

Rédigé par Jean-Paul SOURIS
CEO de S.CONSULTANTS SAS
www.sigmaxer.fr
5, Rue des Genêts
78113 ADAINVILLE

7^{th series}

0 1 . 0 1 . 2 0 2 4

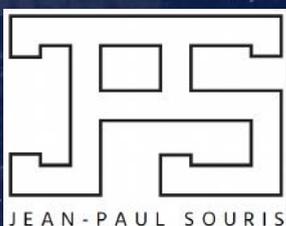
INFORMATIQUE EN MAINTENANCE

Approche systémique

PROSPECTIVE DIAGDEF DE MAXER

CONTACT

JP SOURIS
00 33 6 80 30 56 43
jps@sigmaxer.fr
www.sigmaxer.fr



LIVRE BLANC

CONTENU

1 ▶

Applications dans le Cycle de Vie

2 ▶

L'AMDEC et ses Limites

3 ▶

Les GMAO et leurs limites

4 ▶

Les Méthodes de résolutions de problèmes

5 ▶

La Méthode MAXER

6 ▶

Prospective avec DIAGDEF

7 ▶

Mise en oeuvre coordonnée

1. Applications dans le cycle de vie

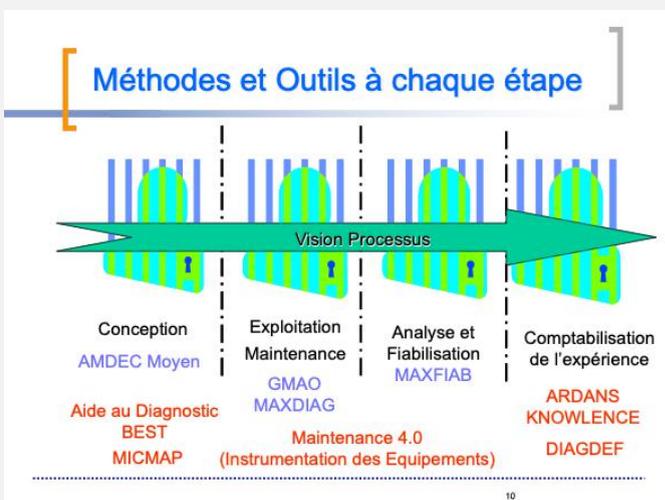
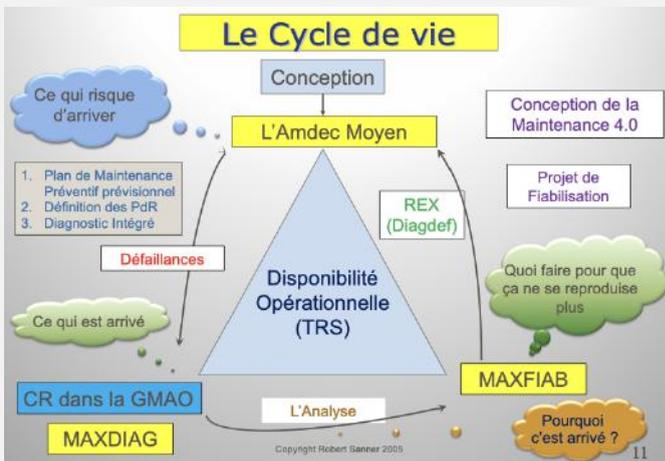
La politique de Maintenance commence par définir ce qu'il faut faire pour assurer, dans le temps, la Disponibilité Opérationnelle des équipements, selon les exigences de l'Exploitation et des Clients.

Sont à la disposition de la Maintenance, des applications informatiques en fonction des industries comme, l'AMDEC Moyens, l'Hazop, mais plus fondamentaux, comme les Analyses Préliminaires de Risque, les Root Causes Analysis, etc, mais qui ne sont que des démarches Inductives, basées sur des bases de données d'expériences, plus où moins fiables d'ailleurs. Sans cela tout ce qui aurait été prévu n'aurait engendré aucune défaillance non prévue.... Mais ce n'est pas le cas !

Donc, elles sont sensées prévoir tout ce qui risque d'arriver dans le futur. On ne peut que constater qu'on en est loin !

Mais le problème, c'est qu'elles sont utilisées indépendamment des unes des autres avec des textes non structurés, avec des vocabulaires dépendants de ceux qui font les études, et parfois incohérents pour dire la même chose dans des applications différentes.

Mais il y a pire avec les applications dans le vécu et le REX !!



Jean-Paul SOURIS

2. L'AMDEC et ses limites

Dans le processus du Cycle de Vie, la première étape est au stade de la conception, et concerne l'AMDEC, qui est avant, tout une méthode inductive. En conséquence, elle est complètement inefficace pour faire des Diagnostics..

Il y a plusieurs manières de réaliser des études AMDEC, soit simplement avec des outils bureautiques, comme Excel, où avec des outils plus professionnels développés sur des bases de données relationnelles. En Maintenance, on a besoin d'une AMDEC Moyen et non Process, ni Produit.

De toute façon dans les deux cas, si une Analyse Fonctionnelle n'a pas été faite, le résultat de l'étude n'a qu'une finalité, la poubelle... D'autant que les calculs de la Criticité, ne prennent pas toujours en compte des conditions d'exploitation, ce qui affaiblit sensiblement la fiabilité des résultats du calcul de la Criticité.

On constate, que quelques soient les applications, les vocabulaires utilisés ne sont pas le mêmes, ce qui est déjà une aberration d'incohérence, qu'on va retrouver ce problème dans les comptes-rendus de "dépannage" dans les GMAO.

Mais admettons que ces informations d'Objets, de Défauts, de Diagnostic, etc, soient fiables, pourquoi ne sont-elles pas intégrées dans les bases de données des GMAO, qui sont sensées être utiles pour Fiabiliser !!.

Il serait utile de réfléchir à la cohérences des vocabulaires dans les informations utilisables dans les étapes du Cycle de vie, afin d'éviter des interprétations personnelles.

Il est logique que dans une AMDEC, on recherche la Cause du Mode de défaillance, et qu'on se pose des questions sur comment la détecter, et que dans les GMAO, on ne retrouve par cette logique d'enchaînement de l'explication de la chaine Causale.

Heureusement que le logiciel DIAGDEF, qui est le support informatique de la formation MAXER, remet à jour ces incohérences en étant la seule application à aller jusqu'à l'identification de la Cause Première.

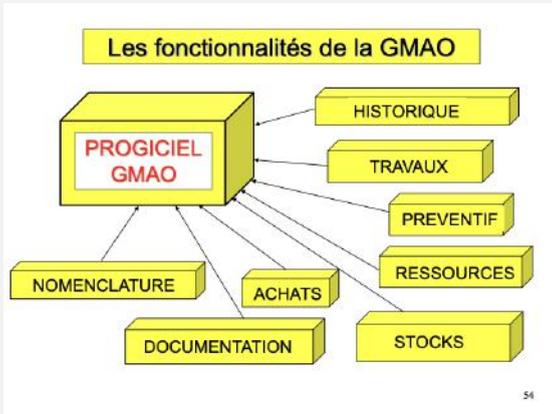
L'avenir de l'AMDEC est d'évoluer dans le sens d'identifier les capteurs utiles pour surveiller les Modes de défaillances potentiels des Objets à risques. En particulier les actionneurs principaux et les éléments comme les filtres, les capteurs .

Il pourrait s'appeller MICMAP

SOUS-ENSEMBLE	ORGANE	Mode de Défaillance Intrinsèque	Phénomène Physique à surveiller	Capteur	Actions IND. Programmation	
Groupe Moto Pompe	Moteur Triphasé	Vibration	Déséquilibre du rotor	Vibration	Analyse de Vibration	
			Dégradation des roulements/paliers	Vibration	Analyse de Vibration	
		Echauffement	Défaut d'isolement	Température	Thermographie IR	
		Grogement	Fonctionnement sur deux phases	Température	Thermographie IR	
	Accouplement	Désalignement	Desserrage des fixations	Bruit	Sonomètre	
			Usure des vannes	Bruit	Sonomètre	
	Pompe	Vibration	Usure des aubes, rotor	Vibration	Analyse de Vibration	
			Desserrage des fixations vannes d'entrée et de sortie			
		Cavitation	Encrassement du filtre à l'aspiration	Indicateur de colmatage, Delta P		Préventif systématique
			Niveau du réservoir trop bas	Compteur de niveau		
		Démarrage avec vanne d'aspiration fermée		Conditions de démarrage avec position des vannes		
		Fuite de garniture	Ultra-sons	Pistolet Ultra-sonore		

AMDEC	GMAO
Effet constaté	Symptômes
Mode de défaillance	???? (Profil de Panne dans SAP)
Causes du Mode	Causes de panne ?
Détection	??? (N'existe pas)
Actions correctives ou préventives	Remèdes

3. Les GMAO et leurs limites



Dans l'intitulé des GMAO, il y a le G, qui veut dire Gestion, mais de quoi ? Des fonctions d'Activités, de Documents, de Pièces de Rechange, de Plannings d'Intervention de préventif, etc, mais aucunement de la Gestion de la Fiabilité,... Le point G manquant ?

La structure des Comptes-rendus d'intervention en dépannage, n'est pas structurée, mais essentiellement réalisée sous la forme de commentaires libres dépendants de l'intervenant..

Le Diagnostic Rationnel (1/2)

- Phase 1 : Bien décrire le Symptôme :**
La description du Symptôme proposée par l'exploitant de l'équipement, n'est pas forcément très explicite, ni clair, voir imprécis. Il faut donc s'informer plus profondément, c'est le **Rôle des Questions** : (Qui, Quoi, Où, Quand, Comment).
- Phase 2 : Identifier le Flux physique concerné :**
Identifier le Flux qui alimente l'Actionneur concerné, car c'est Lui qui peut expliquer l'apparition du Symptôme. Comprendre la **logique des FLUX**
- Phase 3 : Identifier les Configurations Sans Défaut (CSD)**
Rechercher les **Fonctions** qui continuent à bien fonctionner, dans leurs **Configurations et Modes de Fonctionnement**.
- Phase 4 : Rechercher les Causes possibles et identifier la Cause de la panne**
Ne décrire que les **Causes possibles** qui expliquent directement chaque **Objet/Défaut**
- Phase 5 : Chercher les Antécédents :**
S'informer sur tout ce qui a pu **se passer avant** et entrainer un **Changement** (Matière première, modifications des réglages, interventions de maintenance précédentes, préventives ou correctives)

Copyright Robert Banner 2005 26

Très peu de logiciels utilisent des bases de données d'Objets, de Défauts (Modes de défaillances, utilisés dans la AMDEC Moyens au stade de la conception). De plus, le vocabulaire des GMAO; c'est Cause, Effet, Remède, ce qui est complètement incohérent, car lors de la constatation d'un problème, on constate en priorité un Symptôme qu'on va expliquer par une Cause, par un Objet qui a un Défaut, en on explique ce qu'on a fait pour remettre en service l'installation, avec deux types d'interventions, Correctives où Palliatives. Et puis c'est tout !!

Le Diagnostic Rationnel (2/2)

- Phase 6 : Chercher les Disparités**
Chercher les Disparités de **Lieux** (comparer des machines identiques au même moment) et des Disparités de **Temps** (Rechercher des moments où ça marche bien dans des **Configurations et/ou des Modes de fonctionnement**)
- Phase 7 : Vérifier si la Cause de la panne est bien la bonne**
Faire les vérifications logiques (**les 5 sens**), par exemple, si on a changé un composant, revenir à celui qui a été changé, faire des comparaisons de spécifications dimensionnelles, physico-chimiques, ..)
- Phase 8 : Chercher (éventuellement) des Concomitances**
Rechercher des Evénements Extérieurs, locaux, périodiques, cycliques, qui pourraient expliquer l'apparition du Symptôme, si on reste bloqué dans son raisonnement
- Phase 9 : Remédier, remettre en état**
Rechercher des actions Palliatives (On agit sur l'Effet) ou Correctives (On change à l'identique), afin de remettre en état de bon fonctionnement et éliminer le Symptôme. Nota : On conserve le terme **Curatif à l'élimination de la Cause première**
- Phase 10 : Faire un Compte-Rendu dans la GMAO**
Il est nécessaire de faire rapidement un compte-rendu dans la GMAO, en indiquant si possible le raisonnement et les actions qui ont été faites. La suite sont les processus d'Analyse et de Fiabilisation pour rechercher la **Cause première**

Copyright Robert Banner 2005 27

Les GMAO n'enregistrent uniquement ce qui c'est passé, mais pas comment, ni pourquoi !!

De plus, une grande majorité des Techniciens de "Dépannage", n'ont été formés aux Etapes du Diagnostic Rationnel que propose la Méthode MAXER dans son module MAXDIAG. Et donc incapables d'utiliser un vocabulaire structuré pour faire leurs comptes-rendus.

4. Les méthodes de résolution de problèmes en Maintenance



L'objectif de la maintenance, et de ne plus en faire de manière Corrective, comme les Pompiers d'ailleurs, c'est à dire de tout faire pour que les problèmes n'arrivent pas.

C'est ce qu'on appelle le Préventif, mais en Maintenance la politique de préventif n'est pas fiable, car elle est conçue de manière hétérogène, soit sur des bases d'AMDEC parfois plus ou moins justes, (voir le chapitre 2 précédent), soit l'expérience passée (Mais en cas de changement fondamental de technologie, c'est peut d'utilité..), et également les recommandations des constructeurs (Mais où est leur crédibilité de proposer des actions sur des installations qu'ils n'ont jamais exploitées...)



La conséquence est que d'après les études MBF, RCM, 30% du préventif actuel ne sert à rien et risque d'entraîner de futures "pannes", sur le principe suivant : "MOINS ON TOUCHE AUX MACHINES ET MIEUX ON SE PORTE"

Une des conséquences, quand on externalise du Préventif on dépense 30% de trop...

Comparaisons	
Approche Systémique française	Approche Analytique japonaise
Rôle : Se concentre sur les interactions entre les éléments (Le Défailligramme)	Isolé : Se concentre sur les éléments (Présentation dans un tableau papier)
Considère les effets des interactions (on cherche les conséquences)	Considère la nature des interactions (Étapes par étapes)
S'appuie sur la perception globale (Vision graphique de la chaîne causale)	S'appuie sur la précision des détails (Composants décrits dans le tableau)
Approche efficace lorsque les interactions sont non linéaires et fortes (Utilisation de la logique des Flux (les 5 Ix))	Approche efficace quand les interactions sont linéaires et fortes
Conduit à une action par objectifs (Éliminer la Cause première), et concevoir une base de données de Retour d'Expérience	Conduit à des actions à programmer souvent multiples et basées principalement sur la Cause de la Plume.
Dissocie le Diagnostic de l'Analyse (Les Conseils, le Rôle des questions, la Logique des flux)	Questionnement par les 5P et Ishikawa (qui n'est pas une méthode de résolution de problèmes, mais un graphique de classification de mélange de causes...)

Mais qui met en place les indicateurs pour mesurer toutes ces non-conformités... qui ne sont d'ailleurs quasiment jamais valorisées en Coûts directs et indirects ?

Donc pour Fiabiliser, il faut que le traitement de l'information soit très structuré, et pour cela il faut deux conditions fondamentales :

- Un processus cohérent de l'interprétation du Symptôme
- Des personnes formées au Diagnostic, à l'Analyse et à la Fiabilisation

Comparaisons	
Approche Systémique française	Approche Analytique japonaise
Utilise des fiches pratiques remises aux participants, sur les Conseils, le rôle des Questions, les règles d'élaboration des Défailligrammes	Utilisation d'un tableau Excel, Word, PowerPoint passif, peu exploitable et non triable par mots clés
Anti brainstorming. On ne retient que les Objets/Défauts qui expliquent le Symptôme	Travail en groupe devant un tableau sans mots clés sans formation initiale
Utilise un vocabulaire structuré, disponible dans une base de données (Objets, Défauts, Antécédents, Vérifications, Causes Premières...)	Utilise le vocabulaire courant pas forcément identique et interprétable d'un individu à l'autre
Preise en compte des Antécédents, Dépendances, Concomitances, ...	Rien pour le diagnostic, puisque le tableau n'est pas utilisable en phase de diagnostic
Formalisation graphique de ce qui s'est passé entre l'apparition du Symptôme et la Cause Première	Rien de graphique

Malheureusement sur le marché, aucune méthode n'est accompagnée d'un logiciel qui traite toutes les étapes du processus.

On ne trouve que des applications d'origines Japonaises et/ou Américaines, sans approche systémique, mais avec peu d'efficacité sur des problèmes complexes.

La seule méthode Systémique, de conception Française, est la méthode MAXER et son logiciel spécifique DIAGDEF (sans équivalence), même utilisée par certaines industries Japonaises..

5. La méthode MAXER

Méthode AXée sur l'Amélioration de l'Efficacité du Raisonnement

Les objectifs de la formation MAXER sont :

1. Apporter un processus efficace de résolution de problèmes, avec la participation conjointe des tous les acteurs de la Production, la Maintenance et de la Qualité
2. Mettre en œuvre le processus de Dépannage Rationnel en 10 étapes
3. Fiabiliser les équipements, en réduisant la Fréquence et la Gravité des « pannes » par l'élimination des Causes premières réelles identifiées
4. Augmenter en conséquence, la Disponibilité Opérationnelle des équipements (TRS, OEE)

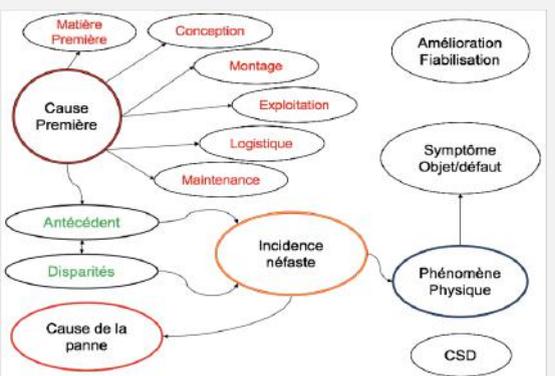
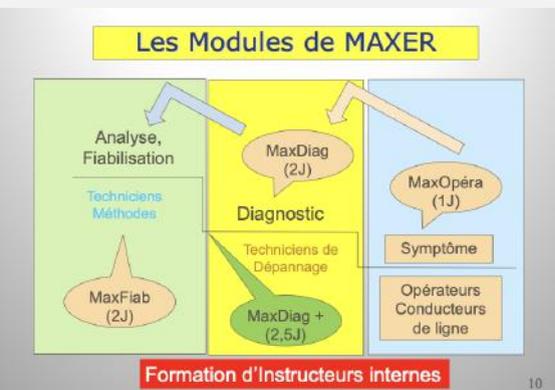
Elle a plusieurs particularités uniques :

- Etre Systémique, c'est à dire intégrer dans une seule démarche, le Diagnostic, l'Analyse et la Fiabilisation avec le même vocabulaire
- Intégrer une approche par la logique des Flux
- Etre supportée par une gestion graphique du raisonnement par une chaine Causale informatisée, **DIAGDEF** (L'après GMAO)
- Etre enseignée par une démarche Inductive qui entraîne la conception des règles de la méthode, sans théorie.
- Amener une Valeur Ajoutée à chaque intervenant

La démarche Inductive de MAXER, consiste à travailler sur des cas réels et non des exercices pédagogiques théoriques, ce qui fait son efficacité reconnue depuis plus de 50 ans..

Les personnels concernés par les modules de la formation **MAXER** :

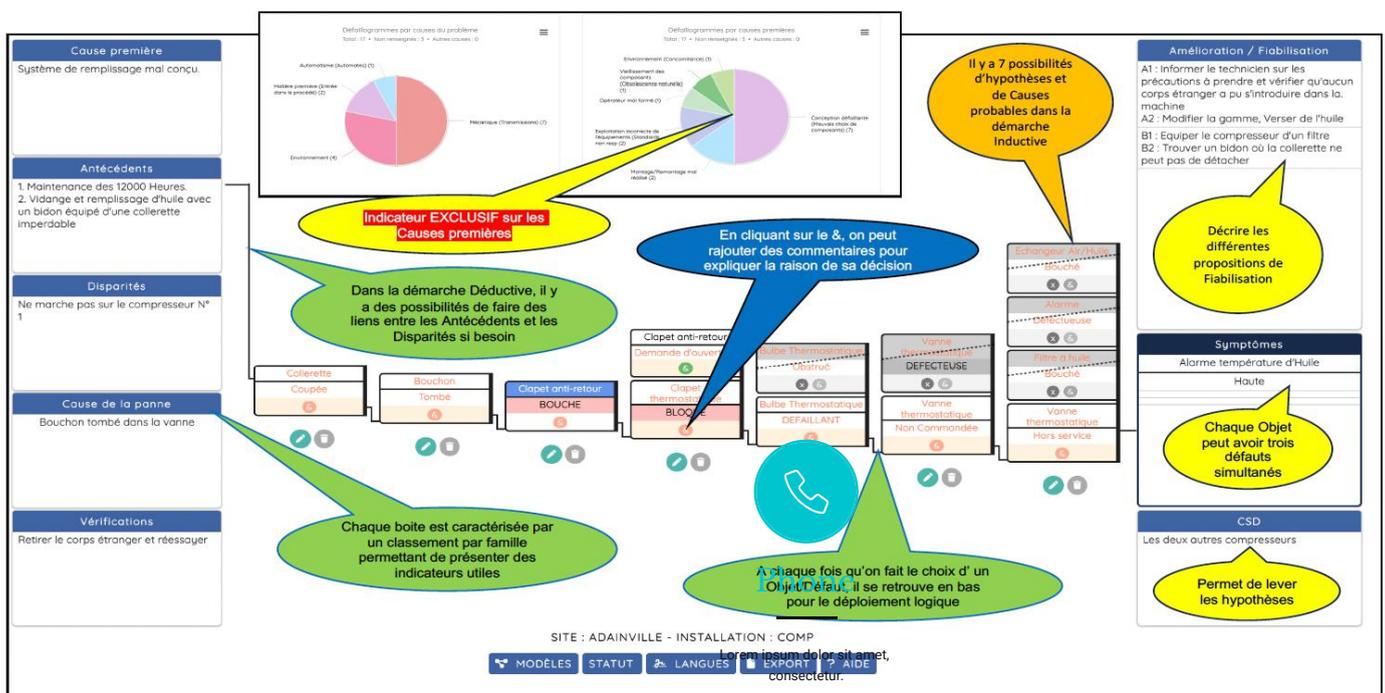
1. Le Management et les Ingénieurs Maintenance, Méthodes et Qualité pour la formation complète MAXER sur 4 jours
2. Les Techniciens d'intervention en dépannage sur le terrain avec la formation **MAXDIAG sur 2,5 jours**, ce qui permet de travailler sur les problèmes présentés par les participants, avec lesquels ils ont rencontré des difficultés à trouver la **vraie Cause** de la panne, mais surtout la **Cause première**, sur des cas graves (Durée de l'arrêt) où répétitives (Fréquence)
3. Les Conducteurs de lignes et Opérateurs **MAXPROD**, sur un ou deux jours en fonction de la technicité des équipements et de l'organisation de la répartition entre la production et la Maintenance (mise en oeuvre de la **TPM** par exemple)



6. Prospective avec DIAGDEF

La méthode **MAXER** possède la particularité d'être supportée par une application informatique qui s'appelle **DIAGDEF**. Cette application a les particularités suivantes :

1. Être basée sur des bases de données d'Objets et de Défauts strictement et uniquement associés, évitant au maximum l'utilisation de textes non structurés
2. Se construire de manière graphique exploitable facilement par ceux qui vont le lire ultérieurement
3. Permettre d'ajouter des commentaires à chaque zone d'Objets/Défauts afin d'approfondir l'explication du fait qu'on conserve ou non la zone Objet/Défaut
4. Regrouper dans une seule application digitalisée, tous les éléments qui traite de la résolution du problème décrit par le Symptôme jusqu'à l'élimination de la Cause première



Les autres spécifications particulières sont les suivantes :

1. Être multilingue, c'est à dire passer d'une langue à une autre à condition que les textes qui ont été utilisés pour la conception du Défailligramme, ont leurs traductions dans la base de donnée.
2. Posséder des bibliothèques paramétrables permettant l'analyse multicritères sur les familles d'Equipements, Objets, Défauts, etc....
3. Réaliser des statistiques sur des familles de Causes de pannes, mais surtout sur des **Causes premières**

Classement des Causes premières

- Conception** (BE/Ingénierie)
- Réalisation** (Assemblage chez le Constructeur)
- Montage** (Chez le Client)
- Exploitation** (Matière première, Opérateurs, Procédures)
- Modifications ratées**
- Maintenance** (Politique, stratégie, compétences, erreurs)
- Latentes** (non expliquées), **Non maîtrisables**

Complément d'infos : www.sigmaxer.fr jps@sigmaxer.fr tél : 0680305643

7. Mise en oeuvre coordonnée

Si l'objectif principal est de réduire les pertes de toutes sortes pour permettre à l'entreprise d'avoir un Chiffre d'Affaires permettant sa pérennité, il faut identifier avec certitude d'où viennent les Causes physiques constatées et déclarables, mais surtout les classer en Causes premières, car on ne Fiabilise qu'en éliminant celles-ci.

Statistiquement on peut gagner 3% du Chiffre d'affaire, ce qui n'est pas négligeable et qui rends complètement rentable les actions proposées.

Mais peut-on avec une seule solution aboutir à cet objectif ? bien évidemment non, car il faut à la fois des solutions de mesure et des méthodes de raisonnement afin d'analyser ces données et Fiabiliser les équipements, qui passe par la formation des acteurs concernés de l'Exploitation, de la Maintenance et la Qualité.



Les méthodes et outils recommandées dans les 6 étapes :

1. Les données financières doivent provenir du tableau de bord de l'entreprise à condition qu'elles soient bien structurées
2. La mesure doit être mise en oeuvre avec des solutions informatiques conviviales déclaratives dans un premier temps (comme l'application **WARTY**), qui vont traiter 70% environ des problèmes
3. La formation au Diagnostic des symptômes concernés doit être diffusée auprès de Opérationnels de la Maintenance, de la Production et la Qualité, pour identifier les Cause de pannes le plus rapidement possible (Comme la méthode **MAXDIAG**)
4. La formation à l'Analyse et la Fiabilisation (Comme la formation **MAXFIAB**)
5. Une mesure plus fine à partir des données recueillies de manière plus directe via les automates et MES, (Toujours avec la même application **WATSY**)
6. Tout cela doit être mise en base de données de retours d'expérience, et la solution informatique qui est l'après GMAO, la plus logique et cohérence avec les formations, est le logiciel **DIAGDEF de MAXER**.

Mais, on ne peut pas s'arrêter la !!, car il faut changer de paradigme et donner la parole aux Machines, c'est à dire éliminer les politiques de maintenance préventives inductives et les remplacer par des politiques déductives basées sur l'analyse des phénomènes physiques via les solutions d'IA (Une application recommandées est celle de **MONIXO**, qui a donné d'excellents résultats à grande échelle). On est maintenant dans une démarche Proactive c'est à dire intervenir avant que la Défaillance n'apparaisse.



Polymont
JACOBS

CORT
Consultants



S Consultants

Organisation
de la
Maintenance

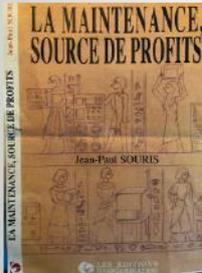
Variabilité des
Processus
(6 Sigma)



Gouvernance
des Contrats

Diagnostic,
Analyse et
Fiabilisation
(MAXER)

Maintenance
4.0 et +



PSA PEUGEOT CITROËN | **BOSCH** | **LU**

MAGNA | **SOGEFI** 12 GROUP | **Gestamp** | **faurecia**

CHB Centre Hospitalier de Beauvais | **möller tech** | **fives** ultimate machines ultimate factory | **Fleury Michon**

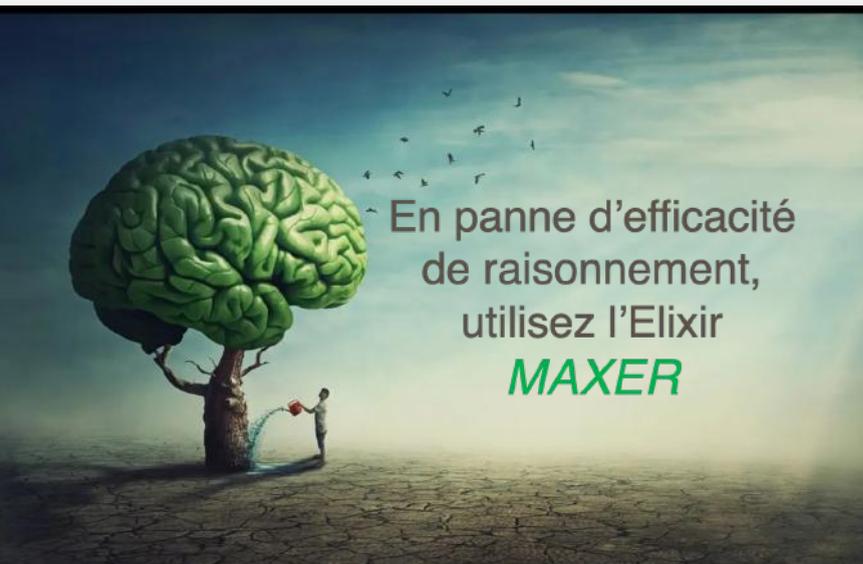
TOTAL | **Bristol-Myers Squibb** | **AstraZeneca** | **GRUPE LACTALIS** | **BRIDOR**

ALCAN | **gsk** GlaxoSmithKline | **ENERCAL** SOCIÉTÉ NÉO-CALÉDONNIENNE D'ÉNERGIE | **Nestlé Waters** SUPPLY SUD

RioTinto | **VALE** | **LE NICKEL-SUN** GROUPE ERAMET | **laïta**

SAFRAN | **KONIAMBO** | **ERAMET** | **ARKEMA** INNOVATIVE CHEMISTRY

eurocopter an EADS Company



L'ultime objectif de la Maintenance est d'assurer les fonctionnalités du patrimoine de l'entreprise, malgré les erreurs de toutes sortes, de la conception à l'exploitation, et en fonction des contraintes internes et externes qui peuvent apparaître, tout au long du cycle de vie.

J'ai relu récemment une étude réalisée dans les années 80 par un Cabinet de recrutement, qui se posait des questions sur la difficulté de recruter des responsables de Maintenance de bon niveau. J'ai été auditionné dans cette étude, car à l'époque chez Renault, mon effectif de maintenance était de 750 personnes...

En comparant la situation de l'époque par rapport à celle d'aujourd'hui, on ne peut pas dire que la situation se soit fondamentalement améliorée. J'en ai fait une mise à jour disponible à la demande. Les outils informatiques se sont notablement modernisés, mais sur les seuls principes de l'époque de la gestion des activités du passé (les GMAO). L'avenir est dans la recherche des Causes Premières, mais faut-il encore avoir les formations et l'outil adéquat.



“ On ne progresse que sur ce qui est mesuré, tout le reste ne sont que des avis, sans exploitation utiles. ”

Jean-Paul SOURIS