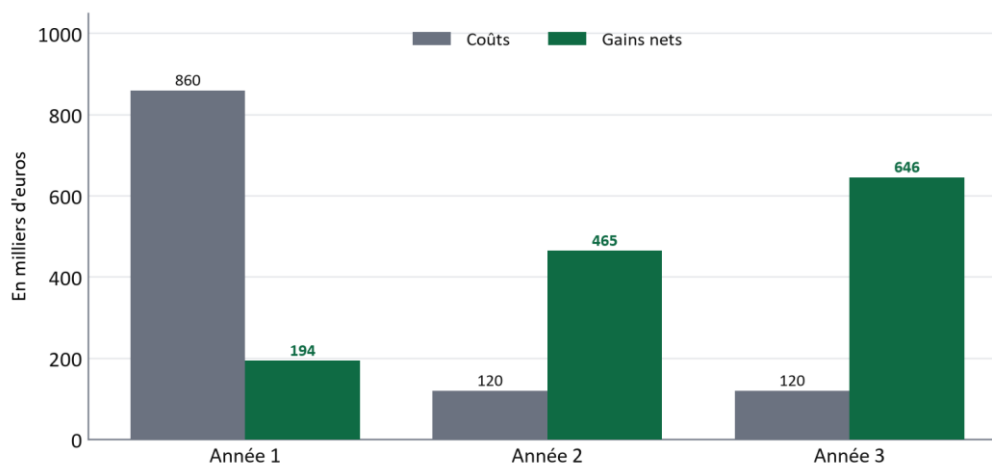
Poste de coût	Montant (k€)	Nature
Capteurs & instrumentation	220	Initial (équipement)
Plateforme & licences (3 ans)	210	Récurrent
Intégration GMAO / Historian & préparation des données	180	Initial
Développement du pilote (intégrateur)	160	Initial
Maintenance des modèles & support (3 ans)	150	Récurrent
Traitement en périphérie (Edge) & infrastructure	90	Initial (équipement)
Conduite du changement & formation	90	Initial
Coût total sur 3 ans	1100	

Coûts initiaux (mise en œuvre) : 740 k€ · coûts récurrents (3 ans) : 360 k€ · budget de déploiement 18 mois : 920 k€ · coûts récurrents annuels après déploiement : 120 k€. Classification Initial / Récurrent, à confirmer avec la Direction Financière pour le traitement comptable (immobilisation ou charge). L'équipement physique (capteurs, Edge) représente ~310 k€ ; le reste est de l'intégration, du développement et de l'exploitation.

Hypothèses des scénarios

Variable	Prudent	Central	Haut
Réduction des arrêts subis (prédictif)	18 %	25 %	32 %
Réduction du MTTR (assistant)	12 %	20 %	25 %
Adoption par les techniciens	65 %	80 %	90 %

Résultat (bénéfices opérationnels à terme) : prudent 408 k€ · central 646 k€ · haut 860 k€. Trajectoire sur 3 ans : ratio bénéfices/coûts 1,2 x, retour ~32 mois.



E. Comment est calculée la priorité

Critère (poids)	Maint. prédictive	Assistant	Pièces
Valeur économique (25 %)	5/5	3/5	2/5
Préparation des données (15 %)	3/5	5/5	4/5
Faisabilité technique (15 %)	4/5	5/5	4/5
Délai avant premiers résultats (15 %)	2/5	5/5	4/5
Facilité de mise en œuvre (10 %)	2/5	4/5	4/5
Réplicabilité multi-sites (10 %)	5/5	5/5	4/5
Maîtrise du risque (10 %)	3/5	4/5	4/5
Score final (/100)	72	86	70

Score = moyenne pondérée des sept critères, chacun noté de 1 à 5 (note haute = favorable), ramenée sur 100. L'ordre de déploiement intègre aussi les dépendances : l'assistant passe devant car il n'a pas de prérequis lourd, le prédictif attend le socle de données.

F. Risques détaillés (avant et après maîtrise)

Criticité = Probabilité x Impact (chacun de 1 à 5). 1 à 4 faible · 5 à 9 modérée · 10 à 14 élevée · 15 à 25 critique.

Risque	Avant	Mesure de maîtrise	Après	Responsable
Historique de pannes incomplet ou en texte libre	16 (Critique)	Fiabilisation et codes défaut normalisés (Phase 0)	8 (Modérée)	Maintenance + Data
Identifiants d'équipement non réconciliés (ERP / Historian / capteurs)	16 (Critique)	Référentiel maître des équipements (Asset Master Mapping)	6 (Modérée)	OT + DSI
Faux positifs ou faux négatifs des alertes	12 (Élevée)	Seuils prudents, supervision humaine, montée en charge	6 (Modérée)	Lead fiabilité
Dérive des modèles dans le temps	9 (Modérée)	Suivi de performance et ré-entraînement planifié	4 (Faible)	MLOps
Cybersécurité des systèmes industriels (OT)	12 (Élevée)	Segmentation réseau, norme IEC 62443, revue avant raccordement	6 (Modérée)	RSSI / OT
Couverture capteurs insuffisante sur certains sites	12 (Élevée)	Instrumentation ciblée des équipements critiques	6 (Modérée)	Maintenance
Adoption par les techniciens	12 (Élevée)	Co-construction, pilote limité, formation	6 (Modérée)	Directeur de site

Risque	Avant	Mesure de maîtrise	Après	Responsable
Dépendance à l'intégrateur ou au fournisseur	6 (Modérée)	Standards ouverts, réversibilité, montée en compétence interne	4 (Faible)	DSI
Coût de réplication sous-estimé	9 (Modérée)	Modèle de coût par site validé au pilote	4 (Faible)	Sponsor
Rester au stade du pilote (pas de généralisation)	12 (Élevée)	Jalons Go/No-Go, budget conditionné aux résultats	6 (Modérée)	Sponsor

G. Feuille de route détaillée

Vague	Coût	Gain attendu	Propriétaire	Critère de passage	Décision
Fondations (M0–M3)	≈ 250 k€	Prérequis (pas de gain direct)	OT + Data	Qualité data > 90 %, identifiants réconciliés	-
Prouver (Site A) (M3–M6)	≈ 300 k€	≈ 90 k€/an (pilote)	Lead fiabilité	MTTR -15 %, alertes fiables > 80 %	Gate 1 (M4)
Réplicuer (C puis E) (M6–M12)	≈ 300 k€	≈ 300 k€/an cumulé	Lead fiabilité	Coût de réplication par site confirmé	Gate 2 (M9)
Déployer (B et D) (M12–M18)	≈ 250 k€	≈ 530 k€/an net récurrent à terme	Sponsor	Généralisation aux familles éligibles	-

Gate 1 · Mois 4 (Fin du pilote Site A) : ≥ 95 % des identifiants d'équipement du périmètre pilote réconciliés · ≥ 90 % des données du pilote exploitables (codes défaut, horodatage) · Précision des alertes > 80 % et taux de fausses alertes < 15 % · Business case du pilote confirmé sur les familles pompes / compresseurs.

Gate 2 · Mois 9 (Site A industrialisé, Site C préparé) : MTTR du Site A réduit d'au moins 15 % · Adoption : > 70 % des interventions passent par l'assistant · Coût de réplication par site confirmé (modèle validé au pilote) · Site C au niveau de données requis pour démarrer.

H. Périmètre et limites de l'audit

Point	Détail
Sites visités	3 sur 5 (A, C, E). Sites B et D analysés sur dossier et extractions à distance.
Entretiens	9 entretiens : 5 responsables maintenance, 2 méthodes / fiabilité, 1 DSI / OT, 1 contrôle de gestion.
Données exploitées	36 mois d'historique GMAO ; Historien sur les sites instrumentés ; inventaire pièces ERP.
Données manquantes	Historique capteurs < 12 mois sur B et D ; codes défaut partiels sur D.
Reposant sur déclaration	Disponibilité du Site B (relevés partiels) ; volontariat de l'équipe A (entretien direction).
Hors périmètre	Sécurité machine, conformité réglementaire produit, optimisation énergétique, GPAO.

I. Glossaire

Terme	Définition
GMAO	Gestion de maintenance assistée par ordinateur : le logiciel qui enregistre interventions, pannes et équipements.
Historien	Base de données qui archive les mesures des capteurs de production dans le temps.
MTTR	Mean Time To Repair : temps moyen de réparation d'une panne.
Arrêt subi	Arrêt non planifié (panne), par opposition à un arrêt planifié (maintenance préventive).
Maintenance prédictive	Anticipation des pannes à partir des signaux des capteurs, avant la défaillance.

Terme	Définition
RCM	Reliability Centered Maintenance : méthode de fiabilité qui optimise le préventif sans modèle statistique.
OT	Operational Technology : les systèmes informatiques industriels (automates, capteurs, réseaux d'usine).
DSI / RSSI	Direction des systèmes d'information / Responsable de la sécurité des systèmes d'information.
Edge	Traitement des données en périphérie, au plus près des machines, plutôt que dans le cloud.
Dérive (drift)	Perte de précision d'un modèle quand les conditions changent ; impose un ré-entraînement.
Référentiel maître des équipements	Table unique reliant les identifiants d'un même équipement entre les systèmes (Asset Master Mapping).
Jalon Go/No-Go (gate)	Point de décision où l'on vérifie des critères avant de débloquer la tranche de budget suivante.
IEC 62443	Norme internationale de cybersécurité des systèmes industriels.
TCO	Total Cost of Ownership : coût complet sur la durée (mise en œuvre + exploitation).
BFR	Besoin en fonds de roulement : trésorerie immobilisée, ici dans le stock de pièces.