

PROJET DE FIN D'ÉTUDES

Présenté Pour l'obtention Du Diplôme :

**Ingénieur d'État En Conception Mécanique Et
Innovation**

Par :

Omar BAHO

Thème:

**Déploiement du système d'amélioration continue et la
création d'un système de gestion de maintenance via
une base de données**

Encadré par :

- Mr. Ahmed El BIAALI (FSTF)
- Mr. Jaoud BYIADI (TUYAUTO)

Jury :

- Pr. Ahmed EL KHALFI
- Pr. Ahmed El BIAALI
- Pr. Jalil ABOUCHITA

soutenu le 28-06-2011

Année universitaire : 2010/2011

Dédicaces

À ma famille

*Aucune dédicace ne saurait exprimer la profondeur de mon amour,
ma reconnaissance, mon attachement.*

Que Dieu vous prête longue vie et bonne santé.

*À tous mes professeurs qui n'ont épargné aucun effort pour nous
assurer une solide formation.*

A mes amis pour leur soutien et encouragement continus

*Et à tous les élèves ingénieurs de la faculté des sciences et techniques
de Fès (FST).*

Remerciements

Je tiens à exprimer mon profonde gratitude à M. Jaouad Biyadi manger de production, mon parrain de projet dans les services production et maintenance pour son soutien incessant tout au long de ce projet, de m'avoir accueillir dans son équipe et d'avoir dirigé mon travail. Son ouverture et sa présence étaient indispensables pour le bon déroulement de mon projet, aussi le chef de service maintenance pour tous ces précieux conseils et informations, qui malgré ses occupations, s'est montré très coopératif et disponible tout au long de ce projet.

Mes remerciements vont également à mon encadrante le Professeur M. Biyaali, enseignant à la FST de Fès. Autre ces remarques et suggestions techniques, académiques et professionnelles, qui m'ont été inestimables, son suivi personnel m'a beaucoup touché.

Je souhaite exprimer ma sincère gratitude à tout le personnel du département ingénierie/Méthodes pour leur sympathie et leur serviabilité.

Je remercie tous ceux de la FST et de la Société Tuyauto qui de près ou de loin ont contribué à l'aboutissement de ce travail.

Table des matières

Dédicaces	1
Remerciements.....	2
Table des matières	3
Introduction.....	10
Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise et du service d'accueil.....	11
1 Présentation de l'entreprise	12
1.1 Historique:.....	12
1.2 Fiche signalétique	13
1.3 Plan de la société TUYAUTO.....	14
1.4 Objet social :.....	14
1.5 Organigramme	14
2 Service d'accueil	17
2.1 Service Production.....	17
2.2 Le système de la production	18
2.3 La ligne d'échappement.....	20
2.3.1 Rôles principaux	20
2.3.2 Le pot de détente	21
2.3.3 Silencieux.....	21
Chapitre 2: La mise en place du système d'amélioration continue de production.....	22
1 Chantier TRS	23
2.4 Réduire les pertes : le taux de rendement synthétique.....	23
2.4.1 Temps calendaire	23
2.4.2 Du temps calendaire au temps d'ouverture brut.....	24
2.4.3 Définition des arrêts.....	25
2.5 La mise en place de TRS :	26
2.5.1 Le relevé des pertes de TRS.....	26
2.5.2 Méthode de calcul de TRS et non TRS.....	28
2.5.3 Récapitulatif de la méthode de calcul du TRS	30
3 Chantier 5S	31
3.1 Définition	31
3.2 Mise en place du 5 S.....	31
Chapitre 3: application de la méthode TRS et des 5S.....	32
1 Chantier TRS	34

1.1	Description	34
1.1.1	Décomposition des pertes	35
1.1.2	Recommandations et plan d'action	39
2	Chantier 5S	42
2.1	Constat de l'existant	42
2.2	Plan d'action	43
2.3	Quelques résultats de chantier 5S.....	45
Chapitre 4: La fonction maintenance et type maintenance		51
1	Généralité.....	52
1.1	La Maintenance:.....	52
1.1.1	Définition:.....	52
1.1.2	Missions et Objectifs:	52
1.2	La Fonction Maintenance:	53
1.3	La fonction Préparation:.....	54
1.4	La fonction Ordonnancement:.....	55
1.5	La fonction Réalisation:	55
1.5.1	Mission et activités:.....	55
1.5.2	Les cinq niveaux de maintenance:.....	55
2	Différents types de maintenance :	56
2.1	La Maintenance Corrective:.....	57
2.2	Maintenance palliative:	57
2.3	Maintenance curative:.....	58
2.3.1	La Préparation et l'Ordonnancement en Maintenance Corrective:.....	58
2.4	La Maintenance Préventive:.....	59
2.4.1	Maintenance systématique:.....	59
2.4.2	Maintenances conditionnelle et prévisionnelle (ou prédictive) :.....	60
2.4.3	La Préparation et l'Ordonnancement en Maintenance Préventive:	61
3	Conclusion	61
Chapitre 5: La politique et gestion maintenance61
1	La Politique de Maintenance:.....	64
1.1	Définition des objectifs:	64
1.1.1	Objectifs opérationnels :	65
1.1.2	Objectifs socio-économiques:	65
1.1.3	Objectifs organisationnels:	65
1.2	Les indicateurs :	65

1.3	Méthode à mettre en œuvre:	66
1.4	Mise en place de la politique de maintenance:	66
1.5	Le plan de maintenance:	66
1.6	Les approvisionnements :	67
2	Gestion de la Maintenance:	67
2.1	Gestion des moyens humains:	67
2.1.1	Structure centralisée:.....	67
2.2	Gestion des moyens matériels:	68
2.2.1	Les équipements:.....	68
2.2.2	Les approvisionnements des rechanges :.....	68
2.3	Gestion des moyens économiques:	68
2.4	Les tableaux de bord:	69
2.5	Gestion informatisée:	70
3	CONCLUSION:	71
Chapitre 6: Conception et réalisation un système de gestion de maintenance assistée par ordinateur70		
Introduction..... 73		
1	Les activités de la maintenance au sein de Tuyauto:	73
1.1	Le cheminement des demandes d'interventions:	73
1.2	La Production:	75
1.3	L'inspection:	75
1.3.1	Le chef Maintenance :.....	75
1.3.2	L'Ordonnancement:.....	75
1.3.3	La Préparation:.....	76
2	Cahier de charge fonctionnelle (Suit les normes AFNOR).....	76
2.1	Présentation générale du problème.....	76
2.1.1	Projet.....	76
2.1.2	Finalités.....	76
2.1.3	Contexte.....	76
2.1.4	Date de la mise en service :.....	76
2.1.5	Énoncé du besoin.....	76
2.2	Expression fonctionnelle du besoin.....	78
2.2.1	Environnement.....	78
2.2.2	Transformation des besoins trouvés en fonction.....	79
2.2.3	Fonctions Principales :.....	80

- 2.2.4 Fonctions supplémentaires 81
- 2.3 Cadre de réponse : 81**
- 3 Etapes générales de construction de G-MAINTI..... 82**
- 3.1 Mini cahier de charge 82**
- 3.2 Présentation des outils informatiques 85**
- 3.3 L'application G-MAINTI 86**
- Synthèse:.....90
- Conclusion générale.....91
- Annexe:.....92

Liste de figures

FIGURE 1: LAY-OUT DE TUYAUTO.....	14
FIGURE 2 : ORGANIGRAMME	15
FIGURE 3: SYSTEME D'ECHAPPEMENT.....	20
FIGURE 4: SILENCIEUX.....	21
FIGURE 5: RESONATEURS.....	21
FIGURE 6:METHODE DE CALCUL DE TRS	30
FIGURE 7 : BOUCLE D'AMELIORATION DE TRS	30
FIGURE 8: 5S.....	31
FIGURE 9: TRS ET NON TRS DE LA ZONE POT.....	34
FIGURE 10: PARETO MACHINE AGRAFEUSE.....	35
FIGURE 11: PARETO DES CAUSES DE NON TRS DU AU CHANGEMENT DE SERIE	37
FIGURE 12: PARETO DES CAUSES DE DYSFONCTIONNEMENT	39
FIGURE 13: L'HISTORIQUE DE TRS DES TROIS MACHINES	42
FIGURE 15: LES DIFFERENTES TACHES CONTENUES DANS LA FONCTION MAINTENANCE	53
FIGURE 16: ACTIVITES CONTENUES DANS LES TACHES DE PREPARATION	54
FIGURE 17: LES DIFFERENTS TYPES DE MAINTENANCE.	57
FIGURE 18: COMPROMIS ENTRE LES TROIS FACTEURS.	64
FIGURE 19: PROCESSUS D'ELABORATION DES TABLEAUX DE BORD	69
FIGURE 20: SCHEMA SIMPLIFIE DES TRANSITS D'INFORMATIONS DANS UN LOGICIEL DE G.M.A.O.	70
FIGURE 21: CHEMINEMENT DES D.T	74
FIGURE 22: LA STRUCTURE GLOBALE DE GMAO	82
FIGURE 23: MODELE RELATIONNEL	85
FIGURE 24 : SCHEMA GLOBALE DE G-MAINTI	88
FIGURE 25:INTERFACE DE LOGICIEL G-MAINTI	89

Liste des tables

TABLEAU 1 : L'HISTORIQUE DE LA SOCIETE TUYAUTO	12
TABLEAU 2 : FICHE SIGNALETIQUE DE LA SOCIETE TUYAUTO	13
TABLEAU 3: NOMBRE DE MACHINE PAR ATELIER	19
TABLEAU 4: DECOMPOSITION DES PERTES « MACHINE » OU TRS	23
TABLEAU 5: SEIZE CAUSES DE GASPILLAGE.....	27
TABLEAU 6: CHAMPS PRINCIPAUX DE FEUILLE DE RELEVÉ	28
TABLEAU 7: NON TRS DE LA MACHINE AGRAFEUSE	35
TABLEAU 8: CLASSEMENT DES CAUSES DE NON TRS DU AU CHANGEMENT DE SERIE.....	36
TABLEAU 9: CLASSEMENT LES CAUSES DE DYSFONCTIONNEMENT	38
TABLEAU 10: PLAN D'ACTION POUR NON TRS	40
TABLEAU 11:PLAN DE NETTOYAGE.....	41
TABLEAU 12:PLAN D'ACTION COURT TERME.....	44
TABLEAU 13: LES RESSOURCES NECESSAIRES POUR CHAQUE NIVEAU DE MAINTENANCE. ...	56
TABLEAU 14: QUELQUES INDICATEURS DE PERFORMANCES PROPOSES PAR L'AFNOR.....	66
TABLEAU 15:INDICATEURS D'ACTIVITE	84

Liste des Abréviations

TRS	: Taux de rendement synthétique
G.M.A.O	: Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur
D.T	: Demande de Travail
O.T	: Ordre de Travail
B.T	: Bon de Travail
D.I	: Demande d'Intervention
M.T.B.F	: Moyenne des Temps de Bon Fonctionnement
M.T.T.R	: Moyenne des Temps Techniques de Réparation.
IMP	: indicateur de maintenance préventive
IMC	: Indicateur de maintenance curative
A.M.D.E.C	: Analyse des Méthodes de Défaillance, de leur Effets et de leur Criticité)
G-MAINTI	: Logiciel de gestion de maintenance industriel

Introduction

La concurrence accrue et l'exigence croissante des clients contraignent les entreprises à améliorer leur productivité et leur réactivité avec la satisfaction des trois facteurs : qualité, coût et délai. Touchée par cette concurrence, la Société TUYAUTO veille toujours à la mise en place des différents principes du Système de Production tel que TRS, 5S...

La maintenance ne doit alors pas rester en marge de cette évolution et doit jouer d'ailleurs un rôle de premier plan en assurant une bonne disponibilité et la bonne fiabilité de ces équipements de production. À ce titre elle doit se fixer des objectifs convergents vers les objectifs globaux. De l'entreprise et avoir des indicateurs de performances permettant de jauger l'atteinte de ces objectifs. Ainsi, le service maintenance est le service qui doit gérer, consulter et modifier un très grand nombre d'informations très diverses. Or il serait fastidieux de traiter manuellement cet important volume d'informations. Il doit donc disposer d'outils modernes qui contribuent à le rendre plus performant.

C'est dans ce contexte de changement profond que se situent les deux grandes missions présentées ci-après. L'une concernant une amélioration de la production de la zone assemblage pot par la mise en place le chantier TRS (Taux de rendement synthétique), d'appliquer le chantier 5S dans la zone d'emboutissage et l'autre en rapport avec la création de système de gestion de maintenance via une base de données assistée par ordinateur (GMAO : Gestion de maintenance assistée par ordinateur).

Ce rapport de stage présentera les détails de l'objectif de ce projet de fin d'études puis explicitera les processus de création de résultats, il s'agira d'exposer chaque mission à part dont on va commencer à traiter le problème de production et par la suite on va faire une étude plus profonde de la maintenance qui a contribué à la conception et réalisation de SGMAO (Système de gestion de maintenance assistée par ordinateur).

Chapitre1

Présentation de l'entreprise et du service d'accueil

Présentation

Ce chapitre est dédié à la description de l'organisme d'accueil.

Chapitre 1

Présentation de l'entreprise et du service d'accueil

1 Présentation de l'entreprise

1.1 Historique:

Tuyauto 162, Bd Moulay Ismail 21100 Casablanca a été créé en 1960 dans le but de répondre à un certain nombre de préoccupations économiques, notamment la promotion de l'industrie nationale et donc le développement du pays.

TUYAUTO est société anonyme SA, spécialisée dans la fabrication des systèmes d'échappement pour l'automobile, vient de mettre en service la nouvelle ligne de production dédiée à l'assemblage des échappements des Logan.

Depuis plus de quarante ans TUYAUTO est fournisseur de systèmes d'échappements pour la première monte (RENAULT, MIFA, AUTO-HALL ...), la société offre également une large gamme de produits pour le marché du rechange (Renault, Fiat, Mitsubishi, Peugeot, Citroën, Mercedes, BMW, Volvo, Volkswagen, Berliet, Ford, Audi, Daewoo, Nissan, Opel, Toyota ...).

Actuellement, Tuyauto exporte ses produits en France via son partenaire Faurecia.

Année	Evénement
1960	Créations de la société
1966	Homologation 1 ^o monte à la SOMACA
1993	Début de la relation commerciale avec Faurecia
1997	Plan triennal de mise à niveau
2000	Obtention de la certification ISO 9002

Tableau 1 : l'historique de la société TUYAUTO

1.2 Fiche signalétique

Raison sociale	Société Marocaine de Fabrication de système d'échappement, TUYAUTO
Siège Social et usine	162, Bd My Ismail Casablanca
Magasin de vente	Rue Elarif El Aoual Bousarghine Casablanca
Forme juridique	Société Anonyme.
Date de création	1960
Chiffre d'affaire	5 millions d'euros
Personnels	105 dont 6 cadres
Superficiel	8500 m ² dont 5000 m ² couverts
Directeur Général	Mustapha Lghrari.

Tableau 2 : Fiche signalétique de la société TUYAUTO

1.3 Plan de la société TUYAUTO

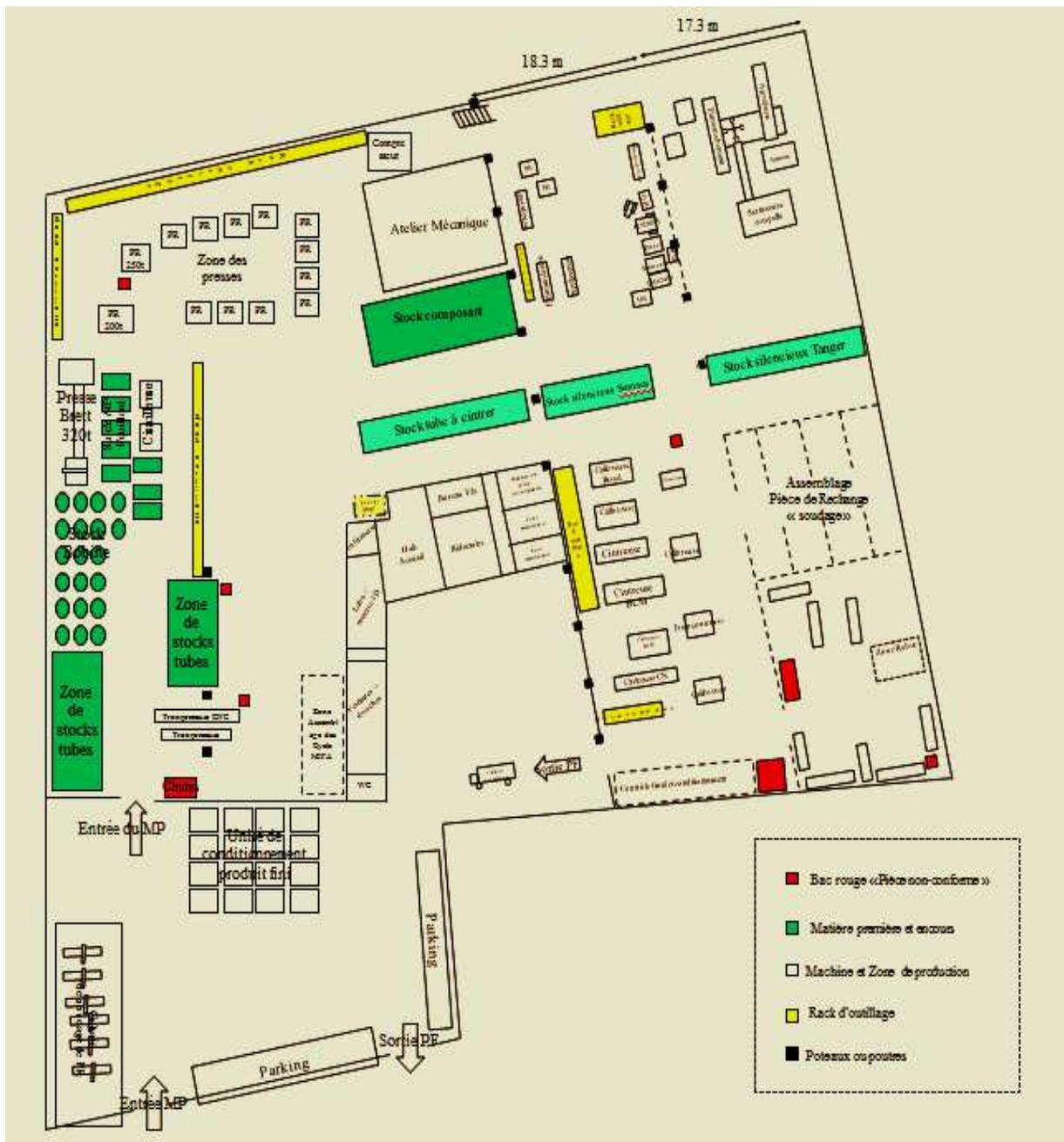


Figure 1: Lay-out de Tuyauto

1.4 Objet social :

TUYAUTO est spécialisée dans la fabrication de tuyaux d'échappement et silencieux pour les véhicules légers et utilitaires destinés à la première monte (chaînes de montage de véhicules) et au marché de pièces de rechange.

1.5 Organigramme

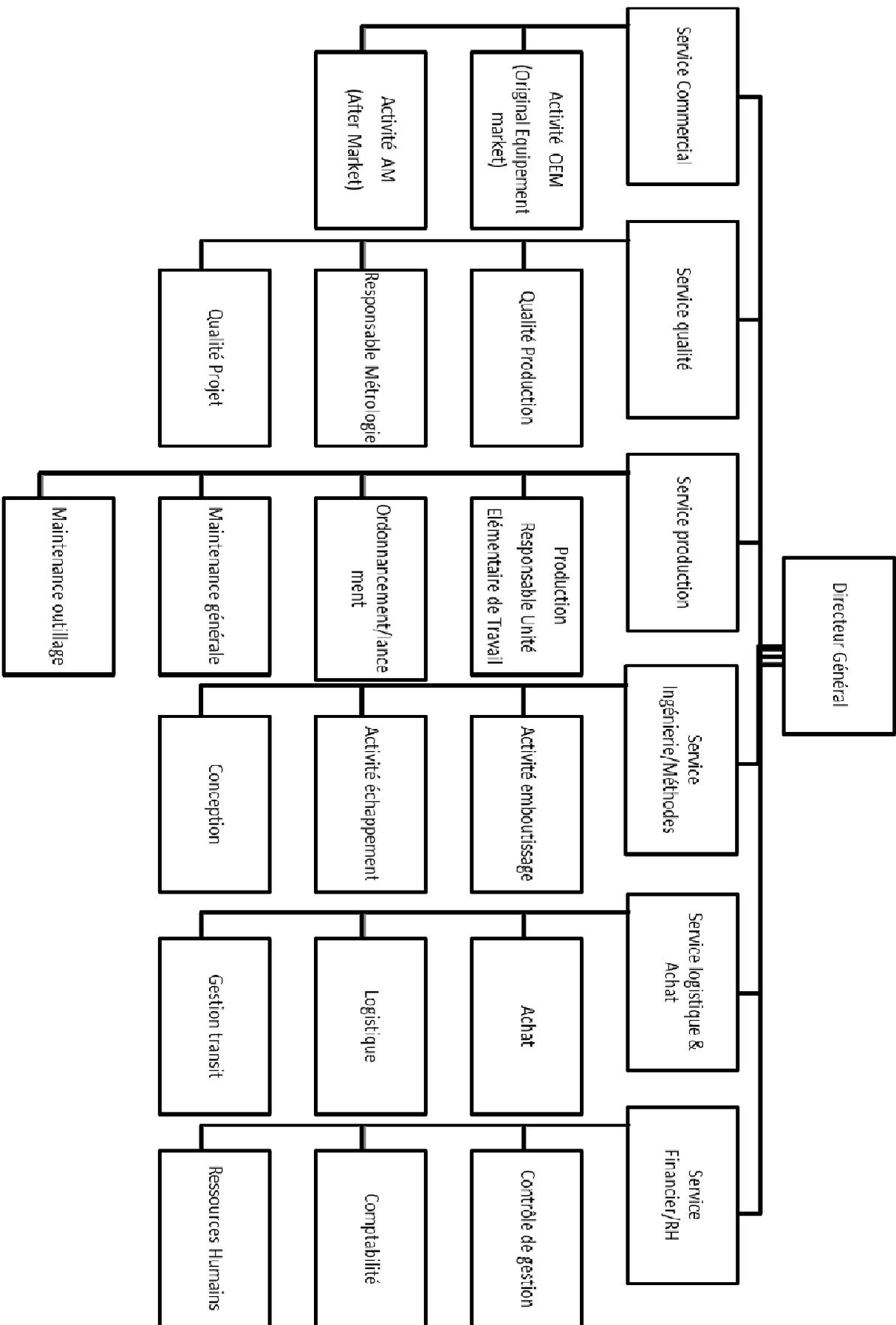


Figure 2 : Organigramme

Les services :

La Société Tuyauto est constituée de plusieurs services qui assurent le bon déroulement des procédés de fabrication et de contrôle. Parmi ces services on trouve :

➤ Service Ingénierie/Méthodes

○ Ingénierie

Il sert à étudier un mécanisme, à concevoir le fonctionnement, choisir les matériaux constitutifs, préciser les formes, les dimensions et l'agencement en vue de la fabrication. Cette étude se concrétise par l'exécution de dessins accompagnés de spécifications précises ne laissant place à aucune ambiguïté.

○ Méthode

Il consiste à étudier et à préparer la fabrication, donc à prévoir, lancer puis superviser le processus d'usinage permettant de réaliser des pièces conformes au cahier de charges de production donnée, dans un contexte technique, humain et financier déterminé.

➤ Le service maintenance :

Il est responsable du maintien ou la réparation des machines qui tombent en panne, il est responsable aussi du maintien de toute l'installation électrique de l'entreprise.

Il comporte aussi une maintenance préventive qui est effectuée selon des critères prédéterminés, dans l'intention de réduire les problèmes techniques éventuels, et une maintenance corrective qui est effectuée après défaillance, ainsi qu'une maintenance systématique qui a pour fonction de remédier sur-le-champ.

➤ Le service qualité :

C'est un service qui assure le bon fonctionnement grâce à ses caractéristiques qui lui donnent l'aptitude à satisfaire des besoins exprimés et implicites.

Ces besoins peuvent évoluer avec le temps, ceci implique la révision périodique des exigences pour la qualité. Les besoins peuvent inclure, par exemple, des aspects de

performances, de facilité d'emploi, de sûreté de fonctionnement, de sécurité, des aspects économiques et esthétiques.

➤ Le service contrôle qualité :

Ce service a pour rôle de contrôler, l'action de mesurer, d'examiner, d'essayer, de passer au calibre une ou plusieurs caractéristiques d'un produit ou d'un service et de les comparer aux exigences spécifiées en vue d'établir leur conformité.

Plusieurs postes de fabrication sont équipés de leurs propres moyens de contrôle adaptés aux types d'opération effectués.

Avant le conditionnement des produits, un contrôle final unitaire est effectué sur l'ensemble de la production et portant sur la conformité exigée par les constructeurs.

La rigueur dont fait preuve Tuyauto permet de livrer au marché national et international des produits d'une qualité absolue dont nous sommes très fiers.

➤ Le service ordonnancement:

C'est un service qui s'occupe du positionnement réel dans le temps, des dates de début et de fin des opérations (ou groupes d'opérations) afin de tenir les détails de fabrication. Ces états sont utilisés lors du lancement.

➤ Le service ressource humaine :

Il occupe une grande importance au sein de la société Tuyauto, il est chargé de toutes les fonctions administratives et professionnelles de l'ensemble du personnel de l'usine.

2 Service d'accueil

2.1 Service Production

Il est responsable de la production des systèmes d'échappement tant au niveau de la qualité, que de la quantité, Il est chargé de faire respecter les procédures et les règles de sécurité dans le travail et d'assurer l'amélioration continue de production.

- **Service Production** compte les services suivants :
 - **Unité Élémentaire de Travail+ Ordonnancement et Lancement**
 - **Maintenance Générale**
 - Electromécanique ; Hydraulique; Electricité et auto

- **Maintenance Outillage**
 - Maintenance préventive
- **La fabrication :**
 - Les composants
 - Petites séries
 - Assemblage : Assemblage pots ; Assemblage final
 - tubes

2.2 Le système de la production

Compte tenu de l'aspect technique du stage, il s'avère utile de présenter les notions nécessaires à sa compréhension. Cette partie détaille donc les processus de fabrication des systèmes d'échappement en insistant tout particulièrement sur l'objectif de chaque atelier.

➤ Ateliers de production :

Afin de fluidifier le flux physique et celle d'information le service production regroupe toutes machines par atelier et par famille :

ATELIER ZONE PRESSES	•Zone de préparation des éléments de base à base de tôle
AT. ZONE TUBES	•Zone de préparation des éléments de base à base de tubes.
AT. ZONE MECANIQUE	•Zone de préparation des pièces mécaniques.
AT. ZONE ASSEMBLAGE POTS	•Zone d'assemblage des silencieux à partir des éléments de base (Tôle et tube).
AT. ZONE ASSEMBLAGE FINAL	•Assemblage des pots et des tubes.
AT. ZONE CYCLOMOTEURS	•Zone spécialement consacrée à l'assemblage des silencieux pour cyclomoteur.
AT. ZONE PETITES SERIES +FINITION	•Zone spécialement consacrée à la fabrication des systèmes d'échappement spéciaux suivant des modèles.
MONTAGE	•Zone de montage de système d'échappement sur les voitures.

➤ **La gestion industrielle**

LOGISTIQUE+ORDONNACEMENT+LANCEMENT+STOCK

Assure la meilleure efficacité de l'outil de production et la disponibilité de la matière première.

MAINTENANCE

Assure la disponibilité de l'outil de production et le bon rendement des équipements.

TECHNIQUE+ETUDE+METHODES

Optimise les circuits de fabrication et les ressources allouées (Hommes, machines et consommables).

GESTION DE LA QUALITE

Veille à la satisfaction de la clientèle

➤ **Equipements**

Atelier	Nombre de machines	Nombre machines critique
Pot	23 machines	10 machines
Emboutissage	19 machines	6 machines
Tube	21 machines	6 machines
Assemblage	31 machines	13 machines
Mécanique	17 machines	0 machines
Cyclo	9 machines	0 machines

Tableau 3: Nombre de machine par atelier

2.3 La ligne d'échappement

2.3.1 Rôles principaux

- ✘ Réduire les bruits des gaz d'échappement
- ✘ Réduire la vitesse des gaz d'échappement
- ✘ Réduire la température des gaz d'échappement
- ✘ Réduire les éléments toxiques contenus dans les gaz d'échappement

Composition d'un pot ?

1/ Un tube avant qui collecte les gaz à la sortie du moteur.

2/ Un catalyseur, obligatoire depuis le 01/01/1993 (véhicule essence), qui diminue le taux de gaz polluants émis.

3/ Un tube intermédiaire qui relie le silencieux avant ou le catalyseur au silencieux intermédiaire.

4/ Un silencieux intermédiaire à l'intérieur duquel la vitesse et la température des gaz diminuent.

5/ D'un silencieux arrière qui atténue le niveau sonore.

Il est composé de 4 parties :

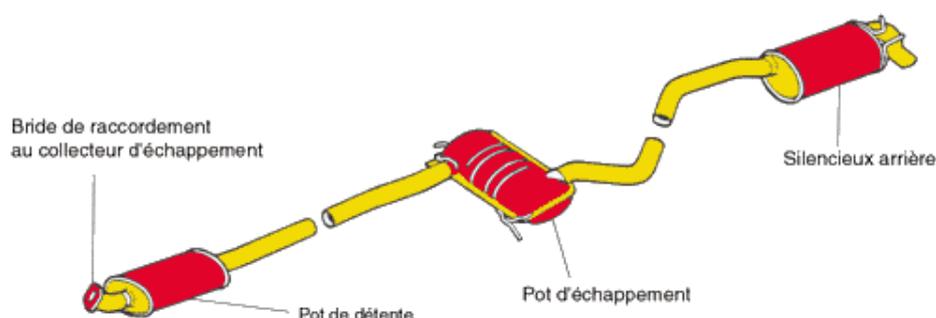
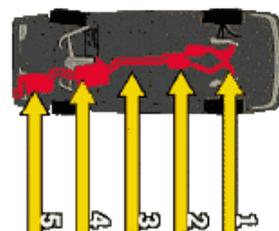


Figure 3: Système d'échappement

2.3.2 Le pot de détente

L'échappement est donc étudié pour laisser les gaz se détendre lentement par une expansion légèrement freinée. Le pot de détente assurant cette décompression est généralement placé près du collecteur. Il s'agit tout simplement d'un cylindre étanche en tôle emboutie et soudée raccordé à la tuyauterie à ses deux extrémités. Sur certaines voitures (en particulier sur les véhicules de bas de gamme), il n'y a cependant pas de pot de détente, un seul pot jouant en même temps le rôle de silencieux.

2.3.3 Silencieux

Il s'est considérablement amélioré

Le traitement des bruits d'échappement a considérablement progressé ces dernières années. Dans la hiérarchie des nuisances sonores il est passé derrière les éléments suivants :

- ✘ Le rayonnement du moteur
- ✘ La vibration des accessoires
- ✘ Le fonctionnement du ventilateur de refroidissement
- ✘ Le roulage des pneus

Le silencieux est une combinaison complexe de résonateurs dans lesquels les gaz se détendent et les ondes sonores s'amortissent.

Pour diminuer les basses fréquences on utilise soit deux silencieux et la portion de tube qui les sépare, soit un ensemble de volumes à l'intérieur même du silencieux, reliés entre eux par des conduites à trous ou à fentes.

Pour diminuer les hautes fréquences, on a recours au passage des gaz à travers des tubes perforés, placés dans des chambres contenant des isolants acoustiques comme la laine de verre, de basalte ou d'acier.



Figure 4: Silencieux



Figure 5: Résonateurs

Chapitre 2

La mise en place du système d'amélioration continue

*Dans ce chapitre je vais
détailler la démarche que j'ai
suivie pour mettre en place les
chantiers TRS et 5S*

Chapitre 2

La mise en place du système d'amélioration continue

1 Chantier TRS

2.4 Réduire les pertes : le taux de rendement synthétique

Le taux de rendement synthétique (TRS) est une technique de décomposition des pertes de l'équipement en catégories d'analyse. Le TRS peut se calculer pour un équipement-clé, ou pour l'ensemble d'une ligne de fabrication. Cette décomposition des pertes par le TRS est représentée par la figure suivante.

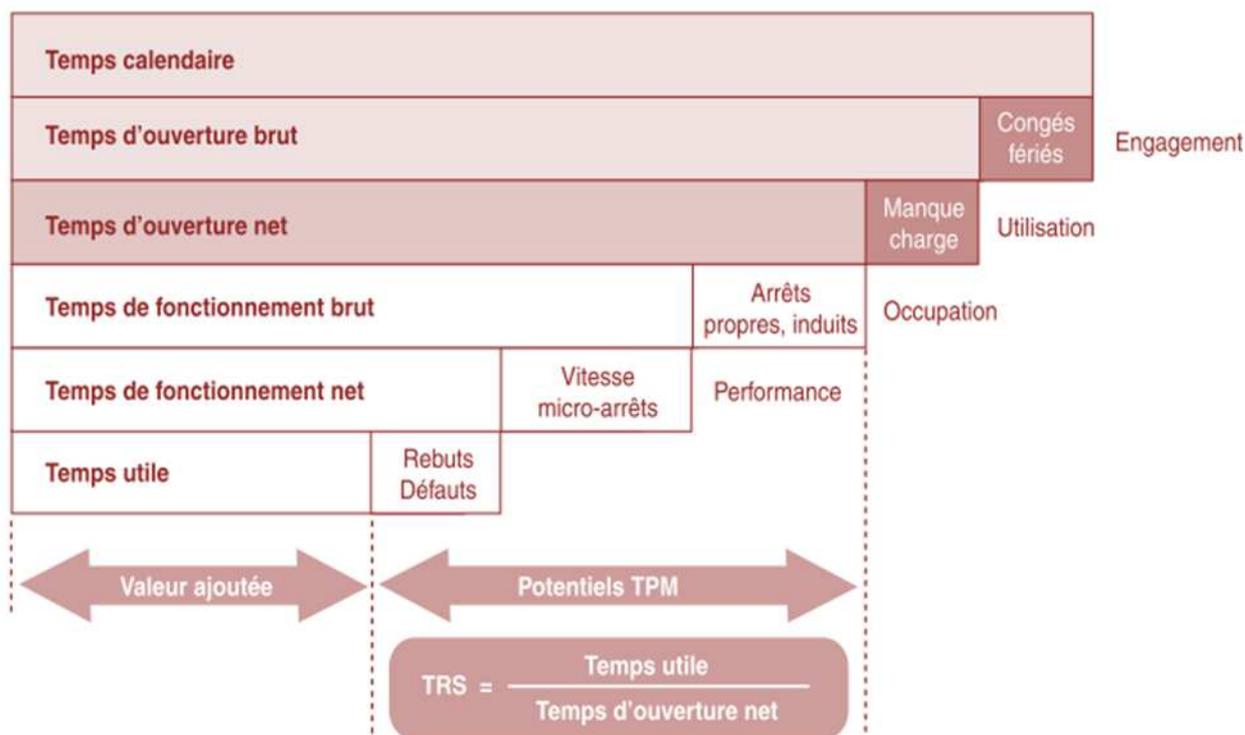


Tableau 4: Décomposition des pertes « machine » ou TRS

L'objectif de cette décomposition est d'identifier et de quantifier clairement les pertes de productivité de l'équipement pour les traiter de façon ordonnée dans des plans d'action.

2.4.1 Temps calendaire

C'est la durée potentielle brute et maximale d'occupation de la ligne.

Elle correspond à 365 ou 366×24 heures pour une année, c'est ainsi une référence de temps indiscutable pour tous et pour tous types d'équipements.

2.4.2 Du temps calendaire au temps d'ouverture brut

Pour arriver au temps d'ouverture brut, à ce temps calendaire seront enlevés ou ajoutés un certain nombre de temps définis par convention et présentés ci-dessous. Tout d'abord, on ôte des arrêts qui par nature sont :

- définis annuellement ;
- programmés « suffisamment longtemps avant » ;
- applicables à la globalité des équipements du site ou à l'ensemble des sites.

Aussi, par convention pratique, le résultat de la somme des arrêts définis porte le nom générique d'arrêts conventionnels.

Le temps d'ouverture brut est le potentiel d'ouverture de l'outil (c'est le résultat arithmétique de la différence entre le temps calendaire et les arrêts conventionnels auquel on ajoute les postes additionnels tels que définis ci-dessus.)

Taux d'engagement brut

Arithmétiquement, il s'agit du ratio entre le temps d'ouverture brut et le temps calendaire. Ce ratio exprime dans sa valeur l'engagement de l'investissement par rapport au temps maximum disponible, c'est-à-dire le temps calendaire. Ce ratio peut n'être calculé qu'une fois par an, soit en prévisionnel, soit aussi en réel après imputation des arrêts pour leur durée réelle et correction par les heures supplémentaires une fois constatées et consommées.

Du temps d'ouverture brut au temps d'ouverture net Pour arriver au temps d'ouverture net, base du calcul du taux de rendement synthétique, il faut ôter du temps d'ouverture brut les postes non travaillés pour manque de charge commerciale et pour cause de RTT selon le planning annuel fixé. On rajoute ensuite les temps correspondant à des équipes supplémentaires. Aussi, par convention pratique, le résultat de la somme des arrêts définis ci-dessus déduits des postes additionnels porte le nom générique d'arrêts de non-utilisation.

Le temps d'ouverture net, c'est le temps pendant lequel l'outil est ouvert à la production pour produire. C'est la base de temps à partir de laquelle la qualité d'utilisation de la machine sera exprimée et à partir de laquelle le taux de rendement synthétique ou TRS sera calculé.

Taux d'utilisation

Arithmétiquement, il s'agit du ratio entre le temps d'ouverture net et le temps d'ouverture brut. Ce ratio exprime dans sa valeur l'engagement réel de l'outil par rapport au temps disponible, c'est-à-dire le temps d'ouverture brut. Ce ratio peut être calculé, soit en prévisionnel, soit aussi en réel après constat des postes non travaillés par manque de charge commerciale. C'est un paramètre qui entre en ligne de compte pour les prévisions budgétaires.

2.4.3 Définition des arrêts

Un arrêt, quelle que soit sa nature, correspond à un laps de temps de durée variable de nature programmée ou aléatoire supérieur à un seuil pendant lequel la ligne ne produit pas.

Elle peut être à l'arrêt franc ou fonctionner sans produire :

- elle fonctionne à vide ;
- elle traite des produits « sacrifiés » pour essai ou démarrage...

Dans ce cas, la notion d'arrêt équivalent est retenue.

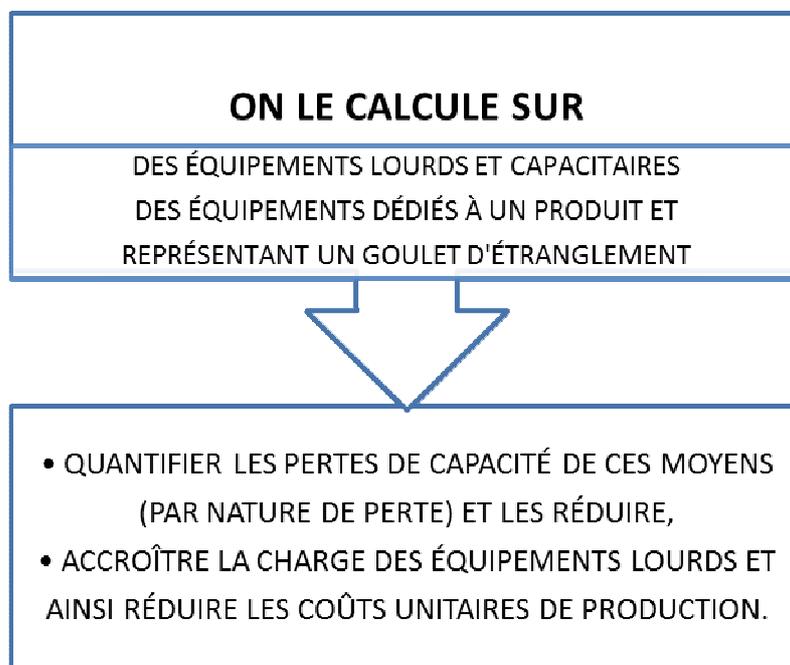
- Notion de seuil

Par convention, nous admettrons que l'arrêt a une durée minimum appelée seuil à partir duquel cet arrêt est renseigné. Ce seuil est fixé par convention, (au Tuyauto 5 minutes). À noter que toute interruption de fonctionnement inférieure à ce seuil sera comptée dans les micro-arrêts. La fixation de ce seuil est le résultat d'une discussion entre producteur et mainteneur. On peut prendre aussi comme critère de choix la limite entre les arrêts que l'opérateur peut éliminer simplement de lui-même sans intervenir dans la machine et les arrêts qui nécessitent l'intervention du régleur ou du mainteneur, avec un démontage partiel.

- L'arrêt est mesurable et identifiable

Mesurable, car on doit pouvoir définir et/ou caractériser ce qu'est un arrêt de la ligne, où cela se constate, comment on en mesure la durée. identifiable, car on doit pouvoir en imputer la durée dans une des rubriques préalablement définies.

Objectifs de TRS :



2.5 La mise en place de TRS :

La mise en œuvre du TRS comme méthode d'analyse de la performance de l'équipement nécessite de mettre en place des enregistrements par les opérateurs, qui permettent de mesurer la durée de chaque arrêt.

Il va sans dire que les productions bonnes et les rebuts doivent être connus précisément au moins pour chaque équipe.

2.5.1 Le relevé des pertes de TRS

On peut envisager plusieurs méthodes pour relever les données relatives aux pertes de TRS sur un poste de travail :

- la saisie manuelle;
- la saisie semi-automatique;
- la saisie automatique.

Dans notre cas on a choisi la saisie manuelle car c'est le moyen le plus simple et le plus rapide à mettre en œuvre. On demande aux opérateurs de remplir des fiches de

relevés (Annexe). Avant la mise en place de cette fiche on a identifié les seize causes de gaspillage, regroupées en trois familles.

Huit pertes liées à l'équipement, dues :	Aux pannes Aux réglages Aux changements d'outils Au démarrage Aux micro-arrêts et à la marche à vide À la sous-cadence Aux défauts et aux retouches Aux arrêts programmés et à la fermeture de l'atelier
Cinq pertes liées à la main-d'œuvre, dues :	Au management À la rapidité de l'exécution À l'organisation de la ligne À la logistique Aux mesures et aux réglages
Trois pertes liées aux matières, à l'outillage et à l'équipement, dues :	À l'énergie À l'outillage Au rendement matière

Tableau 5: Seize causes de gaspillage

Pour faciliter la tâche des opérateurs, on a formaté le formulaire de façon qu'il soit le plus simple d'utilisation possible et qu'il ne permette aucune ambiguïté lors de son remplissage puis de son exploitation. Comme le montre le fiche (Annexe) qui se divise en 2 tables une pour l'équipe de matin et l'autre pour l'équipe d'après-midi et que chaque table se compose en 5 champs principale : arrêt programmé, changement de série, dysfonctionnement, panne et observation dont les quatre premières champs représentent les causes de gaspillage (Non TRS).

Arrêt programmé	Nettoyage, Essai Réunions Sous charge, changement de poste
Changement de série	Réglages Changements d'outils mesures
Dysfonctionnement	Démarrage sous-cadence Organisation de la ligne Déréglage d'outil
Panne	
Micro-arrêt et ralentissement	Tout arrêt qui ne dépasse pas 5 min

Tableau 6: Champs principaux de feuille de relevé

2.5.2 Méthode de calcul de TRS et non TRS

Le calcul du TRS à partir de la décomposition des pertes suit un certain nombre de règles.

- Du temps d'ouverture net au temps de fonctionnement brut

Pour arriver au temps de fonctionnement brut, temps pendant lequel la ligne a fonctionné sans aucun arrêt, il faut ôter du temps d'ouverture net les différents temps d'arrêts mentionnés ci-dessus : induits, volontaires, aléatoires, non identifiés.

Taux de fonctionnement brut

Arithmétiquement, il s'agit du ratio entre le temps de fonctionnement brut et le temps d'ouverture net. Ce ratio exprime dans sa valeur la part du temps pendant lequel la ligne a fonctionné (en cumulé) sans aucun arrêt supérieur à cinq minutes par rapport au temps mis à disposition, c'est-à-dire le temps d'ouverture net.

- Du temps de fonctionnement brut au temps de fonctionnement net

Pour déterminer le temps de fonctionnement net, temps équivalent pendant lequel la ligne aurait fonctionné sans aucun arrêt à sa vitesse nominale, il faut valoriser la totalité des quantités produites sur la machine par la cadence nominale de la ligne.

L'écart de temps entre le temps de fonctionnement brut et le temps de fonctionnement net correspond à deux facteurs :

- **les micro-arrêts** : il s'agit de l'ensemble des arrêts inférieurs au seuil défini. Ces arrêts sont cumulés et non pas regroupés par familles ;
- **les ralentissements** appelés « sous-performances » : il s'agit de l'écart de vitesse réelle/au nominal.

Taux de fonctionnement net

Arithmétiquement, il s'agit du ratio entre le temps de fonctionnement net et le temps de fonctionnement brut. Ce ratio exprime le temps de fonctionnement équivalent idéal (à la cadence nominale) par rapport au temps de fonctionnement réel de la ligne.

- Du temps de fonctionnement net au temps utile

Pour déterminer le temps utile, temps équivalent pendant lequel la ligne aurait fonctionné sans aucun arrêt (supérieur à trois minutes), à sa vitesse nominale et pour ne faire que du bon produit, il faut valoriser uniquement les produits bons sortis de la ligne par la cadence nominale de la ligne.

L'écart de temps entre le temps de fonctionnement net et le temps utile correspond au temps passé à produire des produits mauvais qui peuvent être par exemple :

- des produits non conformes ;
- des produits dits de réglages (à la suite des changements de commande) ;
- des produits dégradés lors d'aléas.

Taux de rendement synthétique

Arithmétiquement, il s'agit du ratio entre le temps utile et le temps d'ouverture net. Ce ratio exprime le temps utile consacré à la production d'une quantité donnée par rapport à la totalité du temps engagé (temps d'ouverture net). Il est l'image du rendement physique réel de la ligne et permet de mettre en évidence l'ensemble des pertes, d'où son qualificatif de synthétique. En d'autres termes, il est l'image du temps perdu par un fonctionnement qui n'était pas idéal, c'est-à-dire : aucun arrêt, toujours à la vitesse maxi, pour du produit bon uniquement. Bien entendu, cet idéal n'est pas atteignable dans des conditions réelles de production mais la mise en

évidence de la totalité de l'écart entre situation réelle et idéale permet de mettre en évidence de voies de progrès notables !

2.5.3 Récapitulatif de la méthode de calcul du TRS

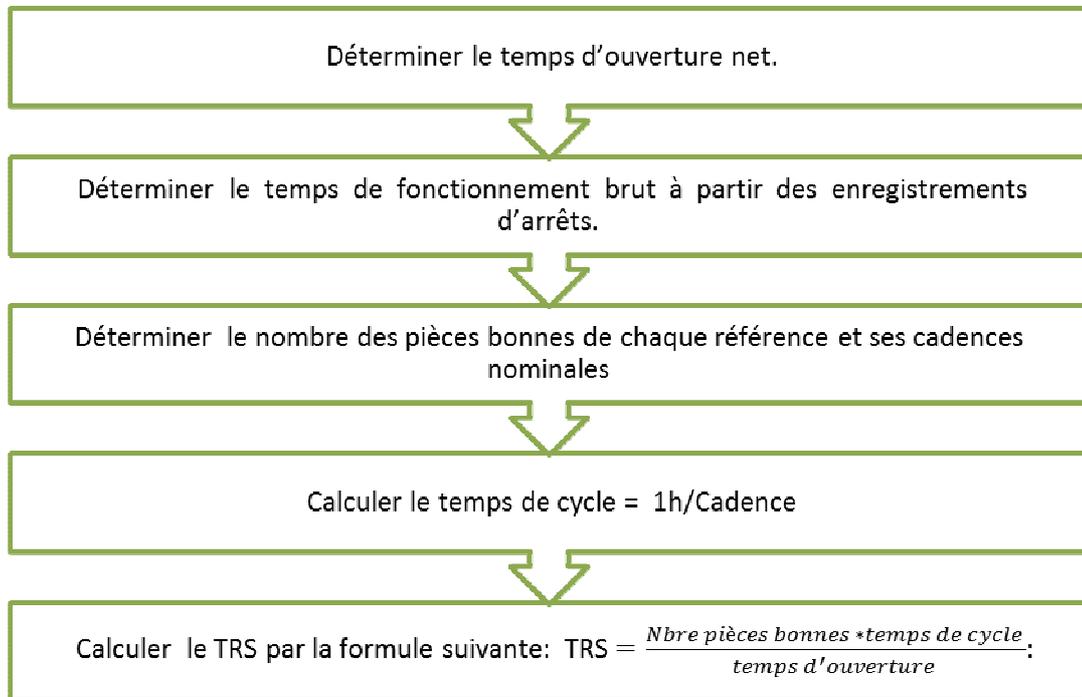


Figure 6: Méthode de calcul de TRS

Boucle d'amélioration

L'amélioration du TRS ne doit pas être ponctuelle.

C'est une démarche de progrès qui suit le schéma suivant :

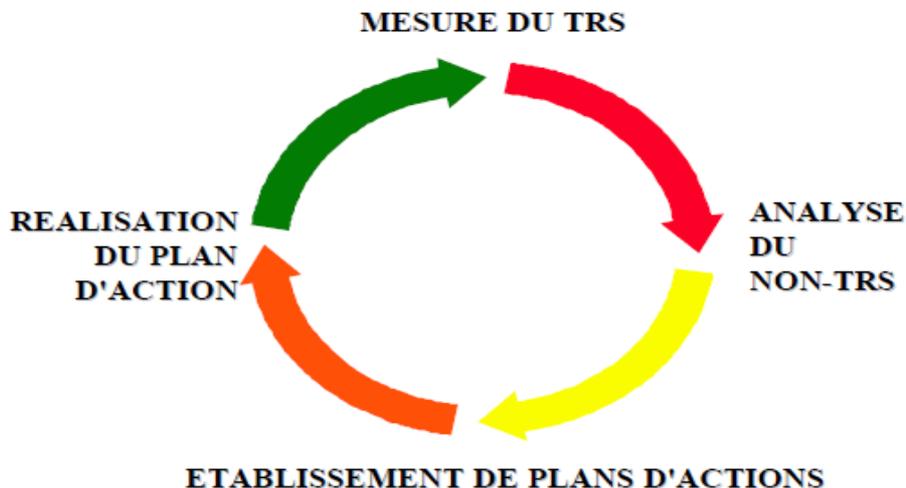


Figure 7 : Boucle d'amélioration de TRS

3 Chantier 5S

3.1 Définition

Les cinq S sont les cinq initiales de mots japonais qui ont pour objectif de systématiser les activités de rangement, de mise en ordre et de nettoyage dans les lieux de travail. De plus, la démarche 5 S met tout en œuvre pour maintenir et améliorer l'état actuel de la situation. Ces mots commençant par S sont les suivants :



Figure 8: 5S

SEIRI : Trier : séparer ce qui est nécessaire de ce qui ne l'est pas, et se débarrasser de l'inutile.

SEITON : Ranger : trouver la bonne place pour chaque chose

SEISO : Nettoyer : et ne plus salir (tenir propre)

SEIKETSU : Standardiser : formaliser les standards, définir des règles

SHITSUKE : Pratiquer : appliquer et améliorer sans cesse les standards

La finalité de la méthode est d'améliorer :

- la qualité des pièces produites,
- la sécurité,
- l'efficacité,
- le taux de pannes.

3.2 Mise en place du 5 S

La mise en place des 5 S doit se traduire par l'implication de tous les membres du groupe. Elle ne peut donc pas être réalisée sans un travail de groupe.

Généralement, on réalise sa mise en place en procédant comme ceci :

1. Motiver l'encadrement.
2. Former le personnel à la méthode.
3. Faire un état des lieux général.
4. Choisir une zone pilote.
5. Mettre en place un comité de pilotage.
6. Former le groupe de travail pilote.
7. Mettre en place un « tableau 5 S ».
8. Démarrer le travail de groupe.
9. Mettre en œuvre les 5 étapes.
10. Généraliser à d'autres chantiers.

Chapitre 3

application de la méthode TRS et des 5S

Ce chapitre décrit
l'application sur le
terrain de la méthode
TRS et 5S

Chapitre 3

application de la méthode TRS et des 5S

1 Chantier TRS

1.1 Description

Trois machines critiques de l'usine ont été désignées pour servir de pilote à un chantier TRS, par lequel la direction vise une fiabilisation et une amélioration de l'utilisation de ses capacités.

À l'aide de chef d'équipe, on a fait un rapide état des lieux, on a observé pendant quelque temps le fonctionnement de ces 3 machines et ses utilisations. Comme il n'y a pas encore de suivi par TRS, par la suite on a défini avec le responsable de production quelques points sur la façon de préparer le recueil de données (fiche de TRS).

Notons que ces trois machines sont liées entre eux par l'agrafeuse telle que cette dernière fournie l'enveloppe extérieure vers sertisseuse Tuyauto et Sertisseuse comas.

Pour calculer le TRS et NON TRS de chaque machine on a construit 2 fichiers Excel l'une consacré pour l'enregistrement de données et l'autre pour le calcul automatique de TRS et NON TRS (voir l'annexe1).

Après une période de prélèvement de données (voir l'annexe) : 6 semaines (de S4—S9) sans prendre en compte les arrêts programmés qui sont liés au manque de charge, on a pu construire le graphe suivant :

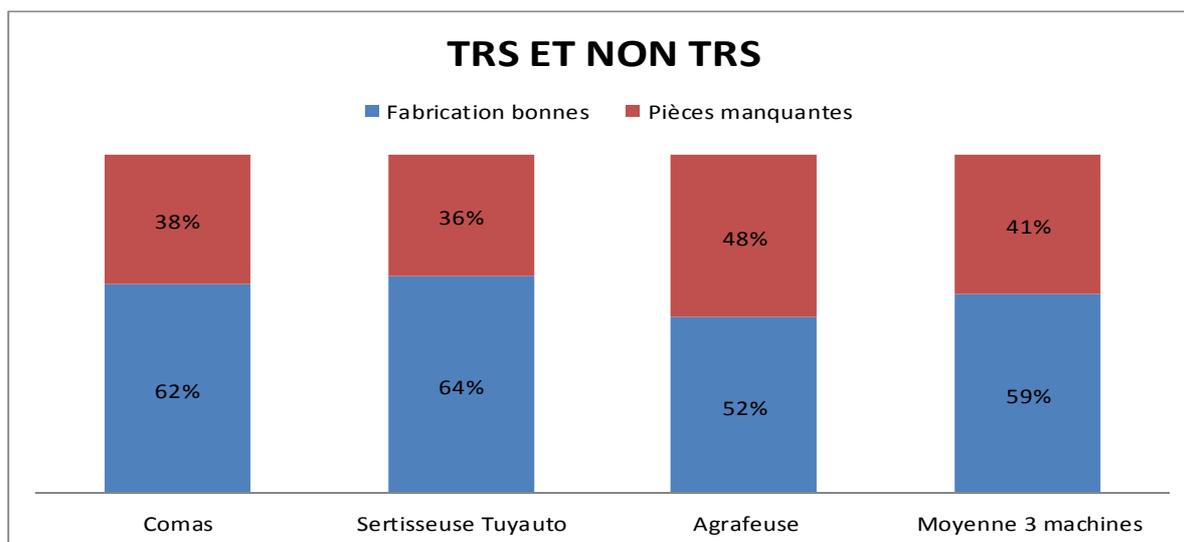


Figure 9: TRS et NON TRS de la zone pot

Ce graphique montre que nous avons utilisé 59% en moyenne de la capacité à produire des pièces bonnes et vendables.

La première étape consiste à déterminer quels sont les foyers de perte de rendement. Pour ce faire, les diagrammes de Pareto ont été établis après la décomposition des pertes pour chaque machine (voir l'annexe 2).

1.1.1 Décomposition des pertes

Dans cette partie on va étudier seulement une machine (Agrafeuse) afin de faciliter les tâches et la mise en place de plan d'action qu'on va générer par la suite.

➤ Machine Agrafeuse

Diagramme de PARETO : Non TRS de la machine Agrafeuse

Catégories	Durée de tâche (en min)	Durée en %	Durée cumulée de tâche
Changement de série	1210	54%	54%
Nettoyage	420	19%	73%
Dysfonctionnement	265	12%	84%
Mise en marche de la machine	200	9%	93%
Arrêts programmés	90	4%	97%
Panne	60	3%	100%
	2245	100%	

Tableau 7: NON TRS de la machine Agrafeuse

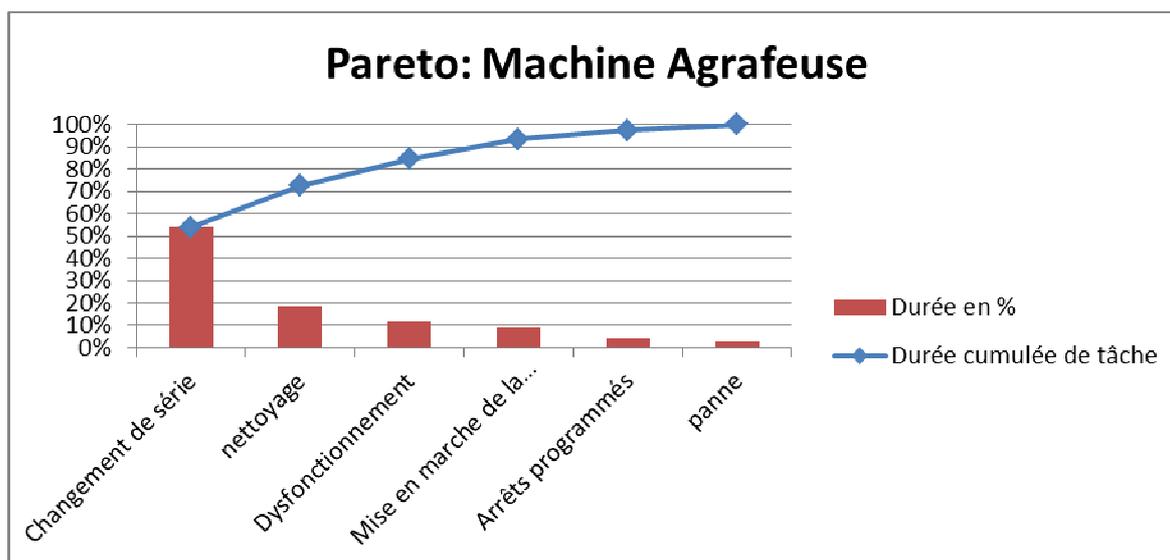
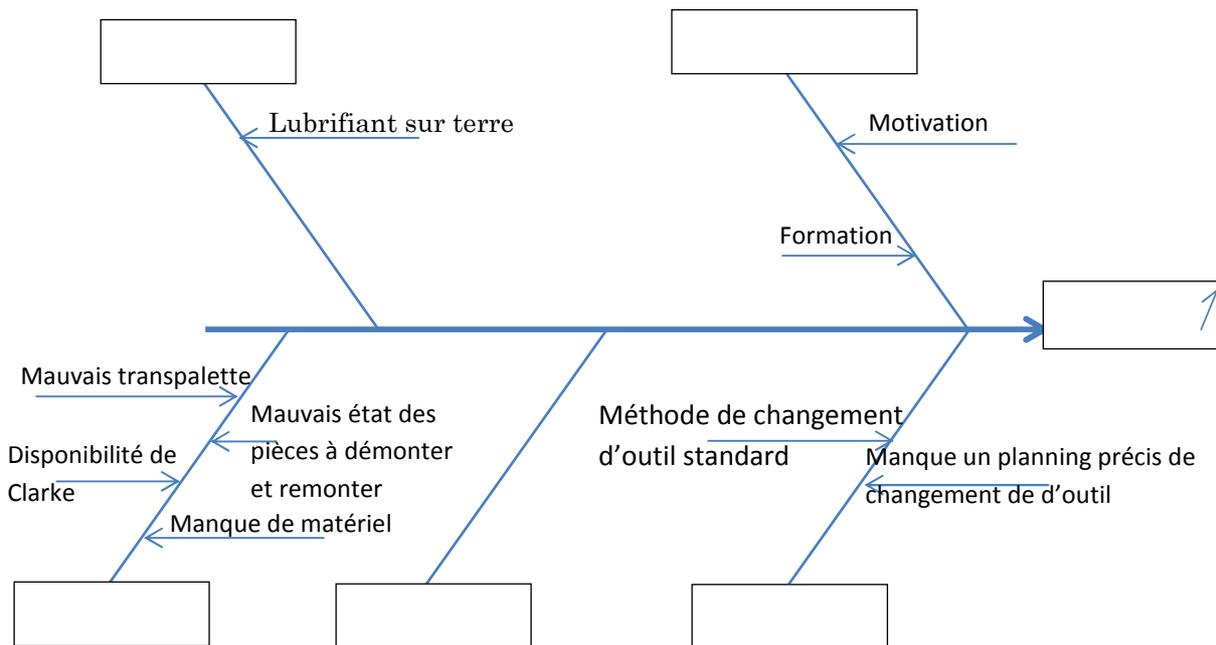


Figure 10: Pareto machine Agrafeuse

Le digramme de Pareto montre que les trois premières catégories : Changement de série, nettoyage et Dysfonctionnement sont responsables pour 80% de NON TRS, pour éclaircir les causes principales on a effectué un brainstorming

Lors de la séance de « Brainstorming », on s'est réuni dans une salle pour déchiffrer les causes de problèmes que nous avons identifiées à l'étape précédente. On a arrivé à préciser les différentes causes de 3 catégories majeures de NON TRS qui sont classées par famille et par catégorie sur le diagramme cause effet au-dessous.

❖ Diagramme d'ISHIKAWA « Temps perdu à cause de changement de series »



➤ Classement des causes selon la fréquence d'apparition de chaque cause :

Cause	Fréquence	Pourcentage	Pourcentage cumulé
Lubrifiant	20	28%	28%
Bacs	15	21%	49%
Planning	10	14%	63%
Méthode C.O	8	11%	75%
Formation	8	11%	86%
Message	5	7%	93%
Motivation	5	7%	100%
	71	100%	

Tableau 8: Classement des causes de NON TRS du au changement de série

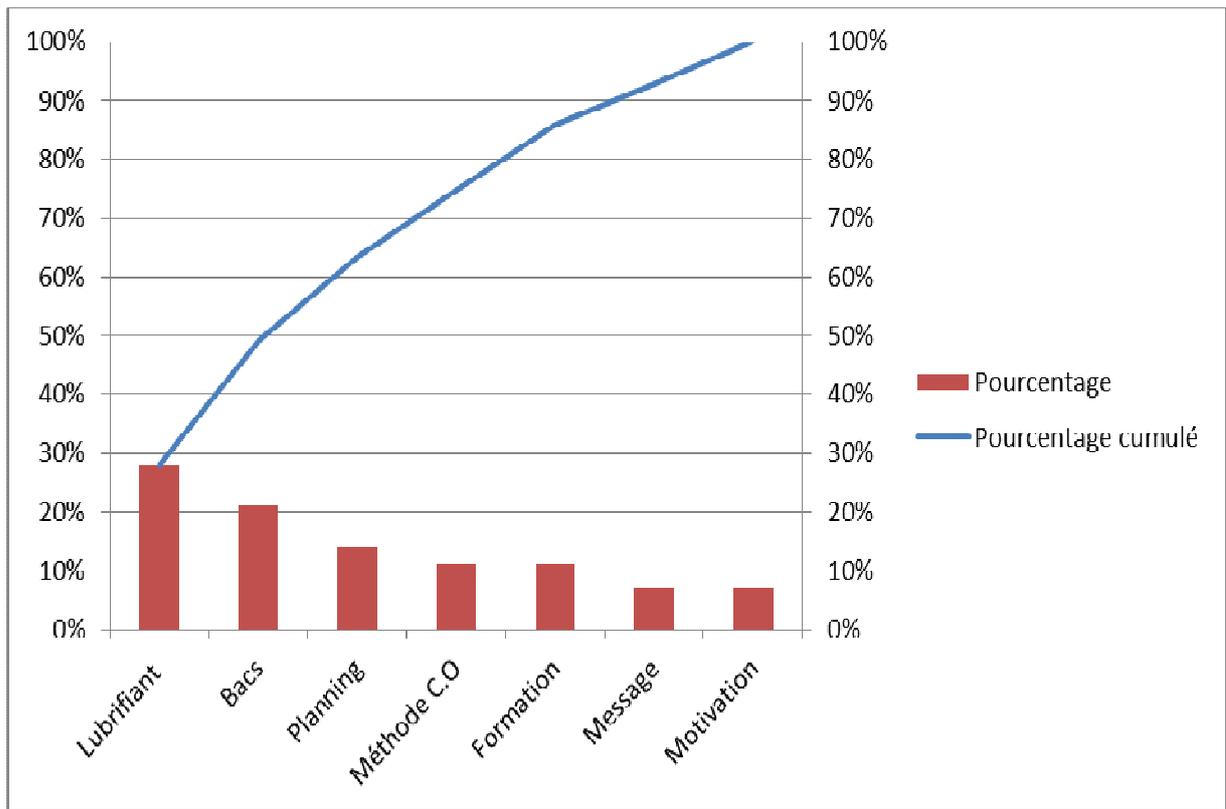
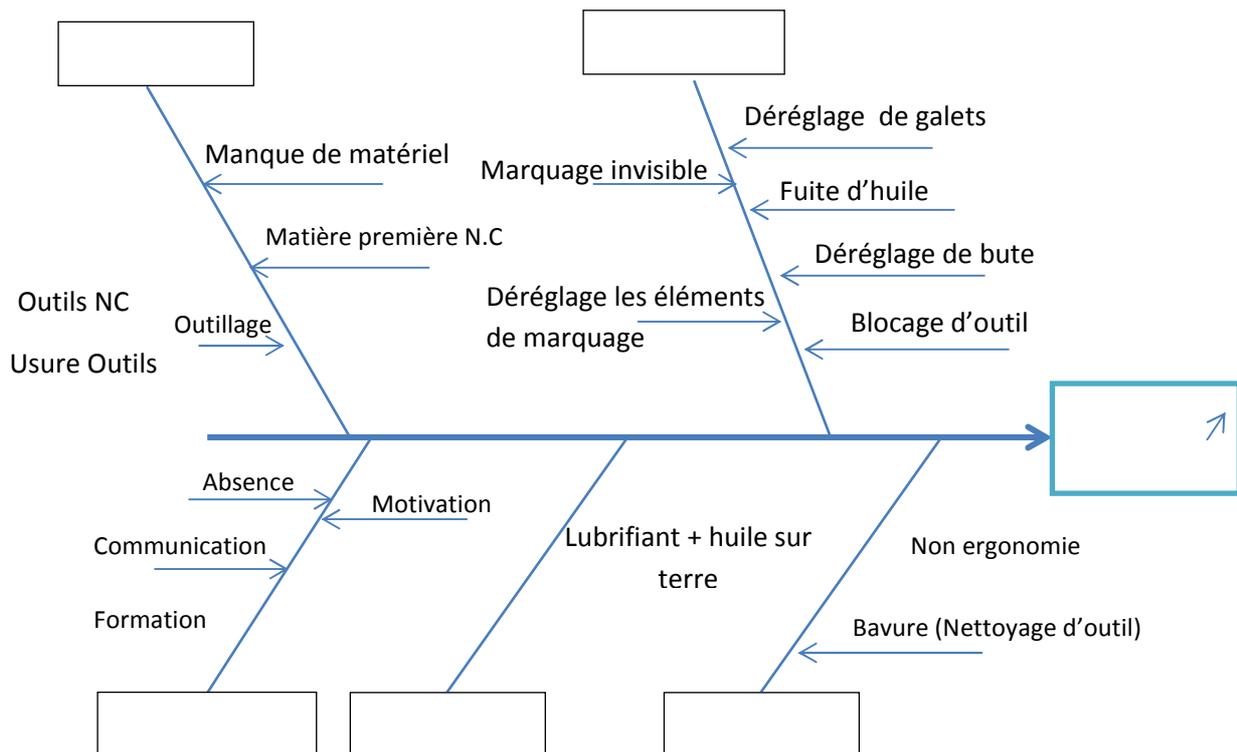


Figure 11: Pareto des causes de NON TRS du au changement de série

❖ Diagramme d'ISHIKAWA « Temps perdu à cause de dysfonctionnement »



Causes	Fréquence	Pourcentage	Pourcentage cumulé
Dérégulation de galets	40	24%	24%
Fuite d'huile	20	12%	37%
Lubrifiant + huile sur terre	20	12%	49%
Condition de stockage	18	11%	60%
Dérégulation de bute	12	7%	67%
Marquage invisible	8	5%	72%
Outillage non conforme	8	5%	77%
Manque de matériel	7	4%	81%
Bavure	5	3%	84%
Dérégulation ((éléments de marquage))	5	3%	87%
Motivation	5	3%	90%
Communication	4	2%	93%
Blocage d'outil	3	2%	95%
Formation	3	2%	96%
Non ergonomie	2	1%	98%
Usure d'outils	2	1%	99%
Absence	1	1%	99%
Matière première non conforme	1	1%	100%
	164	100%	

Tableau 9: Classement les causes de dysfonctionnement

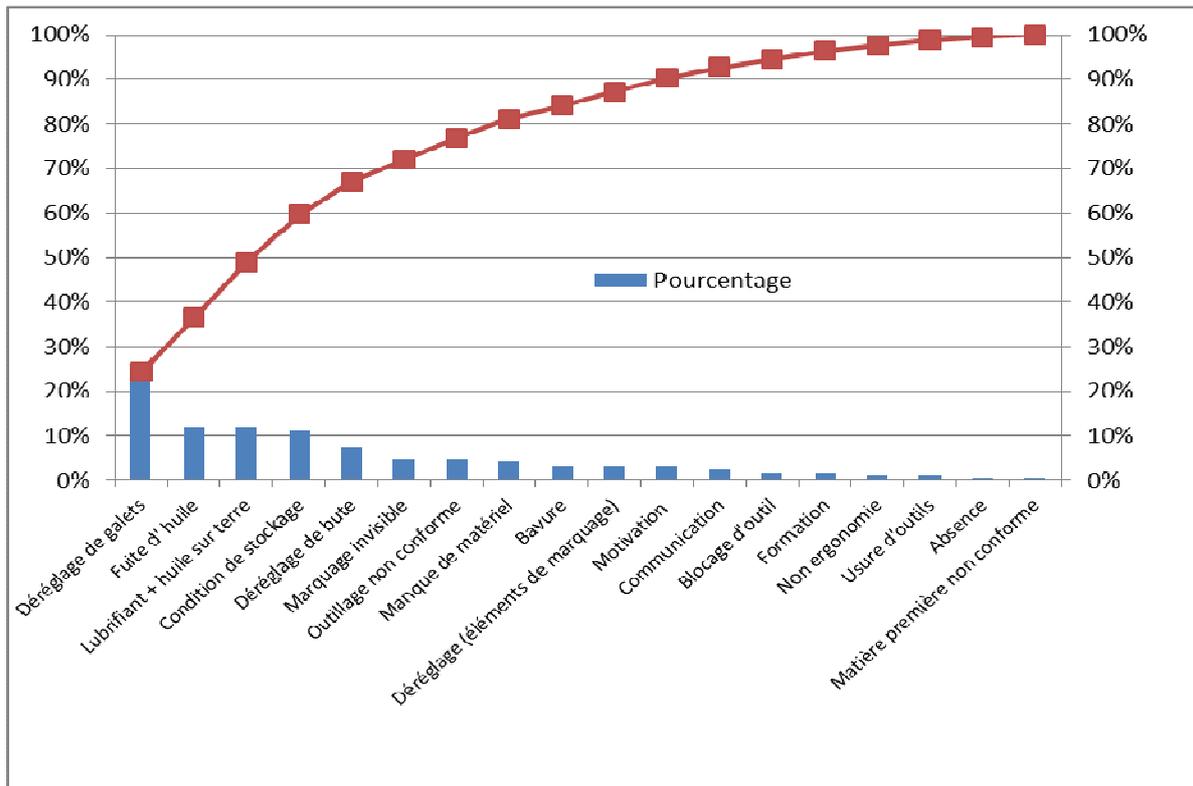


Figure 12: Pareto des causes de dysfonctionnement

On conclut que le lubrifiant, préparation des produits et le dérèglement de galets sont les trois causes principales qui représentent 80% de dysfonctionnement.

❖ **Nettoyage :**

Le temps consacré pour le nettoyage des machines est très long on cherche seulement de réduire la durée via un plan de nettoyage précis.

1.1.2 **Recommandations et plan d'action**

➤ **Recommandations**

Lorsque l'on doit travailler sur une machineagrafeuse qui est ici le goulot et qui n'est pas très fiable, il faut prévoir une panne éventuelle. À cette fin, le plus simple est de constituer un stock qui permettra de ne pas arrêter la production en aval en cas d'arrêt de la machine.

De même, la cadence est très variable vue le dérèglement de galets régulière, il faut donc que les ordres de fabrication tiennent compte de celui-ci, et sont donc légèrement d'augmenter le temps de production par rapport aux temps standard.

Les pannes et la non-qualité forment ce que l'on appelle les aléas de production. On vient de voir que les aléas de production génèrent des stocks, donc des délais excessifs, et il en résulte des surcoûts de production.

Il est donc indispensable de s'attaquer aux aléas de production afin de « fluidifier » l'écoulement des produits.

➤ **Plan d'action**

Date	N°	Problème / Besoin	Solution / Action	Pilote	Date prévu	Date réalisé	⊕
08 /04/ 2011	1	Lubrifiant +huile sur terre	Etablir un planning de maintenance correctif en fonction de ligne de production	Chef. Maint Sajid			⊕
08 /04/ 2011	2	Absence d'une Planning de production précis	- Etablir un plan de production précis - informer l'opérateur sur les actions à faire avant deux jours	Chef d'équipe (Kiddioui)			⊕
08 /04/ 2011	3	Méthode de changement d'outil	Appliquer la méthode de SMED	Responsable méthode			⊕
08 /04/ 11	4	Mal rangement des bacs de produits	Ranger les bacs de façon à faciliter la circulation (5S)	Chef d'équipe			⊕
08 /04/ 11	5	Disponibilité des tôles	Préparer la quantité des tôles nécessaire pour chaque équipe	Chef d'équipe			⊕
08 /04/ 11	6	Dérèglement de galets	Mettre en place d'une action corrective au niveau de galet d'agrafage pour arrêter l'agrafage ouvert.	Chef d'atelier mécanique			⊕
08 /04/ 11	7	Dérèglement de bute	Mettre en place d'une action corrective	Chef d'atelier mécanique			⊕
08 /04/ 11	8	Diminution la durée de nettoyage	Etablir un plan de nettoyage optimal	Omar (stagiaire)			⊕

Tableau 10: Plan d'action pour NON TRS

Plan de nettoyage

<i>Nettoyage à faire</i>	<i>Réalisé par</i>	<i>Fréquence</i>	<i>Méthode moyenne</i>
1.1.3 <i>Nettoyer l'extérieur de la machine</i>	<i>Opérateur</i>	<i>1fois /jour 6min de 21h45</i>	<i>Avec un chiffon</i>
<i>Nettoyer le sol périmètre poste de travail, y compris la sciure et fuite d'huile dessous machine</i>	<i>Opérateur</i>	<i>1fois /jour 8min De 21h45</i>	<i>Avec un ballet</i>
<i>Ranger les outillages dans l'endroit prévu</i>	<i>Régleur</i>	<i>A la fin de chaque référence</i>	<i>Emplacement outillages</i>
<i>Eliminer les corps étrangers (papier, chiffon gras,...)</i>	<i>Opérateur</i>	<i>Permanent 5min à la fin de chaque équipe</i>	<i>Ballet/poubelle</i>
<i>Se débarrasser les caisses vides</i>	<i>Conducteur de Clark</i>	<i>Permanent</i>	<i>Clark</i>
<i>Ranger les outils de travail dans l'endroit prévu</i>	<i>Régleur/ agent qualité</i>	<i>A la fin de chaque référence</i>	<i>Emplacement outillages</i>

Tableau 11:Plan de nettoyage

Ce plan va réduire le temps consacré au nettoyage fait par l'opérateur de 30 min par jour à 20 min ce que nous donne 5 heures par mois de réduction de temps Non TRS due au nettoyage par la suite une augmentation de 1,15% TRS.

Conclusion

Après l'application de 30% de ce plan d'action et le suivi hebdomadaire de NON TRS par le responsable de production on a pu atteindre un objectif de 66% TRS au mois avril comme le montre l'historique suivant :

L'historique de TRS des trois machines « Agrafeuse, Sertisseuse Tuyauto, Sertisseuse Comas » de Janvier jusqu'à Avril.

	Janvier	Février	Mars	Avril
Sertisseuse Comas	63%	58%	68%	69%
Sertisseuse Tuyauto	53%	63%	68%	79%
Agrafeuse	56%	57%	52%	50%
Moyenne	57%	59%	63%	66%

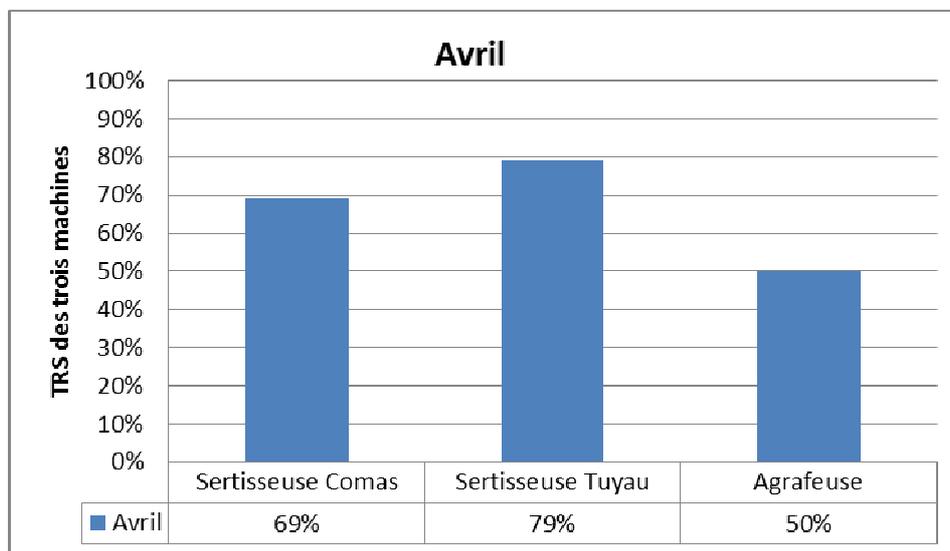


Figure 13: L'historique de TRS des trois machines

2 Chantier 5S

Ce chantier de 5S a été effectué dans la zone d'emboutissage afin de le tester puis de la mettre en place dans toute l'usine.

2.1 Constat de l'existant

Lors de la visite détaillée effectuée le 21/02/2011 de la zone d'emboutissage j'ai détecté les points critiquables suivants :

Panneaux des informations :

- Manque des panneaux concernant les 5S
- Manque de la mise à jour de l'affichage des informations

Presse :

- Les déchets métalliques au pied de quelques machines
- Déchets métalliques et chiffons sales sur quatre machines
- Chiffons sales traînent aléatoirement au sol
- Plusieurs emballages de pièces sont placés hors des endroits prévus

- Les outils de réparation sur les machines et sur le sol
- Les outillages de changement et les pièces fabriqués sans en même endroit
- Pièces fabriquées et celle qu'ils ont encore de fabrication placée sur le sol
- Quelque armoire électrique est ouverte
- Bidon renverse et autres placés aléatoirement sur le sol
- La plupart des machines sont sales
- Les poubelles mal positionnées
- Stock pléthorique

Les causes :

- Manque de management orienté 5S
- Manque de la responsabilité chez les opérateurs
- Manque de sensibilisation de 5S
- L'emplacement des outils de Nettoyage n'est pas défini
- Absence des traces pour placer les emballages et les bacs correctement
- Absence d'un plan de nettoyage

2.2 Plan d'action

Moyen terme

- Etablir un plan de réduction voire de suppression des fuites de fluide sur les machines
- Traiter les causes, ceci est une démarche itérative à poursuivre jusqu'à suppression du problème ; c'est très clairement la base d'une démarche TPM.
- Systématiser la mise en aérien des câbles électriques et tuyaux divers qui sont un obstacle au nettoyage
- Prévoir un plan de nettoyage approfondi des sols après traitement des fuites dans les zones machines
- Matérialiser par marquage peinture au sol les différentes zones : manutention, lieux de stockage... (après réalisation du plan de nettoyage approfondi)
- Associer périodiquement et à tour de rôle les responsables à la cotation

Plan d'action (Court terme)

ACTION	Solution proposée	Coût	Délai	Facilité	Priorité C x D x F	Mesure	Quand ?	Qui ?
Sensibilisation des opérateurs et chef d'équipe	Réunion	1	1	2	2			
	Les affiches	2	1	1	2			
Former les employés sur l'application de 5S	Formation à l'aide de moi-même	1	2	2	4			
	Formation à l'aide de responsable de production	1	3	2	6			
l'emplacement des outils de nettoyage et les poubelles	Traçage sur le sol	1	1	2	2			
	porte outils de nettoyage	2	1	2	4			
La saleté des machines et sol	Applique et renforcer le plan de nettoyage	1	2	3	6			
Programme de suivi	Indicateurs	1	2	2	4			

tableau 12:Plan d'action court terme

2.3 Quelques résultats de chantier 5S

Ces images montrent l'état de l'atelier d'emboutissage après et avant l'application de chantier 5S.

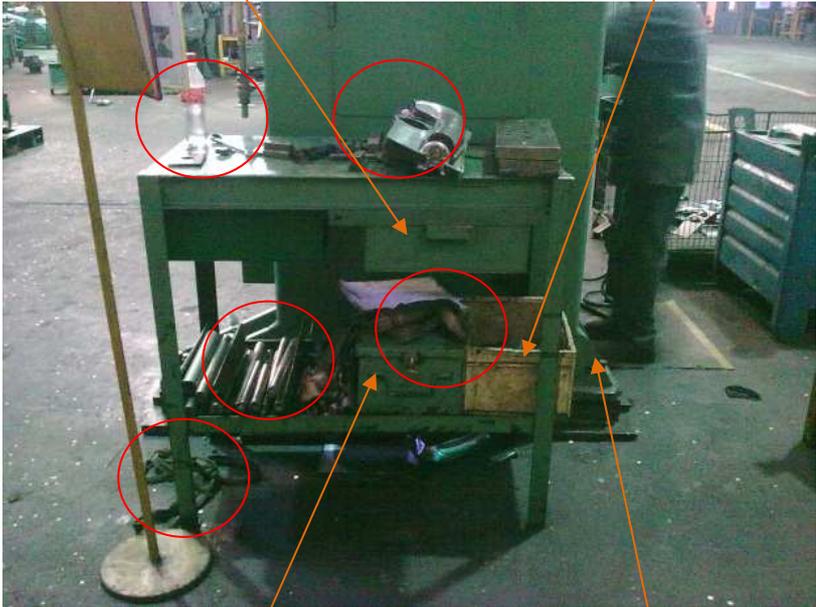
Avant l'application de 5S



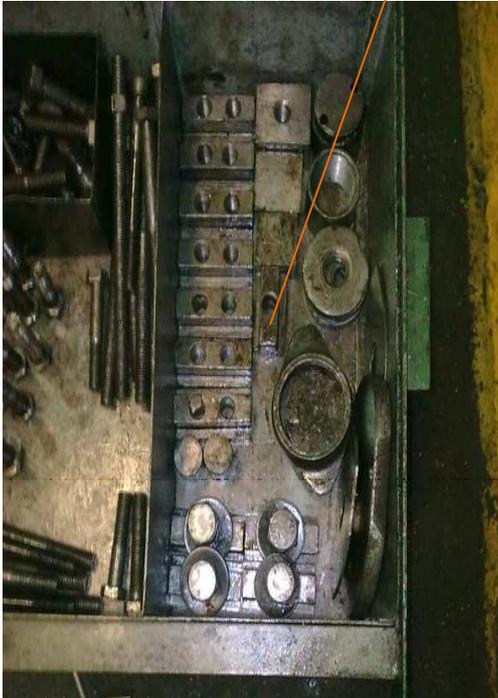
Après l'application de 5S



Avant l'application de 5S



Après l'application de 5S



Après l'application de 5S



Après l'application de 5S



Avant l'application de 5S



Après l'application de 5S



Conclusion

Le déploiement des 5S nécessite donc une implication forte de tous et particulièrement de l'ensemble de la ligne hiérarchique, cette action doit s'inscrire dans la durée jusqu'à devenir partie intégrante de la culture d'entreprise .

Pour assurer un déploiement pérenne il faut que les 5S fassent partie des thèmes (périodicité mensuelle) abordés lors des Comités de Direction.

Chapitre 4

Théorie de la fonction maintenance et type de maintenance

Ce chapitre est dédié à la description des différents fonctions et types de la maintenance

Chapitre4

Théorie de la fonction maintenance et type maintenance

1 Généralité

1.1 La Maintenance:

1.1.1 Définition:

Parmi les multiples définitions, nous retenons celle de l'AFNOR (Association Française de Normalisation) qui nous semble être la plus concise et précise :

« La maintenance est l'ensemble des actions permettant de maintenir ou rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé. »

Dans cette définition nous retrouvons deux mots clés: maintenir et rétablir. Le premier fait référence à une action préventive, le deuxième fait référence à l'aspect correctif D'où la décomposition de la maintenance en deux types: Maintenance Préventive et Maintenance Corrective. Nous y reviendrons plus loin.

1.1.2 Missions et Objectifs:

La maintenance est appelée à remplir les missions suivantes:

- assurer la continuité de marche de l'outil de production (diagnostic, réparation, révisions et prévention),
- faire les modifications demandées en accord avec la production pour améliorer la productivité ;
- mettre en place et vérifier les dispositifs de sécurité tant pour le personnel que pour les installations.

Ses principaux objectifs peuvent être résumés en :

- Améliorer la disponibilité de l'équipement de production par :
 - ✦ Une diminution des pannes et défaillances et augmenter ainsi la fiabilité des équipements;
 - ✦ La mise en place d'un système de suivi des indicateurs de performances, notamment la disponibilité des équipements;

- Améliorer la qualité du service par la mise en place de relation de type Client / Fournisseur entre la Production et la Maintenance;
- Diminuer les coûts de maintenance par un suivi rigoureux de tous les paramètres, qui y entrent (main d'œuvre, matières ...).

A travers ces objectifs nous remarquons que la définition de la maintenance donnée par l'AFNOR omet un aspect important à savoir: l'aspect économique (coûts de maintenance).

Cette lacune est comblée dans un autre document de la même norme qui stipule que « bien maintenir, c'est assurer ces opérations au coût global optimal ».

1.2 La Fonction Maintenance:

La fonction maintenance peut être considérée comme un ensemble d'activités regroupées en deux sous-ensembles: les activités à dominante technique et les activités à dominante de gestion (figure 15).

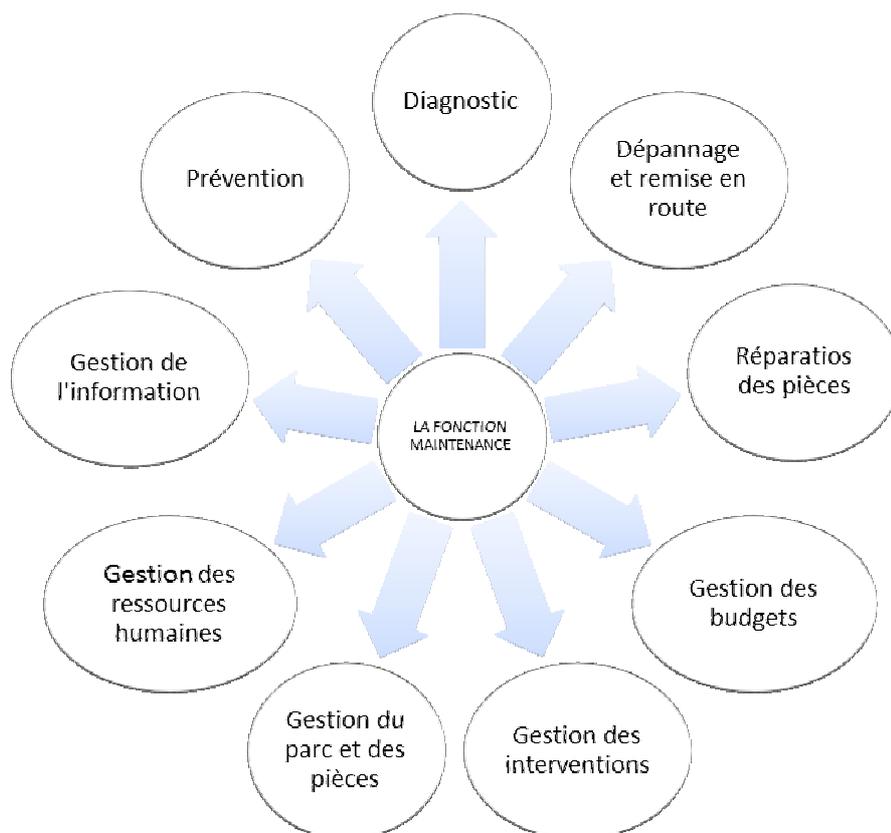


Figure 14: les différentes tâches contenues dans la fonction maintenance

Chacune de ces composantes est constituée de tâches bien précises dont certaines sont assurées par plusieurs sous-fonctions. Pour simplifier nous désignerons les sous-fonctions par fonctions.

C'est ainsi que nous pouvons distinguer les fonctions ci-après:

- La fonction Préparation;
- La fonction Ordonnancement;
- La fonction Réalisation;
- La fonction Gestion du Service Maintenance.

1.3 La fonction Préparation:

C'est la fonction qui est chargée de prévoir, définir et réaliser les conditions optimales d'exécution d'un travail.

La figure ci-dessous nous montre que, pour une tâche donnée, la Préparation consiste à définir des moyens humains et matériels et à éditer des documents opérationnels.

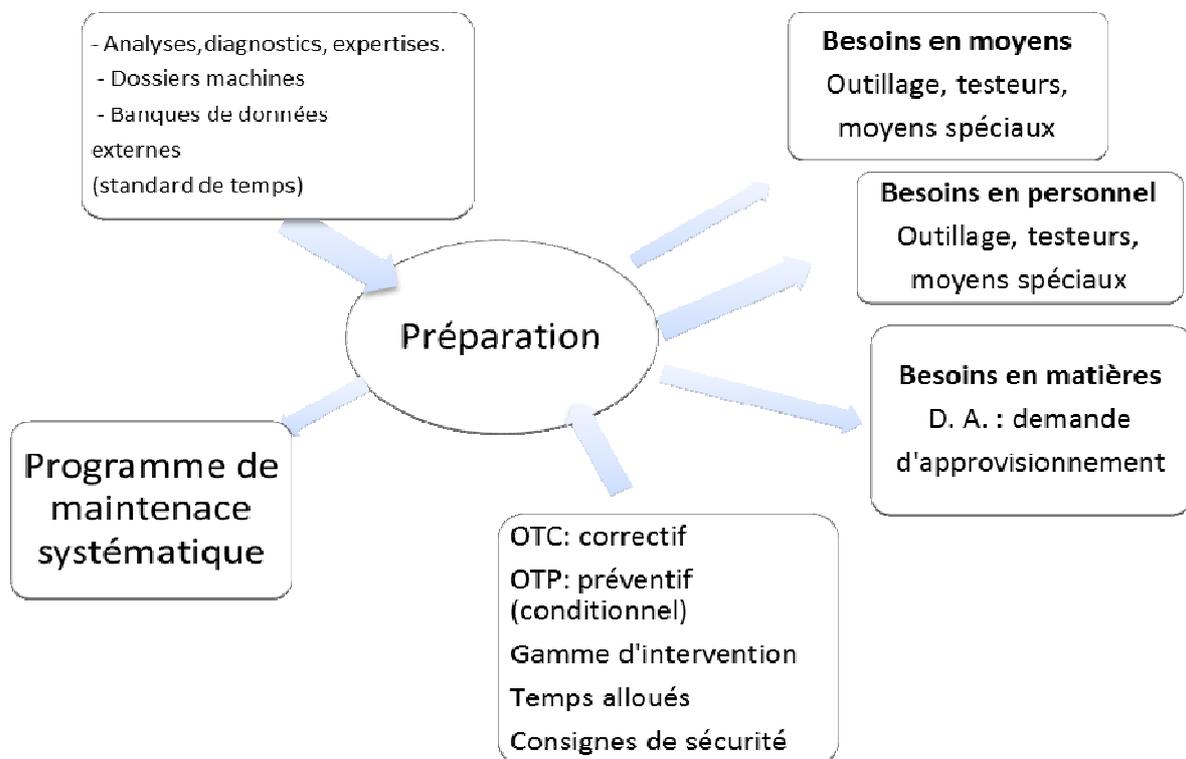


Figure 15: Activités contenues dans les tâches de préparation

1.4 La fonction Ordonnancement:

C'est la fonction qui est chargée de gérer les temps d'activités. Ainsi elle occupe une position chronologique entre la fonction Préparation et la fonction Réalisation :

- La fonction ordonnancement planifie l'intervention en précisant la date et heure de début
- La fonction réalisation, au moment choisi par l'ordonnancement, suivant les prescriptions de la préparation, la met en œuvre.

1.5 La fonction Réalisation:

Cette fonction assure des missions importantes qui peuvent être classé en cinq niveaux.

1.5.1 Mission et activités:

La mission de cette fonction est d'utiliser les moyens mis à disposition, suivant les procédures définies, pour remettre le matériel dans l'état spécifié. A ce titre cette fonction peut être appelé à effectuer des:

- Actions sur du matériel non en service comme participer à l'installation, la mise en service, réglage ... ;
- Opérations de maintenance corrective telle que des tests, diagnostic, dépannage, réparation, remplacement ;
- Des opérations de maintenance préventive: ronde (de graissage par exemple), révision, rénovation et reconstruction.

Nous reviendrons sur certaines de ces tâches dans la prochaine partie.

Notons aussi qu'en plus de ces actions traditionnelles, la réalisation s'occupe d'autres activités non moins importantes que sont: veiller à la sécurité des intervenants et le nettoyage des ateliers, des chantiers et des équipements.

1.5.2 Les cinq niveaux de maintenance:

Une des conditions pour réussir un système de maintenance serait de spécifier les niveaux de maintenance dans l'entreprise. Ainsi, selon le degré d'organisation de l'entreprise nous pouvons avoir jusqu'à cinq niveaux de maintenance. Ceux-ci font référence à la complexité des tâches à effectuer et aux ressources humaines et matérielles nécessaires à la réalisation de chacune des tâches.

Niveaux	Personnel d'intervention	Moyens	Nature des Travaux effectués
1 ^{er}	Exploitants sur place	Outillage léger défini dans les instructions	Réglage simple sans démontage d'équipement ou échange d'équipement ou échange d'équipement en toute sécurité
2 ^{eme}	Technicien habilité sur place	Outillage léger + pièces de rechange disponibles	Dépannage par échange standard, ou opération mineure de préventif
3 ^{eme}	Technicien spécialisé sur place ou en local maintenance	Outillage prévu + appareils de mesures, banc d'essai, contrôle	Identification et diagnostic de pannes réparation par échange de composants fonctionnels
4 ^{eme}	Technicien spécialisé sur place ou en local maintenance	Outillage plus spécialisé, matériel d'essai, de contrôle	Travaux important de maintenance préventive ou corrective
5 ^{eme}	Equipe complète polyvalente au niveau de l'atelier central	Moyens proches de fabrication, par le constructeur	Travaux de rénovation, de reconstruction, ou réparations importantes confiées à l'atelier

Tableau 13: les ressources nécessaires pour chaque niveau de maintenance.

2 DIFFIRENTS TYPES DE MAINTENANCE:

Nous avons vu que la maintenance peut être subdivisée en deux principales composantes qui sont: la maintenance corrective et la maintenance préventive. La figure 17 nous en donne une image. Certains spécialistes parlent d'un troisième, la maintenance améliorative, dont on parle peu car dépendant des deux autres.

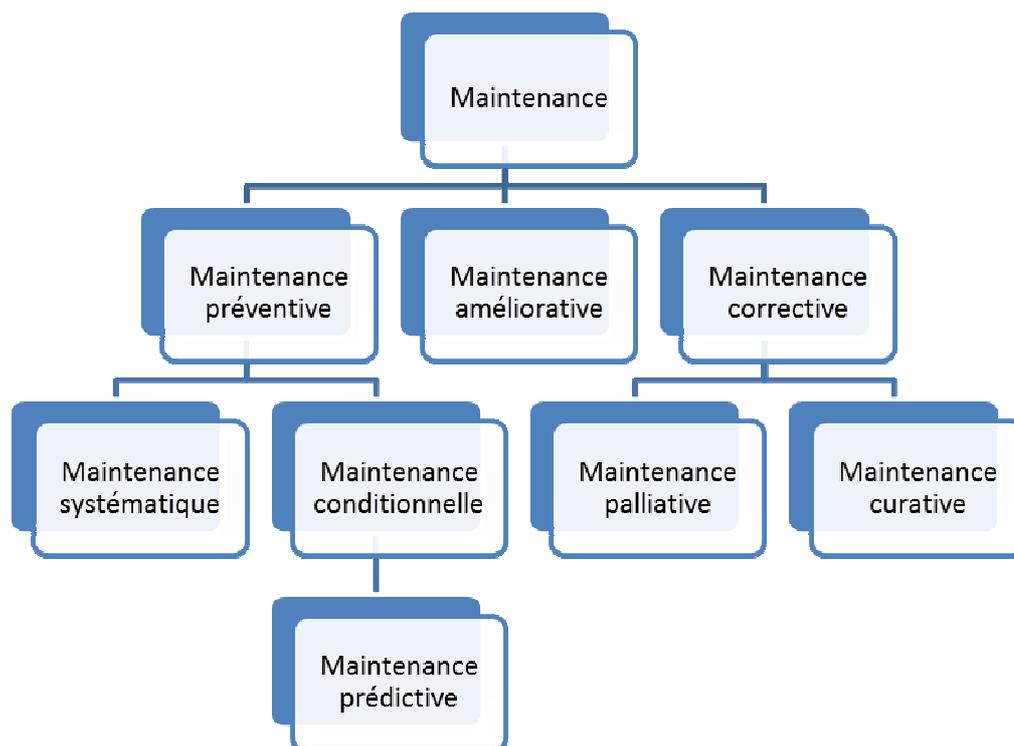


Figure 16: les différents types de maintenance.

2.1 La Maintenance Corrective:

L'AFNOR définit la maintenance corrective comme une « Opération de maintenance effectuée après défaillance ». La figure ci-dessus nous montre qu'elle regroupe la maintenance palliative et la maintenance curative.

Elle s'occupe des actions de dépannages (maintenance palliative) et de réparations (Maintenance curative) des incidents et défaillances qui surviennent dans la production.

2.2 Maintenance palliative:

C'est la maintenance qui permet de remettre en état de fonctionnement un équipement de façon provisoire. Elle est effectuée dans des conditions extrêmes et imposée par l'une des situations suivantes:

- un manque de pièces rechange pour effectuer les travaux de réparation nécessaires;
- des contraintes de production à satisfaire ne permettant pas d'avoir suffisamment de temps pour intervenir ;
- un manque de compétences capables d'exécuter les travaux.

C'est une maintenance dans laquelle on tente seulement d'agir sur les effets sans se préoccuper des causes qui les produisent. Par conséquent elle ne permet pas d'éviter une répétition de certains types de pannes.

2.3 Maintenance curative:

Maintenance réalisée suite à un dysfonctionnement de l'équipement. Elle consiste à le remettre en état de fonctionnement en procédant à des réparations complètes.

Elle conduit à des actions de diagnostic permettant d'identifier les causes de la panne ou défaillance et de préciser les opérations de maintenance nécessaires pour la remise en état.

Ces opérations peuvent être: une rénovation ou une révision (dans certains cas).

2.3.1 La Préparation et l'Ordonnancement en Maintenance Corrective:

2.3.1.1 La Préparation:

Il faut noter que ce ne sont pas tous les travaux de maintenance qui doivent faire objet de préparation. Les principaux travaux à préparer sont :

- Les travaux importants qui sont déterminés par la méthode ABC. Ce sont les 20 % à 30 % des interventions qui prennent les 70 % à 80 % du temps passé;
- Les travaux répétitifs: idem que les précédents sauf qu'ici le critère déterminant est le nombre d'interventions;
- Les travaux de révision: qui sont à la fois importants (en heures) et répétitifs;
- Les travaux de haute qualité: ce sont des interventions délicates et coûteuses;
- Les travaux liés à la sécurité: la préparation sera axée sur la sécurité (habilitation, consignation....).

Selon le cas, la préparation comportera:

- Un diagnostic: il s'agit du premier constat qui orientera les investigations à mener lors de l'expertise ;
- Une expertise: étape la plus importante de la préparation, elle consiste en une «auscultation» complète de l'organe défaillant afin de déterminer les actions de réparation à entreprendre;
- Une gamme d'intervention: Etablie à partir du rapport d'expertise. Elle contient toutes les actions et tous les moyens à déployer et à mettre en œuvre pour réparer l'équipement défaillant.

2.3.1.2 L'Ordonnancement:

L'ordonnancement s'occupera, dans ce cas, du traitement administratif des interventions notamment la gestion des temps d'intervention, le suivi du plan des charges des différentes équipes d'exécution des travaux, la vérification de la disponibilité des pièces de rechange avant d'envoyer les demandes d'intervention à la réalisation.

2.4 La Maintenance Préventive:

C'est une « maintenance effectuée dans l'intention de réduire la probabilité de défaillance d'un bien ou d'un service rendu ».

Elle vise les principaux objectifs suivants:

- Augmenter la fiabilité d'un équipement, donc réduire les défaillances en service : réduction des coûts de défaillance, amélioration de la disponibilité ;
- Augmenter la durée de vie d'un équipement;
- Améliorer l'ordonnancement des travaux, donc les relations avec la production;
- Réduire et régulariser la charge de travail ;
- Faciliter la gestion des stocks (consommations prévues à l'avance) ;
- Assurer la sécurité (moins d'improvisations dangereuses) ;
- Plus globalement, réduire la part du « fortuit », améliorer le climat des relations humaines (une panne imprévue est toujours génératrice de tensions).

Elle regroupe la maintenance systématique, la maintenance conditionnelle et la maintenance, prévisionnelle ou prédictive.

2.4.1 Maintenance systématique:

C'est une maintenance planifiée selon une fréquence de temps fixe (échéancier établi : jour, semaine, mois, année) ou de temps de fonctionnement ou de nombre d'unités d'usage (valeur compteur: heures de marche, pièces fabriquées, distance parcourue,...), l'objectif étant de remplacer les pièces d'usure avant l'apparition d'un dysfonctionnement.

Elle peut, selon les cas, être décomposée en deux sous composantes:

2.4.1.1 La maintenance systématique de type âge:

C'est un remplacement systématique des rechanges préalablement déterminées, dès lors que l'échéance ou l'usage est atteint, sans se préoccuper de l'état de ces rechanges (dégradé ou pas). Ceci se rencontre, le plus souvent, dans le

cas de contraintes de production très sévères ne permettant pas de prendre le moindre risque.

2.4.1.2 La maintenance préventive systématique:

Les rechanges font l'objet d'une inspection et seules celles présentant un niveau d'usure avancé sont remplacées.

En plus des opérations périodiques, on peut citer comme actions de maintenance systématique les opérations suivantes: la révision et modification.

2.4.2 Maintenances conditionnelle et prévisionnelle (ou prédictive) :

Elle peut être subdivisée en deux composantes :

2.4.2.1 Maintenance conditionnelle:

C'est une maintenance préventive consistant en une surveillance du fonctionnement du bien et des paramètres significatifs de ce fonctionnement intégrant les actions qui en découlent.

Ces actions de maintenance sont alors déclenchées suivant des critères prédéterminés significatifs de l'état de dégradation du bien ou du service. Les remplacements ou les remises en état des pièces, les remplacements ou les appoints des huiles ont lieu après une analyse de leur état de dégradation. Une décision volontaire est alors prise d'effectuer les remplacements ou les remises en état nécessaire.

C'est une méthode moderne qui permet un suivi continu du matériel en service dans le but de prévenir une défaillance.

2.4.2.2 Maintenance prévisionnelle ou prédictive:

Elle est basée sur l'analyse des mesures de certains paramètres de l'équipement: Température, vibration, qualité des huiles, ..., pour tenter d'éviter un dysfonctionnement.

Elle est aussi définie comme « maintenance préventive exécutée en suivant les prévisions extrapolées de l'analyse et de l'évaluation de paramètres significatifs de la dégradation du bien. »

Ces deux types de maintenances préventives sont souvent confondus. Elles sont déclenchées par les résultats du contrôle de l'état de l'équipement ou de la mesure de ses paramètres de fonctionnement.

La mise en place d'un tel type de maintenance nécessite des choix préalables qui sont, généralement faits de deux manières différentes:

- Les organes importants et vitaux pour le fonctionnement des installations ;
- Les organes ayant présenté des défaillances dont la connaissance par retour d'expérience aura permis d'évaluer les risques et leur gravité. Pour cela il est utilisé certaines techniques comme l'A.M.D.E.C. (Analyse des Méthodes de Défaillance, de leur Effets et de leur Criticité), qui est une méthode d'analyse de la fiabilité qui permet de recenser les défaillances dont les conséquences affectent le fonctionnement d'un système donné, pour déterminer les organes à suivre.

2.4.3 La Préparation et l'Ordonnement en Maintenance Préventive:

La vocation de la maintenance préventive est de prévenir un certain nombre de défaillances et de mieux connaître le comportement de l'équipement afin de lui appliquer une maintenance systématique et/ou conditionnelle.

2.4.3.1 La Préparation:

Pour la maintenance préventive la préparation a plutôt lieu en amont à travers:

- Le choix des parties sensibles des équipements et/ou les paramètres à visiter ou remplacer (maintenance systématique) ou à suivre (maintenance conditionnelle ou prédictive) ;
- L'établissement des fiches de visites et de contrôle, respectivement pour les systématiques et les conditionnelles
- La détermination de l'échéancier des visites ou contrôles
- La détermination des seuils (maintenance conditionnelle ou prévisionnelle) qui, une fois atteints, doivent conduire au déclenchement des interventions.

3 Conclusion

Nous pouvons conclure cette partie en disant que la maintenance corrective subit les événements et se trouve parfois débordée par l'ampleur des actions à entreprendre.

C'est une solution où le long terme est sacrifié et semble plus rentable à court terme et tend à limiter le coût indirect sans vraiment y parvenir. En fait, les machines se dégradent rapidement, les dépannages ne maintiennent pas les outils en état, le

nombre de défaillances augmente et, généralement, un bris grave vient conclure le processus.

Aussi l'accumulation des pertes de temps, le nombre important des rechanges à remplacer et l'immobilisation fréquente de la production qu'elle entraîne contribue à l'accroissement des charges à travers les coûts importants de ces bris et des coûts indirects dû à la perte de production.

Par contre la maintenance préventive anticipe et intervient avant l'apparition de la panne ou la défaillance. Elle réduit ainsi considérablement les coûts et met les intervenants dans des conditions de travail moins stressantes ce qui est de nature à améliorer leurs efficacité et performance.

La maintenance corrective **subit** alors que la préventive **gère**.

Chapitre 5

Politique et gestion de la maintenance

Ce chapitre a pour but de montrer la nécessité de mettre en place un système de gestion informatisée des activités de maintenance pour disposer d'informations fiables dans un délai raisonnable.

Chapitre 5

Politique et gestion de la maintenance

A partir de ce qui a été dit plus haut nous pouvons voir que la fonction maintenance fait appel à plusieurs facteurs: humains, techniques et économiques. La prise en compte de ces facteurs nécessite la mise en place de paramètres tels que les objectifs à atteindre et de moyens d'évaluation périodique de ces paramètres.

1 La Politique de Maintenance:

Elle consiste à définir les objectifs technico-économiques relatifs à la prise en charge des équipements.

1.1 Définition des objectifs:

Ces objectifs peuvent être de types : opérationnels, socio-économiques ou organisationnels.

Il faut noter que ces objectifs doivent toujours faire l'objet d'un compromis entre les trois facteurs que nous avons cité plus haut (humain, technique et économique) comme nous le montre la figure ci-dessous.

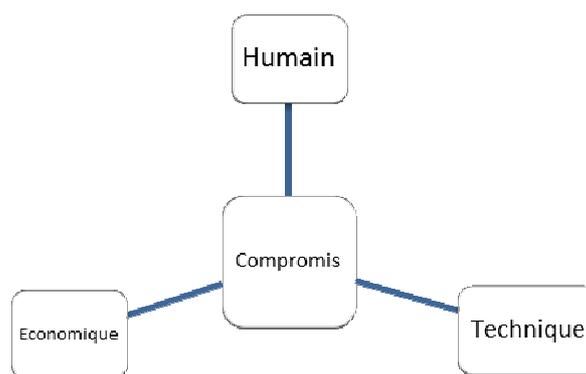


Figure 17: Compromis entre les trois facteurs.

Notons que les objectifs doivent être cohérents selon les niveaux hiérarchiques. En effet, ils ne sont pas perçus de la même manière par les différents niveaux de la hiérarchie. Par exemple les responsables de maintenance s'intéresseront aux coûts de

maintenance tandis qu'au sein des ateliers on s'intéressera plutôt à la réduction du nombre de défaillances et des retards des chantiers. Cependant tous les objectifs qui seront définis doivent s'inscrire dans un programme cohérent qui est celui de converger vers l'objectif global fixé par la Direction Générale.

1.1.1 Objectifs opérationnels :

Ce sont les objectifs qui concernent les missions à assurer sur les équipements:

- Maintenir les équipements de production dans les meilleures conditions possibles;
- Assurer la disponibilité du matériel à un coût optimum ;
- Avoir un rendement maximal d'une machine sur une période assez conséquente;
- Assurer une durée de vie de l'équipement la plus longue possible;
- Organiser les interventions rapides et efficaces.

1.1.2 Objectifs socio-économiques:

Ces objectifs tendent à :

- Assurer la sécurité du personnel et des installations ;
- Diminuer les coûts directs (de maintenance) et indirects (de perte de production);
- Réduire les coûts annexes en diminuant les stocks de rechange;
- Augmenter les performances du personnel de maintenance;
- Optimiser (minimiser) les coûts de possession des équipements;
- Fidéliser la clientèle par une production de bonne qualité à des coûts compétitifs.

1.1.3 Objectifs organisationnels:

Il s'agit d'objectifs qui permettent d'organiser les activités de maintenance:

- Bien répartir les charges de travail des différentes équipes d'intervention
- Améliorer l'efficacité de l'ordonnancement
- Mieux définir les politiques de sous-traitance et/ou d'approvisionnement.

Une fois les objectifs définis, il faut procéder à la mise en place des indicateurs de performance qui permettront de savoir si les objectifs visés sont atteints. Ensuite il sera précisé la méthode de mise en place de ces indicateurs et de la politique de maintenance choisie.

1.2 Les indicateurs :

Ces indicateurs seront choisis de manière à être utiles pour la prise de décisions et faciles quant à la disponibilité des données devant permettre de les former. Ils sont définis pour permettre de savoir si les différents objectifs visés

(selon les niveaux hiérarchiques) sont atteints ou pas. Ainsi pour tous les types d'objectifs cités plus haut on peut cibler un ou plusieurs indicateurs (voir annexe A3 pour une série d'indicateurs proposés par l'AFNOR):

Nous donnons ci-dessous, tableau 14, un extrait de ces indicateurs proposés par l'AFNOR.

Indicateur Quantité d'interventions	IQ	Nombre pannes par mois
Indicateur de maintenance préventive	IMP	$(\sum \text{Heures de maintenance préventive}) / (\sum \text{Heures maintenance})$
Indicateur de maintenance corrective	IMC	$(\sum \text{Heures de maintenance corrective}) / (\sum \text{heures de maintenance})$

Tableau 14: Quelques indicateurs de performances proposés par l'AFNOR

1.3 Méthode à mettre en œuvre:

Dans le choix de la méthode à mettre en œuvre il faut avoir à l'esprit:

- Le type de maintenance (ou plan d'intervention) : préventive ou corrective. Au cas où le préventif serait retenu, préciser s'il s'agit de la préventive systématique ou conditionnelle et quel en est l'échéancier;
- Le remplacement du matériel: quelle est la durée de vie prévisionnelle de celui-ci; c'est à dire à partir de quand sera-t-il plus économique (coût de possession) de procéder à un remplacement plutôt que de continuer à maintenir.

Des techniques ou outils d'aide bien précis sont utilisés pour aider les décideurs dans leurs choix. Nous citerons entre autres: AMDEC, Pareto, modèle de Weibull

1.4 Mise en place de la politique de maintenance:

A travers la politique de maintenance seront faits les choix de la stratégie adoptée:

1.5 Le plan de maintenance:

L'élaboration du plan de maintenance consiste à répondre aux questions suivantes:

- Faut-il sous-traiter une partie des activités de maintenance ou pas ?
- Si oui lesquelles et pourquoi?
- Quelle proportion des activités doit-on sous-traiter et comment?

- Quelles sont les structures concernées?

1.6 Les approvisionnements :

Il s'agit, ici, de définir la meilleure politique d'achat et gestion des stocks.

Elle est, naturellement, plus facile à mettre en place de dans le cas des structures où les,

2 Gestion de la Maintenance:

Nous avons vu les différentes fonctions assignées à un service de maintenance dans une entreprise. Toutes ces fonctions sont assurées par des hommes qui agissent sur des équipements exploités par l'entreprise. Aussi toutes ces activités génèrent des coûts pour l'entreprise. Ainsi une bonne gestion de la maintenance comportera les trois aspects suivants: humains, matériel et économiques.

Par ailleurs, nous avons également vu qu'il est indispensable de définir les objectifs et mettre en place des indicateurs permettant de savoir s'ils sont atteints ou pas. Ces indicateurs sont généralement présentés sous forme de tableaux de bords.

2.1 Gestion des moyens humains:

La gestion des moyens humains nécessite la mise en place de structures adaptées assurant efficacement les différentes fonctions définies plus haut.

Selon les cas, nous distinguons deux principaux types de structures pour un service de maintenance: centralisé et décentralisée. Chacun de ces types d'organisation peut être soit de type concentré ou déconcentré.

Notons que dans certaines organisations, les approvisionnements sont directement rattachés au service maintenance.

2.1.1 Structure centralisée:

Toutes les structures et moyens sont concentrés au même endroit (figure 1.5).

- Ce type de structure présente les avantages suivants :
- Optimisation des emplois et moyens coûteux.
- Meilleur suivi et maîtrise des coûts.
- Standardisation des procédures de maintenance.
- Un meilleur suivi des équipements de production.

2.2 Gestion des moyens matériels:

Ici les informations traitées sont de deux ordres: celles se rapportant directement aux équipements mêmes et celles concernant les approvisionnements des rechanges.

2.2.1 Les équipements:

Pour chaque équipement, il sera mis en place une fiche technique et un dossier historique qui seront des dossiers devant contenir les informations suivantes:

- La date de mise en service.
- Les relevés des unités d'usage.
- Les interventions effectuées sur cet équipement et en quoi elles ont consisté (remplacement des rechanges, modifications).
- Les fiches de contrôles préventifs s'il y a lieu.

2.2.2 Les approvisionnements des rechanges :

Comme nous l'avons dit plus haut dans certaines structures organisationnelles les approvisionnements sont directement rattachés au service maintenance. Même dans les conditions où ce n'est pas le cas, cette unité est appelée à jouer le même rôle qui est celui de mettre à disposition en temps utile les rechanges nécessaires aux activités de la maintenance des installations de production. Cela nécessite la mise en place d'un service dont l'organisation permettant d'avoir :

La liste des rechanges à réapprovisionner (nomenclatures)

Les types d'achats (stocks ou achats directs).

Le suivi des stocks (différents mouvements: sorties, réceptions, réservations, réintégrations).

- La politique (moments opportuns) de réapprovisionnement (stocks mini, quantités économique à commander ...).
- La gestion particulière des articles de sécurité.

2.3 Gestion des moyens économiques:

Toutes les activités de maintenance impliquent des .coûts qui peuvent être très variés :

- Les coûts d'achats et d'installation des équipements;
- Les coûts de mam d'œuvre : corrective, préventive (systématique, conditionnelle...).

- Les coûts des rechanges: sorties magasins et achats directs;
- Les coûts des sous-traitances.
- Les coûts indirects (des pertes de production).
- Les coûts des modifications et améliorations.

Le suivi de ces différents postes de charges est très importants pour les entreprises car ils interviennent directement dans la politique budgétaire. Aussi interviennent-ils dans les différents tableaux de bord que la maintenance est appelée à produire.

2.4 Les tableaux de bord:

Quel que soit le type de structure adoptée; il faut préciser les indicateurs qui doivent être suivis dans les tableaux de bord.

« Le tableau de bord est un ensemble d'informations traitées et mises en forme de manière à caractériser l'état et l'évolution du service maintenance ».

Il délivre des informations sous forme d'état chiffré ou en pourcentage, de graphes (d'évolution ou de répartition), de ratios, etc.

Par ailleurs quelle que soit leur forme les tableaux de bord sont mis en œuvre suivant le schéma ci-dessous:

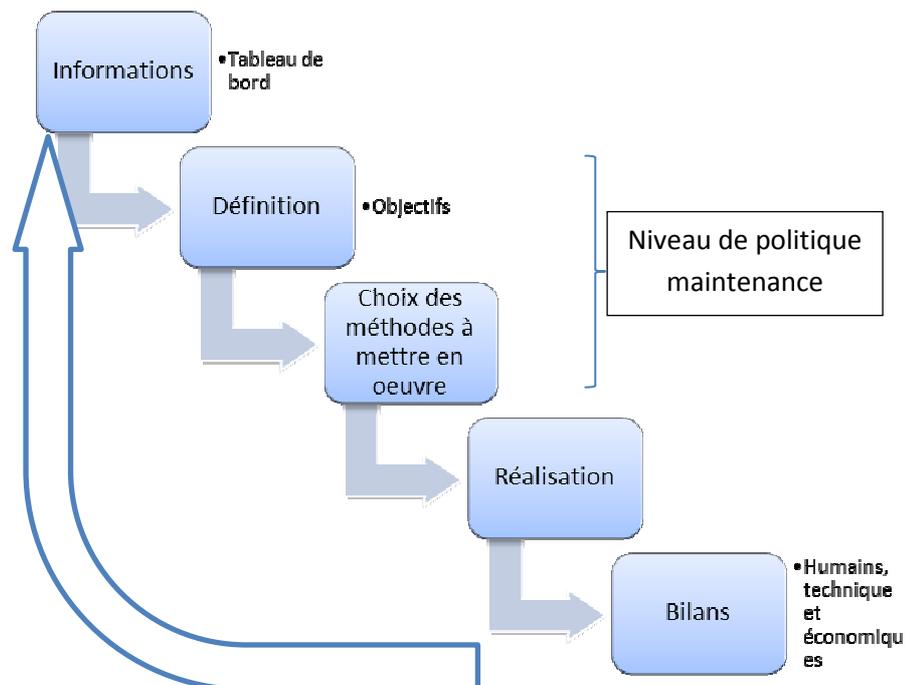


Figure 18: Processus d'élaboration des tableaux de bord

2.5 Gestion informatisée:

Au vu de la masse d'informations (techniques, organisationnelles et économiques) à prendre en compte dans le fonctionnement d'un service maintenance, nous nous rendons compte qu'il serait fastidieux d'assurer un suivi efficace de celles-ci « manuellement ».

C'est pourquoi depuis les années 70 ont commencé à se développer des outils d'aide informatiques qui permettent de saisir, stocker et traiter toutes ces informations. Ces outils furent d'abord appelés logiciels de M.A.O. (Maintenance Assistée par Ordinateur) avant de devenir logiciels de G.M.A.O. (Gestion de la Maintenance Assistée par Ordinateur).

Ils peuvent être représentés par le schéma de la figure ci-dessous.

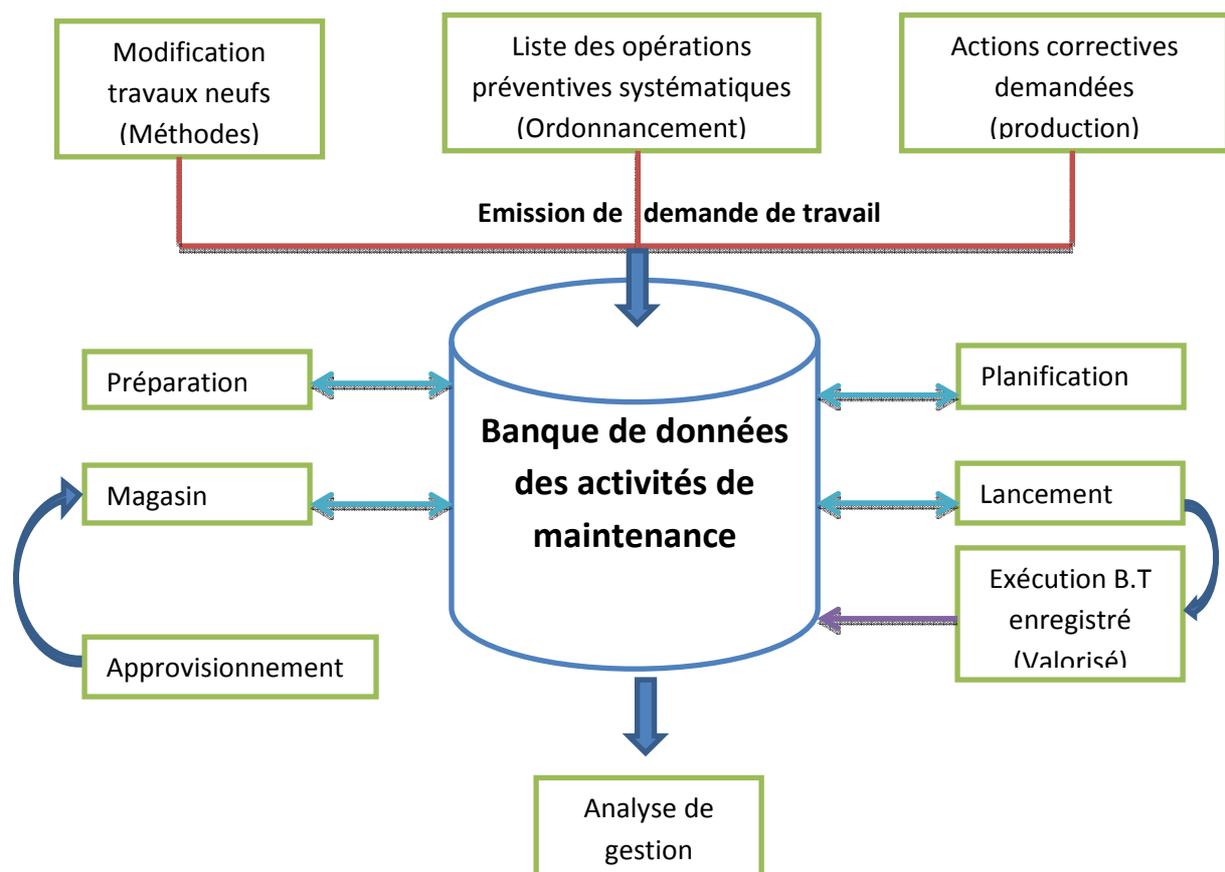


Figure 19: Schéma simplifié des transits d'informations dans un logiciel de G.M.A.O.

De plus en plus d'entreprises (même du domaine tertiaire) s'engagent dans cette voie qui présente des avantages considérables (beaucoup d'informations traitées

et stockées plus facilement) dans le domaine de la gestion des activités de maintenance.

Cependant comme tout outil informatique la G.M.A.O ne vaut que par l'usage qu'on en fait. Elle reste un outil d'aide et ne peut en aucun cas se substituer à l'homme.

3 CONCLUSION:

Cette partie nous a permis de mettre en évidence la nécessité de mettre en place un système de gestion informatisée des activités de maintenance pour disposer d'informations fiables dans un délai raisonnable. Ces systèmes de gestion se sont vulgarisés au point d'être en vente dans les rayons de certains supermarchés (occidentaux notamment).

Cependant la mise en place de cette gestion informatisée de la maintenance (G.M.A.O.) mérite une attention particulière au risque de conduire à des difficultés (d'exploitation notamment).

Chapitre 6

Conception et réalisation un système de gestion de maintenance assistée par ordinateur



Ce chapitre décrit la démarche globale de construction le logiciel **G-MAINTI** pour la gestion de maintenance

Chapitre 6

Conception et réalisation un système de gestion de maintenance assistée par ordinateur

Introduction

Après avoir vu la théorie de la Maintenance, et politique maintenance nous allons voir maintenant la démarche globale de conception et réalisation mon logiciel de gestion de maintenance (G-MAINTI) qui base sur les axes principaux suivants :

- Les activités de la maintenance au sein de Tuyauto
- Construction le cahier de charge interne (suivant les normes AFNOR) dont on va définir clairement les exigences des clients (Tuyauto ; Renault...).
- Étapes générales de construction de G-MAINTI

1 Les activités de la maintenance au sein de Tuyauto:

Les actions de maintenance sont déclenchées pour l'une des trois raisons suivantes:

- Une défaillance sur un équipement qui conduit à l'émission d'une D.T (Demande de Travaux) par la Production ou tout autre service habilité;
- L'atteinte d'une échéance (calendaire ou unité d'usage) de lancement d'une intervention préventive systématique;
- Un contrôle préventif, ayant révélé des anomalies (visites) ou un seuil d'alarme ou de danger (mesures vibratoires..) Nécessitant une intervention.

1.1 Le cheminement des demandes d'interventions:

Nous donnons ci-dessous (figure 21) le cheminement suivi par ces demandes d'interventions.

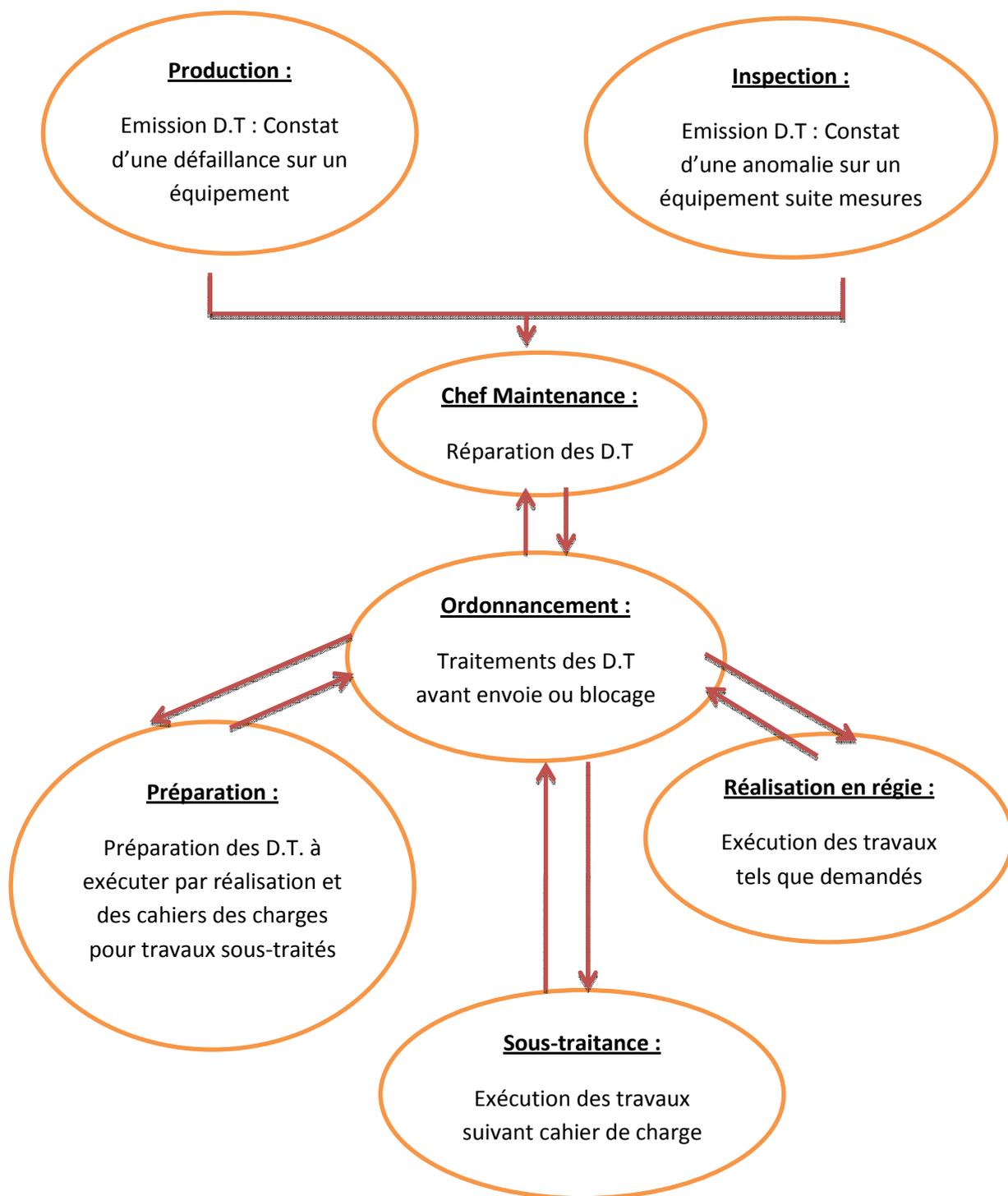


Figure 20: cheminement des D.T

1.2 La Production:

Au cours des rondes de surveillance des installations, les anomalies constatées font objet de D.T. celles-ci sont transmises à la maintenance (chef Maintenance.) Pour étude et intervention.

1.3 L'inspection:

À l'issue des différentes actions de contrôles (visites ou mesures) qui sont effectuées, des dysfonctionnements peuvent être descellés sur certains équipements. Ces dysfonctionnements font l'objet de D.T. qui sont transmises au chef de maintenance.

1.3.1 Le chef Maintenance :

Toutes les demandes d'interventions émanant de la production, annonçant une panne ou une défaillance, et de l'unité inspection, anomalies constatées lors de mesures ou contrôles, sont transmises au chef Maintenance. Celui-ci les transmet à l'ordonnancement après les avoir réparties dans l'un des quatre groupes:

- Celles ayant un caractère urgent qui sont directement transmises à l'atelier concerné pour action à mener;
- Celles ne nécessitant pas de préparation et qui sont directement transmises à la Réalisation par l'intermédiaire de l'ordonnancement;
- Celles nécessitant une préparation sont transmises à la Préparation par l'intermédiaire de l'ordonnancement ;
- Celles qui doivent être exécutées par un sous-traitant font l'objet d'un appel d'offre dont le cahier de charges doit être élaboré par la Préparation.

1.3.2 L'Ordonnancement:

Cette unité (ordonnancement et gestion) prend en charge une première fois les D.T. pour les premiers enregistrements et la répartition. Dans cette répartition il faut distinguer trois cas possibles:

- Les travaux qui peuvent être exécutés immédiatement dont les D.T. sont transmises à la Réalisation;
- Les D.T bloquées en attente matières et qui feront l'objet d'un classement et suivi approprié;
- Les D.T bloquées en attente arrêt des installations.

Après réalisation des travaux, l'ordonnancement prend en charge une seconde fois les D.T pour saisir les informations données par les différents services d'exécutions des travaux (pointage, consommations matières...).

1.3.3 La Préparation:

La Préparation s'occupe de deux types de D.T. :

- Les D.T préparer et pour lesquelles il faut réaliser les plans et autres schémas nécessaires à leur exécution et définir les rechanges à prévoir pour cette réalisation;
- Les D.T devant être sous-traitées et dont il faut préparer le cahier des charges à soumettre aux sous-traitants.

2 Cahier de charge fonctionnelle (Suit les normes AFNOR)

2.1 Présentation générale du problème

2.1.1 Projet

Création d'un système de gestion de maintenance assisté par ordinateur (SGMAO) via une base de données sous Access automatisé.

2.1.2 Finalités

Les objectifs principaux de ce système sont de faire :

- La gestion des équipements,
- La gestion du suivi opérationnel des équipements,
- La gestion des travaux en interne et en externe,
- La gestion de la maintenance préventive,
- L'analyse des défaillances
- La gestion du budget et suivi des dépenses,

2.1.3 Contexte

Ce système de gestion de maintenance assistée par ordinateur permet de simplifier et standardiser les opérations de maintenance au sein de Tuyauto, de plus permet de tracer les données, de les archiver et de les analyser.

2.1.4 Date de la mise en service :

La mise en service le système GMAO, prévue pour fin mai 2011.

2.1.5 Énoncé du besoin (finalités du produit pour le futur utilisateur tel que prévu par le demandeur)

Gestion d'équipement

- Décrire et coder l'arborescence du découpage allant de l'ensemble du parc à maintenir aux équipements identifiés et caractérisés par leur dossier technique et leur historique, puis à leur propre découpage fonctionnel.
- Chaque entité est définie dans une fiche descriptive dans laquelle sont saisies des informations de type administratif et des caractéristiques propres à l'utilisation.

Gestion du suivi opérationnel des équipements

- Déterminer les indicateurs de fiabilité, maintenabilité, disponibilité,
- Calcul du taux de rendement synthétique (TRS).

Gestion des travaux en interne et en externe

Ce module concerne les interventions correctives suite à une demande d'intervention.

- Coordonner et planifier,
- Affecter les opérateurs selon les compétences requises,
- Réserver les pièces de rechange, l'outillage et les moyens logistiques spécifiques,
- Commander un service ou du matériel,
- Adapter les plannings aux charges.

Gestion de la maintenance préventive

- Permettre les différentes opérations de maintenance préventive (systématique, conditionnelle, prévisionnelle),
- Planifier les visites réglementaires de sécurité.

Gestion du budget et suivi des dépenses

- Suivi de l'évolution des dépenses par activité dans un budget donné.

Interface graphique

Ergonomie intuitive

Ouverture vers d'autres applications

Intégration des dernières avancées technologiques (Windows, architecture client/serveur)

Recherche aisée d'information lors de la saisie

Autonomie de l'utilisateur sans connaissance informatique

Ecrans et imprimés modifiables et/ou personnalisables

Possibilité de naviguer par code machine

2.2 Expression fonctionnelle du besoin

2.2.1 Environnement

La GMAO augmente indiscutablement la qualité de service de la fonction Maintenance.

C'est l'outil de progrès nécessaire qui va servir à :

- Améliorer la disponibilité et la fiabilité des équipements en permettant l'analyse de leurs défaillances et en s'attaquant à leurs causes réelles,
- optimiser le coût du service maintenance en automatisant les tâches répétitives et en analysant les coûts,
- réduire les temps et les coûts logistiques de pièces de rechange,
- piloter les services en fournissant automatiquement les éléments d'appréciation tels qu'indicateur et rapports périodiques.
- Améliorer le savoir-faire et la connaissance technique par la standardisation des méthodes de travail et la mise à disposition d'informations pertinentes,
- répondre aux exigences d'assurance qualité, notamment la traçabilité,
- communiquer en interne (données production, achats, ressources humaines).

Personnels concernés Tâches

- Responsable maintenance
 - ✓ Contrôle et suivi des coûts
 - ✓ Contrôle de l'efficacité de la maintenance
 - ✓ Orientation de la politique de maintenance
- Préparateurs maintenance
 - ✓ Gestion du parc équipement
 - ✓ Pareto des pannes et défaillances
 - ✓ Préparation et planification des travaux
- Techniciens de maintenance
 - ✓ Préparation des interventions, consultation des historiques
 - ✓ Recherche des informations techniques
 - ✓ Exécution des gammes d'intervention, diagnostics
 - ✓ Compte-rendus d'intervention
- Magasiniers (Partie dans l'intégrale ERP)
 - ✓ Gestion du stock maintenance, inventaire
 - ✓ Lancement des commandes
 - ✓ Réception des commandes et vérification
- Service production

- ✓ Demandes d'intervention
- ✓ Relevés opérationnels, indicateurs de performance (TRS)

2.2.2 Transformation des besoins trouvés en fonction

Besoins	Fonctions
Gestion d'équipement	<p>A partir du code propre à l'équipement :</p> <ul style="list-style-type: none"> • Localiser, et identifier le dossier technique de l'équipement. • Connaître sa criticité • Trouver rapidement ses caractéristiques techniques, historiques et commerciales, • Accéder aux schémas techniques du sous-ensemble contenus dans un logiciel de gestion documentaire (interfaçage), • Connaître les consommations en énergie et lubrifiant d'une entité, • Connaître la nomenclature des pièces de rechange d'une entité, • Connaître les responsables exploitation et maintenance d'une entité.
Gestion du suivi opérationnel des équipements	<ul style="list-style-type: none"> • Avoir un calendrier et planning opérationnel de chaque équipement, • saisie des temps d'arrêt des équipements, distincts des temps d'intervention, • Afficher les courbes de défaillance, MTTR, MTBF avec mises à jour automatique, • Afficher les analyses de Pareto se rattachant aux équipements pénalisants, • Afficher l'évolution des disponibilités opérationnelles par période de suivi, • Calcule des taux de performance et de qualité et affichage du TRS par période.

Gestion de la maintenance curative	<ul style="list-style-type: none"> • Enregistrer les demandes d'intervention • Enregistrer les fiches d'interventions • Enregistrer les travaux sous-traités • Générer les comptes rendu d'interventions
Gestion de la maintenance préventive	<ul style="list-style-type: none"> • Afficher le planning calendaire par équipement • Afficher le planning calendaire par semaine
Gestion du budget et suivi des dépenses	<ul style="list-style-type: none"> • Calculer automatiquement par code machine : <ul style="list-style-type: none"> ✓ Cout Main d'ouvre ✓ Cout de pièce de rechange ✓ Perte production ✓ Cout total • Représenter automatiquement le graphe d'évolution de cout complet par mois et par année
Interface graphique	<ul style="list-style-type: none"> • Avoir une interface simple est clair • Avoir une fenêtre d'impression des rapports • Faciliter la saisie de données • Transmettre les informations à d'autres applications

2.2.3 Fonctions Principales :

On peut les regrouperes comme suit :

La gestion des équipements

- Identifier
 - Codifier
 - Décrire
- } les équipements
- Documenter : établir un lien avec la doc technique de l'équipement.
 - Définir les gammes d'interventions

La gestion des travaux

- Organiser, planifier les interventions
- Gérer les ordres de travail (OT) correctifs et préventifs
- Collecter les données après intervention

- Archiver
- Intégrer les consignes de sécurité
- Gérer la charge de travail, éditer les plannings

Traitement de données

- Éditer les historiques
- Éditer les tableaux de charge
- Calculer les indicateurs de la maintenance (MTBF, MTTR, disponibilité, IMP, IMC, IMP/IMC)
- Tracer des graphiques (Pareto, MTTR, coût total)
- Calculer les coûts des interventions (Main d'œuvre, pièces)
- Calculer le coût global de la maintenance

Interface graphique

- Avoir une interface simple et claire
- Avoir une fenêtre d'impression des rapports
- Faciliter la saisie de données
- Publier sur le réseau de la société
- Être multitâche

2.2.4 Fonctions supplémentaires

- Connaître les consommations en énergie et lubrifiant d'une entité,
- déterminer automatiquement les machines critiques et non critiques
- Connaître les responsables exploitation et maintenance d'une entité.
- Trouver rapidement ses caractéristiques techniques, historiques et commerciales,
- calculer des taux de performance et de qualité et affichages du TRS par période.
- Transmettre les informations à d'autres applications

2.3 Cadre de réponse :

Remarque : Toutes les Fonctions principales sont réalisables via le Microsoft Office « Access 2010 » dont on va voir dans la partie suivante.

Pour réaliser ces fonctions, il est nécessaire de créer une base de données qui regroupe toutes les informations nécessaires à la gestion de la maintenance : fichier nomenclature de matériel, fichier articles de rechange, fichier fournisseur, etc.. La figure donne la structure globale de notre Futur G.M.A.O.

(Une base de données est un système complexe ayant pour fonction de conserver, gérer et protéger les informations qui lui sont confiées. Elle est dynamique, c'est-à-dire régulièrement actualisée).

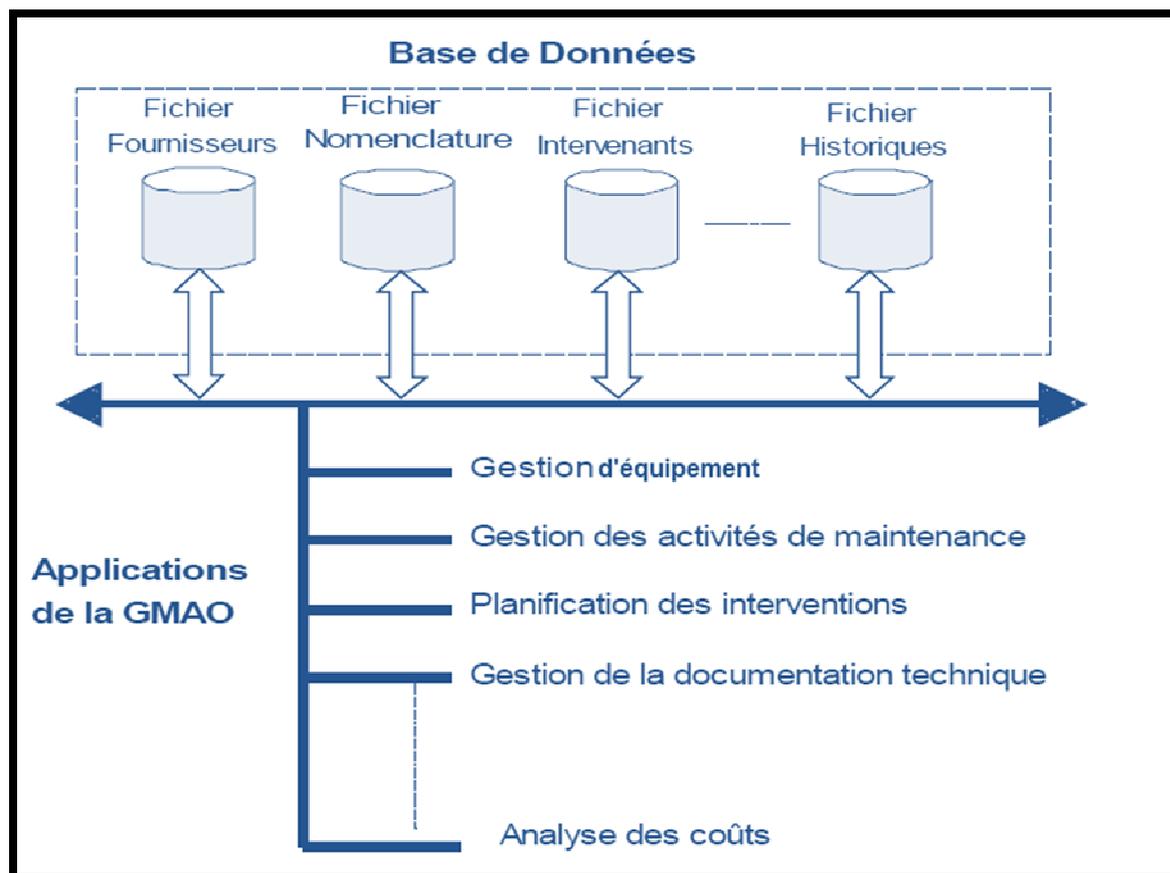


Figure 21: La structure globale de GMAO

3 Etapes générales de construction de G-MAINTI

3.1 Mini cahier de charge

Ce mini Cahier de charge a pour but de me permettre de créer une base de données bien structurée et de suivre son évolution, dont je vais définir les sorties, les entrées par rapport aux sorties, les traitements à appliquer aux entrées pour obtenir les sorties, les stockages et en fin le modèle relationnel.

➤ Les sorties

Cout complet de chaque machine par mois

Champs : P.R, Sous-traitance la Main d'œuvre, Perte de production et Cout Total.

Fiche de suivi de la réalisation de maintenance préventive par machine

Champs : Semaine ; Date ; Nature de l'intervention et Observation

Fiche historique de la machine

Champs : Date d'intervention ; N° fiche d'intervention ; Nature de la panne ; Cause de la panne ; P.R(Désignation); Quantité P.R ; Date d'arrêt ; Date début d'intervention ; Durée d'intervention ; Coût main d'œuvre ; Coût pièce de rechange ; Description de maintenance.

Coût de la maintenance

Champs: Date; N° bon d'achat ; valeur ; affectation

Pourcentage réalisation planning

Champs : Semaine ; Nombre de machines planifiées ; Nombre de machines réalisées ; Pourcentage de réalisation ; remarque.

Nombre d'heure d'arrêt et la réactivité

Sous-traitance

Champs : Date ; Nom de la Société ; Action ; Prix de l'intervention

Planning de la maintenance préventive

Champs : Semaine ; planifier ; réaliser

Dépenses sur machine

Champs : Date ; Intervention par machine ; Coût

Inventaire Machine par Atelier

Champs : Désignations ; Code machine ; Marque; N° de série; Modèle; Mise en service; Observations

Indicateurs d'activité :

Désignation	Symbole et Signification	Avantages de la GMAO.	Objectif
Indicateur de quantité d'intervention	$IQ = \text{Nombre de pannes par moi}$	Tri par code Machine	Maîtriser le nombre des interventions réalisées
Indicateur de maintenance préventive et curative	$IMP = \sum HMP$ $IMC = \sum HMC$ $IMPC = \sum HMP / \sum HMC$	Extraction des données par type d'intervention	Maîtriser la maintenance préventive pour diminuer les pannes et les interventions correctives
Indicateur de compétence	$IMTTR = \sum TI / IQ$	Tri sur les dates de début de l'intervention et date de fin de	Réduire le temps d'indisponibilité de l'équipement pour cause de maintenance.

		l'intervention par code machine.	
Indicateur de coût de maintenance par équipement	$ICM = \sum \text{coût de maintenance sur un équipement}$	Extraction des données concernant les coûts par équipement	Comparer les coûts de maintenance entre différents équipements pour porter les actions d'amélioration sur les équipements les plus pénalisants.
Indicateur de cotraitance	$ICO = \text{Coût de cotraitance} / \text{Coût total de maintenance}$	Tri par équipement avec rapport des interventions en interne / intervention externes	Maîtriser la maintenance préventive pour diminuer les pannes et les interventions correctives urgentes
MTBF, Disponibilité, Maniabilité, Taux défaillance et taux de réparation			

Tableau 15: Indicateurs d'activité

➤ **Les entrées par rapport aux sorties**

- Les équipements
- Fournisseur
- Articles (Pièces de rechanges, outils de maintenance, produits)
- Personnels

➤ **Les traitements à appliquer aux entrées pour obtenir les sorties**

Les opérations de maintenance :

- Maintenance curative : Demande de travail, fiche d'intervention
- Maintenance préventive : Bon de maintenance préventive, planning de MP
- Demande d'achats

➤ **Les Stockages**

Fichier Access contient 13 tables dont 6 tables de base et 8 tables de mouvements.

Table de base : Equipement, Article, Personnel, Tâches, Fournisseurs et Contact

➤ **Modèle relationnel**

Schéma conceptuelle de base de données :

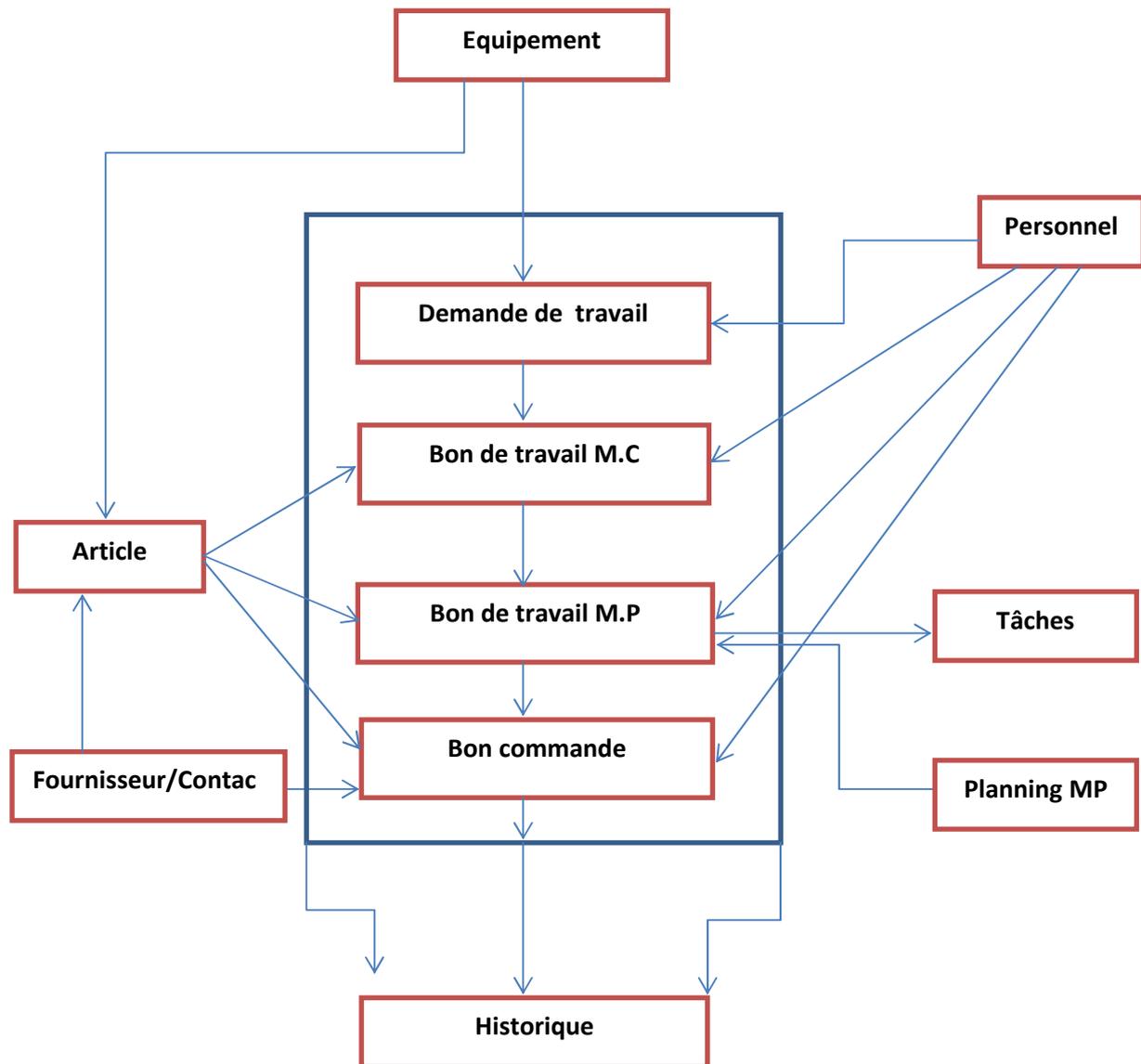


Figure 22: Modèle relationnel

3.2 Présentation des outils informatiques

Dans cette partie, on va donner de brefs aperçus sur les différents outils, auxquels on a fait appel, lors de la programmation de *G-MAINTI* :

SQL (sigle de *Structured Query Language*) : est un langage informatique normalisé qui sert à effectuer des opérations sur des bases de données. La partie *langage de manipulation de données* de SQL permet de rechercher, d'ajouter, de modifier ou de supprimer des données dans les bases de données.

Microsoft Access : est un logiciel de création et de gestion de bases de données. Intégré à la suite Office

Les composantes essentielles d'Access

-  **Tables** : Structure de la table, type de champs et les informations qui y sont entreposées.
-  **Requêtes** : Recherche d'informations qui répond à certains critères déterminés par l'utilisateur.
-  **Formulaire** : Présentation de l'information à l'écran d'une manière pratique pour l'utilisateur.
-  **État** : Présentation de l'information sur papier d'une manière pratique pour l'utilisateur.
-  **Macro** : Développement de routines pour automatiser certaines tâches.
-  **Modules** : Programmation

3.3 L'application G-MAINTI (Voir le CD : Programme + Guide d'utilisation)

On a commencé tout d'abord par une réflexion sur papier pour concevoir l'interface et la base de données, puis vient la partie du codage pour lier les deux, et en fin avant de déployer l'application on a effectué quelques Tests.

☞ **Remarque Base de données: Un ensemble de fichiers contenant l'information utilisée par G-MAINTI.**

Comme le montre le ScreenShot suivant la *G-MAINTI* contient en total 3 Anglets principaux, un pour nourrir les tables de base de BD « **Menu de saisie de données** », deuxième pour enregistrer les travaux de maintenance effectués « **Travaux de maintenance** », et le troisième Anglet pour la manipulation et affichage des données « **Traitement de données** »

Chaque Anglet principal contient d'autres Anglets secondaires pour faciliter l'accès aux données :

→ Menu de saisie de données :

- ☞ Créer une unité d'équipement
- ☞ Créer une pièce de rechange
- ☞ Créer un employé
- ☞ Créer un fournisseur
- ☞ Créer une tâche de MP
- ☞ Planning MP

→ Travaux de maintenance :

- ☞ Bon maintenance préventive
- ☞ Bon de la maintenance curative
- ☞ Demande d'achats
- ☞ Temps de bon fonctionnement

→ Traitement de données :

- ☞ Travaux de MP et MC par code machine
- ☞ Dossier machine
- ☞ Planning et tâches MP
- ☞ Sous-traitance
- ☞ Pareto de panne
- ☞ Cout complet
- ☞ Indicateurs
- ☞ Rapports

Dans chaque anglet ouvert, on trouve quatre boutons qui offrent la possibilité d'ajouter/modifier ou supprimer des données, et de quitter pour revenir à l'écran d'accueil.

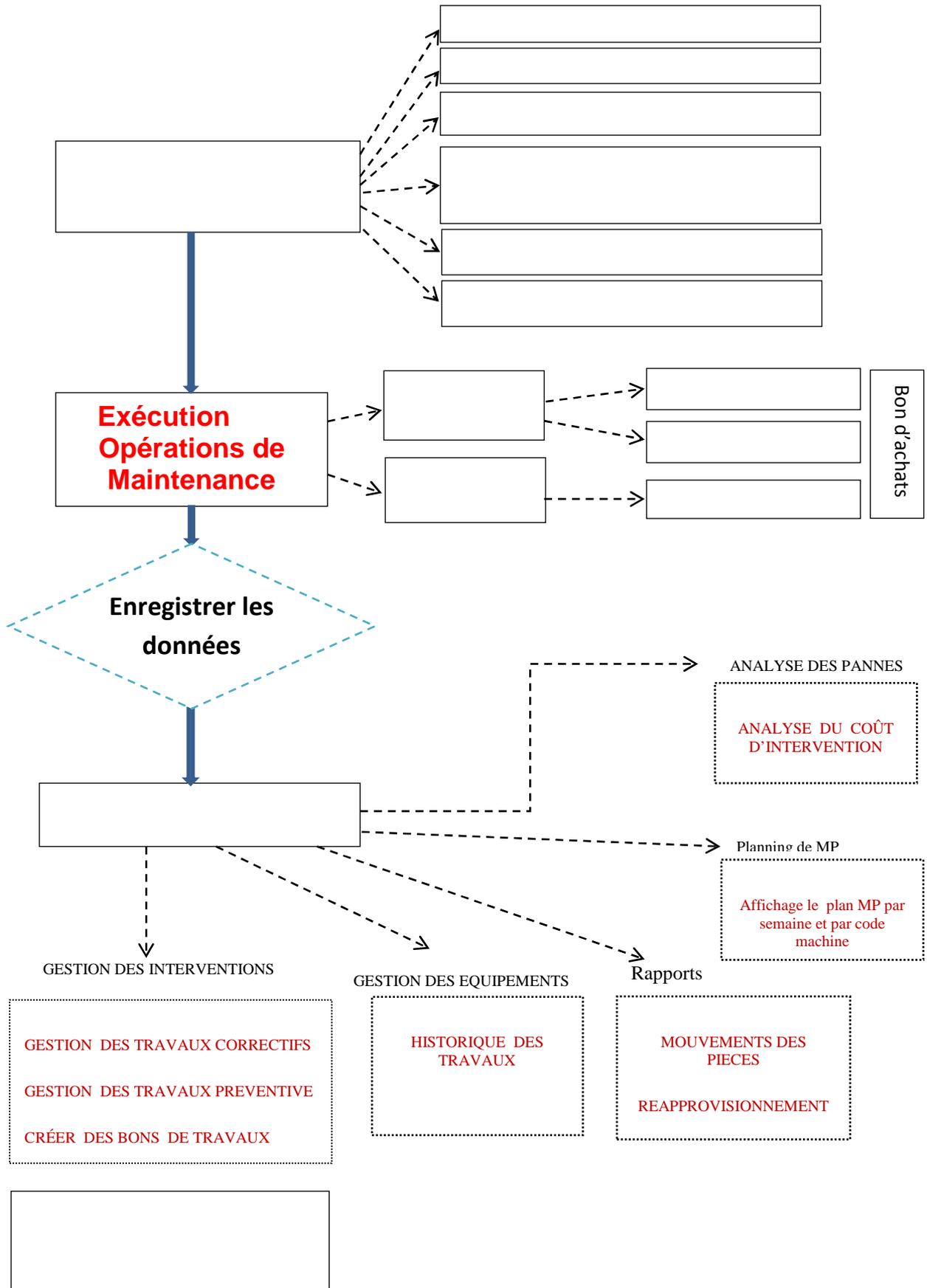


Figure 23 : Schéma globale de G-MAINTI

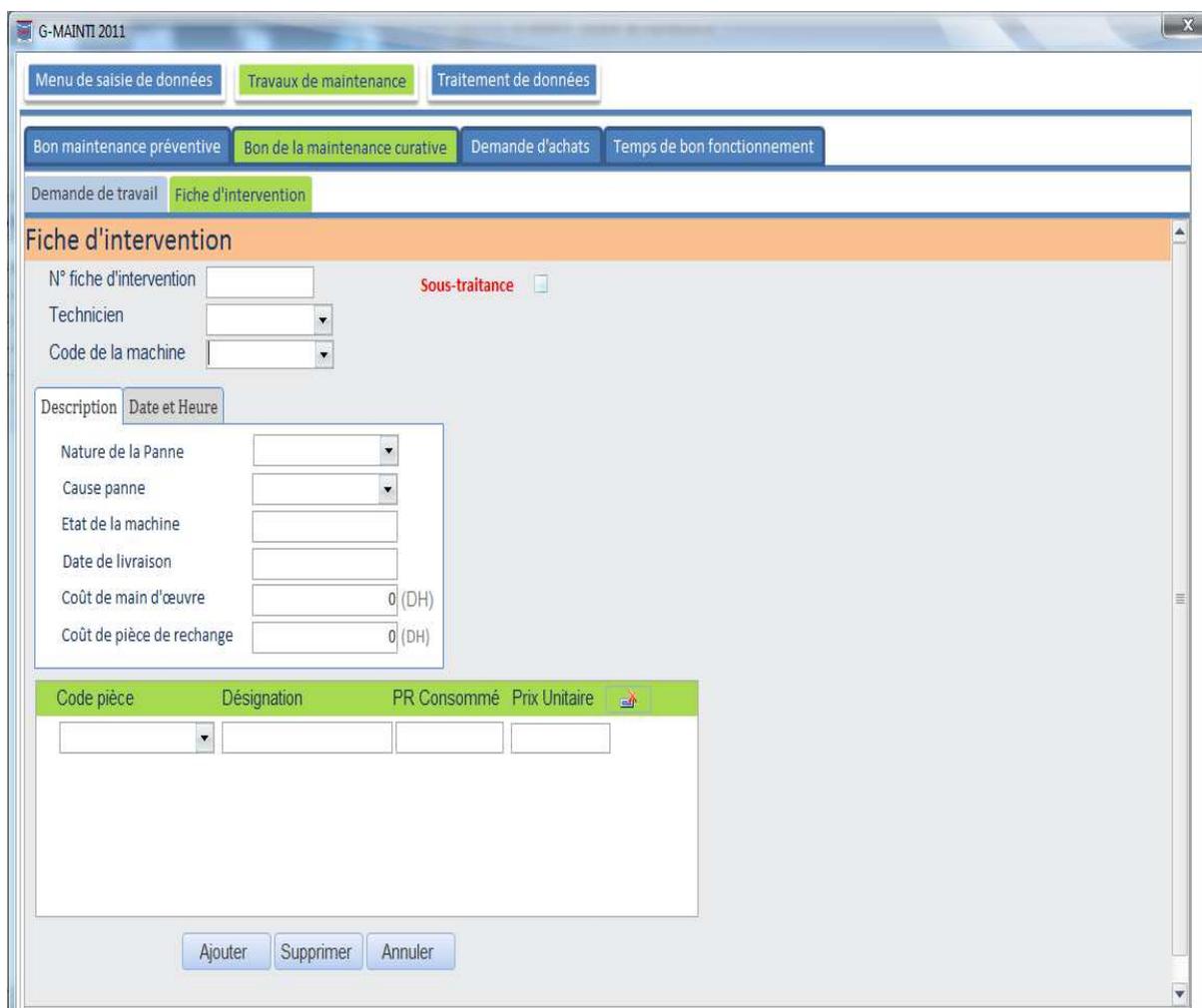


Figure 24: Interface de logiciel G-MAINTI

On a inséré dans les ANNEXES plusieurs prises d'écran qui illustre le développement de *G-MAINTI*.

Synthèse

Ma mission au sein de la société TUYAUTO à Casablanca, avait pour principal objectif l'augmentation de la capacité de production grâce à la mise en place deux chantiers, et d'autre part la création d'un système de gestion de maintenance.

Le projet a été mené suivant une démarche cohérente et bien organisée. La solution apportée a ainsi pu répondre au besoin de la société en réalisant un ensemble de résultats remarquables, dont voici les plus importants :

- ☞ La mise en place de la méthode TRS (Taux de rendement synthétique)
- ☞ Le démarrage du chantier 5S dans la zone emboutissage
- ☞ Etablissement du cahier des charges de gestion de maintenance assistée par ordinateur
- ☞ Conception et réalisation un logiciel de gestion de maintenance (**G-MAINTI**)
- ☞ La mise en place du logiciel **G-MAINTI** sur le serveur de la société Tuyauto

L'élaboration d'un tel projet industriel, aussi innovateur et promoteur, est incontestablement le plus enrichissant des projets effectués durant mon cursus universitaire. Cette expérience m'a permis de découvrir le contexte de la gestion du projet avec ses aléas et ses contraintes (Coûts, Délais, Qualité).

Pour conclure, je tiens à noter que la réussite qu'a connue ce projet est tout d'abord le résultat d'une bonne planification qui a été respectée tout au long de ce projet et d'une bonne gestion des ressources et du temps. C'est également le fruit de l'encadrement de qualité auquel j'ai eu droit que ce soit au niveau de l'entreprise ou de l'école.

La réussite de ce projet ouvre la voie à de nouvelles perspectives d'amélioration et d'extension de cette solution technologique aux autres postes à la société TUYAUTO.

Conclusion générale

Le **Projet de Fin d'Études** (PFE) étant un projet complet en situation professionnelle qui marque la fin des études dans un [cycle d'ingénieurs](#), a été d'un grand bénéfice pour moi et pour la société TUYAUTO. On peut même affirmer qu'il va servir de véritable passerelle entre mes études et mon premier futur emploi.

Mon PFE a été constitué par une étude approfondie apportant une contribution originale au développement des techniques dans les domaines liés au Génie Mécanique. Cette mise en situation réelle m'a permis d'affûter ma formation et surtout d'avoir l'occasion de mettre en application les enseignements reçus à l'FSTF.

La double supervision du département Génie Mécanique et l'organisme d'accueil, m'a permis, Élève ingénieur Omar BAHO, de répondre à un besoin d'études, faire face à une problématique bien concrète, développer mon autonomie, faire preuve d'initiative et de mettre en pratique les connaissances acquises à l'FST et celles acquises au cours du PFE. Et de pouvoir convaincre mes pairs et mes formateurs de mes capacités technologiques, décisionnelles et organisationnelles à se sortir d'une situation déstabilisante.

Ça m'a aussi donné l'opportunité d'améliorer une dynamique de groupe et un esprit de travail collectif et m'a permis ainsi d'affirmer mon savoir-faire et considérer mes compétences.

J'adresse, encore une fois, mes vifs remerciements à tous ceux qui m'ont soutenu tout au long du chemin, pour pouvoir réussir ce modeste exploit.

ANNEXES

ANNEXES

Annexe 1 : Fiches

Feuille de relevés TRS et Taux de NON TRS :

تتبع الإنتاجية في آلة										تتبع									
الانتاج	وقت	تعدد	تعدد	كل	طب	الانتاج	وقت	تعدد	تعدد	كل	طب	الانتاج	وقت	تعدد	تعدد	كل	طب		
0000						0000						0000							
0010						0010						0010							
0020						0020						0020							
0030						0030						0030							
0040						0040						0040							
0050						0050						0050							
0060						0060						0060							
0070						0070						0070							
0080						0080						0080							
0090						0090						0090							
0100						0100						0100							
0110						0110						0110							
0120						0120						0120							
0130						0130						0130							
0140						0140						0140							
0150						0150						0150							
0160						0160						0160							
0170						0170						0170							
0180						0180						0180							
0190						0190						0190							
0200						0200						0200							
0210						0210						0210							
0220						0220						0220							
0230						0230						0230							
0240						0240						0240							
0250						0250						0250							
0260						0260						0260							
0270						0270						0270							
0280						0280						0280							
0290						0290						0290							
0300						0300						0300							
0310						0310						0310							
0320						0320						0320							
0330						0330						0330							
0340						0340						0340							
0350						0350						0350							
0360						0360						0360							
0370						0370						0370							
0380						0380						0380							
0390						0390						0390							
0400						0400						0400							
0410						0410						0410							
0420						0420						0420							
0430						0430						0430							
0440						0440						0440							
0450						0450						0450							
0460						0460						0460							
0470						0470						0470							
0480						0480						0480							
0490						0490						0490							
0500						0500						0500							
0510						0510						0510							
0520						0520						0520							
0530						0530						0530							
0540						0540						0540							
0550						0550						0550							
0560						0560						0560							
0570						0570						0570							
0580						0580						0580							
0590						0590						0590							
0600						0600						0600							
0610						0610						0610							
0620						0620						0620							
0630						0630						0630							
0640						0640						0640							
0650						0650						0650							
0660						0660						0660							
0670						0670						0670							
0680						0680						0680							
0690						0690						0690							
0700						0700						0700							
0710						0710						0710							
0720						0720						0720							
0730						0730						0730							
0740						0740						0740							
0750						0750						0750							
0760						0760						0760							
0770						0770						0770							
0780						0780						0780							
0790						0790						0790							
0800						0800						0800							
0810						0810						0810							
0820						0820						0820							
0830						0830						0830							
0840						0840						0840							
0850						0850						0850							
0860						0860						0860							
0870						0870						0870							
0880						0880						0880							
0890						0890						0890							
0900						0900						0900							
0910						0910						0910							
0920						0920						0920							
0930						0930						0930							
0940						0940						0940							
0950						0950						0950							
0960						0960						0960							
0970						0970						0970							
0980						0980						0980							
0990						0990						0990							
1000						1000						1000							
Total						Total						Total							
Referencia						Referencia						Referencia							

Fichier Excel de calcul TRS et Taux de NON TRS :

TRS et Non TRS : Sertisseuse												
Ref/piece	Cadence	Pieces bonnes	Pieces non conformes	Temps d'ouverture	Tps d'arrêts programmés	Tps de changement d'outil	Temps de dysfonctionnement	Tps de panne	Tps de cycle standard	Tps utile en sec	Total	TRS
M/S									0	0	0	0%
M									0	0	0	0%
après-midi									0	0	0	0%
									0	0	0	0%
									0	0	0	0%

M/S/j	TRS	Taux d'arrêts prog.	taux de chang d'outil	Taux de dysfonctionnement	taux de panne	taux de non qualif de micro-arrets ralentis.
Matin	0%	0%	0%	0%	0%	0%
après-midi	0%	0%	0%	0%	0%	0%
journée	0%	0%	0%	0%	0%	0%



Chantier TRS

Suivi de machines : Sertisseuse Tuyauto, Sertisseuse Comas et Agrafeuse

Date : / /2011

Sert. Tuyauto	Matin		Après midi		Journée
	Valeur	Observations	Valeur	Observations	
Temps de travail					
TRS					
Arrêts programmés					
Changement d'outil					
Panne					
Micro-arrêts et ralé.					
Non qualité					
Dysfonctionnement					

Sert. COMAS	Matin		Après midi		Journée
	Valeur	Observations	Valeur	Observations	
Temps de travail					
TRS					
Arrêts programmés					
Changement d'outil					
Panne					
Micro-arrêts et ralé.					
Non qualité					
Dysfonctionnement					

Agrafeuse	Matin		Après midi		Journée
	Valeur	Observations	Valeur	Observations	
Temps de travail					
TRS					
Arrêts programmés					
Changement d'outil					
Panne					
Micro-arrêts et ralé.					
Non qualité					
Dysfonctionnement					

Annexe 2 : PARETO Non TRS de 3 machines (Sertisseuse Comas, Sertisseuse Tuyauto et Agrafeuse)

Diagramme de PARETO : Non TRS de la machine Sertisseuse Comas

Catégories	Durée de tâche (en min)	Durée en %	Durée cumulée des tâches
Nettoyage	300	43%	43%
Panne	140	20%	63%
Dysfonctionnement	125	18%	81%
Changement de série	95	14%	95%
Arrêts programmés	35	5%	100%
Préparation d'autre série	0	0%	100%
	695	100%	

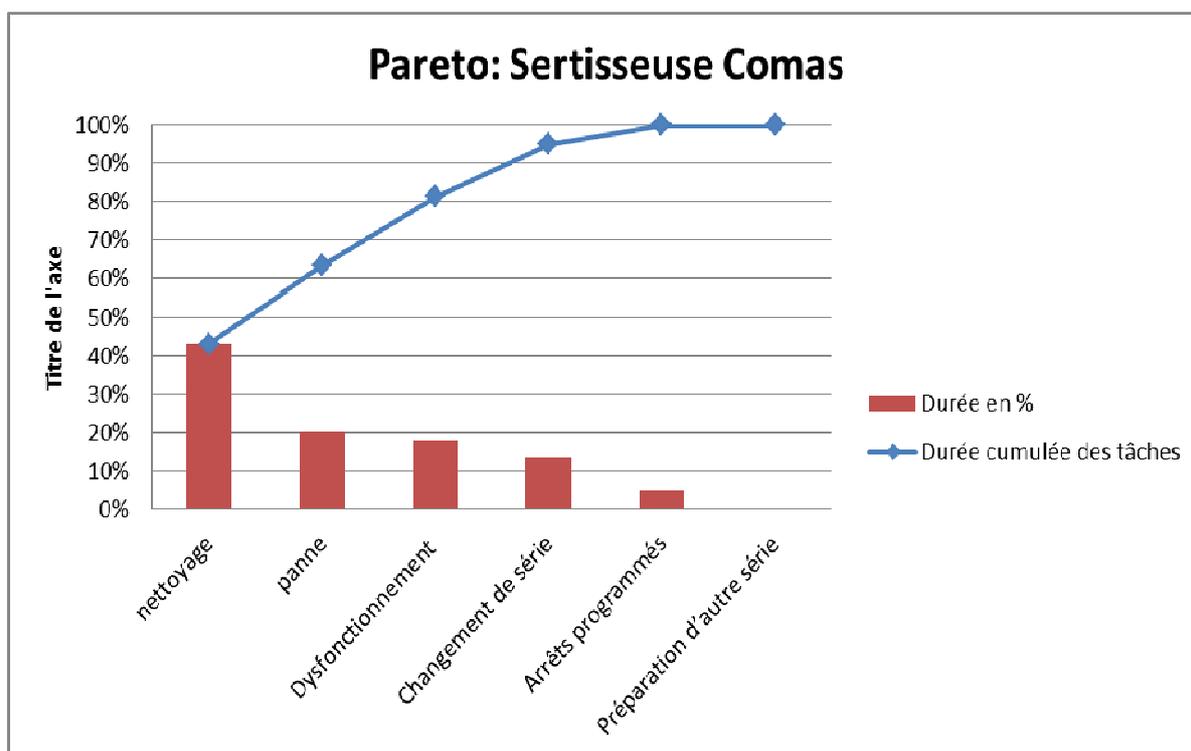


Diagramme de PARETO : Non TRS de la machine Agrafeuse

Catégories	Durée de tâche (en min)	Durée en %	Durée cumulée de tâche
Changement de série	1210	60%	60%
Nettoyage	420	21%	81%
Dysfonctionnement	265	13%	95%
Arrêts programmés	90	4%	99%
Panne	20	1%	100%
Préparation d'autre série	0	0%	100%
	2005	100%	

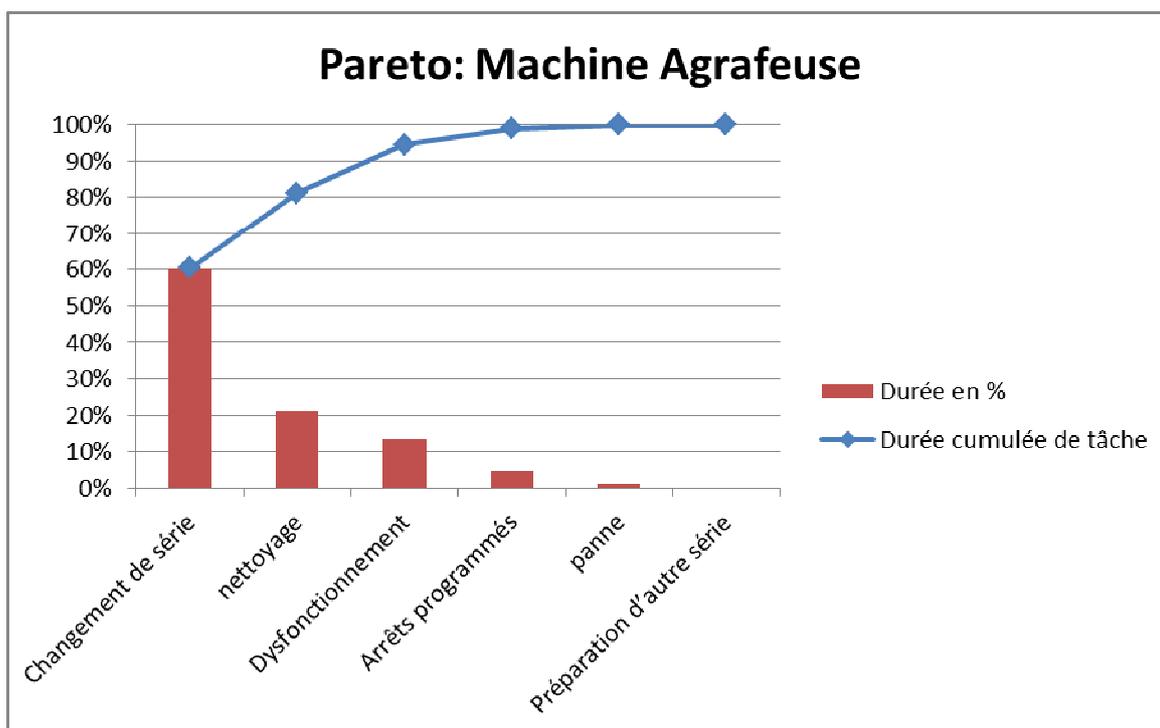
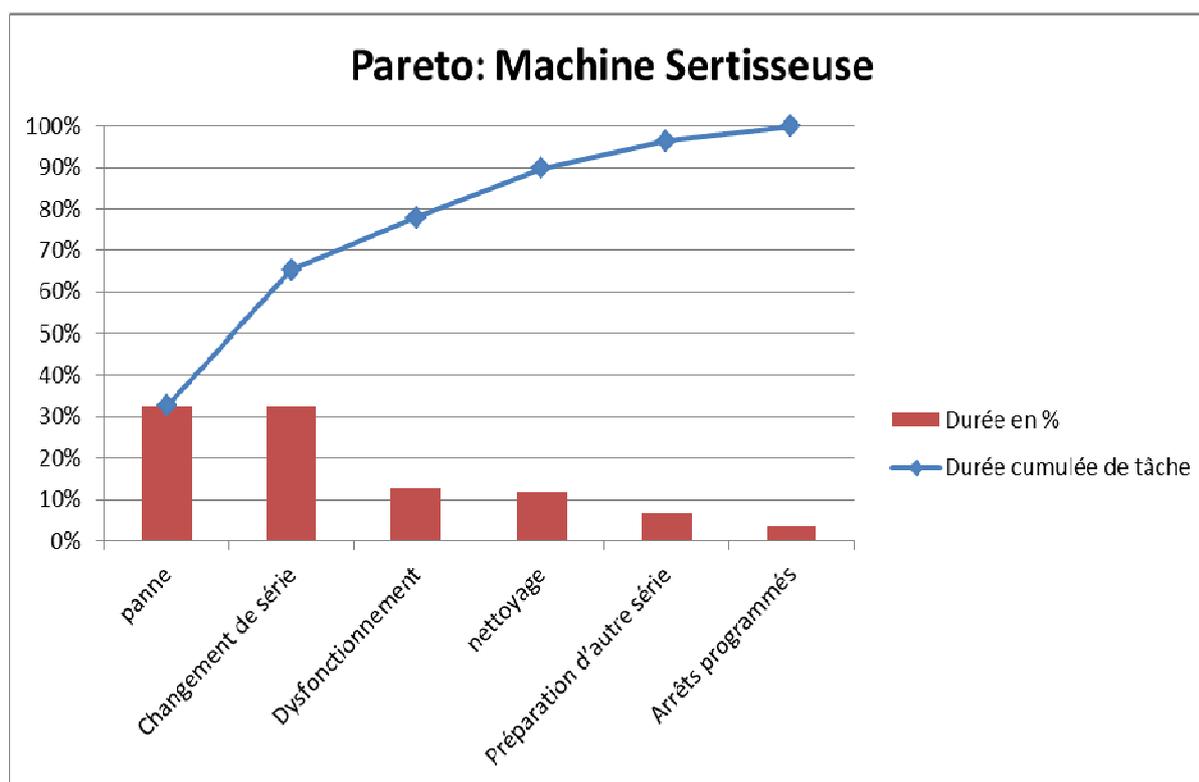


Diagramme de PARETO : Non TRS de la machine Sertisseuse Tuyauto

Catégories	Durée de tâche (en min)	Durée en %	Durée cumulée de tâche
Panne	450	33%	33%
Changement de série	450	33%	65%
Dysfonctionnement	175	13%	78%
Nettoyage	165	12%	90%
Préparation d'autre série	90	7%	96%
Arrêts programmés	50	4%	100%
	1380	100%	



Annexe 3 : Session G-MAINTI

Une *session* G-MAINTI commence au démarrage du logiciel et se termine lorsque l'utilisateur le quitte.

Ouverture de G-MAINTI

Lors du démarrage de G-MAINTI, le logiciel demande à l'utilisateur de s'identifier. Le logiciel affiche la fenêtre suivante aux utilisateurs qui doivent ouvrir une session:

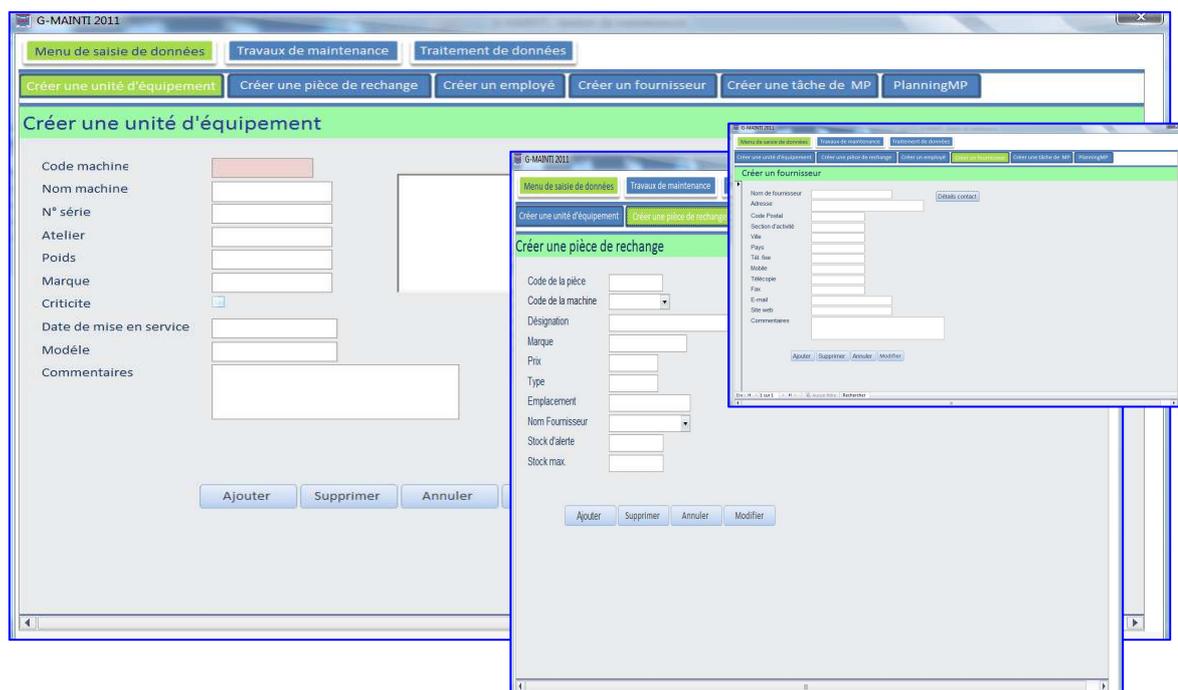


Une fois que G-MAINTI commence à fonctionner (après que l'utilisateur entre le mode passe, si nécessaire), la fenêtre suivante est affichée:

Interface d'entrée au G-MAINTI :



Menu de saisie de données :

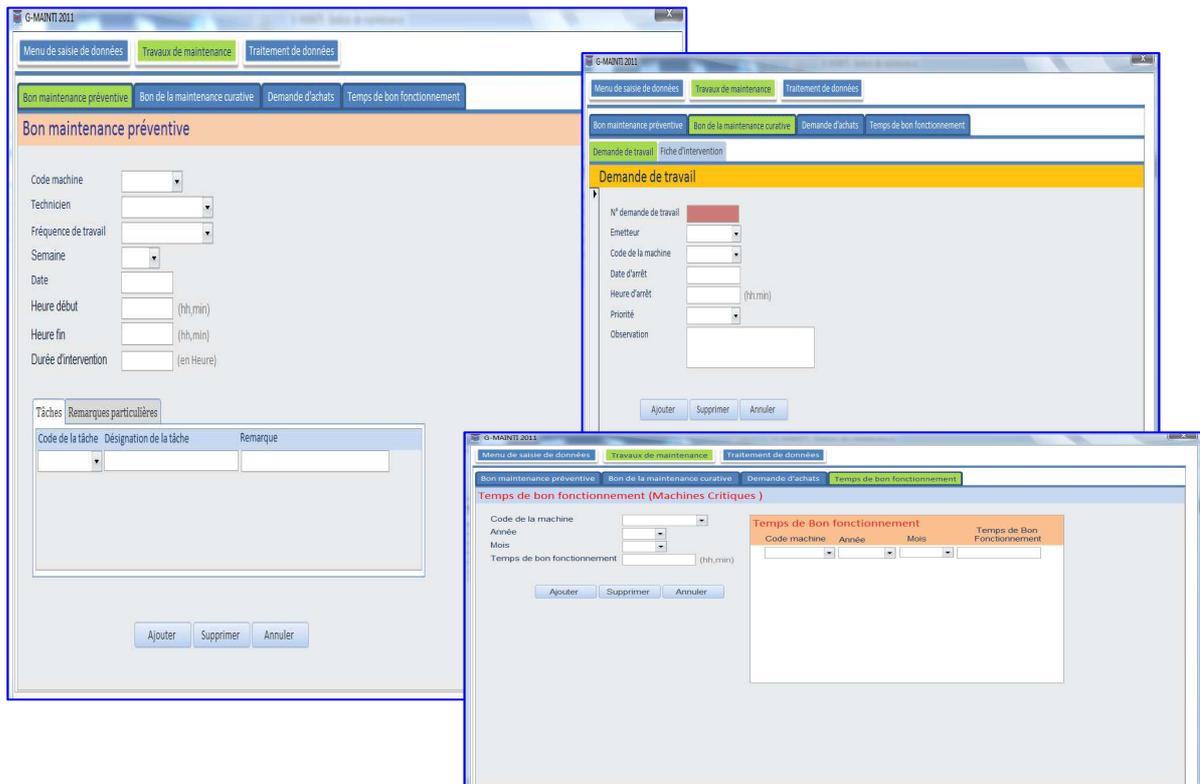


Équipement: « Équipement » est un terme générique pour tout dispositif qui peut nécessiter des travaux de maintenance. C'est à l'utilisateur de déterminer ce qui constitue une unité d'équipement séparée. Par exemple, une chaîne de montage peut être considérée comme une seule unité d'équipement, ou comme un *système* composé de plusieurs équipements.

Pièces de rechange :

Fournisseur : « Fournisseur »: Quiconque n'appartient pas à l'entreprise et qui l'approvisionne en biens ou en services. Les fournisseurs comprennent les vendeurs et tous les entrepreneurs extérieurs qui sont embauchés pour effectuer des travaux spécialisés.

Menu de travaux de maintenance



Demande de travail: Une demande de travail signale un problème.

Les demandes de travail sont souvent fondées sur des requêtes d'employés qui ne font pas partie du service de maintenance. Ces demandes fournissent les renseignements préliminaires concernant le problème: le lieu, le nom de la personne qui signale le problème, la date et l'heure à laquelle le rapport a été reçu et une brève description du problème.

Bon de travail: Un bon de travail est une description détaillée des travaux à effectuer.

Les bons de travail sont plus détaillés que les requêtes de travail. Par exemple, un bon de travail peut préciser le temps prévu pour l'exécution des travaux, les matériaux à utiliser, etc. Ces détails ne sont pas indiqués sur une requête de travail.

Principe général: Les requêtes de travail sont simples et conçues pour être remplies par les employés n'appartenant pas au service de maintenance. Par contre, les bons de travail sont plus détaillés et sont généralement remplis par le responsable du service de maintenance.

Contact: Toute personne avec qui l'utilisateur est en communication relativement aux travaux de maintenance.

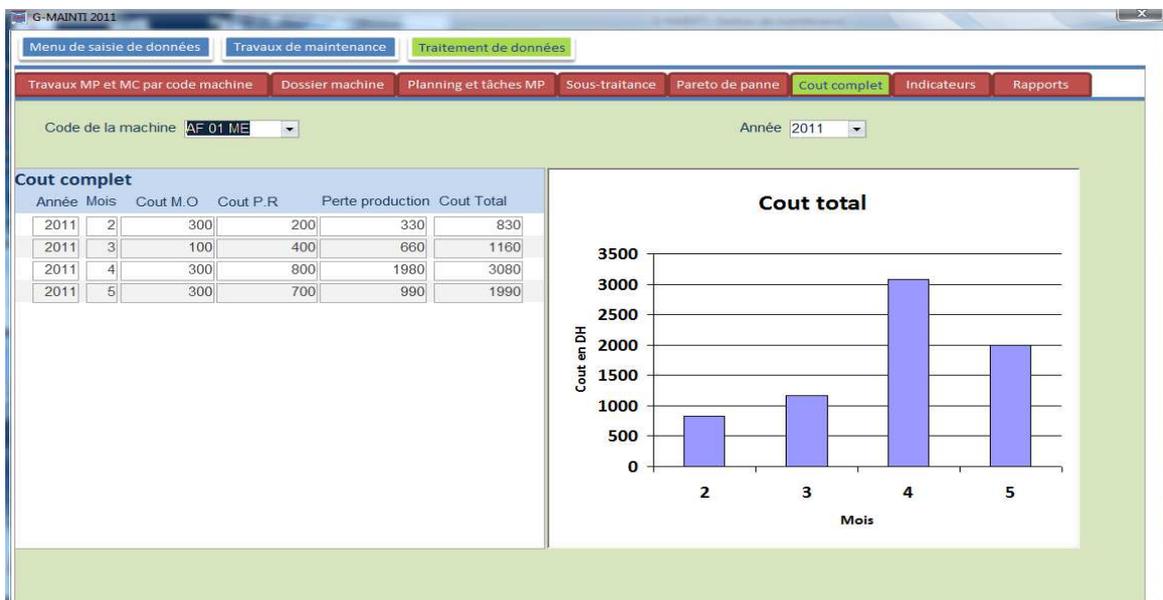
En particulier, une personne qui soumet une requête de travail est considérée comme un contact.

Employé: L'équipe de maintenance plus les personnels de l'entreprise.

Cela comprend les entrepreneurs externes qui peuvent être engagés pour effectuer certains travaux.

Menu de traitements de données :

☞ Cout complet par code machine et année



☞ Historique de travaux par code machine :

Technicien	Nature de la Panne	Date de début	Heure début	Date fin	Heure fin	Durée d'inter.
Sajid	Electrique; Méc.	02/02/2011	11:45	02/02/2011	12:45	1,00
Sajid	Electrique; Méc.	10/03/2011	15:30	10/03/2011	17:30	2,00
Sajid	Electrique	20/04/2011	12:30	20/04/2011	18:30	6,00
Sajid	Mécanique	04/05/2011	08:45	04/05/2011	11:45	3,00
		23/06/2011				

Date	Code machine	Technicien	Fréquence de travail	Semaine	Heure début	Heure fin	Durée d'inter
25/05/2011	AF 01 ME	Sajid	Mensuel	S21	10,3	12	1,50
26/05/2011	AF 01 ME	Sajid	Hebdomadaire	S21	16	17	1,00
27/05/2011	AF 01 ME	Sajid	Hebdomadaire	S21	8	10	2,00
15/06/2011	AF 01 ME	Sajid	Hebdomadaire	S20	11	12	1,00
	AF 01 ME						

Références bibliographiques

✓ **Ouvrage :**

- La gestion de projet Par ETAPES « Analyse de besoin »
- Bases de données et modèles de calcul, Auteur : Jean-Luc Hainaut
- La pratique du SMED, Auteur Thierry Leconte
- Pratique du Lean, Auteur Olivier Fontanille
- Techniques de productivité, Auteur Christian Homann
- Management de la maintenance selon l'ISO 9001 : 2008
- Guide de GMAO (FSTT)
- Micro Application Access 2010

✓ **Web:**

- www.google.com
- www.wikipédia.com