

Royaume du Maroc
Université Mohammed V
Ecole Mohammadia d'Ingénieurs
Rabat

N° IND 37/12



Département: Génie Industriel
Section: Logistique & Productique

Mémoire de Projet de Fin d'Etudes

Elaboration du plan de maintenance d'une nouvelle unité de production

Pour l'Obtention du
Diplôme d'Ingénieurs d'Etat

Réalisé par:

M. Merouane M'BARKI

Jury:

Président : M. Abdelhalim SKALLI
Rapporteur: Mme Lamia KERZAZI
Encadrant : M. Aziz BERRADOU
Encadrant : M. Mohamed BENBRAHIM
Tutrice de stage : Mme Ilham AYOUB
Tuteur de stage : M. Faycal HARCHI

Année Académique 2011-2012

Remerciements

En préambule à ce mémoire, j'aimerais exprimer ma gratitude envers toute personne ayant contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce travail.

Mes remerciements s'adressent d'abord à mes tuteurs de stage Mme Ilham Ayoub, chef de l'équipe support, et M. Fayçal Harchi, chef de l'équipe des opérations, pour leur soutien et le temps qu'ils m'ont consacré tout au long de ces 4 mois, sachant répondre à toute mes interrogations, ce qui m'a permis de progresser sans cesse durant ces 4 mois.

Ce projet a nécessité tout au long de sa durée l'aide et le soutien de plusieurs personnes.

Je tiens à exprimer ma reconnaissance à Mme Samia Laghrabli, leader de la zone 0 et 1, pour son aide et sa gentillesse. Je remercie également M. Mehdi Saadi, leader de la zone 2, pour sa disponibilité et son aide précieuse. Mes vifs remerciements vont également à M. Mourad Laghrissi, manager de la ligne 1, pour toutes les informations qu'il m'a fournies et pour sa disponibilité. Je remercie de même M. Zakaria Laarifi pour toutes ses explications et ses conseils.

J'aimerais remercier également l'ensemble des techniciens et des opérateurs pour leur générosité et les informations très utiles qu'ils m'ont communiquées.

J'adresse également mes plus sincères remerciements à l'égard de mes encadrants pédagogiques M. Mohamed Benbrahim et M. Aziz Berrado pour leurs conseils très utiles et leur apport dans le projet.

Enfin, je remercie les membres du jury d'avoir eu l'obligeance d'évaluer mon travail.

Dédicace

Aux êtres les plus chers au monde : mes parents

En témoignage de ma reconnaissance envers le soutien, les sacrifices et tous les efforts fournis tout au long de ma vie. Je vous suis reconnaissant à jamais. Que dieu vous procure santé et sérénité.

A mes deux sœurs Ghita et Lina

Pour tous ces moments de complicité et de prises de tête. Je vous souhaite tout le bonheur et le succès du monde.

A mon grand-père

Que ce modeste travail soit l'expression des vœux que tu n'as cessé de formuler. Que dieu te procure santé et longue vie

A ma famille

Que ce travail soit votre fierté et l'aboutissement de votre soutien

A mes chers amis

Pour témoigner de la fraternité qui nous a associée. Je remercie l'EMI d'avoir croisé nos chemins.

Résumé

La société P&G envisage d'implémenter une nouvelle unité de production de couches pour bébés afin de répondre à la perpétuelle recrudescence de la demande du marché. Afin de rendre cette nouvelle unité opérationnelle, un plan de maintenance efficient et exhaustif doit être élaboré, d'où l'objet de mon projet de fin d'études.

Le plan de maintenance devra prendre en considération les différentes interactions entre l'unité actuelle et celle en projet une fois implémentée. Il doit également s'inscrire dans la politique de maintenance de l'entreprise et se fonder dans son environnement de maintenance.

Afin de mener à bien cette mission, nous commencerons par dresser un diagnostic exhaustif du système actuel de gestion de la maintenance au sein de P&G. On procèdera ensuite à l'optimisation du plan de maintenance de l'unité actuelle et à la création d'un plan de maintenance optimisé pour la nouvelle unité. Enfin, on implémentera les résultats obtenus sur le système d'information de l'entreprise afin que ces derniers deviennent tangibles et exploitables pour la société.

Abstract

P&G plans to implement a new production line of diapers to satisfy the increasing market demand. To make this new production unit operational, an effective and comprehensive maintenance plan should be developed, hence the interest of my internship.

The maintenance plan must take into account different interactions between the current unit and the new one once implemented. It should also be part of the maintenance policy of the company and to blend into the maintenance environment of P&G.

To carry out this mission, we will first establish a comprehensive diagnosis of the current maintenance management at P&G. We will then proceed to the optimization of the maintenance plan of the current unit and we will create an optimized maintenance plan for the new production unit. Finally, we will implement the results in the information system of the company so that it becomes tangible and usable for the company.

ملخص

يستعد مصنع بروكتر و غامبل بمدينة المحمدية   استقطاب وحدة جديدة  نتاج حفاظات ال طفال وذلك من  جل تلبية الطلب المتزايد في السوق. يحتاج تشغيل هذه الوحدة   وضع خطة صيانة فعالة وشاملة وذلك لضمان حسن عمل مختلف معدات هذه الوحدة.

يجب على خطة الصيانة  ن تأخذ بعين الاعتبار مختلف التفاعلات بين الوحدة الحالية والوحدة الجديدة كما ينبغي لخطة الصيانة  ن تندمج مع بيئة الشركة فيما يخص الصيانة و  ن لا تعرقل سياسة الصيانة للشركة.

لتنفيذ هذه المهمة، سوف نقوم أولاً بتحليل طريقة إدارة الصيانة في الشركة، سوف نمضي قدماً بعد ذلك   وضع خطة الصيانة ال مثلة لهذه الوحدة الجديدة ثم سندخل نتائج التحليل في نظام المعلومات التابع للشركة بحيث تصبح تلك النتائج ملموسة وقابلة للاستخدام بالنسبة للشركة .

Table des matières

Introduction générale	1
I. Contexte du projet	3
Introduction	3
1.1. Présentation de la société d'accueil.....	3
1.1.1. Fiche signalétique	3
1.1.2. Succinct historique de la société	3
1.1.3. Les gammes de produits.....	5
1.1.4. Structure de P&G.....	7
1.1.5. Présentation de P&G North West Africa	7
1.2. Présentation du département :	11
1.2.1. Structure et fonction :.....	11
1.2.2. Structure de la ligne de production :	11
1.2.3. Fabrication de la couche bébé.....	13
1.3. Intitulé du projet.....	20
1.3.1. Contexte du projet.....	20
1.3.2. Finalité du projet	20
1.3.3. Problématique	20
1.3.4. Planning du projet.....	21
Conclusion	22
II. Diagnostic du système de maintenance	23
Introduction	23
2.1. Le système IWS	23
2.1.1. High Performance Work Systems.....	23
2.1.2. Total Productive Maintenance	24
2.1.3. Process Reliability : fiabilité du processus	24
2.2. Pilier de la maintenance préventive	25
2.3. Pratique de la maintenance à P&G.....	25

2.3.1.	Processus.....	26
2.3.2.	Outils de suivi	27
2.3.3.	Système d'analyse et d'élimination des pannes.....	27
2.4.	Standardisation de la ligne	27
2.5.	Sister-ship du site de Mohammedia	28
	Conclusion.....	29
III.	Démarches entreprises pour l'amélioration du plan de maintenance	29
	Introduction	29
3.1.	Décomposition fonctionnelle de la ligne de production.....	29
3.1.1.	Objectifs	29
3.1.2.	Méthodes et outils pour la réalisation de l'étape	29
3.1.3.	Résultats.....	29
3.2.	Classification des équipements de la ligne de production.....	31
3.2.1.	Objectifs	31
3.2.2.	Methodologie	31
3.2.3.	Résultats.....	33
3.3.	Analyse AMDEC	35
3.3.1.	Définition et objectifs	35
3.3.2.	Cheminement	35
3.3.3.	Résultats : Exemple d'application	41
3.3.4.	Perspectives de l'AMDEC.....	42
3.4.	Data mining des autres sites de production.....	42
3.4.1.	Objectifs.....	42
3.4.2.	Hypothèses.....	43
3.4.3.	Recensement des pannes de la ligne	43
3.4.4.	Exploitation des résultats du data mining	45
	Conclusion.....	48
IV.	Réduction des coûts de la maintenance préventive	49
	Introduction	49
4.1.	Ordonnancement des tâches relatives à la maintenance préventive.....	49
4.1.1.	Intérêt	49

4.1.2.	Simulation de la charge de travail initiale de la ligne de production.....	50
4.1.3.	Lissage de la charge de travail de la ligne	52
4.2.	Réduction des arrêts dus aux opérations de maintenance :	55
4.2.1.	Intérêt	55
4.2.2.	Analyse des actions de maintenance de la zone 3.....	56
4.3.	Impact sur le plan de maintenance global	61
	Conclusion.....	63
V.	Intégration du plan de maintenance de la nouvelle ligne de production	65
	Introduction	65
5.1.	Présentation de SAP :.....	65
5.1.1.	Présentation du progiciel.....	65
5.1.2.	Présentation du module SAP PM.....	66
5.1.3.	Présentation des éléments de la base de données technique	66
5.2.	Mise en œuvre de l'intégration du plan de maintenance.....	69
5.2.1.	Préliminaire.....	69
5.2.2.	Mise en œuvre des données relatives au plan de maintenance sur SAP	70
5.2.3.	Automatisation du chargement de données	71
5.3.	Définition des niveaux de stocks de sécurité des pièces de rechange	72
5.3.1.	Objectifs.....	72
5.3.2.	Collecte des données.....	72
5.3.3.	Correction du niveau de stock de sécurité	74
	Conclusion.....	75
	Conclusion générale.....	77
	Bibliographie.....	78
	Webographie	78
	Annexes.....	79
I.	Actions issues de l'analyse AMDEC	80
II.	Les étapes de la maintenance progressive.....	82
III.	Fiche SIMPTWW.....	83
IV.	Why-Why Analysis	84
V.	Visual Basic Application Script	85

Liste des figures

Figure I-1: Procter & Gamble de par le monde	5
Figure I-2: Panoplie des marques de P&G au Maroc	8
Figure I-3: Structure de P&G NWA	9
Figure I-4: Organisation des 2 usines de P&G Maroc	9
Figure I-5: Structure du département Baby Care	11
Figure I-6: Vue sommaire de la ligne de production avec les différentes zones	12
Figure I-7: Formation du corps absorbant de la couche	16
Figure I-8: Formation du Patch de la couche	16
Figure I-9: Formation des bandes latérales (unité ISPP)	17
Figure I-10: Vue éclatée d'une couche	18
Figure I-11: Interface du système de vision automatique	19
Figure II-1: Vue générale du système IWS	24
Figure II-2: Processus d'exécution d'une tâche de maintenance	26
Figure II-3: Processus de la maintenance dictée par l'opération	26
Figure III-1: Procédure de classification des équipements	33
Figure III-2: Répartition des équipements par classe	35
Figure III-3: Diagramme d'Ishikawa	37
Figure III-4: Diagramme de Pareto des durées de panne cumulées	45
Figure III-5: Evolution de la durée des pannes du Back Ear dans le site de Djedda	46
Figure III-6: Evolution de la durée des pannes du Cuff dans le site de Djedda	47
Figure IV-1: Répartition initiale de la charge de travail dans la zone 0	50
Figure IV-2: Répartition avant lissage de la charge de travail par zone de la ligne	51
Figure IV-3: Répartition de la charge de travail avant/après lissage	53
Figure IV-4: Comparaison de la charge de travail totale avant-après lissage	54
Figure IV-5: Répartition après lissage de la charge de travail par zone	55
Figure IV-6: Diagramme de Pareto des arrêts planifiés par équipement de la zone 3	57
Figure IV-7: Final Forming de la zone 3 de la ligne de production	58
Figure IV-8: Vue éclatée d'un des convoyeurs du Final Forming	59
Figure IV-9: Vue éclatée d'une des roues libres du Final Forming	60
Figure IV-10: Répartition des tâches du plan de maintenance avant optimisation	61
Figure IV-11: Répartition optimisée des tâches du plan de maintenance	62
Figure IV-12: Répartition du préventif par zone	62
Figure V-1: Aperçu de l'interface de SAP	67

Liste des tableaux

Tableau I-1: Gamme de produits de P&G	6
Tableau I-2: Usines de P&G au Maroc	7
Tableau I-3: Principales opérations effectuées dans chacune des 4 zones de la ligne.....	12
Tableau I-4: Liste des matières utilisées	13
Tableau I-5: Planning du projet	21
Tableau III-1: Analyse fonctionnelle des équipements de la zone 2	30
Tableau III-2: Méthode de classification des critères d'évaluation des équipements	32
Tableau III-3: Classification des composants de la zone 1	34
Tableau III-4: Grille d'évaluation de l'occurrence des pannes	38
Tableau III-5: Grille d'évaluation de la gravité des défaillances	39
Tableau III-6: Grille d'évaluation de la détectabilité des défaillances	40
Tableau III-7: AMDEC du processus de coupure de la bande des couches	41
Tableau III-8: Durée de panne cumulée par équipement.....	44
Tableau IV-1: Sélection des tâches non critiques de fréquence adéquate	52
Tableau IV-2: Extrait du plan de maintenance des zones de la ligne de production	54
Tableau IV-3: Durée d'arrêt planifié par équipement	56
Tableau V-1: Extrait du plan de maintenance de la 2ème ligne	69
Tableau V-2: Données relatives aux pièces interchangeables des deux lignes	73
Tableau V-3: Définition des niveaux de stock de sécurité pour les deux lignes	74

Liste des acronymes

AFNOR : Association française de normalisation
P&G : Procter & Gamble
NWA : North West Africa
GSS : Global Splicer System: système d'approvisionnement en matière première
ERP : Enterprise Resource Planning : Progiciel de gestion intégrée
FL : Functional location
IWS : Integrated work systems: Systèmes de travail intégrés
MTBF : Mean Time Between Failure : Temps moyen de bon fonctionnement
PGI : Progiciel de Gestion Intégrée
PM : Progressive maintenance : Maintenance progressive
PR : Process Reliability : Fiabilité du processus
SAP : System Application Product: Système application produit
MMR : Material Master Records
TDB : Technical Data Base : Base de données technique
OT : Ordre de Travail
TL : Task List: Liste des tâches
TPM : Total productive maintenance : Maintenance productive totale
WC : Work center: Centre de travail
WO : Work order: Ordre de travail

Introduction générale

Dans un contexte économique fortement concurrentiel, la maintenance de l'outil de production constitue un enjeu économique décisif pour les entreprises. En effet, elle n'a plus aujourd'hui comme seul objectif de remettre en état l'outil de travail mais aussi de prévoir et éviter les dysfonctionnements. Son rôle de simple service de réparation se dissipe laissant place à une entité à part entière ayant des objectifs bien définis et un mode de gestion qui lui est propre.

L'objectif majeur de la fonction « maintenance » consiste à anticiper les dysfonctionnements de l'outil de production. En effet, l'arrêt ou le fonctionnement anormal de ce dernier, et le non-respect des délais qui s'en suit, engendrent des coûts que les entreprises ne sont plus en état de supporter. Elles ne peuvent plus attendre que la panne se produise pour y remédier mais doivent désormais s'organiser pour procéder aux diverses opérations qui permettent de l'éviter. On est ainsi passé d'une « maintenance curative » à une « maintenance préventive », qui se traduit par la définition de plans d'actions et d'interventions sur l'équipement, par le remplacement de certaines pièces en voie de dégradation afin d'en limiter l'usure, le graissage ou le nettoyage régulier de certains ensembles.

Ce nouveau rôle que porte la maintenance lui impose souvent le traitement d'un grand volume d'informations. La gestion efficace de cette masse d'informations s'avère capitale pour le fonctionnement du système de production.

Face à toutes ces contraintes, la maintenance de systèmes de production mérite une attention de plus en plus grande. Concevoir des systèmes dont on exige des disponibilités opérationnelles supérieures à 85% ne peut se faire sans méthodes éprouvées ni sans données pertinentes en fiabilité et en maintenabilité.

Dans le fonctionnement réel des installations, l'exploitant est souvent confronté à un système qui présente après démarrage des écarts plus ou moins importants par rapport aux prévisions. La disponibilité sera plus basse, les défaillances seront plus nombreuses et non prévues. C'est dans ce contexte d'exploitation que la décision d'optimiser les politiques de maintenance se justifie.

Optimiser les politiques, c'est rechercher le meilleur compromis possible entre les coûts de maintenance, la disponibilité résultante et le niveau de sûreté de fonctionnement. Dans la réalité, l'optimisation se traduira par des actions sur la consistance et la fréquence d'application des tâches de maintenance. Certaines tâches seront supprimées parce qu'inadaptées, d'autres modifiées dans leur contenu, d'autre encore appliquées à des

composants et des sous-ensembles qui n'en faisaient pas l'objet. Dans le même temps, les fréquences d'application des tâches seront modifiées. Plus simple à énoncer qu'à mettre en pratique! Sans méthode pour aborder ce problème complexe, les désillusions ne seront pas loin.

Procter & Gamble, consciente de l'enjeu que représente la gestion de la maintenance au sein de ses usines, a conçu un système global intitulé IWS, inspiré de la TPM de TOYOTA et qui implique une gestion progressive de la maintenance. La gestion de la maintenance passe ainsi par plusieurs étapes jusqu'à ce qu'elle devienne très performante.

L'introduction récente du système d'information SAP vient conforter cette vision de l'entreprise. SAP permet en effet de réaliser des analyses très personnalisées tout en simplifiant la création de requêtes pour y parvenir. Il devient ainsi possible en quelques clics de faire le suivi des coûts de la maintenance selon divers critères (par équipement, par mois, etc.), de générer les demandes d'intervention ou de consulter l'historique du système de production. Cela a nettement amélioré l'organisation au niveau des systèmes de planification et d'analyse actuels au sein de P&G.

A la lumière de ce qui précède, le présent rapport sera structuré comme suit :

Le premier chapitre présentera le contexte du projet de manière générale. Nous dresserons dans le chapitre qui suit un diagnostic exhaustif du système actuel de gestion de la maintenance au sein de P&G. On explicitera ensuite la démarche logique du projet avec les résultats intermédiaires obtenus à chaque étape. Enfin, on exposera dans le dernier chapitre la manière dont les résultats obtenus seront intégrés dans le système d'information de l'entreprise afin qu'ils deviennent tangibles et exploitables pour la société.

Ce rapport dresse la synthèse d'un travail de 17 semaines effectué chez P&G dans le cadre du projet de fin d'études.

I. Contexte du projet

Introduction

Ce chapitre se propose de définir et de délimiter le contexte du projet. Il présentera d'une manière succincte l'entreprise d'accueil, son histoire et ses résultats, ensuite dans une seconde partie, il présentera le département où s'est réalisé le projet.

En dernier lieu, ce chapitre explicitera l'objectif et la finalité du projet, ainsi que la planification de ses différentes étapes.

1.1. Présentation de la société d'accueil

1.1.1. Fiche signalétique

Procter & Gamble est une multinationale spécialisée dans la production de biens de consommation. P&G opère principalement dans le secteur d'hygiène et celui des produits cosmétiques. Son siège social se situe aux Etats-Unis dans l'Etat du Cincinnati. Actuellement, le président directeur général du groupe est Robert Bob McDonald.

P&G est implanté de par le monde dans 80 pays répartis sur les cinq continents. Elle compte près de 138 000 employés. Ses résultats en 2011 sont comme suit : Chiffre d'affaire : 83,51 milliards de dollars dont 260 millions de dollars pour le Maroc), Bénéfice net : 12,07 milliards de dollars dont 19 Millions de dollars réalisé au Maroc. P&G a investi plus de 3 milliards de dollars en 2011 dans de nouveaux projets et dans la rénovation de ses sites de production. Elle a dédié à la recherche une enveloppe budgétaire de 2,23 milliards de dollars (P&G, Annual report, 2011).

Ses ventes par secteur en 2011 sont réparties comme suit : Produits de beauté : 27,8 milliards de dollars, Produits d'hygiène : 23,8 milliards de dollars, Produits de santé et de bien-être : 15,58 milliards de dollars, Soins pour bébés : 13,9 milliards de dollars, Produits alimentaires : 4,85 milliards de dollars (P&G, Annual report, 2011).

P&G veut offrir aux consommateurs du monde entier des produits de marque d'un rapport qualité/prix supérieur, afin d'améliorer leur vie quotidienne, aujourd'hui et pour les générations futures. Elle a pour slogan : « Touching lives, improving life »

1.1.2. Succinct historique de la société

Procter & Gamble (P&G) est née en 1837 à Cincinnati aux Etats-Unis de l'union de deux émigrants européens, l'Anglais William Procter, fabricant de bougies, et le savonnier

Irlandais James Gamble. La société connaît dès le début un réel succès sur le marché américain malgré une conjoncture économique peu favorable.

A partir de 1911, on assiste à une diversification de leur marché de base (le savon et les bougies) avec le lancement de plusieurs produits d'alimentation générale et de produits à base de papier.

Dès 1915, face à une demande croissante pour ses produits sur le marché américain, la société se diversifie géographiquement et fait construire ses premiers sites de production à l'extérieur de Cincinnati.

Déjà à cette époque, la société se distingue par une approche novatrice du marché des consommateurs. En effet, la part importante des recettes et du budget annuel consacrée au département de recherche et développement permet la conception et la mise sur le marché de produits répondant précisément aux besoins des consommateurs

Le lancement des premiers dentifrices contenant du fluor ainsi que les premières couches culottes pour enfants sont deux exemples très connus de produits développés par Procter & Gamble afin de satisfaire un besoin exprimé par le marché.

De même, les méthodes employées par l'entreprise pour la promotion de ses nouveaux produits font d'elle un des pionniers dans la culture du marketing consommateur. En effet, la compagnie a excellé dans l'innovation marketing et communication, comme peuvent en témoigner les si populaires miniséries, communément appelées les « soap-operas » lancées par P&G.

En 1945, Procter & Gamble (qui représente à ce moment-là près de 350 millions de \$ de chiffre d'affaires) fait les premiers pas qui la conduiront à devenir une société opérationnelle au niveau mondial, en faisant l'acquisition de Thomas Hedley & Co., Ltd., en Angleterre.

Le portefeuille de Procter & Gamble s'est continuellement élargi grâce aux acquisitions de grandes marques internationales. L'entreprise, qui au fil des années a continué à diversifier ses produits et ses marchés de consommateurs, gère aujourd'hui plus de 300 produits et marques différentes dans plus de 160 pays, desservant un marché qui se chiffre à près de 5 milliards de consommateurs et jouit d'une place parfaitement établie parmi les plus grandes marques internationales.

P&G Worldwide est composée de 5 régions comme le montre la figure I-1 ci-dessous :

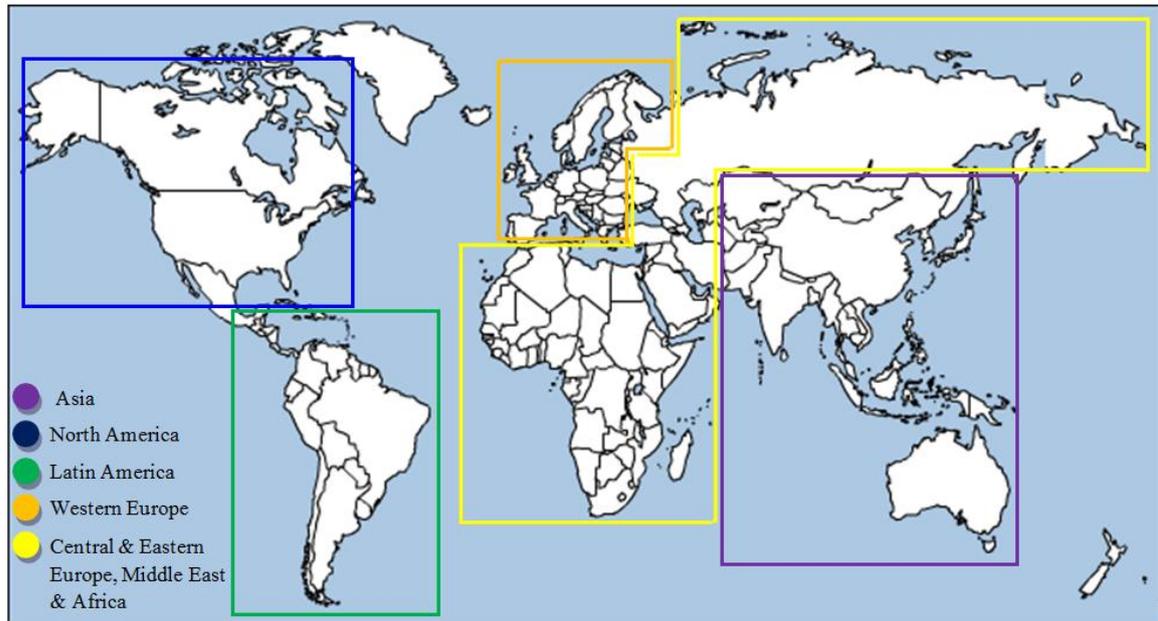


Figure I-1: Procter & Gamble de par le monde

1.1.3. Les gammes de produits

Les biens de consommations P&G couvrent les domaines du soin de linge et de la maison, du soin du Bébé, des soins capillaires, des piles, de l'hygiène Bucco-dentaire, de l'hygiène féminine, des parfums. Toutes les marques de la société sont regroupées par catégorie dans le tableau I-1 suivant:

Tableau I-1: Gamme de produits de P&G

Produits Hygiène à base de papier	
Couches bébés	Pampers , Luvs, Dotot, Prima
Protection féminine	Always, Whisper, Tampax, Care, Linidor Evax, Orkid, Ausonia
Divers	Chamin, Bounty, Tempo, Puffs, Codi Produits de Lavage et d'Entretien
Produits de Lavage et d'Entretien	
Détergents	Tide, Ariel, Bold, Bonus, Cheer, Dash, Daz, Dreft, Era, Vizir, Salvo
Eau de Javel	Ace, La Neoblanc
Liquide vaisselle	Cascade, Dawn, Fairy, Ivory Dish, Joy, Yes
Adoucissant	Bounce, Downy, Leonor, Azurit
Nettoyants de surface	Flash, Mr Propre, Viakal, Swiffer, Febreze
Cosmétiques	
Produits de beauté	Olay, Cover Girl, Ellen Betrix, Max Factor, Play, SKII, Cosmetics
Parfums/ Déodorants	Giorgio Beverly Hills, Hugo Boss, Herve Leger, Laura Biagiotti-Roma, Mossimo, Old Spice, Secret, Sure
Shampooings	Pantene, PrêtPlus, Physique, Principle, Head & Shoulders, Rejoice, Vidal Sassoon, Wash &Go, Clairol Herbal Essences
Savon	Camay, Clerasil, Safeguard, Zest, ivory Personal care Produits Pharmaceutiques
Produits pharmaceutiques	
Filtration de l'eau	PUR
Bucco-dentaire	Action 500, Blendax, Crest, Fixodent, Pepto-Bismol, Vicks (VapoRub, 44, DayQuil, sinex) , scope, Kukident
Médicaments	Actonel, Asacol Tablets, Cacit, Dantrium IV, Didrokit, Didronel, Digozine, Ditropan, Dutide H, Macrobid, Monocid, Stedidor, Ultradol, Zebeta, Ziac, Metamucil Produits Alimentaires

1.1.4. Structure de P&G

Pour comprendre le fonctionnement à travers le monde de P&G, il est utile de connaître ses structures. P&G regroupe ainsi ses activités en 4 unités, à savoir :

GBU pour Global Business Units : c'est l'unité responsable du développement des différentes marques et produits de l'entreprise.

MDO (Market Development Organizations) : c'est l'unité chargée de gérer l'activité commerciale et marketing au niveau des zones géographiques.

GBS (Global Business Services) : représente tous les services de support à l'intérieur de l'entreprise.

CP (Corporate Functions) qui représente les différents corps de métiers de l'entreprise, et qui a pour rôle de veiller à ce que la capacité fonctionnelle intégrée dans le reste de la société demeure à la fine pointe de l'industrie.

Ces 4 piliers constituent le cœur de la structure organisationnelle de P&G.

1.1.5. Présentation de P&G North West Africa

Depuis des décennies, P&G est présente au Maghreb et Moyen-Orient avec 10 sites de production et plus de 4000 employés. Le Maroc figure au niveau de la région parmi les premières implantations. P&G NWA contient les deux usines de Casablanca et Mohammedia.

Historique de P&G NWA

Au Maroc, le Groupe Procter & Gamble a été présent dès 1958 à travers sa filiale Industries Marocaines Modernes. Elle a démarré son activité avec le lancement de la marque Tide. Aujourd'hui, la compagnie est installée sur 2 sites de production, le premier d'Ain Sebâa à Casablanca, construit en 1960 et le deuxième à Mohammedia, installé en 1993. La société dispose également de plusieurs points de distribution répartis sur l'ensemble du Royaume. Depuis 2003, la filiale marocaine gère aussi le développement du groupe en Algérie.

Tableau I-2: Usines de P&G au Maroc

Usine Casablanca	Usine Mohammedia
56.000 m2, fabrication de détergents Tide, Ariel, Bonux	72.000 m2, fabrication de : ACE, Pampers

Objectifs de P&G NWA

P&G NWA aspire à faire du Maghreb une plateforme régionale de production et d'exportation. Elle compte également à moyen terme élargir son portefeuille de marque dans la région. P&G veut également assurer à ses millions de consommateurs l'accessibilité à des produits de grande qualité à un prix adéquat.

Produits de P&G NWA

P&G commercialise 12 marques au Maroc, et demeure relativement le leader avec Pampers et Always puisqu'elle occupe plus de 85% de part de marché. Cela ne peut que l'inciter à renforcer sa présence sur le marché local par de nouveaux investissements. D'ailleurs en 2001, M. Pepper le PDG de P&G à l'époque, lors d'une visite au Maroc a signé un accord d'investissement avec le gouvernement marocain pour la somme de \$ 38 millions. Des investissements qui permettent à l'entreprise d'occuper la place du leader incontestable sur le marché devant ses quelques concurrents mondiaux et nationaux.



Figure I-2: Panoplie des marques de P&G au Maroc

Environnement concurrentiel au Maroc

Les produits P&G sont doublement concurrencés au Maroc. D'une part, par des produits qui appartiennent aux filiales de grands groupes mondiaux implantés au Maroc à savoir : Unilever Maghreb (Sunsilk, Rama, Lipton), Colgate-Palmolive (principalement du shampoing, du dentifrice et du liquide pour la vaisselle) et à des entreprises marocaines (Groupe PGC, ONA Group...), et d'autre part, face à un marché informel (contrefaçon, contrebande...).

Structure de P&G NWA

La structure actuelle de P&G Maroc se présente sous forme de départements comme le montre la figure I-3 :

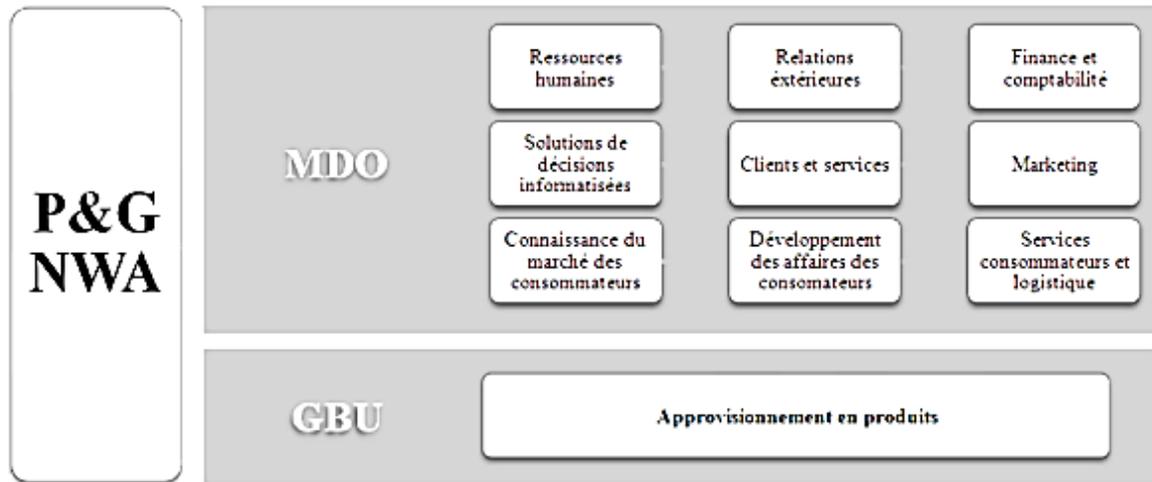


Figure I-3: Structure de P&G NWA

Organisation de l'usine

Les deux usines du Maroc sont dirigées par un seul directeur général. L'organisation pour ces deux usines est schématisée de la façon schématisée dans la figure I-4 :

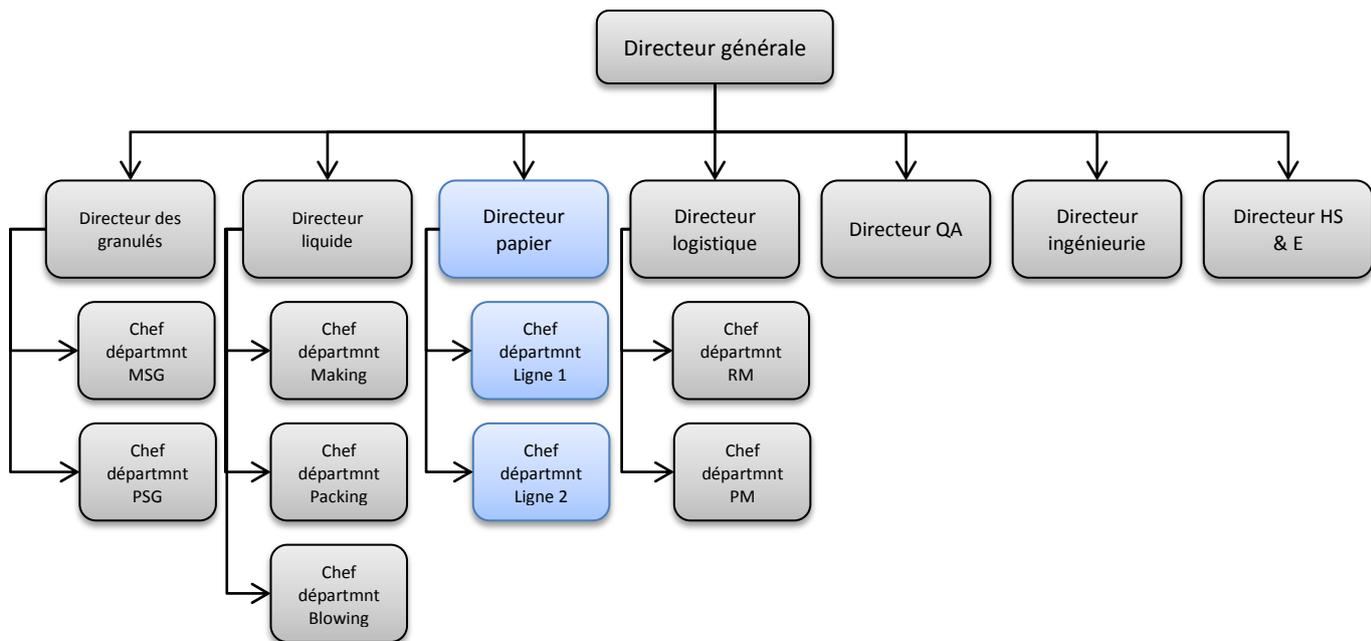


Figure I-4: Organisation des 2 usines de P&G Maroc

Notre projet s'est déroulé à l'usine de P&G de Mohammedia au département papier (Baby Care), qui a pour vocation de produire les couches pour bébés Pampers. La partie qui suit présente plus en détail la structure du département papier, ainsi que les procédés de fabrication des couches pour bébés.

1.2. Présentation du département :

1.2.1. Structure et fonction :

Le département Baby Care fait partie de l'usine de Mohammedia et a pour vocation la fabrication des couches pour bébés *Pampers*. Ces couches sont fabriquées en plusieurs tailles et emballés dans des sachets de capacité différente.

La structure du département est schématisée dans la figure I-5:

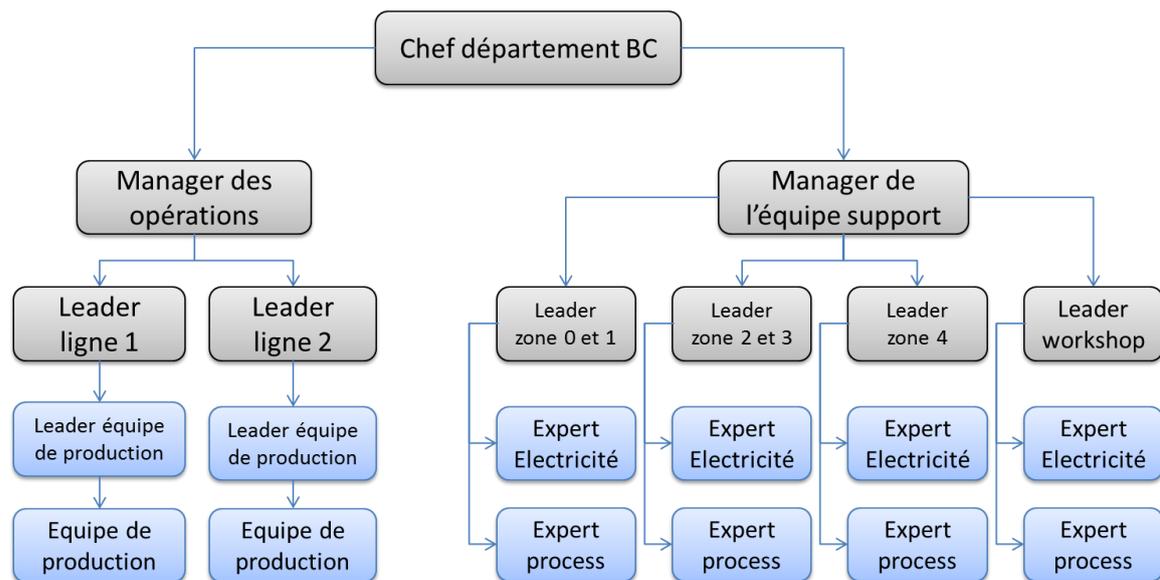


Figure I-5: Structure du département Baby Care

Etant donné que notre projet touche à l'aspect production et à la maintenance, le projet a été à la fois encadré par le manager des opérations et celui de l'équipe Support.

1.2.2. Structure de la ligne de production :

Le processus de fabrication est un processus continu où les couches passent linéairement de machine en machine jusqu'à ce qu'elles prennent leur forme finale. La ligne de production est subdivisée en 5 zones dont chacune compte un manager, deux techniciens et un opérateur.

Le figure I-6 présente une vue globale de la ligne de production avec de droite à gauche respectivement les zones 1, 2, 3 et 4 :

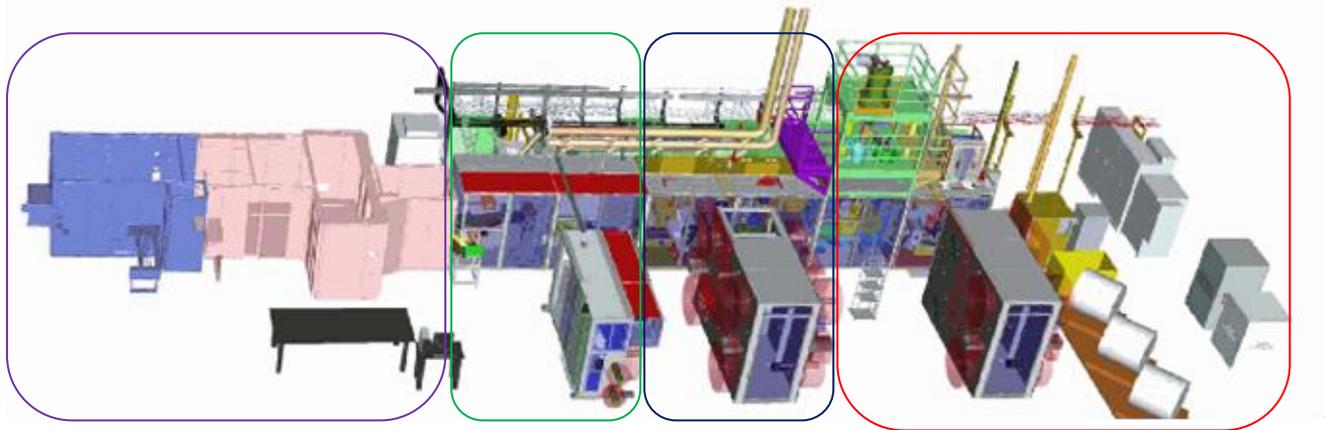


Figure I-6: Vue sommaire de la ligne de production avec les différentes zones

La ligne compte également un manager de l'ensemble de la ligne et un chef de l'équipe des opérateurs. Chaque zone de la ligne comprend plusieurs machines. Le rôle du personnel de chaque zone est de veiller au bon fonctionnement des équipements de leur zone et d'éviter les arrêts et les pannes de la ligne.

Le tableau I-3 présente un descriptif sommaire des opérations qui s'effectuent dans chacune des 5 zones :

Tableau I-3: Principales opérations effectuées dans chacune des 4 zones de la ligne

Zone	Rôle
Zone 0	Cette zone approvisionne la ligne en matières premières en poudre (AGM, CSX) Elle abrite également les systèmes de filtrage d'air qui assainissent la ligne de production de la poussière générée par les machines et les matières premières fibreuses. Cette zone contient aussi le système de climatisation et celui de protection des incendies. Elle se trouve en écart par rapport aux autres zones de la ligne.
Zone 1	Les machines de cette zone forment le cœur de la couche : il s'agit du « corps absorbant ». C'est la partie de la couche qui absorbe les fluides et les transforme en gel. Ce corps est surmonté d'un « Patch » qui permet de répartir le fluide sur toute la surface de la couche et de garder un contact sec avec la peau du bébé.
Zone 2	Plusieurs matières sont traitées et ajoutées à la couche dans cette zone. Les barrières latérales anti-fuite ainsi que la surface intérieure et extérieure de la couche sont formées puis combinées avec le corps absorbant de la couche. Des élastiques sont également insérés au sein de la couche pour ajuster la couche aux jambes du bébé et éviter les fuites.

Zone 3	Les bandes latérales ainsi que les étiquettes adhésives sont formées et additionnées à la structure de la couche dans cette zone. La bande de couche est découpée en couche individuelle pour être ensuite pliée en deux après être passée par un ensemble de convoyeurs.
Zone 4	C'est la zone où les couches sont regroupées par bloc pour être emballées avant d'être expédiées vers la distribution. Cette zone peut emballer les couches dans des sachets de contenance variable selon la demande du marché.

1.2.3. Fabrication de la couche bébé

Liste des matières utilisées

Une liste des principales matières utilisées dans le processus de fabrication des couches est illustrée dans le tableau I-4 ci-dessous :

Tableau I-4: Liste des matières utilisées

<i>Matière</i>	<i>Description</i>
<i>Cuff</i>	Cette matière joue le rôle d'une barrière anti-fuite qui renforce la protection contre les fuites d'urines et de selles. A base de fibres de propylène hydrophobe à 100%. Elle est faite de résine de polypropylène.
<i>Top sheet</i>	C'est la surface supérieure de la couche qui est en contact avec la peau du bébé. Cette matière permet aux liquides de s'écouler vers le corps absorbant de la couche. Un traitement de surface réduit la tension superficielle du tissu de la matière, et permet ainsi au liquide de passer facilement vers le corps absorbant. Le processus empêche les liquides de retourner à la surface de la couche.
<i>Acquisition Layer</i>	Aussi connue sous l'abréviation AQL, il s'agit d'une couche superposée entre le <i>Topsheet</i> et le corps absorbant. Cette matière est indispensable lorsque le matelas absorbant est très mince, comme c'est le cas pour Pampers. L'AQL permet une très bonne diffusion du liquide à travers tout le matelas absorbant et une forte réduction des fuites potentielles est ainsi obtenue.

<i>Drylap</i>	Utilisée dans la construction du corps absorbant, elle contribue à la capacité d'absorption de la couche. La capacité du CSX normale est d'environ 10 centimètres cubes d'eau par gramme lorsque la couche est libre de toute pression, mais moins de 2 centimètres cubes quand elle est soumise à pression, c'est pourquoi l'utilisation d'un matériau super absorbant est également nécessaire pour tenir le liquide sous pression à l'intérieur du matelas.
<i>CS10</i>	Ce tissu spécial différent du tissu hygiénique a une grande élasticité et une grande résistance à l'humidité ce qui justifie sa présence au sein de la couche. Ce tissu sert essentiellement de transporteur pour le matelas (le noyau absorbant des couches).
<i>Nonwoven Backsheet</i>	Utilisée comme châssis de la couche, il empêche les liquides de s'échapper de la couche et assure l'étanchéité de celle-ci. Cette matière est constituée d'un film (Polyéthylène) imperméable aux liquides, isolant le corps absorbant, et empêchant le mouillage des vêtements du bébé.
<i>Tape ou Bande de repositionnement</i>	Le Tape ou La bande de repositionnement est utilisé pour faciliter le repositionnement de de la bande latérale (Etiquette) sans déchirer le Backsheet, cette matière est faite de film de polypropylène et attachée à l'avant de la couche.
<i>Tape</i>	Fait partie du système de fermeture de la couche. C'est un système auto-agrippant qui permet l'ouverture et la fermeture de la couche plusieurs fois sans qu'elle ne soit endommagée.
<i>Élastiques</i>	Utilisés pour améliorer l'ajustement de la couche, les élastiques sont généralement faits de mousse ou en lycra. Ils sont introduits à l'intérieur du Backsheet sur les bords et permettent de donner de la tenue à la couche. Les élastiques jouent également le rôle de barrières latérales.
<i>AGM</i>	Polymère super absorbant, cette matière a la faculté de se transformer en gel dès qu'elle absorbe un liquide. Le super absorbant retient 28 fois son poids en urine. L'urine est alors emprisonnée, ce qui évite son contact avec la peau de bébé.
<i>Back Ear</i>	Matière élastique collée à l'extrémité de la couche qui permet l'ajustement de la couche

Front Ear	Matière élastique collée à l'autre extrémité de la couche et qui protège la peau du bébé des éventuelles éraflures dues au contact de l'extrémité de la couche avec la peau du bébé
Colle	La colle joue un rôle primordial dans la fabrication des couches pour bébés. Les colles sont utilisées pour coller les différents composants de la couche, comme le matelas, les matières non tissées et les élastiques. Elles sont constituées d'un mélange de résines et d'huiles. L'adhésif chaud est appliqué sous forme liquide et quand il se refroidit il fournit la force de contact nécessaire pour coller les matériaux. La colle est utilisée pour coller plusieurs éléments de la couche bébé parmi lesquels figurent les élastiques, le Topsheet, Acquisition Layer, la Bande élastique, le CS10, le Backsheet et la bande de repositionnement.

Principales étapes du processus de fabrication des couches

Les couches jetables sont produites dans un processus continu où l'ensemble des matériaux viennent se coller à la couche à l'aide de systèmes mécaniques. Le processus utilisé chez P&G permet de fabriquer jusqu'à 1000 couches par minute.

Le processus débute lorsqu'une matière dite « Pulp » de la couche est introduite dans un broyeur rotatif qui la transforme en fibres dite « Fluff ». Les fibres sont ensuite mélangées avec un super-absorbant dans un tambour rotatif.

Le mélange réalisé est appelé « corps absorbant ». Une fois le corps formé, une couche du *Tissu* est placée sur le haut, en bas ou autour du matelas. La composition obtenue est ensuite compressée à l'aide d'une unité de presse appelée « première presse », le mélange est ensuite coupé en différents morceaux de matelas. (Voir figure I-7)

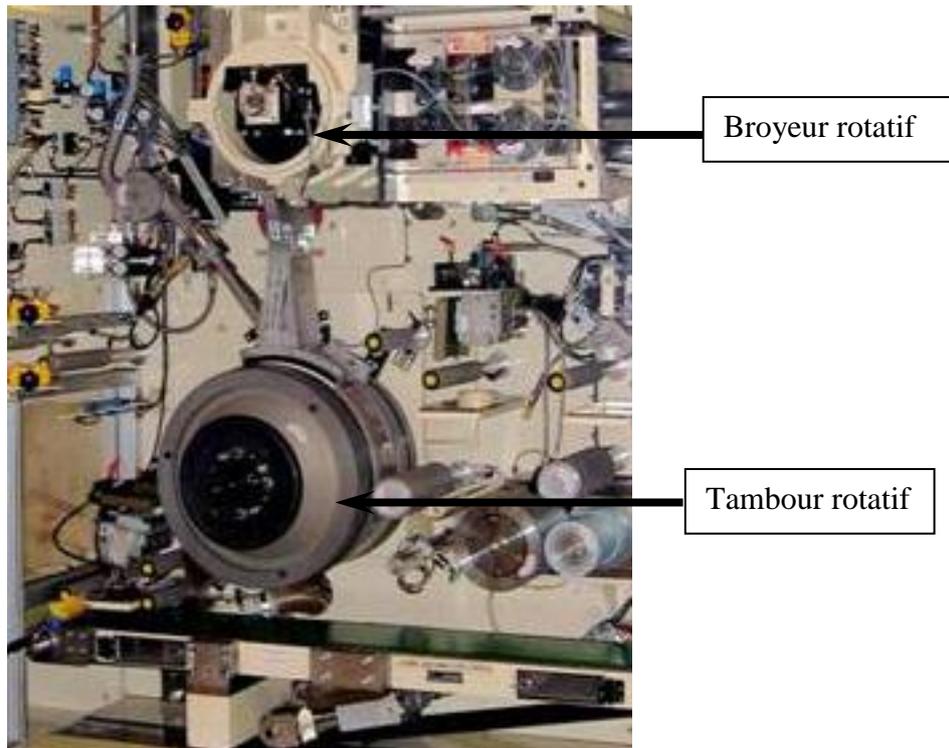


Figure I-7: Formation du corps absorbant de la couche

Dans l'étape suivante, un film de matière non tissé appelé CS10 sur lequel vient se coller l'AQL (Acquisition Layer) via le « Patch Drum » forme le Patch de la couche. Ce Patch est ensuite combiné avec le corps absorbant. (Voir figure I-8)

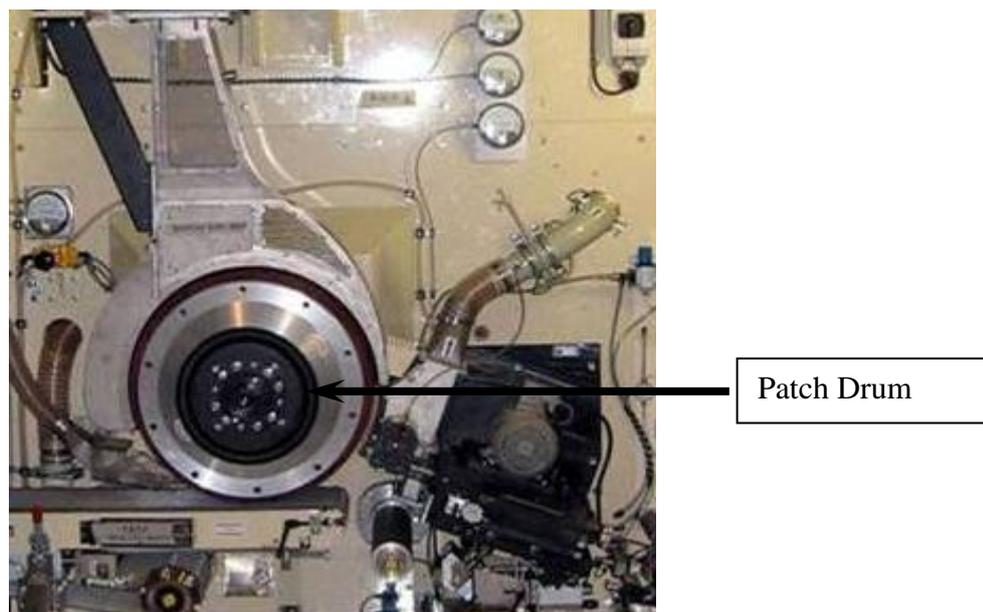


Figure I-8: Formation du Patch de la couche

Une bande de positionnement Front Ear est collée ensuite sur le film en polyéthylène du Backsheet en utilisant une unité de coupe spécialement dédiée à cette opération.

Afin de coller toutes ces matières, un système de colle à haute température est utilisé sous forme de multi-lignes ou de pulvérisation. Des *Élastiques* sont également ajoutés et collés sur les couches grâce au système de colle à chaud. Le *Topsheet* supérieur est constitué d'une matière hydrophile qui résiste à l'eau et permet d'éviter d'éventuelles fuites.

La prochaine étape du processus consiste à ajouter des bandes latérales (étiquettes adhésives). Elles adhèrent à la couche grâce à une autre unité de coupe et de compression.

Une fois les bandes ajoutées, un équipement appelé ISPP permet de découper le Back Ear selon une forme spécifiée pour le coller aux extrémités de la couche, les rejets de la coupe sont aspirés en utilisant un système d'aspiration après la coupe. La couche pour bébé est au final pliée, empilée dans un sac en plastique qui se ferme par soudure avant d'être emballé. (Voir figure I-9)

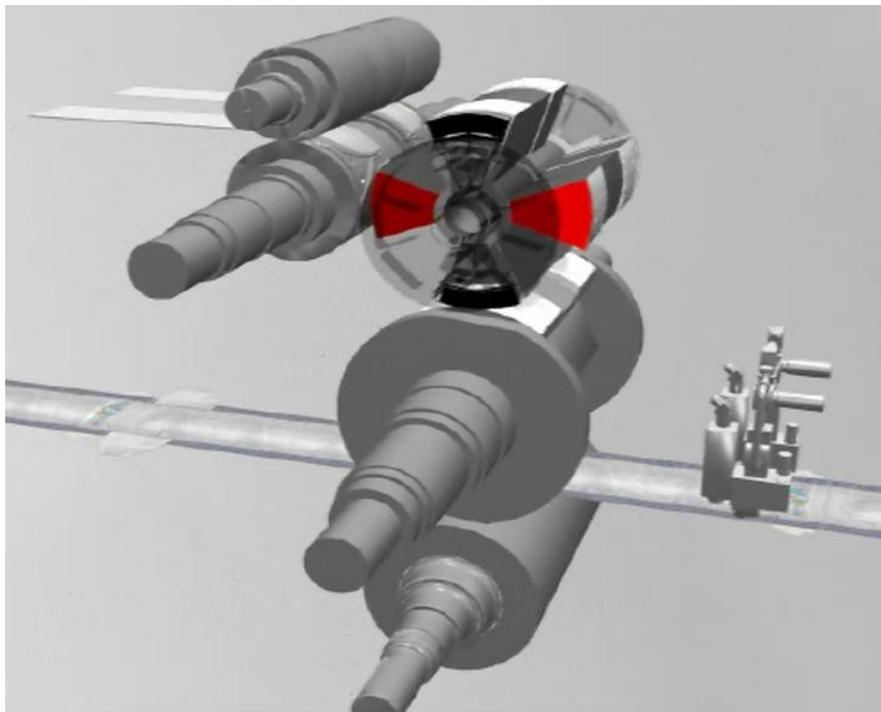


Figure I-9: Formation des bandes latérales (unité ISPP)

Un système visuel est souvent utilisé pour l'inspection automatique juste après le pliage de la couche.

La figure I-10 ci-dessous présente une vue éclatée de la couche montrant les principaux éléments constituant une couche.

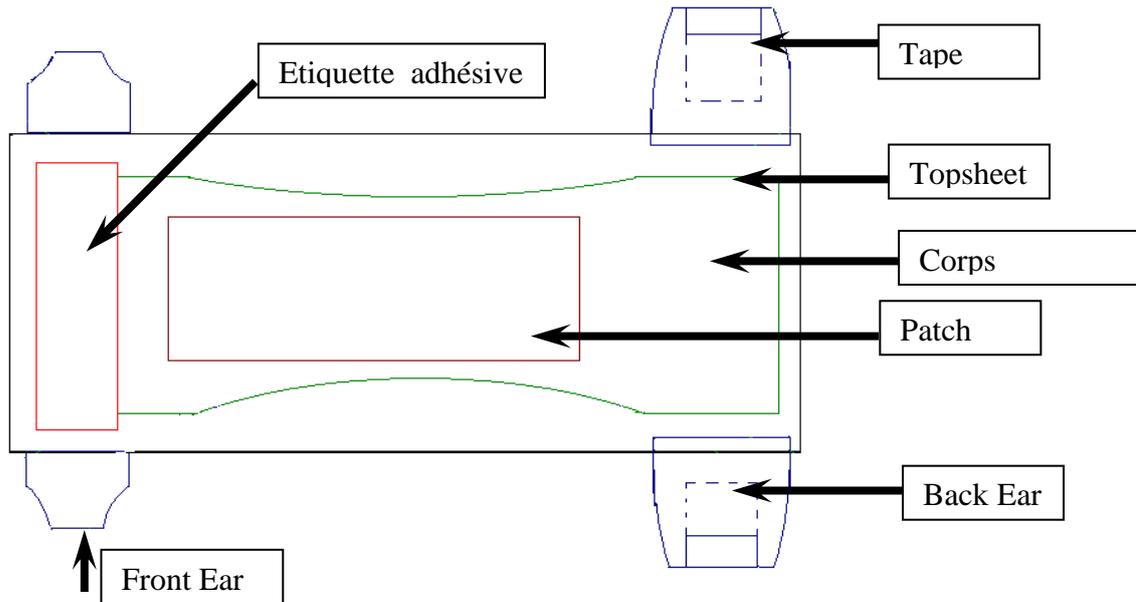


Figure I-10: Vue éclatée d'une couche

Le système de détection des couches défectueuses :

Un système de supervision automatique est incorporé au sein de la ligne de production pour détecter et éjecter les couches ne satisfaisant pas aux normes de qualité prédéfinies. Ce système est un appareil qui peut prendre des images numériques de la couche dans la machine, (voir figure I-11) l'image est une photographie numérique directe qui reflète la densité, la forme et la répartition des matières sur la couche. Ces images peuvent être prises à une vitesse très élevée, le système peut donc inspecter chaque couche individuellement lors de sa fabrication sur la ligne. Les images sont ensuite analysées et comparées à une norme prédéfinie stockée dans la mémoire du matériel.

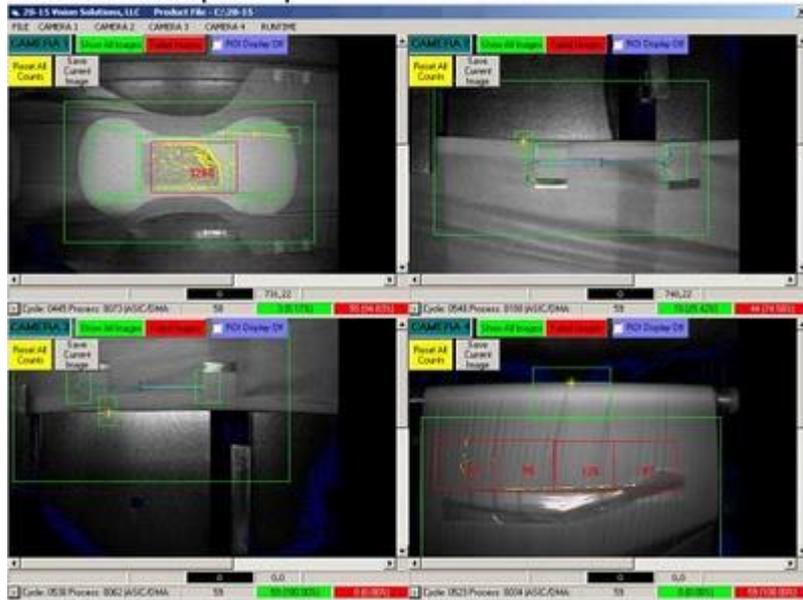


Figure I-11: Interface du système de vision automatique

Si la couche satisfait à la norme et la tolérance spécifiées, la couche est acceptée, sinon, la couche est automatiquement éjectée de la ligne de production.

1.3. Intitulé du projet

1.3.1. Contexte du projet

Le département Baby Care de l'usine Mohammedia s'apprête à accueillir une nouvelle unité de production de couches Pampers afin de faire face à la demande croissante du marché intérieur et celle du marché de l'export. L'implémentation de la nouvelle ligne nécessite l'élaboration d'un plan de maintenance qui assurera le bon fonctionnement des composants de la ligne tout au long de sa durée de vie.

Dans ce cadre, le projet consiste à élaborer un plan de maintenance exhaustif et économiquement efficient de la nouvelle ligne de production. Ce projet s'inscrit dans une stratégie globale de l'entreprise IWS (Integrated Work System), adoptée par P&G pour exceller dans le domaine de production, et plus particulièrement, il relève du pilier de la Maintenance Progressive qui vise à optimiser les équipements de production de façon à les rendre plus efficaces.

1.3.2. Finalité du projet

La création d'un plan de maintenance n'est pas en soi une tâche ardue. L'élaboration d'un plan de maintenance efficient et exhaustif pose en revanche d'intéressants défis à relever. Pour saisir toute la subtilité de cette tâche, il faut appréhender la manière dont le plan de maintenance forme la pierre angulaire de l'environnement de la maintenance dans l'entreprise. Le bien-fondé du plan de maintenance conditionne en effet le bon déroulement des autres actions de maintenance.

Mener à bien cette tâche nécessitera d'abord de se pencher sur le plan de maintenance actuel de la ligne de production déjà opérationnelle afin de le compléter et de leur rendre plus efficient. Ensuite la réalisation du projet passera par l'élaboration d'un plan de maintenance théorique de la nouvelle ligne de production tenant en compte les interactions entre les deux lignes. Les modifications et les résultats obtenus devront au final être implémentés au système d'information de l'entreprise afin qu'ils deviennent effectifs et concrets.

1.3.3. Problématique

La ligne de production actuelle est assez récente. En effet, elle n'a commencé à produire qu'à partir de novembre 2011 (à peine 6 mois de fonctionnement), ce qui rend les données issues de son historique dérisoires et peu exploitables. En effet, les arrêts de production et les pannes archivés seraient plus dus à une mauvaise manipulation des machines par les opérateurs (encore inexpérimentés) et à des défauts de jeunesse de la ligne, qu'à une faille dans le plan de maintenance de la ligne.

Cela rend la tâche d'amélioration du plan de maintenance d'autant plus ardue. En effet, celle-ci devra être basée sur une analyse fonctionnelle (et donc théorique) des nombreux composants de la ligne.

Une autre contrainte à prendre en considération est l'augmentation de la charge de travail avec l'arrivée de la nouvelle ligne. En effet, les techniciens devraient désormais faire face à une masse de travail deux fois plus importante. Il faudra donc veiller à ce que la charge de travail soit bien répartie le long de l'année afin de ne pas avoir des pics par moment qui dépassent la capacité de travail des techniciens en matière de maintenance.

1.3.4. Planning du projet

Afin de mener à bien le projet et d'optimiser ses chances de réussite, un planning a été établi durant la période sur laquelle il s'est étalé. Ce planning est illustré dans le tableau I-5 ci-dessous :

Tableau I-5: Planning du projet

Détail de chaque tâche			Février		Mars				Avril				Mai							
Tâche	Sous-tâches	Ressources	S01	S02	S03	S04	S05	S06	S07	S08	S09	S10	S11	S12	S13	S14	S15	S16	S17	S18
Onboarding	Over view Diaper construction	ABBADI																		
	Offline	Fettach																		
	Process Area 1	Samia Laghrebli & Tebbaki																		
	Process Area 2	Mehdi Saadi & El Fajri																		
	Process Area 3	Morad & Fidah																		
	Process Area 4	Zakaria Anfi & El Idrissi																		
	Workshop	Hasibi																		
	Formation Safety	El Messaouri																		
	Quality	Kacoutar																		
	PM	Mourad																		
	IWS	Fajçal																		
	Strore room	Hasibi																		
	AMDB	Samia																		
	GDS	Mehdi/Mourad																		
	Proficy	Proficy SSO																		
	SAP training	Bricha/mourad																		
	Initiation PM	Msellek/Mourad																		
Elaboration du nouveau Plan de maintenance	Découpe de la ligne en systèmes et sous-systèmes																			
	Analyse fonctionnelle des éléments																			
	Récupération documentation nécessaire: historique maintenance, plan de l'actuelle ligne, préconisations constructeur, historique Breakdown																			
	Classification des composants (AEC)																			
	Analyse fonctionnelle/AMDEC sur ces composants en commençant par la classe A																			
	Elaboration du plan de maintenance: actions issues de l'analyse AMDEC (après avoir comparé avec les actions du plan actuel)																			
	Définition des fréquences d'intervention optimales pour chaque tâche: prise en compte de le demande de production et des changeover																			
Ordonnement des tâches de maintenance: lissage de charge																				
Estimation du besoin en personnel																				
Déploiement de SAP	Développement du script VB pour le transfert du PM sur SAP																			
	Saisi de tes les données relatives au PM: BOM, TL, WC, etc.																			
Analyse et optimisation des coûts de la PM	Training operateurs ligne 2 (guide book de l'utilisation de SAP)																			
	Cartographie des coûts de maintenance: par feature, par nature (AM,PM,BD), analyse de Pareto	Meryem oudghiri (montant coût maintenance)																		
	Optimisation des coûts de la maintenance																			

Conclusion

La concrétisation du travail nécessitera une implication concrète et une coopération effective des représentants des fonctions concernées par le projet.

L'implémentation d'un plan de maintenance efficient pour les deux lignes et économiquement viable est un projet qui fait partie d'une vision plus globale : celle de la validation des phases du système IWS, d'où l'importance du projet. Une compréhension parfaite du fonctionnement de la ligne, ainsi qu'une bonne préparation sont primordiales et permettront de cerner l'ensemble des problématiques de ce projet.

II. Diagnostic du système de maintenance

Introduction

L'amélioration du système de maintenance existant passe d'abord par la compréhension de l'environnement de la maintenance à P&G et l'établissement d'un diagnostic exhaustif des pratiques actuelles de l'entreprise en la matière. Ce chapitre se propose de décrire et analyser le diagnostic de la maintenance chez P&G.

2.1. Le système IWS

Une même façon de faire pour toutes les usines de P&G : telle est la devise de l'IWS (Integrated Work System).

Tout au long des années, P&G a essayé plusieurs systèmes de gestion pour améliorer les processus de travail. L'évolution de ces systèmes au fil des changements conjoncturels s'est souvent avérée avantageuse pour l'entreprise.

IWS est une stratégie d'élaboration des facultés dont l'objectif est de réaliser des résultats à travers l'engagement total des employés et un état d'esprit véhiculé par le principe de Zéro pertes. Elle assure que tous les employés soient alignés et engagés pour délivrer les mêmes objectifs désignés par les visions stratégiques, par la pratique d'une formation continue des personnes et une utilisation optimale de leurs potentialités.

Nous allons présenter dans la partie qui suit successivement les différents systèmes qui ont menés à la création de l'IWS.

2.1.1. High Performance Work Systems

Le système de travail de haute performance est basé sur trois piliers principaux, à savoir : les valeurs des personnes, le potentiel du leadership et le pouvoir de l'organisation.

Ce système a apporté une nouvelle philosophie pour les employés de P&G, et leur a permis d'intégrer de nouvelles valeurs pendant leur travail telles que le respect des potentialités de chaque employé. Ce système a également permis d'instaurer des objectifs communs autour desquels se réunit l'ensemble des employés.

Ledit système a également permis de mettre en place les critères de sélection du personnel, d'intégration de nouvelles recrues et de l'évolution au sein la société.

L'implémentation des principes du leadership a contribué quant à elle à l'amélioration de la culture de l'organisation.

2.1.2. Total Productive Maintenance

L'approche TPM a pour grand axe directeur l'élimination de toutes les pertes. Son objectif principal est le zéro pannes, zéro pertes, zéro arrêts et zéro accidents.

Elle repose sur une démarche progressive focalisée sur le développement des facultés et sur l'engagement total des employés.

2.1.3. Process Reliability : fiabilité du processus

Ce système met en valeur le leadership, et permet de mettre en place une structure globale ainsi que des outils efficaces d'analyse de la fiabilité des processus de production. Ce système a fait ses preuves au sein des usines P&G.

Il a été déployé pour l'ensemble des usines P&G à travers le monde et a délivré différents systèmes dont la gestion de la fiabilité et l'optimisation du temps de changement de série.

La figure II-1 résume la vision du système IWS :

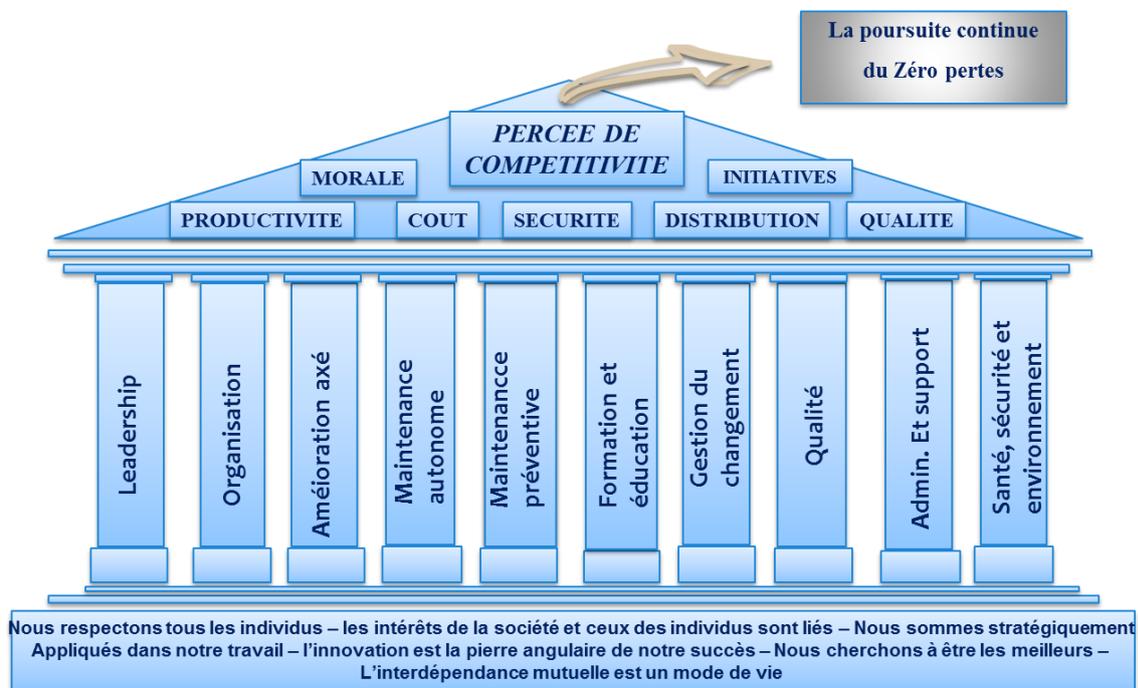


Figure II-1: Vue générale du système IWS

Chacune des trois stratégies employées séparément a généré une amélioration notable des résultats. La combinaison de ces trois stratégies a pour elle généré des résultats encore plus remarquables, ce qui a poussé P&G à mettre en place un système qui intègre l'ensemble de ces axes de travail : l'IWS (systèmes intégrés de travail) et qui est utilisé actuellement par P&G.

2.2. Pilier de la maintenance préventive

La Maintenance Préventive est l'un des piliers du système IWS adopté par P&G comme le montre la figure 2.1.

La maintenance progressive est définie par P&G comme étant l'activité méthodique et délibérée de construire et d'améliorer continuellement le système de maintenance, dont le but est d'atteindre les objectifs de la maintenance progressive, qui sont :

Permettre d'atteindre les conditions optimales des équipements et du processus d'une façon effective et efficiente en tenant compte de l'objectif de la réduction des coûts¹.

La réalisation de ces objectifs exige de maximiser la disponibilité des équipements, allonger la durée de vie technique des composantes des équipements et minimiser les coûts de maintenance.

La maintenance progressive est méthodique, car les actions sont ordonnancées de façon systématique. Ses activités suivent une succession rigoureuse commençant par les fondations basiques. Elles se développent ensuite jusqu'à atteindre des niveaux plus élaborés.

Elle est délibérée car les activités sont minutieusement considérées, étudiées et intentionnelles.

Le système de la maintenance progressive régit les principes de la pratique de la maintenance au sein de P&G. (Voir annexe II : Les étapes de la maintenance progressive)

2.3. Pratique de la maintenance à P&G

Les techniciens experts sont responsables du suivi des actions de la maintenance, corrective et préventive.

En plus des réunions hebdomadaires, des réunions mensuelles entre le manager et l'équipe du département sont tenues pour mettre en avant les défaillances majeures et ainsi établir un plan d'action en vue de les atténuer.

¹ PM guide book, P&G

Le planning normal de la maintenance est un planning annuel, qui est projeté à chaque fois sur le mois puis sur la semaine.

Pour gérer au quotidien les actions de maintenance, une réunion journalière entre le planificateur de la maintenance et les techniciens permet de prendre les mesures nécessaires (correctives) quotidiennes.

Tout ceci est soutenu par un système documentaire rigoureux qui contient les plannings, leurs projections, les ordres de travail, les confirmations de travail, les mesures des défaillances, etc.

2.3.1. Processus

Pour expliciter le système de maintenance, il faudra distinguer entre deux types d'initiateurs d'actions :

L'action est dictée par le planning explicitée dans la figure II-2.



Figure II-2: Processus d'exécution d'une tâche de maintenance

La tâche étant planifiée une à deux semaines avant l'échéancier, un ordre de travail est généré, le planificateur de la maintenance doit vérifier l'existence des pièces de rechange disponibles au niveau du stock afin de les réserver pour le jour de l'action, sinon il déclenche une demande d'achat.

L'action est dictée par la chronologie explicitée dans la figure II-3.



Figure II-3: Processus de la maintenance dictée par l'opération

L'action est identifiée sur le tas (corrective), il y a une notification du planificateur de la maintenance, puis la méthode est similaire au cas précédent.

2.3.2. Outils de suivi

Le tableau de bord de la maintenance constitue un des outils de suivi conçu afin de donner une meilleure visibilité des principaux indicateurs, parmi lesquels on trouve :

- Le rapport des actions réalisées sur les actions planifiées
- Le rapport du coût de la maintenance sur le coût de production
- Le PR : Process Reliability : fiabilité du processus

2.3.3. Système d'analyse et d'élimination des pannes

Le système d'analyse et d'élimination de pannes est un système installé dans la deuxième étape du pilier PM. Dans la troisième étape, les pannes doivent être dans un niveau minimum dû au déploiement de ce système et de l'application du système de planification de la maintenance.

A partir du 3^{ème} niveau, ce système est informatisé à travers le transfert des PM Card² vers des notifications sur SAP, permettant ainsi une gestion efficace des durées, causes, pièces concernées... etc.

Quand une panne d'équipement survient, un besoin d'urgence d'une pièce de rechange se déclenche, nécessitant la création d'un ordre de travail pour récupérer les pièces du stock. Ceci dit, cette panne doit être décrite selon le standard de la PM Card et introduite sous SAP, et selon la stratégie suivie réaliser ou non une analyse Why-Why. Voir annexe IV : Why-Why Analysis

2.4. Standardisation de la ligne

Une des vertus du projet d'implémentation de la nouvelle ligne de production est la standardisation des machines constituant la ligne de production sur tous les sites où ce projet a été implanté. Ainsi, toute ligne nouvellement implémentée est exactement identique à plusieurs autres lignes même si ces dernières n'appartiennent pas au même site de production. Opter pour une telle stratégie présente pour P&G de nombreux avantages parmi lesquels on peut citer :

- Une gestion fluide et centralisée des stocks des composants des machines puisque ces derniers sont en nombre réduit ;

² PM Card : fiche permettant de recenser les pannes une fois survenues

- La capitalisation d'expérience et des meilleures « manières de faire » pour les sites nouvellement implantés ;
- Simplification de la formation des opérateurs ;
- Maîtrise des paramètres liés à la qualité du produit ;
- Identification des gaspillages et leur suppression ;
- Elle permet également à l'entreprise de focaliser sur l'aspect sécurité des opérateurs ;

Cette stratégie permet de faire correspondre la réalité petit à petit à un idéal de performance. En effet, elle permet une production plus efficiente du point de vue de la sécurité, de la qualité, des délais et des coûts. Elle garantit à l'entreprise de se diriger vers le « vrai nord » : Satisfaction des clients (zéros défauts, 100% de valeur ajoutée) et satisfaction du personnel (sécurité physique et mentale, emploi sûr, développement des compétences).

La standardisation combinée avec l'implantation du système de gestion d'information SAP sur les sites de production permet un échange fructueux et profitable entre les diverses fonctions de production et en particulier en ce qui concerne la maintenance.

2.5. Sister-ship du site de Mohammedia

Toujours dans la même optique Maroc. L'opération de jumelage a également servi de base pour définir le plan de maintenance initiale pour le site de Mohammedia ainsi que l'ensemble des valeurs des paramètres (de pression, de distance, etc.) indispensables au bon fonctionnement de la ligne de production.

Conclusion

L'analyse des systèmes de gestion quotidienne de la maintenance à P&G permet d'avoir une idée dûtment plus claire sur le mode de fonctionnement global de la maintenance. L'optimisation des politiques de maintenance devra se faire dans le respect de ces procédures.

Le chapitre qui suit présentera la démarche logique suivie avec à chaque étape les résultats intermédiaires afin d'améliorer le plan de maintenance du département.

III. Démarches entreprises pour l'amélioration du plan de maintenance

Introduction

Selon la norme NF X 60-010, un plan de maintenance préventive « **c'est un document énonçant les modes opératoires, les ressources et la séquence des activités liés à la maintenance d'un bien** ».

Le plan de maintenance d'un bien doit permettre l'organisation de la maintenance du bien et concourir à sa réalisation. L'approche adoptée consistera d'abord à consolider le plan de maintenance de la ligne de production actuelle, ensuite d'instaurer le même plan de maintenance pour la nouvelle ligne en tenant compte de la spécificité de chaque ligne et des interactions entre les deux lignes.

Ce chapitre se propose de décrire les différentes étapes qui ont permis de consolider et d'améliorer le plan de maintenance actuel.

3.1. Décomposition fonctionnelle de la ligne de production

3.1.1. Objectifs

L'objectif de cette étape est de définir la liste des systèmes qui composent le procédé. Les résultats de cette étape consistent à faire un inventaire exhaustif de tous les systèmes, qu'ils soient retenus ou non ultérieurement pour faire l'objet d'une maintenance préventive.

3.1.2. Méthodes et outils pour la réalisation de l'étape

La première phase consistait à découper la ligne de production en unités maniables. En effet, la ligne compte plusieurs centaines de milliers de pièces. Tout l'art de cette étape se résume alors à décomposer les systèmes de manière suffisamment scrupuleuse afin d'identifier tous les systèmes qui contribuent à réaliser la fonction principale de l'équipement, en veillant néanmoins à ce que la décomposition ne soit pas trop détaillée afin que le nombre de sous-équipements recensé à posteriori soit gérable.

Une fois la décomposition la plus adaptée à la ligne de production effectuée, on définit la fonction principale de chaque sous-système ainsi que les caractéristiques des pièces qui le composent.

3.1.3. Résultats

La synthèse du travail pour les équipements de la zone 2 est présentée dans le tableau III-1:

Tableau III-1: Analyse fonctionnelle des équipements de la zone 2

Système	Sous-système	Fonction principale	Caractéristiques
Cuff	Cuff 90° turn bar	Permet au cuff provenant du GSS de tourner de 90° et devenir parallèle à la ligne de production	Barre de Teflon revêtue positionnée à 45° par rapport à la plaque arrière des convertisseurs
	Cuff Web guide before Slitter	Aligne le Cuff le long de la ligne centrale en amont de la découpeuse pour produire deux moitiés parfaitement symétriques	Table de direction de la bande et un système de senseurs
	Cuff Slitter	Coupe la bande du Cuff en deux bandes ayant la moitié de la largeur de la bande originale	Disque métallique tranchant tournant à très grande vitesse
	Cuff OS & DS canted rolls	Permet à l'opérateur d'aligner chacune des 2 bandes	Assemblage pour une direction manuelle
	Folding boards (OS & DS)	Plie le bord interne de chaque bande pour produire une enveloppe autour des élastiques	Assemblage composé de plan statiques inclinés
	2 Roll CPW Unit	Lie de manière continue le bord de la bande pour fermer l'enveloppe formée autour des élastiques.	Unité de soudage à froid par compression via une enclume cylindrique et une série de couteaux uniformément espacés
	3 Roll CPW Unit	Lie de manière continue le bord extérieur des 2 bandes avec le Topsheet, et de manière intermittente le bord intérieur du Cuff	Unité de soudage à froid par compression via une enclume cylindrique et une série d'inserts uniformément espacés
Chassis Combining	Upper Platen Roll	Permet d'ajuster la bande du châssis de la couche	Arbre permettant l'ajustage du châssis
	Front Ear Rails	Empêche le bourrage du Front Ear	Composés de rails supérieurs et d'une plaque de fond
	PBR	Combine le Backsheet avec le Topsheet	Composée d'un rouleau supérieur et d'une enclume
	End Bond unit	Façonne l'End bond pour éviter les fuites	Composé d'une enclume et des rouleaux dits Pattern
OETO	Unwind Stand	Sert de support aux équipements	Support de la structure
	Drive Plate	Fait tourner les arbres moteurs	Plaque fixe
	Junction Boxes	Contrôle la communication via le système Control Net et les senseurs	Contrôleurs des moteurs, Circuit de coupure
	Load Cells	Alerte l'opérateur en cas de rupture des élastiques	Senseur de pression
	Unwind Motor	Accélère pour diminuer la tension et décélère pour augmenter la tension mesurée par le Load cells.	Moteur 24 V DC

3.2. Classification des équipements de la ligne de production

3.2.1. Objectifs

Cette étape a pour but de classer les équipements de production par ordre de priorité. Une approche multicritère est adoptée par P&G pour classer ses équipements. Une famille de critères est proposée et une approche de sur-classement de synthèse est utilisée pour effectuer le classement. Les résultats obtenus permettent aisément de dégager un lot de machines jugées stratégiques pour la maintenance.

Outre le classement obtenu, les résultats issus de cette étape permettent de mieux gérer le risque lié aux délais serrés de notre projet. En effet, étant donné le grand nombre de machines à analyser, la classification permettra d'identifier les 20 % des équipements dont l'analyse permettra de dégager la plus grande part de bénéfice pour l'entreprise selon la loi de Pareto.

3.2.2. Méthodologie

La classification consiste à noter 5 critères liés au fonctionnement de l'équipement et à son impact sur le produit et sur le personnel. Il s'agit de la sûreté de l'équipement, son impact sur la qualité, sa disponibilité, sa fréquence de pannes et sa maintenabilité.

La classification de la sûreté renvoie au risque sur la santé du personnel qui opère sur l'équipement. Le critère de la qualité est plus lié aux défauts de qualité qui peuvent être causés par l'équipement. La disponibilité reflète l'impact d'un arrêt de la machine sur les autres équipements. Le critère de fréquence des pannes est directement lié à la MTBF. La maintenabilité dépend à la fois du coût et de la durée de réparation de l'équipement.

Chaque critère est classé A, B ou C. A lorsque l'impact du critère est important et C lorsque l'impact est inexistant ou négligeable (P&G, PM guide book, 2010).

La méthodologie de classification des 5 critères est présentée dans le tableau III-2 :

Tableau III-2: Méthode de classification des critères d'évaluation des équipements

Critères évalués	Standards d'évaluation		
	A	B	C
Sécurité	Risque d'explosion ou danger de mort	Risque de blessure ou de santé publique	Pas d'impact
Qualité	Risque élevé sur la performance du produit ou récent QI associé à l'équipement	Les pannes causent des défauts PPM ou des quality failures	Pas d'impact
Disponibilité	Production où une panne causerait l'arrêt de la ligne	Production où une panne causerait l'arrêt de l'équipement seulement	Production où une panne ne causerait pas l'arrêt de l'équipement
Fréquence des Pannes	MTBF < 500 hrs	MTBF entre 500 et 2000 hrs	MTBF > 2000 hrs
Coût	Temps de réparation > 4hrs	Temps de réparation > 2 hrs	Temps de réparation < 2 hrs
	Coût de réparation > 3000\$/an	Coût de réparation > 1000\$/an	Coût de réparation < 1000\$/an

Ensuite la classification globale de l'équipement est fonction de l'importance accordée à chacun des 5 critères. Elle reflète la vision de l'entreprise qui accorde une attention particulière à la sécurité de ses employés et à la qualité du produit final.

La procédure de classification est présentée sur la figure III-1 :

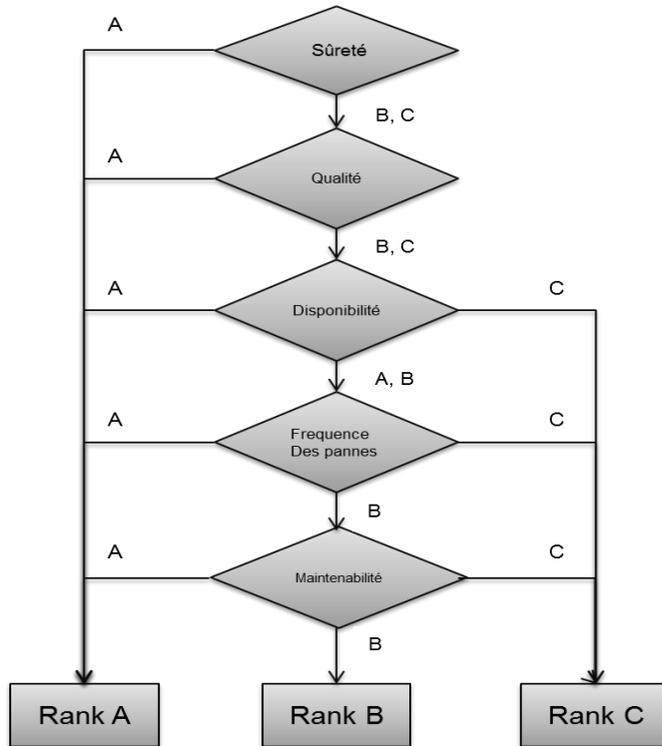


Figure III-1: Procédure de classification des équipements

3.2.3. Résultats

Les équipements de chaque zone ont été classés avec le soutien des techniciens et des managers de chacune des 5 zones. La synthèse des résultats de cette étape pour les équipements de la zone est présentée dans le tableau III-3 :

Tableau III-3: Classification des composants de la zone 1

Système	Sous-système	Classement	Sûreté	Qualité	Disponibilité	Fréquence des pannes	Maintenabilité
AQP	Matformer	A	A	B	A	C	C
	Garnet roll	A	A	B	A	C	C
	Air felt chute	C	B	B	A	C	C
	Patch drum	C	B	B	A	C	C
	Lay-down conveyor	C	B	B	A	B	C
	Scarfiging roll	C	B	B	A	C	C
	Patch Knife	C	B	B	A	C	C
	Patch spacing conveyor	B	B	B	A	B	B
	Transfer roll	C	C	B	A	C	C
	Glue system	C	B	B	B	C	C
On line AGM delivery	Receiver	A	A	A	A	C	B
	Acrisson	A	A	A	A	C	B
Dry lap	Dry Lap Feed Wedge	C	B	B	A	C	B
	Dry Lap Rotor	C	B	B	A	C	C
	Air felt chute	C	B	B	A	C	C
	Core Forming Drum	A	B	A	A	C	C
	AGM Pulsing Unit	A	A	A	A	C	C
	ES/SS glue	A	B	A	B	C	C
	Core conveyor	C	B	B	A	C	C
Core Forming	Calander Belts	C	B	B	A	B	C
	IK Infeed	C	B	B	A	B	C
	Initial knife Unit	B	B	B	A	B	B
	skybar	C	C	B	A	C	C

La classification de l'ensemble des équipements de la ligne nous a permis de lister les équipements critiques qui méritent une attention particulière. La répartition de ces équipements parmi l'ensemble des équipements de la ligne est présentée dans la figure III-2 :

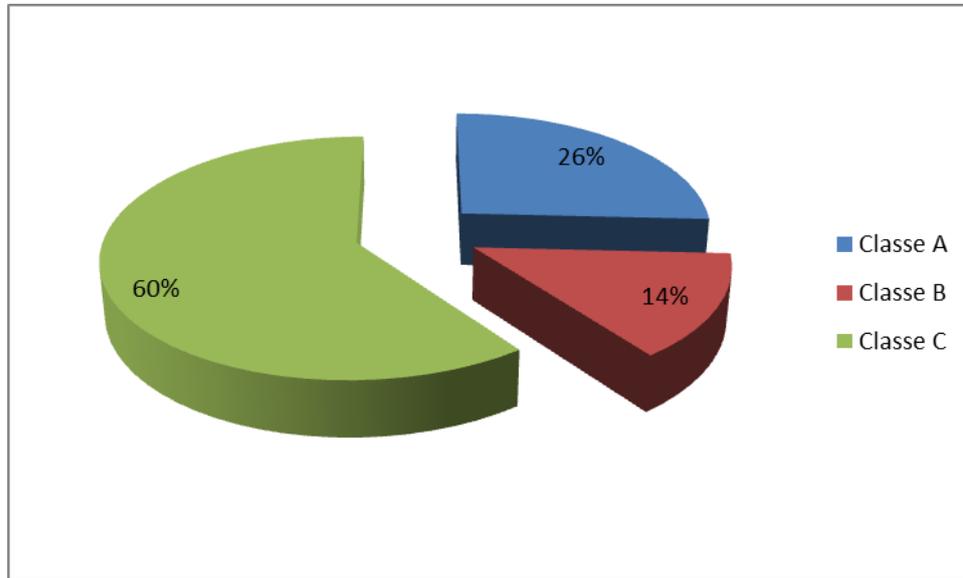


Figure III-2: Répartition des équipements par classe

3.3. Analyse AMDEC

3.3.1. Définition et objectifs

L'AMDEC ou Analyse des Modes de Défaillance de leurs Effets et de leur Criticité consiste à identifier les dysfonctionnements possibles des différentes parties d'un système et à estimer les conséquences de leur survenue. Cette estimation est mesurée par un indicateur de criticité. Il s'agit d'une technique d'analyse inductive et systématique des défaillances des systèmes, faisant appel aux compétences pluridisciplinaires d'un groupe de travail. La méthode a pour objectif principal de repérer les dysfonctionnements graves et d'en corriger les causes avant même qu'ils puissent se produire (MLIHA, 2012).

3.3.2. Cheminement

A l'instar de la classification, l'AMDEC est fondée sur l'humanisation des données puisque c'est un groupe de travail qui détermine les valeurs numériques de l'étude. De ce fait, la définition du groupe de travail est fondamentale dans l'AMDEC. Cette caractéristique permet de favoriser les échanges entre les différents acteurs du projet et

d'en exploiter leurs connaissances diverses. Le choix des participants est essentiel au bon déroulement de l'AMDEC. Pour ce faire, notre groupe de travail sera composé des techniciens responsables de la machine, du manager de la zone ainsi que des opérateurs sur la ligne.

Une fois l'équipe de travail déterminée, la phase suivante consiste à recenser pour chaque sous-système des équipements retenus pour le mode de défaillance, la cause de défaillance, son effet sur l'équipement, ensuite d'évaluer la criticité de la défaillance (qui est fonction de l'occurrence de la défaillance, sa gravité et sa détectabilité). La phase finale consiste à expliciter des actions censées prévenir l'apparition de ces défaillances.

Nous allons dans ce qui suit détailler chacune des phases de l'AMDEC.

Recensement des modes de défaillance

Le mode de défaillance est le caractère perceptible ou observable de la défaillance, c'est-à-dire le symptôme. Il correspond à la perte ou à la dégradation d'une fonction, ou à un écart par rapport à une spécification. Le recensement des différents modes de défaillance doit être aussi complet que possible, et comprendre tous les modes de défaillance plausibles et potentiels de l'entité analysée, ce qui justifie encore une fois l'intérêt de former une équipe multidisciplinaire compétente et expérimentée.

Recherche des causes de défaillance

La cause de défaillance est la circonstance (ou événement) à l'origine de la défaillance et liée à l'installation. Il n'est pas possible, lors de cette phase, d'obtenir une liste exhaustive des causes de défaillance. Une technique efficace consiste à utiliser un outil de travail de groupe bien connu : le diagramme d'Ishikawa ou arête de poisson (voir figure III-3). On effectue un diagramme par mode de défaillance et on cherche à grouper sur ce diagramme les causes interdépendantes de façon arborescente. Une autre analyse consiste à utiliser des listes d'analyse du risque, non exhaustives, servant d'aide-mémoire au responsable pour passer en revue les causes connues de dysfonctionnement.

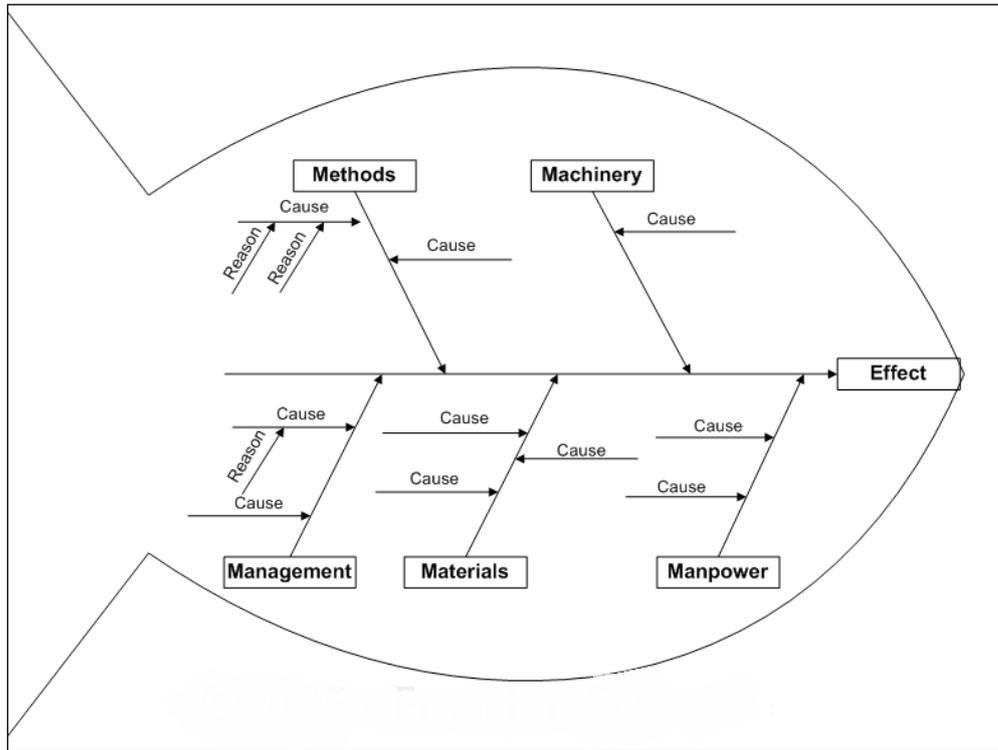


Figure III-3:Diagramme d'Ishikawa

Etude des effets

L'effet est la conséquence de la défaillance sur les personnes (problèmes de sécurité) et sur l'installation (dégradation de l'installation ou du processus). On peut distinguer l'effet local sur le composant et l'effet global sur l'installation. Chaque mode provoque un effet sur la fonction, sur le niveau supérieur, sur l'étape suivante ou sur les systèmes environnants. Certains experts en maintenance définissent l'effet comme « ce que pourrait remarquer l'opérateur en supposant que la défaillance intervienne ».

Estimation des facteurs de fréquence, de gravité et détectabilité

Il s'agit maintenant de quantifier les risques. Pour cela, la méthode AMDEC définit des critères de quantification auxquels une note va être attribuée. Sont utilisés en général :

- *La fréquence d'apparition* ou « *occurrence* » : c'est la probabilité pour que la cause de la défaillance se produise et qu'elle entraîne le mode de défaillance concerné ;

La grille d'évaluation de l'occurrence est présentée dans le tableau III-4 ci-dessous :

Tableau III-4: Grille d'évaluation de l'occurrence des pannes

Si la défaillance	Alors sa catégorie est	Et la note est
Présente une possibilité d'occurrence théorique très faible ou que ce type de panne n'a pas eu lieu précédemment dans des modèles similaires	Très faible	1
A été la cause de pannes de faibles fréquences dans des modèles précédents	Faible	2, 3
Provoque un taux de défaillance modéré (une panne qui a eu lieu dans le passé, mais pas souvent)	Modéré	4, 5, 6
A souvent eu lieu dans le passé avec des conceptions similaires.	Elevé	7, 8, 9
Se produit fréquemment	Très élevé	10

- *La gravité* ou *sévérité* : c'est la gravité des effets de la défaillance sur les personnes et/ou sur l'installation ;

La grille d'évaluation de la gravité est présentée dans le tableau III-5 ci-dessous :

Tableau III-5: Grille d'évaluation de la gravité des défaillances

Si la défaillance	Alors sa catégorie est	Et la note est
n'a pas d'effet réel sur la performance du système	Négligeable	1
Provoque une gêne due à une légère détérioration de la performance du processus	Faible	2, 3
Provoque une certaine insatisfaction de la clientèle, une certaine détérioration dans le processus; une perte économique peut être connue ou peut causer des réparations imprévues, un ré usinage et / ou des dégâts matériels.	Modéré	4, 5, 6
Provoque l'arrêt prolongé du fonctionnement du processus sans induire pour autant de problèmes de sécurité. (Peut perturber gravement les opérations de traitement ultérieures. Des pertes économiques importantes peuvent être recensées)	Elevé	7, 8
Provoque un événement qui peut potentiellement représenter un danger pour la sécurité du personnel	Très élevé	9, 10

- *Le risque de non détection*, appelé souvent et paradoxalement *déteçtabilité*: c'est la probabilité que la cause et le mode étant apparus, la défaillance atteigne l'utilisateur. En ce qui concerne la notation, plus le risque est grand de ne pas détecter la défaillance, plus la note sera forte. Il en est de même pour la fréquence et la gravité. Contrairement à la classification, cette évaluation porte sur les défaillances et non sur l'équipement en entier comme c'était le cas pour l'étape de classification des équipements.

La grille d'évaluation de la détectabilité est présentée dans le tableau III-6 ci-dessous :

Tableau III-6: Grille d'évaluation de la détectabilité des défaillances

Si la défaillance	Alors sa catégorie est	Et la note est
Sera toujours détectée par les systèmes de contrôle, par exemple, s'il y a un système de détection automatique en place et le système de détection lui-même a un faible taux de panne.	Très haute	1
Sera souvent détectée par les systèmes de contrôle	Haute	2, 3
Pourrait être détectée par les systèmes de contrôle utilisés	Modéré	
Ne va probablement pas être détectée par le système de contrôle	faible	4, 5, 6
N'est pas censée être détectée par le système de contrôle	Très faible	7, 8
Il n'y a pas de système de contrôle pour détecter la défaillance	Pas de détection	9, 10

En pratique, nous avons estimés chacun de ces critères à l'aide de grilles présentées précédemment. Tous ces critères vont maintenant servir à définir la criticité.

Détermination de la criticité

La criticité est la résultante des risques étudiés ci-dessus. Elle est déterminée par le produit : $C = F \times G \times ND$

Cet indice est parfois nommé RPN (nombre de risque). Il permet d'établir une hiérarchie des risques : plus l'indice de criticité est grand, plus le risque lié aux défaillances est élevé.

Dans notre cas (système à 10 niveaux), la criticité peut évoluer de 1 à 1000. On peut alors choisir de ne traiter que les criticités supérieures à un certain seuil défini au préalable.

Plan d'action

Suite à cette analyse, des actions préventives ou correctives sont dressées, le but étant de supprimer les causes des défaillances. De plus, comme les priorités sont directement définies par l'indice de criticité, on peut alors agir sur la fréquence, la gravité et la non détection, pour diminuer la criticité, l'essentiel des actions portera sur la prévention des défaillances et la diminution de la fréquence.

3.3.3. Résultats : Exemple d'application

Cette analyse a été menée sur les équipements classés A, parmi lesquelles figurent les unités de coupe des bandes des couches.

L'analyse AMDEC menée sur le processus de coupe de la bande des couches est présentée dans le tableau III-7 ci-dessous :

Tableau III-7: AMDEC du processus de coupure de la bande des couches

Système	Fonction	Mode de défaillance	Cause	Effet	S	O	D	RPN	Action corrective
Final knife Unit	Cutting web into individual pads	Usure du Die roll	Durée de fonctionnement prolongée ou coupure effectuée sur une matière dure	Coupure incorrecte de la bande, bourrage de la bande	8	4	3	96	Augmenter la pression de l'air ou changer l'enclume
		Usure du rouleau de l'enclume	Durée de fonctionnement prolongée ou pression trop élevée	Coupure difficile, dérapage de la bande	7	5	3	105	Changer ou remettre en état l'enclume
		Pression de l'air trop faible	N'est pas paramétrée à la norme prédéfinie	Coupure difficile, dérapage de la bande	6	6	1	36	Augmenter progressivement la pression
Convoyeur en amont du Final Knife unit	Transfer pad into F/K unit	Désalignement du convoyeur	Tapis usé ou fixation mal faite	La bande ne peut pas être transférée à l'unité FK	5	5	2	50	Changer le tapis du convoyeur ou réajuster la fixation
		Glissement de la bande sur le convoyeur	Tapis usé ou roulements usés	Vitesse de transfert de la couche est différente de la norme	5	5	3	75	Changer le tapis ou les roulements du convoyeurs

3.3.4. Perspectives de l'AMDEC

Dans un premier temps, l'AMDEC nous a permis de faire ressortir les points faibles de chaque équipement. A partir de ces données, nous avons déterminé des actions correctives à mettre en œuvre afin de réduire les criticités des points les plus importants.

Mais au-delà de ces aspects, l'AMDEC ne doit pas être arrêtée. En effet, cette analyse ne représente qu'une « Photographie » de la ligne à l'instant où on l'a menée. L'AMDEC doit constamment être challengée afin de revoir sa pertinence. Il s'agit de poursuivre la démarche en utilisant la méthode PDCA (Zwingelstein, 2002).

Ce travail implique donc une perpétuelle remise en cause de l'existant et un suivi rigoureux d'un point de vue plan d'action / impact des plans d'action.

3.4. Data mining des autres sites de production

3.4.1. Objectifs

L'exploration de données, connue aussi sous l'expression de data mining, a pour objet l'extraction d'un savoir ou d'une connaissance à partir de grandes quantités de données, par des méthodes automatiques ou semi-automatiques.

L'utilisation industrielle ou opérationnelle de ce savoir dans le monde professionnel permet d'établir des corrélations entre différentes variables en « torturant l'information disponible jusqu'à ce qu'elle avoue » (BERRADO, 2012).

Dans le domaine de la maintenance, le data mining permettra à notre site de capitaliser sur l'expérience des autres sites en profitant de la standardisation qui caractérise les sites de production de P&G. En effet, plusieurs sites de production de P&G possèdent des lignes de production similaires à celles du site de Mohammedia. Le data mining permettra de collecter les données de base pour prédire le comportement des équipements dans le futur, il permettra ainsi de revoir le plan de maintenance afin d'anticiper les éventuelles défaillances qui surviendront avec le temps.

L'utilisation du Progiciel SAP dans l'ensemble des sites de production de P&G facilite l'accès aux données des autres sites et permet ainsi un échange d'expérience fructueux profitable entre les diverses fonctions de production et en particulier en ce qui concerne la maintenance.

3.4.2. Hypothèses

Etant donné la standardisation dont bénéficient les lignes de production de Pampers entre les différents sites de P&G, on supposera dans ce qui suit que les arrêts de production non planifiés dus à des pannes sont une conséquence directe du temps de fonctionnement de la ligne. En effet, P&G se procure tous ses équipements à partir d'un même fournisseur et forme son personnel sur le tas. Ceci permet aux opérateurs de s'adapter aux spécificités des équipements et de se familiariser avec leurs commandes. On ne tiendra pas compte de l'éventuelle dégradation que peut subir les équipements à cause des longues heures de transport maritime (effet de l'humidité, souillure, détérioration, etc.)

Cela revient à dire que le comportement des équipements de notre ligne de production sera exactement similaire à celui d'une autre ligne lorsque celle-ci avait le même âge.

Cette supposition va nous permettre de prédire le comportement de nos équipements dans les mois à venir à partir de l'historique issu des autres lignes de production.

3.4.3. Recensement des pannes de la ligne

Nous allons commencer d'abord par lister l'ensemble des équipements responsables des arrêts de production par ordre d'importance. On utilisera pour cela un diagramme de Pareto.

Sur les 3 mois de fonctionnement que compte notre ligne de production, on classe par ordre décroissant de durée d'arrêt des équipements. On réalise ensuite le cumul des durées d'arrêt par équipement, de façon à faire apparaître en premier les équipements causant le plus d'arrêt de production

Les résultats de ce recensement sont présentés dans le tableau III-8 suivant :

Tableau III-8: Durée de panne cumulée par équipement

Equipements	Part	Cumul durée des pannes	Pourcentage cumulé
536 - BACK EAR	19%	1176,4	19%
811 – BAGGER	16%	2151,9	35%
661 - STACKER LITE	9%	2692,6	44%
023 - ACQUISITION PATCH	7%	3112,4	51%
173 - CORE FORMING	6%	3456	57%
464 – FASTENER	5%	3765,1	62%
388 - CHASSIS COMBINING	5%	4053,7	67%
218 – CUFF	4%	4279,5	71%
632 - FINAL FORMING	3%	4475,5	74%
349 - BACKSHEET LAMINATION UNWIND	3%	4670	77%
341 - FRONT EAR	3%	4854,7	80%
299 - LANDING ZONE	3%	5014,8	83%
070 - BALE OPENER	3%	5170,7	85%
103 - POWER - INCOMING	3%	5324,6	88%
996 - ORGANISATION	2%	5474,5	90%
526 - BACK EAR UNWIND	1%	5550,3	92%
388-CHASSIS COMBINING	1%	5610,1	93%
014 - ACQUISITION LAYER UNWIND	1%	5668,2	93%
050 - DUSTING LAYER UNWIND	1%	5725,3	94%
242 - TOPSHEET UNWIND	1%	5773,8	95%
037 - CORE COVER UNWIND	1%	5819,6	96%
651 - ADP POWER PANEL	1%	5863,2	97%
061 - ON-LINE AGM DELIVERY	1%	5904,6	97%
228 - CUFF UNWIND	0%	5934,4	98%
073 - FIRE PROTECTION CONTROL PANEL	0%	5962,1	98%
326 - FRONT EAR UNWIND	0%	5988,7	99%
113 - DRYLAP	0%	6009	99%
998 - INDUCED STOPS	0%	6027,8	99%
349 - BLU	0%	6044,9	100%
731 - HOT MELT 5 M2 CHASSIS #2	0%	6056,2	100%
718 - HOT MELT GLUE #2	0%	6061,4	100%
091 - AIR COMPRESSORS	0%	6062,9	100%

Le diagramme de Pareto construit à partir de ces données est présenté dans le graphe figure III-4 suivant :

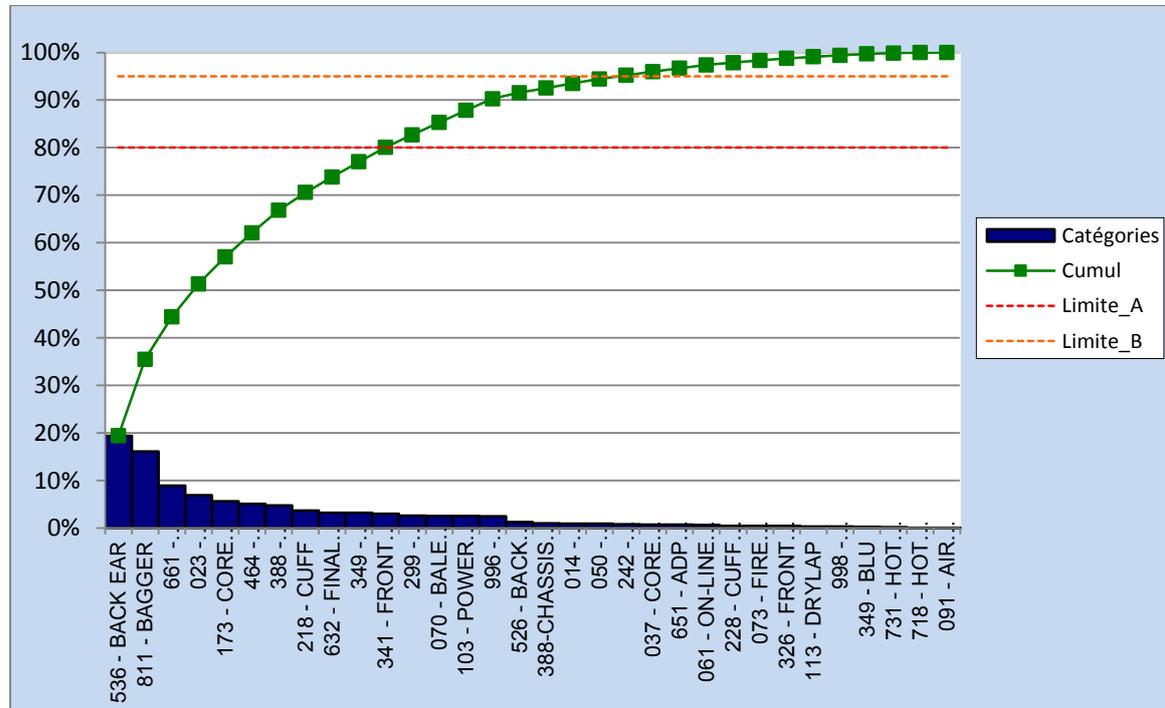


Figure III-4: Diagramme de Pareto des durées de panne cumulées

Les limites A et B désignent respectivement la limite de 80% et 95% de la durée totale d'arrêt qu'a enregistrée la ligne de production.

Analyse des résultats

Dans notre cas, on recense 11 équipements responsables de 80% des arrêts de la ligne. En se concentrant sur ces 11 équipements, on va toucher 80% du problème. On va ainsi minimiser les plans d'action sur lesquels travailler, tout en maximisant leurs impacts sur le profit de l'entreprise.

3.4.4. Exploitation des résultats du data mining

Nous nous sommes basés sur les données de l'historique du site de Djedda en Arabie Saoudite dont la ligne de production a été jumelée avec celle du site de Mohammedia.

Cette ligne recense près d'une année de fonctionnement contre seulement 3 mois pour notre site. En analysant son historique, on va pouvoir prédire le comportement de nos équipements dans les mois à venir.

Nous allons expliciter dans ce qui suit l'utilisation de ces données pour deux équipements à savoir le Back Ear et le Cuff.

Pannes recensées pour le Back Ear

Le Back Ear est un équipement situé dans la zone 3 de la ligne. Son rôle est de former les bandes latérales arrières de la couche et de les coller à la structure de la couche.

La figure III-5 ci-dessous illustre l'évolution de la durée des pannes de l'équipement « Back Ear » qui a causé le plus d'arrêts sur notre ligne :

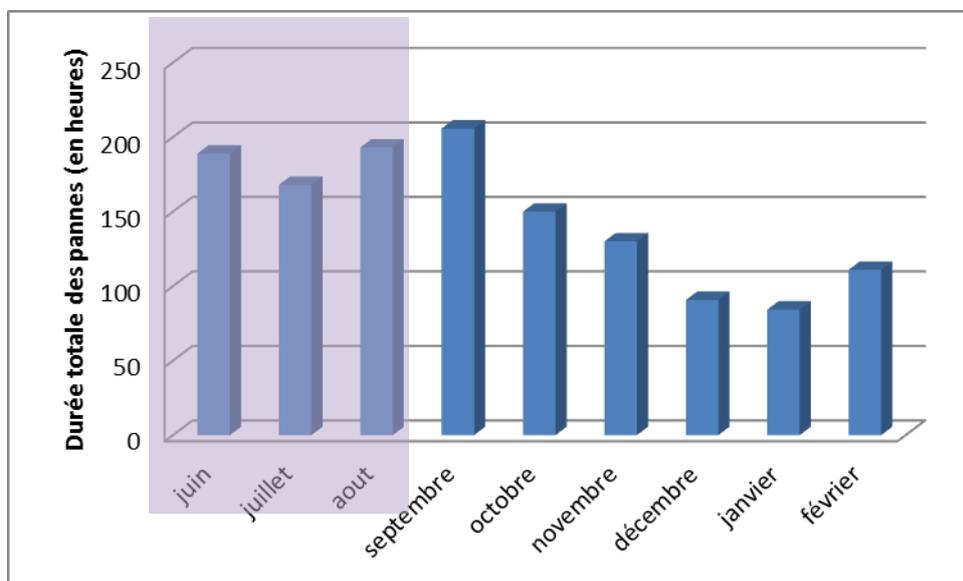


Figure III-5: Evolution de la durée des pannes du Back Ear dans le site de Djedda

On constate qu'à partir du 4^{ème} mois, la durée mensuelle des pannes diminue progressivement jusqu'à ce qu'elle se stabilise après 6 mois de fonctionnement.

Interprétation

La durée importante d'arrêt enregistrée pour notre site et pour celui de Djedda durant les 3 premiers mois peut être expliquée par le manque d'expérience du personnel les premiers mois. Au fur et à mesure que le personnel se familiarisait avec l'équipement, la fréquence des pannes a diminué significativement dans les mois suivants en ce qui concerne la ligne de Djedda. La durée de panne recensée pour notre ligne ne peut donc être expliquée par une faille dans le plan de maintenance préventive de cet équipement et on peut espérer une diminution notable de la durée des arrêts du Back Ear dans les prochains mois.

Pannes recensées pour le Cuff

Le Cuff est un équipement localisé dans la zone 2 de la ligne dont le rôle consiste à former la surface supérieure de la couche qui est en contact avec la peau du bébé.

La figure III-6 ci-dessous montre l'évolution de la durée des pannes de cet équipement dans le site de Djedda

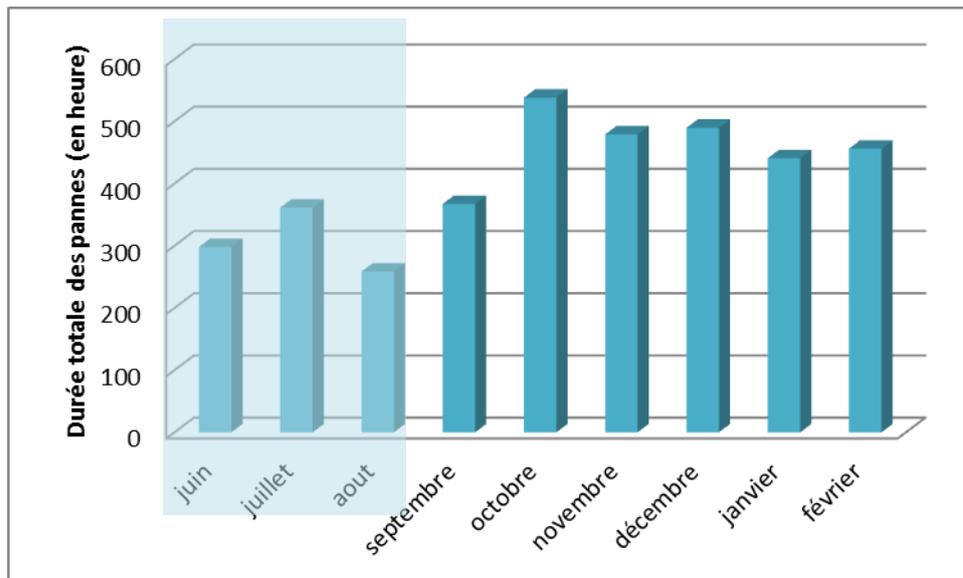


Figure III-6: Evolution de la durée des pannes du Cuff dans le site de Djedda

On constate que, contrairement à l'équipement précédent (Back Ear), la durée mensuelle des pannes ne se stabilise pas, même après plusieurs mois du début de fonctionnement de la ligne de Djedda.

Interprétation

La durée importante des arrêts recensée pour cet équipement ne peut être expliquée uniquement par le manque d'expérience des opérateurs. Une réévaluation du plan de maintenance actuel de l'équipement est nécessaire pour éviter de totaliser une durée d'arrêt similaire à celle de la ligne de Djedda dans les mois à venir.

Conclusion

Les démarches entreprises dans ce chapitre nous ont permis d'améliorer le plan de maintenance initial de la ligne actuelle. En effet, 46 nouvelles actions de maintenance préventive ont été insérées dans le plan de maintenance préventive actuel suite à l'analyse AMDEC et au Data mining technique avec les autres sites. Pour chacune de ces étapes nous avons défini sa fréquence, sa durée, la fiche SIMTWW³, la date du début de la tâche, les personnes susceptibles de faire l'action (centre de travail), le nombre de personne nécessaire pour effectuer la tâche ainsi que le code de la pièce de rechange dans le cas où l'action nécessite un changement de pièce. La liste de ces actions est présentée en annexe I :

Actions issues de l'analyse AMDEC. La prochaine étape de notre projet consistera à optimiser les coûts de la maintenance préventive.

³ Voir annexe III : Fiche SIMPTWW

IV. Réduction des coûts de la maintenance préventive

Introduction

Parmi les objectifs de la maintenance préventive figure la garantie d'un niveau de disponibilité optimal à un coût global maîtrisé. Ce chapitre se propose d'explicitier les démarches entreprises afin d'arriver à cette fin.

4.1. Ordonnancement des tâches relatives à la maintenance préventive

4.1.1. Intérêt

L'ordonnancement est une branche qui s'intéresse au calcul des dates optimales d'exécution des tâches. Un problème d'ordonnancement peut être considéré comme un sous-problème de planification dans lequel il s'agit de décider de l'exécution opérationnelle des tâches planifiées (BENBRAHIM, 2012). Dans cette partie, il s'agit, après avoir défini l'ensemble des tâches qui constitueront le plan de maintenance, d'équilibrer le volume d'heures de préventif mensuel sur l'année.

Cela nécessite de visualiser le volume d'heure mensuel par zone et de vérifier que la charge prévue annuellement soit adaptée aux ressources disponibles de la ligne.

Les conséquences d'un mauvais lissage sont principalement le dépassement de la charge de préventif et donc la non réalisation et le report des interventions sur les mois suivants. Cela risque de créer des problèmes (des pannes) sur les équipements dont les actions de maintenance ont été reportées.

Particularité du site

La zone 0 du site de production se distingue des autres zones par le fait qu'elle soit commune aux deux lignes de production. Cette zone approvisionnera les deux lignes de production en même temps une fois l'implémentation de la 2^{ème} ligne effective. Ceci rend le lissage de la charge de travail en matière de maintenance dans cette zone d'autant plus stratégique. En effet, un arrêt -planifié ou pas- de cette zone induira forcément un arrêt de production des deux lignes.

L'effort de lissage de la charge portera d'abord sur cette zone avant de passer aux autres zones de la ligne

4.1.2. Simulation de la charge de travail initiale de la ligne de production

Visualisation de la charge de travail actuelle de la zone 0

Le graphe figure IV-1 ci-dessous présente la répartition initiale de la charge de travail en matière de maintenance dans la zone 0 sur un horizon de 3 ans :

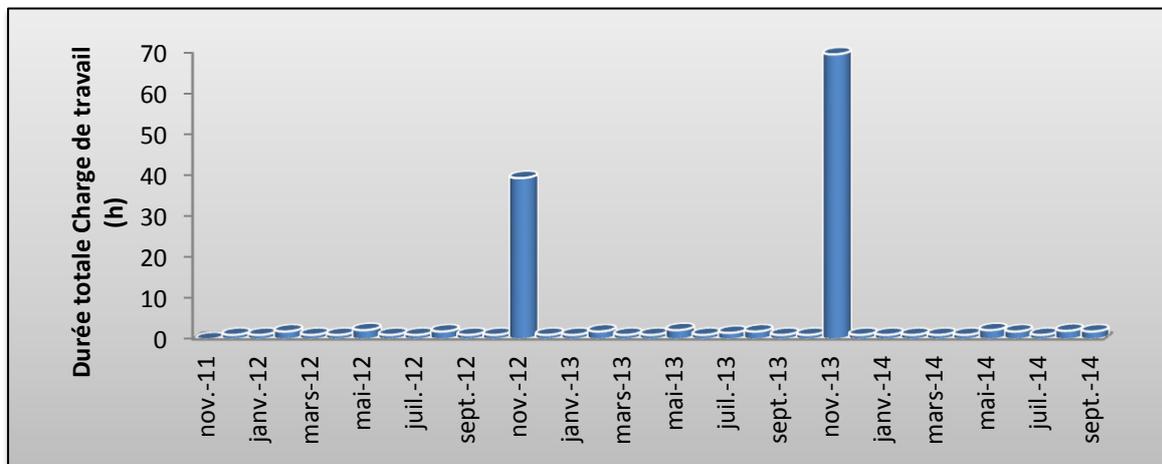


Figure IV-1: Répartition initiale de la charge de travail dans la zone 0

Analyse et commentaire

On constate clairement que la charge est mal répartie sur le long terme. Une forte accumulation de la charge de travail est enregistrée pour le mois de novembre prochain et le même mois de l'année prochaine. Cela est dû principalement à deux raisons. La première cause est le fait qu'on ait défini une même date de démarrage pour l'ensemble des tâches de maintenance sans tenir compte du phénomène de cumul des heures de travail durant certains mois. La deuxième raison est la présence parmi l'ensemble des actions d'une majorité de tâches ayant une fréquence d'une ou deux années. Cela explique l'accumulation des heures de maintenance dans les deux mois de novembre qui suivent l'initialisation des tâches qui s'est effectuée en novembre 2011. La charge de travail est plus importante en novembre 2013 parce qu'en plus des actions d'une année de fréquence, celles de deux années coïncident durant le même mois avec celles d'une année de fréquence.

Visualisation de la charge de travail des zones 1, 2, 3 et 4

En effectuant le même exercice en ce qui concerne les autres zones de la ligne on obtient sur l'horizon d'une année le graphe figure IV-2 suivant :

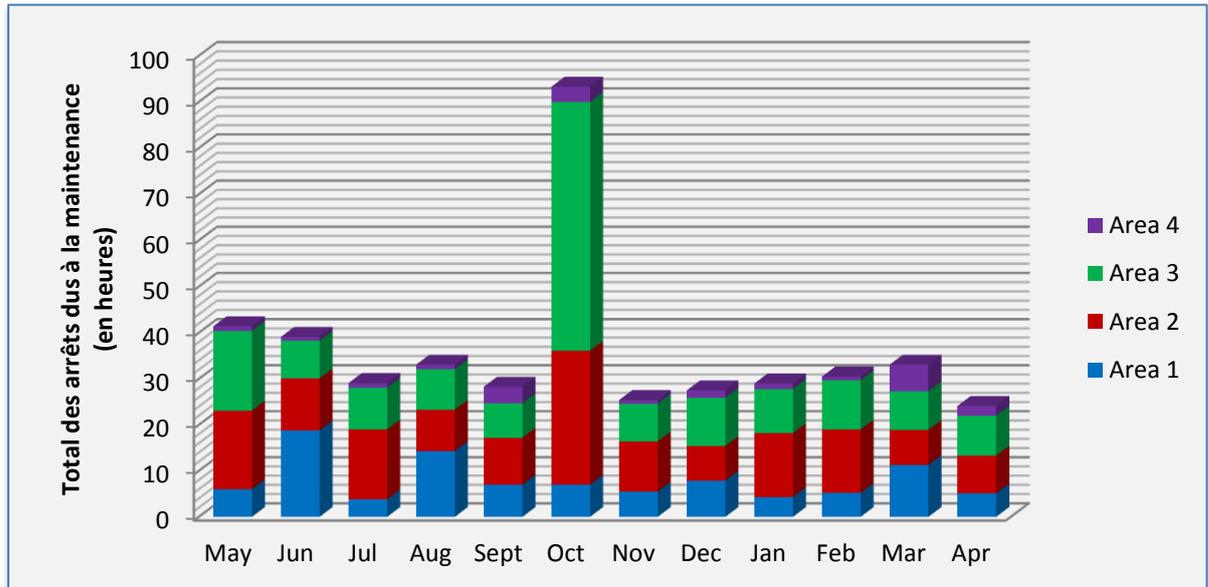


Figure IV-2: Répartition avant lissage de la charge de travail par zone de la ligne

Analyse et commentaire

Même constat pour ces zones causé par les mêmes raisons explicitées plus haut pour la zone 0, avec comme particularité le fait que les tâches aient été initiées en octobre et non pas en novembre comme c'était le cas pour la zone 0. On remarque en plus que la charge totale varie d'une zone à l'autre. En particulier, l'on constate que la zone 3 (en vert) est la zone qui totalise le plus d'heures de préventif. Cette variation de charge de travail risque de créer des zones « goulots » en matière de maintenance.

4.1.3. Lissage de la charge de travail de la ligne

Méthodologie

La distribution de la charge du préventif est directement liée à la date du premier Ordre de Travail (date de démarrage) et à la périodicité (fréquence) de la tâche.

Lisser la charge revient donc à modifier l'un ou l'autre des deux facteurs. Comme le changement de la périodicité des actions peut induire sur le long terme des pannes des équipements concernés, notre choix portera sur la date de démarrage pour équilibrer la charge de travail sur l'année.

Lissage de la charge de la zone 0

La première phase consiste à lister toutes les actions de maintenance ayant une fréquence d'une ou deux années (voir tableau IV-1). Ensuite de choisir parmi cette liste les tâches non critiques qui peuvent être reportées ou avancées sans avoir de répercussion sur le bon fonctionnement de la ligne. En outre, le fait que la ligne compte seulement 3 mois de fonctionnement sur les 6 mois d'âge qu'elle recense nous permet de s'octroyer une marge de manœuvre de 3 mois pour équilibrer la charge de travail.

Tableau IV-1: Sélection des tâches non critiques de fréquence adéquate

Nom de l'action	Fréquence (day)
Changement roulement drum filtre coté transmission	730
Changement roulement drum filtre coté disque	730
Changement roulement main Fan Filtre Ospery	730
Changement prox air look filtre	730
Changement huile gearbox drum filtre.	730
Changement gearbox drum filtre	730
Changement Nozzle Filter	365
Changement courroie ventilateur Nozzle Vaccum Filter	365
Changement des 2 roulements nozzle fans Filtre Osprey	730
Changement tendeur chaine Drum Filtre	730
Inspection du prox et la Cam du drum filtre	180
MP Changer huile pompe AZO	730
changement des courroies d'opening roll	360
Changement courroie beater roll	365
Changement roulement Beater Rolls N°1.	365
Changement roulement Beater Rolls N°2.	365
Changement roulement Beater Rolls N°3.	365
Changement roulement Beater Rolls N°4.	365
Changement roulement Beater Rolls N°5.	365
changement idler lisse	730
Changement courroie multiligne	365
Changement tendeur vert du condenser	365
Changement roulement opening roll	730

Suite aux modifications apportées la nouvelle charge de travail avant - après lissage de la zone 0 est présentée dans le graphe figure IV-3 :

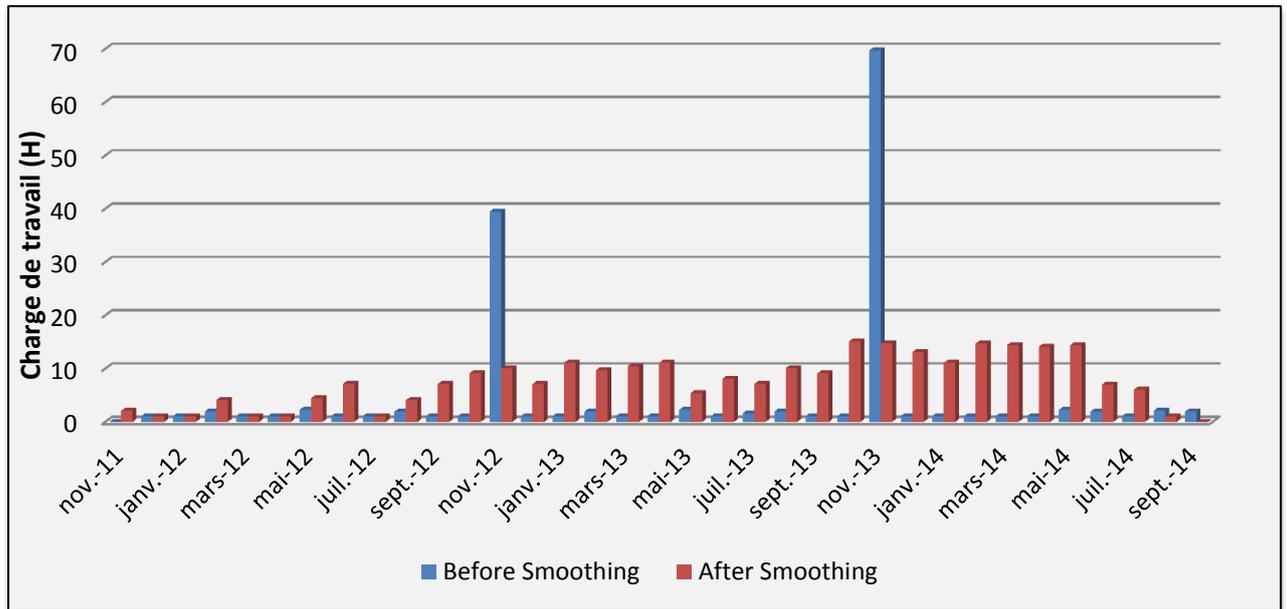


Figure IV-3: Répartition de la charge de travail avant/après lissage

Lissage de la charge de travail des zones 1, 2, 3 et 4

Un exercice similaire a été effectué cette fois-ci sur les quatre zones de la ligne. Le tableau 23 représente un extrait de la liste des tâches que compte la ligne avec pour chaque mois le nombre d'occurrence de la tâche (selon sa fréquence) :

Tableau IV-2: Extrait du plan de maintenance des zones de la ligne de production

Maintenance Task	Frequency	MTTR (h)	Jul	Aug	Sept	Oct	Nov	Dec	Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Next due date
Cleaning shels and pipes vacuum CPW	7 TAG	0,5	5	4	4	5	4	4	5	4	4	4	5	4	24/04/2012
Inspect Dancer and Omega roll	56 TAG	0,1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	22/05/2012
Clean Panel filters for the splicer	14 TAG	0,1	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	2	18/04/2012
vacuum roll cleaning	7 TAG	0,3	5	4	4	5	4	4	5	4	4	4	5	4	24/04/2012
Clean Panel filters for the splicer	14 TAG	0,1	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	2	01/05/2012	
Inspect Dancer and Omega roll	56 TAG	0,1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	22/05/2012
Change the Air Filter for feature	119 TAG	0,1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	26/06/2012
Change the Air Filter for splicer	175 TAG	0,1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	24/04/2012
BLU upstr, mandrel shafts bladders rep	364 TAG	1,3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	30/10/2012
C&S Front Ear high vacuum shells clean	56 TAG	1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	22/05/2012
C&S Front Ear low vacuum shells clean	56 TAG	1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	0	1	05/06/2012
C&S Front Ear anvils flip(CLEANING)	238 TAG	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	26/06/2012
Clean wholes+shels + pipe vacuum Die C	7 TAG	0,5	5	4	4	5	4	4	5	4	4	4	5	4	24/04/2012
Exchange of the unit Die Cutter	182 TAG	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	01/05/2012
Cleaning wholes vacuum ISPP	14 TAG	0,5	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	2	18/04/2012
Inspect Dancer and Omega roll	56 TAG	0,1	1	0	1	0	1	0	1	1	0	0	1	0	22/05/2012
changement des filtres a air	119 TAG	0,1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	26/06/2012
changement des filtres a air # 536	119 TAG	0,1	0	0	0	1	0	0	0	1	0	0	0	1	26/06/2012
changement du filtre du # 536	365 TAG	0,2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	31/10/2012
Chngt du courroie drive moteur des 3	182 TAG	0,3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	01/05/2012
Change the Air Filter for splicer	175 TAG	0,1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	2	0	0	24/04/2012
Cleaning of the E-Fold	14 TAG	0,5	2	2	2	3	2	2	2	2	2	3	3	2	18/04/2012
Phasing of the F/K anvil	182 TAG	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	01/05/2012
chang of the gun + elctrovalve - LOTIO	91 TAG	0,3	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	1	0	01/05/2012
V?rifier le set up du slittre blade	182 TAG	0,3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	01/05/2012
Changement du module gun LYCRA	182 TAG	0,5	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	01/05/2012
Changement d'lectrovanne du LYCRA O/S	270 TAG	0,3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28/07/2012
Chang rlmts roll drive conv entr?e F/K	364 TAG	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	30/10/2012
Changement du Side Seal Solenoids (2 S	270 TAG	0,3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28/07/2012
Chang filter gun END SEAL-SIDE SEAL	30 TAG	0,2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	07/05/2012
Chang 3 électrovannes du END SEAL	270 TAG	0,3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	28/07/2012
Chang 2 poulies idller BELT infeed F/K	220 TAG	0,3	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1	08/06/2012

Les résultats issus des modifications apportées sont présentés dans le graphe figure IV-4 ci-dessous :

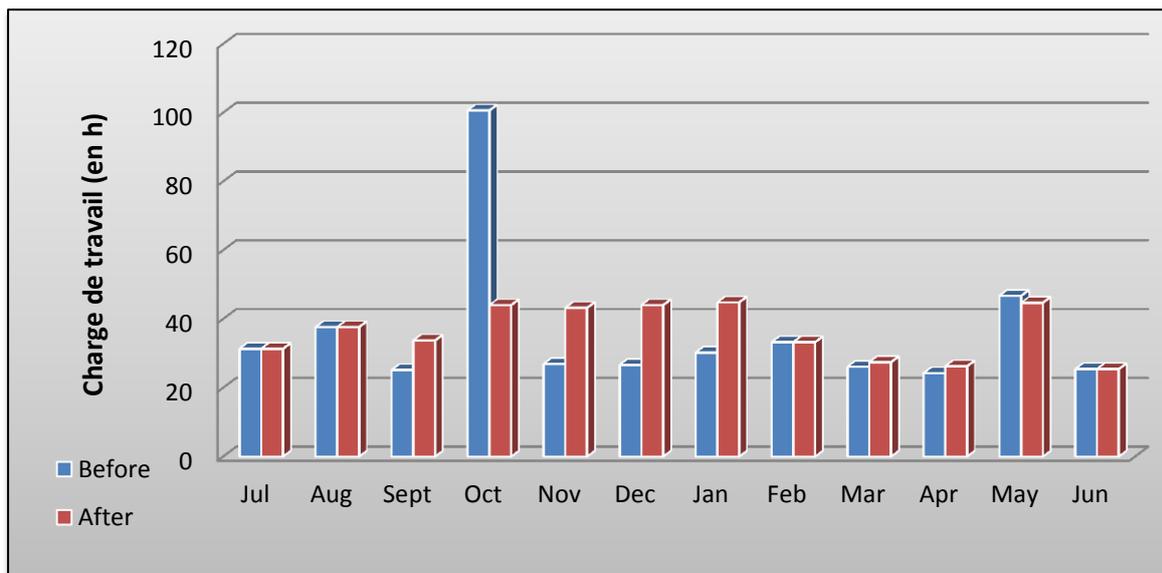


Figure IV-4: Comparaison de la charge de travail totale avant-après lissage

La répartition de la charge de travail par zone après lissage est présentée dans le graphe IV-5 ci-dessous :

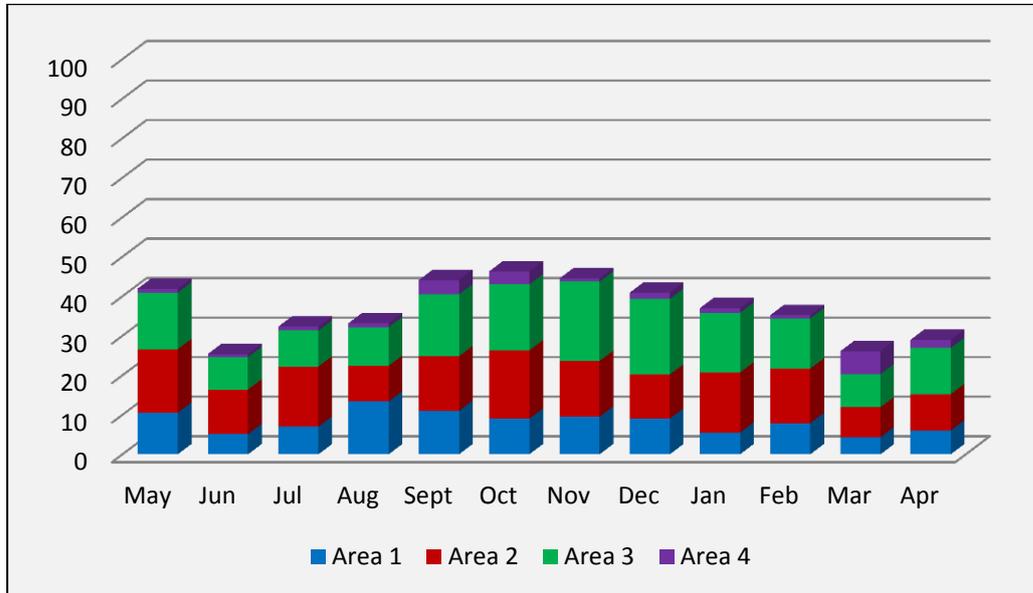


Figure IV-5: Répartition après lissage de la charge de travail par zone

L'on constate que malgré le lissage la zone 3 (en vert sur le graphe) est celle qui totalise le plus d'heure de maintenance parmi les quatre zones. Afin de pouvoir réduire la durée d'arrêt due à des opérations de maintenance, il est impératif d'effectuer un maximum de tâches de maintenance en parallèle. Cela nous incite à voir de plus près la nature des tâches de maintenance dans la zone 3 en vue de réduire leur durée totale.

4.2. Réduction des arrêts dus aux opérations de maintenance :

4.2.1. Intérêt

L'accroissement de la demande du marché en matière de couche impose une disponibilité toujours plus importante de la ligne de production afin de la satisfaire. Cela nécessite une optimisation des arrêts planifiés de la ligne. En effet, les arrêts de production présentent un manque à gagner considérable pour P&G. Pour ce faire, toutes les zones doivent tirer profit de chaque arrêt en effectuant le plus grand nombre possible d'action de maintenance. Cela ne peut être praticable que si chacune des zones dénombre le même total d'heure de maintenance.

4.2.2. Analyse des actions de maintenance de la zone 3

Répartition de charge du préventif par équipement

Nous allons d'abord commencer par lister l'ensemble des équipements qui requièrent des actions de maintenance préventive, qu'on classera ensuite par ordre décroissant de durée d'arrêt due à la maintenance préventive.

On réalise ensuite le cumul des durées d'arrêt par équipement, de façon à faire apparaître en premier les équipements causant le plus d'arrêt de production

Le tableau IV-3 suivant présente le cumul des arrêts de production par équipement :

Tableau IV-3: Durée d'arrêt planifié par équipement

Durée d'arrêt	Equipement	Part	Cumul des arrêts	Pourcentage cumulé
3000	Final Forming	35%	3000	35%
1260	AQP	15%	4260	50%
950	Stacker	11%	5210	61%
595	Cuff	7%	5805	68%
540	Landing Zone	6%	6345	74%
490	Front Ear	6%	6835	80%
470	Fastener	5%	7305	85%
455	Dry Lap	5%	7760	90%
455	Back Ear	5%	8215	96%
195	Core Forming	2%	8410	98%
120	Chassis Combining	1%	8530	99%
30	AGM Delivery	0%	8560	100%
25	Bagger	0%	8585	100%

Le diagramme de Pareto construit à partir de ces données est présenté dans le graphe figure IV-6 suivant :

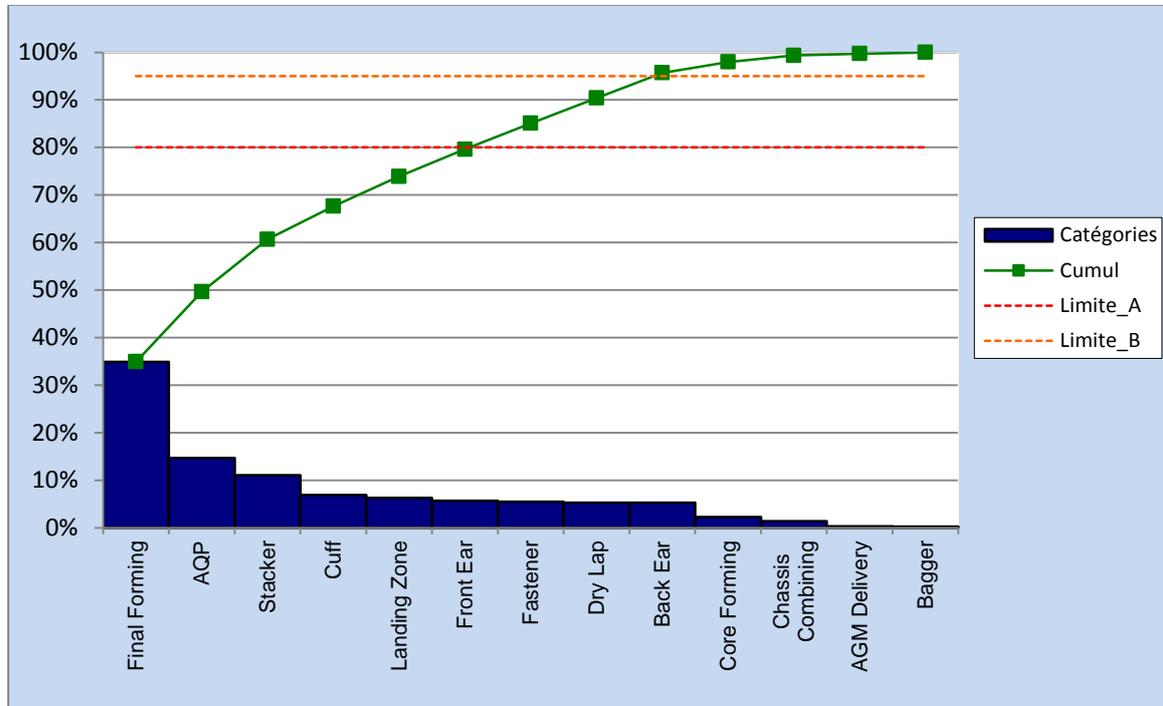


Figure IV-6: Diagramme de Pareto des arrêts planifiés par équipement de la zone 3

Les limites A et B désignent respectivement la limite de 80% et 95% de la durée totale d'arrêt qu'a enregistrée la ligne de production.

Analyse des résultats

Dans notre cas, on recense 6 équipements responsables de 80% des arrêts planifiés de la ligne. En se concentrant sur ces 6 équipements, on va toucher 80% du problème. On va ainsi minimiser les plans d'action sur lesquels travailler, tout en maximisant leurs impacts sur le profit de l'entreprise. Nous allons nous pencher dans ce qui suit sur les actions de maintenance propres à l'équipement « Final Forming » qui est responsable du plus grand nombre d'arrêts de production dus à des opérations de maintenance préventive.

Analyse des actions de maintenance du Final Forming

Description de l'équipement

Cet équipement effectue les dernières opérations sur la couche avant son emballage. La bande de couche est acheminée via des convoyeurs vers l'unité du « Final Knife » qui coupe la bande de couche en couches individuelles. Ensuite la couche est pliée en deux via le « Tucker » avant d'être expédié vers l'unité d'emballage. Cet équipement compte également le « convoyeur de rejet » à travers lequel sont éjectées les couches défectueuses.

L'équipement « Final Forming » est présenté dans la figure IV-7 ci-dessous :

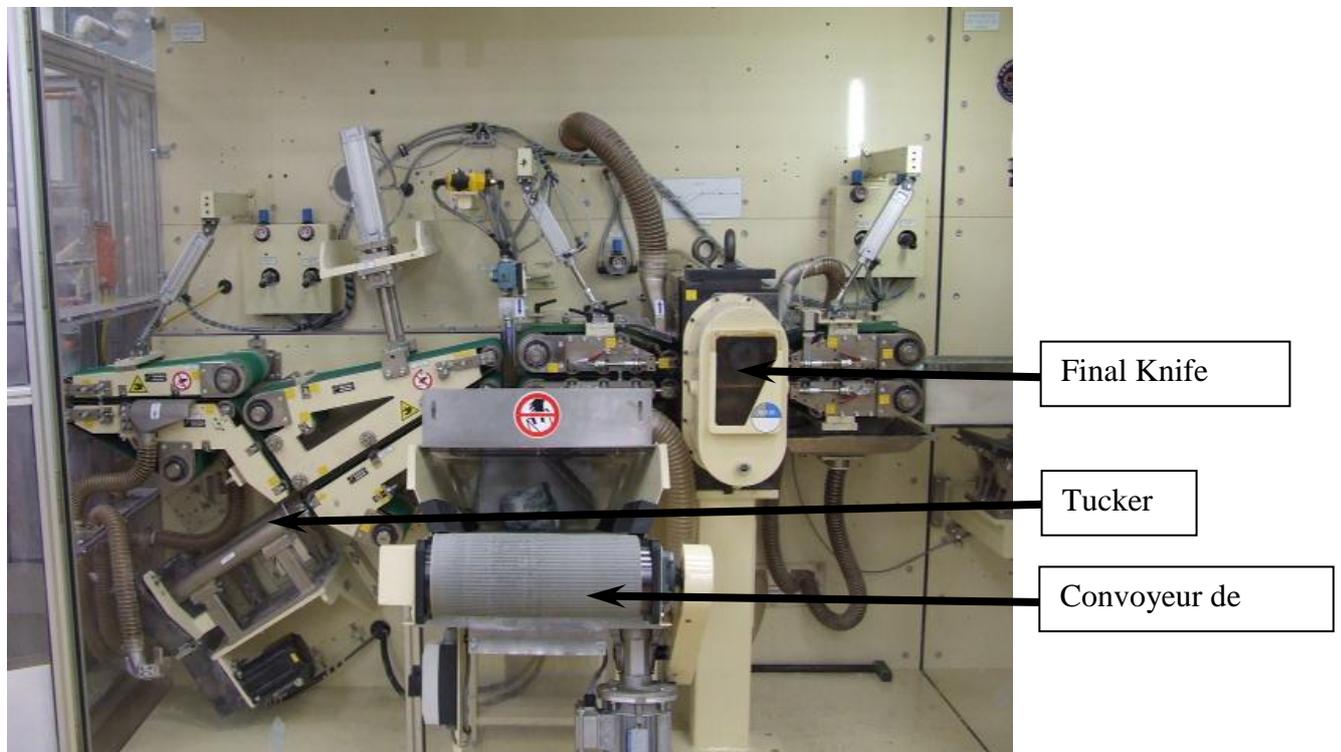


Figure IV-7: Final Forming de la zone 3 de la ligne de production

Cet équipement est constitué de 8 convoyeurs dont chacun compte en moyenne 5 roues folles en plus de l'arbre moteur qui transmet son mouvement au tapis du convoyeur.

L'équipement compte au total 36 roues folles et 8 arbres moteurs.

Analyse de la nature des actions de maintenance au sein de l'équipement

En analysant la liste des tâches de maintenance de cet équipement, on constate que la majeure partie de ces tâches sont des actions de changement des roulements des poulies ou des roues libres que comprend l'équipement. Ces roues libres transmettent le mouvement rotatif du moteur au tapis du convoyeur et permettent de limiter les vibrations dues à la grande vitesse de rotation des arbres moteurs afin d'éviter la formation de bourrage.

La figure IV-8 montre une vue éclatée d'un des convoyeurs du Final Forming :

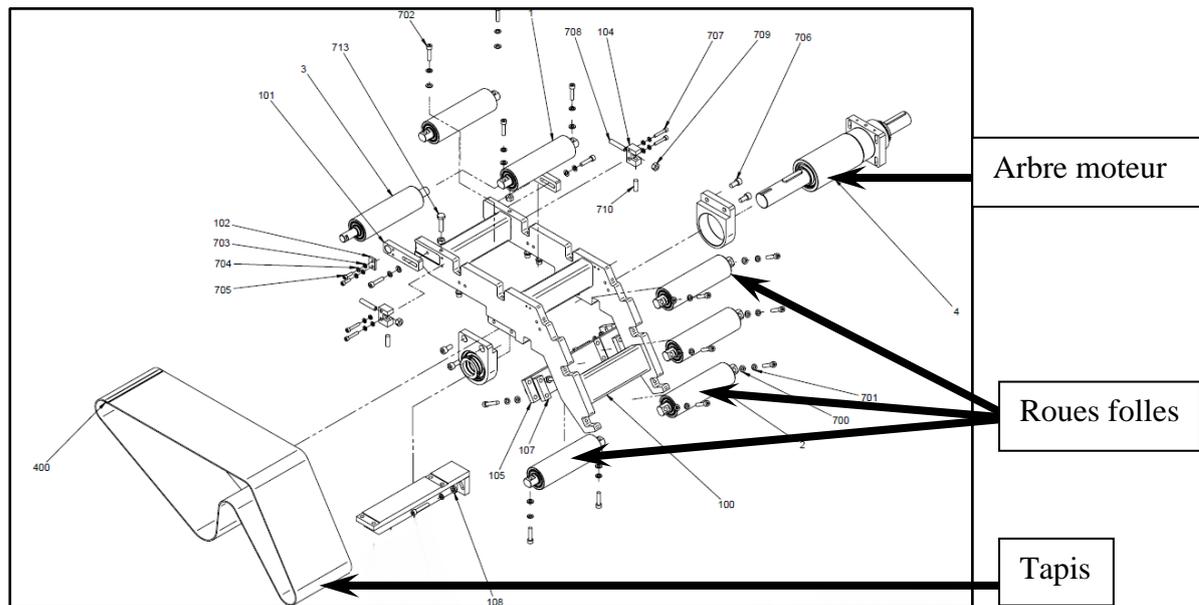


Figure IV-8: Vue éclatée d'un des convoyeurs du Final Forming

L'opération de changement des roulements est lourde. En effet, le changement des deux roulements pour une seule roue folle prend une heure. Etant donné le nombre conséquent de ces roues dans l'équipement, la maintenance de ces éléments tournants est très vorace en durée du préventif : plus de 50 heures par an pour cet équipement seulement !

La figure IV-9 suivante présente une vue éclatée d'une des roues folles que compte l'équipement :

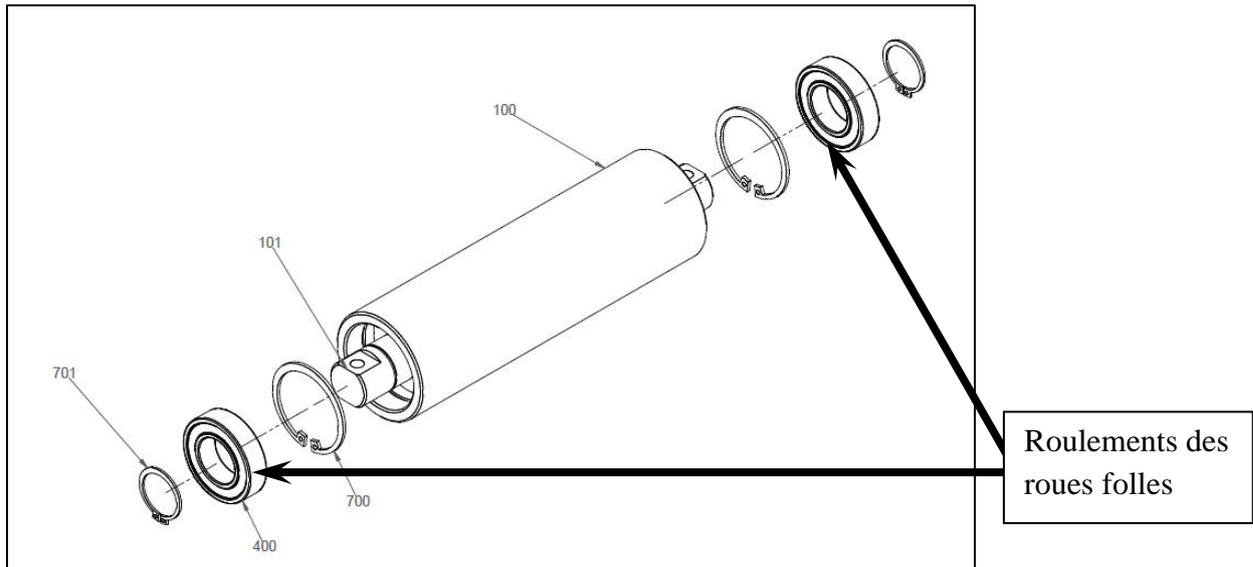


Figure IV-9: Vue éclatée d'une des roues libres du Final Forming

Solution retenue

La solution adoptée pour réduire la durée d'arrêt due au préventif consiste à échanger les roues libres en entier au lieu des roulements de chaque roue libre. Cette idée inspirée de la méthode SMED⁴ permet d'externaliser certaines opérations qui, par leurs durées, limitaient la disponibilité de la ligne de production. L'opération prendra désormais seulement 10 minutes au lieu des 60 minutes initiales. Les roues libres usées seront remises en état en temps masqué (c'est-à-dire sans provoquer pour autant l'arrêt de la ligne). Une fois remises en état ces roues libres pourront resservir et remplacer celles sur la ligne une fois ces dernières usées.

Cette solution présente l'avantage de pouvoir être appliqué aux deux lignes en même temps. En effet, en espaçant suffisamment l'opération de remplacement de ces roues folles des deux lignes, on peut utiliser les roues échangées d'une ligne dans l'autre après les avoir remises en état (en changeant leurs roulements)

Grâce à cette solution on a pu réduire la durée totale d'immobilisation de chaque ligne due à la maintenance de cet équipement à 27 heures au lieu des 50 heures initiales. Soit au total un gain en disponibilité des deux lignes de 46 heures chaque année. Ce qui représente une diminution de 46 % de la durée du préventif de l'équipement.

⁴ SMED : est l'abréviation de l'anglais Single Minute Exchange of Die, littéralement « changement d'outil de presse en une minute ». Ensemble de technique permettant de changer les équipements de production en moins de dix minutes (CHERKAOUI, 2010)

4.3. Impact sur le plan de maintenance global

Le lissage de la charge ainsi que la réduction de la durée totale du préventif nous ont permis de prendre en compte le critère économique dans l'élaboration de notre plan de maintenance. En effet, le lissage de la charge va permettre d'optimiser les ressources disponibles et de répartir uniformément la charge totale du préventif sur le personnel chargé de la maintenance à P&G. La réduction de la durée totale du préventif de la zone 3 a éliminé l'étranglement dû à la maintenance de cette zone. En effet, elle ne constitue plus la zone goulot de la ligne. L'évolution du plan de maintenance qui s'en suit est explicitée clairement dans les deux graphes figure IV-10 et figure IV-11 ci-dessous :

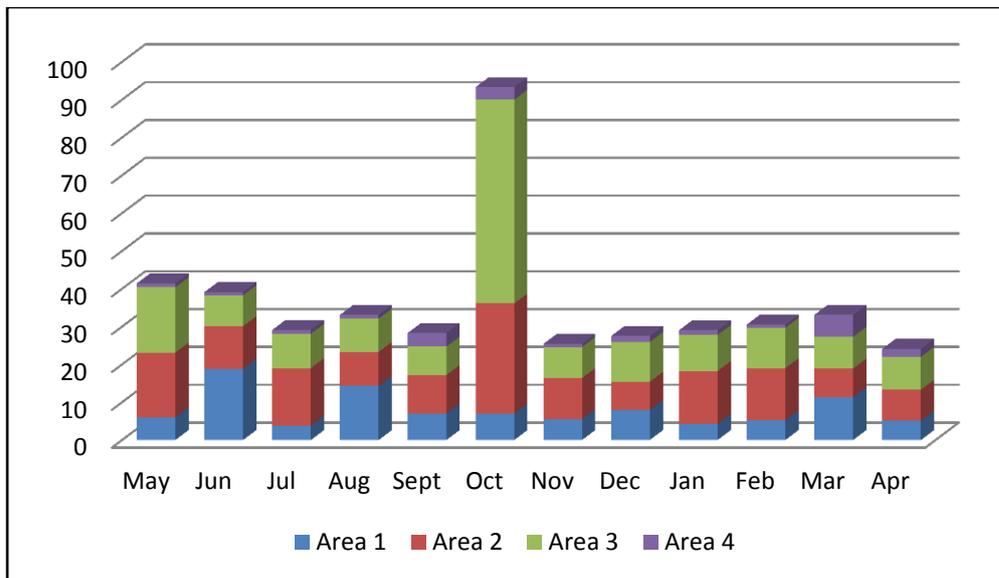


Figure IV-10: Répartition des tâches du plan de maintenance avant optimisation

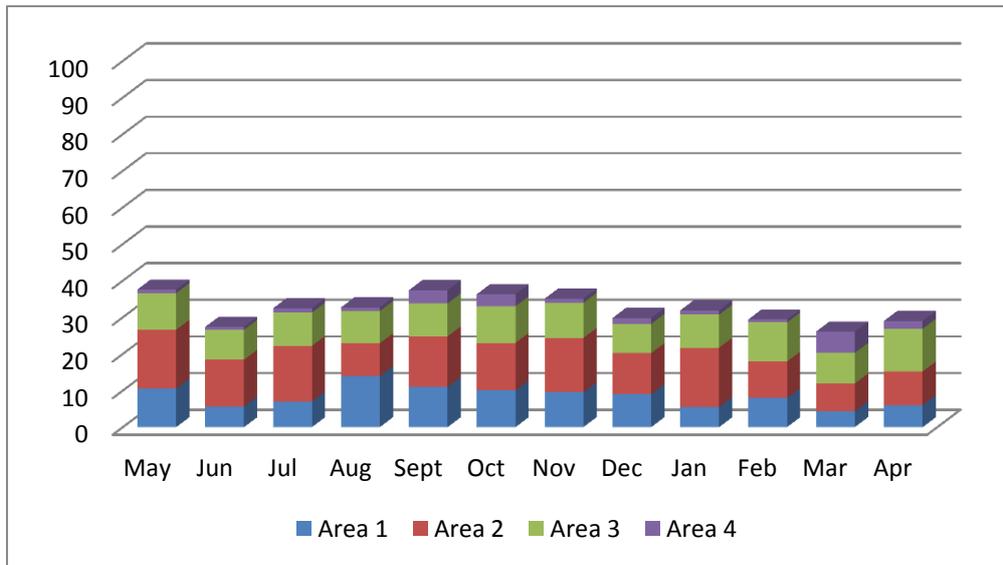


Figure IV-11: Répartition optimisée des tâches du plan de maintenance

Le graphe figure IV-11 représente la nouvelle répartition du préventif après lissage et réduction de la charge de travail de la maintenance. La zone 3 ne constitue plus la zone goulot, c'est désormais la zone 2 qui totalise la plus grande part de préventif avec 38 % de la durée totale comme le montre la figure IV-12 ci-dessous :

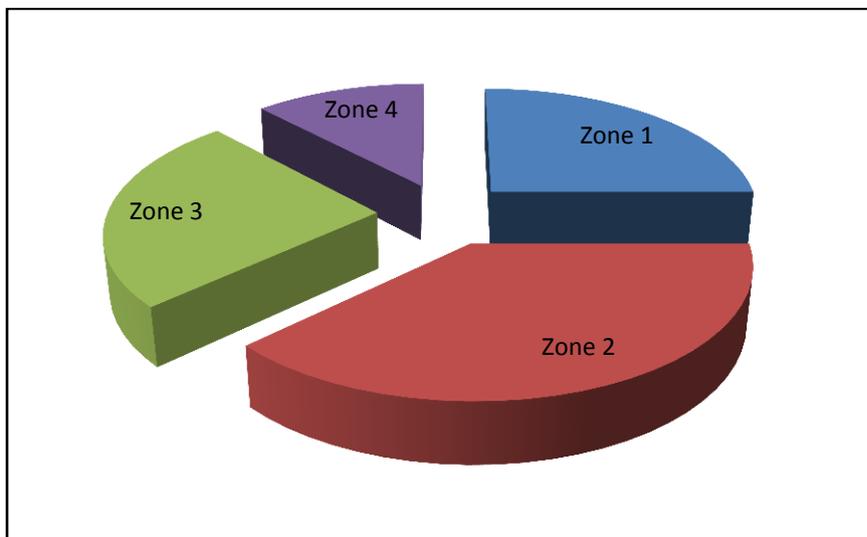


Figure IV-12: Répartition du préventif par zone

Conclusion

La génération d'un plan de maintenance sur le long terme optimisé indiquant le nombre d'heures d'entretien préventif à faire pour chaque centre de travail sur un horizon d'une année est un outil précieux. En effet, il donne à l'équipe de production une visibilité sur le long terme concernant le temps à allouer aux tâches de maintenance préventive. La production peut ainsi planifier de manière proactive la mise à disposition de ces équipements à l'équipe de maintenance. Cela simplifie considérablement l'opération de planification des activités de maintenance. La phase finale de notre projet consiste à rendre ces résultats effectifs et réels pour l'entreprise. Le chapitre suivant se propose d'explicitier les différentes étapes qui nous ont permis d'y parvenir.

V. Intégration du plan de maintenance de la nouvelle ligne de production

Introduction

Après avoir créé et optimisé le plan de maintenance de la nouvelle ligne de production, il est indispensable d'intégrer l'ensemble des informations qui s'y rapportent sur le système de gestion de la maintenance de P&G, à savoir le progiciel SAP. Nous allons commencer par présenter le progiciel utilisé avant d'expliciter les étapes d'intégration du plan de maintenance de la 2^{ème} ligne de production

5.1. Présentation de SAP :

5.1.1. Présentation du progiciel

SAP (*Systems, Applications, and Products for data processing* en anglais) est le nom utilisé pour désigner un progiciel de gestion intégré développé et commercialisé par l'éditeur de ce produit (SAP AG).

Le nom exact du progiciel a été plusieurs fois modifié au fur et à mesure de l'évolution des versions : R/1, R/2 puis R/3 (apparition de l'architecture client-serveur) ensuite ECC ou ERP Central Component.

Fondé en 1972 à Waldorf en Allemagne, SAP est le premier fournisseur mondial de solutions business collaboratives pour toutes les industries.

Un PGI peut être défini comme un système dans lequel les différentes fonctions de l'entreprise (comptabilité, finances, production, approvisionnement, marketing, ressources humaines, qualité, maintenance, etc.) sont reliées entre elles par l'utilisation d'un système d'information centralisé sur la base d'une configuration client/serveur.

La mise en œuvre d'un système complètement intégré permet de répondre de manière précise et en temps réel aux questions du type : « Que se passe-t-il si je décide de faire ceci ? ». Par exemple, si l'entreprise reçoit une commande de marchandises, il est possible de savoir presque instantanément les conséquences de cette demande sur les capacités de production, sur les besoins d'approvisionnement, sur le personnel nécessaire pour accomplir cette tâche, sur les délais requis pour satisfaire cette demande, sur les besoins de financement, sur la rentabilité de cette opération, etc.

5.1.2. Présentation du module SAP PM

Dans ce qui suit nous utiliserons le module PM (Plant maintenance : maintenance de l'usine) dont les principales fonctionnalités sont :

- La gestion de la maintenance préventive et curative ;
- La gestion des demandes d'intervention ;
- Le traitement des ordres de maintenance ;
- La gestion des confirmations d'achèvements ;
- La gestion des historiques Gestion des coûts de maintenance ;
- La gestion des réparations avec revalorisation des articles ;

Cette informatisation de la maintenance via le module SAP PM a pour objectif majeur à long terme l'élimination des pertes humaines dues à la collecte, la gestion et l'analyse des données. Elle vise également à instaurer un système informatisé qui va promouvoir les activités de maintenance basées sur le temps.

5.1.3. Présentation des éléments de la base de données technique

La base de données technique constitue l'armature de la gestion de la maintenance au sein de P&G. Cette Base de données technique est constituée d'un ensemble d'éléments que cette partie se propose de définir.

Functional location : localisation fonctionnelle

C'est l'adresse de l'équipement sur lequel sera appliquée l'opération. Nous l'appellerons dans ce qui suit FL. Elle est construite d'une façon hiérarchique : Département, numéro de la ligne (dans notre cas 1 ou 2), équipement, sous-équipement, sous-sous-équipement, etc. Il est à noter que la FL peut aller jusqu'à 7 niveaux selon la structure et la complexité de l'équipement.

La figure V-1 est un aperçu de l'interface de SAP montrant la FL d'un des équipements de la ligne :

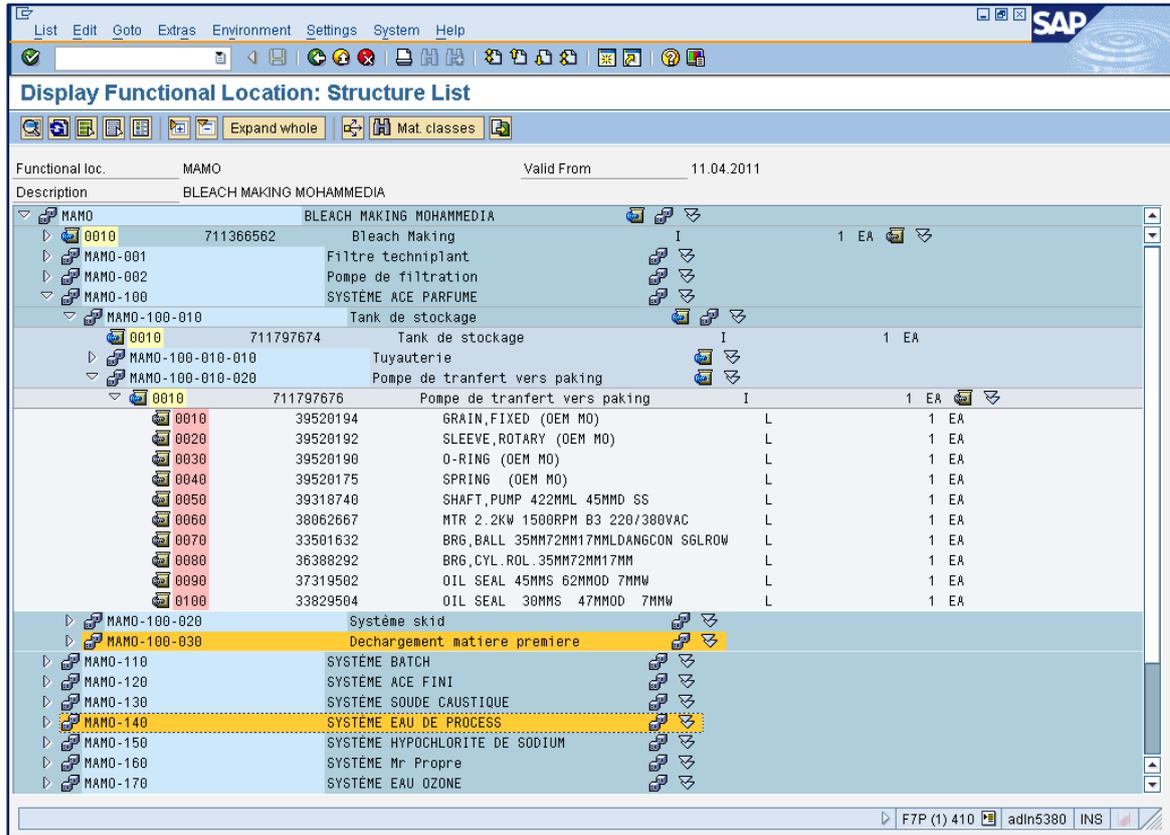


Figure V-1: Aperçu de l'interface de SAP

Bill Of Material : BOM

Chaque FL (affichée en jaune sur la figure 30) est constituée d'un ensemble de pièces appelées « Bill of material » ou nomenclatures, affichées en rouge dans la figure 30. Cette liste de pièces sert à identifier les pièces de rechange pour chaque adresse FL.

Pour la codification, elle suit le même standard que la FL, sauf qu'elle s'étend seulement sur deux niveaux : l'assemblage et les pièces de rechange.

Task list : liste des tâches

C'est la description d'une opération de maintenance. Nous l'appellerons dans ce qui suit TL. Elle doit contenir toute l'information concernant les actions qui doivent être menées.

Ces listes de tâches permettront aux planificateurs de la maintenance de créer des ordres de travail (Work Order). De cette façon, elles vont être utilisées pour planifier automatiquement les opérations de maintenance en les générant depuis le plan de maintenance.

Il y a plusieurs types de TL. Nous allons utiliser celles basées sur l'adresse FL : FLTL, qui permettront de créer des TL pour des FL bien précises. De cette façon chaque équipement est associé à plusieurs TL.

Work Center : centre de travail

C'est un ensemble de personnes susceptibles de faire une action de maintenance. Nous l'appellerons dans ce qui suit WC. Il comprend les caractéristiques financières à savoir les taux horaires.

Dans notre cas, deux centres de travail ont été créés pour l'unité de fabrication des couches :

- E_OFFLIN : pour la zone 0 ;
- EL_L111 : pour les zones 1, 2, 3 et 4 ;

Ces centres de travail héritent le taux du centre de coûts (Cost Center) en cause et qui est spécifique à chaque département.

5.2. Mise en œuvre de l'intégration du plan de maintenance

5.2.1. Préliminaire

Après avoir créé et optimisé le plan de maintenance de la nouvelle ligne de production avec toutes les informations relatives aux tâches de maintenance. Nous avons pu compléter le tableau V-1 regroupant toutes les données à nécessaire à la mise en œuvre de ce plan de maintenance.

Tableau V-1: Extrait du plan de maitnenance de la 2ème ligne

Area	Description of Job	Functional location	Nbre person	Duration	Frequency	MMR
Area 2	Change roll BRG cuff foldingbord OS-DS	DIMO-111-218-001	1	60	120	30381822
	Change Oiler BRG forThree roll unit	DIMO-111-218-011	1	30	180	34851754
	Inspection hem bond ring	DIMO-111-218-008	1	15	270	39560528 RS + 39560626 LS
	Change Oiler roll for Two roll unit	DIMO-111-218-008	1	20	270	39235044
	Change oiler BRG for two roll unit	DIMO-111-218-008	1	30	180	36380257
	Exchange Vac Conveyor belt tensioner (BRG)	DIMO-111-299-106-002	1	15	90	36416929
	Change Oiler roll for Endbond insert	DIMO-111-388-125-002	1	30	360	39453649
	Endbond Drive coupling gearbox- condition verification	DIMO-111-388-128	1	30	360	39430099
Area 3	Change position of slitte Anvil / slitte Anvil	DIMO-111-218-015	1	30	270	38182769
	Change Sliter Anvil	DIMO-111-464-135	1	30	546	38182769
	Change Tension BRG for F/K Drive	DIMO-111-632-220	1	30	365	30330878
	Change free roll BRG for up BLT afr Rej	DIMO-111-632-204	1	60	365	30429811
	Chang free roll BRG for Low BLT afr Rej	DIMO-111-632-204	1	60	365	30429811
	Change MainShaft upper belt after Tucker	DIMO-111-632-204	1	60	365	30188920
	Change MainShaft lower belt after Tucker	DIMO-111-632-204	1	60	365	30188920
	Area 4	Infeed belts rolls and tensioners – condition verification	DIMO-113-661-610	1	20	182
Twist belts rolls and tensioners – condition verification		DIMO-113-661-610	1	20	182	
Change shock absorber and silencer		DIMO-111-661-670	2	20	180	39643632
OHP bearings condition verification O/S		DIMO-113-811-510	2	10	63	
OHP bearings condition verification D/S		DIMO-113-811-510	2	10	63	
Area 1	Replacement of the suction rails PIAB vacuum filters	DIMO-113-811-570	1	5	135	33688058
	Clean Garnet roll motor fan	DIMO-111-023-110	1	30	90	
	Check CSX scarf roll blades	DIMO-111-023-120	1	60	180	
	Pulsing unit bearing inspection	DIMO-111-113-215	1	10	180	
	Change oiler roll for anvil - blade I/K	DIMO-111-173-305	1	30	360	39453428

Le MMR (Material Master Records) ou fiche des matériaux désigne le code de la pièce de rechange relatif à la BOM de la pièce (voir figure 30). Nous allons dans ce qui suit expliciter les étapes d'intégration sur SAP de ces données.

5.2.2. Mise en œuvre des données relatives au plan de maintenance sur SAP

La mise en œuvre des données du plan de maintenance de la 2^{ème} ligne passe par trois étapes, à savoir :

Saisie des TL

Dans cette étape, une description de la tâche est saisie ainsi que les opérations qui la composent. On intègre également le code de la pièce de rechange au cas où la tâche nécessite un changement de pièce avec le nombre d'articles à utiliser pour chaque pièce, le nombre de personnes nécessaire pour l'exécution de la tâche ainsi que la durée totale de la tâche.

Création des cycles de maintenance

L'étape suivante consiste à créer le cycle de maintenance de chaque tâche saisie. Cette étape requiert principalement la saisie de la fréquence de la tâche et la liaison du cycle de maintenance avec la TL qui lui est relative.

Programmation des cycles de maintenance

La dernière étape consiste à initialiser les cycles de maintenance. On saisit pour cela la date de démarrage du cycle de maintenance (date du premier Ordre de Travail). Cette étape permet au progiciel SAP de créer les WO (Work Order) une fois l'échéance de ces derniers atteinte.

Pour chacune de ces trois étapes une transaction sur SAP permet d'accéder directement à la fenêtre de saisie de ces données.

5.2.3. Automatisation du chargement de données

L'opération de mise en œuvre des tâches du plan de maintenance est à effectuer manuellement pour chacune des tâches. Le plan de maintenance compte près de 400 tâches de maintenance. Plus de 10 variables sont à saisir manuellement pour chaque tâche. Cela rend le chargement des données sur le logiciel particulièrement lourd, pénible et contraignant. Le chargement des données manuellement prendrait un temps énorme.

Pour saisir une seule tâche de maintenance avec tous ses paramètres sur SAP, l'opération prend 5 minutes chronomètre en main. A cette cadence, la saisie des 389 tâches de maintenance prendraient 1945 minutes, soit au total près de 33 heures. En travaillant 8 heures par jour uniquement sur le chargement de données, cela prendrait plus d'une semaine de saisie non-stop ! Et cela sans compter le risque d'erreurs lié aux longues heures de travail ininterrompues.

L'automatisation de cette tâche était donc une nécessité compte tenu du resserrement des délais de notre projet. Des recherches appuyées par l'aide du personnel du département nous ont permis de développer un script en langage Visual Basic permettant le chargement des tâches de maintenance de manière automatique. Voir annexe V :

Visual Basic Application Script

En effet, à travers le script une macro est générée sur le logiciel Excel et permet de se connecter sur SAP et effectuer l'ensemble des transactions de façon cyclique et automatique. Suite au développement de ce script, le chargement des données est devenu une tâche facile. Les 3 transactions ne prennent désormais qu'une vingtaine de secondes, soit moins de 3 heures pour l'ensemble des données.

Le développement de ce script profitera désormais aux planificateurs de la maintenance à chaque fois qu'un changement ou une modification massive est à effectuer dans la base de données du logiciel, par exemple après l'implémentation d'un nouvel équipement ou d'une nouvelle ligne dans un futur proche.

5.3. Définition des niveaux de stocks de sécurité des pièces de rechange

5.3.1. Objectifs

En général, le stock de sécurité désigne le niveau de stock qui permet de limiter les ruptures de stock dues aux aléas (prévisions non conformes à la demande, délai d'approvisionnement plus long que prévu, etc.) (GHAITI, 2012).

En ce qui concerne la maintenance, le stock de sécurité doit faire face à la fois aux aléas liés aux délais d'approvisionnement des pièces de rechange et aux risques liés à l'occurrence de pannes imprévues dans la ligne de production.

Etant donné que le niveau de stock de sécurité initialement défini ne peut faire face qu'aux aléas d'une seule ligne uniquement, ce dernier doit être redimensionné pour assurer le bon fonctionnement des deux lignes de production en même temps. Nous allons dans ce qui suit redéfinir le niveau de stock de sécurité des pièces de rechange qui seront utilisées durant les douze mois prochains pour les deux lignes de production.

5.3.2. Collecte des données

La première étape de cet exercice consiste à lister l'ensemble des pièces de rechange qui vont être utilisées au courant de l'année prochaine dans le cadre d'une maintenance préventive pour les deux lignes de production.

Le tableau V-2 présente un extrait de la liste des pièces nécessitant un remplacement au courant de l'année prochaine avec les données impératives pour le calcul du stock de sécurité :

Tableau V-2: Données relatives aux pièces interchangeables des deux lignes

Code la pièce	Quantité	Fréquence de la TL	Délai d'aprov.	Description de la pièce	Stock de sécurité initial
30003822	12	200	90	BRG,BALL 25MMID 52MMOD 15MMW LDDBLSEAL	6
30023200	2	250	90	BRG,BALL 40MM80MM18MMLDDBL SEAL	1
30078857	3	360	90	BRG,BALL 60MM110MM22MMLDDBLSL	1
30182832	1	360	90	BRG,BALL 70MM110MM20MMXLDDBLSL	1
30188920	2	200	90	BRG,BALL 40MM 68MM 15MM DBLSEAL	6
30236737	2	300	90	BRG,BALL 15MMIDX32MMODX9MMTDB LSEAL	3
30296249	18	30	90	ELEMENT,FILTER 22MMD 80MML W/SPRING	14
30330878	2	200	90	BRG,BALL 30MM62MM16MMLDDSLRNG	1
30381863	4	182	90	BRG,BALL 30MM62MM16MMLDDSHSRNG	1
30402826	4	360	90	BRG,BALL 30MM55MM13MMXLDDBLSEAL	6
30429811	6	364	90	BRG,BALL 25MM47MM12MM DBLSEAL	8
31645282	2	182	90	BELT,GEAR 8MMP 20MMW 720MML	1
31645290	8	182	90	BELT,GEAR 8MMP 20MMW 960MML	2
32030609	10	30	90	BRG,BALL 20MM42MM12MMXLDDBLSH D	2
32146355	5	364	90	BRG,BALL 40MM68MM15MMXLDDBLSH D	2
32699288	6	30	90	BRG,BALL 3/4" WIDEINRSKWEZLK	1
32710929	2	182	90	BELT,HTD 8MMP 30MMW 800MML	2
33572195	4	182	90	BLADE,KNIFE DISHED SHEAR 150MMOD 80MMID	2

5.3.3. Correction du niveau de stock de sécurité

Le nouveau niveau du stock de sécurité doit couvrir les besoins des deux lignes de production pendant la durée d'approvisionnement des pièces de rechange. Il doit également permettre au personnel de la maintenance, en cas de défaillance d'un équipement, de remplacer la pièce défectueuse et de minimiser ainsi le temps d'arrêt de la production.

Le tableau V-3 présente un extrait des nouveaux stocks de sécurité prenant en compte les besoins des deux lignes :

Tableau V-3: Définition des niveaux de stock de sécurité pour les deux lignes

Code de la pièce	Description de la pièce	Stock initial	Nouveau SS	Correction du SS
30003822	BRG,BALL 25MMID 52MMOD 15MMW LDDBLSEAL	6	9	3
30023200	BRG,BALL 40MM80MM18MMLDDBL SEAL	1	3	2
30078857	BRG,BALL 60MM110MM22MMLDDBLSL	1	4	3
30182832	BRG,BALL 70MM110MM20MMXLDDBLSL	1	2	1
30188920	BRG,BALL 40MM 68MM 15MM DBLSEAL	6	3	0
30236737	BRG,BALL 15MMIDX32MMODX9MMTDBLSEAL	3	3	0
30296249	ELEMENT,FILTER 22MMD 80MML W/SPRING	14	10	0
30330878	BRG,BALL 30MM62MM16MMLDDSLSRNG	1	3	2
30381863	BRG,BALL 30MM62MM16MMLDDSHSRNG	1	4	3
30402826	BRG,BALL 30MM55MM13MMXLDDBLSEAL	6	4	0
30429811	BRG,BALL 25MM47MM12MM DBLSEAL	8	6	0
31645282	BELT,GEAR 8MMP 20MMW 720MML	1	2	1
31645290	BELT,GEAR 8MMP 20MMW 960MML	2	5	3
32030609	BRG,BALL 20MM42MM12MMXLDDBLSHD	2	7	5
32146355	BRG,BALL 40MM68MM15MMXLDDBLSHD	2	5	3
32699288	BRG,BALL 3/4" WIDEINRSKWEZLK	1	5	4
32710929	BELT,HTD 8MMP 30MMW 800MML	2	2	0
33572195	BLADE,KNIFE DISHED SHEAR 150MMOD 80MMID	2	3	1

Conclusion

Le travail présenté dans ce chapitre nous a permis de rendre effectif les résultats obtenus dans les premiers chapitres de ce rapport. SAP intègre désormais tous les changements apportés aux plans de maintenance des deux lignes de production. Les deux plans de maintenance s'inscrivent ainsi dans la politique globale de maintenance de l'entreprise.

Conclusion générale

La maintenance est une activité qui se réalise pendant toute la durée de vie du procédé. Elle est amenée à évoluer en fonction du vieillissement des matériels, des nouveaux modes de fonctionnement, des modifications de parties de l'installation, des nouvelles contraintes réglementaires, de la mise au point de méthodes de maintenance conditionnelle plus efficaces ou plus économiques et des modifications des organisations et des objectifs stratégiques de l'entreprise.

Le prochain défi à relever pour l'équipe de la maintenance de P&G est l'édification d'un historique à la fois complet et fiable des opérations de maintenance, qui permettra à la fonction de maintenance d'être plus performante et de se dégager de l'actuelle dépendance vis-à-vis des données d'historiques des autres sites de production.

Cela améliorera non seulement les indicateurs liés à la fonction de maintenance mais permettra également à la production d'être plus réactive vis-à-vis de la demande du marché et de proposer la couche à un prix toujours plus compétitif.

Le prix de revient de la couche s'en retrouvera d'autant plus diminué et notre site pourra ainsi se tailler des parts de marchés toujours plus grande et les consolider, au détriment de la concurrence locale et celle des autres sites de P&G fabricant le même produit et géographiquement proches. Ceci gagera la prospérité du site dans les années à venir.

Cela passe d'abord par la systématisation de la gestion de la maintenance. Les pannes des équipements doivent être reportées sur SAP de manière complète, minutieuse et automatique afin de pouvoir les analyser à posteriori en vue d'éviter leur reproduction. Le report des pannes permettra également de mesurer et surveiller la santé de la fonction maintenance au sein de l'entreprise. Là où tout sera sous contrôle, les indicateurs reflèteront le succès de la maintenance. Et inversement, l'analyse des données reportées va mettre en évidence les problèmes et les irrégularités en vue de définir des plans d'action pour les éliminer.

Outre ces avantages, une pratique appliquée de la maintenance permettra à l'usine de se préparer pour franchir les prochaines étapes de qualifications dans le système IWS avec succès.

Bibliographie

BENBRAHIM. (2012). *Gestion de la production*. Ecole Mohammadia d'Ingénieurs.

BERRADO. (2012). *Data Mining*. Ecole Mohammadia d'Ingénieurs.

CHERKAOUI. (2010). *Lean Manufacturing*. Ecole Mohammadia d'Ingénieurs.

GHAITI. (2012). *Gestion des stocks*. Ecole Mohammadia d'Ingénieurs.

MLIHA. (2012). *Gestion de la maintenance*. Ecole Mohammadia d'Ingénieurs.

P&G. (2010). *PM guide book*. Cincinnatti.

P&G. (2011). *Annual report*. Cincinnatti.

Zwingelstein, G. (2002). *La maintenance basée sur la fiabilité*. Paris.

Webographie

<http://reliableplant.com/Read/338/effective-maintenance-plan>

http://chohmann.free.fr/maintenance/maintenance_preventive.htm

<http://www.maintenance-preventive.com/>

<http://www.hubertfaigner.com/>

<http://www.pg.com>

Annexes

I. Actions issues de l'analyse AMDEC

Zone	Description de la tâche	Adresse	Nbre personnes	Durée	Fréquence	MMR
Area 2	Changement des roulements du rouleau Foldingbord	DIMO-111-218-001	1	60	120	30381822
	Chgmt ⁵ rlmts ⁶ lubrificateur de l'unité 3-roll	DIMO-111-218-011	1	30	180	34851754
	Inspection du hem bond	DIMO-111-218-008	1	15	270	39560528
	Chgmt lubrificateur du 2-roll	DIMO-111-218-008	1	20	270	39235044
	Chgmt rlmts lubrificateur du 2-roll	DIMO-111-218-008	1	30	180	36380257
	Echange tensioner du convoyeur Vac	DIMO-111-299-106-002	1	15	90	36416929
	Chgmt lubrificateur du Endbond insert	DIMO-111-388-125-002	1	30	360	39453649
	Inspection du Endbond Drive coupling gearbox	DIMO-111-388-128	1	30	360	39430099
	Chgmt position du slitter Anvil / slitter Anvil	DIMO-111-218-015	1	30	270	38182769
Area 3	Chgmt du Slitter Anvil	DIMO-111-464-135	1	30	546	38182769
	Chgmt rlmts du F/K Drive	DIMO-111-632-220	1	30	365	30330878
	Chgmt rouleaux libres du reject	DIMO-111-632-204	1	60	365	30429811

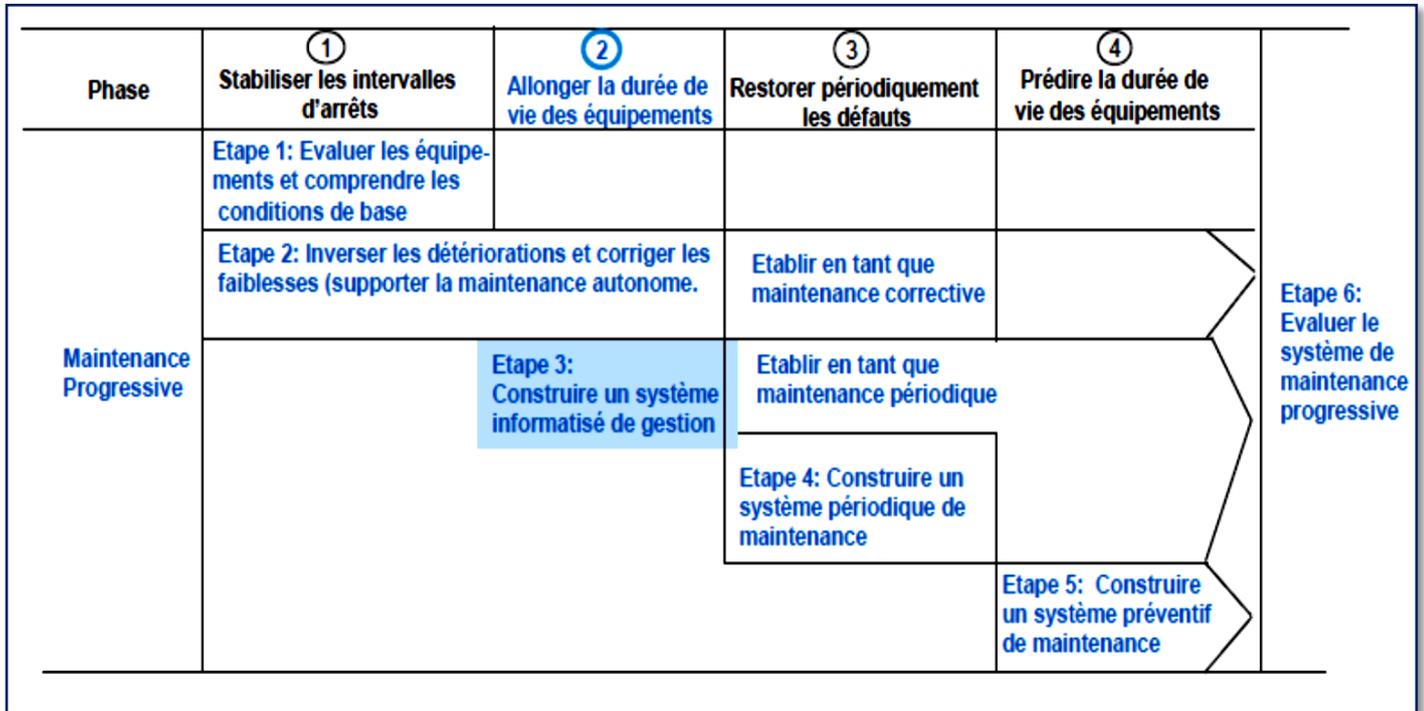
⁵ Chgmt : désigne le terme Changement

⁶ Rlmts : fait référence au terme roulements

ANNEXES

	Chgmt rouleaux libres du reject	DIMO-111-632-204	1	60	365	30429811
	Chgmt MainShaft en amont du Tucker	DIMO-111-632-204	1	60	365	30188920
	Chgmt MainShaft en avale Tucker	DIMO-111-632-204	1	60	365	30188920
Area 4	chgmt du tapis en amont des rouleaux	DIMO-113-661-610	1	20	182	
	Chgmt du Twist belts rouleaux et tensioners	DIMO-113-661-610	1	20	182	
	Chgmt de l'absorbeur de choc	DIMO-111-661-670	2	20	180	39643632
	Chgmt des rlmt du OHP	DIMO-113-811-510	2	10	63	
	Chgmt du tapis du cuff convoyeur	DIMO-113-811-510	2	10	63	
	Remplacement suction rails	DIMO-113-811-570	1	5	135	33688058
Area 1	Nettoyage du Garnet roll	DIMO-111-023-110	1	30	90	
	Inspection des scarf du CSX	DIMO-111-023-120	1	60	180	
	Inspection des rlmts du Pulsing unit	DIMO-111-113-215	1	10	180	
	Chgmt du lubrificateur de l'enclume du I/K	DIMO-111-173-305	1	30	360	39453428

II. Les étapes de la maintenance progressive



III. Fiche SIMPTWW

Le SIMPTWW est un standard adopté par Procter & Gamble pour la présentation des informations relatives au déroulement des actions de maintenance. A côté des OPL (One Point Lesson), ce standard est plutôt destiné aux actions de maintenance lourde, c.à.d. les actions réalisées par les équipes PM.

SIMPTWW est l'abréviation des 6 termes suivants :

- Safety (Sécurité): tout ce qui concerne la sécurité durant l'action de maintenance ;
- Information: la procédure de maintenance ;
- Material (Matériel): les pièces de rechange ;
- Tools (Outils) : l'outillage nécessaire pour faire l'action ;
- When(Quand): la date de l'action ;
- Where(Où): le lieu de l'action ;

Une fiche standard a été développée et adoptée par les usines de Procter & Gamble Maroc.

IV. Why-Why Analysis

La méthode Why-Why consiste à énoncer un problème, puis poser la question « pourquoi ? » en notant toutes les réponses possibles à gauche. Ces réponses constituent chacune un nouveau problème auquel il faudra répondre et ainsi de suite. Si une réponse est éliminée, sa case est barrée, elle ne sera plus exploitée par la suite.

Menant l'analyse jusqu'au bout, en étalant à chaque itération toutes les causes possibles on finit par avoir la cause (ou les causes) primitive(s). On définit par la suite pour cette cause une action avec un responsable et une échéance.

Ainsi on aurait éradiqué la source du problème, plutôt que de l'avoir corrigée momentanément.

Dans la majorité des cas, cette analyse ressort des actions à moyen ou long terme. Du coup, elle n'exclut pas le fait d'exécuter des actions immédiates dans un but d'arrêter ou de réduire l'impact du problème en attendant que la cause primitive soit éliminée.

Il est à noter que l'exercice du « Why-Why » est assez difficile vu qu'il requiert un bon raisonnement mais aussi une bonne connaissance de l'environnement du problème et des différents éléments qui pourraient avoir un impact sur lui. Cependant, il demeure indispensable à l'identification des causes originales des problèmes.





V. Visual Basic Application Script

Visual Basic Application est une variante du langage classique Visual Basic qu'a développée Microsoft pour ses logiciels phares, en l'occurrence l'ensemble des logiciels de la suite Office.

Le script développé avec le langage VBA permettra une interaction entre Microsoft Excel et l'ERP SAP. Une macro développée en interne à Procter & Gamble permet d'accéder à l'interface SAP Gui à travers une feuille de calcul Excel. Le script VBA est entré dans une feuille qui prend le nom de « SAP Script ». Des variables peuvent être désignées à partir du script par l'utilisateur de la macro, qui génère de façon automatique une table nommée « Input sheet ». Cette table sert d'interface pour rentrer l'ensemble des variables à charger sur SAP.

Grâce à la fonctionnalité *Playback & record* de SAP, la macro qui gère la table de variables « Input sheet » permet de charger de façon automatique et rapide l'ensemble des données figurant sur cette table. Un message généré après la fin du script donne l'état de chaque ligne à charger sur le logiciel, et permet de savoir si l'action a réussi, ou bien s'il y a eu erreur.

Le script VBA a permis d'avancer rapidement en ce qui concerne l'intégration de l'ensemble des données collectées sous SAP, et a rendu le travail fait normalement de façon manuelle, beaucoup plus rapide et performant.