

République Algérienne Démocratique et Populaire

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche Scientifique



Ecole Nationale Polytechnique
Département de Génie Industriel

Mémoire de Projet de Fin d'Etudes d'Ingénieur

Thème

Flexibiliser la ligne de production de produits
spécifiques
Cas de l'entreprise TREFAL

Présenté par :

M. Nadjim OUAISSA

M. Rafiq HAGANI

Dirigé par :

M. Ali BELAID

Promotion : juin 2011

ملخص

في الوقت الحالي , الشركات في تحدي صعب و الرهان سيكون على الادارة الجيدة للإنتاج فهي مجبرة على تنويع المنتجات , و الإنتاج على مقاييس و متطلبات المشتري , لهذا السبب يجب عليها تنفيذ تقنيات الحد من التصنيع لأجل التخزين , و ضمان مرونة انتاجها .

الهدف من هذا المشروع هو ضمان تغيير نوع المنتج بسرعة و التقليل من تكاليف ضياع الوقت الزائد أثناء التغيير في نوع المنتج و هذا بتطبيق طريقة SMED و أيضا انشاء نظام للتخطيط على أساس مفهوم MRP لحساب الاحتياجات من المواد الأولية

الكلمات الرئيسية : المرونة , التفاعل , MRP, SMED.

Résumé

À l'heure actuelle, Les entreprises se trouvent dans une situation particulière où une bonne gestion de la production constitue un objectif majeur à atteindre. En effet, la diversification des produits, leur personnalisation et la mise en place des techniques de production au plus juste, de réduction des stocks et de flexibilisation, ont contraint les industriels à réduire fortement leurs séries de fabrication. Les temps de mise en train sont devenus alors des freins à la productivité et à la flexibilité.

L'objectif de ce mémoire de projet de fin d'étude d'ingénieur est de proposer, non seulement, l'application de la méthode SMED comme solution pour répondre rapidement aux évolutions de la demande tout en minimisant les coûts logistiques, mais aussi, la mise en place d'un système de planification basé sur le concept MRP pour le calcul des besoins en matières afin d'augmenter la flexibilité de l'entreprise TREFAL.

Mots clés : Flexibilité, SMED, Réactivité, MRP.

Abstract

At the present time, the companies are in a typical location where a good management of the production constitutes a major goal to be reached. Indeed, the diversification of the products, their personalization and the installation of the techniques of production to just, of reduction of stocks and flexibility, have constrained the industrialists to strongly reduce their series of manufacture. Times of warming-up then became barriers with the productivity and flexibility.

The objective of this memory of project of end of study of engineer is to propose, not only, the application of method SMED as solution to answer quickly the evolutions of the request very for minimizing the logistic costs, but also, the installation of a planning system based on concept MRP for calculation of the requirements out of matters in order to increase the flexibility of company TREFAL.

Key words: Flexibility, SMED, Reactivity, MRP.

Remerciements

Nous tenons à la fin de ce travail à remercier ALLAH le tout puissant de nous avoir donné la foi et de nous avoir permis d'en arriver là.

Notre reconnaissance va à M. BELAID, pour nous avoir encadrés et conseillés tout au long de notre mémoire. Son aide nous a été bénéfique pour mener à terme notre travail.

Nous remercions aussi tout le staff du département technique de l'entreprise TREFAL, pour leur disponibilité, leurs conseils et leur encouragement tout au long de notre stage.

Nous remercions tous les enseignants du département Génie Industriel de l'École Nationale Polytechnique d'Alger pour leur soutien tout au long de notre formation.

Nous tenons à remercier les membres du jury de nous faire l'honneur d'évaluer notre travail.

Nos remerciements à nos chers parents qui ont rempli nos vies d'amours et de joie.

Enfin, nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

.

Dédicaces

En signe de respect et de reconnaissance, Je dédie ce modeste travail à :

Mes très chers parents,

Mes frères,

Mes cousins et cousines,

Mes amis et toute ma famille,

*Toutes les personnes qui ont contribué de près ou de loin à
ma réussite,*

*Ainsi qu'à tous ceux pour qui je compte et comptent pour
moi,*

Nadjim

Je dédie ce travail à mes très chers parents qui ont toujours été là pour moi, et qui m'ont donné un magnifique modèle de labeur et de persévérance.

J'espère qu'ils trouveront dans ce travail toute ma reconnaissance et tout mon amour.

Je vous souhaite une longue vie pleine de joie et de santé.

À mes chers frères Amin et Mohamed Zakaria,

A mes grands-parents,

A mes meilleurs amis(es),

Pour tous ceux qui comptent pour moi et je compte pour eux.

Rafiq

Table des Matières

LISTE DES FIGURES	I
LISTE DES TABLEAUX	III
LISTE DES ABRIVIATIONS	IV
INTRODUCTION GENERALE ET PROBLEMATIQUE	1

PARTIE 1 : CADRE DE L'ETUDE

CHAPITRE I : PRÉSENTATION DE L'ENTREPRISE TREFAL

1. Introduction	4
2. Historique	4
3. Missions principales de l'entreprise	4
4. Organisation	5
5. Les ressources.....	5
5.1. Les ressources humaines	6
5.2. Infrastructure	6
5.3. Environnement de travail	7
6. Gamme des produits.....	7
6.1. Les Treillis Soudés	8
6.2. Les Poutrelles Métalliques Légères	9
6.3. Les Fils Tréfilés Clairs	9
7. Les clients de TREFAL.....	10
8. Présentation de l'organigramme.....	10
9. Les principales missions des différentes directions de l'entreprise	12
9.1. La direction générale	12
9.2. La direction commerciale	12
9.3. La direction technique	12
10. Conformité des produits	14
11. Management de la qualité à TREFAL.....	14
12. Conclusion.....	16

PARTIE 2 : ETAT DE L'ART

CHAPITRE II : LA FLEXIBILITÉ DANS LES ORGANISATIONS INDUSTRIELLES

1. Introduction	18
2. Concepts de la flexibilité	18
2.1. Définitions	18
2.2. Pourquoi s'intéresser à la flexibilité	20
2.2.1. Des raisons économiques	21
2.2.2. Des raisons humaines	21
2.3. Notion d'atelier polyvalent ou flexible	22
3. Flexibilité et organisation de la production	23
3.1. Organisation en atelier : un système flexible mais peu productif	23
3.1.1. Définition	23
3.1.2. Ressources mobilisées	24
3.1.3. Ordonnancement	24
3.2. Organisation en ligne : un système productif mais peu flexible	24
3.2.1. Définition	24
3.2.2. Ressources mobilisées	25
3.2.3. Ordonnancement	25
3.3. Organisation de type « série unitaire »	27
3.3.1. Définition	27
3.3.2. Ressources mobilisées	27
3.3.3. Ordonnancement	27
4. Flexibilité et gestion de production	29
4.1. Les défauts de la gestion de production traditionnelle	29
4.2. La nouvelle approche de la gestion de production	30
4.3. La méthode M.R.P (Material Requirement Planning)	31
4.3.1. Définition du MRP	31
4.3.2. Les objectifs du MRP	32
4.3.3. Étapes de la méthode MRP	32
4.3.4. Contraintes d'application de MRP	33
4.3.5. La logique du MRP	33

Table des matières

4.3.6. Défauts des systèmes MRP	34
5. Conclusion.....	35

CHAPITRE III : LE SYSTÈME SMED

1. Introduction	37
2. Opérations de réglages dans le passé	37
2.1. Stratégies faisant appel à l'habileté	37
2.2. Stratégies impliquant des lots importants	37
2.3. Stratégie de lot économique	38
3. Bases et techniques du SMED	39
3.1. Principe – Historique – Temps de changement	39
3.1.1. Principe	39
3.1.2. Historique	39
3.1.3. Temps de changement de fabrication	39
3.2. La démarche SMED : Amélioration de réglage	40
3.2.1. Stade préliminaire	42
3.2.2. Stade 1 : Séparation des réglages internes et externes	43
3.2.3. Stade 2 : Transformation des réglages internes en réglages externes	45
3.2.4. Stade 3 : rationalisation de tous les aspects du réglage	46
4. Mise en place d'un projet SMED	49
4.1. L'adhésion des salariés	49
4.2. Durée et planification	49
4.2.1. Constitution des groupes de travail	50
4.2.2. Les données	50
4.2.3. Le budget	51
5. Les effets du SMED	52
6. Conclusion.....	53

PARTIE 3 : ÉTUDE DE L'EXISTANT

CHAPITRE IV : ANALYSE DE L'EXISTANT ET DIAGNOSTIC

1. Introduction	55
2. Diagnostic de la production.....	55
2.1. Étude de l'organisation industrielle	56
2.2. Étude des performances présentes	56
2.2.1. Le ratio de productivité machine	56
2.2.2. Indicateur de flexibilité	57
2.2.3. Le nombre moyen de changements par semaine	58
2.3. Étude des processus de production	58
2.4. Étude du processus d'approvisionnement	64
2.4.1. Description de la politique d'approvisionnement de TREFAL	64
2.4.2. Description de la gestion de l'encours des bobines	65
2.5. Étude du processus de planification	66
2.6. Étude du processus de fabrication	66
2.7. Étude de l'implémentation de l'atelier	66
3. Conclusion et suggestions	68

PARTIE 4 : PLAN D'ACTION

CHAPITRE V : ACTIONS D'AMELIORATION DE LA FLEXIBILITE

A. APPLICATION DE LA MÉTHODE SMED.....	70
1. Phase 0 : Choix du chantier.....	70
2. Phase 1 : Observation et mesure (Identifier).....	72
2.1. Les différentes opérations de réglages	72
2.2. Chronométrage des différentes opérations	74
2.3. Diagramme de Gantt - Phase I -	74
2.4. Analyse	76
3. Phase 2 : Séparation des opérations (Séparer).....	76
3.1. Les opérations externes	77

Table des matières

3.2. Diagramme de Gantt - Phase II -	78
3.3. Analyse	80
4. Phase 3 : Transformation des réglages internes en réglages externes (Convertir).....	80
4.1. Conception d'un nouveau dévidoir.....	80
4.2. Diagramme de Gantt - Phase III -	82
5. Phase 4 : Rationalisation de tous les aspects du réglage (Réduire).....	84
5.1. Réduire les durées des tâches externes	84
A. Préparation des check-lists.....	84
B. Rationaliser les magasins d'outillages	84
5.2. Réduire les durées des tâches internes	85
A. Automatisation du système de dressage.....	86
B. Le travail en parallèle de plusieurs régleurs	88
C. Diminution du temps de travail du régleur.....	89
5.3. Diagramme de Gantt - Phase VI -	90
6. Conclusion.....	92
B. LA PLANIFICATION DES BESOINS MATIÈRES (MRP) POUR GÉRER L'ENCOURS DES BOBINES	93
1. Introduction	93
2. Le processus de planification des besoins matières	93
2.1. Le calcul des prévisions sur la consommation du fil tréfilé	95
2.2. Le plan directeur de production	96
2.3. Nomenclature.....	96
2.3. Les données sur l'état des stocks et les paramètres de planification	97
3. Représentation du processus de planification	98
4. Exemple d'application.....	99
5. Conclusion.....	101
CONCLUSION GÉNÉRALE	102
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES	105
ANNEXES	106

Liste des figures

Figure I.1 : La gamme des produits commercialisés par TREFAL	8
Figure I.2 : Organigramme de TREFAL.....	11
Figure I.3 : Système de management qualité de TREFAL	15
Figure II.1 : Schéma de principe d'un système productif organisé en ateliers spécialisés.....	23
Figure II.2 : Schéma de principe d'un flow shop	24
Figure II.3 : Exemples de ligne de production	25
Figure II.4 : La logique MRP	34
Figure III.1 : Définition du temps de changement de fabrication	40
Figure III.2 : le temps de réglage à un chiffre :stade conceptuel et techniques pratiques.....	41
Figure III.3 : Séparation et/ou transformation de tâches internes en tâches externes	43
Figure III.4 : Moyen de communication et moyen de décloisonnement	50
Figure III.5 : Réduction du temps total de réglage	53
Figure IV.1 : les différents types du fil obtenus après l'opération de tréfilage.....	59
Figure IV.2 : Processus de tréfilage.....	60
Figure IV.3 : Processus de fabrication de treillis soudés	61
Figure IV.4 : Emplacement des postes de la ligne ATT 10/96 TS	63
Figure IV.5 : L'organisation proposée de l'atelier	67
Figure V.1 : Principales étapes d'une démarche SMED	70
Figure V.2 : La durée totale du changement de série -Phase I-	75
Figure V.3 : La durée totale du changement de série - phase II-	79
Figure V.4 : La nouvelle conception de la bobine	81
Figure V.5 : La conception actuelle de la charpente.....	81
Figure V.6 : La nouvelle conception de la charpente.....	82
Figure V.7 : La durée totale du changement de série - phase III -	83
Figure V.8 : Galet de dressage pour fil de trame	84
Figure V.9 : La boîte à outils	85

Liste des figures

Figure V.10 : Le dispositif de dressage actuel	86
Figure V.11 : Le dispositif de dressage proposé	87
Figure V.12 : La durée totale du changement de série - phase IV -	91
Figure V.13 : Le processus de planification des besoins matières(fil tréfilé).....	94
Figure V.14 : Les composants d'un produit fini	96
Figure V.15 : La non-variation de la quantité de matière tout au long des processus	97
Figure V.16 : La nomenclature d'un produit fini.....	97
Figure V.17 : Représentation du processus MRP	98
Figure V.18 : L'interface du système de planification des besoins matières sous EXCEL	101

Liste des tableaux

Tableau I.1 : Répartition de l'effectif de l'entreprise	6
Tableau I.2 : Les différents types d'installation de l'entreprise	6
Tableau I.3 : Répartition des clients de TREFAL	10
Tableau II.1 : Manifestation de la flexibilité.	20
Tableau II.2 : Dilemme flexibilité /productivité : ses manifestations et ses compromis	28
Tableau IV.1 : Analyse du temps global de production	57
Tableau IV.2 : la grille de lecture de l'indicateur de flexibilité.....	57
Tableau V.1 : Les différents types de produits TS.....	71
Tableau V.2 : Évolution des références du produit TS	72
Tableau V.3 : La liste des tâches, leurs durées respectives et les ressources mises à disposition	74
Tableau V.4 : Séparation des tâches internes et externes	78
Tableau V.5 : Les outils utilisés lors d'un changement de série.....	85
Tableau V.6 : La vitesse du soudage en fonction du diamètre du fil.....	89
Tableau V.7 : Prévision des demandes de produits standards	95
Tableau V.8 : Prévision des ventes de produits spécifiques	95
Tableau V.9 : Prévision de la quantité totale à consommer du fil tréfilé.....	95
Tableau V.10 : La table du PDP	96

Liste des abréviations

- BEM** : Service bureau d'études et méthode
- CBN** : Calcul des Besoins Nets
- CHS** : Commission d'Hygiène et de Sécurité
- CTC** : Organisme d'état chargé du Contrôle Technique de la Construction
- ENTPL** : Entreprise Nationale de Transformation des Produits Longs
- ERP** : Entreprise Resource Planning (logiciel de gestion intégré).
- FTC** : Fil Tréfilé Clair
- GPAO** : Gestion de la Production Assistée par Ordinateur
- GRH** : Gestion des Ressources Humaines
- GSM** : Gestion des Stocks et Manutention
- HSE** : Hygiène Sécurité Environnement
- JAT** : Juste A Temps
- MGX** : Moyens Généraux
- MOCN** : Machines-Outils à Commande Numérique
- MP** : Matière Première
- MRP** : Material Requirement Planning
- NTIC** : Nouvelles Technologies de l'Information et de la Communication
- OF** : Ordre de Fabrication
- ONTED** : One Touch Exchange of Die
- PML** : Poutrelle Métallique Légère
- PDP** : Plan Directeur de Production
- PF** : Produits Finis
- PIC** : Plan Industriel et Commercial
- RPM** : Ratio de Productivité Machine
- SMED** : Single Minute Exchange of die
- SMQ** : Système Management Qualité
- TPL** : Transformation des Produits Longs
- TS** : Treillis Soudés

Introduction générale et problématique

Jusqu'aux années 60, la gestion de production n'a pas vraiment fait l'objet d'études ou d'analyses approfondies : l'atelier de production était considéré comme un secteur secondaire ; les sujets majeurs de préoccupations étaient alors davantage centrés sur l'informatisation qui commençait à se développer dans les entreprises et sur les structures de management.

Il y a quelques années encore on se préoccupait bien plus de la cadence instantanée des machines que du temps nécessaire à leur mise en service, à la maintenance ou au changement de série. Les équipements étaient parfois réglés pour plusieurs mois, voire plusieurs années. La diversification des produits, leur personnalisation et la mise en place des techniques de production au plus juste, de réduction des stocks et de flexibilisation, ont contraint les industriels à réduire fortement leurs séries de fabrication. Les temps de mise en train sont devenus alors des freins à la productivité et à la flexibilité.

Cependant, à l'heure actuelle, Les entreprises se trouvent dans une situation particulière où une bonne gestion de la production constitue un objectif majeur à atteindre. En effet, confrontées à une demande des consommateurs de plus en plus exigeante en termes de délai et de qualité, les entreprises se disputent continuellement les parts de marchés sur lesquels la concurrence reste rude et où chacun tente de se démarquer.

Plus précisément, le secteur de la production est un des secteurs que l'entreprise se doit vivement de prendre en considération puisque une gestion adaptée à la demande lui permettra de rencontrer de nombreuses opportunités sur le marché tout en cherchant à réduire ses coûts. À ce titre, la production et la logistique sont actuellement marquées par le développement du juste à temps et la nécessité de réduire les stocks.

Dans un contexte où il est devenu indispensable de répondre rapidement aux évolutions de la demande tout en minimisant les coûts logistiques, la mise en œuvre de la méthode SMED contribue à atteindre ces deux objectifs.

L'entreprise TREFAL fabrique et commercialise de treillis soudés en panneaux/rouleaux, de poutrelles métalliques légères pour le bâtiment et de fils tréfilés pour armatures. Les ateliers de l'entreprise sont situés dans la zone industrielle Rouïba-Reghaia. Elle fabrique plusieurs produits standards de maille et de diamètre différents sur plusieurs lignes de production.

Ces dernières années l'entreprise est confrontée à une demande de plus en plus importante sur des produits spécifiques. Pour le moment, l'organisation de production de

l'entreprise n'est pas adaptée à ce type de demande. Une des solutions possible serait de flexibiliser une des lignes de production actuelle.

Donc, notre préoccupation majeure est de :

- Réduire le temps de réglage de la ligne de production et notamment du poste alimentation,
- Réduire les délais de mise en production des commandes spécifiques.
- Réduire la taille du lot de lancement en production,
- Proposer un système de planification aussi bien pour les produits standards que spécifiques.

Pour répondre à notre problématique et atteindre nos objectifs, nous avons adopté une démarche structurée sur 4 parties et constituée de 5 chapitres:

- ❖ **Partie une** : constituée du chapitre I, elle est consacrée à la présentation de l'entreprise TREFAL, Entreprise de Tréfilage d'Alger.
- ❖ **Partie deux** : elle est consacrée à la définition des différents concepts nécessaires à notre étude, cette étape est constituée de deux chapitres :
 - ✓ Chapitre II : nous proposerons au sein de ce chapitre, de clarifier des notions fondamentales et des concepts de base de la flexibilité.
 - ✓ Chapitre III : nous présenterons dans ce chapitre les bases, techniques et une méthodologie de SMED, ainsi que sa mise en œuvre.
- ❖ **Partie trois** : cette étape est consacrée à l'étude de l'existant qui décrit les différents aspects de l'organisation, elle est constituée du chapitre IV où nous avons appliqué une méthodologie de diagnostic afin de détecter les différents dysfonctionnements.
- ❖ **Partie quatre** : constituée du chapitre V, elle est consacrée à la proposition de plan d'action adéquat pour flexibiliser la ligne de production des produits spécifiques de TREFAL, en se basant sur les résultats du diagnostic, nous avons proposé d'appliquer la méthode SMED pour réduire le temps de réglages et un système de gestion basé sur la méthode MRP pour le calcul des besoins en matières premières.

*Chapitre I : Présentation de
l'entreprise TREFAL*

1. Introduction

TREFAL est une entreprise publique dénommée TREFILERIE D'ALGER, elle est située dans la zone industrielle de Reghaïa à l'est d'Alger. Elle fait partie des 6 filiales que composent le groupe TPL « Transformation des Produits Longs » dont le siège est situé à Oran.

2. Historique

C'est en Juillet de l'année 1979 que l'unité est entrée dans sa phase primaire de production, sa mission principale est la production et la commercialisation des Treillis Soudé et des Poutrelles Métalliques Légères, produits qui jadis étaient l'œuvre de nos artisans ferrailleurs. Désormais depuis le démarrage de l'unité, la préfabrication du Treillis Soudé et de la Poutrelle Métallique Légère n'est plus l'apanage de nos vaillants artisans, car le progrès technologique (Machine automatique) a permis de réaliser ses produits en qualité, quantité et dans les délais incomparables par rapport à ceux qui se faisaient manuellement dans les chantiers. À noter que la première ligne de fabrication des treillis soudés a été installée en Algérie en 1970 (Oran)

TREFAL capitalise une expérience de plus de 30 ans dans la fabrication des produits destinés principalement au secteur de l'habitat et des Travaux Publics.

En 1983, l'unité « TS PML » a subi une première restructuration dans le cadre de l'autonomie des entreprises. La division mère (DTPL) devient : « **Entreprise Nationale de Transformation des Produits Longs** » -ENTPL- avec tous les pouvoirs que lui confère son statut.

En 1998, une deuxième restructuration a fait de l'unité TSP/R une filiale à part entière dotée d'un capital social, d'un Conseil d'administration et de statut juridique d'une SPA (Société Par Action).

Le système de management de la qualité de TREFAL est certifié depuis le 03 Mai 2004 conformément au référentiel ISO 9001/2000, et elle a été rectifiée pour une durée de 3 années en date du 23/07/2007.

Après ce bref historique nous vous présentons les missions principales de l'entreprise, son organisation, ses ressources, ses produits, ses clients et son management de la qualité.

3. Missions principales de l'entreprise

Les activités fondamentales de l'entreprise se situent dans la fabrication et la commercialisation des produits destinés au secteur du bâtiment, des travaux publics et de la petite transformation.

Le cœur du métier de TREFAL est le tréfilage, c'est à partir de ce processus clé que les produits sont réalisés en subissant d'autres transformations intermédiaires. (Dressage et soudage).

Le tréfilage est l'opération qui consiste à allonger une matière et à lui donner la forme d'un fil en tirant à travers un outil percé d'un orifice de forme approprié appelée « FILIÈRES ». Cette opération d'étirage appelée aussi dans le vocabulaire des spécialistes « Écrouissage » elle permet d'élever artificiellement la résistance du métal et de diminuer son allongement conformément aux normes spécifiant les caractéristiques des produits. Actuellement la tendance est vers l'utilisation du système de réduction par galet au lieu des filières, appelée souvent laminage à froid.

4. Organisation

À travers l'organigramme officielle de TREFAL, l'entreprise est dirigée par :

- Un président directeur général qui assure aussi la présidence du conseil d'administration,
- Un assistant chargé du contrôle de gestion,
- Un assistant chargé de l'audit interne,
- Un assistant chargé du management de la qualité,
- Un chef de département technique et de plusieurs services,
- Un chef de département commercial et de plusieurs services,
- Un directeur de l'administration et finances dotée de quatre services : Comptabilité, Finance, GRH, MGX, HSE et une cellule Juridique et Informatique.

L'organigramme est de type fonctionnel, il ne fait apparaître que les lignes hiérarchiques, les interfaces sont partiellement visibles qu'à travers la cartographie des processus et leurs fiches de descriptions établies dans le cadre de la mise en place du système de management de la qualité.

5. Les ressources

TREFAL est dotée de toutes les ressources humaines et matérielles nécessaires pour répondre aux exigences sans cesse évolutives des clients et du cadre légal et réglementaire liés à l'activité.

5.1. Ressources Humaines (Au 02/01/2009)

C.S.P	Effectif*	% Répartition
Cadres	33	15%
Maîtrise	35	16%
Exécution	148	69%
TOTAL	216	100%

* Permanents et temporaires

Tableau I.1 : Répartition de l'effectif de l'entreprise

La gestion des compétences du personnel est liée à la mise en œuvre du processus d'évaluation des ressources humaines et du processus de formation.

Un plan de formation annuel est élaboré pour :

- Réduire les écarts de compétences identifiés,
- Renforcer les acquis,
- Assurer une mise à niveau (Nouvelles technologies).

Chaque employé est doté d'une fiche de poste lui précisant :

- Les Missions,
- Les Tâches assignées,
- Les Responsabilités et autorités,
- Les relations fonctionnelles et hiérarchiques.

Pour certains postes, des instructions de travail sont mises à leurs dispositions.

Une charte de responsabilités et d'autorités est établie à un niveau d'encadrement.

5.2. Infrastructure (2009)

Installation de production :

Type d'installation	Nbre/Ligne	Capacité utilisée (2 x 8)
Tréfilage	9	28 500 T
Assemblage et soudage TS	3	20 000 T
Assemblage et soudage PML	3	6 500 T

Tableau I.2 : Les différents types d'installation de l'entreprise

Utilitaire :

TREFAL est dotés d'installation commune appelée utilitaire de production composée de :

- Sous station électrique et réseau électrique,
- Réseau d'eau industrielle,
- Réseau d'air comprimé,
- Pont roulant, Pont bascule (Pesée),
- Matériel de manutention (Chariot élévateur, locotracteur, pont roulant),
- Atelier d'usinage (Tournage, fraisage, rebobinage, ...),
- Atelier de réparation mécanique/électrique/hydraulique/soudure,
- Atelier de réparation outils de production (Filière, galet, ...).

5.3. Environnement de travail

L'environnement de travail à TREFAL est géré en vue de fournir au personnel, les conditions de travail appropriées pour obtenir la conformité de ses produits et être en adéquation avec le cadre réglementaire régissant les conditions de protection physiques et morales des employés.

Le service d'hygiène, sécurité et environnement est chargé de :

- Veiller à l'application des consignes d'hygiène et de sécurité,
- Veiller aux suivis des conditions d'ambiance adéquate (Aération, température, éclairage, bruit, nuisance, etc...),
- Assurer le maintien et l'amélioration des conditions de travail.

Il est assisté d'une commission paritaire de donner un avis sur les problèmes d'hygiène et de sécurité (C.H.S).

6. Gamme des produits de TREFAL

La matière première (Principale) qui constitue après transformation la réalisation de nos produits (TS+PML+FTC) (Voir la figure I.1) est le Fil Machine ; c'est un acier non allié obtenu par laminage à chaud au niveau des laminoirs et conditionné en couronnes après refroidissement (Fabriqué localement ELHADJAR ou importé).



Figure I.1 : La gamme des produits commercialisés par TRIFAL

6.1. Les Treillis Soudés (TS)

Les Treillis Soudés sont des armatures prêtes à l'emploi formées de fils en acier tréfilés lisses ou crantés assemblés rigidement en mailles carrées ou rectangulaires par soudage électrique sur machine automatique.

Les treillis soudés sont fabriqués en forme de panneaux ou de rouleaux de dimension standard ou spécifique conformément aux exigences du client.

- Domaines d'application

Le TS est utilisé pour la réalisation :

- Des dalles en béton armé reposant sur le sol,
- Des planchés à corps creux,
- Des murs porteurs,
- Semelles de fondation, escaliers, panneaux préfabriqués,
- Cuves, silos, réservoirs, voûtes,

- Revêtement des caniveaux et digues,
- Routes et autoroutes en béton armé (Éventuellement autoroute « est-ouest » en Algérie),
- Piste d'aérodrome,
- Tunnel et abris souterrains (Métro),
- Barrage, etc.

6.2. Les Poutrelles Métalliques Légères (PML)

Les Poutrelles Métalliques sont des armatures légères faites en fils tréfilés lisses ou crantés. Elle est fabriquée en continue sur des machines automatiques. La membrure supérieure et les membrures inférieures sont assemblées aux étriers continus en forme de ZIG-ZAG par soudage électrique, permettant une bonne rigidité et une excellente stabilité.

TREFAL ne livre que l'ossature de la poutrelle (squelette), le produit est prêt à l'emploi lorsqu'il subit un enrobage de béton soit directement sur chantier soit par des revendeurs (Appelés cimentier).

- Domaine d'application

La PML est utilisée pour la réalisation :

- Des planchers nervurés,
- Des planchers préfabriqués,
- Des prédalles pour le bâtiment,
- Des prédalles pour le génie civil,
- Des plafonds,
- Des poutres, des dalles, sols en chaînage, etc.

6.3. Les Fils Tréfilés Clairs (F.T.C)

Considérés au départ comme les demis produits en interne, en réponse a la demande des clients, TREFAL réalise et commercialise ce produit sous forme de fil tréfilé lisse ou cranté, dressé et coupé selon les dimensions exigées par les clients ou livré en bottes ou bobines pour des besoins particuliers.

Ce fil est clair parce qu'il ne subit dans l'entreprise aucun traitement de surface après tréfilage (Ex : Galvanisation, chromage ou autres) ces traitements de surface s'effectueront éventuellement chez les utilisateurs selon la nécessité de leurs besoins.

- Domaines d'application

Le F.T.C est utilisé pour la réalisation de :

- Sèche-linge en fil métallique,
- Cages oiseaux ou autres,
- Porte manteaux métalliques,
- Égouttoir, vaisselles,
- Grilles pour réfrigérateurs, cuisinières,
- Présentoirs magasin/superettes,
- Pommelles,
- Tiges filetées et accessoires,
- Utilisé aussi comme armatures pour tuyaux en béton servant pour les canalisations d'assainissement, etc....

Tous les produits TS et PML de TREFAL sont identifiés par un étiquetage sur le produit et par une empreinte « TAL » indiquée sur au moins un (1) constituant du produit.

7. Les clients de TREFAL

Les clients de TREFAL se répartissent de la manière suivante : (Matrice Client/Produit)

Catégorie / clients	Produits		
	TS	PML	FTC
Revendeurs	X	X	X
Entreprises de réalisation bâtiments et travaux publics	X	X	
Auto constructeurs	X	X	
Cimentiers (Enrobage PML et tuyauterie)		X	
Transformateur de fil métallique			X

Tableau I.3 : Répartition des clients de TREFAL

8. Présentation de l'organigramme

L'organisation du complexe est présentée selon un organigramme prédéfini par sa direction générale pour mieux répondre à ses exigences. (Voir la figure I.2)

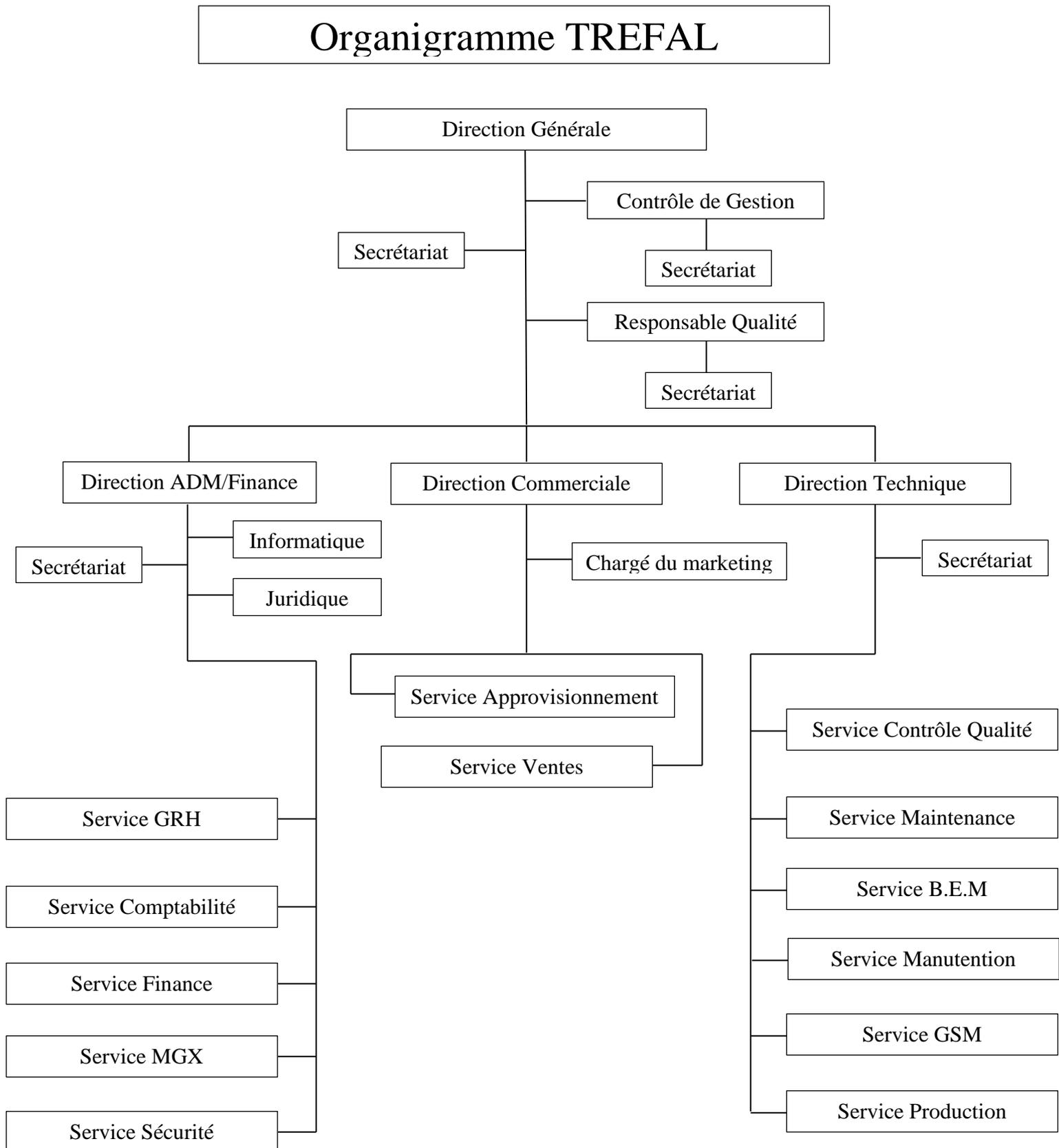


Figure I.2 : organigramme de l'entreprise TREFAL

9. Les principales missions des différentes directions de l'entreprise

9.1. La direction générale

Elle s'occupe de l'établissement des plans stratégiques et des décisions sur les politiques marketings. Elle a également pour mission la coordination, l'orientation et la motivation des autres directions.

9.2. La direction commerciale

Elle gère toutes les relations avec l'environnement de l'entreprise, elle assure la commercialisation des produits finis et le suivi de ses clients qui sont repartis principalement à travers le territoire national ; pour se faire la direction a adopté la structure suivante :

- ✓ participer à l'élaboration de la politique commerciale de l'entreprise ;
- ✓ orienter, distribuer, développer, organiser la production des huiles ;
- ✓ coordonner les activités de son département.

9.3. La direction technique

Elle a pour missions de transformer des matières premières en produits finis en procédant à l'articulation et à la synchronisation des moyens matériels et humains reliés à des procédés techniques, assumer la mission d'arbitrage entre les différents ateliers de production, élaborer et exécuter des programmes de production journaliers, hebdomadaires, mensuels et annuels.

a) Service contrôle qualité

Il a pour missions d'effectuer les travaux de contrôle qualité de la matière première et des produits finis, assurer l'entretien des équipements de contrôle, déterminer les causes des rebuts et proposer les solutions visant à les réduire, s'assurer de la fiabilité des équipements de contrôle qualité et de leur bonne utilisation et participer aux travaux d'études et d'analyse.

b) Service maintenance

Il assure la disponibilité optimale des installations de production et leurs annexes, impliquant un minimum économique de temps d'arrêt, la maintenance préventive et curative de tous les équipements de l'entreprise, gère le fichier maintenance, l'actualiser et l'adapter à la situation des équipements, propose et exécute, après approbation, un plan annuel de maintenance, et assure l'entretien continu du réseau d'eau et son traitement, du réseau d'air comprimé, du réseau électrique et du poste de livraison.

c) Service B.E.M

Il a pour missions principales :

- Préparation et ordonnancement des travaux de dépannage et de réparation ;
- Mise en œuvre et suivi du programme annuel : curatif, préventif et arrêt annuel ;
- Évaluation continue des renseignements obtenus à la suite d'incidents ou d'interventions afin d'en réduire la durée ou la fréquence ;
- Codification des machines selon leur lieu d'implantation ;
- Création et tenue à jour des fiches techniques et historiques des machines.
- Surveiller, avec le service maintenance, les indicateurs suivants :
 - ✓ Liste des défaillances répétitives et leurs natures
 - ✓ La surconsommation des pièces de rechange
 - ✓ Le taux de disponibilité de chaque équipement

d) Service manutention

Il a pour missions :

- Effectuer les mouvements et déplacements de matières, matériels, outillages et produits pour leur mise en place à un poste d'utilisation, sur un moyen de production ou de transport ;
- Accueillir la clientèle munie de bons de chargement et viser ces derniers ;
- Procéder aux opérations de chargement et de déchargement ;
- Veiller au bon gerbage des matières premières et produits finis ;
- Minimiser les risques de détérioration et pertes en cours d'opérations de manutention.

e) Service GSM

Il a pour missions principales :

- Gérer les entrées et sorties de marchandises et mettre à jour les états de stocks
- Réceptionner la marchandise (fil machine...) et établir les bons de réception
- Superviser la manutention et le stockage du fil machine
- Transférer le fil machine vers l'atelier de tréfilage sur la base d'un bon de sortie fil machine
- Assurer le transfert du fil machine destiné à la vente exceptionnelle sur la base d'un bon de chargement

f) Service production

Il a pour activités :

- Exécution des programmes de production journaliers, hebdomadaires, mensuels et annuels ;
- Veiller à l'atteinte des objectifs de production, en quantité et en qualité, en minimisant les coûts ;
- Veiller à la bonne qualité des produits finis et semi-finis ;
- Superviser le bon fonctionnement des installations ;
- Analyser les matières consommées ;
- Veiller à l'application des procédures et instructions de travail ;
- Établir et viser les bons de sortie fil machine et les adresser au service GSM.

10. Conformité des produits

Sur le plan qualité, les produits de TREFAL sont contrôlés sur la base des référentiels suivants :

- Pour le TS : Norme NF 35024 ED 2002 : Treillis soudés spécifications.
- Pour la PML : Norme ÖNORM B3360 ED 1976 : Armature portant charge.

Les produits de TREFAL ont reçu une évaluation technique du CTC (Organisme d'état chargé du contrôle technique de la construction).

Des certificats de conformité sont délivrés par l'entreprise à la demande des clients conformément au décret exécutif N°92-65 du 12 février 1992 relatif au contrôle de la conformité des produits fabriqués localement ou importés : JORA N° 13/92.

TREFAL est dotée d'un laboratoire de contrôle qualité chargé du :

- Contrôle des caractéristiques mécaniques sur le fil machine et le fil tréfilé,
- Contrôle des joints soudés (Essais d'arrachement et de cisaillement) sur le TS et la PML,
- Contrôle dimensionnel des produits (Diamètre, longueur, largeur),
- Suivi d'un programme d'étalonnage et de vérification des instruments de mesures et d'essais (Métrologie).

11. Management de la qualité à TREFAL

Dans le cadre de la mise à niveau avec les impératifs d'une économie de marché, TREFAL a l'instar des autres entreprises s'est inscrite au début de l'année 2002 dans la mise en place d'un système de management de la qualité.

Après avoir répondu aux exigences de la norme ISO 9001 et à l'issue d'un audit initial effectué par l'organisme AİB / Vinçotte, TREFAL s'est vue décernée la certification de son SMQ en mai 2004 pour une durée de trois années.

Elle a été certifiée à l'issue d'un audit externe réalisé avec succès le 27/07/2007.

TREFAL vise à l'accroissement de la satisfaction de ses clients en respectant les exigences légales et réglementaires applicable pour son activité.

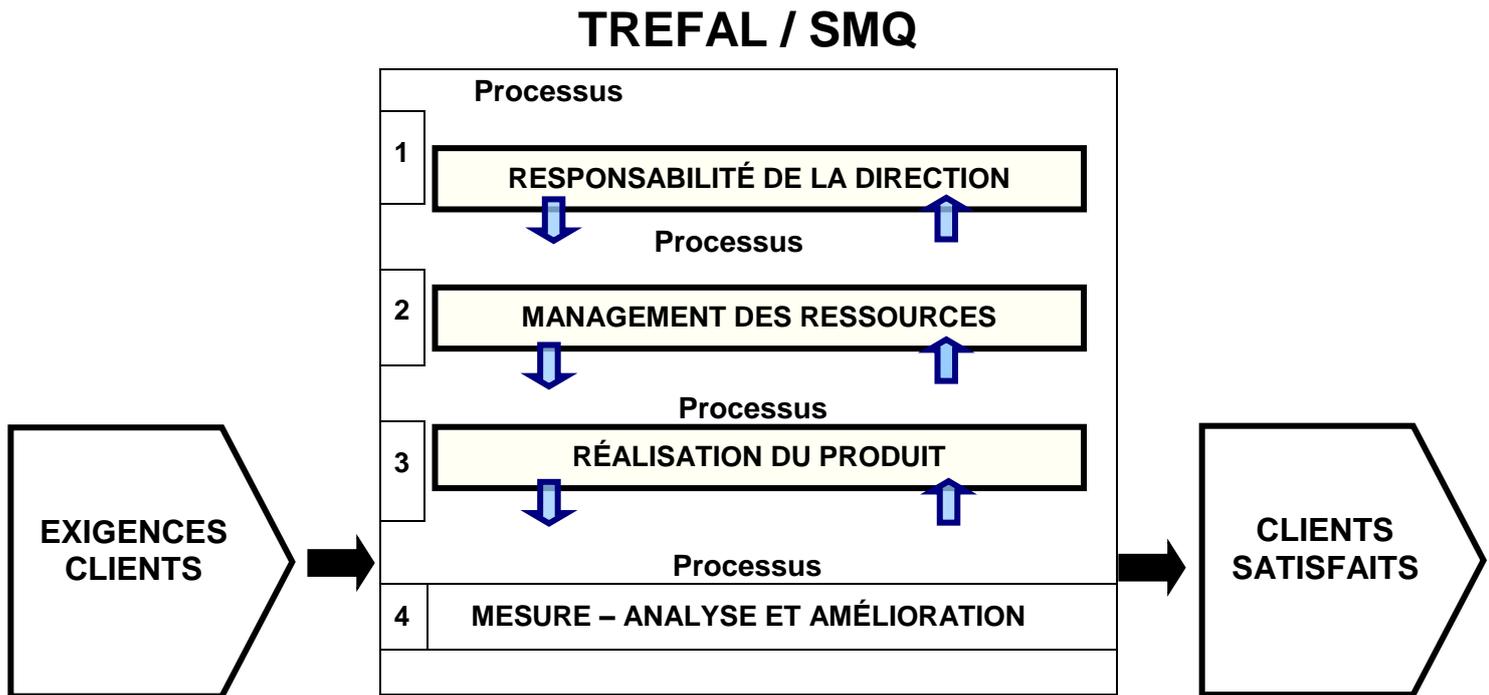


Figure I.3 : Système de management qualité de TREFAL

Dans le cadre de la mise à niveau des entreprises dus aux changements perçus dans le nouveau paysage économique caractérisé par :

- Un marché fortement concurrentiel
- Des exigences clients évolutives
- Des contraintes de la mondialisation
- les nouvelles technologies de l'information et de la communication (NTIC).

Les entreprises doivent pour survivre renforcer leur compétitivité, améliorer leurs résultats et consolider leur pérennité.

L'approche processus préconisée par la norme ISO 9001, constitue une des réponses pour engager cette démarche. Dont la finalité est la satisfaction des besoins et attentes de ses

clients. Elle nous amènera aussi à réfléchir sur ce que nous produisons, comment, pourquoi et pour qui ?

L'entreprise ne sera plus vue dans son aspect uniquement fonctionnel, mais bien mieux elle constitue réellement un réseau de processus corrélés ou interactifs.

12. Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous nous sommes intéressés à l'entreprise TREFAL, nous avons axé notre travail sur une brève présentation du complexe et dans la seconde section, ainsi nous nous sommes intéressés aux capacités de l'entreprise en termes de production et de distribution.

*Chapitre II : La flexibilité
dans les organisations
industrielles*

1. Introduction

La flexibilité fait actuellement l'objet d'un véritable débat de société et constitue en même temps un enjeu majeur pour la compétitivité des entreprises. Nous présentons dans cette section une synthèse des concepts de base en lien avec notre problématique, ainsi nous proposerons de décortiquer l'impact de la flexibilité dans le champ de l'organisation industrielle afin de positionner notre contribution. Pour ce faire plusieurs questions sont remises en cause :

S'agissant de la structure, quelle est la nature et la portée de la flexibilité des machines requises en production ?

Quelles sont les modalités d'agencement ou de combinaison des machines qui se prêtent le mieux à la flexibilité ?

Dans quelle mesure la modalité de conduite de la démarche planificatrice de type MRP est-elle compatible avec la flexibilité ?

2. Concepts de la flexibilité

2.1. Définitions

La flexibilité est définie comme une capacité d'adaptation sous la double contrainte de l'incertitude et de l'urgence. La définition retenue est celle qui se rapproche le plus de la « flexibilité dynamique » conforme au modèle économique de « réactivité » qui est celui auquel nombre d'entreprises sont de plus en plus confrontées depuis les années 1970. Ce modèle se caractérise principalement par l'exaspération de la concurrence sur des aspects multiples, simultanés et potentiellement contradictoires que sont la diversité, la quantité, les coûts, les délais, la qualité, et les services. Les entreprises doivent donc gérer à la fois l'incertitude ou l'imprévisibilité, ainsi que l'urgence : « On ne sait pas à l'avance ce qu'il faut faire, mais il faut le faire vite ».

- À quoi faut-il donc s'adapter rapidement ?

À tout, aussi bien à des événements externes provenant des clients, des concurrents, des partenaires (sous-traitants, fournisseurs), de la technique, des règlements... qu'à des événements internes : des pannes, des défauts, des incidents techniques, des incidents sociaux, des absences, des problèmes logistiques...

- Qui cela concerne-t-il ?

Chacun, quelle que soit sa fonction : des dirigeants qui réalisent les arbitrages majeurs, définissent les perspectives globales d'évolution pour l'ensemble de l'entreprise et cherchent les moyens de l'adapter aux opportunités ou aux menaces de l'environnement, à l'individu

lambda dans une situation de travail donnée qui doit, lui aussi, s'adapter sans cesse rapidement à des événements qu'il ne peut pas entièrement connaître à l'avance.

Le tableau II.1 illustre quelques-unes des manifestations de la flexibilité, selon qu'elle concerne une situation de travail locale ou l'ensemble du système de production, et selon qu'elle se manifeste à court terme ou à moyen terme.

Soulignons que la flexibilité, sous les diverses formes énoncées précédemment, induit fondamentalement des processus complexes. En conséquence, toutes les exigences inhérentes à la flexibilité nécessitent une main-d'œuvre compétente, autonome, impliquée, capable de s'insérer si nécessaire dans des fonctionnements interactifs, pour réguler et faire face individuellement ou collectivement aux multiples aléas et éventualités susceptibles de se produire compte tenu des impératifs de flexibilité.

Ces caractéristiques ne peuvent s'obtenir que par le biais d'une relative stabilisation de la main-d'œuvre dans l'entreprise, de manière à créer les conditions d'une confiance mutuelle, d'une implication dans le travail, d'un apprentissage et la constitution lente et progressive de la compétence. Ce qui confère à cette main-d'œuvre des attributs d'actifs humains spécifiques dans laquelle l'entreprise investit et qu'elle s'efforcera donc de maintenir et développer.

En insistant bien sur les prépositions, la flexibilité de l'entreprise ne peut s'obtenir que par la stabilité dans l'entreprise. En d'autres termes, la flexibilité, que nous appelons interne (ou qualitative), s'obtient avec et même grâce aux salariés. Pour prendre une métaphore, les salariés sont ici le moteur de la flexibilité de l'entreprise. (C.Everaere, 1997)

Champs concernés	Horizons d'adaptabilité	
	COURT TERME	MOYEN TERME
LOCAL (situation de travail)	<ul style="list-style-type: none"> - Réaliser des opérations de production potentiellement diversifiées en nature, en volume et en contraintes. - Réagir rapidement aux aléas de l'aval (clients internes ou externes), de l'amont (problèmes d'approvisionnement), et aux aléas internes à la situation de travail (pannes, qualité, problèmes divers...). 	<ul style="list-style-type: none"> - Capacité de reconversion des machines et des hommes à de nouvelles opérations ou de nouvelles activités.
GLOBAL (système de production)	<ul style="list-style-type: none"> - Réaliser des lots de fabrication de petite taille (batch size) pour des produits en large gamme (Product mix). - Faire face aux aléas imprévisibles d'où qu'ils viennent (aval, amont, interne) et répercuter les ajustements locaux constants sur l'ensemble du système de production afin de maintenir une cohérence globale. 	<ul style="list-style-type: none"> - Capacité d'innovation traduite en taux de renouvellement des produits et en temps d'accès au marché pour des produits nouveaux. - Capacité d'évolution de l'entreprise dans ses activités, ses processus, ses débouchés, éventuellement son métier.

Tableau II.1 : Manifestation de la flexibilité.

2.2. Pourquoi s'intéresser à la flexibilité

Deux raisons principales peuvent être avancées pour répondre à cette question : l'une d'ordre économique, l'autre d'ordre humaniste.

2.2.1. Des raisons économiques

La première raison de la flexibilité, du moins la plus couramment énoncée, est une justification « par défaut » qui consiste à dire que les entreprises n'ont pas le choix. La capacité de l'entreprise à réagir dans l'incertitude et dans l'urgence est de plus en plus une condition de survie. Parmi les phénomènes les plus souvent énoncés comme justification à la flexibilité figurent la mondialisation de l'économie, le ralentissement de la croissance, la saturation et la fragmentation des marchés, l'accélération des rythmes économiques, une meilleure information des consommateurs qui crée chez ces derniers une plus grande exigence et une moins grande fidélité.

L'idée qu'il faut produire ce qui est d'abord vendu est maintenant bien admise, mais en plus il faut accepter la diversité, s'adapter et le faire très vite. Le raccourcissement des délais de production mais aussi d'innovation pour de nouveaux produits devient ainsi un facteur concurrentiel déterminant constitutif de la compétitivité des entreprises.

2.2.2. Des raisons humanistes

Un autre intérêt pour la flexibilité est qu'en dépit des considérations négatives en matière sociale relatives à l'effet précarité de la flexibilité (quantitative ou externe), il nous semble qu'à certaines conditions, la flexibilité, pour les individus qui y sont engagés, peut recouvrir des aspects tout à fait positifs. C'est le cas en particulier lorsque les dirigeants de l'entreprise choisissent de générer la flexibilité (interne) :

- Par l'intégration durable des ressources humaines ;
- Par des formes organisationnelles qui développent l'autonomie, l'apprentissage, la concertation, l'interaction, l'amélioration constante des processus, la coopération entre opérateurs et services ;
- Par des modalités d'animation et de coordination des hommes qui les encouragent à prendre des initiatives, qui légitiment un authentique pouvoir décisionnel destiné précisément à permettre une adaptation locale, en leur faisant confiance ;
- Par des systèmes de rétribution qui rémunèrent les efforts fournis et les responsabilités assumées et cela tant au niveau individuel que collectif (bonus d'équipes).

Toute une série de considérations qui peuvent faire de la flexibilité un jeu à somme positive à la fois pour les entreprises et pour les individus qui y sont engagés en leur donnant la possibilité de s'investir dans des relations de travail certes accaparantes, mais peut être aussi plus intéressantes, précisément du fait de la nécessité de devoir constamment s'adapter. (C.Everaere, 1999).

2.3. Notion d'atelier polyvalent ou flexible

Les ateliers discontinus concernent traditionnellement des produits à forte valeur ajoutée. Les quantités produites annuellement sont relativement modestes, de l'ordre de quelques centaines de tonnes. Dans ces conditions, une installation dédiée à la fabrication d'un seul produit est confrontée au dilemme suivant :

- Fonctionner toute l'année, ce qui conduit à de faibles volumes d'équipement et entraîne des frais de main-d'œuvre élevés ;
- Fonctionner quelques mois par an : en résultent des volumes plus importants et des frais de main-d'œuvre plus supportables, mais des investissements plus difficiles à amortir ;
- La durée de vie des produits est très variable, généralement imprévisible, souvent brève ; ils n'ont habituellement qu'un nombre limité d'applications (parfois une seule) et sont facilement remplacés par un produit nouveau offrant d'autres avantages ;
- Les produits sont souvent préparés au moyen de synthèses complexes nécessitant plusieurs étapes.

Ces contraintes ont donc fait naître le besoin d'ateliers de fabrication assez souples, dits polyvalents ou flexibles, pour pouvoir prendre en charge, en l'état ou moyennant des modifications mineures, des procédés non prévus lors de la phase de conception.

Ils permettent ainsi de réagir rapidement aux demandes du marché et de satisfaire les attentes des clients selon le concept du « juste à temps ». (C.Thomas, 2003)

La flexibilité peut être définie comme l'aptitude à répondre à une variation de la demande et peut être envisagée sous l'angle de :

➤ La flexibilité vis-à-vis des produits.

Elle caractérise la capacité d'un système de production à élaborer différents produits sans modification substantielle du système. Ce type de flexibilité est particulièrement important pour la production de familles de produits (flexibilité de variantes, de type, de produits) ;

➤ La flexibilité structurelle.

On peut distinguer une flexibilité de transformation (le système de production, spécialisé pour un produit, peut être adapté rapidement à une autre fabrication via des changements de connexions entre ses éléments) ainsi qu'une flexibilité au sens large (le système de production peut servir, simultanément, pour des fabrications de produits très

différents). Un intérêt des ateliers discontinus est également de pouvoir mettre en œuvre très rapidement des procédés nouveaux ;

- La flexibilité vis-à-vis de la capacité.

Un tel système peut s'adapter à des demandes différentes en capacité. (D.Gerwin et J.C. Tarondeau, 1981)

3. Flexibilité et organisation de la production

Examinons maintenant la flexibilité résultant de l'agencement des machines, c'est-à-dire dans la façon de les combiner ou de les disposer les unes par rapport aux autres.

3.1. Organisation en atelier : un système flexible mais peu productif

3.1.1. Définition

Un système productif est organisé en ateliers spécialisés (voir figure II.1) lorsque tous les équipements assurant une même fonction technique (par exemple percer ou emboutir) sont réunis en un même lieu, l'itinéraire emprunté pour la fabrication de deux produits différents n'a aucune raison d'être identique, dans ce cas, la littérature spécialisée parle de job shop.

Lorsque l'itinéraire est identique pour toutes les commandes utilisant un même groupe de machines, on parle alors de flow shop, sachant qu'une commande peut ne pas utiliser toutes les machines de ce groupe (voir figure II.2) et que les temps opératoires peuvent varier

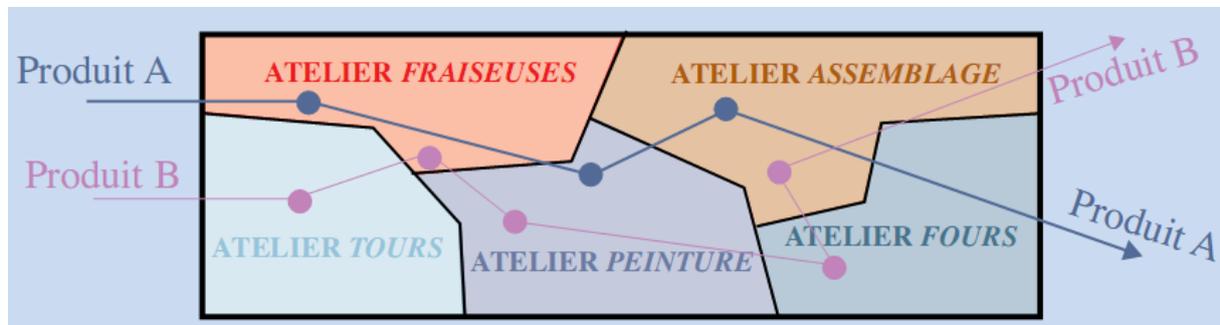


Figure II.1 : Schéma de principe d'un système productif organisé en ateliers spécialisés (V.Giard, 1989)

fortement sur une même machine, ce qui distingue cette structure productive de la ligne de production ou d'assemblage. C'est à ce mode d'organisation que l'on attribue la possibilité de mettre en œuvre une production relativement diversifiée de produits finis ou de composants : « L'organisation en ateliers offre une grande flexibilité, tant du point de vue de la définition du produit (standardisation moins poussée) que de celle de la modulation des capacités de production ». Cette flexibilité résultant de la multiplicité des routes possibles entre les postes de travail. (V.Giard, 1989)

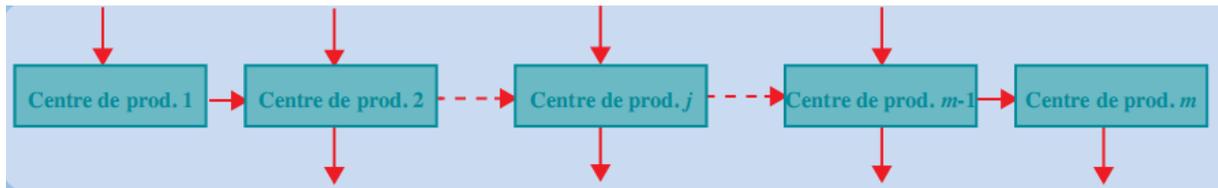


Figure II.2 : Schéma de principe d'un flow shop (V.Giard, 1989)

3.1.2. Ressources mobilisées

La main-d'œuvre utilisée est plutôt qualifiée et les équipements sont polyvalents. Le problème de la gestion des approvisionnements est important dans ce type d'organisation. Ce dernier conduit inéluctablement à des coûts de manutention (automatisée ou non) relativement importants. Deux solutions sont alors possibles pour diminuer cette classe de coûts. La première passe par une recherche d'une meilleure localisation des centres de production les uns par rapport aux autres et repose sur l'utilisation de certaines méthodes d'agencement de l'espace. La seconde, connue sous le nom de technologie de groupe, vise à une spécialisation d'un ensemble de moyens, à la fabrication d'une famille de produits, conduisant de fait à une partition de l'usine en cellules organisées sur des principes se rapprochant de ceux des lignes de fabrication.

3.1.3. Ordonnancement

La multiplicité des routes possibles entre les postes de travail que peuvent emprunter les différentes productions pose de redoutables problèmes d'ordonnancement. Ils conduisent à des files d'attente plus ou moins grandes et à une mauvaise utilisation des ressources disponibles en hommes et en machines. Cette «déperdition» est fonction de la qualité des informations disponibles (exactitude et exhaustivité des gammes, qualité de l'inventaire permanent, connaissance de l'avancement réel du travail et de l'occupation réelle des postes de travail...), des techniques d'ordonnancement utilisées ainsi que des moyens mis en œuvre pour traiter les informations (système manuel, système informatisé «fermé», système interactif d'aide à la décision...). (V.Giard, 2003)

3.2. Organisation en ligne : un système productif mais peu flexible

3.2.1. Définition

Un système productif est organisé en ligne (ou chaîne) de production lorsque les équipements sont agencés pour permettre à un flux de transiter systématiquement par la même séquence de postes de travail, afin que soit réalisé un ensemble d'opérations de fabrication ou d'assemblage (auquel cas, on parle plutôt de ligne d'assemblage ou de chaîne d'assemblage) conduisant à la création d'une gamme de produits manufacturés.

Initialement, les lignes de production étaient toutes configurées suivant une succession, en ligne droite, de postes de travail (on parle encore de stations de travail), un opérateur pouvant éventuellement intervenir sur plusieurs postes en séquence. Des lignes plus complexes ont vu ensuite le jour (voir figure II.3), avec la possibilité de parallélisme sur une partie de la ligne et des structures en serpentin (appelée aussi structure en U) permettant à des opérateurs d'intervenir sur des postes de travail non contigus (V.Giard, 2000).

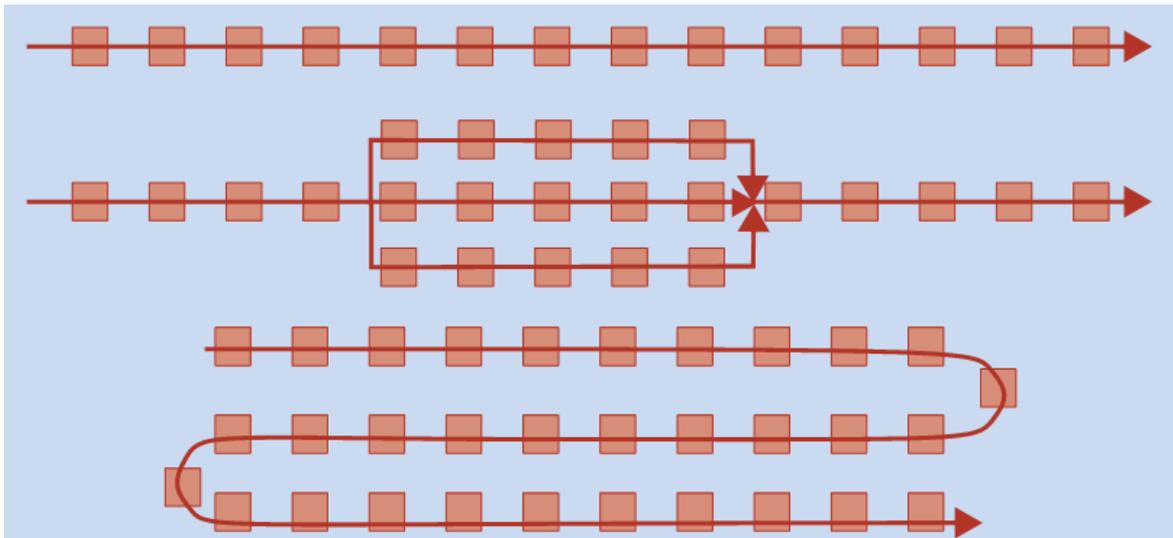


Figure II.3 : Exemples de ligne de production (V.Giard, 2000).

3.2.2. Ressources mobilisées

Dans ce type de structure, les équipements sont spécialisés pour diminuer au maximum les temps opératoires unitaires. L'inconvénient de cette spécialisation (qui peut aller jusqu'à l'usage de machines spécifiques à la chaîne) est que les équipements peuvent ne plus être utilisables lorsque la ligne de production doit être transformée pour se spécialiser sur un autre produit. Cet inconvénient peut être évité par l'appel aux machines à commande numérique qui sont susceptibles d'une nouvelle programmation.

Ce mode d'organisation repose sur une parfaite maîtrise des gammes opératoires et une très grande régularité de circulation du flux (s'appuyant souvent sur un convoyage automatisé). Le problème des stocks-tampons entre postes de travail est, de ce fait, assez mineur. Par contre, les problèmes de fiabilité et de maintenance du matériel sont fondamentaux puisque l'arrêt d'une machine provoque l'arrêt de la chaîne.

3.2.3. Ordonnement

Si la ligne de production ou d'assemblage est dédiée à un produit unique ne faisant l'objet d'aucune personnalisation par le biais d'une combinaison d'options, le problème de

l'ordonnancement ne se pose pas. Dans le cas contraire, l'ordonnancement (appelé parfois engagement ou programme de production) doit respecter un jeu de contraintes: par exemple, quatre véhicules sans toit ouvrant doivent séparer deux véhicules avec toit ouvrant, etc.

La détermination de l'ordonnancement de la production d'une journée peut faire appel à la programmation mathématique, mais, lorsque le problème n'est pas très contraint, l'usage d'heuristiques peut suffire. Ce qui vient compliquer ce problème de l'ordonnancement est la possibilité d'aléas importants sur certains postes (problème de qualité en peinture, par exemple) qui peut conduire à refaire une séquence d'opérations pour un produit donné, ce qui remet en cause l'ordonnancement initial et peut impliquer l'impossibilité du respect de certaines contraintes. Dans ce cas, il peut s'avérer judicieux de constituer en aval de certains postes un stock tampon permettant de restaurer l'ordonnancement initial ou d'établir un nouvel ordonnancement admissible (V.Giard, 2003).

De manière générale, l'organisation en ligne est donc rigide : « avec la ligne-transfert, les têtes d'usinage sont intégrées en un système automatique par un convoyeur, alors que du côté de l'atelier traditionnel, l'élément intégrateur des machines est l'organisation du travail » (P.Besson, 1983). Et cette rigidité occasionne une grande fragilité.

Deux moyens permettent de compenser la rigidité et la fragilité inhérentes à l'organisation en ligne (G.Javel, 2001) :

➤ Des stocks tampons ont pour effet, à la fois de détendre les flux et ainsi d'éviter la propagation immédiate d'un dysfonctionnement local à l'ensemble de la chaîne ; mais aussi d'introduire des moments de contrôle et de régulation pour l'intervention humaine dans des situations ambiguës ou imprévues ;

➤ L'autre moyen de réintroduire de la flexibilité, consiste à doubler les machines et à les coupler en parallèle. Ce qui permet de réduire les files d'attente aux postes goulots et en cas de panne de l'une des machines, de recourir à l'autre sans bloquer toute la ligne, mais ceci au prix d'un investissement supplémentaire.

Deux organisations de la production s'affrontent donc autour du dilemme suivant :

- Soit la flexibilité avec une faible productivité (ateliers spécialisés) ;
- Soit la productivité avec une flexibilité faible voire nulle (organisation en lignes de production).

3.3. Organisation de type «série unitaire»

3.3.1. Définition

La production de type «série unitaire» est un cas limite que l'on rencontre rarement dans la pratique, puisqu'il se définit comme la mobilisation de toutes les ressources de l'entreprise pour la réalisation d'un projet de production, et ce sur une «assez longue période». Les exemples classiquement donnés pour illustrer ce cas de figure concernent les travaux publics (construction d'un ouvrage d'art, par exemple) ou la construction navale (construction d'un navire). Fort heureusement pour la «survie» de ce type d'entreprises, elles gèrent «en parallèle» quelques projets, souvent à des stades différents d'avancement. Nous retiendrons donc comme définition de la production de type «série unitaire», toute production mobilisant sur une période assez longue l'essentiel des ressources de l'entreprise pour réaliser un nombre très limité de projets de production.

La définition du produit dépend étroitement des spécifications du client et fait intervenir, en général, un bureau d'étude conséquent. (V.Giard, 2000)

3.3.2. Ressources mobilisée

Le personnel requis est généralement qualifié ou hautement qualifié et on lui confie l'exécution de tâches de type non répétitives. Les équipements utilisés sont le plus souvent polyvalents. Dans ce type d'organisation, le problème des stocks est habituellement tout à fait secondaire, puisque le produit fini n'est normalement pas stockable et que les approvisionnements en matières premières et composants achetés à l'extérieur sont le plus souvent spécifiques à chaque contrat.

3.3.3. Ordonnancement

Dans ce type de structure, le problème majeur est celui d'un arbitrage entre la recherche d'un coût compétitif et celle du respect des délais. Une commande est honorée d'autant plus rapidement que l'entreprise est capable de mobiliser un ensemble conséquent de ressources en hommes et en matériel. Mais, le coût facturé de ces ressources dépend étroitement de leur taux d'utilisation. (Giard, 2003)

Dans les deux cas, l'ordonnancement joue un rôle essentiel. En effet, la définition correcte d'une date de livraison suppose une bonne capacité à programmer les ressources à mobiliser et donc à se projeter dans l'avenir.

Pour résumer les supports organisationnels de flexibilité, nous allons voir que le dilemme flexibilité/productivité reste très structurant.

	Flexibilité	Productivité	Compromis
Produits	diversifiés et adaptés, à durée de vie brève	standardisés, à durée de vie longue	— différenciation retardée ; — technologie de groupe
Technologie — automatisations..... — machines.....	Programmable disjointes et spécialisées	Mécanique intégrées-compactes	— SMED ;
Organisation de la production — principe — objectif — propriété	Atelier	Ligne	
	processus aléatoire flexible économie de diversité production en petits lots d'objets variés	processus séquentiel rigide économie d'échelle production en grande série d'objets standardisés	— sous-traitance ; — stocks tampons ; — machines-relais ; — technologie de groupe
Gestion de production	adaptation – réaction	prévision–anticipation	— MRP réactif ou JAT planifié ; — technologie de groupe
Organisation du travail	— compétence, apprentissage, responsabilité et implication ; — adaptation locale des règles et décentralisation ; — interaction et coordination horizontale	— simplification des tâches et soumission — systématisation des règles et centralisation ; — cloisonnement et coordination verticale	
Principe général	capacités excédentaires	tension des flux et des processus	

Tableau II.2 : Dilemme flexibilité /productivité : ses manifestations et ses compromis

4. Flexibilité et gestion de production

Parmi les méthodes de la gestion de production, le MRP est un système de gestion relativement flexible car il permet d'introduire des modifications dans les paramètres et donc de recomposer le plan de production en fonction des nouvelles données internes et/ou externes à l'entreprise. Ainsi il favorise les actions de type correctif dans différents domaines.

Par exemple, des adaptations peuvent être menées par rapport à une éventuelle modification du plan directeur de production (modification de la date de production à cause d'un problème ponctuel de maintenance des équipements dans les ateliers), ou bien du niveau des stocks (grève des fournisseurs qui rend des composants indispensables) ou encore face à une modification de la structure des produits (une innovation technologique permet d'introduire dans le processus productif un nouveau composant). Le MRP accorde donc une certaine marge de liberté au processus de planification. (A.Gratacap, 2002)

4.1. Les défauts de la gestion de production traditionnelle

Les méthodes de gestion de production traditionnelle sont très simples d'utilisation car prévues à l'origine pour une gestion manuelle. Elles ont par contre de très gros défauts.

La principale hypothèse qui est faite pour l'utilisation de ces méthodes est la constance de la demande, ce qui dans la réalité est très rarement le cas. Il y a donc un découplage complet de la production et de la demande. Ce découplage entraîne :

- Un niveau de stock trop élevé dans le cas d'une baisse d'activité. En effet le stock en l'absence de retrait peut rester à son niveau le plus haut pendant une longue période. Ceci va à l'encontre de l'objectif de réduction des stocks.
- Un risque important de manquants en cas d'augmentation rapide de la consommation (demande). Ceci est très dommageable car le service client est en jeu.

Le deuxième gros défaut de ce type de gestion réside dans le manque d'anticipation qu'il procure. Le pilotage de la production s'effectue à très court terme, en se basant sur des données historiques (consommations). Aucune optimisation de l'utilisation des ressources de production ne peut être effectuée puisque l'ordonnancement des OF n'est pas maîtrisé.

Il est courant d'avoir des périodes de surcharge qui conduisent à des ruptures de stocks.

Le troisième défaut est dû à la dépendance des produits entre eux. Lorsqu'un produit fini est assemblé à partir de plusieurs composants, un retard ou une rupture sur n'importe lequel de ses composants remet en cause la fabrication du produit fini. Gérer les articles de façon indépendante, alors qu'en réalité ils sont liés, conduit à des ruptures ou retards en cascade. Le seul moyen d'éviter cela était de multiplier les stocks de sécurité sur tous les articles.

Dans ce type d'organisation, il n'est pas rare que les gestionnaires de production soient chargés d'accélérer l'exécution des pièces en retard (repérées par la liste des manquants).

Ceci conduit bien sûr à une désorganisation de la fabrication, à une baisse de la productivité (changements de série trop fréquents). D'autre part, la priorité, donnée aux pièces en retard, retarde évidemment les pièces en avance (ou qui sont dans les temps) et celles-ci, à leur tour, deviennent en retard, et ainsi de suite.

La gestion des stocks traditionnelle conduit donc inévitablement à un niveau de stock beaucoup trop élevé contraire aux objectifs actuels des entreprises. La dépendance des produits, et la découverte de l'importance qu'elle revêt, ont été, dans les années 60, à la base de la mise au point d'une nouvelle méthode de gestion de la production. (A. Courtois, 1999).

4.2. La nouvelle approche de la gestion de production

Le principe de cette nouvelle approche est le suivant :

« *Il ne faut fabriquer que ce qui est vendu (production à la commande) ou prévu de vendre (production sur stock) ».*

Pour cela un programme de production ferme (non modifiable) de produits est établi à partir des commandes réelles ou à partir de prévisions de ventes. Ceci a pour effet de transformer, au niveau des constituants des produits finis, une demande aléatoire en une demande parfaitement définie.

Le niveau des stocks de composants peut être réduit et reconstitué par un ordre fabrication (OF) juste avant l'apparition du besoin (déduit du programme de production). Il faut noter que si des aléas de production existent, des stocks de sécurité doivent toujours être maintenus.

La grande différence entre cette approche et l'approche traditionnelle de gestion des stocks réside donc dans la baisse du niveau des stocks. En l'absence de demande sur un composant le stock de celui-ci est réduit (parfois nul) alors qu'avec l'approche traditionnelle ce n'était pas le cas.

Cette nouvelle approche paraît être simple à mettre en œuvre. Il n'y a qu'à transformer à l'aide des nomenclatures, le programme de production des produits finis en autant deancements pour les quantités correspondantes de tous les composants nécessaires moyennant des décalages de temps dépendant des durées de fabrication. Elle conduit inévitablement à un volume de calculs tellement important qu'il a fallu attendre l'arrivée de l'ordinateur pour la mettre en œuvre. (J.Bénassy, 1998)

4.3. La méthode M.R.P (Material Requirement Planning)

4.3.1. Définition du MRP

La méthode MRP (Material Requirement Planning ou planification des besoins en composant) a été conçue à partir de 1965 par le Dr. Joseph Orlickey. C'est un système proactif de gestion qui, en fonction des besoins prévus dans un horizon donné, cherche à déterminer le moment précis où les différentes ressources matérielles seront requises. Comparativement aux techniques dites réactives (par exemple le point de commande, le système min/max, etc.) dont les paramètres sont établis en fonction de consommations moyennes estimées à partir de données historiques.

Outre son caractère proactif, le système MRP se distingue également des autres systèmes évoqués par le fait qu'il exploite les liens de dépendance pouvant exister entre un produit fini et ses composants. Ainsi, la demande pour un produit donné fera l'objet d'une prévision, alors que celle des composants du produit correspondant sera calculée en fonction des décisions de fabrication prises au niveau du produit pour satisfaire la demande (taille de lot, période, etc.).

Le MRP est donc un système de gestion prévisionnelle de la production permettant de coordonner les achats de matières premières et de composants, les capacités en ressources matérielles et humaines ainsi que le plan directeur de production. Il permet donc de gérer les constituants et les capacités nécessaires à la fabrication d'un produit fini. Cette méthode s'appuie sur les prévisions de demande pour organiser la production en intégrant les dépendances existant entre les différents composants entrant dans la fabrication.

Cette méthode a été initialement appelé MRP (Material Requirements Planning = Calcul des Besoins Nets). Mais par la suite, une évolution en plusieurs étapes a permis d'aboutir au concept de MRP II, où les mêmes initiales ont une signification bien plus globale; "Manufacturing Resource Planning" que l'on peut traduire par Management des Ressources de la Production. (A. Courtois, 1999)

Aujourd'hui on distingue 3 classes de MRP selon leur niveau de fonctionnalités : (M. ABOUAAHI, 2006)

- MRP 0 (1965) : Système qui, à partir des demandes fermes et estimées de produits finis et des niveaux de stock courant, calcule les besoins en composants (quoi, combien et quand) permettant de répondre à la demande. Les capacités de production ne sont pas prises en compte.
- MRP I (1971) : MRP0 auquel on a rajouté, le calcul de charges engendrées sur l'outil de production par le résultat du MRP. La planification s'effectue toujours à capacité, infinie.

- MRP II (1979) : Évolution du MRP I qui intègre le calcul des coûts de production et un algorithme d'ajustement charge/capacité. Ce dernier permet d'ajuster la charge souhaitée à la charge disponible pour chaque centre de production.

4.3.2. Les objectifs du MRP

Le MRP est un système d'aide à la gestion de production qui permet : (M. Abouahi, 2006)

- l'accès à l'information entre les différentes fonctions de l'entreprise, notamment les fonctions commerciales et de production. En effet, le plan industriel et commercial permet d'anticiper globalement les problèmes potentiels, notamment une inadéquation entre la capacité de l'entreprise et la charge induite par les besoins commerciaux ;
- la validation par un calcul de charges l'évaluation des besoins calculée à capacité infinie,
- l'assurance d'une planification efficace de la production,
- la gestion dynamique des stocks afin de minimiser les coûts qu'ils engendrent,
- la satisfaction des besoins des clients en termes de qualité, de coût et de délai.

En d'autres termes il s'agit de : (M. Abouahi, 2006)

- assurer la validité et la mise à jour des données techniques propres à l'entreprise,
- calculer un moment idéal pour lancer des ordres de fabrication et d'achat,
- vérifier l'équilibre entre la charge et la capacité,
- contrôler l'exécution des ordres de fabrication.

4.3.3. Étapes de la méthode MRP

Il y a 3 étapes principales qui interviennent dans une logique MRP:

A. Plan industriel et commercial (P.I.C.) : Le PIC est établi conjointement par la direction générale, la direction de la production et la direction commerciale à partir du carnet de commandes et des prévisions commerciales. L'entreprise doit essayer d'adapter son niveau de stocks et de ressources (main-d'œuvre, machines,...) pour satisfaire la demande en terme de quantité. Le raisonnement est alors à long terme.

B. Plan Directeur de Production (P.D.P.) : Le Plan Directeur de Production a pour objectif de planifier les besoins en produits afin de satisfaire la demande finale. Il établit également un échéancier de la production pour satisfaire le plan industriel et commercial. Grâce aux données de la charge globale, le plan directeur de production est ensuite validé pour se transformer en programme directeur de production qui constitue un point de départ pour le calcul des besoins en composants.

Le raisonnement est alors à moyen terme.

C. Calcul des Besoins Nets (C.B.N.) en composants et matières premières. Ce calcul est effectué à l'issue de l'éclatement du programme global de production en nomenclatures, tout en considérant les stocks et encours. Le raisonnement est alors à court terme. Il en ressort un plan de fabrication et un plan d'approvisionnement. Un calcul de charges est alors réalisé; si la charge dépasse temporairement la capacité, plusieurs possibilités existent pour minimiser le problème (admettre un retard, augmenter les ressources, revoir le programme global de production, etc.). (A. Courtois, 1999).

4.3.4. Contraintes d'application de MRP

Une des caractéristiques principales d'un MRP par rapport à une autre méthode de planification de la production, est la masse de données requises pour établir les besoins en composants C'est pourquoi, le MRP est presque toujours s'intègre a une GPAO (Gestion de production assistée par Ordinateur) ou à un ERP.

Conditions requises pour la mise en œuvre d'un MRP :

- Existence d'un plan directeur de production : il détermine, pour un horizon de planification donné, la demande prévisionnelle de chaque produit fini.
- Existence d'une nomenclature complète des composants utilisés : elle permet d'obtenir pour chaque produit, ses composants ainsi que les quantités nécessaires à son assemblage.
- Existence d'un système d'information fiable sur l'état des stocks : le MRP nécessite une connaissance correcte de l'état du stock d'un composant (stock disponible, livraisons attendues, ...) au début ou à la fin de chaque période de l'horizon de planification.
- Existence d'un fichier des délais d'obtention : il est essentiel pour être capable de calculer les dates de lancement d'un OF ou de passation d'une commande. (G.W.Plossl, 1994)

4.3.5. La logique du MRP

La planification des besoins matières est un système proactif de gestion des stocks qui, en fonction des besoins prévus dans un horizon donné, cherche à déterminer le moment précis où les différentes ressources matérielles seront requises. Comparativement aux techniques dites réactives (par exemple le point de commande, le système min/max, etc.) dont les paramètres sont établis en fonction de consommations moyennes estimées à partir de données historiques, le système MRP planifie les matières (matières premières, fournitures et

composants divers) en fonction des besoins exprimés, permettant ainsi une meilleure synchronisation de l'offre et de la demande.

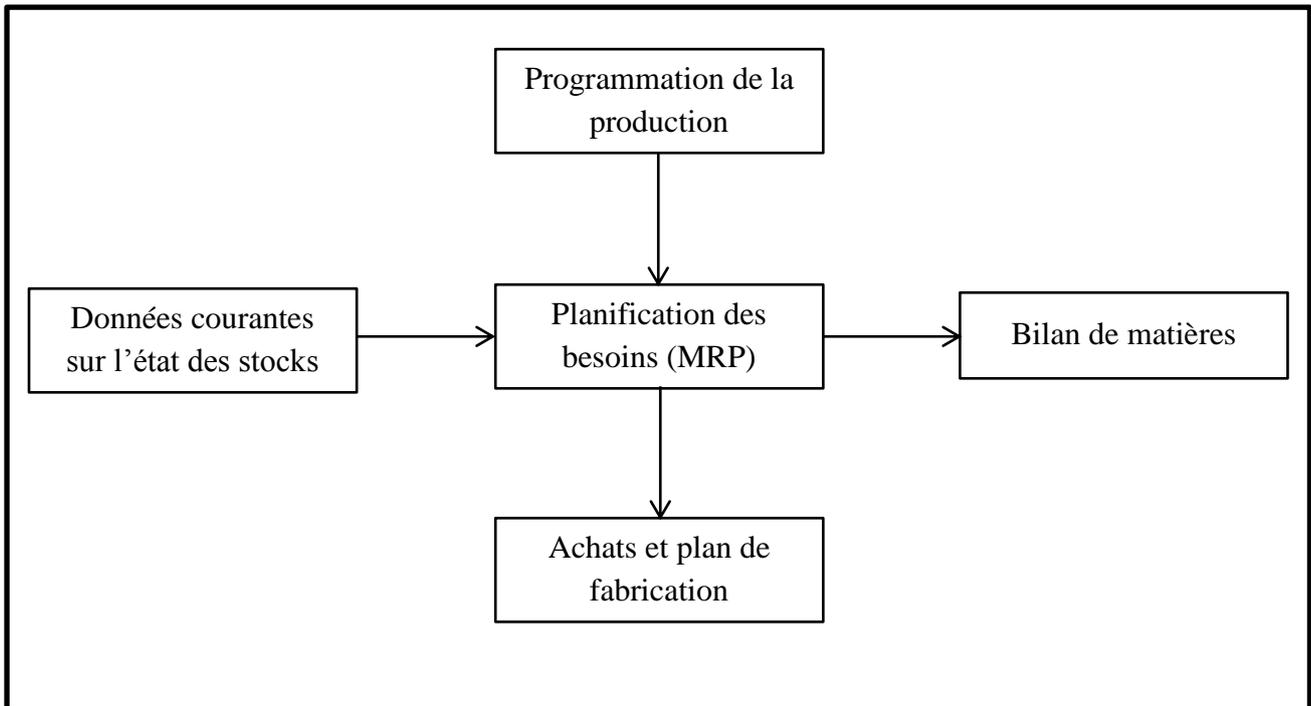


Figure II : La logique MRP

4.3.6. Défauts des systèmes MRP

Le principal inconvénient de cette méthode de planification qu'est le MRP, est la non prise en compte des capacités de production pour établir les ordres de fabrication. Ainsi, rien n'assure que, pour une période donnée, tous les OF planifiés pourront être traités par l'atelier de production. Le MRP suppose implicitement que le plan directeur de production a été dimensionné correctement par rapport aux capacités de production.

Cependant, un PDP peut avoir été exagéré, ou à l'inverse, les besoins en ressources n'ont pas été anticipés. Dans ce cas, les conséquences sont multiples :

- Retards de livraison.
- Pénalités financières.
- Augmentation des files d'attente à cause des ressources goulets surchargés.
- Augmentation des niveaux de stock. (P.Goron, 2005)

5. Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons vu que la flexibilité constitue le mode privilégié de réponse à l'instabilité et à l'imprévisibilité de l'environnement. Mais s'il y a accord sur le terme, il n'y a pas toujours accord sur le contenu. Dans les faits, on constate que la flexibilité est multiforme et peut porter aussi bien sur les équipements (ateliers flexibles), sur les

hommes (polyvalence), l'organisation etc. Au sens très large du terme, la flexibilité permet à l'entreprise de changer pour survivre aux transformations de son environnement. En ce qui concerne la gestion de production, nous avons vu que le MRP est relativement réactif, et il évite à la fois des ruptures de stock, qui pourraient entraîner des perturbations importantes, et à la fois une immobilisation financière importante. Ces objectifs revêtent une acuité, particulière dans le cas des entreprises qui doivent devenir flexibles. ,,

*Chapitre III : Le système
SMED*

1. Introduction

Le temps de réglage à un chiffre est populairement connu sous le nom de système SMED (Single Minute Exchange of Die). Ce terme couvre la théorie et les techniques nécessaires pour réaliser un réglage en moins de 10 minutes, c'est-à-dire avec un nombre de minutes à un seul chiffre. Bien que ce but ne puisse être atteint dans absolument tous les cas, c'est le but du système décrit dans ce chapitre, et il peut être atteint dans un pourcentage de cas très élevé. Et même s'il ne peut l'être, des réductions très importantes des temps de réglage sont, généralement, possibles.

2. Opérations de réglages dans le passé

2.1. Stratégies faisant appel à l'habileté

Dans les opérations traditionnelles de fabrication, les réglages efficaces nécessitent deux choses :

- La connaissance de la structure et de la fonction des machines et équipements ainsi qu'une familiarisation totale avec les outillages et différents composants s'y rapportant.
- De l'habileté à monter et démonter ces pièces, et aussi à mesurer, centrer, ajuster et calibrer après des pièces d'essais. (Shingo, 1987)

Pendant que le régleur procède au réglage, l'opérateur de la machine vague généralement à des tâches diverses comme aider le régleur, travailler sur une autre machine, ou attendre dans certains cas ; toutes ces activités étant inefficaces.

2.2. Stratégies impliquant des lots importants

Les opérations de réglage ont traditionnellement demandé des temps importants, et les fabricants ont souvent souffert de l'extrême inefficacité que cela entraîne. Une solution merveilleuse fut alors trouvée à ce problème : l'accroissement de la taille des lots.

Si une commande importante est reçue, la production par lots importants ne posera pas de problèmes particuliers, car l'incidence des temps de réglage sur les temps de production unitaire est faible, et le temps de réglage a un effet très faible sur la cadence de production.

Pour des commandes diversifiées et de petit volume, l'impact des temps de réglage est alors plus important. Quand la demande prend la forme de commandes répétitive, diversifiées et de faible volume, les tailles des lots peuvent être accrues par la combinaison de plusieurs commandes et par la production anticipée. (Shingo, 1987)

2.3. Stratégie de lot économique

La production de lots importants en réponse à des commandes importantes est bonne, mais la plupart des productions par lots importants résultent en fait de la combinaison de commandes répétitives pour de petites quantités de produits, donnant ainsi naissance à des excès de production anticipée. Les stocks sont souvent appelés un mal nécessaire, bien qu'ils présentent de nombreux avantages. Néanmoins, on doit avoir présent à l'esprit qu'aussi nécessaire qu'il puisse apparaître, un mal est toujours un mal. (Shingo, 1987)

Étudions encore le pour et le contre de la production en grandes séries. (Chapeaucou, 2003)

AVANTAGE :

- Puisque Le ratio temps de réglage — temps d'opération principale est plus faible, les heures de main d'œuvre apparentes sont réduites.
- Le regroupement d'opérations de réglage réduit le nombre de ces réglages, augmente la cadence de travail et accroît proportionnellement la productivité.
- L'existence de stock facilite l'équilibrage des charges. Les stocks servent de tampon, permettant d'éviter des problèmes quand des défauts apparaissent ou quand des pannes de machine se produisent.
- Les stocks peuvent être utilisés pour faire face aux commandes urgentes.

DESAVANTAGES :

- Le taux de rotation du capital diminue, accroissant les frais financiers.
- Les stocks eux-mêmes ne produisent pas de valeur ajoutée, donc les vastes espaces physiques occupés par ces stocks sont entièrement gaspillés.
- La tenue des stocks nécessite l'installation de casiers, de palettes, et tout ceci augmente les coûts.

Quand les stocks augmentent, des magasins spéciaux doivent être installés, et les entrées et sorties de stock automatiques sont possibles.

3. Bases et techniques du SMED

3.1. Principe – Historique – Temps de changement (Leconte, 2001)

3.1.1. Principe

SMED est un sigle anglais qui signifie *Single Minute Exchange of Die*, c'est-à-dire le changement d'outil en moins de dix minutes.

Le SMED est une méthode d'organisation qui cherche à réduire de façon systématique le temps de changement de série, avec un objectif quantifié. (Norme AFNOR NF X 50-310).

Serait-il donc possible de changer de fabrication sur n'importe quel processus de fabrication en moins de dix minutes ?

La réponse doit être modulée. Ce qui est certainement possible, et sans grand investissement tout au moins au départ, c'est de diviser les temps de changement de fabrication par deux, voire par dix et même plus, suivant les cas.

L'image traditionnelle de l'application de cette méthode est celle du changement de pneumatiques en moins de dix secondes lors de courses automobiles type Formule 1.

3.1.2. Historique

La méthode SMED vient du Japon. Elle a été créée par M. Shigeo Shingo dans les années 50 alors qu'il travaillait à l'usine Mazda de Toyo Kogyo à Hiroshima. Elle a par la suite été appliquée et formalisée par lui-même dans le cas d'applications diverses dans les sociétés Mitsubishi en 1957 puis chez Toyota en 1969 où il intervenait comme consultant.

Chez Toyota, le résultat avait été étonnant puisque le temps de changement de fabrication sur une presse de 1 000 tonnes, qui était initialement de quatre heures, était descendu dans une première étape de six mois à 90 minutes, puis à 3 minutes trois mois plus tard.

3.1.3. Temps de changement de fabrication

Il est important de définir ce qui est communément appelé « temps de changement de fabrication » : c'est le temps qui s'écoule depuis la dernière pièce bonne de la série que l'on arrête jusqu'à la première pièce bonne de la série que l'on démarre. (Voir figure III.1)

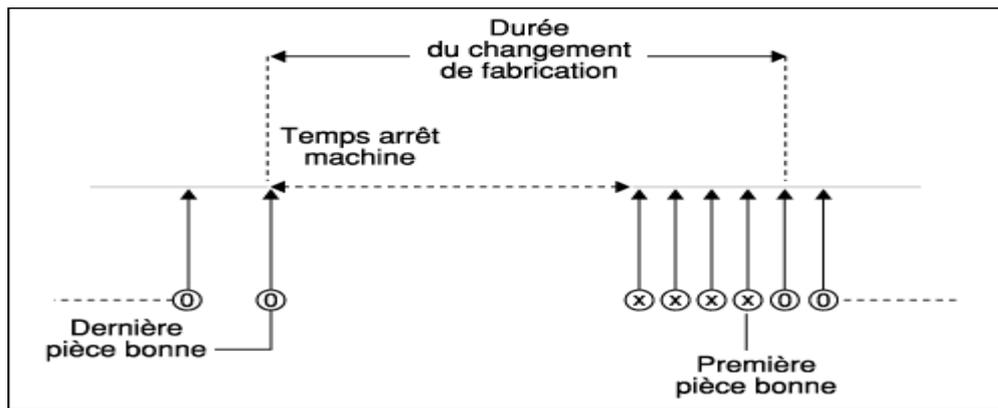


Figure III.1 : Définition du temps de changement de fabrication

Ce temps comprend donc généralement :

- les procédures d'arrêt machine ;
- les changements d'outillage proprement dits ;
- les changements de l'environnement de la machine (table de travail, bols vibrants, appareils de contrôle, etc.) ;
- les changements de matière éventuels ;
- les ajustements ;
- les contrôles des premières pièces.

3.2. La démarche SMED : Amélioration de réglage

La méthode SMED se décompose en quatre stades conceptuels : (Shingo, 1987)

Stade préliminaire : réglage interne et externe ne sont pas distingués (observation des faits).

Stade 1 : séparation des réglages internes et externes.

Stade 2 : transformation des réglages internes en réglages externes.

Stade 3 : rationalisation de tous les aspects de l'opération de réglage.

Il est assez important de réaliser l'analyse conformément à la démarche proposée ci-dessus en quatre étapes et en déconnectant cette analyse des décisions d'actions (voir figure III.2)

De même, il est important d'effectuer l'analyse dans l'ordre indiqué par la méthode afin de ne pas se lancer dans des solutions onéreuses (car souvent automatisées) alors que l'analyse étape par étape aurait évité cet écueil.

Au dernier stade, il est important d'adjoindre les deux étapes suivantes :

- diminution du temps de travail du régleur ;
- fiabilisation du processus.

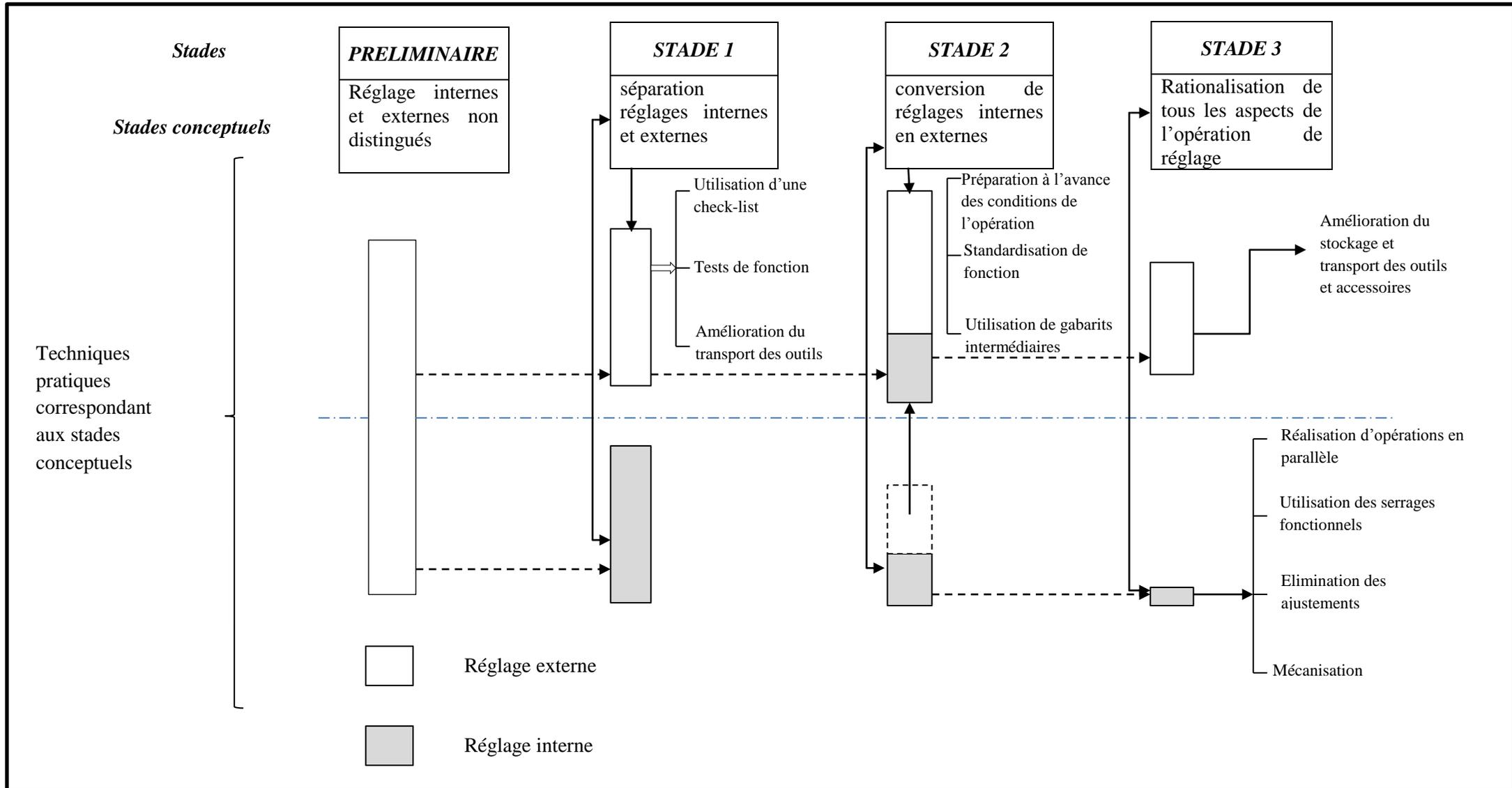


Figure III.2 : le temps de réglage à un chiffre : stade conceptuel et techniques pratiques (Shingo, 1987)

3.2.1. Stade préliminaire : les réglages internes et les réglages externes ne sont pas distingués (observation des faits)

Dans les réglages traditionnels, réglages internes et externes sont mélangés ; ce qui pourrait être fait en externe est fait en réglage interne, et c'est pourquoi les machines restent à l'arrêt pendant de longues périodes. Pour programmer l'application du SMED, on doit étudier dans le détail les conditions réelles dans l'atelier.

Une analyse continue de production avec un chronomètre est certainement la meilleure approche. Une telle analyse, toutefois, demande beaucoup de temps et nécessite une grande habileté.

Une autre possibilité est d'utiliser des observations instantanées. Le problème dans ce cas, est que les observations ne sont précises que s'il y a beaucoup de répétitions. Une telle étude peut ne pas convenir si peu d'actions se répètent.

Une troisième approche utile est d'étudier les conditions réelles dans l'atelier en interrogeant les ouvriers. Une méthode encore meilleure est de filmer en vidéo l'opération complète. C'est extrêmement efficace si le film est montré aux ouvriers dès que le réglage est terminé. Donner l'opportunité aux ouvriers d'exprimer leur point de vue, amène souvent des idées extrêmement astucieuses et utiles. Dans de nombreux cas, ces idées peuvent être appliquées sur le champ. (Colin, 2003)

Dans tous les cas, et bien que des consultants préconisent une analyse continue en profondeur de la production pour améliorer les réglages, la vérité est que l'observation informelle et la discussion avec les ouvriers suffisent bien souvent.

Si le temps de changement de fabrication est trop long pour permettre l'utilisation du film, une feuille de relevé des temps de chacune des tâches réalisées durant le changement de série sera utilisée. Une personne formée au chronométrage relèvera alors la liste des mouvements et des actions ainsi que les temps pris pour leur réalisation.

La plupart des méthodes d'analyse proposent de réaliser tout d'abord un diagramme de Pareto des divers faits ou actions. La méthode SMED présente l'originalité de ne pas préconiser obligatoirement cette étude préalable. Une étude des temps des diverses actions réalisées durant un changement de fabrication donnerait néanmoins inmanquablement une structure connue de répartition tâches/temps : 20 % des tâches prenant 80 % du temps. L'enjeu de la méthode est bien de réduire le temps de changement de fabrication mais en utilisant, dans la construction du plan d'action, le critère coût/minute gagnée ou coût/seconde gagnée. (Leconte, 2001)

À l'analyse de l'observation des faits, un certain nombre de tâches pourront surprendre tout d'abord par leur inutilité (par exemple : le régleur remplit partiellement un bordereau destiné à une fonction de l'entreprise mais les informations qu'il saisit ne servent plus à personne).

3.2.2. Stade 1 : Séparation des réglages internes et externes

La suite de l'analyse propose de réaliser une distinction entre tâches internes et tâches externes. Cette distinction vient, en fait, de l'analyse d'un changement de fabrication.

A. Tâche externe

Par définition, il faut entendre par « tâche externe » toute tâche qui peut être réalisée alors que la machine est en cours de fabrication (lors de la fin de l'ancienne série ou lors du début de la nouvelle série). Dans le langage courant de l'entreprise, les tâches externes sont souvent appelées « tâches en temps masqué ». (Leconte, 2001)

B. Tâche interne

Par opposition, les « tâches internes » sont celles qui ne peuvent être réalisées en temps masqué. L'image traditionnelle des tâches internes est celle d'un régleur qui plonge à l'intérieur d'une presse pour changer l'outil. Fatalement, celle-ci doit être arrêtée. (Leconte, 2001)

C. Analyse des tâches répertoriées

Une grande partie de la méthode repose sur la différenciation qui existe entre les tâches internes et les tâches externes (voir figure III.3) (Leconte, 2001)

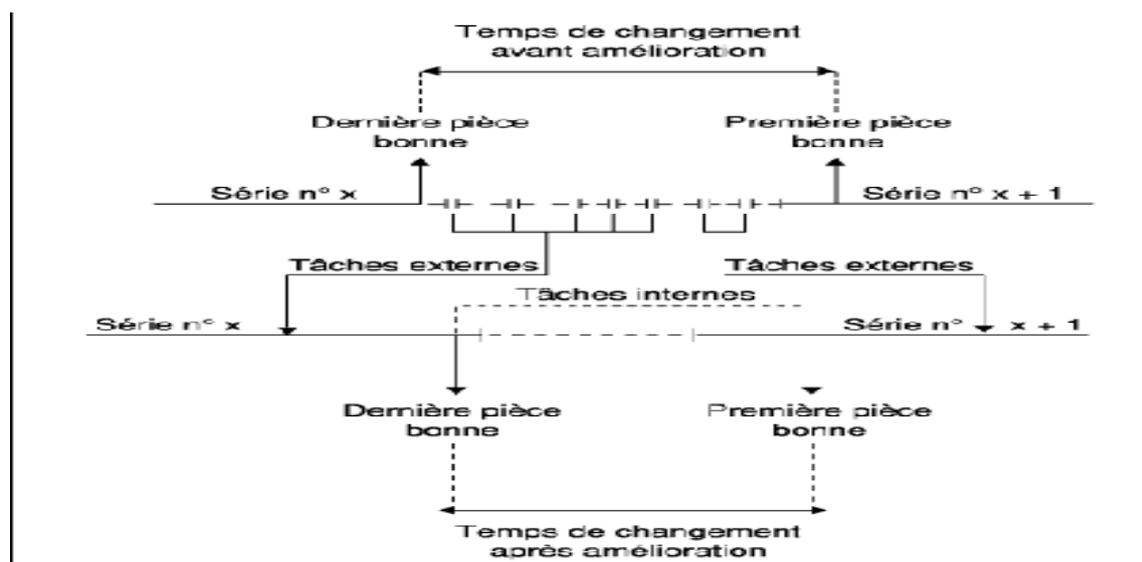


Figure III.3 : Séparation et/ou transformation de tâches internes en tâches externes

Revenir au film réalisé lors de l'étape précédente oblige à reconnaître que l'ensemble des tâches répertoriées ne sont pas faites en temps masqué. Elles ne sont pourtant pas toutes des tâches internes.

Une analyse de chacune d'entre elles montre qu'une très grande part des tâches répertoriées pourraient être réalisées en temps externe (donc machine en marche) et non en temps interne (donc machine arrêtée) et cela sans investir, mais simplement en les réalisant à un autre moment que pendant l'arrêt de la machine. (Shingo, 1987)

C'est le cas notamment des tâches suivantes :

1. tâches à réaliser en externe alors que la machine termine l'ancienne série :
 - recherche des documents de réglage ;
 - recherche de l'outillage dans le stock ;
 - recherche des moyens de manutention ;
 - transport de l'outillage aux abords de la machine ;
 - recherche des nouvelles matières à transformer ;
 - recherche des outils permettant d'effectuer le démontage-montage de l'outillage ;
 - recherche des outils de contrôle de la nouvelle série ;
 - demande d'autorisations diverses ;
 - pré montage d'outillages multiples et complexes, etc. ;
2. tâches à réaliser en externe alors que la machine commence la nouvelle série :
 - manutentionner l'ancien outillage ;
 - le ranger en stock ;
 - amener en stock le lot des pièces transformées de l'ancienne série ;
 - rapporter les outils de contrôle de l'ancienne série, etc.

D. Importance de la préparation du travail

Cette étape d'analyse recouvre ce que les entreprises appellent la « préparation du travail ». La plupart d'entre elles sont par ailleurs certaines d'avoir une très bonne préparation, mais un important nombre de tâches peut encore être transformé de temps interne en temps externe par l'utilisation d'une méthode systématique d'analyse de toutes les actions des régleurs.

Toutefois, si ces tâches ne se déroulent pas en temps externe, c'est bien souvent en raison de facteurs extérieurs au réglage proprement dit.

Dans la majorité des cas, la part que représentent les tâches externes ainsi découvertes se situe très largement entre 20 % et 70 % du temps initial observé, suivant le travail de rationalisation réalisé par l'entreprise avant la mise en route de l'étude SMED.

Cette étape doit donc permettre, rien que par l'analyse et le bon sens, de gagner de façon immédiate et « gratuite » un temps très important lors de chaque changement.

Maîtriser la distinction entre les tâches internes et externes est le passeport pour réussite du SMED. (Colin, 2003)

3.2.3. Stade 2 : Transformation des réglages internes en réglages externes

Après l'analyse réalisée à l'étape précédente, subsiste une liste de tâches qu'il n'a pas été possible de transformer en temps externe sans investissement et qui semblent devoir être réalisées machine à l'arrêt. Tel n'est pourtant pas le cas d'un certain nombre de ces tâches : il s'agit maintenant de réaliser une transformation ou une conversion de tâches internes en tâches externes.

A. Investissements financiers

Cette transformation de certaines des tâches d'état interne en état externe sera cependant plus difficile et plus coûteuse à obtenir que dans l'étape précédente où la transformation a pu être réalisée uniquement à partir de moyens organisationnels.

Pour réaliser cette transformation, il faudra avoir recours à des moyens plus sophistiqués qui demanderont certains investissements. Ils ne seront pas toujours élevés mais seront supérieurs à ceux envisagés à l'étape précédente.

B. Moyens techniques (Shingo, 1987)

Il faudra réfléchir à :

1. des modifications des moyens de manutention :
 - achat de chariots sur roulette permettant l'approche des outils sans autre moyen de manutention, etc.
 - Les outillages pourront alors être positionnés au plus près de la machine et éventuellement déjà en hauteur (il faudra étudier tous les problèmes touchant à la sécurité) ;
2. des doublages de certains équipements de la machine ou de son environnement :
 - double programmation (commande numérique) permettant de charger un nouveau programme alors que la machine fonctionne sur l'ancien ;

- double trémie sur carrousel (machine à injecter) permettant de vider la trémie contenant l'ancienne matière alors que la machine a déjà redémarré avec le contenu de l'autre trémie ;

3. des dispositifs intermédiaires :

- banc de prémontage ;
- banc ou gabarit de pré réglage ;

Ce type de moyens de manutention, de dispositifs intermédiaires ou le doublement de certains équipements sont proposés de façon standard sur le marché par différentes sociétés.

Très fréquemment, les solutions imaginées lors de cette étape doivent permettre de réduire les temps d'arrêt de la machine de 5% à 20% du temps interne restant à la fin de l'étape 2.

3.2.4. Stade 3 : *rationalisation de tous les aspects du réglage*

A. Réduire la durée des tâches externes

Les moyens habituellement utilisés pour ce faire sont les suivants : (Colin, 2003)

1. préparer au maximum le travail des régleurs en utilisant des *check-lists* de travail qui répertorient l'ensemble des éléments dont le régleur a besoin pour le changement de fabrication (outil de contrôle, outils de réglage, outillage, matières, références) ;
2. s'assurer que le régleur ne fait pas un travail inutile. Cela peut être le cas lorsque :
 - l'outillage monté n'a pas été contrôlé et se révèle mauvais ;
 - il y a rupture de matière première ;
 - le service achats a changé de fournisseur, qui respecte le cahier des charges, mais des pièces brutes différentes impliquent des réglages différents ;
 - le service ordonnancement émet un contrordre ;
 - une urgence vient perturber la production ;
 - la machine tombe en panne lors du réglage ;
3. rationaliser tous les magasins d'outillages par :
 - une codification précise des outillages ;
 - le rangement systématique des outillages à des places gérées ou connues de tous ;
 - l'aménagement de magasins dans lesquels il est possible et aisé d'utiliser des moyens de manutention (largeur des allées, hauteur des meubles de rangement)
4. rapprocher les magasins de stockage des outillages de leur lieu d'utilisation.

B. Réduire la durée des tâches internes

Une fois l'étape précédente achevée, subsiste encore une liste de tâches qui forment alors le noyau dur des tâches internes. Pour diminuer davantage le temps d'arrêt de la machine, il faut se pencher sur chacune d'entre elles pour trouver des moyens :

- soit de les réaliser plus rapidement ;
- soit de les supprimer complètement.

❖ Moyens techniques (Shingo, 1987)

On peut imaginer ces solutions :

- rapprochement des différentes manettes de réglage et de leurs manomètres éventuels sur un tableau de bord unique pour éviter des déplacements du régleur.
- mise à demeure sur l'outillage d'un certain nombre d'éléments annexes (moyens de manutention)
- mise en place d'appui centreur standardisé afin de supprimer l'opération de centrage.
- utilisation systématique de serrages fonctionnels (sauterelles, aimants, systèmes à came, à lumière, écrous quart de tour, ressorts) à la place des inmanquables tours de vis. Ces moyens sont très connus mais sont sous-utilisés.
- utilisation de systèmes de raccordement rapide pour les différents fluides (eau, huile, électricité, air)
- utilisation de systèmes automatiques (bridage hydraulique, robots de chargement)
- utilisation de systèmes de cales afin de supprimer des opérations d'ajustement en les remplaçant par un positionnement bon du premier coup.

❖ Moyens humains (Shingo, 1987)

Sont possibles :

- le travail en parallèle de plusieurs régleurs (il n'y a fréquemment qu'un seul régleur capable, sur le site, de réaliser le changement de fabrication alors que d'autres régleurs sont présents mais ne connaissent pas la machine ou sont affectés à d'autres secteurs et ne peuvent pas intervenir). Cela pose la question fondamentale de la polyvalence des régleurs ou de la volonté d'utiliser leur temps de la façon la plus rationnelle malgré des budgets les affectant à des comptes séparés ;
- la participation, durant le réglage, de l'opérateur pour certains travaux (souvent tâches annexes mais indispensables du réglage, comme l'arrêt de la machine, le changement de table de travail).

À la fin de cette phase d'analyse, les tâches qui n'ont pas été transformées seront de façon certaine considérées comme des tâches internes irréductibles. De nouveaux moyens ou de nouvelles idées permettront cependant d'envisager ensuite la réduction, voire la suppression de certaines d'entre elles.

C. Fiabilisation du processus

Lors de l'étude SMED, seules les tâches répétitives ont été étudiées à partir du film réalisé lors de la première étape. Certains phénomènes exceptionnels (oubli d'une clé, grippage d'un boulon) ont été observés, mais un grand nombre d'autres problèmes apparaîtront au hasard de la répétition des changements de fabrication.

Le changement étant théoriquement très rapide, l'entreprise se sera permise de dégonfler ses stocks. Tout incident durant le changement de fabrication risque donc de rompre le flux de production.

La philosophie générale du « zéro défaut » et de l'amélioration permanente pourra alors être appliquée : si l'erreur est humaine, il faut mettre en place, à chaque fois qu'une nouvelle erreur survient, des moyens qui permettront de supprimer les causes de cette erreur. (Leconte, 2001)

❖ *La première pièce bonne*

Cette méthode pourra être utilisée également avec profit pour analyser les différents problèmes relatifs à l'obtention de façon systématique d'une première pièce bonne après changement d'outillage. Si la première pièce ne semble pas pouvoir au départ être bonne à chaque fois, le meilleur moyen de réussir cette performance est pour le moins de supprimer les causes de chacun des problèmes qui se présentent lors de la réalisation de cette première pièce en appliquant la méthodologie du « zéro défaut ». Cela aura au moins le mérite, dans un premier temps, de diminuer la quantité de matière et de pièces rebutées même si l'objectif n'est pas atteint systématiquement.

Généralement, l'application de ce type de méthode conduit : (Colin, 2003)

- à la mise en place de *poka-yoke* (détrompeurs) pour éviter qu'une tâche ne soit oubliée par le régleur ;
- à la mise en place de paramètres à contrôler alors qu'aucun manomètre n'existait (température, pression) ;
- au remplacement de certains moyens de réglage de paramètre par des moyens de réglage plus fiables et plus faciles à positionner ;

- à la création d'une procédure qui permet de conserver les données qui ont permis d'obtenir la première pièce bonne ;

4. Mise en place d'un projet SMED

4.1. L'adhésion des salariés (Chapeaucou, 2003)

Les différents problèmes, dont certains sont évoqués ci-dessus, indiquent que la mise en place d'un projet SMED ne pourra avoir lieu que dans le cadre d'une motivation importante des hommes.

La méthode SMED n'est pas une méthode faisant intervenir des notions très complexes. Pour cette raison, toute personne qui désire s'attaquer avec méthode au problème de la longueur d'un changement de fabrication particulier trouvera un certain nombre de solutions permettant de la réduire. La clé du succès réside dans l'organisation et donc dans la remise en cause de méthodes de travail et dans l'adhésion des hommes au projet et non pas à des solutions techniques.

La méthode SMED changera pour le moins les habitudes. Elle demandera une importante motivation d'un grand nombre de personnes ainsi que la compréhension globale du problème économique.

Les changements ne pourront donc avoir lieu que si l'entreprise en affiche la volonté et que les hommes sont formés en conséquence.

Le projet de l'entreprise indiquant clairement les axes de travail à retenir doit être connu de l'ensemble du personnel. Il permettra d'engager des actions de type SMED, sans cela vouées à l'échec.

4.2. Durée et planification

Une action S.M.E.D. est étalée dans le temps à plusieurs mois, voire une année pour des progrès significatifs. (*Le point de départ est l'implication stratégique de la direction*). (Mougin, 2004)

Après :

- Constitution du groupe de travail
- Sensibilisation et formation
- Choix du poste pilote
- Analyse
- Définition de plan d'action, associé à
- L'objectif de progrès

La notion de plan d'action est fondamentale. Il résulte du travail collectif et propose des solutions hiérarchisées, classées en fonction de critères tels que: coût / gain de temps facilité / difficultés de mise en œuvre délai possibilité de généralisation. (Leconte, 2001)

4.2.1. Constitution des groupes de travail (Colin, 2003)

Pour obtenir cette motivation requise, il est hautement souhaitable de faire réaliser les études SMED par des groupes multifonctions de l'entreprise. Ces groupes fonctionneront à la manière des groupes de progrès sur le sujet précis de la réduction des temps de changement de fabrication d'une machine bien spécifiée.

Ces groupes seront composés essentiellement (voir figure III.4) :

- d'un opérateur ;
- d'un régleur ;
- d'un outilleur ;
- d'une personne des « méthodes » ;
- d'un contremaître de fabrication ; mais également et suivant les cas :
- d'un contrôleur ;
- d'un acheteur ;
- d'une personne de l'ordonnancement, etc.

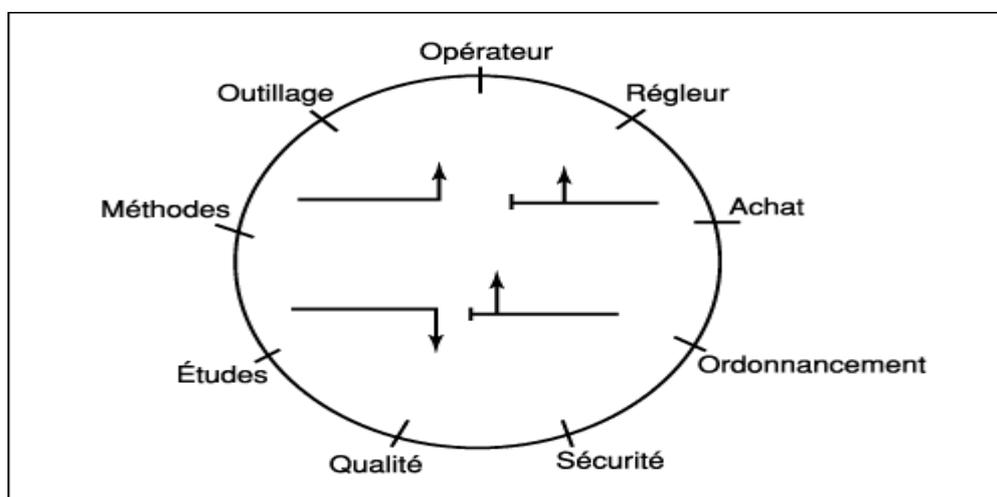


Figure III.4 : Moyen de communication et moyen de décloisonnement

4.2.2. Les données (Hohmann, 2009)

A. Préparation au préalable

Action de collecte des données : Préliminaires du point de vue humain.

L'opérateur a une connaissance intime du processus, de la machine et de son travail. Il devra se plier dans le futur à des règles nouvelles, qu'il appliquera d'autant plus volontiers qu'il aura participé à leur élaboration.

Il participera à collectionner les données nécessaires à l'analyse préliminaire. En sachant que ces données le touche directement dans ses activités, il faut faire preuve de diplomatie et communiquer le plus possible.

Si l'information est insuffisante auprès des personnels, il y a un risque de rejet du projet. La réticence d'un personnel non impliqué, est évidente ! Quand il est soumis à telles investigations et à des changements d'habitudes de travail.

B. La collecte des données

Il faut collecter des données :

- Recenser la documentation machine,
- Implantation de masse,
- Liste des références passant sur cette machine,
- Décrire la méthode utilisée,
- Lister les macro-opérations,
- Lister les opérations élémentaires,
- Recenser les équipements, les outils, ...

Mesurer les indicateurs de performance :

- Temps moyen de changement de série initial,
- Le ratio de productivité machine (RPM),
- Le nombre moyen de changement de série par semaine,
- Chronométrer les différentes étapes,
- Recenser la documentation machine.

4.2.3. Le budget

Un budget spécial devra bien entendu être alloué au groupe. Ce budget sera exprimé en termes d'heures de travail ainsi qu'en enveloppe financière. Toute demande de réalisation devra être rapportée à l'instance supérieure qui devra prendre des décisions très rapides quant aux applications. Des procédures particulières de déblocage de fonds devront être prévues à ce sujet pour éviter toute démotivation due à une attente trop longue (Mougin, 2004) (dans beaucoup d'entreprises, il s'agit de redonner confiance en un système à des hommes qui ne veulent plus y croire).

5. Les effets du SMED

Dans cette partie nous allons parler des économies de temps et des autres effets de l'application du système SMED.

- Production sans stock (Chapeaucou, 2003)

Le système SMED offre la seule voie vers la forte diversité, la production par petits lots et des niveaux de stocks minimum.

De plus, quand un système de production qui diminue les stocks est adopté, les effets secondaires suivants se produisent :

- Le ratio de rotation du capital investi augmente.
- La réduction des stocks conduit à une meilleure utilisation des mètres carrés dans l'usine.
- La productivité augmente car les manutentions de stocks sont éliminées.
- Les produits ne sont plus détériorés.
- La possibilité de mélanger des productions de produits variés conduit à de nouvelles réductions de stock.
- Augmentation de la production des machines et de la capacité de production

Si les temps de réglage sont réduits de façon drastique, la productivité des machines va augmenter en dépit du nombre accru de réglages.

- Élimination des erreurs de réglage

Les erreurs de réglages sont réduites et l'élimination des pièces d'essai diminue l'importance des rebuts.

- Amélioration de la qualité

La qualité s'améliore aussi puisque les conditions opératoires sont réglées d'avance.

- Augmentation de la sécurité
- Nettoyage simplifié
- Diminution de temps de réglage

La durée totale des réglages internes et externes est réduite, ce qui diminue les heures de main d'œuvre (voir figure III.5)

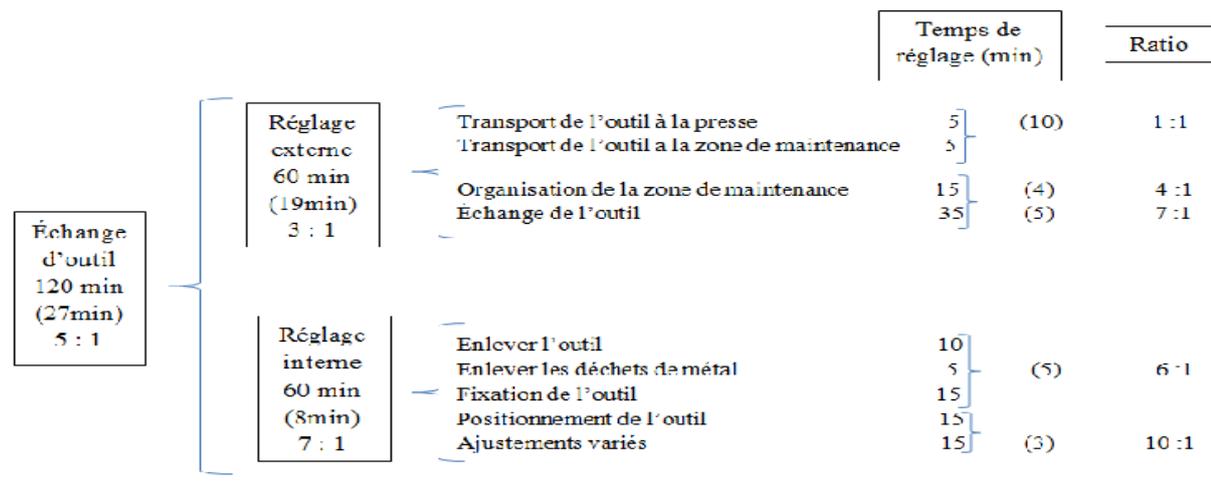


Figure III.5 : Réduction du temps total de réglage (Shingo, 1987)

- Augmentation de la flexibilité de la production

En plus de la réduction des temps de production, l'adoption du SMED facilite les changements de produits, permettant ainsi de répondre rapidement aux changements de la demande, et en augmentant considérablement la flexibilité de la fabrication.

6. Conclusion

Au cours de ce chapitre, nous avons vu que le SMED permet de répondre rapidement à des fluctuations de la demande, et il crée les conditions nécessaires pour la réduction des délais.

Nous devons aussi reconnaître que la production flexible peut seulement être réalisée par l'utilisation du SMED, ainsi que les résultats du SMED vont au-delà de temps de réglages réduits et de cadences de production améliorées. Les fabricants qui adoptent le système SMED peuvent obtenir des avantages stratégiques fondamentaux en éliminant les stocks et en révolutionnant leur idée de base de production.

*Chapitre IV : Analyse de
l'existant et diagnostic*

1. Introduction

Le secteur des matériaux de construction et les produits tréfilés est un marché à maturité, il se caractérise par un taux d'innovation faible et une augmentation des ventes au cours de ces années.

- La continuité de la relance de construction de logement.
- La réalisation des ouvrages d'arts destinés à l'autoroute Est-Ouest, et ses pénétrantes ainsi qu'au métro – d'Alger.
- La rénovation des voies ferrées.
- Le dédoublement de certains axes de chemins de fer.

C'est à ce titre que les objectifs de production et de vente de l'exercice 2011 ont été établis. Pour les atteindre, une dynamique commerciale doit être présente d'une manière continue afin de fidéliser la clientèle existante et accroître les parts de marché dans les trois produits (TS, PML et FT pour armateurs), compte tenu de la conjoncture favorable du marché citée précédemment.

Mais la différence concurrentielle se situe autour du produit, la qualité, le taux de service, la rapidité de répondre aux besoins du client, et le plus important la capacité de l'entreprise à répondre aux exigences des clients en terme des produits spécifiques, autrement dit la flexibilité et la réactivité de l'entreprise vu que le marché demande de plus en plus des produits personnalisés et spécifiques.

L'ultime objectif de l'entreprise, dans ce cas, est d'assurer la flexibilité de la production afin de répondre rapidement aux besoins des clients pour les commandes spécifiques.

Dans ce chapitre nous allons faire un diagnostic de production sur notre système que nous pouvons considérer au début de notre étude comme malade.

Le symptôme connu initialement concerne le manque de réactivité et de flexibilité de production. Celui-ci présente notre problématique.

2. Diagnostic de production

Le diagnostic de production se concentrera sur :

- 1- étude de l'organisation industrielle ;
- 2- étude des performances présentes ;
- 3- étude des processus de production ;
- 4- étude du processus d'approvisionnement ;
- 5- étude du processus de planification ;
- 6- étude du processus de fabrication ;
- 7- étude de l'implantation de l'atelier ;

2.1. Étude de l'organisation industrielle

L'organisation de l'unité de production est classique mais l'expérience et la volonté de préserver le patrimoine a joué toujours un rôle énorme et très important dans la pérennité de l'entreprise.

Compte tenu de la variété et de l'environnement concurrentiel, décrit déloyal par les responsables de cette entreprises, il est très important d'agir sur l'avantage concurrentiel et assurer des parts de marché surtout dans les produits personnalisés.

La concrétisation de cette volonté est enfin réalisée en 2007, par l'achat d'une ligne toute entière de production des treillis soudés très sophistiquée et automatisée, permettant ainsi de produire vite et changer rapidement les dimensions des produits, mais des problèmes de changements de format persistent toujours.

La matière première provient d'un seul fournisseur ARCELORMITTAL en Algérie.

L'unité de production est divisée en plusieurs parties :

- Des zones de stockage ;
- L'atelier de tréfilage ;
- L'atelier de production de poutrelles métalliques ;
- L'atelier de production de treillis soudés qui est divisé en deux :
 - Deux lignes de production des rouleaux standards de treillis soudé ;
 - Une ligne de production des panneaux de treillis soudé standards et spécifiques ;

Remarque :

Il faut souligner que l'organisation actuelle présente des limites et contribuent à quelque dysfonctionnements, pénalisant ainsi la productivité d'où la nécessité de revoir l'agencement et l'organisation de la production.

2.2. Étude des performances présentes

2.2.1. Le ratio de productivité machine

$$RPM = \frac{TU * LOT}{TU * LOT + TP} \quad (\text{A.Pataki, 2006})$$

Où : TU : temps unitaire de fabrication ;

LOT : la quantité à fabriquer ;

TP : le temps de préparation.

Année 2010	
Temps unitaire de fabrication	15 min /tonne
Le lot de production	160 tonnes
Le temps de préparation	4 heures
RPM	90 %

Tableau IV.1 : analyse du temps global de production

Le RPM calculé, explique que le temps de préparation prend environ 10% du temps ouvert à la machine, soit une capacité de production de 24 tonnes par semaine. D'où la nécessité de réduire ce temps de préparation afin d'améliorer la productivité réelle de la machine.

2.2.2. Indicateur de flexibilité

$$IF = \frac{\text{Nombre de références au catalogue}}{\text{Nombre de références produites par unité de temps}} \quad (\text{A.Pataki, 2006})$$

Unité de temps : jour, semaine, mois.

✓ **La grille de lecture** (voir le tableau IV.2)

IF >>> 1	La ligne n'est pas flexible
IF > 1	La ligne est peu flexible
IF = 1 ou très proche de 1	La ligne est flexible
0 < IF < 1	La ligne est flexible mais cette flexibilité est mal exploitée

Tableau IV.2 : La grille de lecture d'indicateur de flexibilité

- Pour la ligne de production étudiée :

Le nombre de références dans le catalogue = 4

Le nombre moyen de références produites par une semaine = 2

$$IF = 2 > 1$$

L'indicateur de flexibilité est supérieur à 1 donc la ligne de production de produits spécifiques étudiée est peu flexible.

2.2.3. Le nombre moyen de changement par semaine :

On a constaté que la durée de changement varie entre 3 heures et 4 heures.

- Alors, si on estime approximativement la taille du lot qui est égale à 10 fois le temps de changement de série, on aurait 40 heures de production pour fabriquer un seul lot ainsi une seule référence.

Puisque l'atelier est ouvert 80 heures par semaine, donc on peut effectuer (02) changements seulement par semaine.

- Mais, si on arrive à réduire ce temps de changement de série à 1 heure par exemple, on aurait une taille de lot égale à 10 heures de production ainsi on peut effectuer (08) changements par semaine.

La différence est assez claire, donc si on arrive à réduire le temps de changement de série, on réduira forcément la taille du lot ainsi on pourra effectuer plusieurs changements par semaine et diversifier la production, ce qui va contribuer par la suite à l'augmentation de la flexibilité de l'entreprise.

2.3. Étude des processus de production

La matière première (fil d'acier) passe en premier lieu par l'atelier de tréfilage pour la préparer sur le dévidoir, ensuite elle subit l'opération de décalaminage (enlever la calamine de l'acier) et de tréfilage pour obtenir le diamètre du fil machine désiré, par la suite le fil tréfilé est bobiné puis envoyé au stock bobines.

Le tréfilage est une opération qui consiste à allonger une matière par la réduction du diamètre à l'aide d'une filière ou des galets. (Voir figure IV.2)

Et voici ci-après (voir figure IV.1) comment peut-on obtenir les différents diamètres du fil tréfilé à partir de la matière première (fil d'acier) :

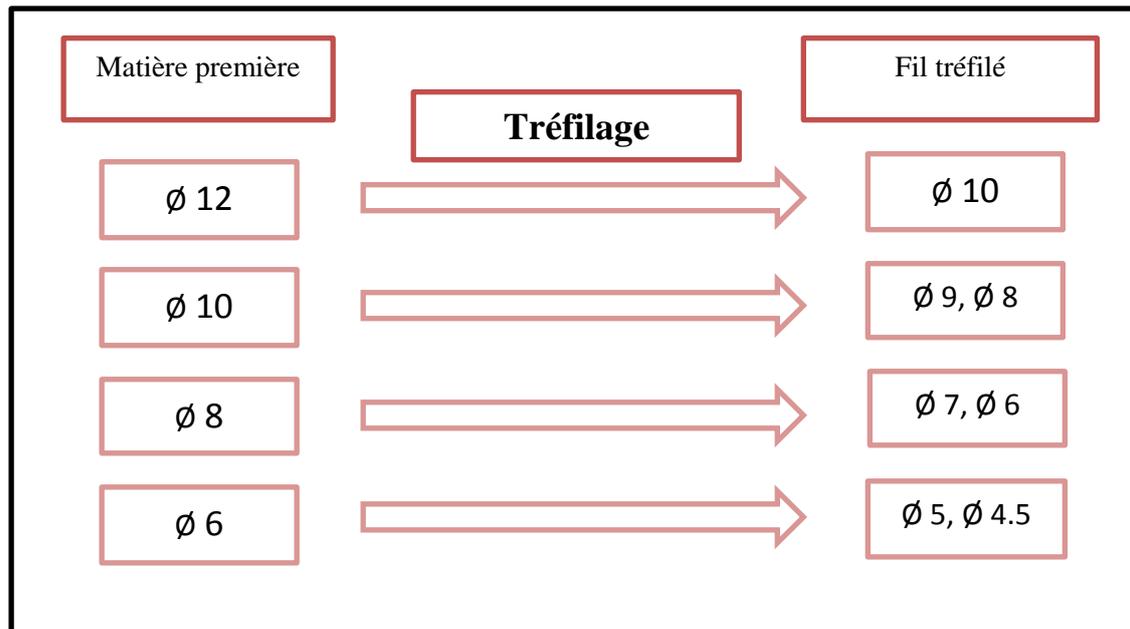


Figure IV.1 : Les différents types du fil obtenus après l'opération du tréfilage

Une fois les bobines du fil tréfilé sont stockées, elles peuvent être transportées à l'atelier de soudage de treillis soudé afin d'alimenter la ligne de production ATT 10/96 TS et subir par la suite l'opération du soudage (voir la figure IV.3)

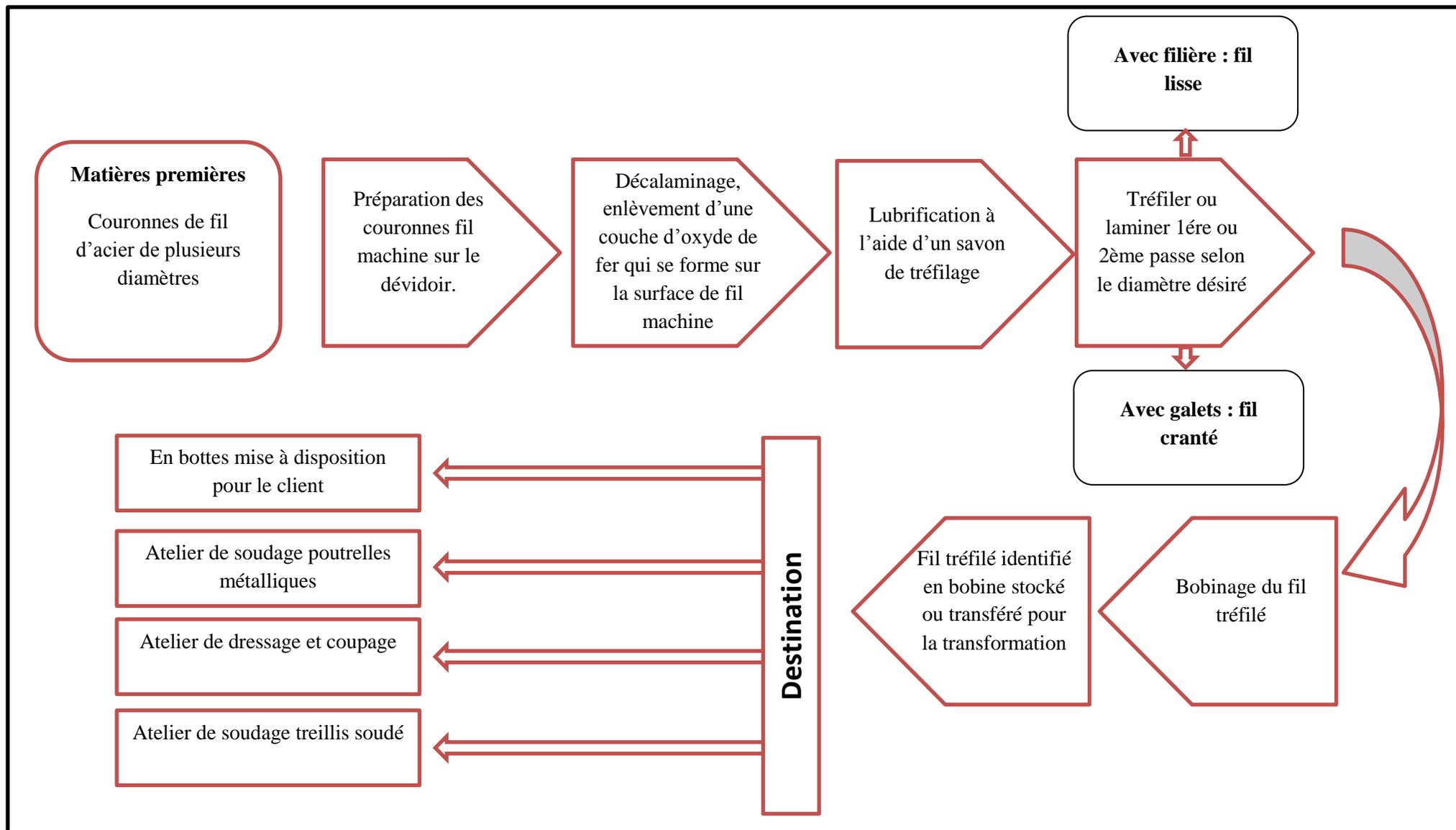


Figure IV.2 : Processus de tréfilage

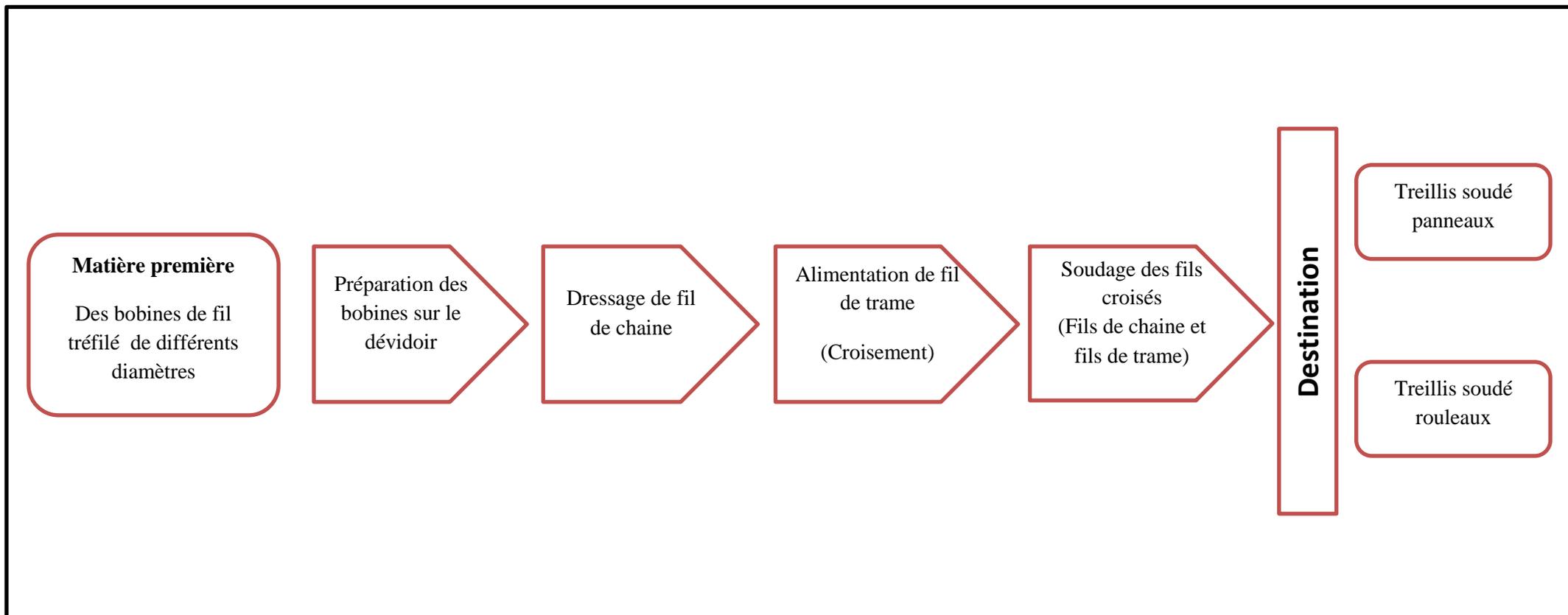


Figure IV.3 : Processus de fabrication de treillis soudés

➤ **Description de la ligne de production des produits spécifiques ATT 10/96 TS**

ATT 10/96 TS est une nouvelle ligne de fabrication de treillis soudés acquise en 2007, cette ligne est très performante et sophistiquée. Ci-après le schéma représentatif de l'emplacement des différentes machines (voir la figure IV.4).

Cette ligne ne produit que les panneaux (spécifiques et standards), elle représente un avantage pour l'entreprise.

La ligne est constituée de trois postes essentiels :

- Le poste d'alimentation de fils machine appelé aussi « dévidoir fil de chaîne » qui comporte 24 bobines de fil tréfilé.
- Le poste de dressage de fil de trame qui comporte deux bobines de fil, une est reliée avec le poste de soudage et l'autre reste en réserve et prête à l'utilisation après épuisement de la première.
- Le poste de soudage où les fils de chaînes et de trame se croisent et se soudent, il est commandé par un tableau de bord qui permet de définir les dimensions des mailles du treillis soudé à fabriquer.

Après, les panneaux de treillis soudé sont regroupés dans l'empileur de nappes et expédiés à la zone de stockage des produits finis.

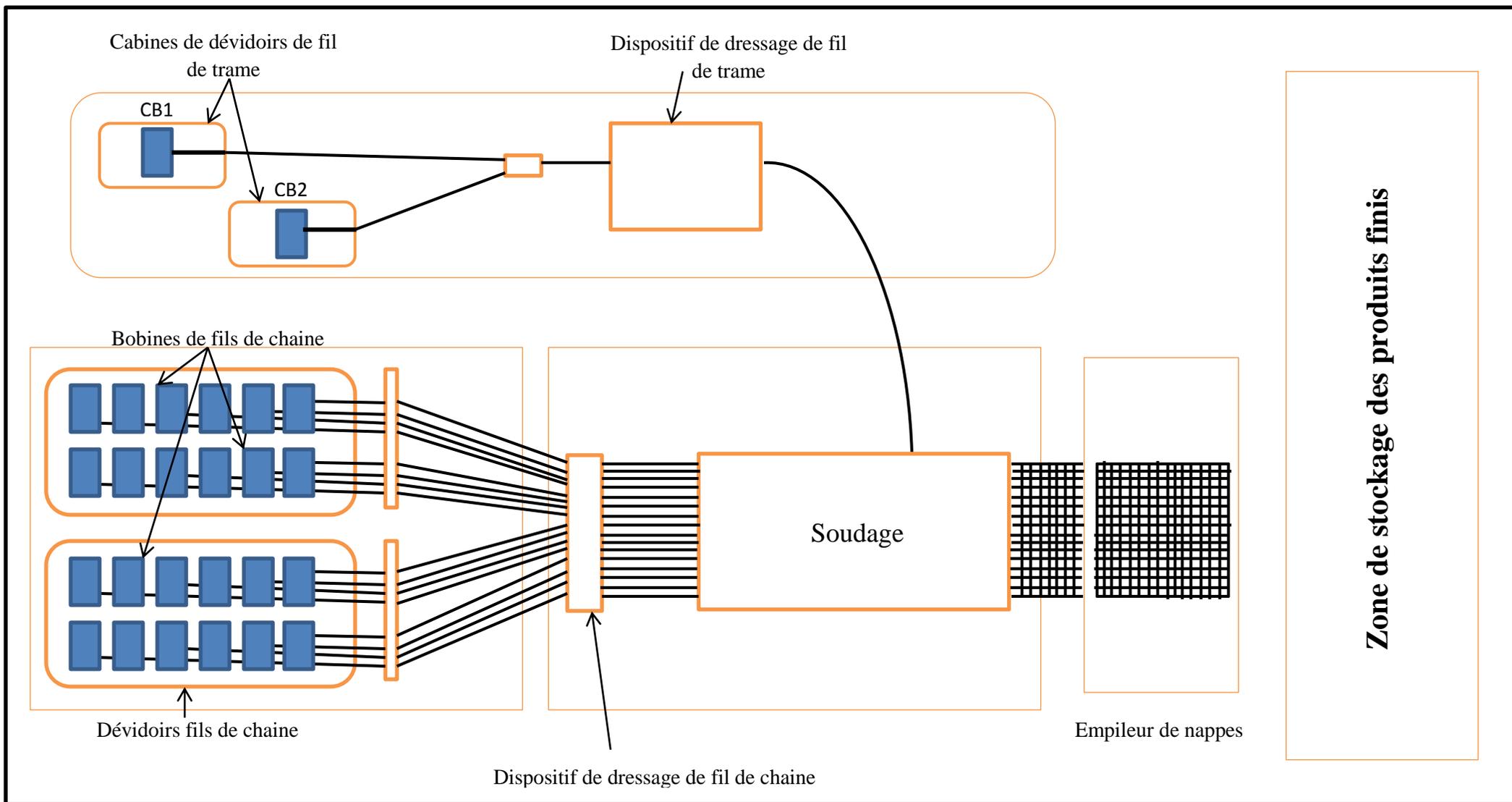


Figure IV.4 : Emplacement des postes de la ligne ATT 10/96 TS

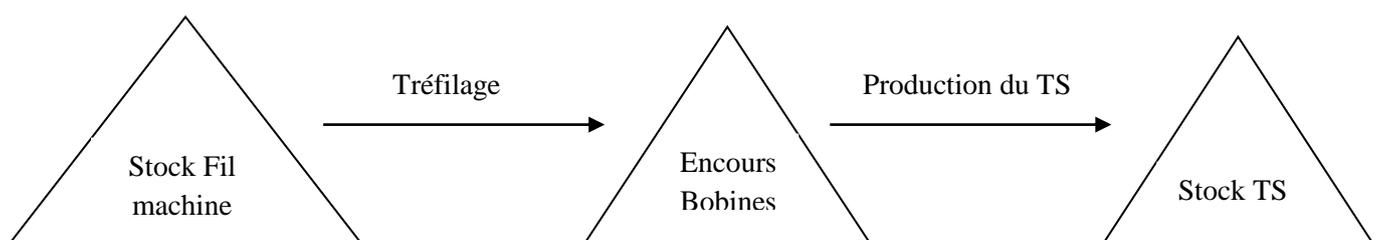
Analyse

- Si on examine les différents processus, il apparaît rapidement qu'optimiser les processus en eux même n'est pas une chose évidente. Les modes opératoires ont été établis il y a longtemps et ils sont régulièrement adaptés.
- L'expérience et les habitudes des agents sont des paramètres qui influencent dans la façon d'exécuter le mode opératoire. Donc ce n'est pas sur le processus en lui-même que l'on pourra intervenir. Mais plutôt sur la façon de coordonner les différentes opérations du processus. C'est pourquoi, il sera utile de réduire le niveau de détail de la description du processus dans son étude ultérieure.
- La production dans l'atelier de treillis soudé et le tréfilage est une production dite « grande série »

2.4. Étude du processus d'approvisionnement

L'objectif de cette partie est d'étudier la gestion des stocks du TREFAL, pour cela nous allons traiter les deux points suivants :

- Décrire la politique de gestion des stocks (Fil machine) adoptée par l'entreprise TREFAL en répondant aux questions suivantes :
 - Quand commander ?
 - Combien commander ?
- Décrire la gestion de l'encours (stock des bobines).



2.4.1. Description de la politique d'approvisionnement de l'entreprise TREFAL

Cette analyse a été réalisée par interview auprès de responsables approvisionnement et consolidée par des analyses sur le terrain afin de détecter des manques.

Quand commander ?

Les personnes chargées de l'approvisionnement établissent en chaque fin d'exercice un programme qui détermine les dates fixes d'approvisionnement pour l'exercice suivant, et dans la plus part du temps l'entreprise approvisionne une fois par mois.

Combien commander ?

Les types de fil machine à commander sont déterminés à partir de l'état du stock et les différentes ventes non satisfaites.

La quantité à commander est déterminée sur la base du budget prévisionnel alloué, ce qui engendre souvent des surstocks à cause de l'absence d'une estimation fiable de la quantité à commander.

2.4.2. Description de la gestion de l'encours (Stock des bobines)

- Le premier constat est la mauvaise exploitation de l'espace de stockage, plusieurs types de bobines sont dispatchées un peu partout dans le stock, cette mauvaise organisation retarde les opérateurs à trouver et à transporter les bonnes bobines rapidement, ce qui amplifie souvent le temps de changement de format.
- Le deuxième constat est l'absence d'une méthode de gestion des stocks intermédiaires, l'encours est géré par expérience, ce qui explique l'immobilisation de certains types de bobines pendant longtemps ou carrément la rupture d'autres types.

Analyse

- l'absence d'une politique d'approvisionnement de la matière première ne peut pas passer inaperçue.
- Le déclenchement des approvisionnements est manuel tant au niveau de la date de passation de commande que de la quantité à commander.
- Il faut revoir la gestion du stock intermédiaire c'est-à-dire le stock entre l'atelier de tréfilage et l'atelier de soudage de treillis soudé (encours des bobines).
- Aucun système de gestion de production n'est appliqué dans toute l'unité ce qui crée une rigidité importante, car on n'anticipe pas les besoins du marché, et par la suite on ne peut pas déterminer nos besoins en matière première, c'est un peu le hasard et l'expérience qui gère l'unité de production.
- Le système d'information est classique, la circulation de l'information se fait par le papier, et absence de l'information de la situation immédiate du niveau des stocks de la matière première et le stock intermédiaire pour le service de programmation.

2.5. Étude du processus de planification

L'analyse opérationnelle a identifié plusieurs dysfonctionnements :

- Manque de coordination pour la vérification de la disponibilité de matières premières ;
- Problèmes d'échange d'information entre le service commercial et le service programmation.
- Manque de planification coordonnée avec les clients.
- Absence du calcul des besoins en matières premières.

Analyse

- Pas de planning prévisionnel partagé entre les services permettant de mieux gérer les flux. Il y a des difficultés à piloter les flux
- La planification des besoins se fait sans concertation des clients et se base sur des historiques et estimations des commerciaux ce qui induit parfois des écarts important affectant les coûts logistiques ou une sous-estimation de la demande provoquant un manque à gagner et une réduction du taux de service.
- Le service approvisionnement de l'entreprise n'a pas accès à l'évolution du niveau des stocks des MP pour pouvoir anticiper la demande d'approvisionnement de l'entreprise et réduire ainsi le temps de réponse.

2.6. Étude du processus de fabrication

Cette analyse a été réalisée par interview auprès de responsables fabrication et consolidée par des analyses sur le terrain afin de détecter des manques, l'analyse au niveau de la fabrication a fait apparaître deux dysfonctionnements :

- Problèmes dans le déclenchement d'un OF
- Manque de coordination avec le service des expéditions de Produits

Analyse

- Le déclenchement de la fabrication d'un produit est manuel tant au niveau de la date de fabrication que de la quantité à fabriquer ;
- Le déclenchement des OF est manuel. Pas de génération de propositions de lots à fabriquer et pas de prise en considération de calcul des besoins basé sur les prévisions des clients.

2.7. Étude de l'implantation d'atelier de production

L'unité de production comprend plusieurs ateliers (voir annexe 1)

Analyse

- L'implantation de l'atelier répond à une organisation de la production en ligne ;
- Les bobines subissent plusieurs déplacements, Elles occupent un espace relativement important dans l'atelier, à l'intérieur duquel elles font des allers-retours.
- Les stocks quant à eux sont dispatchés sur l'ensemble de la surface de l'atelier, Ils sont en principe implantés de sorte à être le plus près possible des chantiers avec lesquels ils sont en relation. En pratique, les zones de stockage ne sont pas toujours définies voire pas respectées.

L'idée serait de réorganiser l'atelier de telle façon à optimiser les déplacements des bobines ainsi d'éliminer le gaspillage d'énergie utilisée par la mobilisation des ponts.

➤ **L'organisation proposée** (Voir figure IV.5)

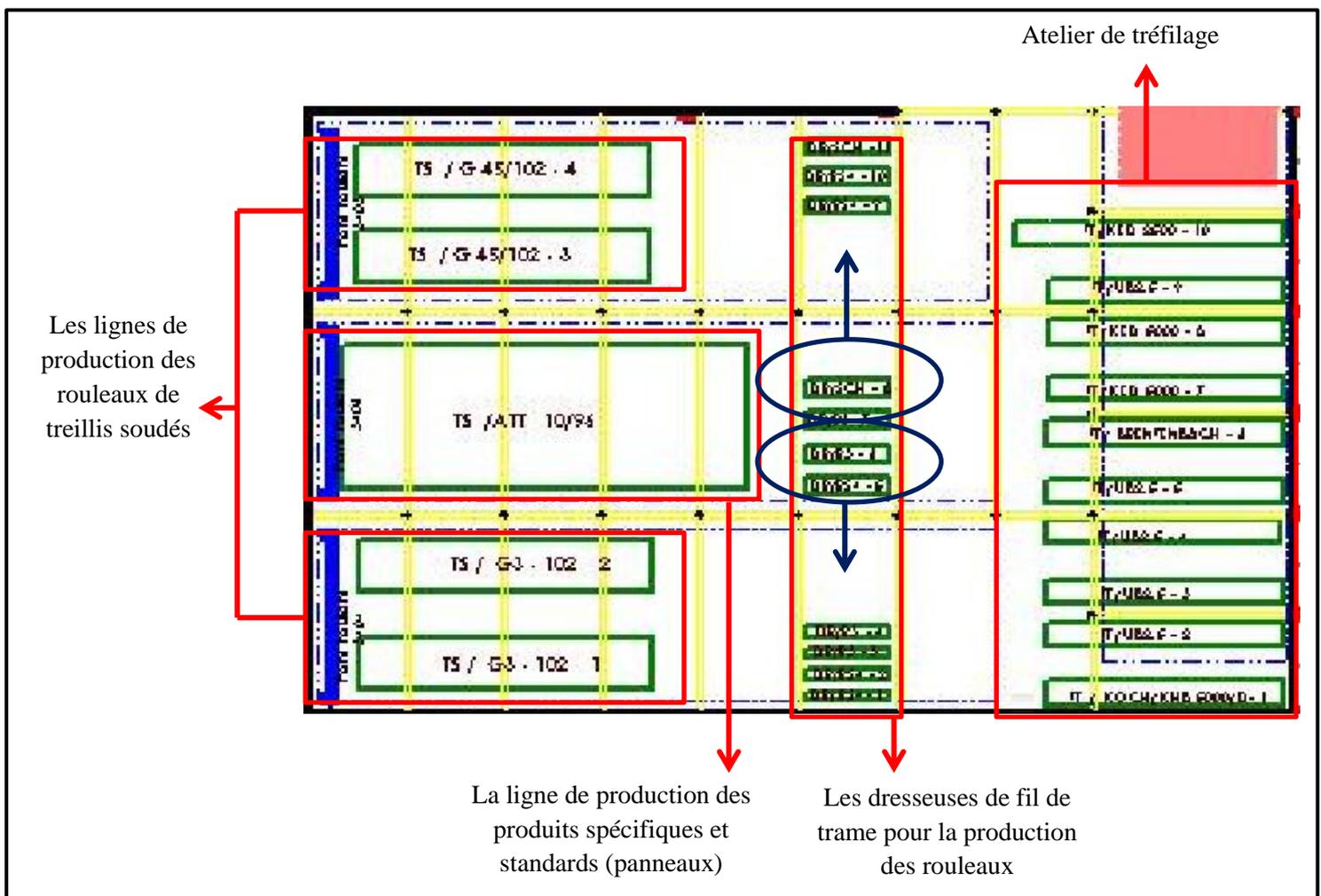


Figure IV.5 : L'organisation proposée de l'atelier

3. Conclusion et suggestions

Le diagnostic de la production a amené à un ensemble de constats d'insuffisance ou d'incohérence dans le processus son organisation ou sa gestion.

Les temps de changements longs constatés immobilisent les moyens de production et ont une incidence lourde sur le coût unitaire des fabrications ainsi une diminution du rendement de la machine. Ce qui explique le manque de flexibilité de la ligne de production qui empêche l'entreprise à répondre rapidement aux demandes du marché qui sont de plus en plus diversifiées.

En effet, le manque d'utilisation de la méthode MRP notamment le partage des informations sur le PIC et le PDP ainsi l'absence du calcul des besoins en matières premières qui freine souvent le lancement de fabrication des produits spécifiques, sont considérés comme des sources de dysfonctionnements dans la mesure où le programme de production repose uniquement sur l'expérience des ordonnanceurs et laisse présager.

Les dysfonctionnements identifiés traduisent le besoin de désenclavement du processus. Pour remédier à ces dysfonctionnements, nous proposons :

- Application de la méthode SMED pour réduire le temps de réglage de la ligne de production et les tailles de lots de fabrication.
- La mise en place d'un système de planification basé sur la méthode MRP aussi bien pour le calcul des besoins en matières premières que la gestion de l'encours des bobines.

*Chapitre V : Actions
d'amélioration de la flexibilité*

A. Application de la méthode SMED

Comme la plupart des méthodes de résolution de problèmes, la démarche S.M.E.D. permet de capter l'attention des membres d'un groupe de travail sur un sujet précis et de les faire réfléchir avec des objectifs clairs. Les principales étapes d'une démarche de type S.M.E.D. sont représentées dans le schéma ci-contre :

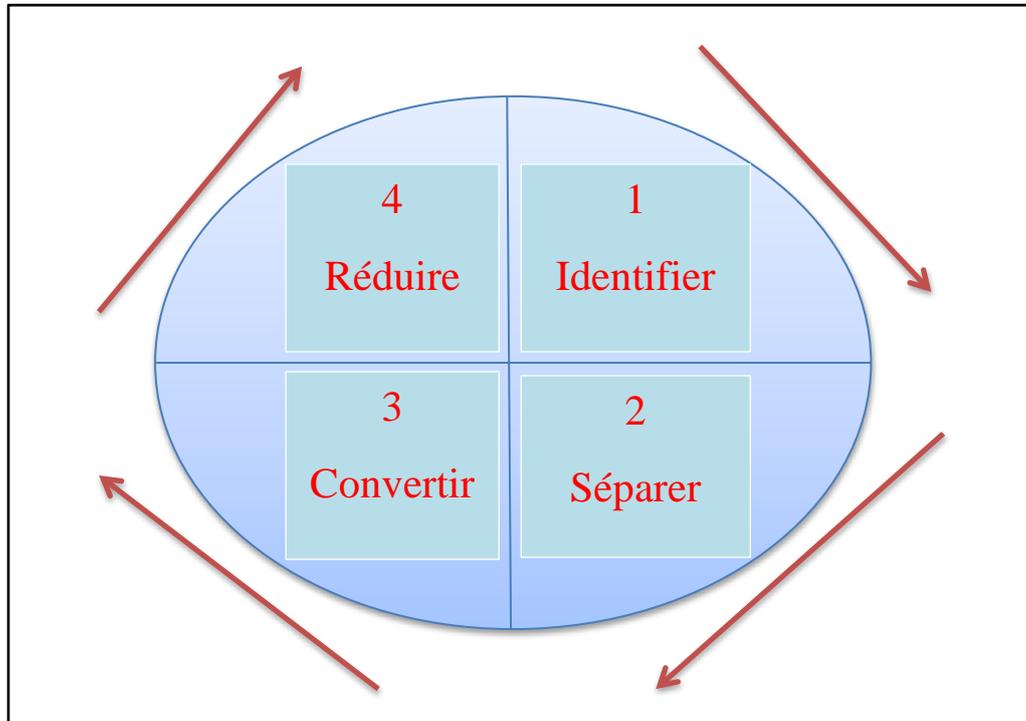


Figure V.1 : Principales étapes d'une démarche SMED

1. Phase 0 : Choix du chantier

Le principe d'application de la méthode S.M.E.D. passe par une phase préliminaire qui est le choix d'un « chantier pilote ». C'est le poste de travail qu'on a retenu pour conduire l'action, à savoir la nouvelle ligne de production du TS composée des éléments suivants :

- Un pont roulant (poids maximum à soulever est 5 tonnes) ;
- Un dévidoir d'une capacité de 24 bobines (le poste d'alimentation) (voir annexe 2) ;
- Un stock bobines en amant ;
- La machine de soudage du TS ATT 10/96 ;
- Le poste de dressage fil de trame ;
- Un stock de produits finis.

Il existe quelques critères de choix dont on peut citer :

- poste représentatif de la production
- ressource contrainte significative...

Ce choix est donc très important et ne peut en aucun cas être quelconque. Il servira de vitrine et doit pouvoir démontrer facilement le bien-fondé de la méthode afin de convaincre et faire adhérer l'ensemble de l'entreprise à la démarche. Il faut essayer donc de convaincre ainsi que d'impliquer les hommes.

➤ **Les différents critères des produits spécifiques :**

1	2	3	4	5	6	L'appellation
Diamètre fil machine	Diamètre fil de trame	Largeur de la maille	Longueur de la maille	Largeur du panneau	Longueur du panneau	5×5×150×150×2400×3600
Ø5 (mm)	Ø5 (mm)	150 mm	150 mm	2400 mm	3600 mm	

La personnalisation des produits de treillis soudés se fait sur trois critères :

1. Le diamètre du produit (Ø5 – Ø6 – Ø7 – Ø8 – Ø9)
2. Les dimensions de la maille et la largeur du panneau qui déterminent le nombre de bobines à mettre dans le poste d'alimentation (dévidoir) (voir le tableau V.1)
3. La longueur du panneau

Largeur de la maille	Largeur du panneau	Le nombre de bobines dans le dévidoir
100 mm	2400 mm	24
150 mm	1400 mm	09
150 mm	2400 mm	16
200 mm	2400	12

Tableau V.1 : Les différents types de produits TS

- **Les produits standards :** Il existe quatre types de produits standards :
 - 5×5×150×150×2400×3600
 - 6×6×150×150×2400×3600
 - 6×6×150×150×2400×3400
 - 8×8×150×150×2400×4050
- **Les produits spécifiques :** le nombre de produits spécifiques augmente d'une année à une autre (voir le tableau V.2). On peut citer comme exemple la référence : **7×7×150×150×2300×6000.**

2008	2009	2010	Mai 2011
24 références	25 références	30 références	16 références

Tableau V.2 : Évolution des références du produit TS

2. Phase 1 : Observations et mesure (Identifier)

Observation et mesure ou « Identification » représente la première phase qui concerne le bilan de l'état initial. Il s'agit non seulement d'observer le déroulement d'un changement de production mais de relever toutes les informations qui lui sont relatives:

- chronologie,
- durée,
- contraintes,
- moyens matériels,
- Ressources ...

L'objectif est cependant de connaître la réalité des faits. Pour le faire on a utilisé un film audio-vidéo, il donne une image fidèle du déroulement, sans rien oublier. Par contre, avant la réalisation du film, on a prévenu l'ensemble du personnel pour obtenir leur adhésion et dépasser l'aspect psychologique lié à l'utilisation de la vidéo. Cette dernière ne doit pas influencer le déroulement des opérations et l'action des opérateurs et régleurs. Notre but est d'obtenir une mesure objective.

2.1. Les différentes opérations de réglages

Après avoir visualisé le film et observé les opérations de changement de format, on distingue plusieurs importantes opérations liées aux réglages opératoires qui sont les suivantes :

1. Arrêter la machine ;
2. Préparation et vérification des nouvelles bobines ;
3. Chercher les outils de réglages : l'opérateur va au magasin et cherche les outils nécessaires pour effectuer le réglage des dispositifs de dressage. (cisaille, clés à laine, galets,...)
4. Couper les fils (à l'aide d'une cisaille) et enrouler les bobines de l'ancienne série ;
5. Amener en stock le lot des panneaux fabriqués de l'ancienne série ;

6. Mise en place des bobines (16 bobines) : cette opération consiste à enlever les anciennes bobines pour libérer le dévidoir (à l'aide d'un pont mobile), et soulever les nouvelles bobines pour les placer en position.
7. Réglage des dispositifs de dressage et passage fil machine (longitudinal) : l'opérateur serre ou desserre le dispositif de dressage selon le diamètre du fil afin d'assurer son écoulement, ensuite l'agent prend le fil machine et le passe en dessous du dévidoir, puis dans le premier dispositif de dressage, ensuite il le passe dans la boucle d'accumulation (capiston) afin d'assurer le soudage en continu et de réguler la vitesse de dévidage par rapport à la cadence de soudage, puis dans le 2^{ème} dispositif de dressage afin d'assurer le dressage du fil machine, et enfin il le passe au niveau de la soudeuse.
8. Changement des galets et passage fil de trame (transversal) : l'opérateur change les galets et il prend ensuite le fil de trame et le passe dans le dispositif de dressage qui lui est associé, puis le passe dans la soudeuse.
9. Programmation de la machine : l'opérateur change le programme de la machine selon les caractéristiques du produit souhaité (longueur, largeur, dimensions de la maille, résistance du fil,...).
10. Mise en marche de la machine.
11. Ajustement et contrôle du premier panneau.

Remarque :

Il faut noter que :

- Toutes les opérations se font en série.
- Les opérations arrêt et mise en marche de la machine ont une durée négligeable.
- Le fil machine (longitudinal) subit deux opérations de dressage, par contre le fil de trame (transversal) ne subit qu'une seule.
- Les opérations 3, 6, et 7 se répètent selon le nombre de bobines (16 fois par exemple)
- Le changement de format est effectué par :
 - 1 pontin ;
 - 2 agents polyvalents ;
 - 1 opérateur.
- Plusieurs tâches sont inutiles (l'agent parle au téléphone, le pontin déplace d'autres bobines destinées à une autre fonction, le régleur remplit partiellement un bordereau

destiné à une fonction de l'entreprise mais les informations qu'il saisit ne servent plus à personne).

- Manque de bobine au niveau du stock (ou la bobine n'est pas encore prête) à cause d'une mauvaise planification et ce qui engendre souvent des longues attentes.

2.2. Chronométrage des différentes opérations

Le tableau suivant résume la chronologie des différentes opérations liées au changement de format, la durée de chaque opération et les ressources affectées.

N°	Tâches	Ressources	Durée de l'essai 1	Durée de l'essai 2	Durée moyenne
1	Préparation et vérification des nouvelles bobines	1 pontin, 1 agent	17min 24sec	12min 36sec	15 min
2	Chercher les outils de réglage	1 agent	10min 16 sec	11min 10sec	10min 43sec
3	Couper les fils et enrouler les bobines	2 agents	15min 06 sec	17min 25sec	16min 15sec
4	Amener en stock le lot de panneaux de l'ancienne série	1 agent	1 min 17 sec	55sec	1min 6sec
5	Mise en place des bobines (16+1)	1 pontin, 1 agent	100min 15sec	93min 9sec	96min 42sec
6	Réglage des dispositifs de dressage et Passage fil machine (longitudinal)	1 opérateur, 2 agents	69min 32sec	74min 54sec	71min 43sec
7	Changement des galets et passage fil de trame	1 opérateur	5min 27sec	5min 48sec	5min 37sec
8	Programmation de la machine	1 opérateur	7min 45sec	4min 23sec	6min 4sec
9	Ajustement et contrôle du premier panneau	1 opérateur	10min 29 sec	7min 13sec	8min 51sec

Tableau V.3 : La liste des tâches, leurs durées respectives et les ressources mises à disposition.

2.3. Diagramme de Gantt - Phase I - (correspondant au tableau ci-dessus)

Pour représenter un diagramme GANTT et connaître la durée totale du changement de format, un outil peut être utilisé. En effet, le changement de format peut être assimilé à un projet, il est alors possible de gérer ce projet grâce à un outil prévu à cet effet à savoir le logiciel MS Project.

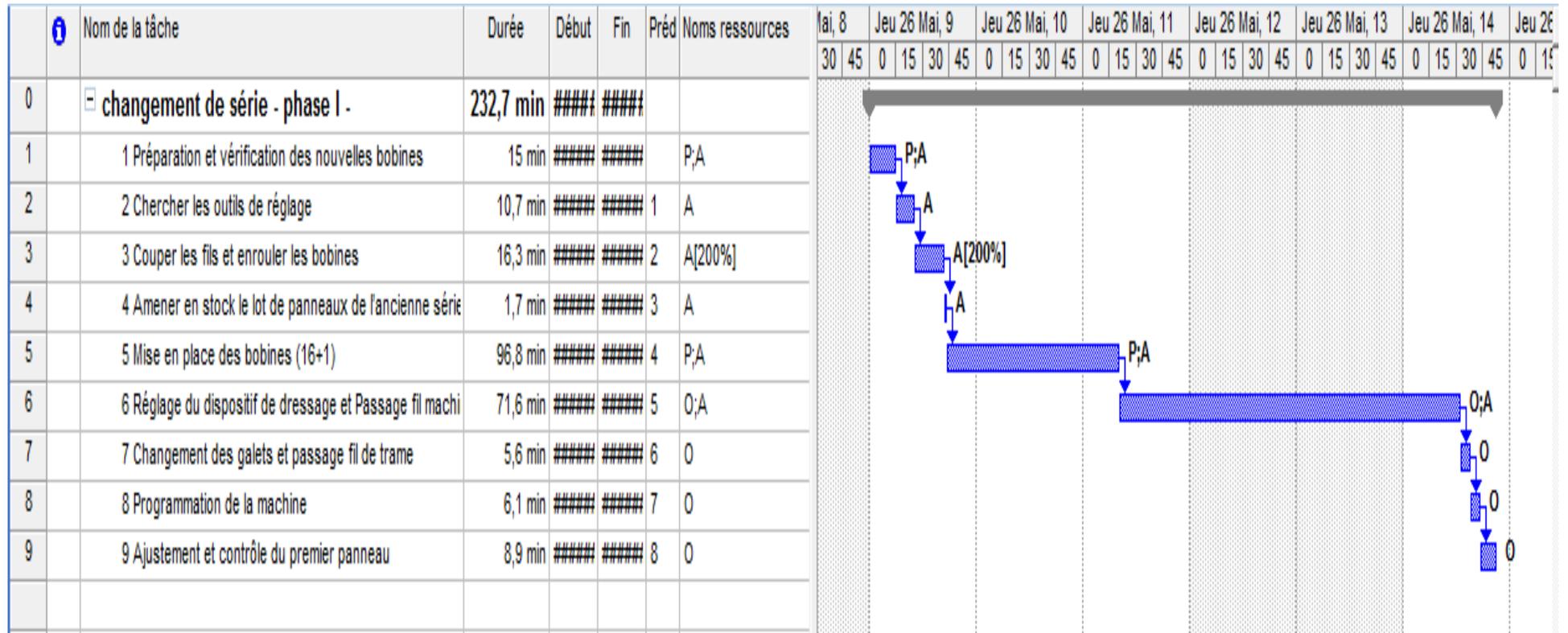


Figure V.2 : La durée totale du changement de série -Phase I-

Le but de cette étape consiste à déterminer avec précision le temps pris par chacune des opérations de réglage que l'on veut améliorer.

2.4. Analyse

- La durée totale du changement est de 3 heures 53 minutes, mais en réalité il dure une demi-journée sans compter les pertes du temps énormes entre les tâches qu'on n'a pas voulu les introduire dans le diagramme du GANTT.
- L'une des remarques pertinentes qu'on peut citer c'est : dès qu'on reçoit l'ordre du changement de format, on arrête la machine et on commence les tâches citées dans le tableau précédent, ce qui nous amène à considérer au premier temps que toutes les opérations effectuées dans la 1^{ère} phase sont internes.
- Malgré la disponibilité des ressources humaines pour le changement de série mais elles ne sont pas bien affectées (une personne effectue le changement des bobines et une autre attend jusqu'à ce que cette dernière soit terminée)
- Un nombre important d'opérations inutiles sont à supprimer complètement, par exemple : le réglage remplit partiellement un bordereau destiné à une fonction de l'entreprise mais les informations qu'il saisit ne servent plus à personne.
- On a remarqué que 20% des tâches prennent 80% du temps, à savoir :

Tâches	Durée
La mise en place des bobines	96 min 42 sec
Passage du fil machine longitudinal et Réglage du dispositif de dressage	71 min 43sec
Total	168 min 25 sec

3. Phase 2 : Séparation des opérations (Séparer)

La suite de l'analyse propose de réaliser une distinction entre tâches internes et tâches externes.

- Tâches internes qui dans l'état actuel arrêtent la production
- Tâches externes qui peuvent être réalisées sans arrêt de production, hors machine. Ces tâches externes sont souvent appelées « tâches en temps masqué ».

Cette distinction vient, en fait, de l'analyse d'un changement de fabrication. Durant ce changement, un certain nombre de tâches devraient pouvoir être réalisées alors que la machine est en fonctionnement, c'est-à-dire de façon externe à l'arrêt de la machine.

On revient au film réalisé lors de l'étape précédente, une analyse de chacune des opérations montre qu'une très grande part des tâches pourrait être réalisée en temps externe (donc machine en marche) et non en temps interne (donc machine arrêtée) et cela sans investir, mais simplement en les réalisant à un autre moment que pendant l'arrêt de la machine. On a remarqué qu'il s'agit principalement d'opérations de préparation (Outils, accessoires, moyens de manutention).

Notre but est de réaliser en temps masqué les opérations externes. Donc, il faut définir ces opérations afin de pouvoir atteindre notre objectif.

3.1. Les opérations externes

A. Les opérations à réaliser en externes alors que la machine termine l'ancienne série :

- recherche des documents de réglage ;
- demande d'autorisations diverses ;
- attente ;
- recherche des outils de contrôle de la nouvelle série ;
- Préparation et vérification des nouvelles bobines.
- Chercher les outils de réglages ;
- Préparation des galets à changer ;
- Mise en place de 8 bobines (le dévidoir comporte 24 bobines alors que la machine travaille seulement avec 16 bobines, donc on peut positionner 8 bobines sur le dévidoir sans arrêter la machine)

B. Les opérations à réaliser en externe alors que la machine commence la nouvelle série :

- Ranger les anciennes bobines en stock ;
- amener en stock le lot des panneaux fabriqués de l'ancienne série ;
- amener au magasin les outils de réglage.

Le tableau ci-dessous montre les différentes tâches recensées après séparation des opérations internes et externes (voir le tableau V.4).

Tâches internes		Tâches externes	
Couper les fils et enrouler les bobines	16min 15sec	Préparation et vérification des nouvelles bobines	15 min
Mise en place des bobines (8+1)	50min 51sec	Chercher les outils de réglage	10min 43sec
Réglage du dispositif de dressage et Passage fil machine (longitudinal)	71min 43sec	Mise en place de 8 bobines	45min 51sec
Changement des galets et passage fil de trame	5min 37sec	Amener en stock le lot de panneaux de l'ancienne série	1min 6sec
Programmation de la machine	6min 4sec	Total	72min 40sec
Ajustement et contrôle du premier panneau	8min 51sec		

Tableau V.4 : Séparation des tâches internes et externes

3.2. Diagramme de GANTT - Phase II -

La durée totale donnée par MSPROJECT représente le temps d'arrêt nécessaire, après séparation des tâches (internes et externes), pour effectuer un changement de série.

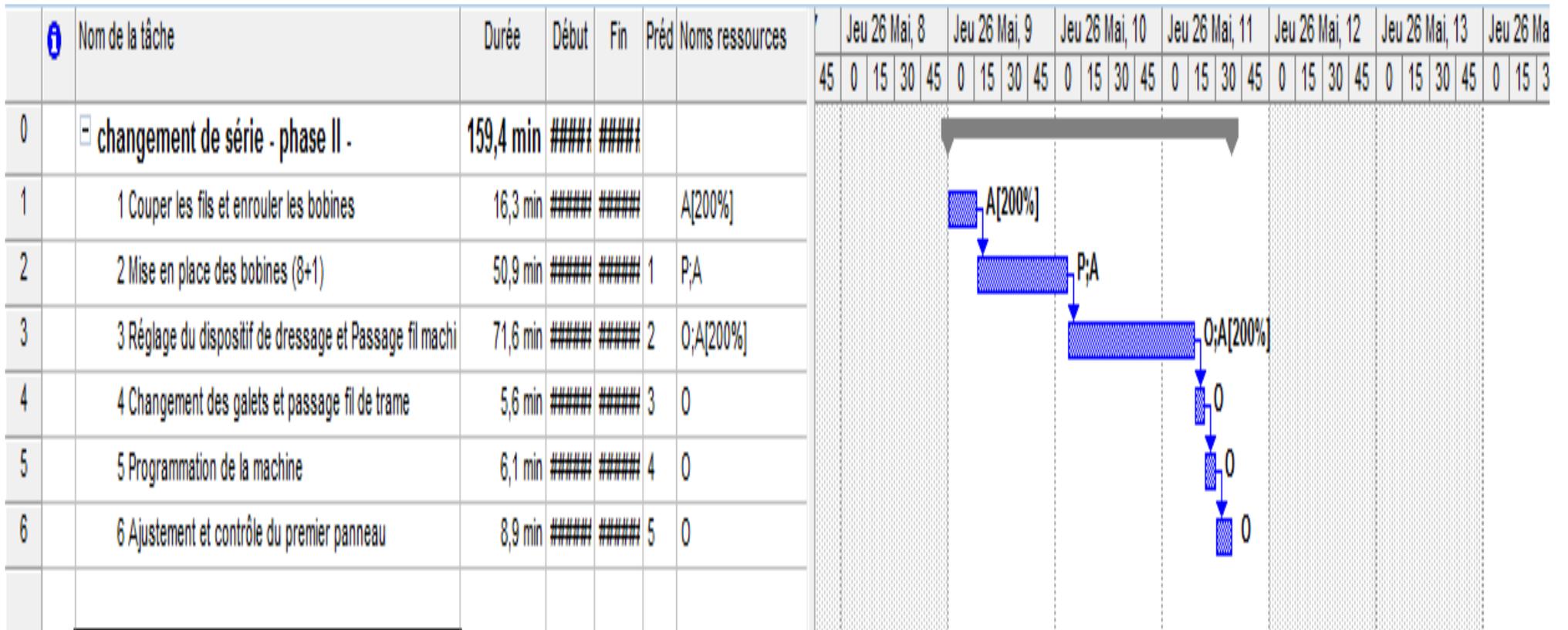


Figure V.3 : La durée totale du changement de série - phase II-

3.3. Analyse

- les solutions mise en place ne requièrent que du bon sens et de la logique.
- Il faut noter que la transformation des tâches internes en externes réalisée dans cette étape ne nécessite aucun investissement.
- La réduction du temps est de 72 min 40 sec, ce qui représente 32% du temps de changement de série initial observé. Le gain obtenu est spectaculaire.
- La durée totale d'arrêt de la machine pour effectuer un changement de série, à ce stade, est de 159 min 25 sec, cependant les deux tâches « la mise en place des bobines » et « réglage des dispositifs de dressage et passage fil machine » dominant la majorité du temps du cycle total (122 min 34 sec).

4. Phase 3 : Transformation des réglages internes en réglages externes (Convertir)

Lorsque toutes les opérations externes sont réalisées en temps masqué, il devient indispensable pour continuer à progresser et de convertir certaines opérations internes en opérations externes cependant cette transformation est plus difficile et plus coûteuse à obtenir que dans l'étape précédente où la transformation a pu être réalisée uniquement à partir de moyens organisationnels.

C'est une phase qui nécessite l'apport de technologie. L'objectif est de réduire au maximum le nombre d'opérations internes, qui pour mémoire, entraînent l'arrêt de la production.

- La durée de l'opération « réglage des dispositifs de dressage et passage fil machine » est la plus dominante, mais cette opération ne peut être transformée en opération externe, car elle nécessite l'arrêt de la machine.
- L'opération « Mise en place des bobines » prend aussi une part importante du temps du cycle total, elle nécessite en temps d'environ 50 min soit 30% du temps global. Donc si on arrive à diminuer cette durée, on peut sans doute minimiser le temps nécessaire pour l'exécution d'une succession de tâches permettant le changement de série de production.

4.1. Conception d'un nouveau dévidoir

Pour transformer l'opération « Mise en place des bobines » en une opération externe, nous avons proposé une nouvelle conception d'un dévidoir d'une capacité de 32 bobines (voir annexe 2), cette nouvelle installation va nous permettre de placer 16 nouvelles bobines

(bobines de la nouvelle série) sur le dévidoir alors que la machine travaille avec 16 autres bobines (bobines de l'ancienne série).

Remarque :

Le dévidoir est composé de 4 charpentes métalliques symétriques dont chacune porte 3 bobines (voir la figure V.5).

Pour réaliser cette nouvelle conception ainsi respecter l'espace alloué au dévidoir (7,6m x 3,8m), on a pensé à jouer sur le volume et la taille des bobines (voir la figure V.4), ainsi sur la capacité de la charpente métallique (voir la figure V.6)

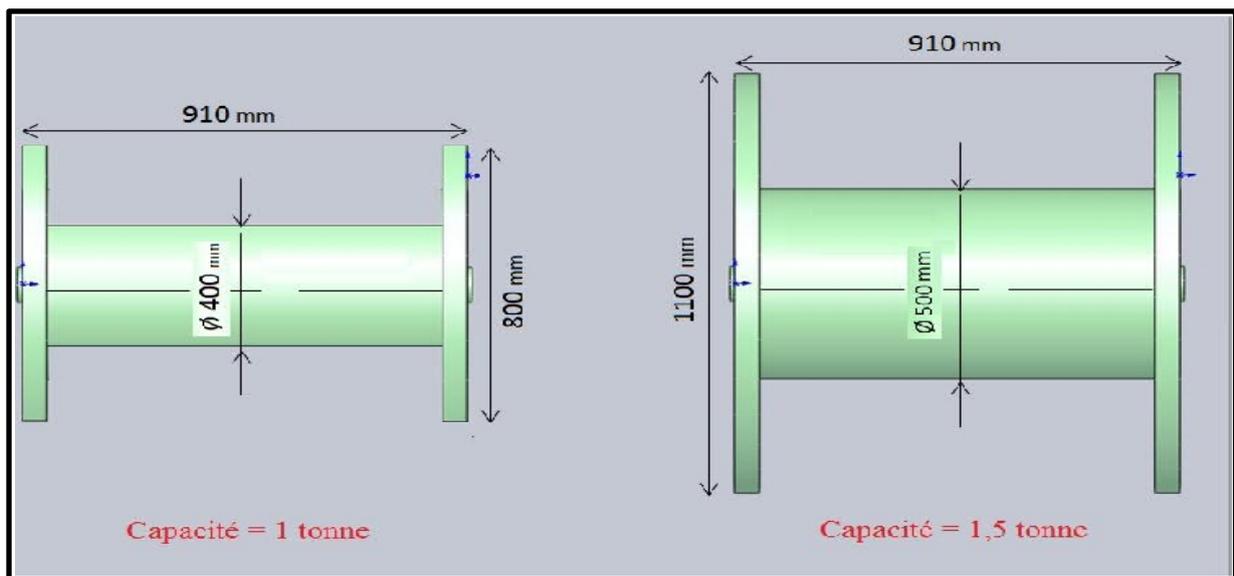


Figure V.4 : La nouvelle conception de la bobine

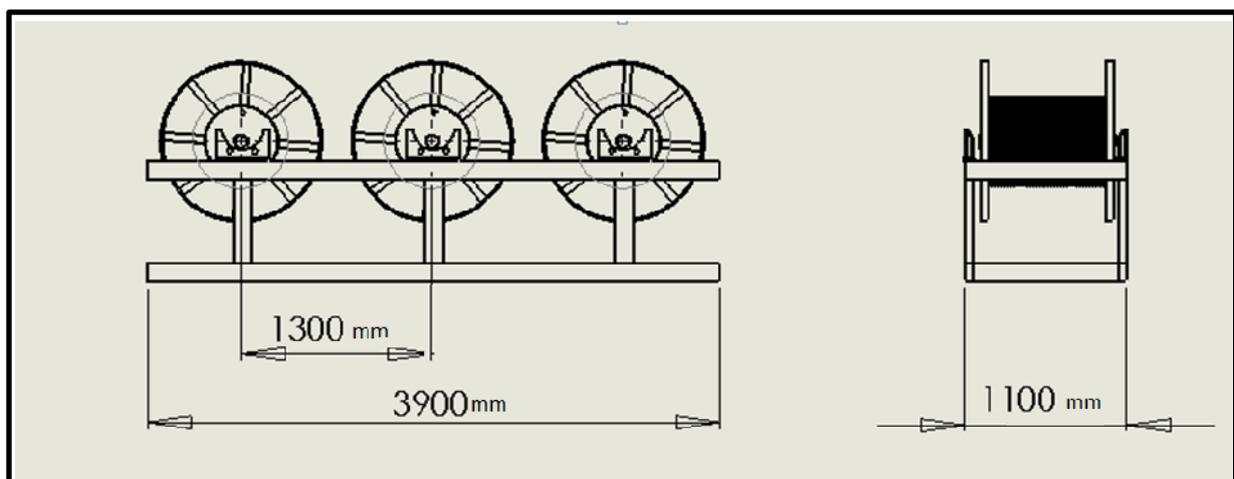


Figure V.5 : La conception actuelle de la charpente

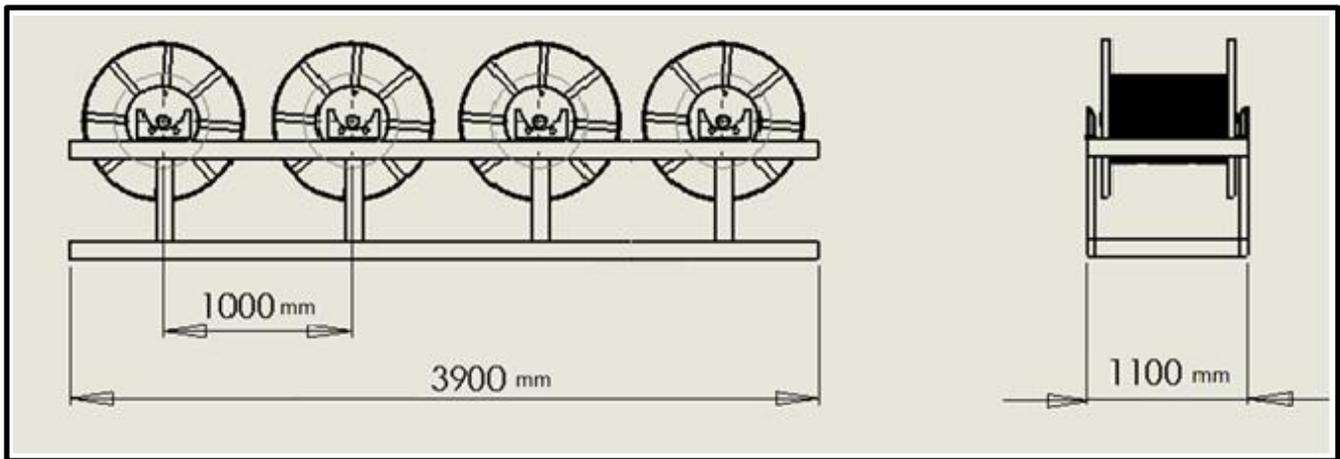


Figure V.6 : La nouvelle conception de la charpente

Les avantages de cette nouvelle conception sont :

- Un gain de 30% du temps global observé soit environ 50 min.
- Une réserve de 8 bobines lorsque la machine travaille avec 24 bobine.
- Réduire le gaspillage du fil lorsqu'on lance des petits lots en production (car le volume des bobines étant réduit).

4.2. Diagramme de GANTT - Phase III -

Une fois la conception du nouveau dévidoir est réalisée, la tâche « Mise en place des bobines » se fera en temps masqué, ce qui va réduire par la suite le temps total de changement de série. Le temps de changement global ainsi obtenu est de 108 minutes 30 secondes, soit un gain de 30%.

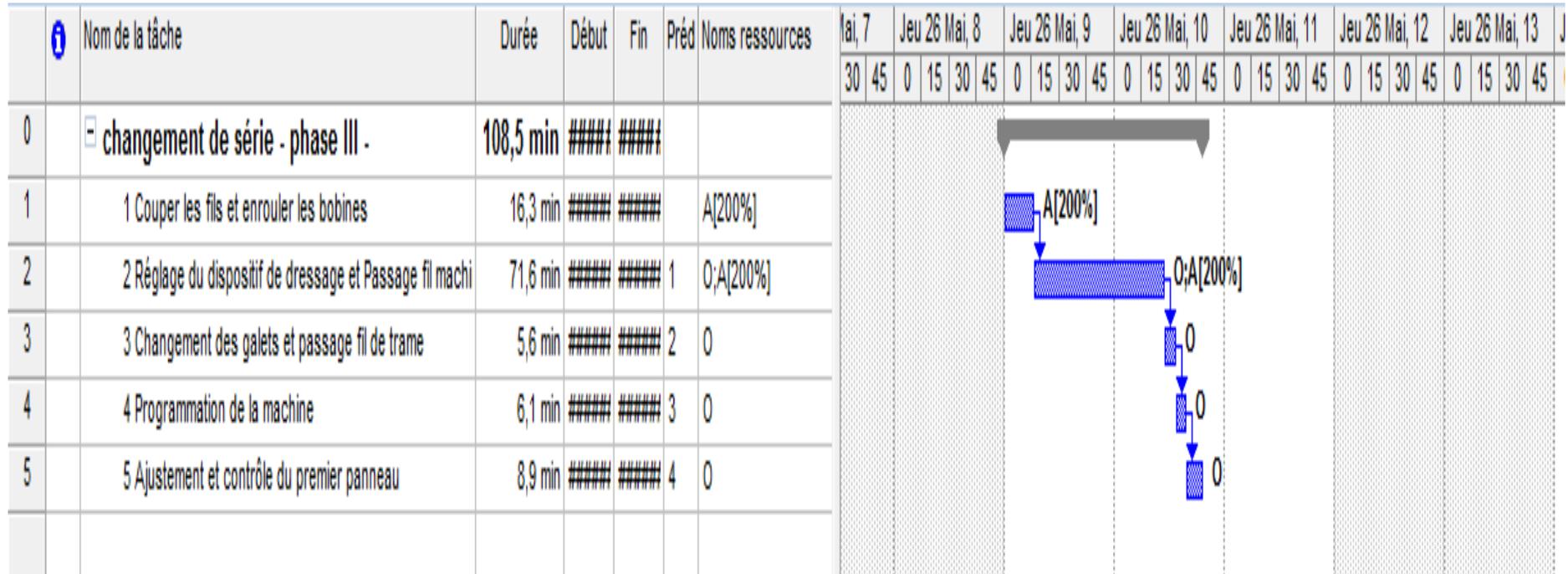


Figure V.7 : La durée totale du changement de série - phase III -

5. Phase 4 : rationalisation de tous les aspects du réglage (Réduire)

Cette phase si elle est, du point de vue de la méthode, distincte de la précédente, elle relève en pratique de la même démarche. Elle pourra occasionner des remises en cause du processus de fabrication, et de ce fait impliquer en plan d'action à long terme et des investissements lourds.

5.1. Réduire la durée des tâches externes

A. Préparation des check-lists

L'une des causes initiales majeures de variabilité des durées d'arrêt pour un changement de série est le manque ou le non-suivi d'un mode opératoire.

Des check-lists et des fiches de réglage plus concises sont très nécessaires, elles permettent en outre de reporter des valeurs ou des notifications. Une check-list (voir annexe 3) sur laquelle les opérations à valider sont présentées dans l'ordre du mode opératoire invite ou contraint l'exécutant à suivre l'ordre. Le report de valeurs clés et la validation par signature des étapes critiques servent de moyen de contrôle autant que de responsabilisation.

B. Rationaliser les magasins d'outillages

- **Recenser toutes les pièces à changer lors d'un changement**

Les pièces à changer se trouvent dans le poste de dressage de fil de trame, ce sont des galets qui servent à dresser le fil (voir la figure V.8), et il existe plusieurs types de galets. Le choix des galets à changer se fait selon le diamètre du fil.



Figure V.8 : Galet de dressage pou fil de trame

- **Recenser tous les outils utilisés pour le changement**

La tâche	L'outil utilisé
Le réglage du dispositif de dressage et passage fil machine	Clé à fourche N°19, Clé à laine N°6
Changement des galets	Clé à laine N°14
Couper et enrouler le fil machine	Cisaille

Tableau V.5: Les outils utilisés lors d'un changement de série

- **Le rangement systématique des outillages dans des boîtes à outils**

L'idée sera de proposer une boîte à outils divisée en deux parties, une partie pour ranger les pièces à changer et l'autre partie pour ranger les outils à utiliser (voir la figure V.9). Cette boîte à outils va être positionnée au plus près de la machine et éventuellement déjà en hauteur (afin d'éviter tous problèmes touchant à la sécurité), elle va faciliter la recherche des outils et les pièces à changer ainsi d'éliminer le gaspillage du temps survenues fréquemment lors de l'apport des outils.

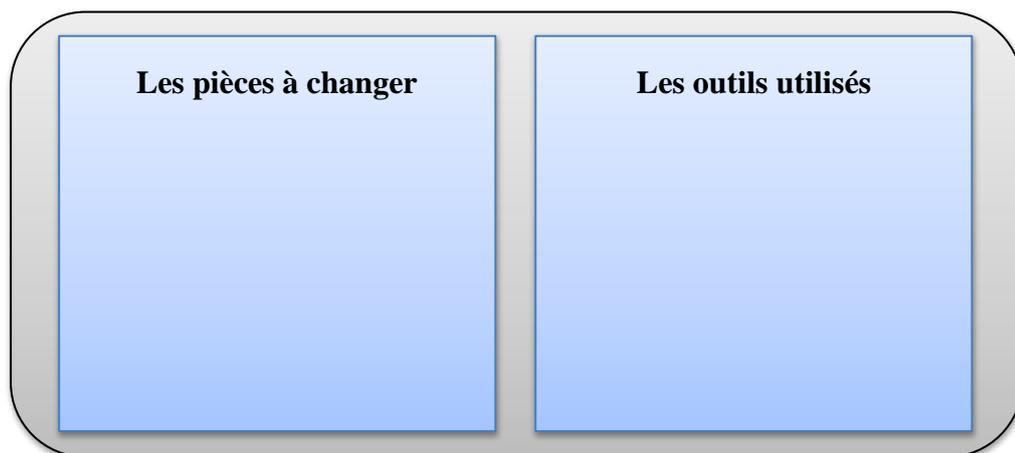


Figure V.9 : La boîte à outils

- **Les moyens de manutention**

- Achat d'un chariot à roulettes pour déplacer les bobines entre le poste d'alimentation et la zone de stockage intermédiaire.

5.2. Réduire la durée des tâches internes

Il faut se pencher sur les tâches internes qui forment le noyau dur de la durée totale pour diminuer davantage le temps d'arrêt de la machine.

Pour se faire, il faut donc trouver les moyens :

- Soit de les réaliser plus rapidement ;
- Soit de les supprimer complètement.

À ce stade, la tâche « Réglage des dispositifs de dressage et le passage fil machine » domine la majorité du temps du cycle total, elle prend environ 72 minutes (soit 65% du temps globale observé dans la phase précédente).

A. Automatisation du système de dressage

Le dispositif de dressage sert à dresser le fil machine qui provient du poste d'alimentation pour le relier ensuite avec le poste de soudage (voir la figure V.10)

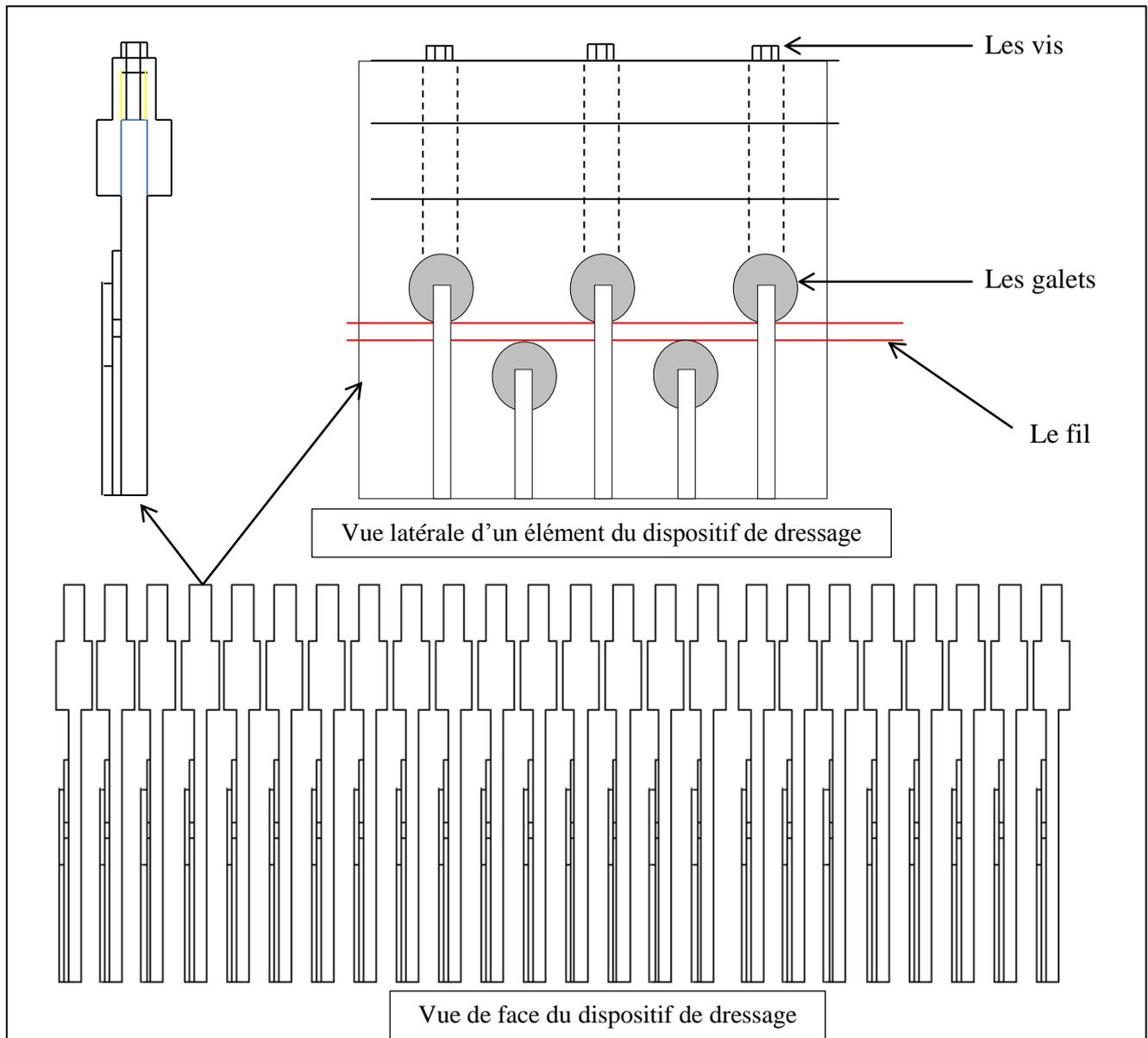


Figure V.10 : Le dispositif de dressage actuel

Notre interface est composée d'un bouton poussoir **A** pour commander le moteur (**M⁺** : faire monter les galets ; **M⁻** : faire descendre les galets), et cinq autres boutons poussoirs (**B5, B6, B7, B8, B9**) pour choisir le diamètre du fil qu'on veut faire passer.

On a envisagé d'installer une boîte à capteurs fixée au milieu du dispositif qui a pour but de limiter le mouvement des galets ; cette boîte comporte cinq capteurs de fin de course qui émettent cinq signaux (**X5, X6, X7, X8, X9**).



➤ Le GRAFCET

Le GRAFCET qui traduit notre cahier de charge (voir annexe 4)

L'automatisation du système de dressage nous a permis non seulement d'éliminer l'opération de serrage et desserrage des vis qui prend environ 60% du temps (43 min environ) nécessaire pour effectuer la tâche «Réglage des dispositifs de dressage et le passage fil machine », et aussi de libérer un opérateur et l'affecter pour la réalisation des autres tâches qui peuvent se faire en parallèle.

B. Le travail en parallèle de plusieurs régleurs

La transformation de certaines tâches internes en tâches externes nous a fortement diminué la charge du travail pour les régleurs pendant l'arrêt de la machine, donc on n'aurait pas un conflit sur les ressources humaines durant le changement de série et ainsi on peut réaliser certaines tâches internes en parallèle (elles ne sont pas liées techniquement), ce qui est le cas des deux tâches suivantes

- Changement des galets et passage fil de trame.
- Programmation de la machine.

Ces tâches peuvent se faire en parallèle avec la tâche « Réglage des dispositifs de dressage et passage fil machine », Mais puisqu'on a qu'un seul opérateur libre, on peut lisser la tâche « programmation de la machine » et elle sera réalisée après la tâche « Changement des galets et passage fil de trame » vu qu'elles n'appartiennent pas au chemin critique (voir la figure V.12).

C. Diminution du temps de travail du régleur

Le taux de rebus dû au réglage, est considéré important, si la première pièce ne semble pas pouvoir au départ être bonne à chaque fois, le meilleur moyen de réussir cette performance est pour le moins de supprimer les causes de chacun des problèmes qui se présentent lors de la réalisation de cette première pièce en appliquant la méthodologie du « zéro défaut ».

L'application de ce type de méthode conduit :

- à la création d'une procédure qui permet de conserver les données qui ont permis d'obtenir la première pièce bonne.

Le travail du régleur consiste à fixer, dans le tableau de bord de la machine, les dimensions des mailles, la longueur et la largeur du panneau, après il règle la vitesse qui est mesurée par le nombre de fil de trame à souder par minute.

Donc pour diminuer le temps de réglage et l'obtention de la première pièce bonne, nous avons proposé les solutions suivantes :

- Enregistrer sur l'ordinateur lié à la machine les différentes références, classées selon leur diamètre, et qui sont demandées dans l'année précédente. (Cet enregistrement ne nécessite aucune application supplémentaire dans l'ordinateur)
- Afficher tableau qui montre la vitesse à sélectionner pour chaque diamètre comme le montre le tableau ci-dessous.

Ces vitesses sont évaluées après un essai pour chaque diamètre

Le diamètre du fil	La vitesse (fils de trame par minute)
Ø5, Ø6	134
Ø7	100
Ø8	91
Ø9	80

Tableau V.6 : La vitesse du soudage en fonction du diamètre du fil

Les avantages de cette procédure sont :

- Diminution du taux de rebus dus au réglage machine.
- Réduction de la durée de la programmation de la machine et l'ajustement et contrôle du premier panneau.

En appliquant cette procédure, les durées de ces deux tâches sont réévaluées (voir le tableau)

La tâche	La nouvelle durée
Programmation de la machine	3 minutes
L'ajustement et contrôle du premier panneau	2 minutes

5.3. Le diagramme de GANTT - Phase IV -

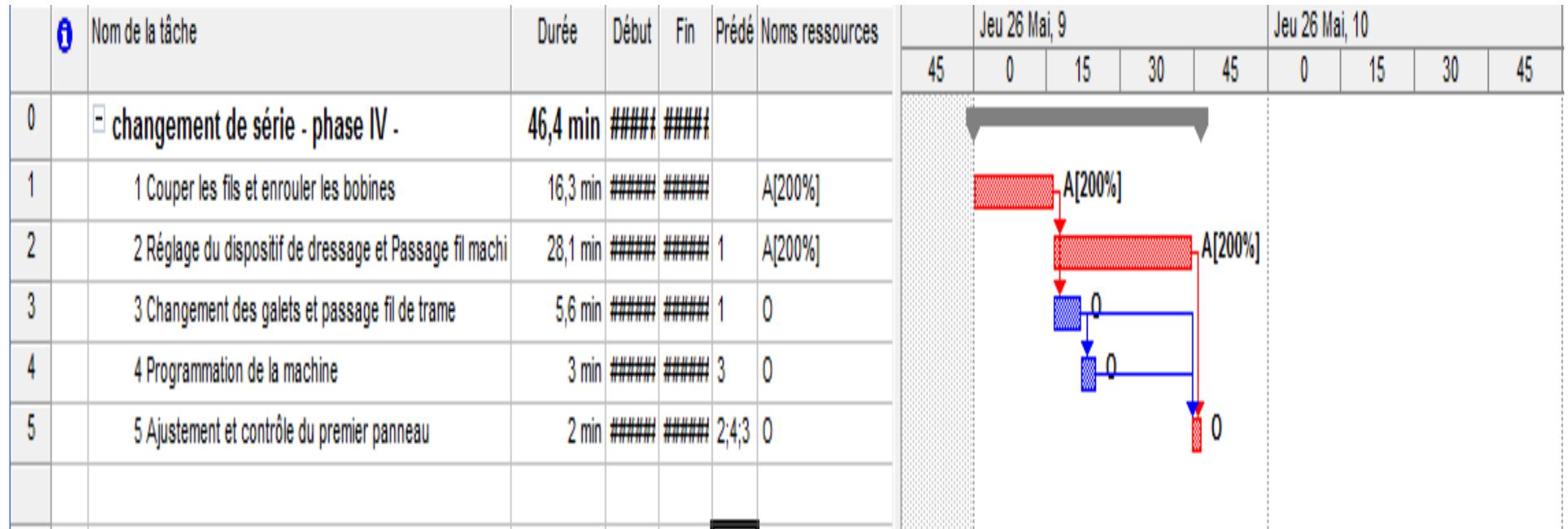


Figure V.12 : La durée totale du changement de série - phase IV –

6. Conclusion

Dans cette usine, l'action SMED a été centrée sur cette ligne de production des produits spécifiques en mettant en place les actions d'amélioration suivantes :

- Diminution du temps de mise en place des bobines, en installant un dévidoir d'une capacité de 32 bobines.
- Une nouvelle organisation des tâches et ainsi l'élaboration d'une procédure bien déterminée pour le changement de série en utilisant des check-lists.
- Diminution du temps de changement de série, en réalisant plusieurs tâches en temps masqué ou en parallèles.
- Installation d'une boîte à outils devant la machine afin d'éliminer le gaspillage du temps survenu fréquemment lors de l'apport des outils
- Diminution du temps de passage fil machine, des différents ajustements et réglages en rendant le système de dressage automatisé.
- L'amélioration du taux de rebus dû au réglage en créant une procédure qui permet de conserver les données qui ont permis d'obtenir la première pièce bonne.

Cependant, ces améliorations ont permis de gagner environ 3 heures 15 min à chaque changement, soit une capacité supplémentaire de 13 tonnes du TS.

D'autre part, la méthode SMED est donc un concept qui présente de nombreux atouts pour la gestion de la production de l'entreprise tels qu'une augmentation de la productivité, de la flexibilité de la production, une amélioration de la qualité, ou encore une réduction des stocks et coûts et une élimination des erreurs de réglage.

Afin de conclure notre propos, on pourrait ouvrir le débat vers un aboutissement du SMED où les temps de changements seraient à durée zéro, c'est-à-dire instantanés. À ce titre, il existe le concept ONTED, signifiant One Touch Exchange of Die, qui illustre à la perfection cette volonté de parvenir à un temps de changement très simplifié et d'une durée ultra-brève.

B. La planification des besoins matières (MRP) pour gérer l'encours des bobines

1. Introduction

Tel qu'il a été précisé dans le chapitre précédent, le manque d'utilisation de la méthode MRP notamment le partage d'informations ainsi le manque de coordination pour le calcul et la vérification de la disponibilité de matières premières au niveau de l'encours provoque un manque à gagner, une rupture ou un sur stock, et une augmentation des délais de livraison.

Pour remédier à ce dysfonctionnement, on propose un système de planification des besoins matières basé sur le concept MRP pour gérer l'encours des bobines.

2. Le processus de planification des besoins matières (voir la figure V.13)

Le plan des besoins matières est établi à partir de quatre principaux intrants :

- Le calcul des prévisions sur la demande du fil tréfilé.
- Le plan directeur de production
- La nomenclature
- Les paramètres de planification (délais de livraison, lot d'approvisionnement, état du stock).

La figure ci-après montre le fonctionnement et la logique du système de planification des besoins en fil tréfilé proposé (voir la figure V.13).

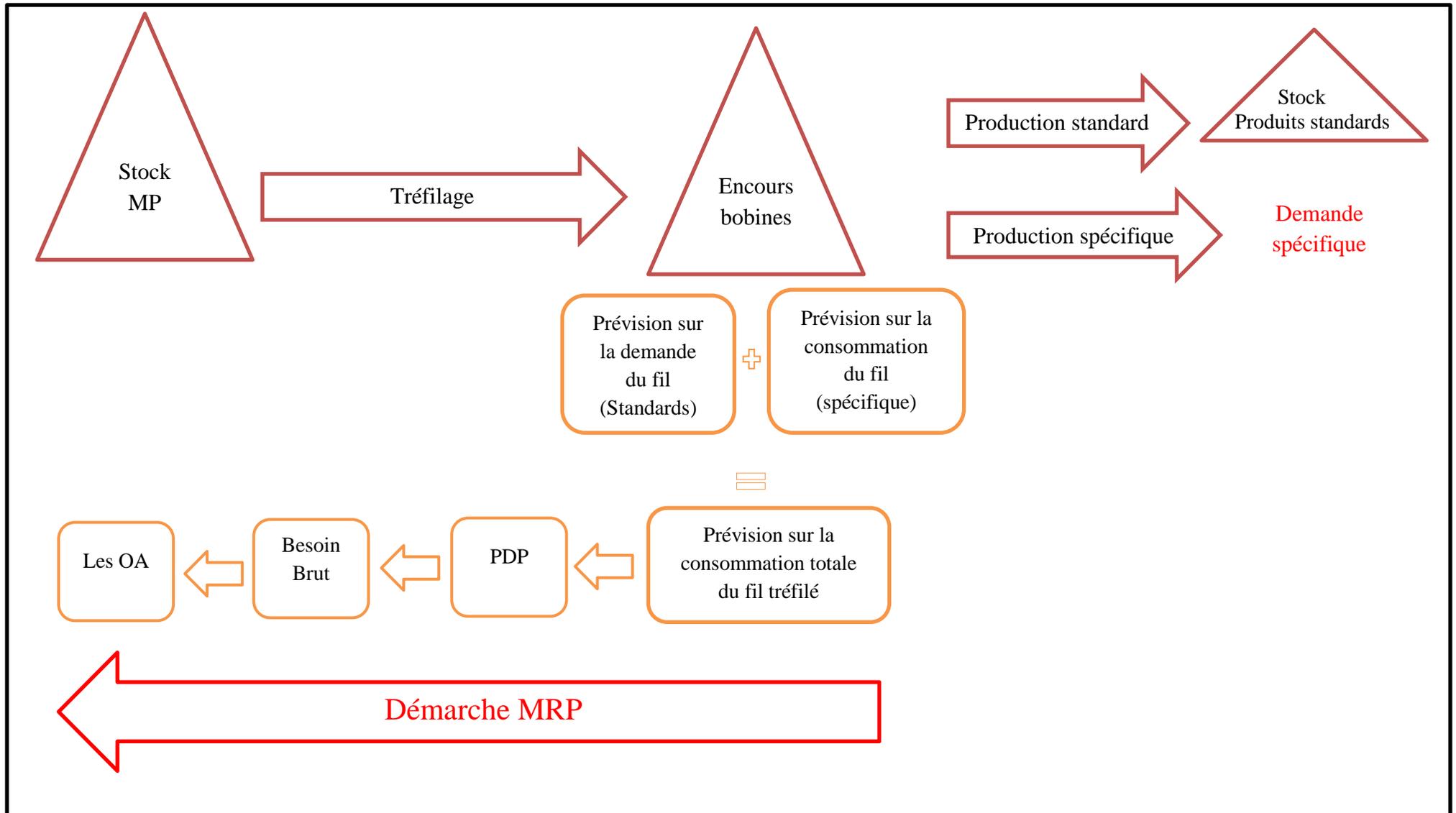


Figure V.13 : Le processus de planification des besoins matières (fil tréfilé)

2.1. Le calcul des prévisions sur la consommation du fil tréfilé

Les étapes du calcul sont les suivantes :

- Établir des prévisions sur la consommation du fil tréfilé pour la fabrication de produits standards, en basant nos calculs sur l'historique des quantités de produits standards demandées.

Semaines	1	2	3	4	5	6	7	8
Prévisions (quantité du fil en tonnes)								

Tableau V.7 : Prévision des demandes de produits standards ($\emptyset = X$ mm)

- Établir des prévisions sur la consommation du fil tréfilé pour la fabrication de produits spécifiques, en basant nos calculs sur l'historique des quantités de produits spécifiques vendues.

Semaines	1	2	3	4	5	6	7	8
Prévisions (quantité du fil en tonnes)								

Tableau V.8 : Prévision des ventes de produits spécifiques ($\emptyset = X$ mm)

- Sommer les deux prévisions obtenues précédemment afin de pouvoir calculer les prévisions totales sur la consommation d'un type de fil tréfilé.

Semaines	1	2	3	4	5	6	7	8
Prévisions (quantité du fil en tonnes)								

Tableau V.9 : Prévision de la quantité totale à consommer du fil tréfilé ($\emptyset = X$ mm)

2.2. Le plan directeur de production

Comme nous l'avons vu dans la partie théorique le plan de production détermine les besoins indépendants (les besoins en produits finis). Dans ce projet, ce sont les prévisions calculées qui feront office de PDP.

		Semaines							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Commandes planifiées	(en tonnes)								

Tableau V.10 : La table du PDP

2.3. La nomenclature

Un produit fini est composé d'un seul type de fil, c.à.d. de diamètres égaux que ce soit pour le fil de chaîne ou pour le fil de trame (voir la figure V.14).

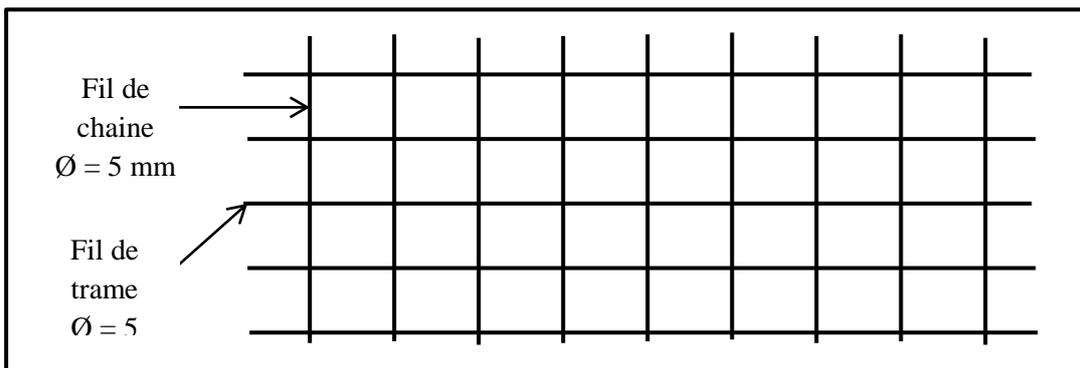


Figure V.14 : Composants d'un produit fini

La quantité du fil ne subit aucune variation du poids au cours des processus de tréfilage ou soudage, par contre une réduction du diamètre au cours du tréfilage. Donc, si on a, par exemple, une demande de 10 tonnes du TS de diamètre 5 mm, il faut prévoir 10 tonnes du fil tréfilé du diamètre 5 mm au niveau de l'encours, ainsi approvisionner 10 tonnes du fil machine de diamètre 6 mm (voir la figure V.15).

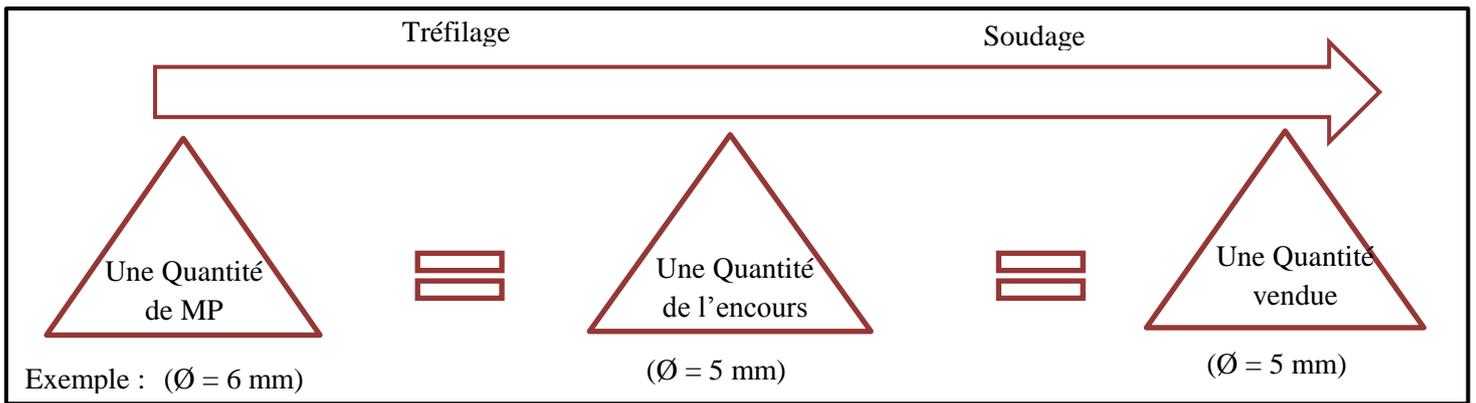


Figure V.15 : La non-variation de la quantité de matière tout au long du processus

Donc la nomenclature de notre produit est la suivante :

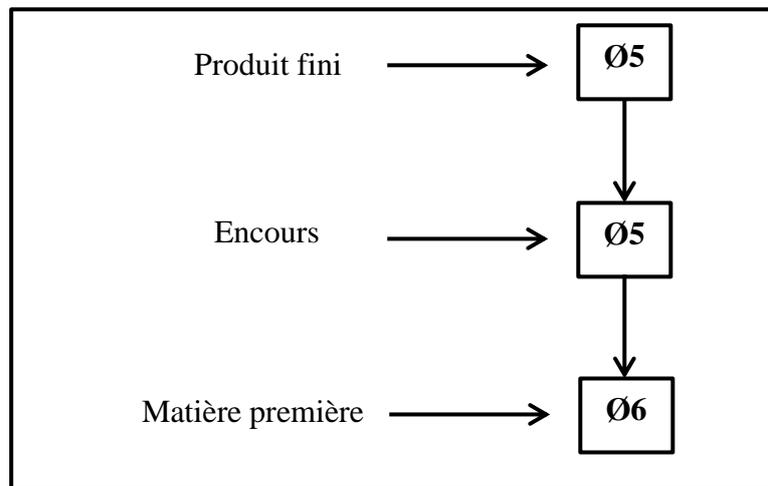


Figure V.16 : La nomenclature d'un produit fini

2.4. Les données sur l'état des stocks et les paramètres de planification

Les données sur l'état des stocks fournissent les informations relatives aux quantités et à la disponibilité des produits ou des composants. La qualité de ces données dépend, entre autres, du contrôle qu'exerce le système d'information sur les deux aspects suivants (G.Plossl, 1994) :

- Les réceptions : ce sont les livraisons de fil machine des différents fournisseurs de l'organisation. Ces transactions doivent être enregistrées de façon adéquate et en temps réel.
- Les consommations : ce sont les utilisations du fil machine en stock. Ces transactions incluent également les transactions liées à la mauvaise qualité du fil ou à leur obsolescence. Ces informations doivent également être enregistrées de façon rigoureuse et en temps réel pour que les niveaux de stocks représentent adéquatement la réalité.

À ces informations s'ajoutent un ensemble de paramètres de planification, dont les délais, la taille de lot. Ces données doivent être mises à jour de façon régulière.

3. Représentation du processus de planification

Les besoins bruts sont calculés à partir des commandes (ou lancements) planifiées des produits finis (quantité du fil tréfilé) gérés par le plan directeur de production (voir l'étape A – figure V.17).

Les besoins nets ou les pénuries potentielles sont ensuite calculés en soustrayant, pour une période donnée, les besoins bruts du stock disponible et des réceptions programmées (commandes en cours de réalisation) (voir l'étape B – figure V.17). Finalement, en fonction d'un ensemble de paramètres de planification (délai, taille de lot, etc.) le système MRP génère des commandes planifiées auxquelles correspondent des réceptions planifiées de façon à répondre aux besoins nets exprimés et ainsi éviter toute rupture de stock (voir l'étape C - figure V.17).

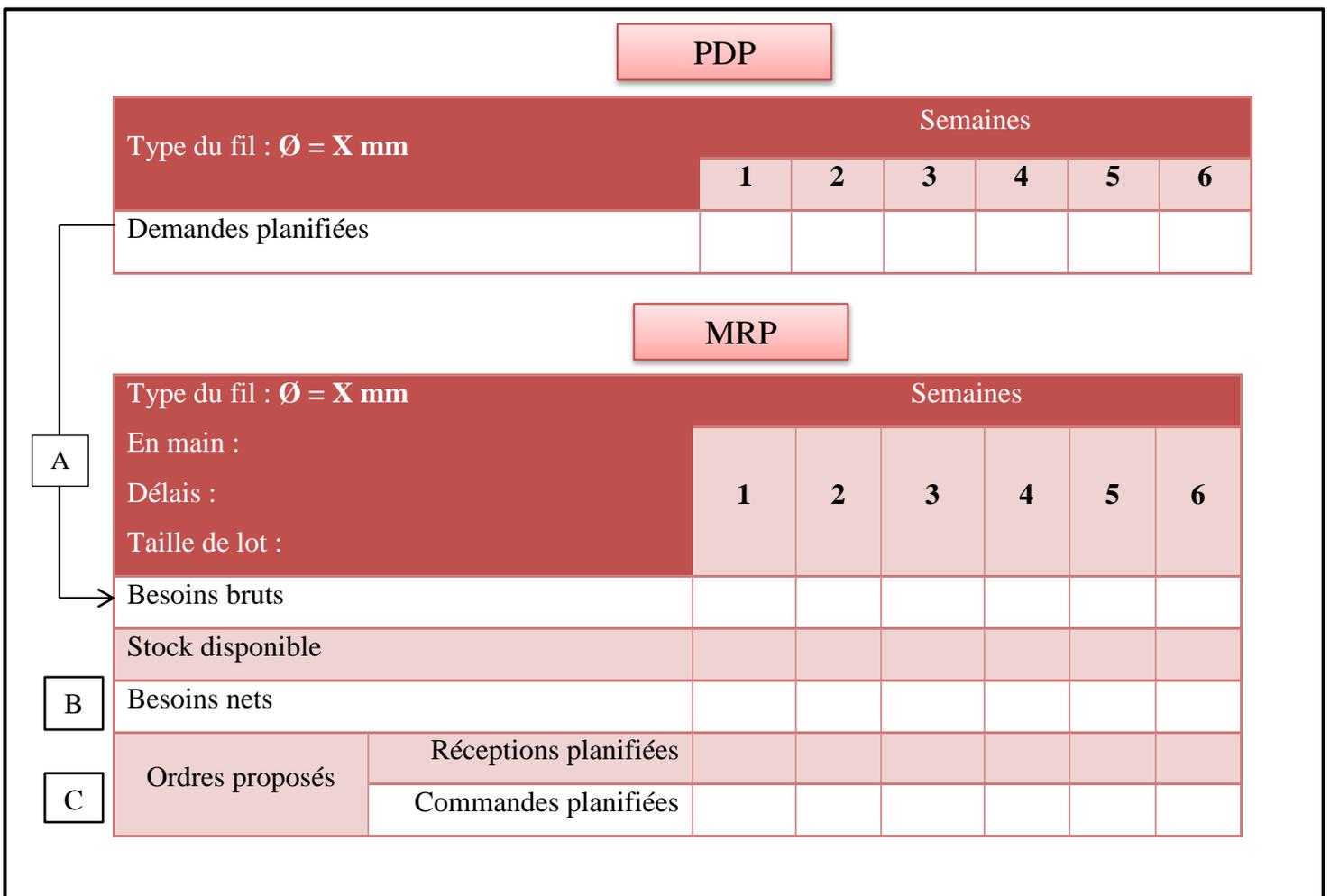


Figure V.17 : Représentation du processus MRP

- La ligne « Besoin brut » : rassemble période après période les prévisions de consommation du fil.
- La ligne « Ordres proposés » montrent les ordres de fabrication ou les ordres d'approvisionnement qu'il faut proposer (les ordres proposés doivent arriver en début de période et donc commencer en début de période avec un décalage temporel de la valeur du délai de production ou d'approvisionnement).
- Le besoin net d'une période est déduit du besoin brut en lui soustrayant les produits en stock à la fin de la période précédente (stock disponible).

$$\text{Besoin net (p)} = \text{besoin brut (p)} - \text{stock (p-1)}$$

- La ligne « Stock disponible » permet de calculer le niveau de stock période après période (le stock disponible donne la valeur du stock en fin de période).

$$\text{Stock (p)} = \text{stock (p-1)} + \text{réception planifiée (p)} - \text{besoin brut (p)}$$

4. Exemple d'application

Nous allons dans cet exemple dérouler un MRP à partir des prévisions de vente du TS du diamètre $\varnothing=5\text{mm}$ (standard et spécifique) des deux prochains mois, afin de calculer les besoins de l'entreprise en matière première, pour se faire nous avons utilisé le tableur Excel pour faciliter nos calculs.

4.1. Prévision de la demande

Dans cette étape, nous allons utiliser le logiciel SPSS pour le calcul des prévisions de ventes des deux types de produits du TS (standard et spécifique) sur les deux mois à venir afin de pouvoir déterminer par la suite le besoin brut en fil tréfilé.

a- La série de la demande des produits standards (voir annexe 5)

b- La série de la vente des produits spécifiques (voir annexe 5)

c- Les résultats des prévisions

Après une étude des deux séries chronologiques (standard et spécifique) à l'aide du logiciel SPSS, et vérification des différents tests, on a obtenu les résultats suivants : (voir annexe 5)

Semaines	JUN 2011					JUILLET 2011		
	1	2	3	4	5	6	7	8
Produits standards (En tonnes)	82.61	99.88	106.62	118.70	129.13	140.99	152.93	165.54

Semaines	JUN 2011				JUILLET 2011			
	1	2	3	4	5	6	7	8
Produits spécifiques (En tonnes)	45.72	44.50	44.75	44.43	44.28	44.03	43.77	43.48

Semaines	JUN 2011				JUILLET 2011			
	1	2	3	4	5	6	7	8
Quantité totale du fil tréfilé (En tonnes)	128.33	144.38	151.37	163.13	173.41	185.02	196.70	209.02

4.2. Les paramètres de planification

Les paramètres de planification à savoir le délai de livraison, la taille du lot et l'état des stocks ont été donnés par le service approvisionnement et le service gestion des stocks et magasins de l'entreprise TREFAL.

Le chef de service production nous a informés qu'on peut diviser le délai de livraison en deux, à savoir 2 à 3 jours pour approvisionner la matière première (fil machine) et 2 jours pour la préparer au niveau de l'atelier de tréfilage, ce qui fait un délai d'une semaine pour alimenter le stock bobines (fil tréfilé).

Le chef de service des approvisionnements nous a informés que le lot d'approvisionnement est de l'ordre de 400 tonnes pour le fil machine de diamètre 5 mm

De même, le chef de service gestion des stocks et magasin nous a révélé que la quantité du fil tréfilé du diamètre 5 mm disponible à l'état actuel au niveau de l'encours est de l'ordre de 150 tonnes (05/06/2011).

4.3. La planification des besoins en matières (MRP)

Pour se faire, nous avons conçu une application sur Excel (voir la figure V.18) afin de faciliter les calculs. Cette application permet, après avoir introduit les paramètres de planification (stock en début de période, le PDP, le lot et le délai d'approvisionnement), de générer des commandes planifiées auxquelles correspondent des réceptions planifiées de façon à répondre aux besoins nets exprimés et ainsi éviter toute rupture de stock.

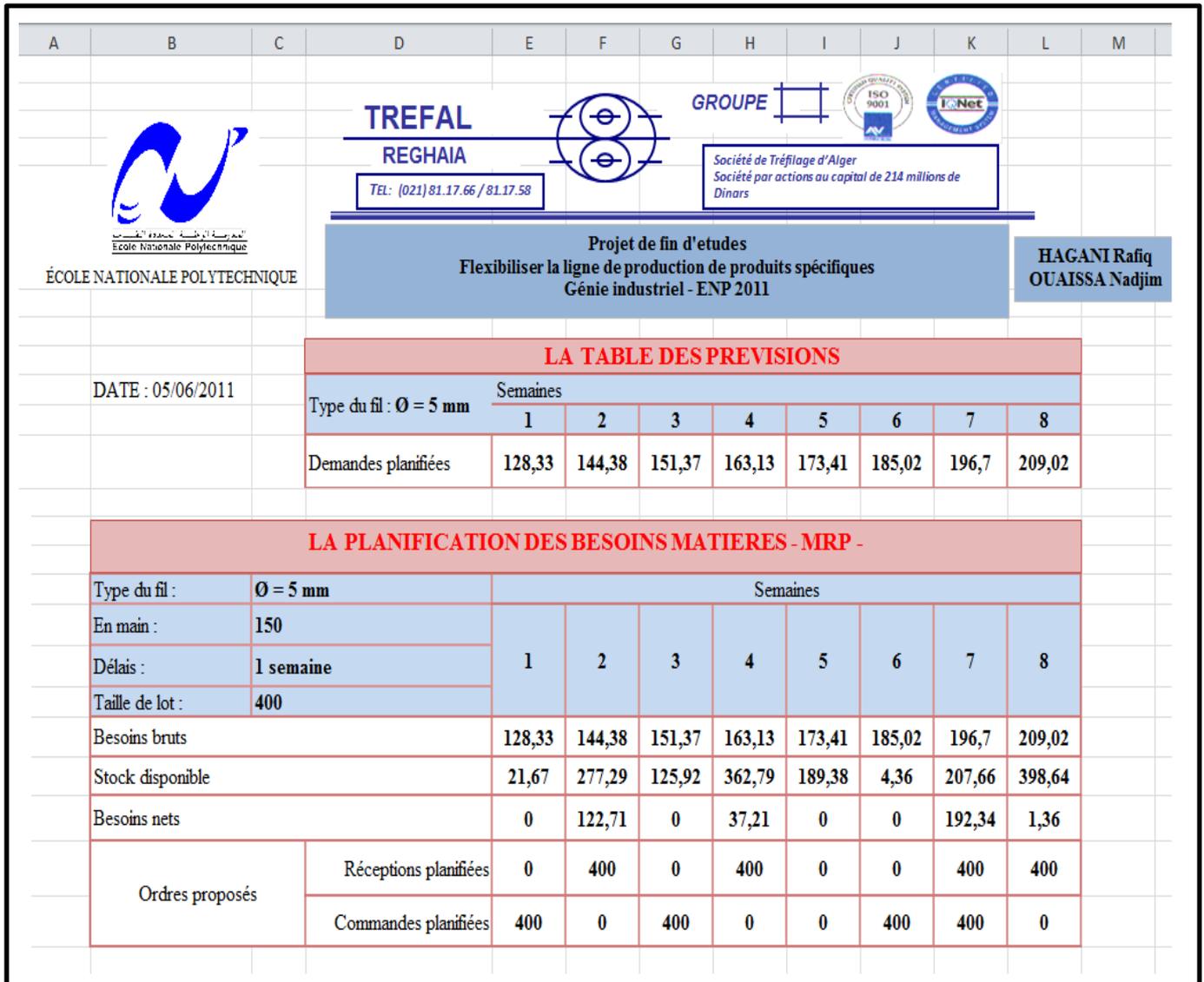


Figure V.18 : Interface du système de planification des besoins matières sous Excel

5. Conclusion

Au cours de cette partie, nous avons proposé un système de planification basé sur le concept MRP pour gérer l'encours des bobines dont le but d'éviter toute rupture ou/et sur stock de l'encours, notamment la connaissance de la demande à l'aide des prévisions des clients.

Nous avons aussi présenté un exemple avec une application sous Excel pour faciliter les calculs, cette application permet de générer des commandes planifiées auxquelles correspondent des réceptions planifiées de façon à répondre aux besoins nets exprimés.

De façon préliminaire, nous pouvons affirmer que le système MRP constituerait une base intéressante par rapport aux différentes options envisageables pour l'atelier de production du treillis soudés.

Conclusion générale

Depuis une vingtaine d'années, on voit l'émergence d'un modèle de « production personnalisée » dans lequel le défi est de fournir des produits totalement personnalisés. L'entreprise ne doit plus seulement fournir, au juste prix, un produit adapté à la demande du client, elle doit fournir le produit désiré par un client bien identifié.

Les consommateurs exigent des produits différenciés et un taux de renouvellement rapide. Il faut pouvoir s'adapter aux productions en petite série ou avec une forte diversité, ce qui nécessite de fréquents changements de postes, de nouveaux réglages machines, etc. (C.Everaere, 1997)

Les Japonais, confrontés à ces nouvelles contraintes, vont s'appuyer sur leurs ouvriers pour augmenter la flexibilité de leurs entreprises. De nouvelles pratiques apparaissent : la polyvalence, la poly compétence et l'enrichissement des tâches.

Adapter la production, que ce soit en volume ou en mix, aux aléas de l'activité (variation du marché, incidents de production, problème d'approvisionnement), demande de pouvoir redéfinir de manière souple les postes de travail. Ceci peut se faire en privilégiant la flexibilité des équipements.

Pour décrire l'état actuelle de l'organisation de TREFAL, nous avons mené un diagnostic de production, les phases du diagnostic ont conduit à l'identification des dysfonctionnements, c'est ainsi que nous avons identifié quelques problèmes d'insuffisance de flexibilité de la ligne de production étudiée qui empêche l'entreprise à répondre rapidement aux demandes du marché qui sont de plus en plus diversifiées, ainsi l'absence de planification des besoins matières de l'encours des bobines qui freine souvent la production.

Pour remédier à ces dysfonctionnements, une des solutions possible serait de flexibiliser la ligne de production actuelle. Pour se faire, nous avons proposé l'application de la méthode SMED afin d'augmenter la productivité, la flexibilité de la production, l'amélioration de la qualité, ou encore une réduction des stocks et coûts et une élimination des erreurs de réglage. Ainsi, la mise en place d'un système de gestion basé sur le concept MRP pour la planification des besoins matières pour gérer l'encours des bobines, notamment la connaissance de la demande à l'aide des prévisions des clients, la réduction des niveaux de stocks, le partage d'informations entre le processus d'approvisionnement et de fabrication, pour ainsi gagner en flexibilité.

Nous avons ainsi atteint notre objectif qui est celui d'appliquer la méthode SMED et de mettre en place des actions d'amélioration pour réduire le temps de réglage de la ligne de

production et notamment du poste d'alimentation. Cependant, ces actions d'amélioration ont permis de gagner environ 3 heures 15 minutes, soit 80% du temps initial observé, à chaque changement, ce qui représente une capacité supplémentaire de 13 tonnes du TS.

Nous avons aussi présenté une application sous Excel basée sur le concept MRP pour la planification des besoins matières afin de gérer l'encours des bobines.

Par ailleurs, un certain nombre de recommandations que nous jugeons opportunes de prendre en considération dans les perspectives d'avenir. Nous citons :

- ✓ La mise en place d'un ERP orienté PME/PMI, puisque l'ERP permet de prendre en charge les principaux dysfonctionnements recensés (planification, approvisionnement, fabrication,...).
- ✓ La mise en place d'un modèle de prévision à moyen terme, ce modèle permettra de générer des prévisions mensuelles par type de fil, basées sur la demande réelle des clients. Ces prévisions seront naturellement ajustées en fonction des objectifs de l'entreprise, cela permettra une adéquation entre l'offre et la demande en matière première. (Réduire les risques de rupture et de sur stock).

Ce projet de fin d'études fût une expérience très enrichissante, puisqu'il nous a permis de mettre en application directe plusieurs cours enseignés au département du génie industriel de l'École Nationale Polytechnique. Les recherches bibliographiques effectuées tout au long de notre travail nous ont apportées un nouvel enseignement très profitable et fructueux.

Durant notre travail, nous avons constaté l'importance de l'outil informatique, la bonne maîtrise des différents logiciels (MS-Project et SPSS) et applications a permis de gagner du temps d'une part, et garantir la qualité des résultats obtenus d'une autre part.

Au cours de notre travail, nous avons acquis un certain savoir-faire qui nous sera d'une grande utilité dans l'avenir, à savoir résoudre des problèmes en proposant diverses solutions et faire le meilleur choix. Et c'est l'essence même du travail de l'ingénieur.

Références Bibliographiques

Références bibliographiques

- ABOUAAHI.M –ELHACHFI ESSOUSSI.I, 2006, « La méthode MRP II, Manufacturing Resource Planning », thèse, INP GRENOBLE.
- BÉNASSY. J, 1998, « La gestion de production », 3ème Edition Hermes, Paris.
- BESSON.P, 1983, « L’atelier de demain : Perspectives de l’automatisation flexible », PUL, Lyon.
- COURTOIS.A, MARTIN-BONNEFOUS.C et PILLET.M, 1999, « Gestion de production », Les éditions d’organisation.
- CORIAT.B, 1990, « L’atelier et le robot », Christian Bourgois (édit.), Paris.
- CHAPEAUCOU.R, 2003, « Techniques d’amélioration continue en Production », éditions Dunod, Paris.
- COLIN.R, 2003, « Le SMED », éditions Afnor, Paris.
- EVERAERE.C, 1997, « Management de la flexibilité », Economica, collection Gestion, Paris.
- EVERAERE.C, 1999, « Les effets pervers de la flexibilité quantitative », Revue Française de Gestion.
- GRATACAP.A, 2002, « La gestion de production », 2ème Edition Dunod, Paris.
- GERWIN.D et TARONDEAU.J.C, 1981, « Ateliers flexibles : une analyse internationale », Revue Française de Gestion.
- GORON.P, 2005, « Développement d’un MRP a capacité finie pour l’ERP », PFE, École polytechnique de l’université de TOURS.
- GIARD.V, 2003, «Gestion de la production et des flux», Economica, Collection Gestion, 3e Ed, Paris.
- GIARD.V, 1989, « Production », dans JOFFRE P et SIMON Y (édit.) Encyclopédie de Gestion, Economica, Paris.
- GIARD.V, 2000, « Gestion de la production», Edition Dunod, Paris.
- HOHMANN.C,2009, « Techniques de productivité, comment gagner des points de performances », éditions d’Organisation, Paris.
- JAVEL.G, 2001, « Organisation et gestion de la production », Edition Dunod, Paris.
- LECONTE.T, 2001, « La pratique du SMED », éditions d’Organisation, Paris.
- MOUGIN.Y, 2004, « Processus : les outils d’optimisation de la performance », éditions d’Organisation, Paris.

Bibliographie

- PLOSSL.G.W, 1994, « Orlicky's Material Requirement Planning », New York, McGraw-Hill.
- PATAKI.A, 2006, « Les outils du juste à temps, le SMED », Revue Française de Gestion.
- SHINGO.S, 1983, « Maîtrise de la production et méthode Kanban, le cas Toyota », Éditions d'Organisation, Paris.
- SHINGO.S, 1987, « Le système SMED, une révolution en gestion de la production », Editions d'organisation, Paris.
- THOMAS.C, 2003, « Analyse de la flexibilité : le cas d'une unité de production d'aluminium », thèse, Institut national polytechnique de Grenoble.

Webographie

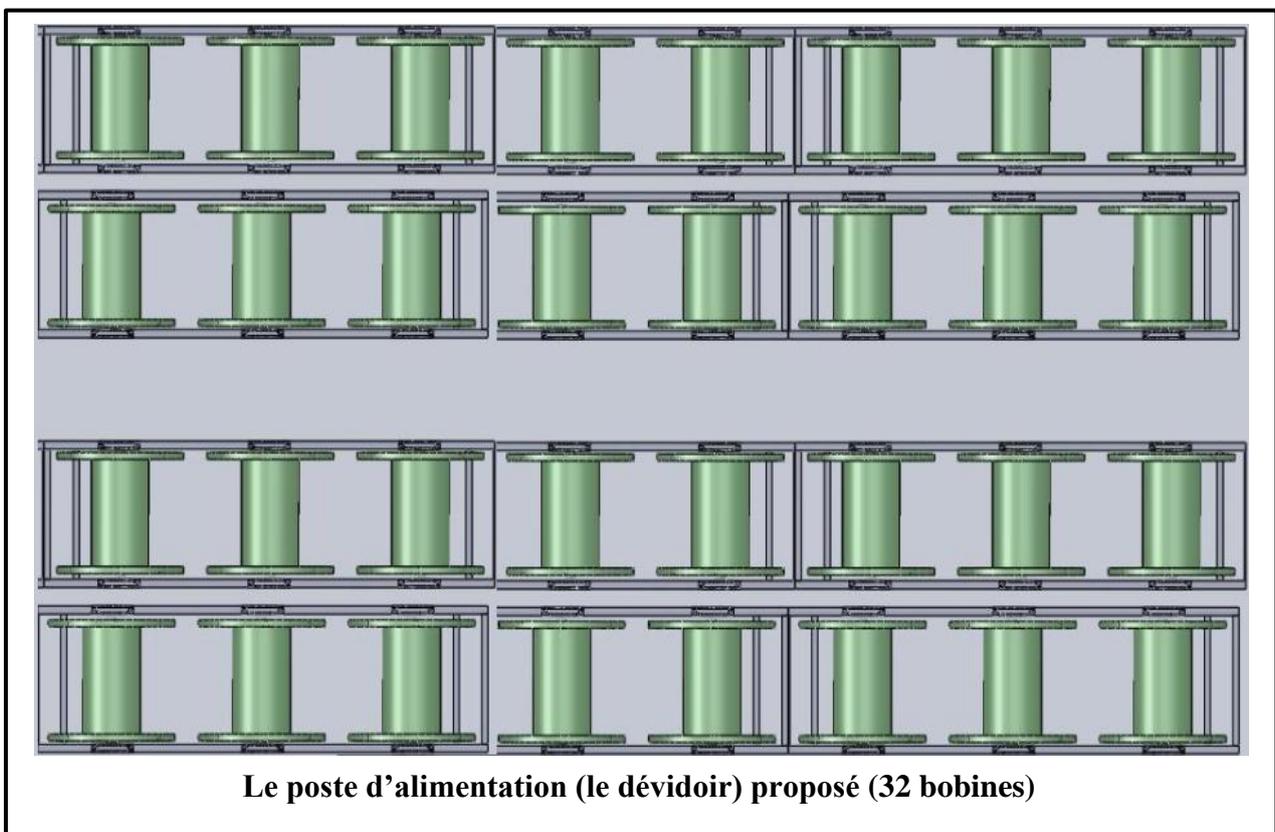
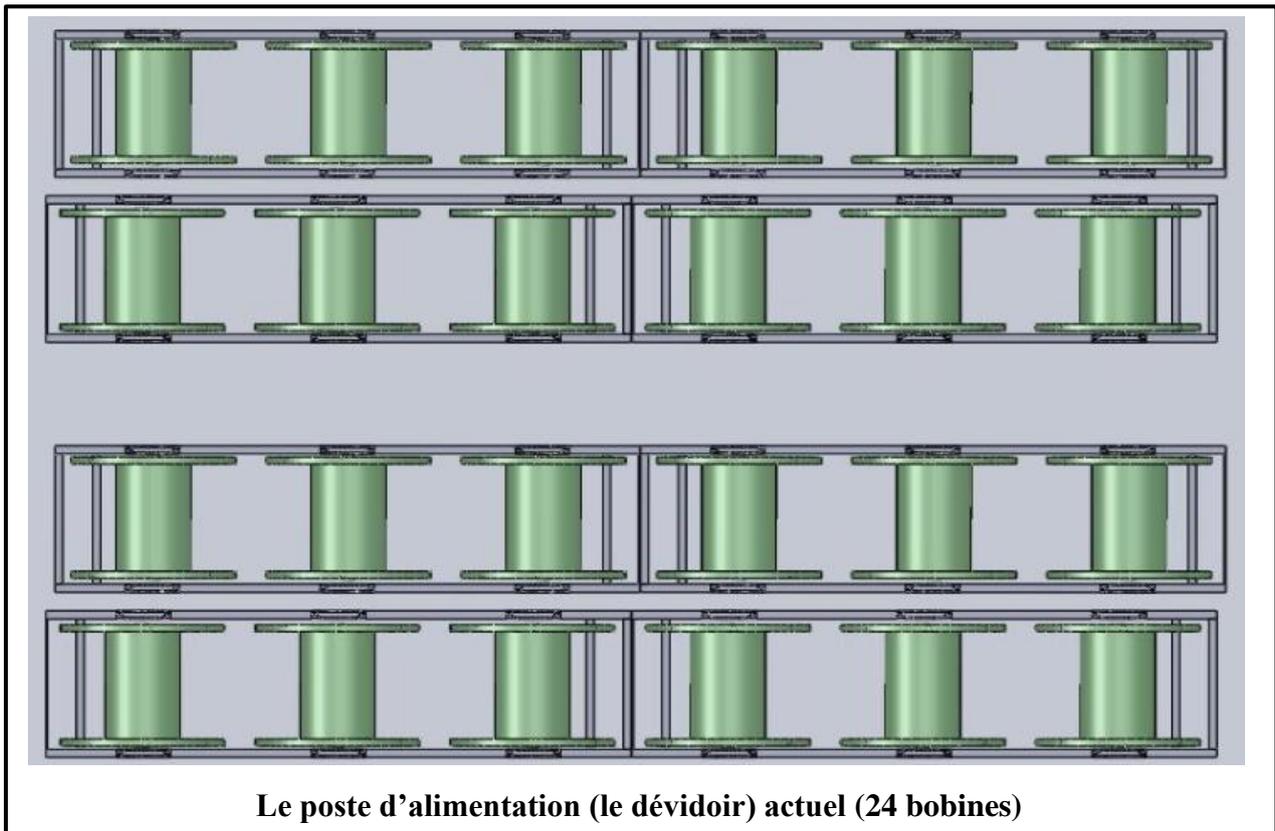
(Site 1) <http://sti.ac-orleans-tours.fr/spip/SMED.html>

(Site 2) http://www.rtf.ch/pages/outils_methodes/smed.htm

Annexes

Liste des annexes

Annexe 1 : Le plan d'implantation de l'atelier.....	109
Annexe 2 : Le poste d'alimentation (le dévidoir)	110
Annexe 3 : La check-list.....	111
Annexe 4 : Le GRAFCET du système de dressage automatique.....	112
Annexe 5 : Les prévisions de la demande sous le logiciel SPSS	113

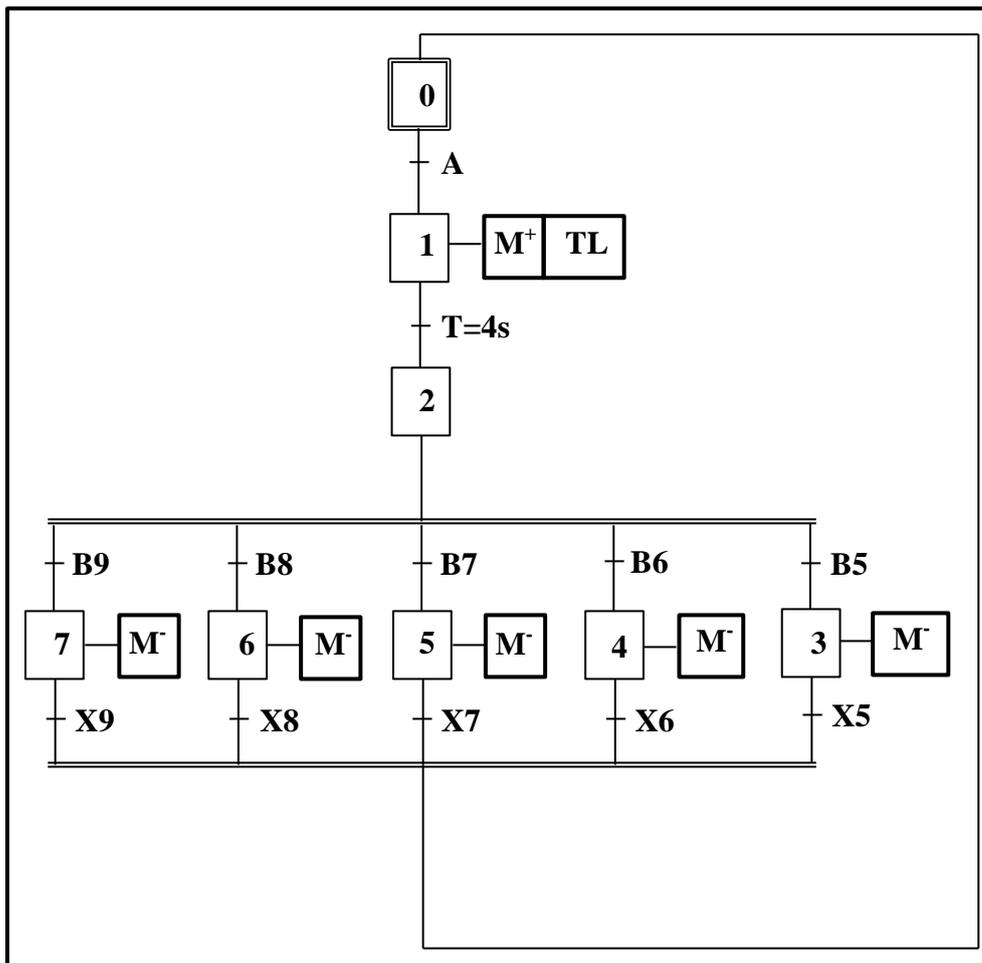


Une check-list :

L'une des causes initiales majeures de variabilité des durées d'arrêt pour un changement de série est le manque ou le non-suivi d'un mode opératoire.

Des check-lists et des fiches de réglage plus concises sont très nécessaires, elles permettent en outre de reporter des valeurs ou des notifications. Une check-list sur laquelle les opérations à valider sont présentées dans l'ordre du mode opératoire invite ou contraint l'exécutant à suivre l'ordre. Le report de valeurs clés et la validation par signature des étapes critiques servent de moyen de contrôle autant que de responsabilisation.

Check-list de préparation – Changement de série	
Atelier :	Ligne :
Changement de :	À :
Date :	Heure planifiée :
Début effectif :	Fin :
Documentations	Plans réf.
	Instructions
	Modes opératoires
	Fiches réglage
Outils	Le pont roulant
	Chariot à roulette
	Cisaille
	Les clés à laine
Ressources humaines affectées	Pontier
	Agent
	Opérateur



0

L'état initial : les galets de dressage sont en contact avec le fil machine.

1

Le moteur fait monter les galets de dressage pendant 4 secondes pour faire passer le fil machine

2

Le système est en repos le temps de passage du fil machine.

3

Le moteur fait descendre les galets de dressage et il s'arrête à une distance de 5 mm des galets inférieurs

4

Le moteur fait descendre les galets de dressage et il s'arrête à une distance de 6 mm des galets inférieurs

5

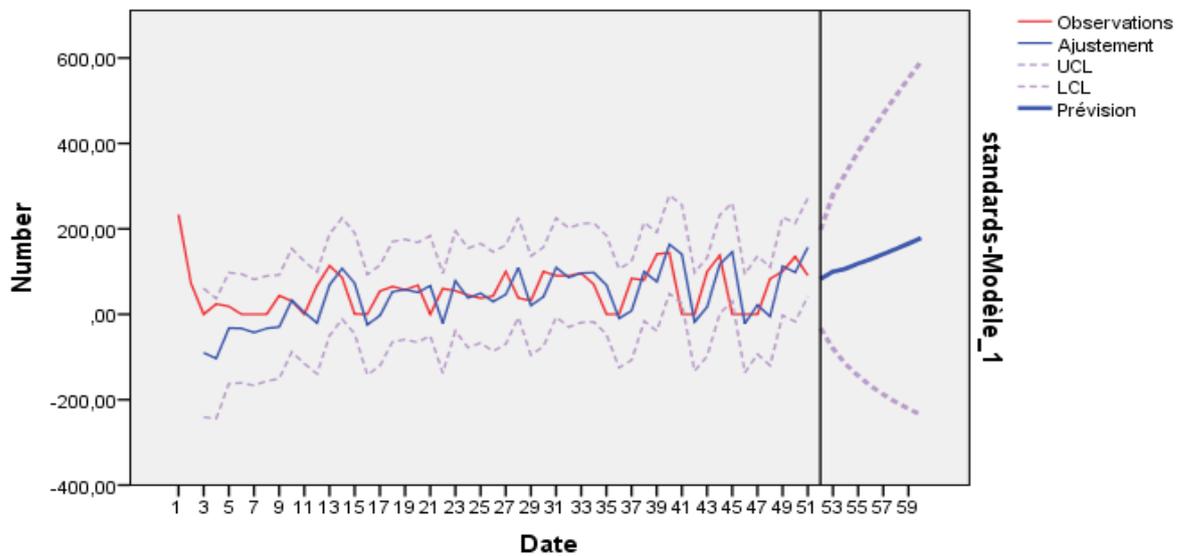
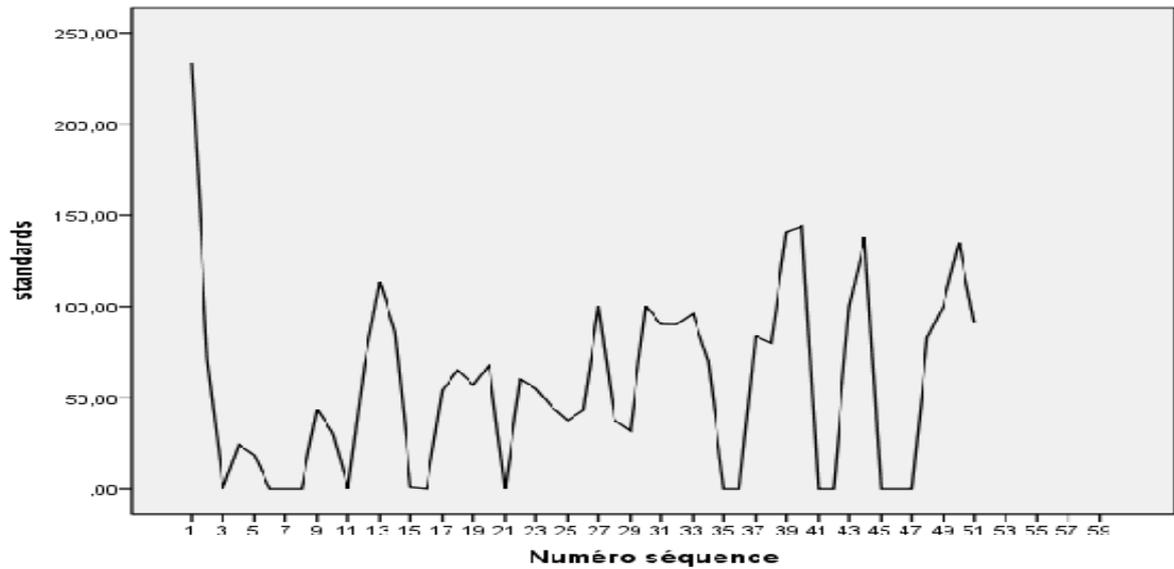
Le moteur fait descendre les galets de dressage et il s'arrête à une distance de 7 mm des galets inférieurs

6

Le moteur fait descendre les galets de dressage et il s'arrête à une distance de 8 mm des galets inférieurs

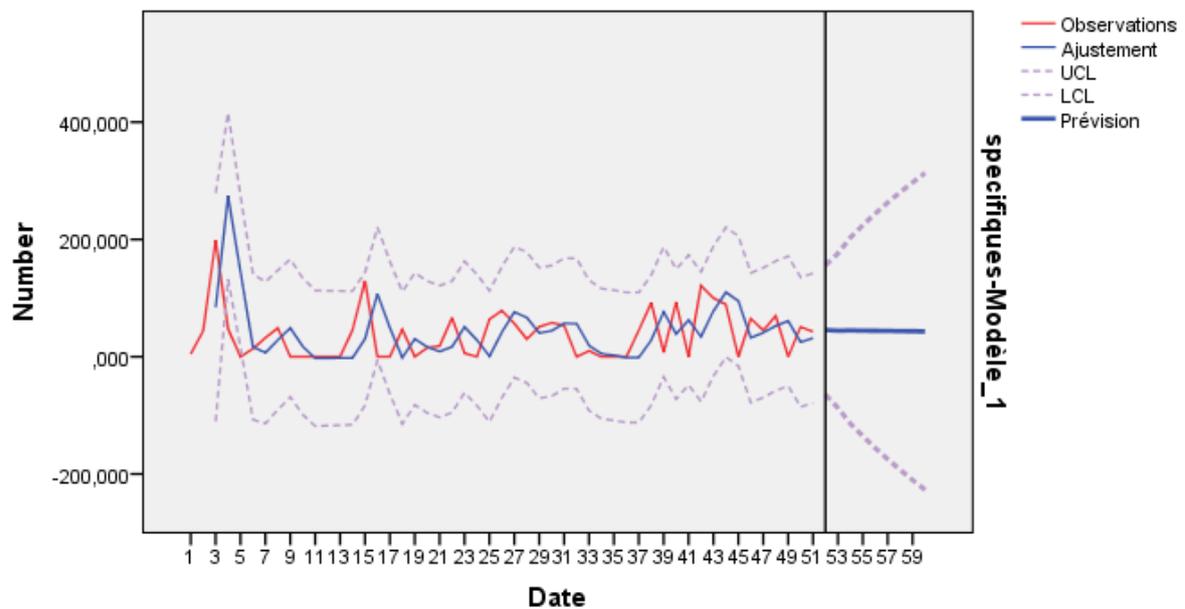
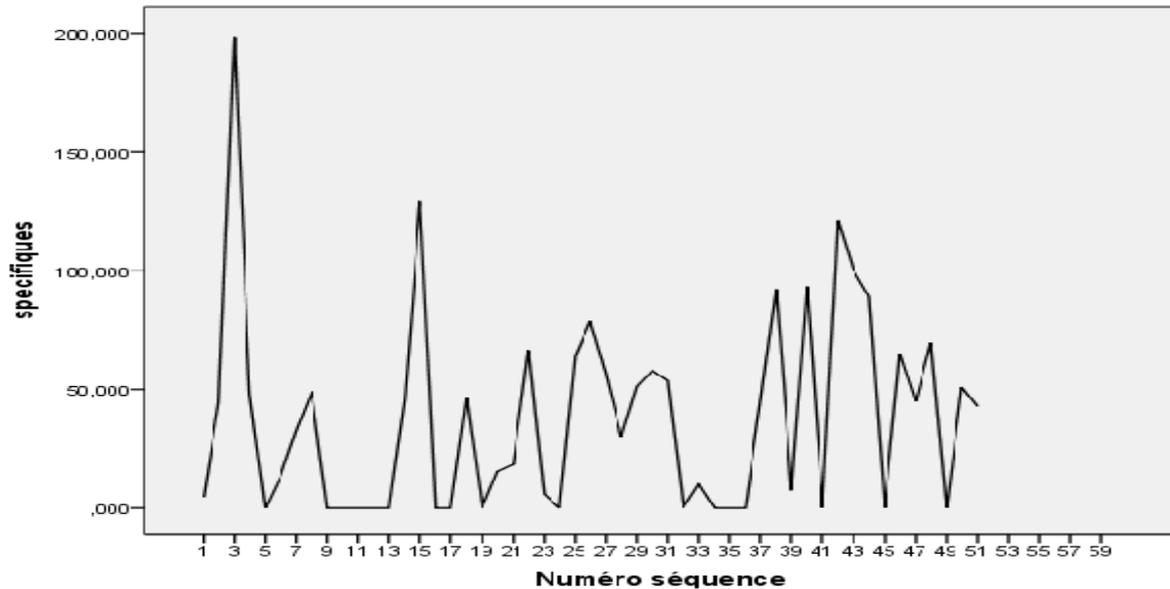
7

Le moteur fait descendre les galets de dressage et il s'arrête à une distance de 9 mm des galets inférieurs

Les demandes hebdomadaires de l'année 2010 de produits standards ($\emptyset=5\text{mm}$)

Prévision

Modèle		52	53	54	55	56	57	58	59	60
standards-Modèle_1	Prévision	82,61	99,88	106,62	118,70	129,13	140,99	152,93	165,54	178,56
	UCL	197,62	280,06	329,87	381,29	426,04	469,86	511,54	552,35	592,24
	LCL	-32,40	-80,29	-116,64	-143,89	-167,78	-187,88	-205,68	-221,27	-235,12

Les ventes hebdomadaires de l'année 2010 de produits spécifiques ($\emptyset=5\text{mm}$)

Prévision

Modèle		52	53	54	55	56	57	58	59	60
spécifiques- Modèle_1	Prévision	45,722	44,502	44,759	44,431	44,282	44,030	43,778	43,489	43,177
	UCL	156,174	176,253	203,431	224,156	244,372	262,856	280,479	297,235	313,334
	LCL	-64,731	-87,250	-113,913	-135,294	-155,808	-174,797	-192,923	-210,257	-226,980