

T.C. GALATASARAY ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

OTOMOTİV ENDÜSTRİSİNDE VERİMLİLİK YÖNETİMİNE ÇOK ÖLÇÜTLÜ KARAR VERME
YAKLAŞIMI: ANALİTİK HİYERARŞİ SÜREÇ UYGULAMASI
(APPROCHE D'AIDE MULTICRITERE A LA DECISION A LA GESTION DE LA PRODUCTIVITE
DANS L'INDUSTRIE AUTOMOTIVE : APPLICATION DE ANALYTIC HIERARCHY PROCESS)

140022

140022

YÜKSEK LİSANS TEZİ

End.Müh. Kemal BAŞARANOĞLU

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 1 Ağustos 2003

Tezin Savunulduğu Tarih : 1 Eylül 2003

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Yasemin C. ERENSAL *Yasemin* 22.9.2003

Diğer Jüri Üyeleri : Doç. Dr. Fethi ÇALIŞIR *Fethi Çalışır* 22.9.2003

Yrd. Doç. Dr. Gülçin BÜYÜKÖZKAN *Gülçin* 22.9.2003

22. YÜKSEK LİSANS TEZİ
DOKÜMANIYI VEREN ADI KİŞİ

EYLÜL 2003

PREFACE

Pour survivre et prospérer, les entreprises ont naturellement besoin de travailler d'une manière productive en diminuant les pertes dues à la production. Pour réaliser cet objectif, tout le personnel de l'entreprise doit être engagé dans une recherche sans fin de l'amélioration, chacun apportant sa contribution propre à l'effort commun.

Analytic Hierarchy Process est une méthodologie d'aide multicritère à la décision développé par Saaty qui permet de choisir la meilleure alternative entre plusieurs. La Maintenance de la Productivité Totale est une approche née au Japon qui permet d'améliorer la productivité des usines par une réduction systématique des pertes et une plus grande autonomie confiée aux opérateurs dans l'entretien et la maintenance des machines.

Dans cette thèse de maîtrise, je montrerais comment Analytic Hierarchy Process sert à donner des poids aux alternatives afin de choisir la meilleure alternative en améliorant la productivité et comment les pertes dues à la production peuvent être diminuées en utilisant la dynamique de PDCA.

Je voudrais remercier de tout mon cœur Doç.Dr. Yasemin Claire ERENSAL de m'avoir donné l'occasion de faire un travail sur le sujet de productivité, pour son aide et son soutien, à Ömer BAŞARAN et à Oğuz GÜNLÜK pour leur soutien dans l'usine Oyak Renault, à ma famille, surtout à ma mère et ma sœur pour leur patience et leurs sacrifices, à Esmâ Aslı TÜRKER pour ses contributions à la rédaction et aussi à l'Equipe de Projet PSFV chez Oyak Renault pour leurs tolérances.

Septembre 2003

Kemal BAŞARANOĞLU

TABLE DES MATIERES

	Page
Préface	ii
Table des Matières	iii
Liste de Notations	vi
Liste des Figures	vii
Liste des Tableaux	ix
Résumé	x
Özet	xiii
1. Introduction	1
2. Histoire et la Notion de la Maintenance Productive Totale	3
2.1. Histoire	3
2.2. Définition de la Maintenance Productive Totale	5
2.3. Rendement de la Maintenance Productive Totale	6
2.4. Objectifs de la TPM	10
2.5. Objectifs lié au travail de la TPM	11
3. Pertes	12
3.1. Pertes dues aux Equipements	13
3.1.1. Temps de Charge	13
3.1.2. Temps de Marche	13
3.1.3. Temps de Marche Net	15
3.1.4. Temps de Marche Utile	15
3.2. Pertes dues au personnel	16
3.2.1. Management	16
3.2.2. Savoir Faire	16
3.2.3. Organisation	17
3.2.4. Logistiques	17

3.2.5. Mesure	17
3.3. Pertes dues à la Mauvaise Utilisation des Ressources	17
3.3.1. Produits Entrant	17
3.3.2. Outillage	17
3.3.3. Energie	17
4. Calcul du Taux de Rendement Globale	18
5. Amélioration du Taux de Rendement Global	22
6. Les Principes de Développement de la TPM	24
6.1. Cinq Principes	24
6.2. Le Processus de la Maintenance Productive Totale	26
6.2.1. Déclaration de la décision prise par le Management	26
6.2.2. Démarrage d'une formation pour introduire la Maintenance Productive Totale	28
6.2.3. Création d'une structure organisationnelle pour avancer la Maintenance Productive Totale	28
6.2.4. Etablissement des politiques fondamentales et les objectifs de la Maintenance Productive Totale	31
6.2.5. Préparation d'un Master Plan pour l'implémentation de la Maintenance Productive Totale	32
6.2.6. Démarrage de la Maintenance Productive Totale	33
6.2.7. Amélioration de l'efficacité et la productivité de chacune des pièces cruciales de l'équipement	34
6.2.8. Mis en œuvre et implémentation d'un système de maintenance autonome	36
6.2.9. Etablissement d'un système de maintenance planifié dans le département de Maintenance	42
6.2.10. Formation pour l'amélioration des habiletés de maintenance et d'opération	42
6.2.11. Développement d'un programme de management d'équipement à l'avant	43
6.2.12. Un bon avancement et accroissement du niveau de la TPM	44
7. Les Outils	46

7.1. Analytic Hierarchy Process (AHP)	46
7.2. Cycle de Préparer – Développer – Comprendre – Agir (PDCA)	49
7.3. Diagramme de Pareto	53
7.4. Diagramme Causes/Effet (Diagramme d'Ishikawa)	54
8. Application	59
8.1. A propos de l'entreprise	59
8.2. Description du système	59
8.3. Construction de la Hiérarchie	65
8.4. Application du PDCA avec l'équipe TPM	71
8.4.1. Définition des problèmes	71
8.4.2. Observation de la situation actuelle	72
8.4.3. Propositions des Améliorations	74
8.4.4. Application des Améliorations	76
8.4.5. Vérification des Résultats	76
8.4.6. Etablissement des Règles de Travail	78
8.4.7. Donner une suite	80
9. Conclusion	81
Bibliographie	82
Appendice A Analytic Hierachy Process	84
Appendice B Fiche d'Arrêt	86
Biographie	87

LISTE DE NOTATION

AHP	Analytic Hierarchy Process
BM	Maintenance de Panne
CM	Maintenance Corrective
MP	Prévention de la Maintenance
PDCA	Préparer Développer Comprendre Agir
PM	Maintenance Préventive
QOOQCP	Quoi Qui Où Quand Comment Pourquoi
TPM	Total Productive Maintenance
TRG	Taux de Rendement Global
TRS	Taux de Rentabilité Synthétique

LISTE DES FIGURES

	Page
Figure 2.2.1 Méthode Toyota de Production et la TPM	7
Figure 2.3.1 Entrées et les Sorties de Système de Production	8
Figure 2.5.1 Relation entre la TPM et les Objectifs de Travail	11
Figure 3.1. Les 16 Catégories de Pertes de Rendement Global	12
Figure 3.1.1 6 Principales Causes de Pertes et Objectifs d'Amélioration des Pertes	14
Figure 4.1 Calcul du Taux de Rendement Global d'une Usine	20
Figure 6.2.3.1. Organisation du Comité de la TPM	31
Figure 6.2.4 1 Relation entre la Vision, la Mission, les Politiques et les Buts	32
Figure 6.2.8.1 Processus pour le Démarrage d'une Voiture	41
Figure 6.2.11.1 Gestion de Cycle de Vie de l'Equipement	44
Figure 7.1.1 Hierarchie aux Trois Niveaux	47
Figure 7.2.1 Cycle de Deming	50
Figure 7.2.2 8 Etapes du PDCA	52
Figure 7.2.3 Cycle de PDCA dans PDCA	53
Figure 7.4.1 Diagramme Causes/Effet	55
Figure 7.4.2 Définition du Problème	55
Figure 7.4.3 Affectation des Causes	56
Figure 7.4.4 Affectation des Sous Causes	57
Figure 7.4.5 Affectation des Toutes les Sous Causes	57
Figure 8.2.1 Module	60
Figure 8.2.2 TDM vide	60
Figure 8.2.3 Ascenseur du Module	61
Figure 8.2.4 Automate de l'Ascenseur	61
Figure 8.2.5 Machine d'Accostage	62

Figure 8.2.6 Machine de Desacostage	62
Figure 8.2.7 Balancelle	63
Figure 8.2.8 Système d'Accostage et de Desaccostage	64
Figure 8.3.1. Hierarchie du système d'amélioration de Rendement	66
Figure 8.3.2 Importance Relative Composée des Alternatives	70
Figure 8.4.2.1 Graphique de Pourcentage pour le Délai d'Arrêts	73
Figure 8.4.2.2 Diagramme d'Arête de Poisson pour l'Arrêt direct de la Chaîne	75
Figure 8.4.5.1 Graphique du Pourcentage du Délai Moyen des Arrêts	76
Figure 8.4.5.2 Graphique de Pourcentage de Délai d'Arrêt Par Rapport au Type d'Arrêt	78
Figure 8.4.5.3 Changement au Niveau de Délai Moyen Suite à l'Amélioration	79
Figure 8.4.5.4 Changement des Index de la TPM	79



LISTE DES TABLEAUX

	Page
Tableau 5.1. Qui fait quoi pour zéro panne ?	23
Tableau 6.2.1. Le 12 Etapes de la TPM	27
Tableau 6.2.3.1 La Structure du Comité Déploiement	29
Tableau 6.2.3.1 La Structure du Comité Déploiement (Suite)	30
Tableau 6.2.8.1 Responsabilité avec la Maintenance Autonome	37
Tableau 6.2.8.1 Responsabilité avec la Maintenance Autonome (Suite)	38-39
Tableau 7.1.1. Echelle Fondamental de AHP	48
Tableau 8.3.1. Comparaison de l'Importance Relative par rapport à l'Objectif	67
Tableau 8.3.2. Comparaison des Alternatives par rapport aux Pannes	67
Tableau 8.3.3. Comparaison des Alternatives par rapport à la Formation	68
Tableau 8.3.4. Comparaison des Alternatives par rapport aux Problèmes dues aux Déplacement des Pièces	68
Tableau 8.3.5. Comparaison des Alternatives par rapport aux Problèmes du Nouveau Projet	68
Tableau 8.3.6. Comparaison des Alternatives par rapport au Temps de Mise en Place et aux Réglages	68
Tableau 8.3.7. Comparaison des Alternatives par rapport au Problème de Qualité	69
Tableau 8.3.8 Vecteur Prioritaire pour le Premier Niveau	69
Tableau 8.3.9 Vecteur Prioritaire pour le Deuxième Niveau	70
Tableau 8.4.2.1 Délai d'Arrêt pour les Pannes	72
Tableau 8.4.5.1 Délai d'Arrêt pour les Pannes	77
Tableau 8.4.5.2 Index de Taux de Rendement Globale	79

RESUME

Les conditions de compétitivité de nos jours poussent les entreprises à travailler d'une manière productive. Pour survivre dans le futur, les entreprises doivent appliquer des méthodes d'amélioration de productivité.

Analytic Hierarchy Process est une méthodologie pour une théorie d'aide multicritère à la décision. Il est développé par Saaty et il est basé sur trois notions : l'objectif, les critères et les alternatives. Le but est atteint à la meilleure alternative sous les critères en question en arrivant aussi à l'objectif de la hiérarchie.

La maintenance de la productivité totale est une méthode qui est née au Japon et qui permet d'améliorer et d'accroître la productivité. Le cœur de la méthode est d'améliorer les performances des équipements par la prévention des pertes de toutes sortes. En effet, l'expérience montre que dans toutes les usines du monde, les machines ne produisent pas la quantité que leurs technologies et leurs spécificités techniques permettent.

La maintenance de la productivité totale est appliquée surtout dans les usines automobiles qui produisent sur la chaîne. L'arrêt d'une poste ou bien d'une partie de l'usine affecte toute l'usine et il cause la perte de production autrement dite comme les fabricants d'automobile, la perte des véhicules.

Cette recherche a été réalisée dans une usine qui avait déjà commencé des pratiques de la maintenance totale depuis 1993. A cause de leur nouveau type de véhicule, l'usine a construit une nouvelle chaîne de montage pour la fabrication des sous caisses et l'assemblage de ces sous caisses avec les caisses. Comme l'usine est composée des chaînes, l'arrêt de ce poste résulte l'arrêt de toute la chaîne de montage. C'est pourquoi

ce poste de préparation, l'assemblage de caisse et de sous caisse, joue un rôle crucial dans la chaîne de montage.

Pour améliorer la productivité du système, on a tout d'abord formalisé la hiérarchie qui maximise le rendement global sous les critères du système. Finalement on a constaté que les effets de diminution des pertes dans le poste sont la meilleure alternative pour arriver au but. Pour la construction de la hiérarchie, deux chefs d'UET et le responsable du département montage ont pris des rôles.

Suit aux feuilles de la constatations des arrêts, ce poste s'arrête pas mal de fois Le but de l'entreprise est d'arriver à la zéro panne. Pour cela, ils ont formé une équipe contenant des opérateurs, des chefs d'UET et des chefs du département de la Fabrication et ainsi que la Maintenance.

Dans le système en question, ils ont constaté cinq types de problèmes importants qui causent des pertes. Parmi ces cinq il y en a 3 qui jouaient un rôle comme l'arrêt direct de la chaîne ayant une importance de 80%. Les deux autres problèmes sont appelés comme indirect pourqu'ils puissent être complétés sur la chaîne d'accostage. Pour diminuer ce délai, la dynamique de PDCA est appliquée. L'analyse de Pareto et celui d'Ishikawa sont des autres techniques utilisées dans cette thèse. Les histogrammes sont aussi servis pour visualiser les cas.

Finalement, On a constaté que

- ✓ le délai moyen de pertes de ce poste a été diminué de quarante trois jusqu'à approximativement dix-neuf minutes. Ce qui dit une diminution de délai moyen d'arrêt de 56 %.
- ✓ L'index du taux de la Disponibilité a été amélioré de 99,13 % à 99,40.
- ✓ L'index du taux de Production Nette a été amélioré de 95,64 à 96,54%
- ✓ L'index du taux de Qualité a été amélioré de 89,76 % à 90,04 %

- ✓ L'index du taux de Rendement Global est accru de 85,10 % à 86,40 %, autrement dit 1,52 % d'augmentation de l'index de performance.

Enfin, ce travail montre que l'utilisation de la méthodologie d'AHP est une méthode facile et utile pour déterminer la meilleure alternative et les cycles de PDCA sont efficaces pour améliorer la productivité dans l'industrie automobile.



ÖZET

Günümüzdeki rekabet koşulları şirketleri verimli ve üretken bir şekilde çalışmaya zorlamaktadır. Gelecekte varlıklarını sürdürmek isteyen şirketler, mutlak suretle üretim ve verimliliği artırıcı metot ve teknikleri kullanmak zorundadırlar.

Analitik Hiyerarşi Süreci, çok kriterli karar destek sistemleri içerisinde yer alan uygulanması ve anlaşılabilirliği kolay bir karar verme metodolojisidir. Saaty'nin geliştirmiş olduğu bu metodoloji temelinde üç seviyeli bir hiyerarşinin kurulması ile oluşmaktadır. En üst seviyede kurulan sistemin hedefi diğer bir ifade ile amacı yer almaktadır. İkinci seviyeyi ise bu amaca ulaşmakta kullanılacak kriterler oluşturur. Son olarak ta üçüncü seviyede bu amacı gerçekleştirebilecek alternatifler bulunmaktadır.

Toplam Verimli Bakım, Japonya'da doğmuş ve temelinde verimliliği iyileştirici ve/veya artırıcı etkisi olan bir metottur. Bu metodun merkezinde üretimde kullanılan araç ve gereçlerin meydana getirebileceği kayıpların ortadan kaldırılması ve verimliliğin artırılması yer almaktadır. Gerçekte tecrübeler göstermiştir ki, herhangi bir fabrikada çalışan makinelerden herhangi birinin ürettiği miktar onların gerçek teknolojileri ve teknik özellikleri ile bağdaşmaz. İdeal koşullarda çalışılmamasında ötürü, makineler genellikle % 40'luk bir kayıp ile çalışmaktadırlar.

Toplam Verimli Bakımın uygulama alanı geniş olmasıyla beraber daha çok otomotiv endüstrisinde ve otomobile fabrikalarında kullanılmaktadır. Otomobil fabrikalarının en önemli özelliği bant üretimi yapmalarıdır. Bant üretimi ile çalışan işletmelerin karşılaştığı en önemli sorun ise, üretimin herhangi bir yerinde (ya da postasında) meydana gelebilecek bir arıza nedeniyle oluşacak duruşun diğer tüm bantları da etkileyebileceği ve onları durduracağıdır. Üreticiler bunu üretim kaybı olarak adlandırırken, otomobil endüstrisinde bu kayıp araç kaybı olarak ifade edilmektedir.

Bu araştırma 1993 senesinden beri Toplam Verimli Bakım çalışması başlatmış olan bir işletmede yapılmıştır. İşletmenin yeni üreteceği bir araç nedeniyle kasa altı üretiminin yapıldığı bir postada verimliliği artırma çalışması yapılacaktır. Bu yeni üretim postasının tasarımı tamamıyla diğer Renault fabrikalarında olan aynı işi yapan postanın kopyası şeklindedir. Kasa altı hazırlık postasında alt kasaları hazırlanmış araçlar bant üzerinde hareket ederek balansel aracılığıyla gelen üst kasa ile birleştirilir. Burada Accostage makinesi adı verilen makine birleştirme sırasında önemli bir rol oynamaktadır. Montaj bandını doğrudan etkileyen bu bandın durması, montaj bandının tamamını durduracağından üretimde önemli bir yer işgal etmektedir.

Bu verimliliği artırma çalışması için öncelikle bir karar destek sistemi Analitik Hiyerarşi Sürecinden yararlanılmış, incelenen sistemin verimliliğini en fazla etkileyen alternatif sistem belirli kriterleri altında incelenmiştir. Sonuç olarak verimliliği arttıracak en önemli alternatifin üretim postasında kayıpların azaltılması olarak bulunmuştur. Analitik Hiyerarşi Süreci hiyerarşisinin oluşturulmasında postadan sorumlu olarak çalışan iki vardiya şefi ile montaj departmanından sorumlu amir görev almaktadır.

Kayıpların azaltılmasında Toplam Verimli Bakımda kullanılan arıza duruş formlarından yararlanıldı. Bu üretim postasının beş haftalık arızaları gözden geçirildi. Bunun sonucunda şirketin hedeflerinden olan sıfır kayıp doğrultusunda bu postada oluşan arızaların sürelerinin azaltılması ve postanın iyileştirilmesi ile ilgili çalışmalar başlatıldı. Bunun için operatör, UET Şefleri ile Departman Şeflerinden oluşan bir ekip kuruldu. Bu ekipte hem üreticiler hem de bakımçılar rol aldı.

Sistem incelendiğinde sistem üzerinde toplamda 5 tip önemli ve kayıplara neden olan problem tespit edildi. Diğer problemler 1 dakikadan az sürdüğü ve üretim kaybına neden olmadıkları için ihmal edildi. Bu beş problem ile ilgili kayıpların analizi yapıldığında görüldü ki, bu beş tip problemden üçü tüm montaj bandını durdururken diğer ikisinin duruşu tüm montaj bandını durdurmadan kendi içerisinde telafi edilebilmektedir. Bu üç tip hata direk bant duruşu adı altında gruplandırılmıştır. Geriye kalan 2 hata ise endirek duruş olarak adlandırılmıştır.

Bu duruşların süresini azaltmak veya engellemek için Planla, Uygula, Kontrol Et, Önlem Al (PDCA) dinamiđi uygulanması kararı alındı. 15 haftalık bir çalışma süresi izlendi. Planla, Uygula, Kontrol Et, Önlem Al yöntemi, toplam sekiz adımdan oluşan bir metodolojidir. Bu metodoloji kullanılırken aşğıdaki adımlar takip edilmiştir.;

1. Problemin Seçilmesi
2. Mevcut Durumun Gözlenmesi
3. Nedenlerin Analizi
4. İyileştirmelerin Önerilmesi
5. İyileştirmelerin Uygulanması
6. Sonuçların Doğrulanması
7. Yeni İş Kurallarının Belirlenmesi
8. Sonraki Adımlara Yönlendirme

İşletmenin problemini bu direk bant duruşları oluşturmaktaydı. Mevcut durumda ortaya konulan bu problemler Pareto Analizi aracılığıyla ile incelendi ve direk bant duruşlarının toplam duruşlar içerisindeki oranı % 80 olarak bulundu. Pareto Analizine göre direk bant duruşlarının çözülmesi işletmedeki kayıpların büyük bir kısmını ortadan kaldırması için yeterli bir çaba olacaktır.

Daha sonraki aşamada, bu direk bant duruşlarının nedenleri sorgulandı. Bu sorgulama sırasında Neden Sonuç Analizi (Ishikawa ya da Balık Kılçık Analizi) kullanılarak mevcut problemlerin nedenleri ortaya döküldü. Bu tespit edilen problemlerin nedenleri süreçlerin ve sistemin incelenmesi ile bulundu. Burada Neden-Sonuç Analizi kayıpların nedenlerini tespit etmede kullanılmış oldu.

Daha sonra nedenler için çözüm önerileri getirildi. Bu önerilerden hali hazırda uygulanabilecek olanları acilen uygulamaya alındı. Ama bantta yapılması gereken bir değişiklik gibi önemli bir iş ve iş yükü varsa bu işlem bir sonraki revizyon dönemine bırakıldı.

Uygulama sonrası elde edilen sonuçlar;

- ✓ Öncelikle postada oluşan kayıp duruş süresi yaklaşık olarak ortalama kırk üç dakikadan on dokuz dakikaya düşürülmüştür. Bu da, sürelerde yapılan yaklaşık % 56'lık bir iyileştirme oranına tekabül etmektedir.
- ✓ Kullanılabilirlik indeksi % 99,13'ten % 99,40'lere
- ✓ Net Üretim indeksi %95,64'ten %96,54'lere
- ✓ Kalite indeksi % 89.76'dan % 90.04'lere kadar iyileştirilmiştir.
- ✓ Toplam verimli bakımın performans indeksi % 85,10'den % 86,40 değerine ulaşmıştır. Diğer bir ifade ile % 1,52'lik bir performans indeksi artışı sağlanmıştır.

Tüm bu sonuçların görselleştirilmesinde grafiklerden faydalanılmıştır.

Süreçlerde değişiklik gerektiren işlerde, gerekli yeni iş süreçleri oluşturuldu ve operatöre bu süreçleri ile ilgili eğitimler verildi. Operatörler, işi fiilen gerçekleştiren kişiler oldukları için gerek bu işleri gerçekleştirirken, gerekse arıza karşısında kaldıklarına neler yapmaları ve nelere dikkat etmeleri konusunda bilinçlendirilmeleri sağlandı.

İşletmede bu postada bundan sonra yapılacak çalışma bu verilerin daha da iyileştirilmesi, sıfır kayba yaklaşımları şeklinde ve amacında olacaktır. Yukarıdaki problemlerin bazılarının giderilememesinin nedeni, üretim olduğu zaman yapılamayacak değişikliklerden ileri gelmektedir. Bu nedenle Ağustos revizyon döneminde postada yapılacak bu önemli değişiklikler sonrasında postada meydana gelen kayıpların minimuma geleceği kanısındayız. Şirket içinde sürekli iyileştirme amacı güden bu proje gruplarının postayı kontrolleri sıfır kayıp oluncaya kadar devam edecektir.

Sonuç olarak, otomobil üretimi gibi bant retim Őekli ile çalıŐan endüstrilerde karar destek sistemlerinden faydalanarak en iyi alternatifin Őeilmesi ve bu Őeim sonucunda toplam verimli bakımın ve PDCA dinamiĐinin kullanılması ile verimliliĐin arttırılması gerekleŐtirilmiŐ, zgn bir alıŐma yapılmıŐtır.



1. INTRODUCTION

La plupart des systèmes ne marchent pas comme convenue. Les systèmes de productions sont en particulière opérés moins de capacité que la pleine. La productivité est basse et le coût de productivité est haut. La majorité des coûts totaux est liée au coût des activités de la maintenance comme les coûts des maintenances, de la main d'œuvre, du matériel et des pertes de productions. Le coût continue à augmenter avec la complexité supplémentaire des nouvelles technologies, l'automation, l'utilisation des robots,...etc. La complexité des systèmes de production résulte la difficulté de maintenir la standardisation de la productivité.

Les usines automobiles marchent dans la logique de chaîne. Les pannes qui ont été rencontrées d'un part provoqueront l'arrêt de non seulement le poste en question mais aussi les autres postes. Donc une situation décrite ci-dessus sera le cauchemar pour les entreprises à cause du changement de tous les plannings de production. Les activités de maintenance doivent être faites consciencieusement et planifiées.

La Maintenance Productive Totale est un processus de la maximisation de la performance des équipements, sa disponibilité et sa qualité avec l'engagement total des opérateurs de productions, des techniciens, des ingénieurs, des superviseurs et des directeurs. La participation des départements comme l'ingénierie, la production, et la maintenance est indispensable. Toute équipe est responsable du succès des efforts Maintenance Productive Totale. Suivant les recherches, les entreprises qui appliquent des techniques TPM ont baissé leurs dépenses de maintenance de 50%.

Dans cette recherche, on s'est occupé d'un système d'accostage des sous caisses avec les caisses dans l'usine automobile Oyak Renault en Turquie. L'entreprise applique la

Maintenance Productive Totale depuis 1994. Pour améliorer la productivité ou bien son indice de Taux de Rendement Global, on a appliqué « Analytic Hierarchy Process (AHP) » comme un des méthodes d'analyse aide au choix. Suite à la détermination de l'alternative choisie grâce à Analytic Hierarhy Process, on va améliorer le rendement en utilisant le cycles de Préparer – Développer – Comprendre et Agir.

Le contenu de cette thèse est le suivant :

Le deuxième chapitre consiste l'histoire et la notion de la Maintenance Productive Totale.

Dans le troisième chapitre, tous les types de pertes de productions sont soulignés.

La quatrième chapitre, on parle du critère de performance «Taux de Rendement Global» et la Maintenance Productive Totale qui est composé de la disponibilité, du taux de production nette et de la qualité.

Le cinquième chapitre donne des idées pour améliorer le Taux de Rendement Global.

Le sixième chapitre explique les principes de développement de la Maintenance Productive Totale

Le septième chapitre consiste l'explication des outils que l'on a utilisé dans cette recherche.

Le huitième chapitre consiste l'application qui a été réalisée chez Oyak Renault.

Le neuvième et le dernier chapitre, la conclusion de cette recherche est faite.

2. HISTOIRE ET LA NOTION DE LA MAINTENANCE PRODUCTIVE TOTALE

2.1. Histoire

A la suite de la deuxième guerre mondiale les industries japonaises ont importé diverses techniques et méthodes de travail des Etats-Unis pour les adapter ensuite. Dans les années suivantes, grâce à la qualité des produits japonais, les techniques et les méthodes japonaises avaient attiré l'attention du monde. Il en est de même du côté de la maintenance de l'équipement. Ceux que les japonais font d'importer la productivité américaine et de l'enrichir en adaptant les industries japonaises.

La notion de Maintenance Préventive (PM – Preventive Maintenance) est introduite au Japon des Etats-Unis en 1951. Avant Préventive Maintenance, les sociétés pratiquaient généralement maintenance de panne (BM – Breakdown Maintenance) qui fixe à l'équipement juste après être tombé en panne. L'adaptation de la notion Préventive Maintenance a diminué les pannes dans les sociétés japonaises. Cependant, l'approche Préventive Maintenance a changé de moins en moins pour recevoir les nouvelles demandes de l'industrie du monde modern. Un de ces types de changement est l'introduction de la notion de Maintenance Corrective (CM – Corrective Maintenance) qui sert à réparer les mêmes types de pannes. Autre notion, c'est Prévention de la Maintenance (MP – Maintenance Prévention), qui incorpore au niveau du dessin de l'équipement pour le but de former l'équipement plus facilement à maintenir. Finalement, toutes les approches comme la Maintenance Préventive, la Maintenance Corrective et la Maintenance Préventive sont consolidées sous une nouvelle notion appelée Maintenance Productive (PM – Productive Maintenance). L'objectif de la Maintenance Productive est de maximiser la productivité. La Maintenance Productive contient trois activités cruciales pour accéder à cette objective [1];

- a. **Maintenance Préventive** : Elle est dans le but de la prévention des pannes et des défauts comme le contrôle des équipements quotidien, la révision totale ou bien partielle sur une période déterminée, le changement de l'huile, la lubrification,...etc.
- b. **Maintenance liée à l'amélioration** : Elle est dans le but d'améliorer l'équipement. Grâce à cette amélioration, elle réduit les pannes et les défauts. En effet, elle permet de faciliter l'utilisation de l'équipement.
- c. **Prévention de la Maintenance** : Elle est dans le but de faire fiable d'équipement et de facilité de le maintenir,...etc.

Le management de l'équipement s'est déroulé de la maintenance préventif à la productive. Elle est introduite largement au Japon par rapport aux Etat Unis. Ce genre de la gestion américaine est caractérisé par les activités du département maintenance. Par contre, il n'a jamais réussi à arriver au zéro panne et zéro défaut. C'est là où le genre Japonais, la Maintenance Productive est apparu. La Maintenance Productive Totale est la réponse Japonaise au genre d'américaine, la Maintenance Productive. La Maintenance Productive Totale pratique la Maintenance Productive dans l'immense de la société en obtenant la contribution et la coopération du tout le monde dès la hiérarchie jusqu'aux ouvriers. En conclusion, La Maintenance Productive est devenue la Maintenance Productive Totale. La Maintenance Productive Totale est caractérisé par les ouvriers du département de fabrication par leurs participations aux activités de maintenance. [1]

La TPM est née dans la société Nippon Denso qui est une fabricant des pièces de construction automobile bien connu. Elle a été introduite en 1961. Suite aux évolutions industrielles, dont notamment l'automatisation, cette société a appliqué la maintenance productive avec participation générale.

2.2. Définition de la Maintenance Productive Totale

La Maintenance Productive Totale (TPM) est définie premièrement par le Japan Institute of Plant Engineers(JIPE) qui était devenu par la suite le Japan Institute of Plant Engineers (JIPM).

La Maintenance Productive Totale (définition publiée en 1971) : [2]

1. a pour l'objectif la réalisation maximum du rendement global de l'équipement,
2. cherche à établir un système global de maintenance productive pour toute la durée de vie des installations,
3. implique la participation de toutes les divisions, notamment celles de la conception, de l'exploitation et de la maintenance,
4. et ceci, à tous les niveaux hiérarchiques, des dirigeants aux opérateurs,
5. utilise comme moyen de motivation, les activités autonomes du personnel regroupé en cercles.

Nakajima (1988) le définit comme une programmation de production ayant pour le but de maximiser l'efficacité de l'équipement durant toute la durée de vie utilisable avec la participation et la motivation de toutes ses main d'œuvre.

Or de nos jours, la Maintenance Productive Totale peut être définie comme une démarche globale d'amélioration des ressources de production qui vise la performance économique de l'entreprise. [4]

Pour atteindre l'efficacité maximale, les ressources de production comme les équipements ne suffisent pas tous seul. Les Hommes et l'organisation sont des autres facteurs qui permettent d'accroître l'efficacité.

Sur la figure 2.2.1, on peut voir la plus célèbre Méthode de Production Toyota qui est fondée sur la TPM.

2.3. Rendement de la Maintenance Productive Totale

La signification de la TPM, Maintenance Productive Totale s'explique : [7]

- **Maintenance** : maintenir en bon état = réparer, nettoyer, graisser et accepter d'y consacrer le temps nécessaire.
- **Productive** : essayer de l'assurer tout en produisant ou en pénalisant le moins possible la production
- **Totale** : considérer tous les aspects (même repeindre la machine) et y associer tout le monde.

Les idées de base sont ; [7]

- **La propreté et l'ordre** : c'est la première phase nécessaire à la TPM, pas de gain de temps possible en fouillant dans le désordre, pas de détection facile des signes précurseur de pannes, les fuites par exemples, dans un environnement sale... Ces pré-requis sont les 5S, qu'il faut appliquer avant tout.
- **Connaître les machines** : leur fonctionnement (de façon précise), leurs performances et leurs faiblesses.
- **Suivre quotidiennement** : les performances des machines, des ateliers, fixer un objectif (très) ambitieux et essayer de l'atteindre, puis de conserver ces performances.
- **Associer tout le monde** : pour relever les données, suivre les évolutions, générer des idées, accroître les connaissances, garder la motivation.

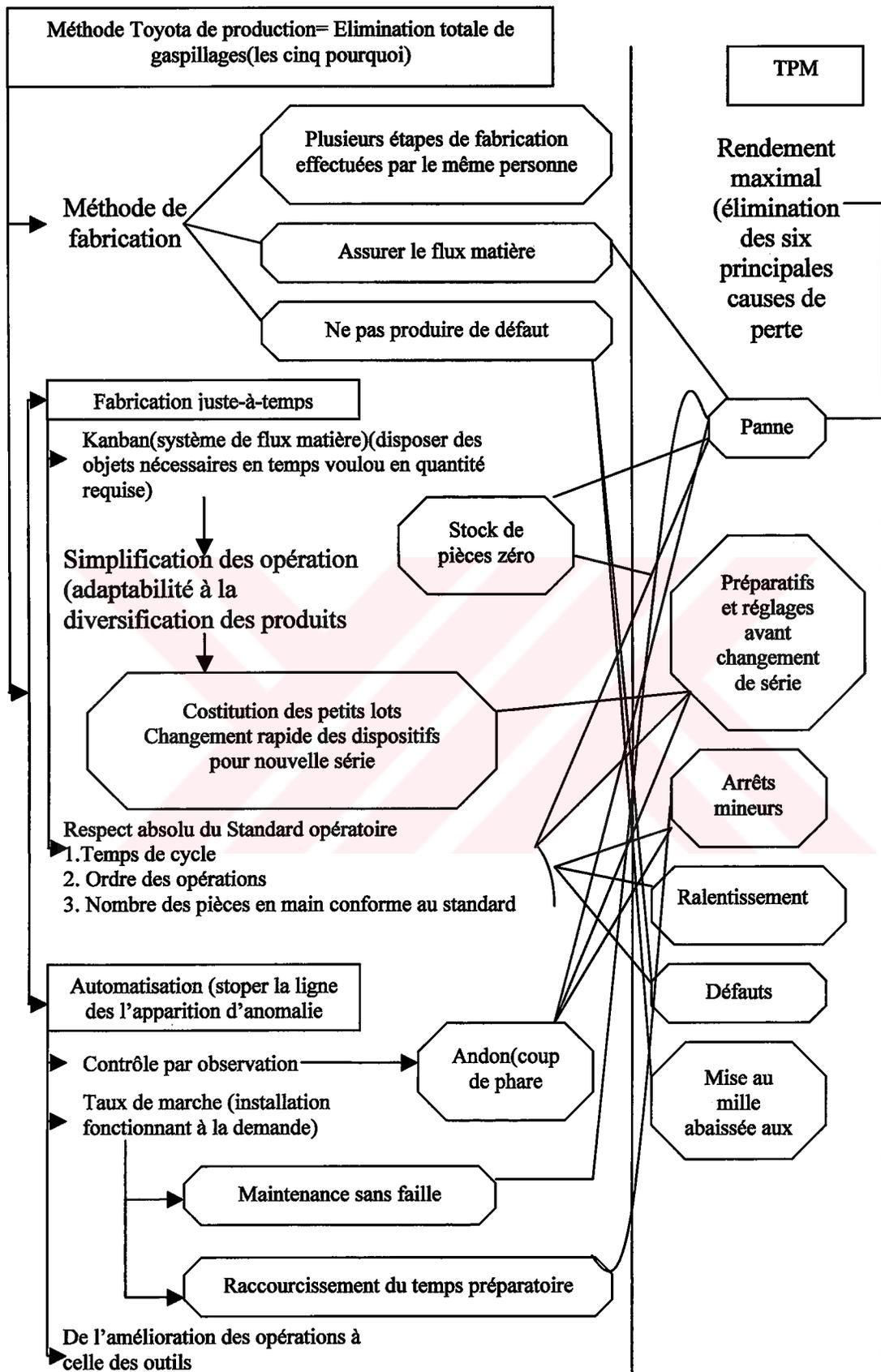


Figure 2.2.1 Méthode Toyota de production et la TPM

Il ne faut pas oublier que les opérateurs connaissent leurs machines de manière intime. Ils développent une relation presque affectueuse pour leur outil de travail et sont de merveilleux capteurs à cinq sens pouvant détecter une anomalie à l'odeur, aux bruits, aux couleurs ou encore aux vibrations inhabituelles. [7]

Les recherches de Steinbacher & Steinbacher en 1993 montrent que l'application des Maintenance Productive Totale augmente de jours en jours. [8] L'activité industrielle a pour but de produire toujours plus, à savoir, de produire le maximum de sortie (output) avec le minimum d'entrée (input). Ces sorties du système comportent non seulement la productivité, mais aussi la qualité, le coût, la sécurité, la santé, l'environnement et la motivation du personnel. La figure 2.3.1 donne un schéma des entrées et des sorties de ce système. [2]

Entrées (coûts)	Patrimoine			Méthode
	Homme	Equipement	Matériaux	
Production P	↓	↓	↓	Gestion de la production
Qualité Q	↓	↓	↓	Gestion de la qualité
Coût C	↓	↓	↓	Gestion du prix de revient
Délaie D	↓	↓	↓	Gestion du délai
Sécurité S	↓	↓	↓	Gestion de la sécurité et de l'environnement
Moral M	↓	↓	↓	Gestion des ressources humaines
Méthodes	Gestion du Personnel	Gestion de l'Equipement	Gestion des Matières	$Pr oductivité = \frac{Sortie}{Entrée}$

Figure 2.3.1 Entrées et les Sorties de Système de Production

Dans ce système, l'introduction du facteur humain, l'équipement et la matière première créent la quantité de production (P), la qualité (Q), le coût de fabrication (C), le délai (D), la sécurité, la santé et l'environnement (S) ainsi que la motivation (M).

Les rubriques d'entrée sont l'effectif, l'équipement et le stock, gérées respectivement en tant que la gestion du personnel, la gestion de l'équipement et la gestion des matières. Les rubriques de sorties sont la gestion de la production, la gestion de qualité, la gestion du prix de revient, la gestion du délai, la gestion de l'environnement, la gestion des ressources humaines.

Si on examine cette présentation matricielle, on peut en déduire que la gestion de l'équipement concerne toutes les rubriques de sorties : PQCDSM. Plus l'automatisation et la rationalisation de la main d'œuvre progressent, plus l'équipement prend de l'importance comme facteur dominant des sorties : PQCDSM. La production, la qualité, le coût, le délai, l'environnement et la motivation dépendent tous de l'état des installations.

L'objectif de la Maintenance Productive Totale est de réaliser le maximum de PQCDSM produit par les installations en les faisant fonctionner avec la plus grande efficacité. La panne, le ralentissement involontaire, le manque de précision provoquent des défauts et ne permettent pas une production efficace. La TPM cherche donc à maintenir les installations à un état idéal pour réaliser le maximum de PQCDSM. En plus, maintenir les installations en excellent état n'augmente pas de façon exagérée le coût global. La TPM est aussi la recherche d'optimisation du rapport coût/effet (entrées/sorties), autrement dit, du meilleur rendement global des installations. [2]

Les trois facteurs jouent un rôle crucial pour le succès de la Maintenance Productive Totale dans la société,

- a. Volonté de travail et la motivation
- b. Opérateurs qualifiés
- c. Support des autres départements

En plus, Suit aux recherches de Nachi Fujisko Corp.& JIPM in 1990, on peut en dire que les études systématiques en groupe, la communication effective et la formation sont aussi importantes. [8]

2.4. Objectifs de la TPM

Les buts de la TPM sont d'anéantir les pertes et d'atteindre « **zéro accident** », « **zéro défaut** », « **zéro arrêt** ». Pour atteindre zéro, il faut empêcher la réalisation si il arrive en une seule fois. L'absence des incidents et des accidents entraînera « **pas de d'arrêts, ni pertes humaines, ni frais financier** ». Et de même, l'absence des défauts signifie « **l'utilisation 100% temps de fabrication et pas de déchets** ».

Dans le but de minimiser les arrêts machines, il faut améliorer les machines du parc existant et maximiser l'utilisation des ces machines, pour réduire les frais financiers ; retarder ou rendre inutiles les investissements capacitaires, mais aussi introduire de nouveaux équipements en tenant compte de l'expérience du passé, autrement dit, ne pas refaire les mêmes erreurs. Il faut essayer :

- d'augmenter la productivité des machines
- de différer les investissements capacitaires (nouveaux équipements pour assurer la capacité de production)
- fiabiliser les machines, trouver et éliminer les micros pannes
- rentabiliser rapidement les investissements (générer la valeur ajoutée plus vite)
- d'améliorer les méthodes de travail :
 - ✓ Rationaliser la maintenance, trouver la nécessité de l'homme
 - ✓ Valoriser la fonction conduite de machine
 - ✓ Améliorer les conditions de travail
 - ✓ Diminuer les actions du type « pompiers » (interventions soudaines et acrobatiques...)

en assurant la cohérence du développement, en libérant du temps spécialités pour ce développement et les modifications internes des équipements. [7]

2.5. Objectifs lié au travail de la TPM

Les objectifs des sociétés financières sont,

- Connaissance Internationale
- Satisfaction du client
- Puissance de la compétitivité avec les coûts
- Augmentation d'importance dans le marché.

La Maintenance Productive Totale n'est pas non seulement un consigne. Elle a un lien avec la mission et la vision de l'entreprise et de même la façon du travail de l'entreprise. Les entreprises peuvent atteindre aux objectifs en utilisant l'application de la Maintenance Productive Totale.

La relation entre la TPM et les objectifs de travail se voit dans la figure 2.5.1. [7]

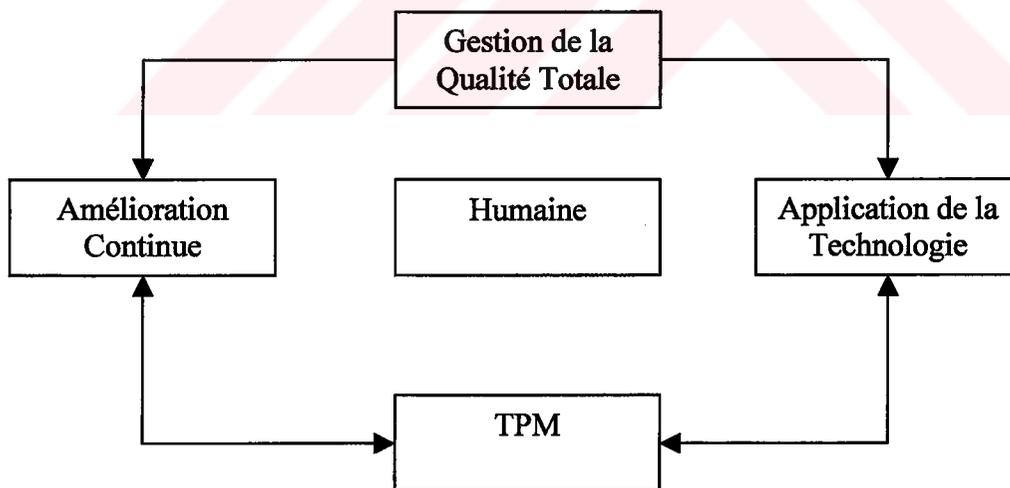


Figure 2.5.1 Relation entre la TPM et les objectifs de travail

3. PERTES

Les causes de pertes dans l'environnement de productions sont dues aux opérateurs, aux personnels du département de maintenance et aux autres départements. [6]

Les pertes se sont classifiées en trois grands groupes dans la figure3.1. : Pertes dues à l'équipement, Pertes dues au personnel et Perte dues à la mauvaise utilisation des ressources.

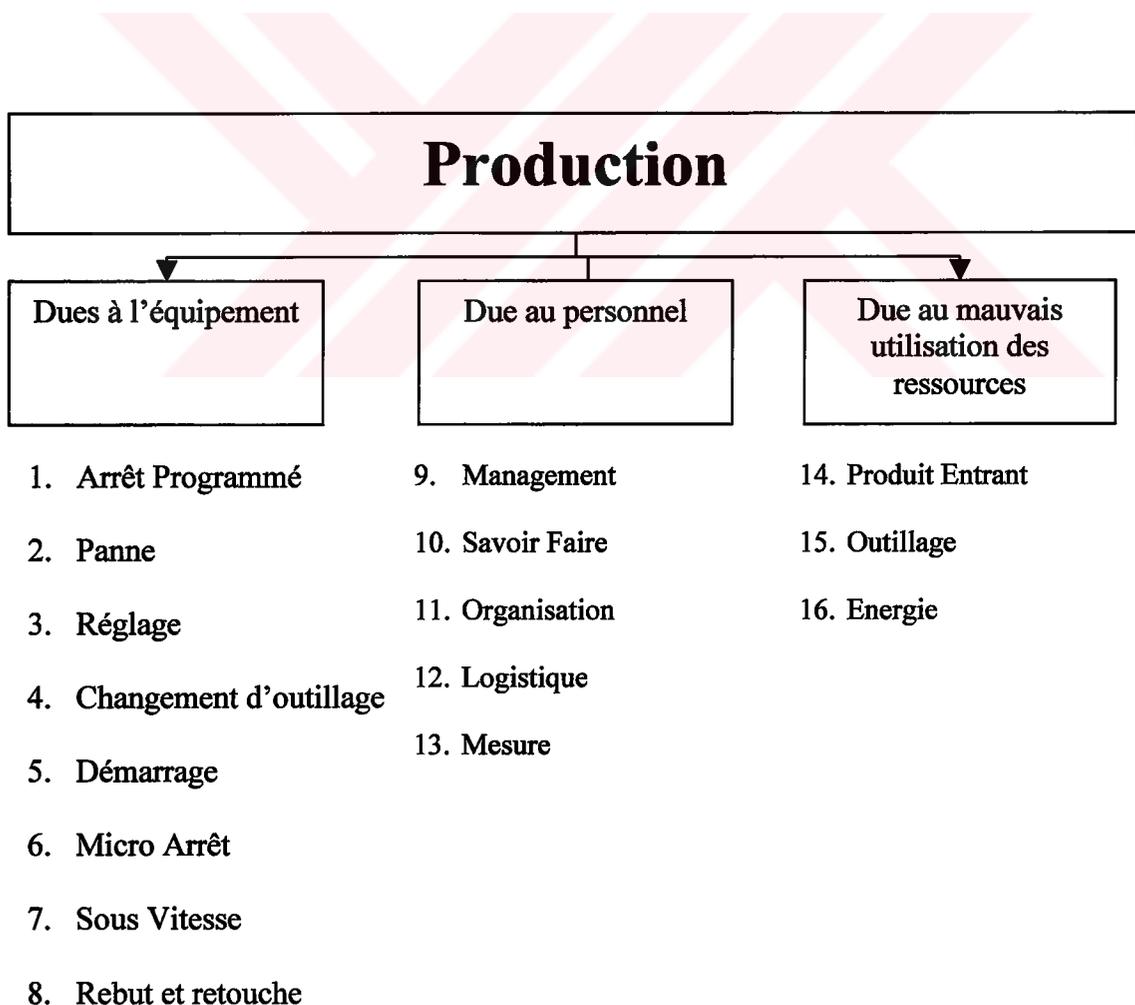


Figure 3.1. Les 16 catégories de Pertes de Rendement Global

3.1. Pertes dues aux Equipements

La structure des pertes se présente en quatre groupes et les facteurs qui réduisent l'efficacité de l'équipement peuvent se grouper sous les six causes principales des pertes comme dans la figure 3.1.1. [2]

3.1.1 Temps de Charge : Temps pendant lequel l'installation doit fonctionner, quotidiennement ou mensuellement. C'est la temps ouvrable moins les arrêts programmés par la Division Mise en Fabrication : les arrêts pour la maintenance, la durée des réunions matinales indispensables à la gestion quotidienne, et autres arrêts réglementaires.

3.1.2 Temps de Marche : Temps de charge moins les arrêts dus aux pannes, au changement de disposition des outils suivant les séries et à d'autres arrêts mineur. C'est le temps pendant lequel l'installation a fonctionné réellement.

- i. Pertes de rendement dues aux pannes :* Il s'agit des pertes occasionnées par les pannes imprévues ou chroniques impliquant le gaspillage de temps (de production) et de matière (produits défectueux). Pour réduire les pertes dues aux pannes, il faut étudier minutieusement le système pour savoir comment améliorer la fiabilité et la maintenabilité et réduire progressivement le temps nécessaire à sa remise en état.
- ii. Pertes dues à la mise en place et aux réglages :* Il s'agit des pertes occasionnées par des arrêts relativement courts. L'arrêt de fabrication d'un produit ou le changement de la disposition de la ligne en fonction des séries nécessite un arrêt plus ou moins long. Le temps qui s'écoule entre la sortie de produits défectueux et le moment où les produits sont de nouveau conformes aux critères de qualité équivaut à des pertes.

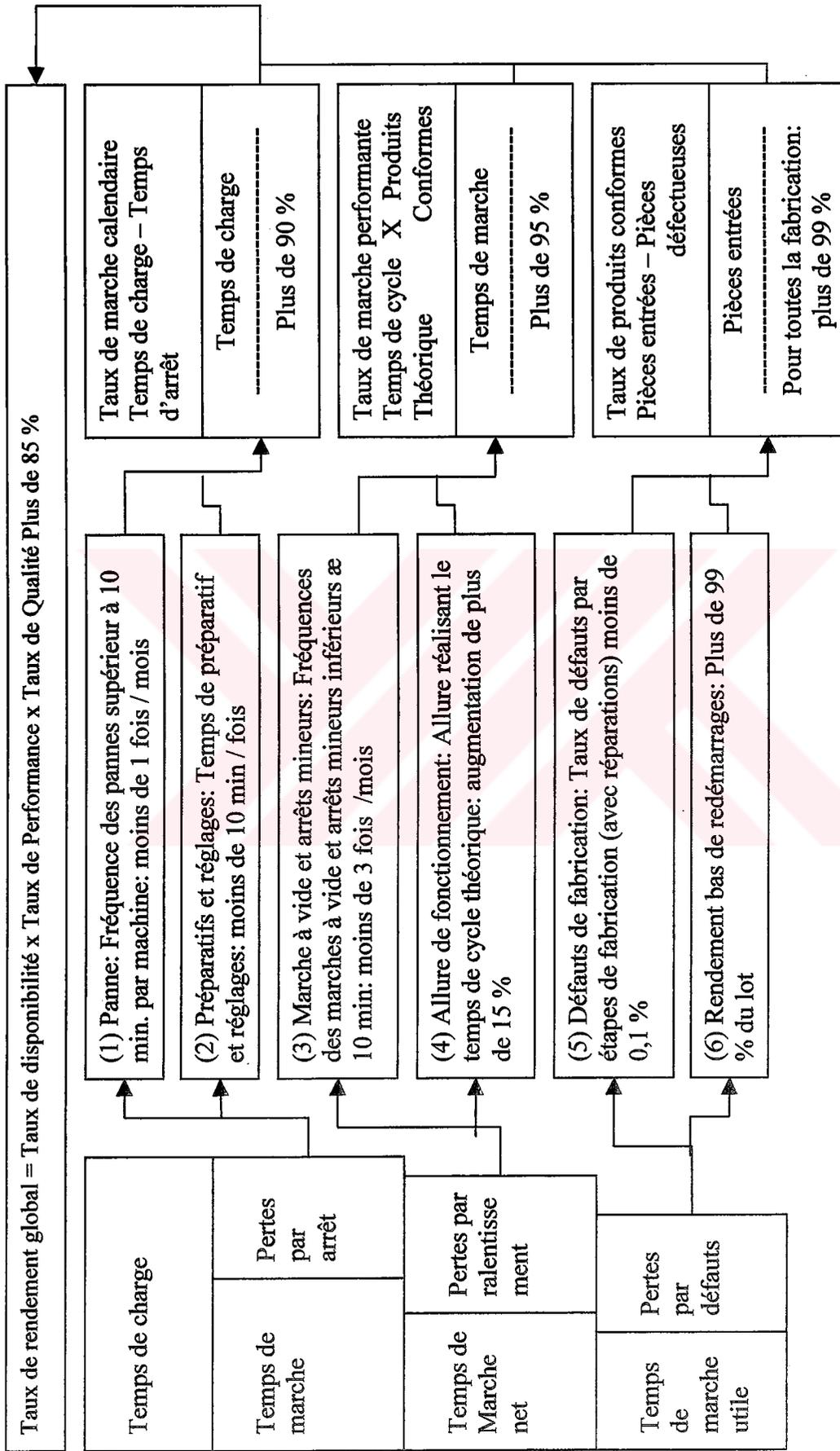


Figure 3.1.1.6 Principales Causes de Pertes et Objectifs d'Amélioration des Pertes

L'ergonomie a réussi à réduire considérablement le temps des préparatifs dits externes et internes, mais les problèmes du réglage restent entier.

3.1.3 Temps de Marche Net : Temps de marche moins tous les arrêts mineurs et les pertes dues aux ralentissements, c'est-à-dire le temps pendant lequel l'installation a fonctionné à une allure définie.

i. Pertes dues à des arrêts mineurs et à la marche à vide : Il s'agit des arrêts de la ligne dues à des arrêts mineurs et à la marche à vide : Il s'agit des arrêts de la ligne dus à des perturbations momentanées pendant lesquelles le moteur tourne à vide : un en-cours bloqué dans une glissière détecteur de défaut arrête la ligne. Il suffit dans ces cas de débloquer la glissière ou de remettre les choses à leur place pour que l'installation reprenne sa marche normale. Pour réduire ces arrêts mineurs, il faut analyser le phénomène de défaillance et éliminer complètement les déficiences en cause. L'objectif dans ces actions est zéro. Car, le préalable à une automatisation complète est incontestablement l'absence totale d'arrêts mineurs.

ii. Pertes dues aux ralentissements : C'est des pertes dues à la différence entre l'allure de production nominale et l'allure réelle. Il arrive que l'on ne fasse pas fonctionner une installation à son allure nominale, car dès qu'on l'atteint il se produit des ennuis soit mécaniques, soit de qualité. L'augmentation de l'allure de marche permet de déceler des problèmes latents et par voie de conséquence, d'élever le niveau technique de la conduite de l'installation. L'objectif de ces actions est de réduire à zéro la différence entre le régime nominal et le régime de production.

3.1.4 Temps de Marche Utile : Temps de marche moins tous les arrêts mineurs et les pertes dues aux ralentissement, c'est-à-dire le temps pendant lequel l'installation a fonctionné à une allure définie.

- i. Pertes dues aux défauts de qualité et aux réparations* : Il s'agit des pertes de matières dues au déclassement et à la réparation. Si les pannes font l'objet de mesures immédiates et sont rarement négligées, les défaillances chroniques sont, par contre, rarement prises en comptes. Puisque la réparation nécessite la main-d'œuvre, elle doit être considérée comme une défaillance chronique. Pour réduire ces pertes, Il faut revoir à fond le phénomène de défaillance, réviser le mécanisme de son apparition et remettre en question les points de contrôles de la fabrication pour supprimer ces défauts.
- ii. Pertes de Redémarrages*. Ce sont des pertes de matière subies lors de chaque redémarrage. En attendant la stabilisation de la qualité des produits, les pertes provenant de l'instabilité des conditions de fabrication, de l'insuffisance de maintenance des outils et des matrices dues aussi à la technicité insuffisante des opérateurs est beaucoup plus importantes que l'on ne pense. Mais le personnel a rarement conscience de ces défaillance : il faut les traduire en termes de pertes et les rendre aussi minimales que possibles.

3.2.Pertes dues au personnel

- 3.2.1. Management** : Ce type des pertes est généré par des mauvaises caractéristiques de Management : attente matière, attente chariot, attente outillage, absence de procédure...etc.
- 3.2.2. Savoir Faire** : C'est le temps perdu par manque d'habileté, de savoir faire, de compétence ou de formation : opération de réglage, de changement d'outillage, de mise en marche...etc. Il faut donner des formations techniques et pédagogiques afin d'améliorer la connaissance des ouvriers.

3.2.3. Organisation : C'est le temps passé lié à :

- l'organisation de la ligne lorsque les ouvriers travaillent sur plusieurs machines,
- l'implantation inappropriée de la ligne : Machine en attente quand l'opérateur en approvisionne une autre,...etc.

3.2.4. Logistiques : C'est le temps imprévu passé par l'opérateur, à des opérations de logistique interne et externe au poste : substitution à un dispositif d'alimentation de pièces, compensation d'une ergonomie inadaptée au poste,...

3.2.5. Mesure : C'est le temps passé à des mesures ou des réglages fréquents pour éviter l'apparition de défauts : contrôle qualité, température, géométrie,...etc.

3.3. Pertes dues à la Mauvaise Utilisation des Ressources.

3.3.1. Produits Entrant : Ce type de pertes est généré par le produit entrant, la pièce brute ou bien la matière.

3.3.2. Outillage : Il est remis en état, remplacement, appoint prématuré ou traitement supplémentaire des outillages ou liquides de refroidissement, liés à une usure anormale.

3.3.3. Energie : Ce type de pertes est comme l'énergie entrante (électricité, fluide,...etc.) consommée sans valeur ajoutée ou absence de fourniture de fluide : fuite, marche à vide, panne de réseau d'air, d'électricité,...etc.

4. CALCUL DU TAUX DE RENDEMENT GLOBALE

Il s'agit de trois indices de rendement ;

- a. Taux de disponibilité opérationnelle qui mesure le temps durant lequel l'équipement fonctionne,
- b. Taux de production nette qui prend en compte le fonctionnement dans des conditions de performance anormales,
- c. Taux de qualité

Un des objectifs principaux de la Maintenance Productive Totale est d'améliorer les indices décrits ci-dessus. Elle est dans le but d'utiliser efficacement les ressources de productions. La performance de la Maintenance Productive Totale se mesure par le Taux de Rendement Global (TRG) qui est créé en 1970 par le JPIM.

Le Taux de Rendement Global indique l'avancement du déploiement et la performance de l'équipement. Le Taux de Rendement Global mesure l'utilisation effective des biens en montrant l'impact de l'équipement lié aux pertes. [3]

Le Taux de Rendement Global nécessite de fixer quelles sont les conditions idéales d'utilisation des ressources de production. Autrement dit, le temps d'utilisation de ces ressources, la performance (vitesse, temps de cycle, production horaire, etc.).

Suite aux approches financières, l'investissement doit être amorti le plus rapidement possible en utilisant 365 jours par an et 24 h sur 24. Le temps d'ouverture pour l'approche financière est donc $365j \times 24h$. Ce sera le temps de fonctionnement idéal de la ressource que l'on appelle le Taux de Rendement Synthétique (TRS).

Par contre, le TRG est un indicateur mesurant la performance des ressources de production et destiné au gestionnaire de ces ressources. Il doit donc être composé de paramètre sur les quels il peut agir. Or il n'est ni portefeuille de commandes et donc de la charge des équipements ni du passage au 35 heures par exemple.

En bref ;

Pour TRS, Temps ouverture = 365j x 24h

et pour TRG Temps ouverture = Horaire de travail – Arrêts Programmés

Le Taux de Rendement Global est le rapport entre la quantité de produits bons fabriqués et la quantité de produits que l'on aurait pu fabriquer dans les conditions idéales.[4]

Les conditions idéales sont des conditions telles que le fonctionnement de l'équipement soit sans aléas, sans pertes d'efficacité. Elles peuvent être résumées par ;

- a. Utilisation de la capacité maximale de l'équipement
- b. Production avec le produit le plus facile
- c. Production à une vitesse maximum d'un constituant de la ligne
- d. Utilisation de la capacité en supposant les zéro pertes

Dans l'usine idéale, les machines tournent à la vitesse prévue par leurs performances techniques, durant tout leur temps de fonctionnement, et ne produisent que des pièces bonnes. Il n'y a jamais ni pannes ni rebuts, et les opérateurs assurent eux-mêmes la maintenance de leurs machines. [9] Donc on utilise 100 % de la capacité dans des conditions idéales. Or les conditions réelles montrent que 40 % de la capacité théorique est perdu durant la production à cause de 16 principales pertes (Parfois pour des raisons de production, parfois pour des raisons humaines ou bien la mauvaise utilisation des ressources). 60 % de capacité est la capacité réelle de la situation réelle.

Le Taux de Rendement Globale (TRG) se calcule de la façon suivante :

TRG= Disponibilité Opérationnelle x Taux de Production Nette x Taux de Qualité

Sur la figure 4.1., l'explication de ces trois taux se trouve ; [9]

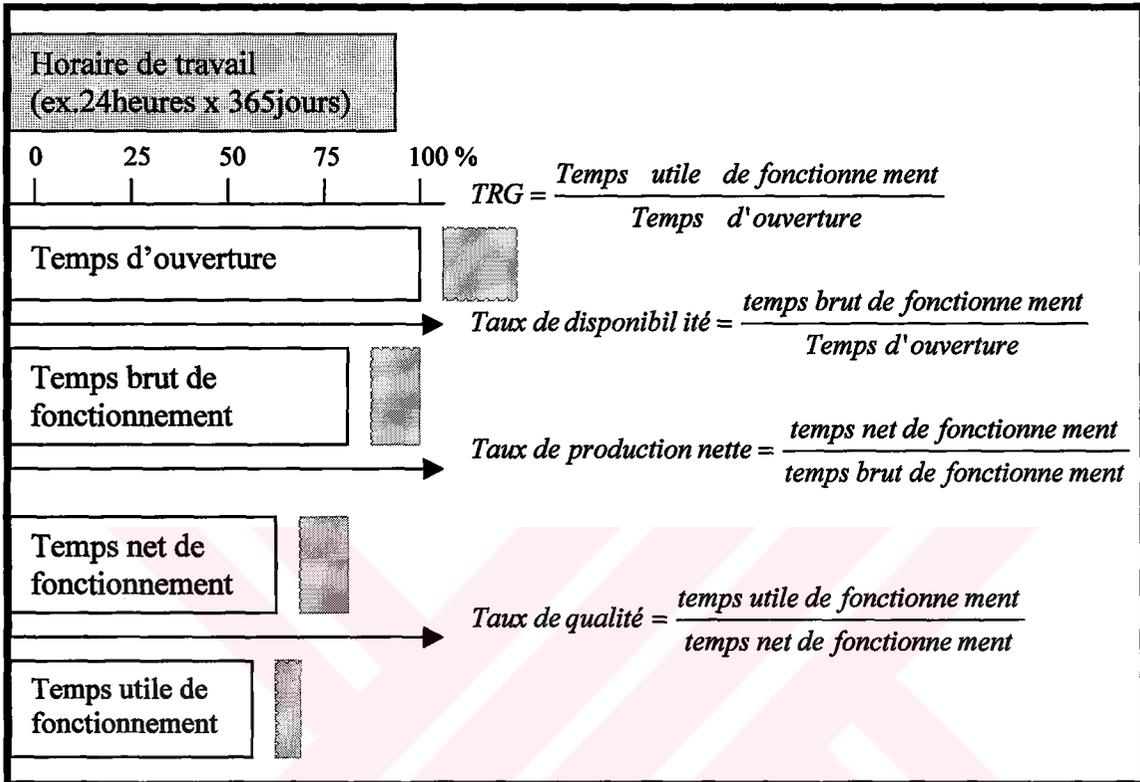


Figure 4.1 Calcul du taux de rendement global d'une usine

De la même manière ;

Temps brut de fonctionnement = Temps d'Ouverture – Pertes

Temps net de fonctionnement = Temps de Cycle Théorique x Nombre de Pièces Produites

Temps utile de fonctionnement = Nombre de pièces Produits - Nombre de pièces Non conforme

Dans beaucoup d'entreprise le Taux de Rendement Global est de l'ordre de 40% à 60%.
Un Taux de Rendement Global est égal à 40 % signifie que plus de la moitié de

l'investissement n'est pas utilisé ; alors que son amortissement sur sa valeur totale est bien incluse dans le coût de revient industriel. Avoir un Taux de Rendement Global de 40 % signifie aussi que l'entreprise dispose, sans avoir à investir, un deuxième équipement pour produire plus, mais aussi pour être plus flexible et pour pouvoir respecter ses délais. [4]

Pour avoir une opération de Production de la Classification du Monde, l'entreprise doit avoir un Taux de Rendement Global au niveau de 85 % qui est cité par Nakajima, Hartmann et les autres experts de la Maintenance Productive Totale. [5]

A l'heure actuelle, les usines appliquant les meilleures pratiques en matière de la Maintenance Productive Totale enregistrent un Taux de Rendement Globale supérieur à 85% tandis que les entreprises classiques ont généralement un Taux de Rendement Global voisin de 50%. Parce qu'elle vise l'idéal un Taux de Rendement Global de 100%, la méthode Maintenance Productive Totale s'attaque non seulement aux pertes connues et combattues habituellement mais aussi aux pertes liées à des problèmes chroniques acceptés depuis longtemps comme inévitables : de toutes façons cette machine n'est jamais descendue en dessous de tel taux de rebut. [9]

5. AMELIORATION DU TAUX DE RENDEMENT GLOBAL

La check-list décrite ci-dessous peut servir lors de l'amélioration du Taux de Rendement Global. [12]

1. Mesurer la grandeur de chacun de six pertes principale
2. Mesurer combien chacune des pertes affecte le Taux de Rendement Global
3. Trouver les problèmes qui sont face au taux de la disponibilité opérationnelle, aux ceux de production nette et de qualité
4. Déterminer des objectifs et des orientations nécessaires pour résoudre les problèmes trouvés à l'étape 3.
5. Trouver comment la plus grande valeur de Taux de Rendement Global qui influe les coûts et les profits

L'objectif de la TPM est d'atteindre à zéro causes de pertes afin de mieux profiter des ressources de production et d'obtenir l'efficacité maximale des hommes, des équipements, des matières et de l'énergie. Si l'un des décompositions taux de TRG se dégrade le TRG chute également. Pour en éviter, Il faut

- améliorer la fiabilité des équipements
- supprimer les causes de pertes dues aux carences de l'organisation
- améliorer les méthodes et procédés de fabrication

Cinq mesures décrites ci-dessous servent à obtenir zéro panne,

- i. **Respect aux conditions de base :** C'est de se conformer aux préconisations des constructeurs qui diminuent le risque de dégradations rapides de l'équipement comme le nettoyage, le graissage, le resserrages....etc.

- ii. **Respect aux conditions utilisation** : L'utilisation de l'équipement en dehors des plages prévues peut provoquer le risque de se dégrader l'équipement prématurément. Par exemple, la modification d'un tel élément d'une machine sans tenir compte de tous les autres éléments.
- iii. **Remise de l'état toute dégradation** : Elle est une garantie du maintien opérationnel de l'équipement.
- iv. **Amélioration des mauvaises conceptions**
- v. **Prévenir des défaillances humaines** : c'est les erreurs lors des opérations et des réparations.

Qui fait quoi pour obtenir zéro panne s'est résumé dans le tableau 5.1. [7]

La TPM a aussi pour effet d'améliorer les conditions de travail, car l'implication des opérateurs est augmentée dans les tâches de nettoyage et de maintenance, valorise la fonction « conduite de machine ». Les frustrations quotidiennes des opérateurs dues aux défaillances des équipements sont diminuées.

Tableau 5.1. Qui fait quoi pour zéro panne ?

Quoi ?	Opérateur	Maintenance
Respecter les conditions de base	Impératif	Impératif
Respecter les conditions d'utilisation	Impératif	Impératif
Remettre en état toute dégradation	Faire ou signaler	Faire et noter interventions
Améliorer les mauvaises conceptions	Signaler les gênes, les mauvaises conceptions et suggérer améliorations	Etudier améliorations, les faire ou demander leur réalisation
Prévenir les défaillances humaines	Respecter modes opératoires	Améliorer les techniques d'exploitation

6. LES PRINCIPES DE DEVELOPPEMENT DE LA TPM

L'implémentation et l'amélioration de la Maintenance Productive Totale dans un entreprise nécessite au moins 3 ans. Les gestionnaires qui souhaitent d'implémenter la Maintenance Productive Totale dans moins de 3 ans ne pourraient accéder que des diminutions des pannes.

La Maintenance Productive Totale est structurée autour de cinq principes qui en forment :[4]

Une démarche globale de management des ressources de production ayant pour objectif la performance économique de l'entreprise.

6.1. Cinq Principes

Principe no 1 : Atteindre l'efficacité maximale des équipements

Pour atteindre cette efficacité maximale, il est avant tout indispensable de respecter les conditions de base d'utilisation des équipements (la suppression de toutes les causes de pertes chroniques et de dégradation forcées celui qui concerne principalement les hommes de production), de prévenir les défaillances naturelles et de supprimer les causes de pertes de rendement dues à l'organisation. ***La TPM aura pour objectif de rendre responsable les opérateurs de la qualité de leurs équipements en les utilisant correctement et en détectant au plus tout changement dans l'état ou le comportement de leur matériel.***

Principe no 2 : Démarrer le plus rapidement possible les nouveaux produits et les nouveaux équipements

La maîtrise des ressources de production permettra aux responsables de production et de maintenance de travailler efficacement avec les services de développements et

d'ingénierie pour concevoir des produits faciles à fabriquer et des équipements faciles à utiliser et faciles à entretenir.

Principe no 3 : Obtenir l'efficacité maximale des services fonctionnels

Les services techniques et administratifs doivent avoir pour objectifs de fournir à la production ; les informations et les supports nécessaires à l'amélioration de sa compétitivité, tout en diminuant les tâches administratives et en simplifiant les procédures sur générées par les démarches de certification.

Principe no 4 : Stabiliser les 5 M à un haut niveau

La mise en œuvre des principes ci-dessous permettra d'obtenir la zéro panne, le zéro défaut, le Taux Rendement Global maximum étant en un mot la performance maximale des ressources de production :

- Disposer d'équipements où ne subsistent que des détériorations naturelles,
- Prévenir les défaillances naturelles,
- Appliquer la TPM aux nouveaux produits et équipements,
- Avoir des opérateurs et des Techniciens de maintenance très compétente,
- Avoir des fournisseurs qui se considèrent comme partenaires de la qualité de l'entreprise.

L'application conforme résulte un haut niveau de 5M (Matière, Machine, Milieu, Main d'œuvre, Méthodes).

Principe no 5 : Maîtriser la sécurité, les conditions de travail et le respect de l'environnement

La performance des ressources de production passe aussi par ces exigences qui se traduisent aujourd'hui par la certification environnement ISO 14001 et bientôt sécurité et conditions de travail. C'est aussi rendre le travail moins pénible, moins salissant, moins dangereux.

6.2. Le Processus de la Maintenance Productive Totale

Nakajima sépare l'implémentation de la Maintenance Productive Totale en trois phases.

- a. **Préparatoire :** Elle contient 5 premières étapes de la Maintenance Productive Totale. C'est l'étape dans laquelle tout le monde de la société est tenu au courant des politiques, des stratégies, de la nouvelle organisation de la société, et le plan d'application de la Maintenance Productive Totale. Dans des conditions normal, il faut avoir au moins 6 mois pour compléter cette étape-là.
- b. **Implémentation:** On peut séparer cette phase en deux. L'un est l'implémentation préliminaire, l'autre implémentation. C'est l'étape dans laquelle on démarre la Maintenance Productive Totale. Il prend 2-3 ans pour la complétion de l'étape. La détermination du délai pour arriver au objectif et la façon d'application de la Maintenance Productive Totale joue le rôle crucial pour bien le démarrer.
- c. **Stabilisation :** C'est la phase dans laquelle on complète les derniers contrôles et la production. Les résultats obtenus sont comparés avec les objectifs.

Les 12 étapes de la Maintenance Productive Totale se résument dans le tableau 6.2.1.

6.2.1. Déclaration de la décision prise par le Management :

Le Management de la société doit partager les décisions de la mis en œuvre de la Maintenance Productive Totale avec tous leurs membres. Pour que l'application de la Maintenance Productive Totale puisse être couronné avec succès, les objectifs, les buts, les causes de la mise en place de la Maintenance Productive Totale doit être expliqués en utilisant un ou des présentations formelles. En

plus, pour la mise en place de la conscience, l'envoi des lettres à tout le monde, via email ou bien à la main joue un rôle important. Le contenu des lettres qui souligne les objectifs, les activités, les étapes du processus et les gains pour la société et les ouvriers comme la satisfaction du travail, plus sécurité de travail, etc. doit être simple et claire. L'implication de toutes les personnes de la société doit être fournie et elle est indispensable à ce point-là. Donc l'importance de l'engagement du personnel et l'implication et la force morale des ouvriers doit être cités sur l'annonce.

Tableau 6.2.1. Le 12 Etapes de la TPM

Phase	Etape
Préparatoire	Déclaration de la décision prise par le Management
	Démarrage d'une formation pour introduire la TPM
	Création d'une structure organisationnelle pour avancer la TPM
	Etablissement des politiques fondamentales et les objectifs de la TPM
	Préparation d'un Master Plan pour l'implémentation de la TPM.
Préliminaire	Démarrage de la TPM
Implémentation de la TPM	Amélioration de l'efficacité et la productivité de chacune des pièces cruciales de l'équipement
	Mis en œuvre et implémentation d'un système de maintenance autonome
	Etablissement d'un système de maintenance planifié dans le département de Maintenance
	Formation pour l'amélioration des habiletés de maintenance et d'opération
	Développement d'un programme de management d'équipement à l'avant
Stabilisation	Un bon avancement et accroît du niveau de la TPM

6.2.2. Démarrage d'une formation pour introduire la Maintenance Productive Totale:

C'est la deuxième étape qui vient à la suite de la présentation de la Maintenance Productive Totale. Le but principal de la formation est d'établir une conscience générale sur les processus et de former le support pour les concepts. Les candidats qui seront formés doit être bien choisis de toutes les fonctions et les niveaux de l'organisation en contenant les leaders. Plusieurs sociétés consultantes offrent des séminaires sur ce sujet. Suite aux décision de l'entreprise, la formation se fait soit privé soit publique. La participation des gestionnaires aux formations des ouvriers porte une importance dans l'augmentation de la morale des ouvriers. Ça permettra aussi de diminuer la résistance traditionnelle contre le changement avec la nouvelle approche.

6.2.3. Création d'une structure organisationnelle pour avancer la Maintenance Productive Totale:

Après avoir terminé la phase initiale de formation, un comité de déploiement TPM peut être organisé pour étudier et discuter les stratégies et les méthodologies fondamentales de l'implémentation de la TPM. L'organisation du type horizontale se trouve à chaque niveau de la chaîne de gestion verticale. Chacun des membres du comité aura pour but d'améliorer les méthodes de travail du site et la culture. Les caractéristiques communes pour la majorité de ces personnes sont : [3]

- Respect aux membres de l'entreprise
- Capacité d'être le leadership
- Ouverture aux nouveautés (des idées ou bien des méthodes)
- Créativité lors de la résolution des problèmes
- Habileté de communication forte

Le comité de déploiement TPM contient 15 ou 20 personnes qui sont décrites dans le tableau 6.2.3.1. [3]

Tableau 6.2.3.1 La Structure du Comité Déploiement

Membre	Département	Rôle
Site TPM Champion	Directeur du Site	<ul style="list-style-type: none"> • Présider les réunions du comité de déploiement de la TPM • Fournir le support exécutif pour les processus de la TPM • Arranger et approuver les ressources pour les processus de la TPM • Fournir le support continue • Communiquer et célébrer tous les succès
Site TPM Coordinateur	Poste Plein de Temps de l'exécutive du site	<ul style="list-style-type: none"> • Coordonner toutes les activités et les processus de la TPM • Publier les comptes rendus de réunion • Documenter les plans et les résultats • Coordonner les ressources
Process Facilitator	Ressource Prestataire	<ul style="list-style-type: none"> • Conseiller le comité de déploiement • Mesurer les résultats indépendamment
Représentant de Maintenance	Surveillant et Représentant à l'heure de la Maintenance	<ul style="list-style-type: none"> • Fournir l'entrée du département de la maintenance • Définir les buts du département de la maintenance • Coordonner la formation des fabricants sur la pratique de maintenance
Représentant de Production	Surveillant et Représentant à l'heure de la Production	<ul style="list-style-type: none"> • Fournir l'entrée du département de la Production • Définir les buts du département de la Production • Améliorer le mesure Taux de Rendement Global

Tableau 6.2.3.1 La Structure du Comité Déploiement (Suite)

Membre	Département	Rôle
Représentant d'Ingénierie	Gestion d'Ingénierie	<ul style="list-style-type: none"> • Fournir l'entrée du département de l'Ingénierie • Mener les analyses Maintenance Préventive et les efforts de la prévention de maintenance • Coordonner les efforts avec les fournisseurs de équipement
Représentant de la Comptabilité	Contrôleur du Site	<ul style="list-style-type: none"> • Calculer et reporter les résultats de l'effort financier • Equilibrer le Taux de Rendement Global avec les améliorations vers le haut

Le comité de déploiement a pour responsabilité de développer un plan dynamique pour toutes les activités de la TPM. Le plan doit :

- adresser aux activités majeures, affecter les responsabilités
- identifier les besoins de ressource
- définir les méthodes de mesure du progrès

Les sous-comités ou bien les comités d'action sont utilisés pour soutien du comité de déploiement lors de la complétion des tâches spécifiques. Leurs rôles peuvent contenir une partie de tout le plan d'implémentation, la coordination de l'exercice de benchmarking et le démarrage des formations des ouvriers sur la TPM.

La relation entre les comités peut se voir sur la figure 6.2.3.1. [3]

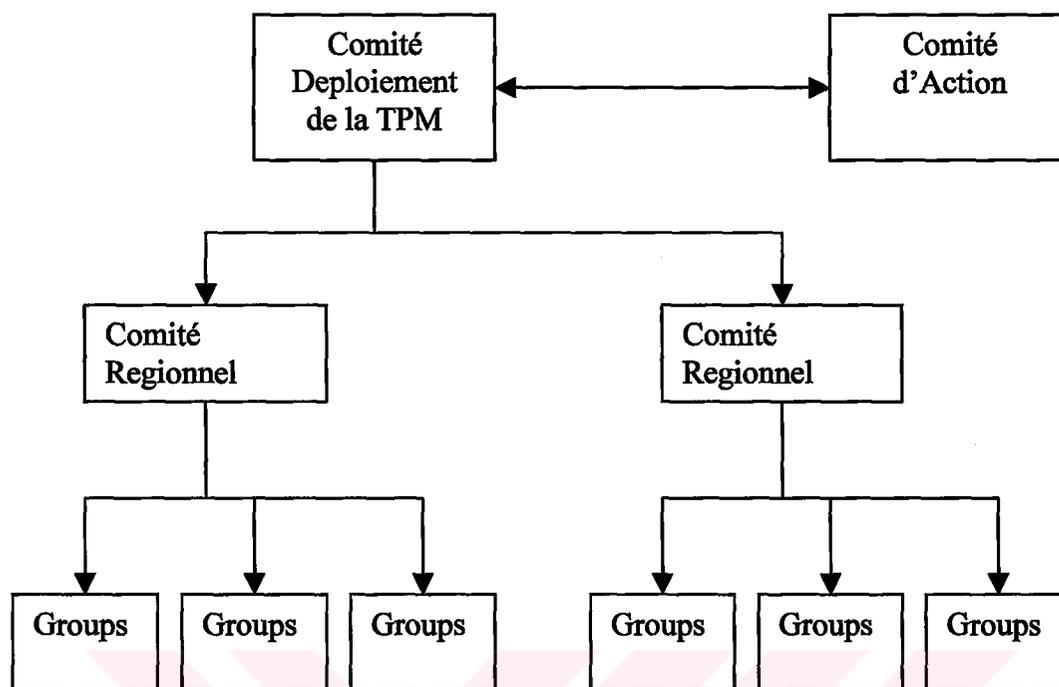


Figure 6.2.3.1. Organisation du Comité de la TPM

6.2.4. Etablissement des politiques fondamentales et les objectifs de la Maintenance Productive Totale :

Etablir les politiques et les buts de la Maintenance Productive Totale est généralement beaucoup plus difficile que de les prévoir. Ces politiques et buts doivent être les besoins collectifs des ouvriers, clients et les troisièmes personnes. Un but est un objective spécifique qui peut être mesuré en utilisant des méthodes quantitatives. Les politiques et les buts doivent être favoriser la mission et la vision de l'entreprise. La vision signifie où l'entreprise veut être dans 5-10 ans et la mission est pourquoi l'entreprise produit et quelle est sa valeur ajoutée, quels sont les processus qu'ils utilisent afin d'arriver à cette vision, autrement dit la vision est une destination et que la mission est un trajet.

Dans la figure 6.2.4.1 on résume la relation entre la mission, la vision, les politiques et les buts. [3]

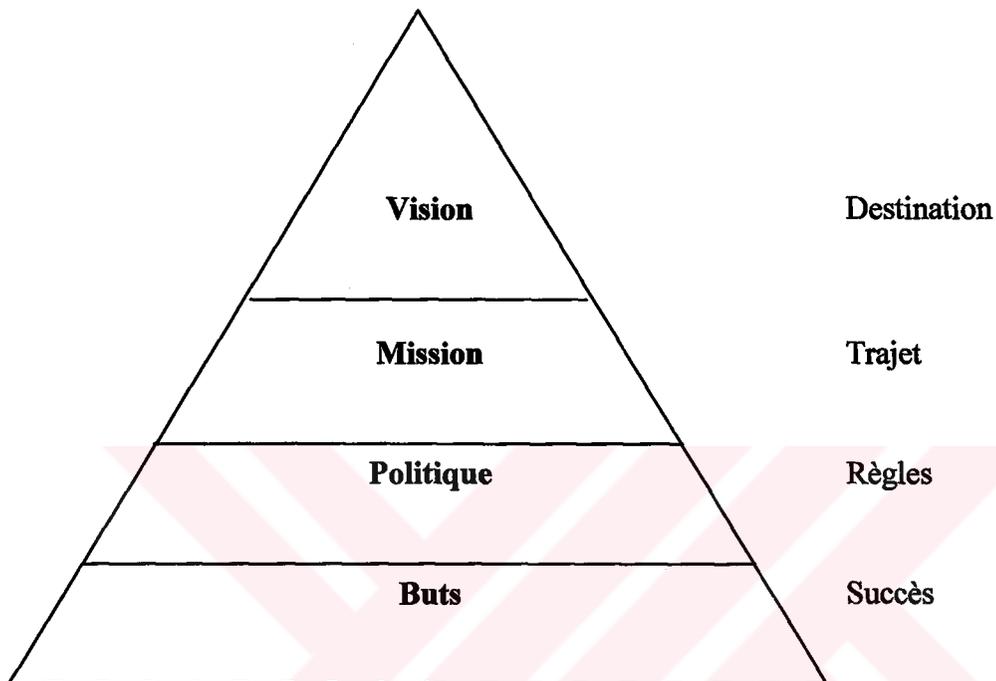


Figure 6.2.4 1 Relation entre la vision, la mission, les politiques et les buts

Nakajima insiste la définition des buts et politiques pour chacun des départements et aussi les niveaux de hiérarchie. Ces buts doivent pouvoir être accédé dans une période de 3 ans.

6.2.5. Préparation d'un Master Plan pour l'implémentation de la Maintenance Productive Totale :

C'est la plus importante étape à cause de la grande quantité d'entrée et les analyses de chacun des comités dont on a besoin pour le développement d'un Master Plan. Un plan d'implémentation de la TPM contient ; [3]

- une liste des activités

- un planning pour initialisation et la complétion des activités définies
- le besoin d'une ressource prévue
- la définition des rôles et des responsabilités pour les participants
- les critères pour la mesure du processus

L'implémentation de la TPM est un processus de la longue durée qui nécessite trois à sept ans. L'inclusion de la durée courte de la borne kilométrique (milestone) dans le plan fourni la visibilité supplémentaire aux processus. Il ne faut pas oublier que le plan doit être vivant contre les nouvelles conditions ou les connaissances supplémentaires. La durée nécessaire pour le développement d'un tel plan nécessite de quatre à vingt semaines qui dépendent aux variables comme les dynamiques de l'équipe, l'Engagement du personnel, le travail actuel et l'environnement. [3]

6.2.6. Démarrage de la Maintenance Productive Totale :

C'est l'étape dans laquelle l'entreprise annonce les buts des processus aux clients et les fournisseur et aussi aux ouvriers du site en donnant une célébration formelle. La différence entre l'étape 1 (Déclaration de la décision prise par le Management) est que à cette étape-là, il s'agit d'une annonce publique avec la célébration. Le démarrage de la TPM contient les activités suivantes : [3]

- Les vendeurs, les fournisseurs, les clients, les executives, les familles des ouvriers et la hiérarchie sont invités sur le site pour la cérémonie formelle de la TPM pour célébrer le démarrage de la TPM.
- Les orateurs, les représentants de tous les niveaux et toutes les fonctions détaillent les raisons pour avancer sur la TPM et définissent les activités prévues et les résultats.
- Les symboles du processus sont dédiés aux ouvriers à cause de leurs efforts en établissant les stratégies de l'amélioration.
- Le spectacle est fourni pour faire la cérémonie agréable

6.2.7. Amélioration de l'efficacité et la productivité de chacune des pièces cruciales de l'équipement :

A cette étape, tout le personnel du site participe à l'amélioration de la fiabilité et la performance des équipements critiques dans la processus de la production. Les étapes suivantes peuvent améliorer l'efficacité des équipements. Il faut affecter des tâches et des responsabilités à chaque petite équipe qui a dans le but d'accroître la performance et l'efficacité des équipements.

- a. Choix de l'équipement :** On choisit l'équipement pour mesurer sa performance. Les équipements ayant des processus critiques ou bien les bottlenecks sont des candidats.
- b. Pertes de mesure :** c'est l'invention d'une méthode pour mesurer ou bien surveiller le Taux de Rentabilité Globale pour chacune des équipements.
- c. Prioriser et améliorer les plans :** Les critères choisis à l'étape b servent prioriser les machines et développer un plan pour améliorer leurs performance. Les priorités sont liées à la fois à la difficulté ou la dépense de l'effort et à la fois à l'importance ou criticité de l'équipement
- d. Etudier et corriger les problèmes dans des petites groupes :** On utilise des petits groupes pour identifier, isoler, étudier et prendre les actions correctives sur les problèmes des équipements. Plusieurs méthodologies comme AMDEC (Analyse de Mode de Défaillance et des Effet de leur Criticité), Analyse d'Arête de Poisson (Fishbone) et Maintenance basée sur la fiabilité sont utilisés pour diminuer ou supprimer les problèmes.

e. Apparition de la Progrès et le partage des résultats : La qualité du produit et la performance de l'équipement doivent être montrées continuellement. Les processus pour la mesure de la performance de l'équipement doivent être admis comme la part normale de la responsabilité des opérateurs. Au moment où le succès est réalisé, il doit être documenté et partagé avec les autres. De même, les échecs doivent être aussi partagés avec les autres pour ne pas répéter les mêmes erreurs.

f. Réévaluation des Priorités et Amélioration Continue : La liste des machines ou bien activités sous la performance doit être prioriser afin d'obtenir le but de l'amélioration continue. Le succès des organisations dépend leur capacité d'accéder aux changements rapides et continus. C'est pourquoi, les petites équipes doivent se réunir plus fréquemment pour réévaluer leurs priorités.

Toutes les six activités décrites ci-dessus nécessite l'engagement du personnel et la coopération de toute l'équipe avec une bonne communication entre chacune des membres des équipes.

Les petites équipes utilisent les guides décrites ci-dessous pour prendre des décisions ;

- Définir le(s) sujet(s) à améliorer
- Mesurer la performance actuelle
- Etablir les buts
- Brainstorming des idées
- Décider sur un plan
- Implémenter le plan
- Mesurer les résultats
- Reconnaître les succès

6.2.8. Mis en œuvre et implémentation d'un système de maintenance autonome :

La maintenance autonome est un processus qui charge la responsabilité de la performance des équipements aux opérateurs. La performance et la productivité maximum peuvent être possible si et seulement si les équipements sont maintenus dans des milieux propres, organisés et disciplinés. Bien qu'il soit facile de comprendre ce concept, il est difficile de l'implémenter. Pour bien réaliser la maintenance autonome, il faut faire un investissement important à la fois aux ressources humaines à la fois aux formations des personnels. Dans des sociétés japonaises, tout hiérarchie participe aux activités des nettoyages initiaux. Les résultats de la maintenance autonome sont une bonne performance des équipements, un enthousiasme à haut niveau pour l'amélioration continue et une gestion éclairée d'équipe. Les difficultés écrites ci-dessous constituent les obstacles devant l'implémentation de la maintenance autonome :

- a. La perception que la maintenance autonome viole les règles de travail a établi entre la hiérarchie et les opérateurs suivants aux accords collectives ou des pratiques historiques.
- b. La hiérarchie ne désire pas investir des efforts et des ressources nécessaires pour changer les pratiques actuelles du travail.
- c. Le comportement de nettoyage des équipements ne sert à rien si l'équipement en question serait sale dans un temps aussi court.

L'assurance que l'on doit prêter aux opérateurs par la hiérarchie est « **Personne ne perdra son boulot** ». Il ne faut pas oublier que la maintenance autonome a aussi dans le but d'accroître toutes les valeurs des opérateurs à son organisation.

Dans le tableau 6.2.8.1, la maintenance autonome donne aux personnels une responsabilité importante qui permet de créer plus de satisfaction de l'environnement de travail.

Tableau 6.2.8.1 Responsabilité avec la Maintenance Autonome

Titre du Travail	Responsabilité du travail actuel	Responsabilité supplémentaire après la maintenance autonome (Activités des petites équipes)
Opérateur	<ul style="list-style-type: none"> a. Utiliser la machine b. Démarrer la machine c. Eteindre la machine d. Nettoyer les désordres dans la machine e. Reporter les mauvais fonctionnements de la machine f. Fournir un environnement fiable g. Contrôle la qualité du produit h. Remplir des fiches Statistical Process Control i. Enregistrer les sorties de production 	<ul style="list-style-type: none"> 1. Accepter la propriété de la machine 2. Fournir une machine propre 3. Fournir un environnement de travail organisé 4. Réaliser les contrôles de machine 5. Réaliser la lubrification de machine 6. Tendence la performance de machine 7. Participer aux activités des petites équipes

Tableau 6.2.8.1 Responsabilité avec la Maintenance Autonome (Suite)

<p>Personne Habile du Métier</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Réaliser les contrôles et les réglage de la machine 2. Remplacer des pièces usées 3. Lubrifier la machine 4. Répondre aux éteints de la machine 5. Réparer et remplacer les compositions cassées. 6. Reconstruction / Réviser la machine 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Maintenir et critiquer les histoires de l'équipement contenant la performance 2. Analyser les défaillances de l'équipement pour l'identification de la cause 3. Spécifier la modification de l'équipement pour augmenter la performance 4. Contact avec le fournisseur de la machine pour accroître la performance 5. Spécifier les besoins de MP 6. Former les opérateurs pour les activités MP 7. Participer les activités de petits groups
<p>Ingénieur du Site</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Montrer la performance de la machine 2. Spécifier les changement de la machine 3. Contact avec le fournisseur de la machine 4. Spécifier la nouvelle machine 5. Spécifier les taches de MP 6. Spécifier les besoins des pièces 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Définir les stratégies de l'ingénierie du site 2. Coordonner les philosophies opérationnelles 3. Benchmark la performance de l'équipement 4. Participer les activités des petits groups

Tableau 6.2.8.1 Responsabilité avec la Maintenance Autonome (Suite)

Responsable ou Leader de l'Equipe	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diriger les opérateurs 2. Diriger le plannings de la production 3. Approuver les demandes de travail 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diriger les activités de petits groups 2. Consolider la performance mesurable de l'équipement 3. Communiquer avec la hiérarchie pour les résultats de la performance 4. Communiquer avec les petits groups dans l'intention des stratégies de la hiérarchie
---	---	---

Les sept niveaux de la maintenance autonomes sont ;

1. **Nettoyage Initial** : C'est là où les opérateurs apprennent comment ces machines sont nettoyées et le nettoyage n'est que la contrôle.
2. **Mesure du nettoyage préventive** : Pour éviter la saleté, la poussière et les gâtés, il faut mesurer et contrôler plus fréquemment. Si on ne peut pas supprimer tout à fait les causes, il faut préparer une nouvelle procédure de contrôle et de nettoyage. Chacun des groups de travail a la responsabilité de leurs zones.
3. **Développement d'un standard pour le nettoyage et lubrification** : A ce niveau, on standardise les opérations de maintenance comme lubrification, le nettoyage, ...etc.
4. **Inspection Générale** : La nettoyage et la lubrification contiennent les inspections routines nécessaires pour la plupart des équipements. L'inspection supplémentaire et le réglage peuvent être mis dans l'inspection générale. Ces activités contiennent la calibration mineure, le réglage, remplacement des pièces usées et les autres processus visuels, la

température, la pressure ou bien les contrôles de flux. L'inspection générale contient aussi plus une inspection détaillée sur les sous systèmes comme hydrauliques, pneumatiques et les sous système électriques.

5. Inspection Autonome : L'inspection autonome est un transfert actuel de la responsabilité pour l'inspection des équipements. Pour le réaliser, les deux tâches spécifiques doivent être accomplies. Premièrement, les standardisations développées pour la lubrification, le nettoyage et l'inspection générale doivent être capitalisées. Deuxième, les opérateurs doivent être formés sur ce système et l'aspect technique de l'inspection. En faisant les inspections, les opérateurs porteront une grande responsabilité pour l'opération de ses équipements. Ils sont dans un bon état pour mettre en corrélation ses data d'inspection avec la performance de leurs machines et ils peuvent bien inventer les nouvelles opportunités pour l'amélioration de ses processus et les pratiques de maintenance.

6. Discipline de Processus : Il est défini comme l'établissement ou bien l'amélioration des méthodes et les procédures qui permettent d'obtenir l'efficacité et la répétitivité. La définition contient les objectives comme ;

- Réduire le délai de démarrage
- Diminuer le délai de cycle de production
- Standardiser les procédures pour les matières premières
- Réduire «Work in Progress »
- Capitaliser le contrôle visuel et les méthodes d'inspection

Le but de la discipline de processus est de réduire les variations dans le processus de production, d'où la consistance, l'efficacité et la qualité sont améliorées. La figure 6.2.8.1 montre comment un processus simple, comme le démarrage du car peut être expliqué.

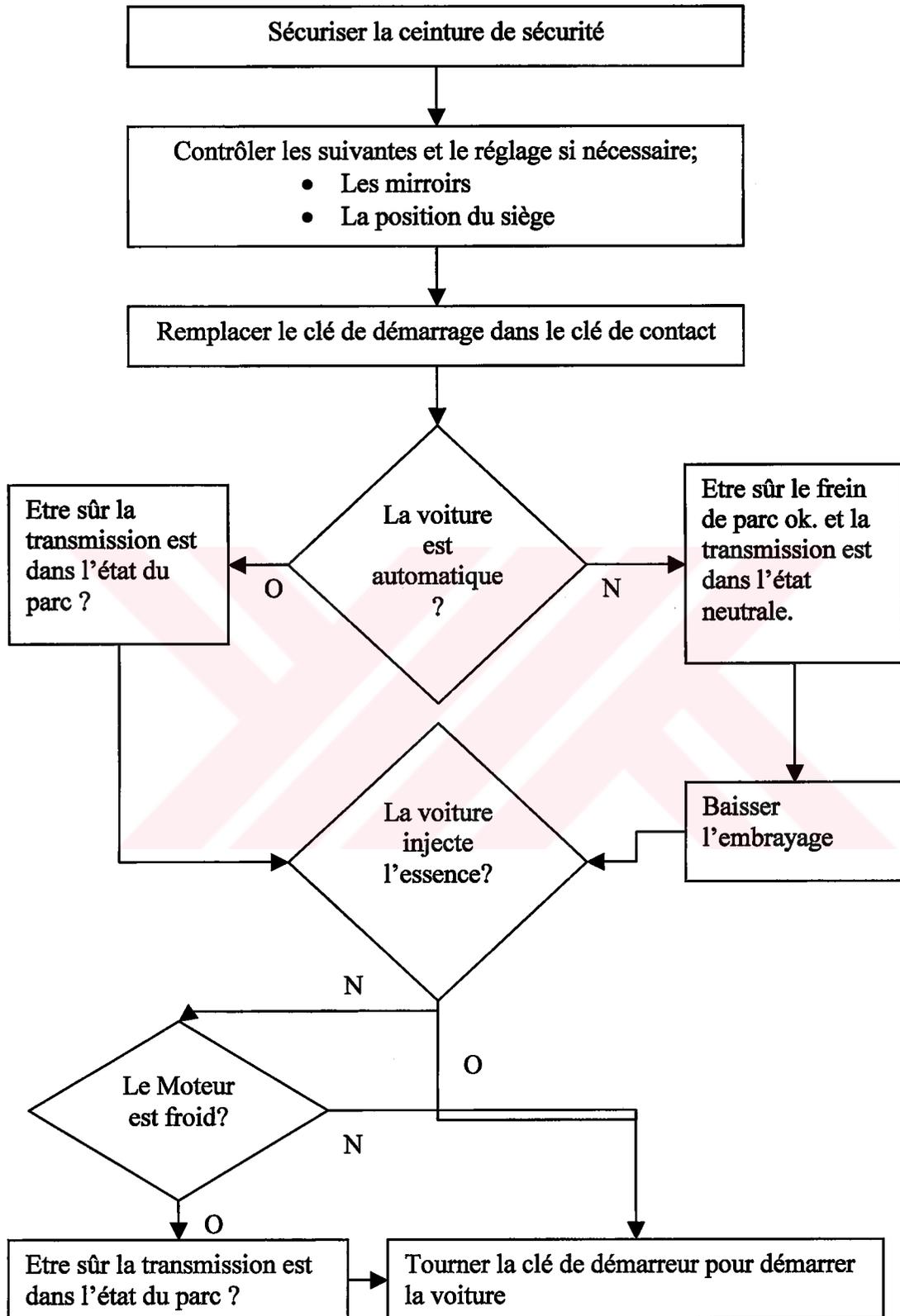


Figure 6.2.8.1 Processus pour le démarrage d'une voiture

7. Maintenance Autonome Indépendante : Dans le 6 premiers sous étapes, les opérateurs sont orientés dans le but d'améliorer leurs spécialités, morales et ils commencent à se sentir indépendants, formés et forts. A ce moment, il se débrouillent bien avec leurs tâches en développant les nouvelles améliorations dans l'objectives de la société. L'assistance et l'orientation minimum de la hiérarchie sont nécessaires. C'est la progression naturelle du processus de la maintenance autonome.

6.2.9. Etablissement d'un système de maintenance planifié dans le département de Maintenance :

La maintenance périodique gérée par le département maintenance et la maintenance autonome doivent être en coordination. Autrement dit, ces deux départements doivent travailler en harmonie. La participation et l'aide du département maintenance sont obligatoires jusqu'au moment où les inspections générales deviennent comme un tâche routine par la production. Parce que l'opérateur compterait sur la département maintenance pour la constatation des manques et aussi la réaction contre ces manques. Il faudrait être vigilant à un niveau haut bien que les pannes diminuent, celles qui augmentent la charge de travail du département maintenance. Au moment où l'inspections générale devient une tâche routine, le charge de travail du département maintenance devient normal. Le nombre de panne diminue progressivement, les activités de maintenance diminueront aussi. A ce point, le département maintenance prépare un planning de maintenance périodique.

6.2.10. Formation pour l'amélioration des habiletés de maintenance et d'opération :

La formation joue un rôle crucial pour le processus d'amélioration. L'investissement continu pour le personnel qui développe leurs habiletés et les capacités est aussi critique comme investir à une équipement. Parce que le

personnel est le plus important bien d'une société. L'importance est reconnue et promue par le processus de la TPM. Suite aux formations fondamentales et de technique, les opérateurs peuvent bien juger la besoin de leurs milieux de travail.

6.2.11. Développement d'un programme de management d'équipement à l'avant :

Une bonne technique de la gestion des équipements améliore l'utilisation des biens de la société et allonge le cycle de durée de vie. Le but est de maximiser l'investissement total de la société sur l'équipement. Ça peut être réussi si les individus et les groupes sont consciencieux de l'impact de leurs activités sur le cycle de vie totale de l'équipement.

La gestion des équipements peut se grouper comme ;

- **Spécification** : le processus de l'identification des fonctionnements et le besoin pour l'équipement proposé
- **Approvisionnement**: les besoins de la société qui sont défini par les spécifications avec le produit d'un fournisseur interne ou bien externe.
- **Démarrage** : phase initial de la fonctionnement de l'équipement qui dure jusqu'au moment où l'équipement atteint à son opération stable.
- **Opération** : activités liée à la surveillance de longue durée de l'équipement contenant la production maintenance et rebut.
- **Disposition** : élimination des équipements non utilisés ou bien peu nécessaire.

Chacune de phase de l'équipement est gérée indépendamment La gestion de cycle de vie de l'équipement est dans la figure 6.2.11.1.

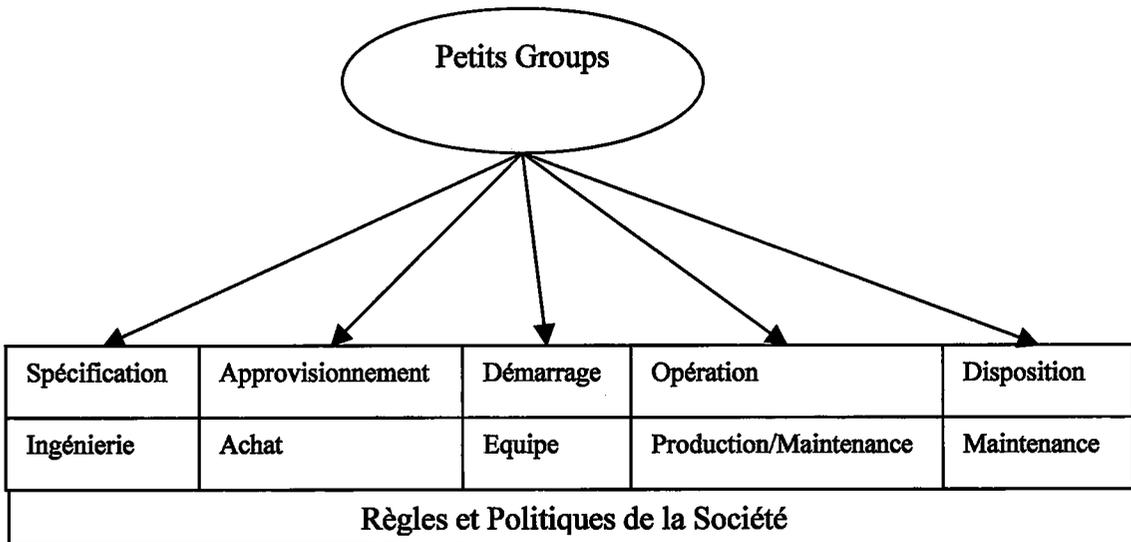


Figure 6.2.11.1 Gestion de Cycle de Vie de l'Équipement

6.2.12. Un bon avancement et accroissement du niveau de la TPM :

C'est la dernière étape qui constitue aussi les buts future de la TPM pour la stabilisation de ce période, tout le monde travaille dans une harmonie afin d'obtenir les résultats. Les sociétés japonaises sont évaluées par le prix de MP. Bien que la société gagne le prix de MP, les opérations pour l'amélioration continue augmentent aussi pour obtenir le maximum efficacité de l'équipement. La contribution de la formation de TPM se voit à la fin de trois à quatre ans avec une grande diminution de perte. De même il s'agirait du même développement pour les défauts de qualité.

Les prix "TPM Awards" sont décernés depuis 1971 par JIPM (Japanese Institute of Plant Maintenance Tokyo) après soumission d'un document de candidature et plusieurs visites et examens approfondis sur site. Il existe trois niveaux de prix : "Excellence Award", "Special Awards" et "Awards for World Class Achievement" par difficulté croissante. Une société ne peut postuler pour un niveau donné qu'une fois qu'elle a obtenu le niveau inférieur.

La plupart des candidats sont japonais, mais les candidatures non japonaises sont en constante augmentation. A ce jour, plus de 160 sociétés dans le monde ont reçu un “ Excellence Award” et une cinquantaine un “SpecialAwards”. Parmi les lauréats figurent : Nippon Steel, Mitsubishi Motors, Mazda, Suntory, Texas Instruments, Ford, Dupont, Kodak, Motorola, Boeing, Milliken, Volvo Cars Grand, Philips Petroleum, Pirelli, Unilever (usines en Belgique et aux Pays Bas). Certaines de ces sociétés ont obtenu des prix pour plusieurs de leurs sites.



7. LES OUTILS

7.1. Analytic Hierarchy Process (AHP)

AHP est une approche fondamentale pour la prise de décision. Elle est désigné pour choisir la meilleure alternative entre un nombre des alternatives en respectant aux certaines critères. Dans son processus, ceux qui décideront font des comparaisons simples de Pairwise qui sont utilisées pour développer toutes les priorités en mettant dans l'ordre des alternatives. AHP permet à la fois des jugements inconsistants à la fois d'améliorer l'inconsistance. [10]

Une hiérarchie est un control fondamental qui protège la fonction efficace de l'organisation. Une hiérarchie contient trois niveaux : l'objective de la décision au niveau supérieur qui est suivi par un deuxième niveau contenant les critères avec lesquelles les alternatives qui sont localisés aux troisième niveau sera évaluée (Figure 7.1.1). [10]

En effet il y a une autre élément entre le deuxième et le troisième niveau qui est le sous critères. L'objectif est lequel vous souhaitez résoudre le problème. Les critères sont celles des éléments qui contiennent l'objective. Les sous critères, ce sont les éléments qui contiennent des critères sous lesquelles elles tombent. Elles sont quantifiées et les alternatives sont des solutions ou choix différentes disponibles. [11]

La hiérarchie est basée au trois principes fondamentaux ;

1. Formalisation de la hiérarchie
2. Constatation de la supériorité
3. Consistance logique et quantitative

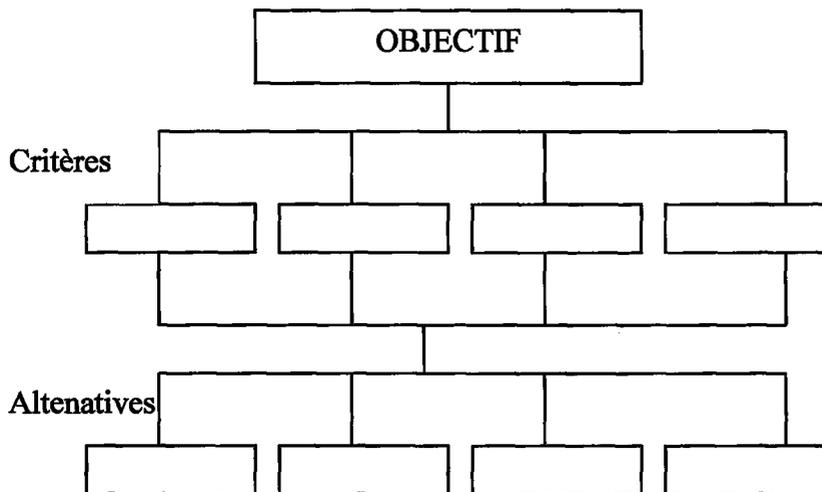


Figure 7.1.1 Hiérarchie aux trois niveaux

Chaque partie de la hiérarchie concerne toutes les autres parties. On peut voir facilement comment le changement d'une partie de la hiérarchie affecte toutes les autres. La flexibilité de la structure de AHP permet aux décideurs lors de leur prise de décision. Suites aux formation des décisions dans cette structure, on peut bien unir plusieurs types de data, en plus on peut aussi arranger la différence entre les niveaux de performance et la comparaison de objet différent peut être faite.

Lors de la prise de décision multicritère, les alternatives sont évaluées suivant leurs intensité, l'importance ou bien leur priorité. AHP peut aussi appeler la méthode constatations des préférences. A la suite de la construction de la structure de la hiérarchie, l'importance nominale des objets est déterminée. L'échelle fondamentale de AHP est dans le tableau 7.1.1.

Pour la formalisation de la hiérarchie, il faut poser la question « Puis je comparer les éléments sur une niveau bas avec une partie ou bien tous les autres éléments d'un prochaine niveau supérieur. Les questions suivantes peuvent servir pour l'élaboration du design : [10]

Tableau 7.1.1. Echelle Fondamentale de AHP

Intensité	Définition	Explication
1	Importance égale	Les deux activités contribuent également à l'objectif.
2	Faible	
3	Importance Modérée	L'expérience et le jugement favorise légèrement l'un des activités que l'autre
4	Plus modérée	
5	Importance forte	L'expérience et le jugement favorise fortement l'un des activités que l'autre
6	Plus forte	
7	Très forte ou importance démontrée	Une activité est favorisée trop fortement sur l'autre, sa dominance est démontrée pratiquement
8	Trop fort	
9	Importance extrême	L'évidence qui favorise une activité que l'autre est l'affirmation supérieure.

1. Identification de tous les objectifs : Qu'est-ce qu'on essaie de compléter ?
Quelle est la question principale ?
2. Identification de tous les sous objectives. Si possible, identifier l'horizon qui influe la décision
3. Identification des critères qui doivent être satisfaites pour arriver aux sous objectifs de l'objectif principal
4. Identification de sous critère sous chaque critère.
5. Identification des acteurs
6. Identification des objectives des acteurs.
7. Identification des règles des acteurs
8. Identification des options ou des sorties

9. Prendre la sortie la plus préférée et comparer le ratio des gains de la décision avec ou sans. Faire la même chose s'il y en a plusieurs alternatives.

Le logiciel Expert Choice permet de formaliser et de résoudre ce genre de type hiérarchie.

Lors de résolution de ce problème, il existe un ratio ou bien pourcentage de délai qui montre les décideurs inconsistance lors de leurs jugements. Il s'appelle Ratio d'Inconsistance (Inconsistency Ratio). L'intervalle de ce ratio varie de 0.0 (qui montre l'inconsistance totale, l'inconsistance 0% de délai) à 1 (qui montre non consistance, l'inconsistance 100% de délai). Saaty conseille un intervalle accepté pour l'inconsistance plus petit ou égale 10%. Dans la littérature, il est accepté jusqu'à 20%. [11].

La théorie de Analytic Hierarchie Process est résumée dans l'appendice A. [13]

7.2. Cycle de Préparer – Développer – Comprendre – Agir (PDCA)

C'est une méthode qui sert à améliorer les processus. Deming a présenté ce modèle d'amélioration continue en juillet en 1950 au comité directeur du Keidren, c'est pourquoi il est connu dans l'industrie japonaise comme le Cycle de Deming, bien que ce soit une création de Shewhart. C'est une méthode pour aider à apprendre, ainsi que pour conduire l'amélioration d'un produit ou d'un processus. Le cycle comporte quatre étapes dont les noms : Plan, Do, Check, Act, sont traduits par : Préparer, Développer, Comprendre, Agir. (Figure 7.2.1). [13]

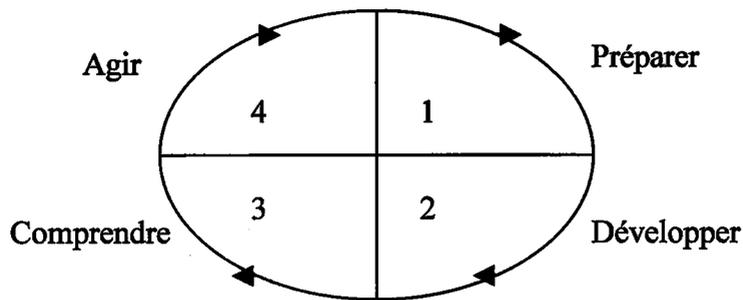


Figure 7.2.1. Cycle de Deming

- a. **Plan (Préparer)** : Cette étape, la plus importante, consiste à préparer un changement ou une amélioration. Quelqu'un a une idée pour améliorer un produit ou un processus, il faut donc préparer un essai comparatif ou une expérience. Le cycle complet repose sur cette première étape. Nous verrons qu'elle est souvent abrégée parce que l'on est pressé de passer l'action, peut-être pour ne pas paraître inactif.
- b. **Do (Développer)** : Cette étape consiste à réaliser l'essai comparatif ou l'expérience, de préférence à petite échelle, en respectant bien les dispositions définies à la première étape.
- c. **Check (Comprendre)** : Il s'agit d'étudier les résultats. Qu'avons-nous appris ? Les résultats répondent-ils à nos attentes ? Dans le cas contraire, pourquoi ?
- d. **Act (Agir)** : Trois cas peuvent se présenter. Soit on décide d'adopter le changement, ou de généraliser l'expérience. Soit on décide d'abandonner l'étude, donc de continuer à travailler dans les mêmes conditions. Soit on décide de recommencer le cycle en changeant certaines conditions initiales.

Quand l'amélioration d'un processus est réalisée, les procédures et les spécifications de l'entreprise servent évidemment à la consolider.

Les étapes du PDCA sont huit. Dans la figure 7.2.2, ces étapes sont soulignées.

Les outils qui peuvent servir pour chaque étape sont ci-dessous ;

- a. **Etape 1** : Déballage d'idées, Matrice de Décision, Représentation Graphique, Histogramme, Diagramme de Pareto, Feuille de Relevé de Données
- b. **Etape 2** : Quoi - Qui - Où - Quand - Comment - Pourquoi (QQOQCP), Feuille de relevé de données, Carte de Contrôle, Histogramme, Représentation Graphique
- c. **Etape 3** : Déballage d'idées, Feuille de relevé de données, Matrice de Décision, Carte de Contrôle, Diagramme de Pareto, Diagramme Causes/Effets, Diagramme de Corrélation,
- d. **Etape 4** : Déballage d'idées, Matrice de Décision,
- e. **Etape 5** : QQOQCP, Diagramme de Gantt, Représentation Graphique
- f. **Etape 6** : Carte de Contrôle, Feuille de Relevé de Données, Représentation Graphique, Histogramme
- g. **Etape 7** : QQOQCP
- h. **Etape 8** : QQOQCP

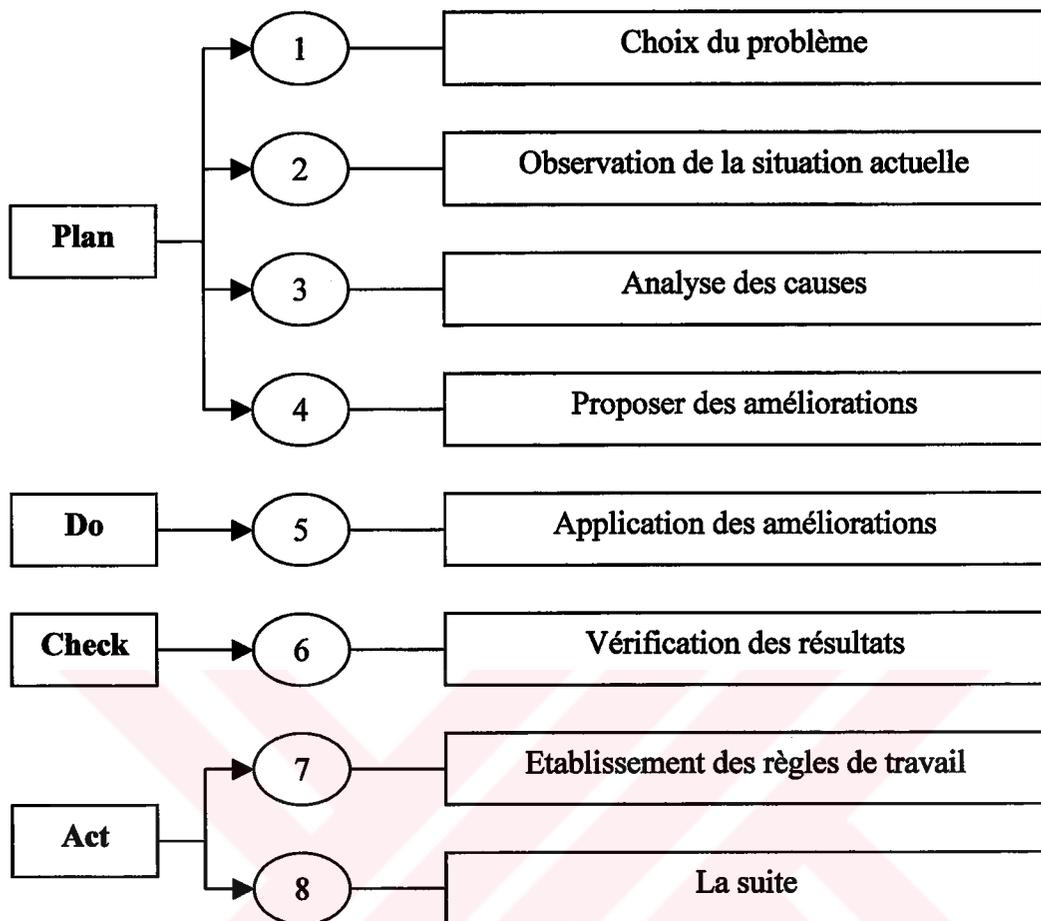


Figure 7.2.2 8 étapes du PDCA

Dans la figure 7.2.3, on montre que les personnes qui agissent sur le cycle peuvent aussi utiliser leur capacités dans un autre cycle de PDCA. L'utilité de ceci peut être : [14]

- a. Donner la responsabilité à ceux qui agiront sur l'action et les libérer sur le choix de l'outil en expliquant le but de sa mission.
- b. Transformer les problèmes quotidiens aux responsables des ateliers dans le but de donner le temps disponibles pour les ingénieurs et des directeurs.

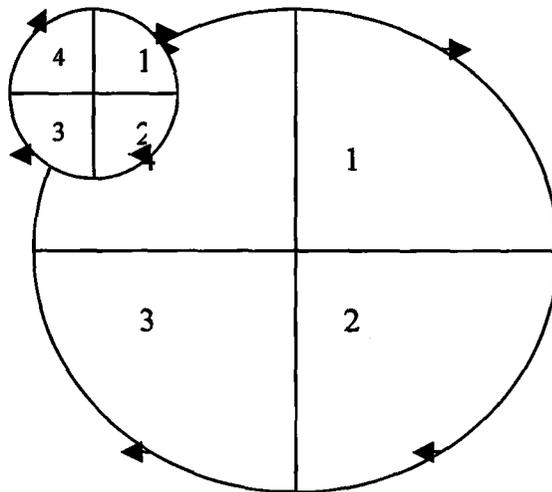


Figure 7.2.3 Cycle de PDCA dans PDCA

7.3. Diagramme de Pareto

Le diagramme de Pareto doit son appellation au nom d'un économiste et sociologue italien, Vilfredo Pareto (1848-1923). Il a été le premier à utiliser l'illustration pour représenter le nombre des gens appartenant à différentes classes de revenus et à cumuler les chiffres, en allant de plus pauvres aux plus riches. Aujourd'hui, on se sert des diagrammes de Pareto pour identifier les sous causes qui contribuent à un effet particulier. Les sous causes les plus importantes apparaissent en premier, de manière que la plus grande attention et le maximum de moyens soient d'abord orientés vers leur correction. [15]

Il permet de représenter l'importance relative de différents phénomènes lorsqu'on dispose de données quantitatives. Il prend la forme d'un graphique qui aide le travail d'analyse, en déterminant l'importance relative des différents faits et en établissant des ordres de priorité sur les causes. Le but est d'analyser un phénomène en le représentant graphiquement. On doit pour cela :

- Choisir la durée de l'observation (un mois, une semaine, un jour...)
- Recueillir les données pour établir la liste des causes

- Quantifier le nombre d'apparition des faits provoqués par chacune des causes
- En déduire le pourcentage des apparitions des faits
- Classer les causes par valeurs décroissantes de ces pourcentages
- Construire le graphique des valeurs cumulées des pourcentages

PARETO a montré que dans une large majorité des situations, un petit nombre de facteurs a une influence majeure sur les résultats. C'est la loi dite de Pareto des 80-20, où 20% des facteurs expliquent 80% des résultats. Cette répartition inégale se retrouve souvent et permet de distinguer les problèmes importants de ceux qui le sont moins. Cette priorisation des problèmes a pour but de choisir les actions prioritaires à effectuer et donc de concentrer son attention sur les phénomènes importants à résoudre.

7.4. Diagramme Cause/Effet (Diagramme d'Ishikawa)

Le diagramme de Cause/Effet est connu et déployé comme une méthode d'analyse grâce à Kaoru Ishikawa. Il est aussi appelé comme le diagramme d'arête de poisson ou bien le diagramme d'Ishikawa. Ces diagrammes servent au contrôle de la qualité, la gestion de la production, le contrôle des coûts, la sécurité,...etc. [16]

L'objectif est de classer des causes identifiées d'un effet selon des familles et des sous familles et de donner une représentation claire de ce classement qui soit vu par tous de la même manière.

La représentation d'arête de poisson est dans la figure 7.4.1.

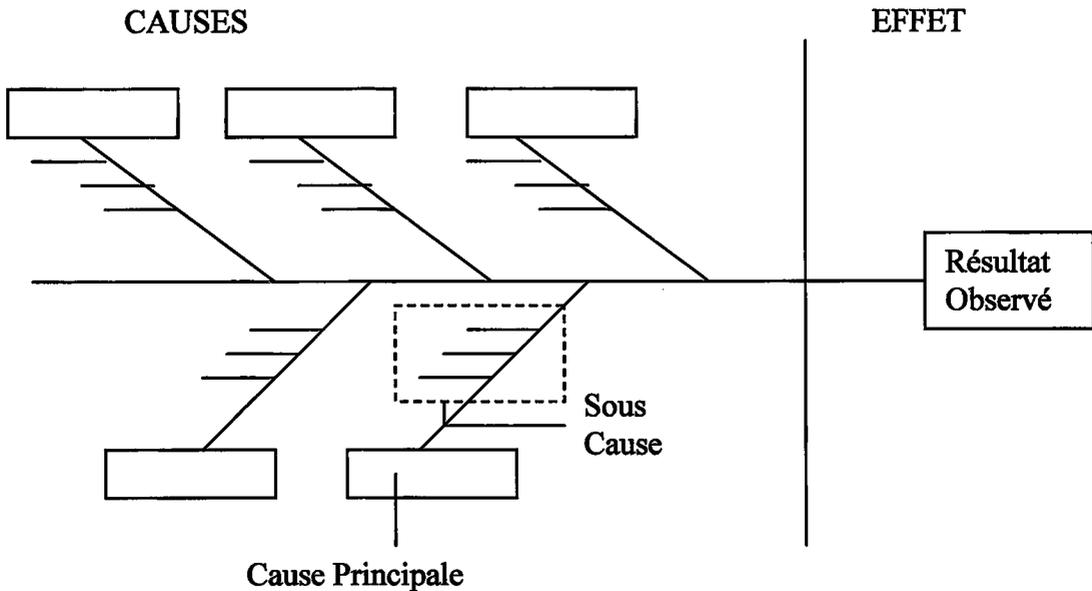


Figure 7.4.1 Diagramme Causes/Effet

Les causes se trouvent à gauche du diagramme et le résultat à sa droite. Les causes sont prises en compte tout d'abord comme les causes principales. Chacune de causes principales a des sous causes comme par exemple, pour la qualité : la dimension, la sévérité, taux de réclamation,... etc.

Le processus d'un diagramme de causes/effet comme il est écrit ci-dessous ;

1. Le problème est écrit dans une boîte et il est montré à l'aide d'une flèche.
(Figure 7.4.2)



Figure 7.4.2 Définition du problème

2. Les problèmes qui engendrent ces causes sont mis dans un cadre et avec une flèche (Figure 7.4.3)

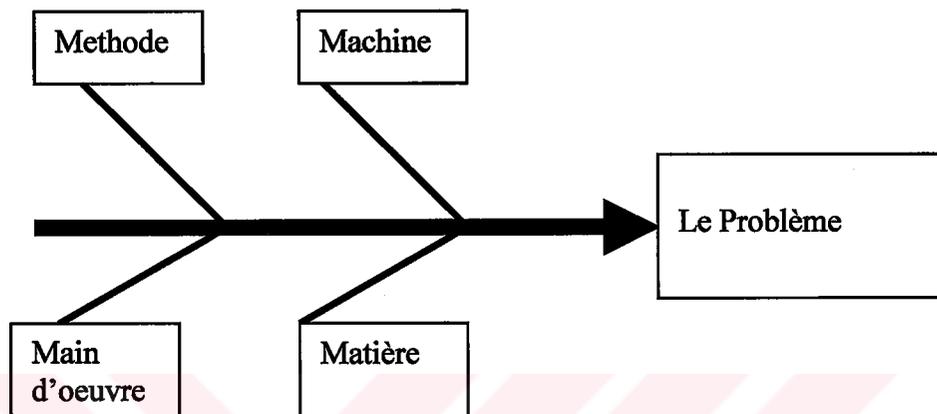


Figure 7.4.3 Affectation des causes

3. Pour chacun des causes principaux, on cherche des sous causes (Figure 7.4.4)
4. On continue à brancher le diagramme jusqu'à la complétion de toutes les sous causes (Figure 7.4.5)
5. L'équipe de travail décide la cause la plus importante en appliquant le brainstorming.

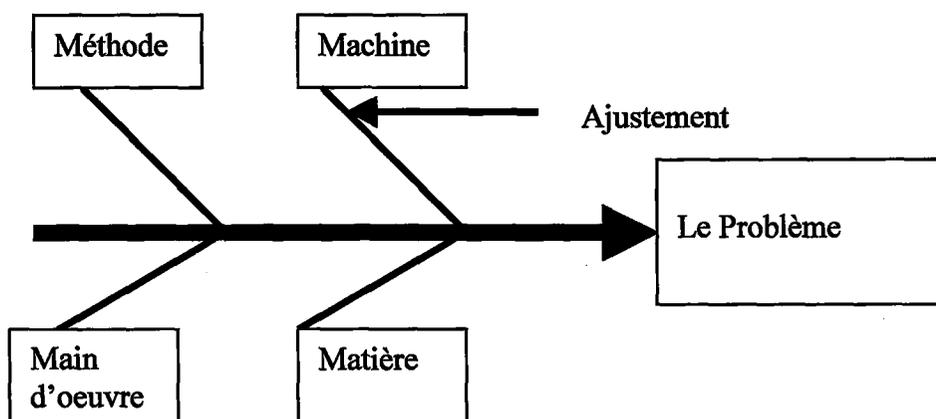


Figure 7.4.4 Affectation des sous causes

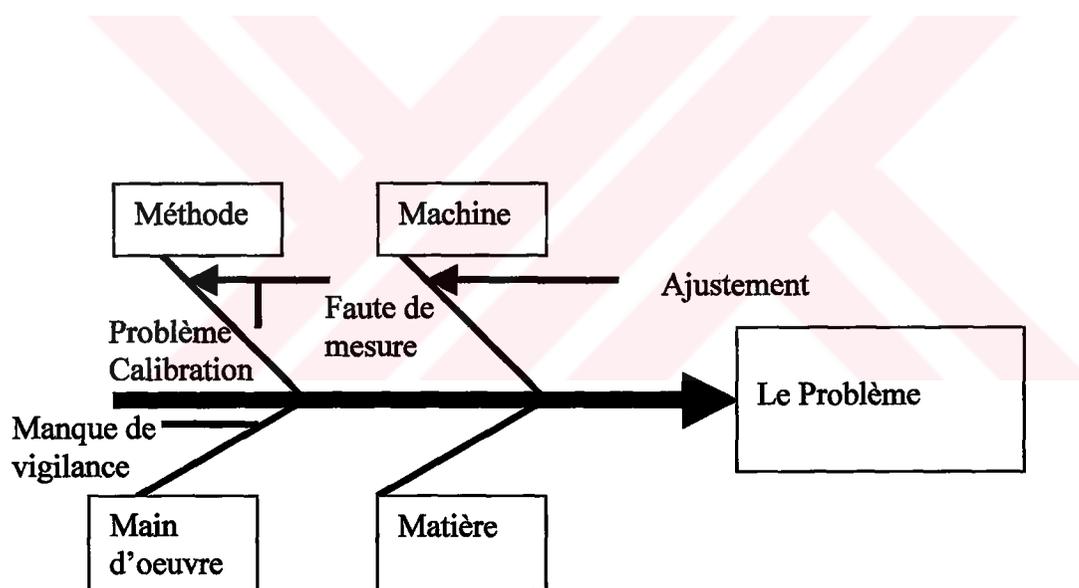


Figure 7.4.5 Affectation des toutes les sous causes

6. Pour la vérification de ces causes, on collecte, analyse et commente les données. Les recherches continuent jusqu'à la suppression du problème.

Les avantages de l'analyse de causes/effets ;

1. La préparation du diagramme augmente la communication, Il permet de se concentrer sur un sujet.
2. Tout le monde aura l'occasion de développer sa connaissance.
3. Il permet de collecter les données et approcher au sujet d'une manière scientifique.
4. Il permet de voir si on approfondit le sujet en question.
5. Il est applicable à tous les problèmes

Toutes ces facilités d'application de ce diagramme poussent les gestionnaires à les utiliser.



8. APPLICATION

8.1. A propos de l'entreprise

Oyak Renault est le premier investissement franco-turc qui a été établi en 1969. L'usine OR ayant une superficie de 443.000m² se situe sur la rue Mudanya à Bursa. Bien qu'elle soit construite pour l'assemblage des véhicules dans ces années-là, aujourd'hui elle est capable de fabriquer des véhicules avec l'ajout de l'usine mécanique et la chaîne de presse ; l'usine est devenu une installation intégrée. En sachant l'importance de la qualité, elle est la première société dans son domaine automobile qui a eu le certificat d'ISO en 1996. Elle eu le système ISO 14001 sans aucun défaut dans son trentaine.

La prise de décision de l'application TPM chez Renault est en 1989 à l'usine Cléon et celle de chez Oyak Renault en 1993.

8.2. Description du système

Avant de connaître le processus, voyons les éléments du système d'accostage de la sous caisse avec la caisse.

Le module : C'est le soutien pour les moteurs et les autre éléments de sous caisse comme l'échappement, les tuyaux de freinage, les tuyaux d'essence, l'écran thermique, l'équipement arrière,...etc. (Figure 8.2.1)

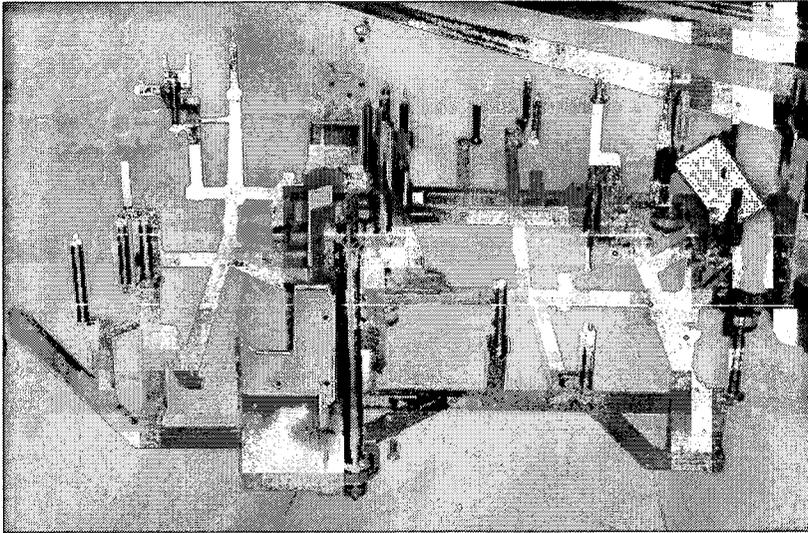


Figure 8.2.1 : Module

Le TMD : La sous caisse bouge sur le TMD qui porte tous les éléments de sous caisse comme les éléments mis sur le module. (Figure 8.2.2)



Figure 8.2.2. TDM vide

Ascenseur du module : C'est l'ascenseur qui permet remplacer dans les étagères les modules qui viennent de desaccostage. (Figure 8.2.3)

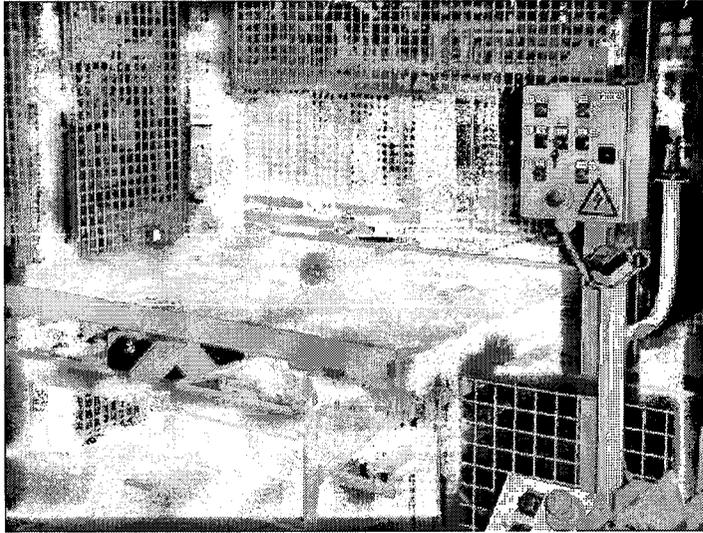


Figure 8.2.3 Ascenseur du Module

Automate. C'est automate de l'ascenseur qui gère les modules dans les étagères (Figure8.2.4)



Figure 8.2.4 Automate de l'ascenseur

Machine d'accostage : C'est la machine qui permet de réaliser le mariage de la sous caisse et la caisse. (Figure 8.2.5)

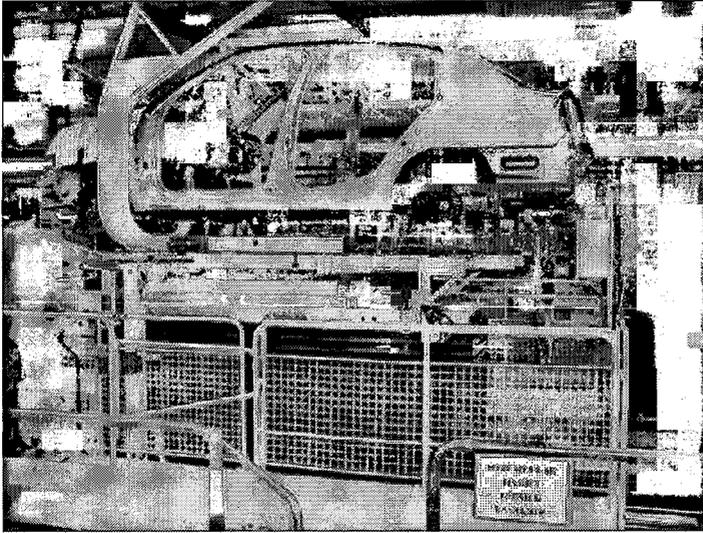


Figure 8.2.5 Machine d'Accostage

Machine desaccostage : C'est la machine qui permet de séparer le TMD avec le mariage de caisse et le sous caisse. (Figure 8.2.6)

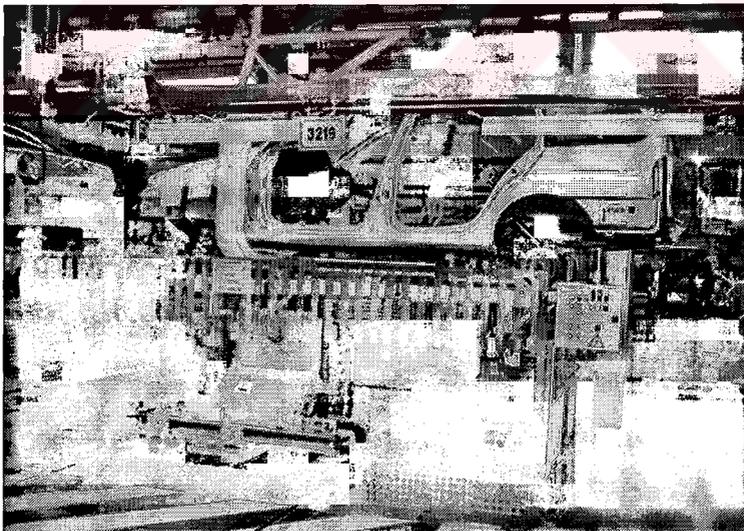


Figure 8.2.6 Machine de desaccostage

Balancelle : C'est l'équipement qui permet d'avancer la caisse suspendue sur la chaîne (Figure 8.2.7)



Figure 8.2.7 Balancelle

Le système peut être résumé suivant les étapes décrites ci-dessous ;

1. Le contenu de TMD et le module qui vient de la machine desaccostage se séparent si nécessaire et le module est envoyé dans son étagère à l'aide de l'ascenseur.
2. Si le TMD est vide, l'ascenseur fournit le module suivant le type de la caisse.
3. Les opérateurs remplacent les équipements nécessaires pour préparer la sous caisse.
4. Les sous caisses préparées sont envoyés à la machine accostage.
5. En mode synchrone, la caisse suspendue vient à l'aide d'une balancelle.
6. La machine d'accostage réalise le mariage de la sous caisse et la caisse.
7. Les opérateurs tournent les vis nécessaires.
8. La machine de desaccostage sépare le contenu de caisse& sous caisse du contenu de TMD&Module.

La mission du système est de réaliser le bon mariage de la sous caisse préparé sur le TMD et la caisse venant à l'aide d'une balancelle.

Le flux du travail du système est dans la figure 8.2.8 ;

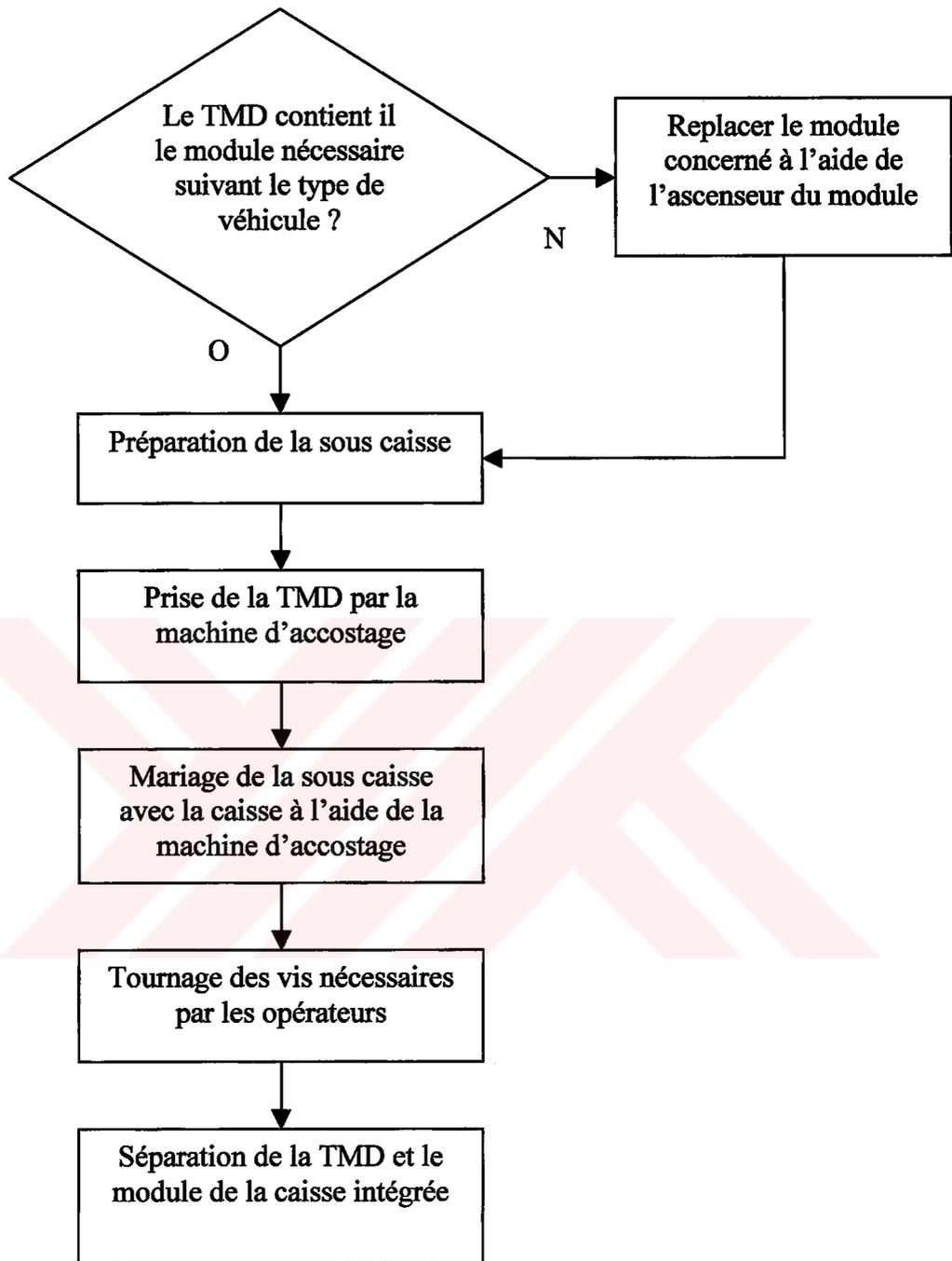


Figure 8.2.8 Système d'accostage et de desaccostage

8.3 Construction de la Hiérarchie

La figure 8.3.1 est une structure totale hiérarchique de notre système. L'objectif principal de ce système est d'améliorer le rendement de système de production définie précédemment. Donc le niveau supérieur de la hiérarchie est : **Amélioration du Taux de Rendement Global**. Pour arriver à cet objectif, les critères sont identifiés comme suivant ;

- Pannes : Les pannes sont des obstacles dans le système de production qui cause aux arrêts et des pertes de production.
- Formation : La formation joue un rôle important pour la mise en œuvre et la bonne démarche du système. A la fois des opérateurs et à la fois des chefs d'UET sont formés pour le bon démarche du système.
- Problèmes dues aux déplacements des pièces : Ce sont des problèmes rencontrés lors de fourni des pièces au chaîne de montage pour l'accostage.
- Problèmes du nouveau projet : Les problèmes qui viennent du nouveau projet
- Temps de la mise en place et aux réglages : C'est le temps qui est au base du démarrage des machines
- Problèmes liée à la qualité : La qualité est aussi une autre critère qui influe la productivité du système.

Les stratégies décrites ci-dessous sont des alternatifs qui peut améliorer le Rendement du système.

- Stratégie de la diminution du temps de pertes
- Stratégie de l'augmentation du nombre des véhicules produits :
- Stratégie de la diminution du nombre des mauvais véhicules produits :

L'importance relative des critères est déterminée par deux Chefs d'UET et le Chef du Département Montage. L'ancienneté de ces personnes est pour les chefs d'UET 8-14 ans et celui de Chef du Département 11 ans.

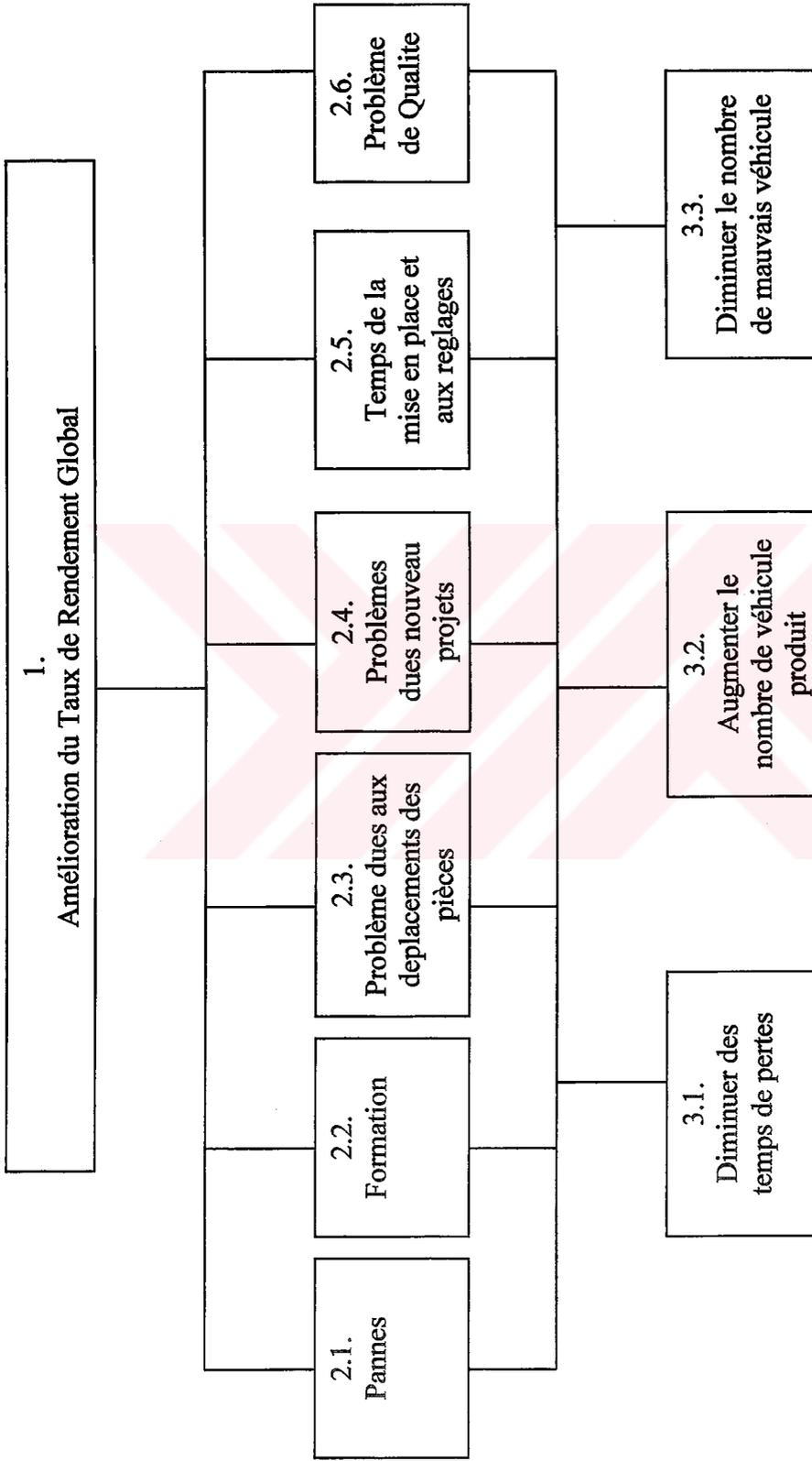


Figure 8.3.1 Hierarchie du système d'amélioration de Rendement

Avant la détermination de l'importance relative des critères, on a expliqué le but de ce travail et ce qui est AHP. Suite à la bonne compréhension de la méthodologie, un questionnaire a été appliqué. La moyenne arithmétique de 3 personnes a servi pour la construction de tableau d'importance relative des critères. Tous les jugements ont été fait par le logiciel Expert Choice.

Dans les tableaux ci-dessous (celui de 8.3.1 jusqu'à 8.3.7), on peut voir les data obtenu par les Chef d'UET et de Chef du Département Montage.

Tableau 8.3.1 Comparaison de l'importance relative par rapport à l'objectif

	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6
2.1	1	6	7	7	7	6
2.2	1/6	1	6	2	5	1/2
2.3	1/7	1/6	1	1	1/3	1/3
2.4	1/7	1/2	1	1	1	1/5
2.5	1/7	1/5	3	1	1	1/4
2.6	1/6	2	3	5	4	1

Inconsistance : 0.09

Tableau 8.3.2 Comparaison des alternatives par rapport aux pannes

	3.1	3.2	3.3
3.1	1	6	4
3.2	1/6	1	1/3
3.3	1/4	3	1

Inconsistance : 0.05

Tableau 8.3.3 Comparaison des alternatives par rapport à la formation

	3.1	3.2	3.3
3.1	1	1/5	3
3.2	5	1	7
3.3	1/3	1/7	1

Inconsistance : 0.06

Tableau 8.3.4 Comparaison des alternatives par rapport aux problèmes dues aux déplacements des pièces

	3.1	3.2	3.3
3.1	1	5	6
3.2	1/5	1	3
3.3	1/6	1/3	1

Inconsistance : 0.09

Tableau 8.3.5 Comparaison des alternatives par rapport aux problèmes du nouveau projet

	3.1	3.2	3.3
3.1	1	6	1/3
3.2	1/6	1	1/7
3.3	3	7	1

Inconsistance : 0.10

Tableau 8.3.6 Comparaison des alternatives par rapport au temps de mise en place et aux réglages

	3.1	3.2	3.3
3.1	1	6	2
3.2	1/6	1	1/4
3.3	1/2	4	1

Inconsistance : 0.01

Tableau 8.3.7 Comparaison des alternatives par rapport au problème de qualité

	3.1	3.2	3.3
3.1	1	2	7
3.2	1/2	1	7
3.3	1/7	1/7	1

Inconsistance : 0.05

A côté de chacun de tableau, Le logiciel Expert Choice a conclu les résultats de l'inconsistance. Bien que l'inconsistance soit au dessous de 10% pour la comparaison de premier niveau, on continue à l'hierarchie. Finalement, toutes les inconsistances ont été trouvée au dessous de 10%.

Le vecteur prioritaire pour le premier niveau est résumé dans le tableau 8.3.8 et celui du deuxième niveau dans 8.3.9;

Tableau 8.3.8 Vecteur Prioritaire pour le premier niveau

Critère	W_{objectif}
2.1	0.531
2.2	0.145
2.3	0.041
2.4	0.050
2.5	0.058
2.6	0.176

Tableau 8.3.9 Vecteur Prioritaire pour le deuxième niveau

	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5	2.6
3.1	0.691	0.188	0.717	0.293	0.588	0.574
3.2	0.091	0.731	0.195	0.067	0.089	0.361
3.3	0.218	0.081	0.088	0.641	0.323	0.065

Enfin, on en a déduit que l'alternative de la diminution du temps de pertes est l'alternative que l'on doit choisir afin d'améliorer l'objectif. Les résultats obtenus sont résumés dans la figure 8.3.2.

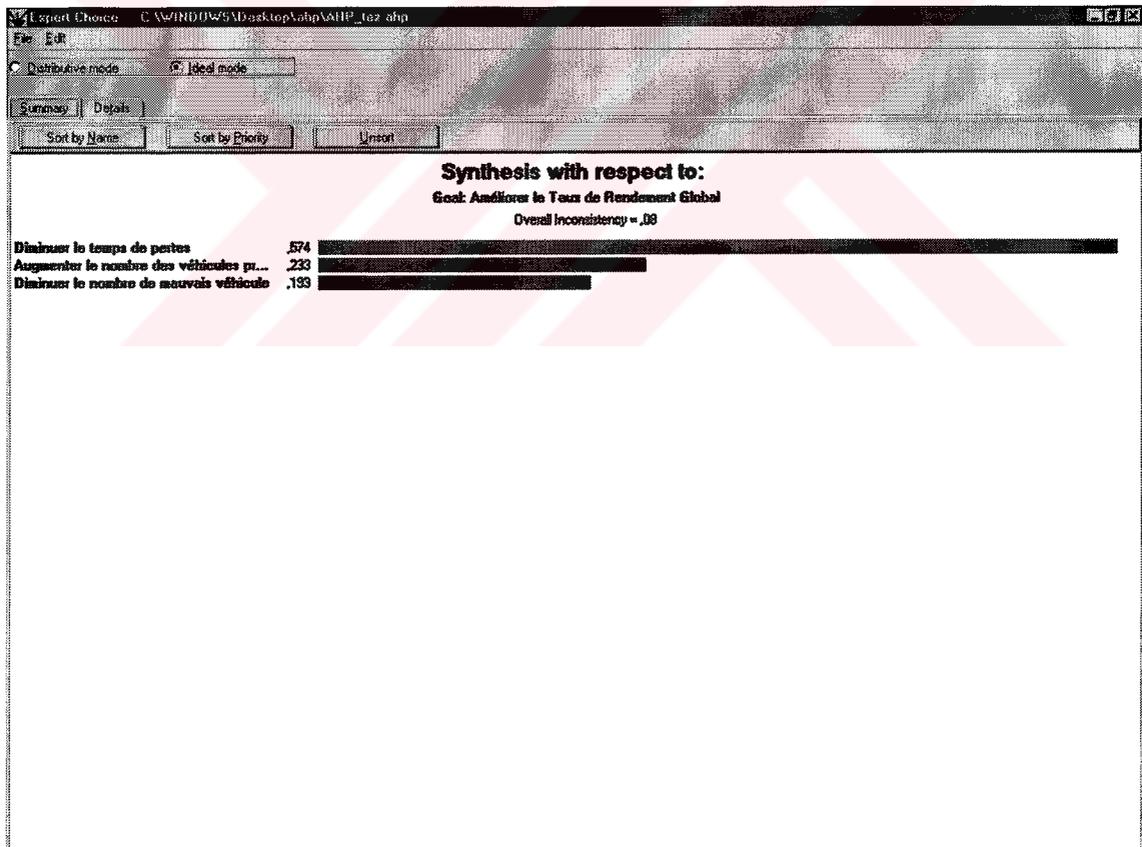


Figure 8.3.2 Importance Relative Composée des Alternatives

8.4. Application du PDCA avec l'équipe TPM

Suite aux résultats obtenus à paragraphe 8.3, on a commencé à appliquer la méthode PDCA. L'objectif de l'équipe de projet est de réduire les pertes. Cependant l'entreprise a pour le but d'atteindre la qualité totale en appliquant la TPM comme une tâche habituelle. La participation active du personnel est indispensable comme dans le processus d'amélioration continue. Les personnes qui participent à l'amélioration sont;

Du côté fabrication ;

- Opérateurs
- Chefs de l'UET
- Chef de Département

Du coté de maintenance,

- Opérateurs
- Chefs de l'UET
- Chef de Département

Bien que le système soit mise en place depuis 6 mois, les personnes qui travaillent dans ce système ont des expériences et connaissent bien la TPM. Suivantes aux fiches d'arrêts (Appendice B), ils ont décidé d'améliorer l'efficacité et la performance des machines et des installations qui réduisent les pertes, les investissements, la fiabilité. En plus, ils ont constaté qu'il faut changer quelques processus et les méthodes de travail. Le cycle PDCA est utilisé pour le système d'accostage. Les 8 étapes sont expliquées ci-dessous :

8.4.1. Définition des problèmes :

Suite aux cinq semaines de surveillance, 5 types de panne sont constatés dans le système d'accostage.

1. La machine d'accostage n'a pas pris le TMD.
2. Une matière étrangère dans le réservoir d'essence du véhicule

3. Problème de pilotage de la machine d'accostage et donc ne pas assembler la sous caisse et la caisse
4. Confusion du mémoire de l'ascenseur du module et ne pas fournir des modules aux TMD
5. Glissement de table lors d'assemblage et donc ne pas assembler la sous caisse et la caisse

L'importance de ces pertes dépend si la chaîne s'arrête. Il y a 2 types de panne qui ne causent pas à l'arrêt de chaîne, ceux qui durent moins d'une minute d'arrêt. On n'a pas pris en compte ces types de pertes. Ces pertes peuvent être aussi classées suivant leur nature. On peut regrouper les problèmes en prenant compte de l'arrêt de la chaîne directe ou bien indirecte. Les problèmes 1-3-5 causent l'arrêt direct de la chaîne et ceux de 2-4 indirecte. L'arrêt direct de la chaîne est l'arrêt de la toute la chaîne de montage par contre l'arrêt indirect signifie l'arrêt instantané de la chaîne qui peut être attrapé sur la chaîne. L'objectif de l'entreprise est de disparaître aussi ces pertes afin d'arriver au zéro panne comme dans le but de TPM et la Gestion de la Qualité Totale.

8.4.2. Observation de la situation actuelle :

L'occurrence des pertes est décrite dans le tableau 8.4.2.1.

Tableau 8.4.2.1 Délai d'arrêt pour les pannes

Types de Pertes	Semaines					Délai moyen de pannes par semaine
	S1	S2	S3	S4	S5	
1	5	3	6	19	19	10,4
2		2	3	14		3,8
3	3	15	22	6		9,2
4	2				21	4,6
5	15	22	15	18	4	14,8
Délai Total des Pannes Par Jour	25	42	46	57	44	

Sur la Figures 8.4.2.1, la graphique de pourcentage pour le délai d'arrêts pertes est résumés.

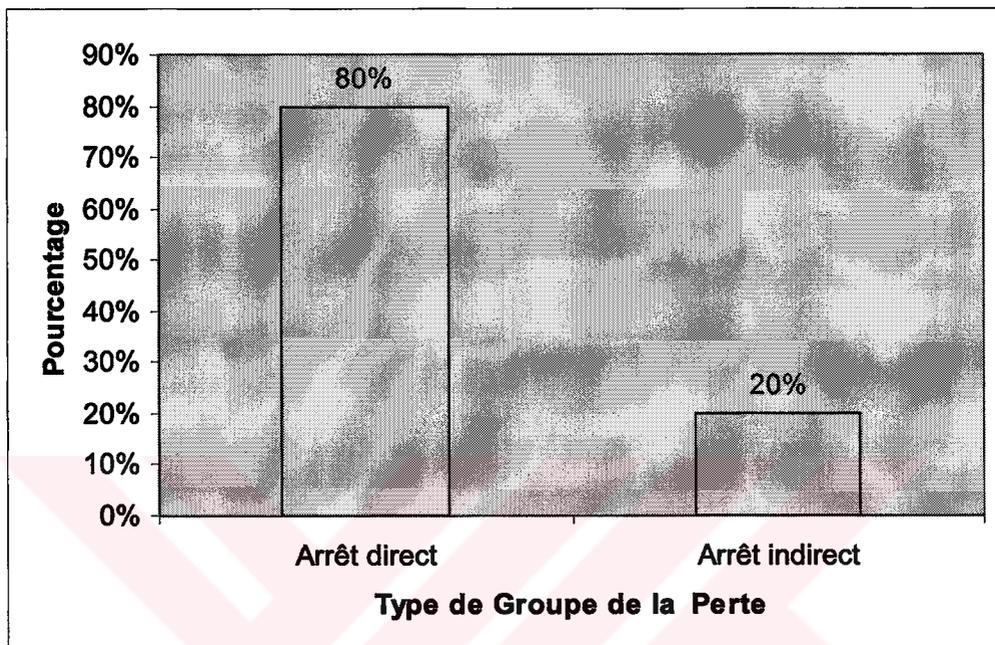


Figure 8.4.2.1 Graphique de Pourcentage pour le Délai d'Arrêts

Suit à l'analyse de Pareto, on peut dire que l'arrêt direct (1-3-5) joue un rôle important pour la perte. Parce que 80 % de délai lié à ces arrêts se réalisent à cause des arrêts directs. Si on résoudre ces problèmes, on peut bien supprimer une grande partie de pertes.

Pour chaque type de problème, les causes des arrêts directs peuvent se définir de la façon suivante :

Problème Type 1 : Problème rencontré lors de fourni des TMD discontinus. Le bras qui tire le TMD ne marche pas.

Problème Type 3 : La différence de dimension des pilotes de centralisation et le manque de vigilance des opérateurs

Problème Type 5 : La balancelle et le TMD ne travaille pas en mode synchrone. Problème d'automatisation.

Toutes ces causes se présentent sur le diagramme de Cause Effet, autrement dit Arête de Poisson ou Diagramme d'Ishikawa. (Figure 8.4.2.2)

8.4.3. Propositions des Améliorations

Pour éviter et/ou améliorer les problèmes décrits à l'avant, les analyses se font sur le milieu de travail. Pour chacun de problème, on en a déduit ;

Problème Type 1 : Installation d'un système qui fournit la machine d'accostage à l'aide d'un système de ressort et en plus mis en place un détecteur pour contrôler l'existence des TMD.

Problème Type 3 : Ajustement de la différence de dimension des pilotes de centralisation. Mise en forme oblongue de la dimension des tuyaux sur les balancelles. Formation des opérateurs encore une fois sur l'utilisation de la machine d'accostage et développement d'une nouvelle méthode d'utilisation de machine.

Problème Type 5 : Changement de la carte d'automate qui pose le problème. Suppression et/ou diminution des causes de connections entre les automates. Modification à faire au Révision.

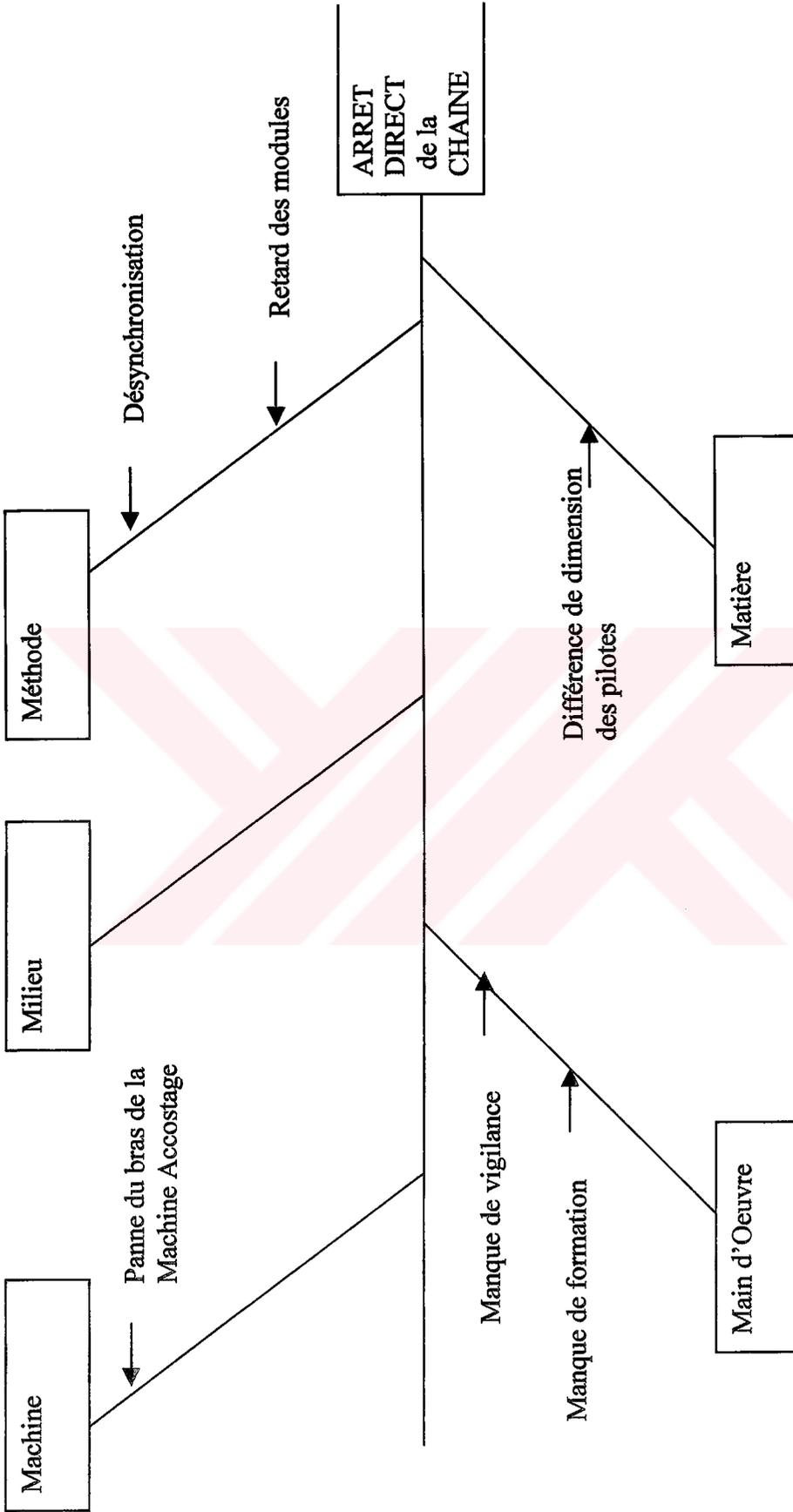


Figure 8.4.2.2 Diagramme d'Arête de Poisson pour l'arrêt direct de la chaîne

8.4.4. Application des Améliorations

Suit aux améliorations proposées, on a attaqué sur les problèmes définis au 8.4.1. Les résultats sont basés sur 15 semaines de surveillance.

8.4.5. Vérification des Résultats

Les résultats obtenus sont dans les tableaux 8.4.5.1. Le graphique de délai pour les pannes est dans la figure 8.4.5.1

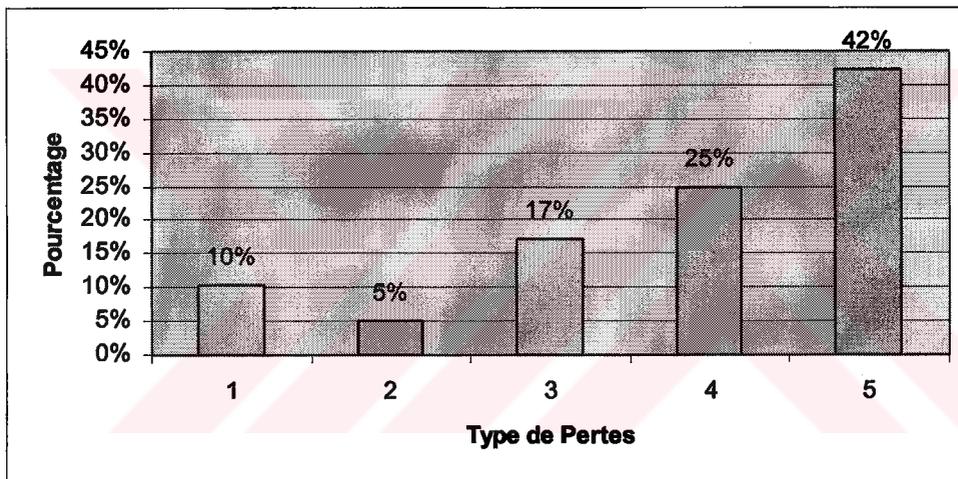


Figure 8.4.5.1 Graphique du Pourcentage du Délai Moyen des Arrêts

Tableau 8.4.5.1 Délai d'arrêt pour les pannes

Types de Pertes	Semaines															Délai moyen de pannes par semaine
	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	S10	S11	S12	S13	S14	S15	
1	4	3	1	3	6					1	1	6		4		1,9
2		1					4	1	2	3	1			1	1	0,9
3	6		2	13	2		1	2		10	4	2	6			3,2
4	2	10		7	8	12	15	7		4		4				4,6
5	16	5	33	17	6		28	2	1	2	2	2	2	2	2	7,9
Délai Total de Panne Par Jours	28	19	36	20	20	22	12	48	12	4	20	13	8	13	3	

Sur la Figures 8.4.5.2, la graphique de pourcentage de délai d'arrêts est résumée. Les pertes liée au arrêt direct sont baissées de 80% à 70%.

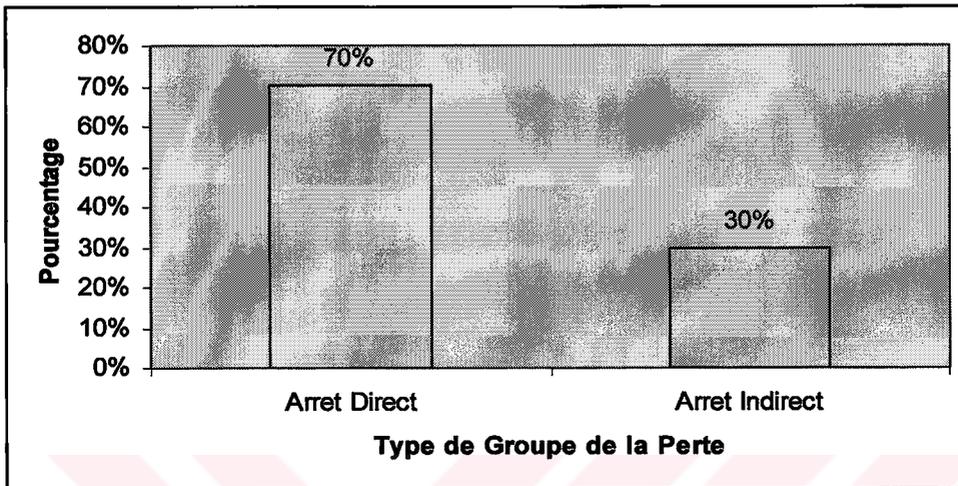


Figure 8.4.5.2 Graphique de Pourcentage de Délai d'Arrêt Par Rapport au Type d'Arrêt

Le changement au niveau de délai moyen d'arrêt est dans la figure 8.4.5.3.

L'index des éléments de la maintenance productive totale et celui du taux de Rendement Global sont résumés dans le tableau suivant (tableau 8.4.5.2)

L'amélioration par rapport au pourcentage est dans la figure 8.4.5.4.

8.4.6. Etablissement des Règles de Travail

A cette étape, les opérateurs ont été fait la conscience des nouvelles procédures et des règles. Pour avoir la soutenance des opérateurs sur l'amélioration des processus et des équipements afin d'éviter des pertes, ils ont été formé et conscient des effets due aux dysfonctionnements.

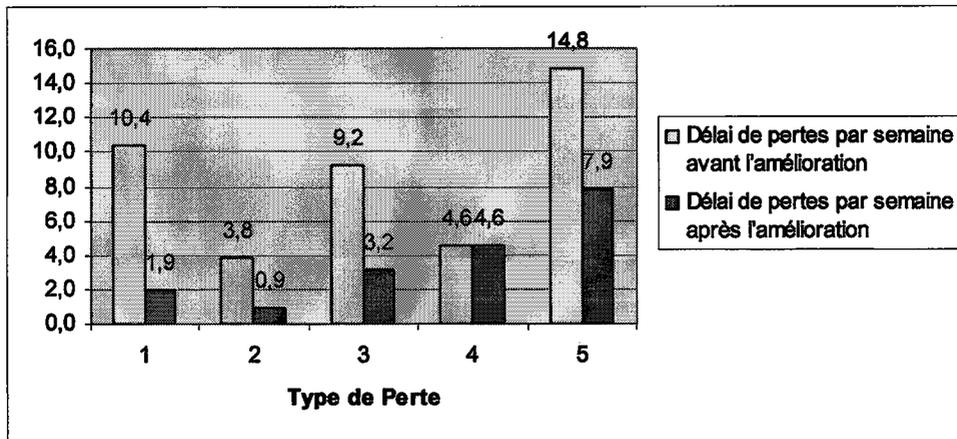


Figure 8.4.5.3 Changement au niveau de délai moyen suite à l'amélioration

Tableau 8.4.5.2 Index de Taux de Rendement Globale

	Avant l'amélioration	Après l'amélioration
Taux de Rendement Global	85,10%	86,40%
Taux de Qualité	89,76%	90,04%
Taux de Production Nette	95,64%	96,54%
Taux de Disponibilité	99,13%	99,40%

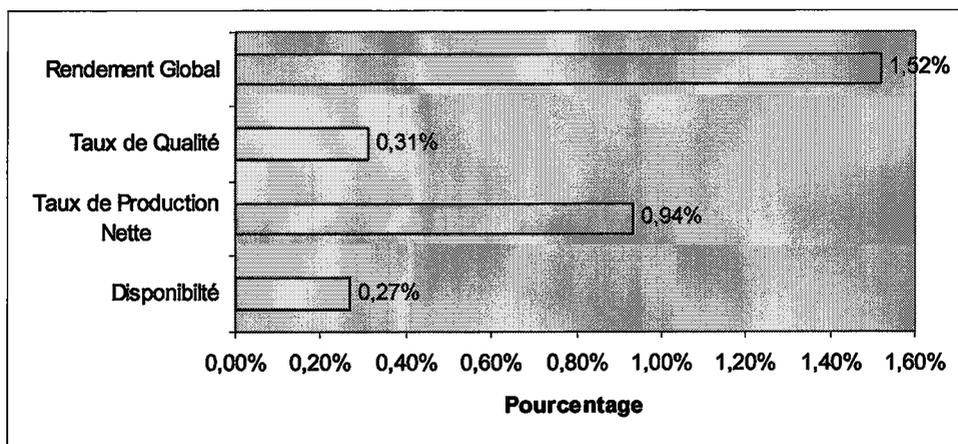


Figure 8.4.5.4. Changement des Index de la TPM

8.4.7. Donner une suite

Pour arriver à la zéro perte, toutes les personnes de l'équipe sont informées pour ce qu'ils doivent faire. La vigilance et la pro activité des opérateurs sont nécessaire et la modification indispensable sur à la fois des machines et à la fois des processus. Comme la culture de l'entreprise, elle a dans le but d'arriver à la zéro panne. Pour cela, les actions nécessaires seront discutées au niveau des équipes de projet.



9. CONCLUSION

Le but de cette recherche est d'améliorer la productivité d'une chaîne de montage dans l'industrie automobile. Pour améliorer la productivité ou bien le rendement d'une chaîne, on a utilisé deux approches principales :

1. Analytic Hierarchy Process qui est une méthode pour choisir la meilleure alternative en respectant les critères et l'objectif principal.
2. Maintenance Productive Totale qui est une méthode pour améliorer la productive

Dans cette recherche, on a montré la formalisation de la hiérarchie de décision au multi choix pour le système en question. Sous les critères considérés et on donnant des poids aux alternatives, on a trouvé la meilleure entre eux-mêmes qui maximise le rendement global du système. Suite à la détermination de la meilleure alternative, en respectant les règles de la maintenance de la productivité totale et on a appliqué les méthodes d'amélioration des pertes. Cette recherche a aussi montré que la méthodologie de cycle de PDCA est une méthode efficace lors de la diminution des pertes et de l'augmentation de la performance totale du système. La participation de l'analyse de Pareto est de cibler quels types de pertes que l'on doit améliorer à l'avant et l'analyse de Cause/Effet montre les causes des ces pertes. Finalement, on a amélioré l'indice du rendement de la maintenance productive totale et ainsi de ses compositions (voir Tableau 8.4.5.2).

L'Analytic Hierarchy Process est une méthode qui peut être appliqué par tous les secteurs. Ce qui est important dans l'application, il faut que l'objectif, les critères, les alternatives et aussi les matrices de comparaison pairwise soient bien déterminés par les experts pour avoir des résultats consistants. L'expérience et l'ancienneté des personnes dans l'équipe de la maintenance productive totale joue un rôle important afin d'obtenir de bons résultats le plus tôt possible avec un minimum d'effort.

BIBLIOGRAPHIE

[1] Shirose, K., *TPM for Workshop Leaders*, Productivity Press, Portland, Oregon, (1992).

[2] Nakajima, S., *La Maintenance Productive Totale (TPM)*, Afnor, Paris La Défense, (1989).

[3] Robinson, C.J., Ginder, A.P., *Implementing TPM – The North American Experience*, Productivity Press, Portland, Oregon, (1995).

[4] Bufferne, "Le Management des Ressources de Production par la Total Productive Maintenance", <http://www.idecq.asso.f/theme/tpm.htm>.

[5] Perez-Lafont, J.L., "Installation of a TPM Program in a Caribbean Plant", *Computers and Engng*, Vol.33, 315-318, (1997).

[6] Tajiri, M., Gotoh, F., *TVB Uygulaması - Bir Japon Yaklaşımı (TPM Implementation – A Japanese Approach)*, KORDSA A.Ş., (1996).

[7] "TPM, Total Productive Maintenance", http://membres.lycos.fr/hcoline/tpm_fr.htm (2002).

[8] Hubar, A. , "Toplam Verimli Bakım", <http://www.ytuvk.org.tr/arsiv/kariyerplanlamas7.htm>.

[9] Spaak, M.L., "La méthode TPM fait décoller la productivité", *Technologies Internationales*, No : 77, 13-16, (Septembre 2001).

- [10] Saaty, T.L., *Models, Methods, Concepts & Applications of the Analytic Hierarchy Process*, Kluwer Academic Publishers, Boston/Dordrecht/London, (2001).
- [11] Scott, J., Peters D., *The Analytic Hierarchy Process (AHP) in Community Decision Making*, Community Policy Analysis Center, Social Science Unit – University of Missouri Columbia, (2002).
- [12] Labib, A.W., Shah, F, “Management decisions for a continuous improvement process in industry using the analytical hierarchy process”, *Work Study*, 50 (5), 189-193, (2001).
- [13] Massot, F., “La dynamique PDCA dans une entreprise, Une philosophie de l’action pour le XXIème siècle”, Conférence Annuelle, Paris, (1999).
- [14] Kondo, Y., *İşletmede Bütünsel Kalite*, Mess, İstanbul, (1999).
- [15] Crocker, O., Charney, C., Chiu, J.S.L, *Guides Pratique des Cercles de Qualité*, Eyrolles, (1991).
- [16] Düren, A.Z., *İşletmelerde Kalite Çemberleri*, Evrim Basım Yayım Dağıtım, (1990).

APPENDICE A

THEORIE du ANALYTIC HIERARCHY PROCESS

La théorie du Analytic Hierarchy Process est fondée sur n alternative et leurs comparaison relative pairwise est une approximation pour la ratio w_i/w_j qui est le poids de l'alternative i par rapport à j. Le décideur ne sait pas à l'avance la valeur w_i/w_j . La hiérarchie contient normalement un nœud supérieur – l'objective, et le deuxième niveau qui est le niveau de critères et finalement la troisième niveau, c'est le niveau alternative. La base de AHP est la complétion d'une matrice $i \times j$ pour tous les niveaux de la hiérarchie. La matrice A est en forme $a_{ij}=1/a_{ji}$, $a_{ij} > 0$; idem A est une matrice positive et réciproque. La théorie fondamentale est basée sur le fait que a_{ij} est une approximation aux poids relatifs (w_i/w_j) de n alternatives. Les valeurs affectés à a_{ij} est entre l'intervalle $[1/9, 9]$. Le poids du vecteur estimé w est trouvé en résolvant le problème du vecteur eigen :

$$Aw = \lambda_{\max} w \quad (1)$$

Où λ_{\max} est le principal eigenvalue de A. Donc,

$$A = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1}, \frac{w_1}{w_2}, \dots, \frac{w_1}{w_n} \\ \dots \\ \frac{w_n}{w_1}, \frac{w_n}{w_2}, \dots, \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix} \quad (2)$$

Comme un exemple, supposons que la criticité différente pour les trois machines suite à leurs pannes. Soient les machines a, b, c avec les criticités 3, 5, 7 heures respectivement. Prenons les durées de panne comme les critères. Supposons que la matrice de ratios pairwise est formé e par les lignes qui donnent la ratio de durées de panne pour chaque machine avec les autres. Donc l'un a une équation comme

$$Aw = b \begin{bmatrix} a & 3/3 & 3/5 & 3/7 \\ b & 5/3 & 5/5 & 5/7 \\ c & 7/3 & 7/5 & 7/7 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} 3 \\ 5 \\ 7 \end{bmatrix} = 3 \begin{bmatrix} 3 \\ 5 \\ 7 \end{bmatrix} = nw \quad (3)$$

où A est multiplié par son droit avec le vecteur de poids w. Le résultat de cette multiplication est nw. Donc il est suffisant pour résoudre le problème $Aw=nw$ afin recouvrir l'échelle de la matrice de ratio. C'est le système linéaire homogène. Il a une seule solution non triviale si et seulement si le déterminant de $A-nI$ disparu, c'est le cas où n est une eigenvalue de A.

APPENDICE B

FICHE d'ARRET

Montaj Atölyesi Günlük Arıza Formu

No	Makine Adı	Duruş Saati		Toplam Duruş	Arıza Nedeni	Aksiyon
		Başlangıç	Bitiş			
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						

BIOGRAPHIE

Kemal BAŞARANOĞLU est né le 18 Septembre 1977 à Istanbul. Il a terminé ses études secondaires en 1994 au Lycée Pertevniyal.

Il a fait ses études universitaires sur le génie industriel à l'Université de Galatasaray entre 1994-1999. Son publication, "The Magic of Ergonomics in Business World", a été accepté pour la présentation orale dans la Conférence Internationale sur la Gestion de la Qualité Totale et le Facteur Humain(QERGO99) au Suède, en 1999. Il a fait ses stages respectivement chez Santa Farma İlaç Sanayi A.Ş. et chez Siemens A.G. où il avait participé aux recherches de l'ergonomie, de la qualité.

A la suite des années universitaires, il a travaillé pour un certain temps comme le consultant de SAP. Et il travaille comme le Chef du Projet Organisationnel sur le projet "Pilotage et Suivi des Flux Véhicules" depuis le mois de Juin 2002 dans la Direction d'Organisation de Système Informatique chez Oyak Renault.

Il a commencé à ses études de maîtrise en 2001 et a préparé sa thèse sous la direction de Doç.Dr. Y. Claire ERENSAL.