



Mémoire fin d'études

En vue de l'obtention d'un master académique

Spécialité : Management de la Chaine Logistique (MCL)

Optimisation du processus de planification via
l'implémentation d'une solution

« *Manufacturing Resources Planning* »

Cas : Production des tracteurs agricole

« EPE SPA ETRAG Constantine »

Élaboré par :

- KOUTCHOUK Mohamed Mokhtar

Encadré par :

- Dr. IRATEN Sabrina

Co-encadré par :

- Dr. BOUCHETARA Mehdi

Remerciements

Je remercie tout d'abord, Dieu le tout puissant d'avoir guidé mes pas vers les ports du savoir.

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude envers mes parents, mon frère et ma sœur pour leur amour, leur soutien indéfectible et les moments précieux partagés ensemble. Merci de rendre ma vie plus belle chaque jour.

Je tiens également à remercier Mr. ZOUATER Hamza, mon maître de stage au sein de l'entreprise ETRAG, et responsable de la planification des matières. Son encadrement, ses conseils avisés et son soutien ont été déterminants pour la réussite de ce travail.

Je suis profondément reconnaissant envers mes encadrants, Dr. IRATEN Sabrina et Dr. BOUCHETARA Mehdi, pour leur expertise, leurs précieux conseils et leur disponibilité.

Un grand merci à mes amis **ingénieurs, BOULKERTOUS Alaeddine, MOUDJARI Moussa et MECIBAH Mohamed Amine**, pour leur accueil chaleureux à Constantine et pour les échanges fructueux qui ont enrichi cette expérience.

Je remercie également tous les responsables de l'entreprise ETRAG, du PDG jusqu'aux opérateurs. Leur disponibilité et les informations précieuses qu'ils m'ont fournies ont été cruciales pour la rédaction d'un mémoire complet et détaillé.

Enfin, je souhaite exprimer ma gratitude à mes amis de l'ENSM pour leurs encouragements aimables et leur soutien constant. Leur amitié a été un soutien précieux tout au long de ce parcours.

Merci à tous pour votre contribution et votre soutien inestimables.

Résumé

Cette étude tend à optimiser le processus de planification via une implémentation d'une solution 'Manufacturing Resources Planning' au sein de l'entreprise ETRAG, spécialisée dans la fabrication et développement des tracteurs agricoles.

L'objectif de l'étude est d'identifier les points de défaillance dans la planification des approvisionnements et la gestion de production et propose des solutions appropriées, cruciales pour la production de tracteurs.

La méthodologie combine des entretiens qualitatifs avec des responsables et une analyse quantitative des pièces de la boîte de vitesses, appuyée par des observations de terrain. Cette étude propose des solutions pour optimiser la planification et réduire les retards.

Les résultats montrent que la meilleure technique d'approvisionnement est le réapprovisionnement périodique avec des quantités variables et des dates fixes, notamment en avril et octobre. La gestion de production est optimisée par la priorisation des pièces critiques, souvent éviter des retards. L'entreprise utilise un ERP, stabilisant le lancement des ordres de fabrication selon le manque des pièces finis.

Mots clés : Calcul des Besoins Nets, Planification, Gestion de Production, Stratégie de fabrication, Gestion des stocks, Optimisation, Solution MRP

المخلص

تسعى هذه الدراسة إلى تحسين عملية التخطيط من خلال تنفيذ مقارنة "تخطيط موارد التصنيع (MRP)" في مؤسسة الجرارات الفلاحية قسنطينة، المتخصصة في تصنيع وتطوير الجرارات الزراعية.

تهدف الدراسة إلى تحديد نقاط الفشل في تخطيط الإمدادات وإدارة الإنتاج، واقتراح حلول مناسبة تعتبر حاسمة لإنتاج الجرارات.

تجمع المنهجية بين المقابلات مع المسؤولين في هذا المجال، والتحليل الكمي لأجزاء علبة السرعات التي اخذت كمجال الدراسة، مدعومة بملاحظات ميدانية داخل وحدات الانتاج. تقترح هذه الدراسة حلولاً لتحسين التخطيط وتقليل التأخيرات وتنفيذ العمليات بكفاءة وفعالية.

تظهر النتائج أن أفضل تقنية للتوريد هي التموين الدوري بكميات متغيرة وتواريخ ثابتة، خاصة في شهري أبريل وأكتوبر. يتم تحسين إدارة الإنتاج من خلال إعطاء الأولوية للأجزاء شديدة الأهمية لتجنب التأخيرات. تستخدم الشركة نظام تخطيط موارد المؤسسات (ERP)، مما يسهل عملية إطلاق أوامر التصنيع حسب النقص الكمي للقطع المصنعة فقط.

الكلمات المفتاحية: حساب صافي الاحتياجات، التخطيط، إدارة الإنتاج، استراتيجية التصنيع، إدارة المخزون، التحسين، حل MRP.

Abstract

This study aims to optimize the planning process through the implementation of a 'Manufacturing Resources Planning' solution within the company ETRAG, which specializes in the manufacturing and development of agricultural tractors.

The objective of the study is to identify the failure points in supply planning and production management, and to propose appropriate solutions that are crucial for tractor production.

The methodology combines qualitative interviews with managers and a quantitative analysis of gearbox parts, supported by field observations. This study proposes solutions to optimize planning and reduce delays and execution times.

The results show that the best supply technique is periodic replenishment with variable quantities and fixed dates, particularly in April and October. Production management is optimized by prioritizing critical parts to avoid delays. The company uses an ERP, stabilizing the launch of manufacturing orders according to the unavailability of finished part.

Keywords: Net Requirements Calculation, Planning, Production Management, Manufacturing Strategy, Inventory Management, Optimization, MRP Solution.

Table des matières

Liste des figures.....	i
Liste des tableaux.....	ii
Liste des abréviations	iii
Liste des Annexes	iv
Introduction Générale	1
Objectif de l'étude :	1
Sous objectifs :.....	2
La problématique :	2
Hypothèses :.....	2
Chapitre 1: CADRE THÉORIQUE.....	4
Introduction.....	5
1 La revue de littérature	5
2 Les lacunes et les questions non résolues de MRP.....	9
3 Cadre conceptuel	10
3.1 Définition du MRP et ses origines.....	10
3.2 Fonctionnement du MRP.....	10
3.3 Avantages du MRP.....	11
3.4 Avantages du MRP II	12
3.5 Relation de la méthode de planification MRP II avec les autres fonctions	12
3.6 Les étapes de la mise en place de la méthode MRP II.....	14
3.7 Différences entre MRP I, MRP II et ERP.....	17
4 Synthèse	18
5 Conclusion	19

Chapitre 2: CADRE MÉTHODOLOGIQUE ET CONTEXTUEL.....21

Introduction :22

1 Approche de recherche22

2 Méthode d'analyse22

2.1 Analyse documentaire 22

2.2 Observation 23

2.3 Étude exploratoire 23

3 Présentation de l'entreprise d'accueil.....25

3.1 Entreprise EPE SPA ETRAG 25

3.2 Périmètre de l'étude : 26

3.3 Analyse du système de production actuel..... 26

4 Présentation de la boîte vitesse C6807 :.....28

4.1 Fiche technique : 28

4.2 Les différentes étapes du processus de production 28

5 Les données nécessaires.....32

5.1 La nomenclature de la boîte à vitesse 32

5.2 Le calcul des besoins brut et nets (CBB, CBN)..... 32

5.3 Autres données nécessaires 32

6 Conclusion :.....32

Chapitre 3: RÉSULTATS ET DISCUSSION33

1 Introduction :34

2 Identification du processus de planification.....35

3 Nomenclature arborescente Tracteur C6807 :37

4 Nomenclature arborescente boîte de vitesse Tracteur C6807 :38

5 Optimisation de gestion de stock et planification des approvisionnements :38

5.1 Le Pareto « ABC » des matières premières (Brute forge, Matières) : 41

5.2 Optimisation planification des approvisionnements de la matière première : 47

5.3	Synthèse.....	55
6	Optimisation de gestion de production et planification de fabrication :	56
6.1	Le Pareto « ABC » nombre des opérations des pièces fabriquées finis :	57
6.2	Le Pareto « ABC » nombre des opérations des pièces fabriquées brute forge :	58
6.3	La priorisation des pièces fabriquées finis, durée globale de fabrication:	59
6.4	La priorisation des pièces brute forge, durée globale de fabrication :	61
6.5	Interprétation Brute forge :	62
6.6	Interprétation pièces finis :	62
7	Résultats :	67
8	Discussion :	67
9	Conclusion	70
	Conclusion générale	72
	Impact attendu et perspectives d'avenir	73
	Les perspectives de recherche	73
	Les limites de l'étude :	73
	La bibliographie	75
•	Les Annexes :	79

Liste des figures

Figure 1. Étapes de la mise en place de la méthode MRP	16
Figure 2. Processus de gestion de la Supply Chain	18
Figure 3. Les différentes étapes de fabrication des pièces pour la boîte vitesse C6807	31
Figure 4. Présentation du processus planification.....	35
Figure 5. Nomenclature arborescente du Tracteur C6807	37
Figure 6. Nomenclature arborescente de la boîte de vitesse Tracteur C6807.....	38
Figure 7. Le tableau de calcul des besoins.....	41
Figure 8. Diagramme de Pareto Cout unitaire	43
Figure 9. Diagramme de Pareto Coefficient	44
Figure 10. Diagramme de Pareto Utilités MP.....	45
Figure 11. Le Pareto finale de MP	47
Figure 12. Cartographie d’approvisionnement optimisé	48
Figure 13. Résultats finals de MP a approvisionner pour Ex 2025	55
Figure 14. Diagramme Pareto ABC, NB opérations des pièces finis	58
Figure 15. Diagramme ABC opérations pièces finis, la durée de fabrication	60
Figure 16. Diagramme ABC opérations brute forge, la durée de fabrication.....	61
Figure 17. Diagramme Pareto finale des pieces fabriquées.....	66

Liste des tableaux

Tableau 1. Différences entre MRP 1, MRP2, ERP.....	17
Tableau 2. Présentation des entretiens à effectuer	24
Tableau 3. Fiche technique de la boîte vitesses	28
Tableau 4. Les pièces concernées par l'opération de la forge.	29
Tableau 5. Les pièces concernées par l'opération de la fonderie.	30
Tableau 6. Pièces de la matière première C02 0010 40	42
Tableau 7. Analyse Pareto Cout unitaire	43
Tableau 8. Analyse Pareto coefficient de la matière.....	44
Tableau 9. Analyse Pareto Utilité matière première	45
Tableau 10. Calcul des scores de MP	46
Tableau 11. Calcul des besoins de l'exercice 2024	51
Tableau 12. Résultats finals des MP à approvisionner	52
Tableau 13. Calcul des besoins en matière première Ex2025	53
Tableau 14. Calcul des besoins en matière première Ex2025	54
Tableau 15. Analyse Pareto Nb des opérations pièce fabriqué finis.....	57
Tableau 16. Tableau de priorisation des pièces brute forge selon le nombre des opérations ..	58
Tableau 17. Analyse ABC des pièces finis, durée de fabrication.....	59
Tableau 18. Priorisation des pièces brute forge, durée globale de fabrication	61
Tableau 19. Tableau d'interprétation des pièces brute forge	62
Tableau 20. Calcul du score des pièces finis	63
Tableau 21. Analyse ABC final des pièces fabriquée.....	64

Liste des abréviations

AGM	Algerian General Mechanics
ARR	Arrière
ATC	Algerian tractors company
Bat	Bâtiment
BOM	Bill of Materials
CBB	Calcul des besoins brutes
CBN	Calcul des besoins nets
Coef	Coefficient
D	Durée de fabrication
DA	Demande achats
DPM	Département planification matière
EPE	Entreprise publique économique
ERP	Entreprise ressources planning
ETRAG	Entreprise des tracteurs agricole
Ex	Exercice
MP	Matière première
MRPI	Material requirement planning
MRP II	Manufacturing ressources planning
MPS	Master production scheduling
NB	Nombre
OA	Ordre achat
OF	Ordre fabrication
OT	Ordre de travail
PCS	Pièces
PDP	Plan directeur de production
PIC	Plan industriel et commercial
PUPA	Pieces usinées propriété achat
SPA	Société par actions
18 T	18 Tonne
VTS	Vitesse

Liste des Annexes

Annexe 1	Guide d'entretien	79
Annexe 2	Cartographie des flux physique de type des pièces « achats auxiliaire »	81
Annexe 3	Cartographie des flux physique de type des pièces « Forgées »	82
Annexe 4	Cartographie des flux physique de type des pièces « Fonderie/PUPA (Pièces usinées propriété achat) »	83
Annexe 5	Cartographie des flux physique de type des pièces « Matière »	84
Annexe 6	Un exemple d'une nomenclature d'un embrayage bi-disque	85
Annexe 7	Structure organisationnelle de l'entreprise ETRAG	86

INTRODUCTION
GÉNÉRALE

Introduction Générale

La croissance et le développement d'un pays sont principalement liés à son économie nationale et à ses modes de gestion. Les entreprises constituent le cœur battant de l'économie et revêtent une grande importance, car elles sont la première forme d'organisation économique.

Pour atteindre les objectifs d'une entreprise, il est essentiel de mettre en œuvre une bonne approche de planification, quelle que soit sa taille ou son secteur d'activité. Cependant, la réalisation des plans peut ne pas être entièrement atteinte en raison de divers facteurs imprévus, tels que des problèmes imprévus, des défaillances de gestion et des perturbations dans la chaîne d'approvisionnement. **(Nukman , Prof. Dr. Md. , & Shamsuddin , 2010)**

Dans l'industrie algérienne, les risques de ne pas atteindre les objectifs sont élevés en raison des grèves causées par le manque d'implication du personnel pendant la planification, des pannes des machines-outils dues à une mauvaise gestion de la maintenance, ainsi que des problèmes de ruptures de stock ou de surstockage. Ces défauts peuvent gravement et directement impacter la production. **(Wijngaard, 2007)**

Pour faire face à ces problèmes, il est nécessaire d'appliquer une méthode de planification adaptable au type d'entreprise et au type de production. Selon la littérature, les grandes entreprises industrielles appliquent une méthode appelée MRP (Manufacturing Resources Planning). L'idée est de planifier la production en synchronisant et en mobilisant toutes les ressources disponibles pour atteindre les objectifs planifiés. **(Junqueira, 1990)**

Pour faire face à des risques imprévus, les managers doivent être réactifs et prêts à intervenir si un risque survient. Cela peut inclure la mise en place d'outils de résolution des problèmes, notamment pour les problèmes tangibles, en offrant les ressources matérielles nécessaires et en mobilisant des personnes compétentes en résolution de problèmes. De plus, certaines entreprises utilisent des logiciels de simulation pour résoudre ces problèmes et atteindre leurs objectifs de manière efficace et durable.

Objectif de l'étude :

L'objectif principal de cette étude est d'identifier les points de défaillance liés à la fonction de planification et de proposer des solutions à l'aide d'outils appropriés. La planification est directement liée au cœur de métier de l'entreprise, qui est la production de tracteurs. Par conséquent, tous les problèmes rencontrés dans la réalisation des plans sont directement liés aux facteurs de production, notamment les ressources humaines, matérielles

et financières, ainsi qu'aux fonctions qui interagissent directement avec la production, telles que la gestion des stocks, la manutention et la maintenance (selon la matrice des interactions, le mode opératoire des processus et les documents internes de l'entreprise EPE SPA ETRAG).

C'est dans ce contexte que notre collaboration avec l'entreprise publique économique des Tracteurs Agricoles Société par Actions (EPE ETRAG SPA) a été choisie comme le meilleur cadre pour mener cette étude.

Sous objectifs :

- Analyser les processus actuels de planification de la production de tracteurs au sein d'EPE ETRAG SPA afin d'identifier les points de défaillance et les inefficacités.
- Étudier les interactions entre les différentes fonctions de l'entreprise (production, approvisionnement, maintenance) pour identifier les points de synergie et d'amélioration potentiels.

La problématique :

La problématique abordée dans ce travail de recherche est la suivante :

"Comment l'implémentation d'une solution de Manufacturing Resources Planning (MRP), peut-elle optimiser la fonction planification et résoudre les problèmes liés à la gestion de stock et production dans le contexte de la fabrication des tracteurs agricoles".

Cette question sera étudiée dans le contexte de l'entreprise EPE ETRAG SPA, a pour objectif d'optimiser la planification, afin de réduire les problèmes de production et de stock.

Sous questions :

- Quels sont les principaux défis actuels rencontrés par EPE ETRAG SPA dans la planification de la production et la gestion des stocks de tracteurs agricoles ?
- Comment l'implémentation d'un système de Manufacturing Resources Planning (MRP) pourrait-elle améliorer la précision et l'efficacité de la planification des ressources chez EPE ETRAG SPA ?

Hypothèses :

H1 : Identification le type de flux utiliser dans la production des tracteurs: pour connaitre la meilleure méthode de planification mis en place. (د. مقري زكية, 2010)

H2 : Priorisé les pièces à fabriquer afin de réduire les ruptures dans la phase de montage. (Taylor, 2014)

H3 : Priorisé les matières premières utilisé dans la fabrication minimiser les couts élevés de stockage. (Taylor, 2014) (Farissi, Okar, & Chroqui, 2015,)

Pour répondre aux questionnements, nous allons structurer le travail comme suit:

- **Le premier chapitre** fournit un cadre théorique comprenant une revue de la littérature et un cadre conceptuel expliquant les concepts clés de la planification, notamment le "Manufacturing Ressources Planning".
- **Le deuxième chapitre** décrit le cadre méthodologique, en expliquant les méthodes et les outils nécessaires pour l'acquisition et l'analyse des données, avec détaille en profondeur le système de production de l'entreprise EPE SPA ETRAG.
- **Le troisième chapitre** présent une étude de cas supportant la planification des approvisionnements et le calcul des besoins nets, ainsi que la priorisation des pièces à fabriquer pour la production de tracteur agricole au sein de l'ETRAG.

Une conclusion générale et des références bibliographiques viendront clore ce mémoire.

CHAPITRE 1

CADRE THÉORIQUE

Chapitre 1 : Cadre Théorique

Introduction

La planification des ressources de production (MRP2) est un élément essentiel pour toute entreprise industrielle souhaitant optimiser sa gestion des stocks, sa production et son approvisionnement. Ce chapitre a pour objectif d'explorer le cadre théorique de la planification MRP2, à travers une revue de la littérature, ce chapitre met en lumière les lacunes identifiées par les chercheurs et les études de cas existantes. Il examine en détail les défis spécifiques auxquels ETRAG est confrontée et présente un cadre conceptuel exhaustif définissant toutes les notions clés liées à la planification des ressources de production.

1 La revue de littérature

Cette section permet de tracer la voie en s'appuyant sur les études précédentes afin de bien comprendre la méthode MRP. L'objectif est d'explorer la mise en place de cette méthode pour résoudre les problèmes liés à la gestion des approvisionnements, de la production et des stocks dans les entreprises industrielles.

L'article application de la méthode MRP pour l'Amélioration du Processus Approvisionnement en Matière Première (2015) a pour objectif d'application de la méthode MRP pour la réorganisation du système approvisionnement en utilisant la méthodologie mixte, les chercheurs (Farissi, Okar, & Chroqui, 2015,)

Les problèmes causés par la mauvaise gestion d'approvisionnement sont:

- Trois ruptures de stock /an ce qui provoque l'arrêt de la chaîne de production;
- Problème d'ordonnancement : les problèmes précédents affectent directement le service d'ordonnancement car c'est le service responsable sur le lancement de production, ces changements de paramétrage des machines causés par le décalage de production et la quantité existante vont prendre beaucoup de temps et engendrent des coûts énormes et le temps perdu peut entraîner une perte d'une vente ou une commande.

La source des problèmes trouvés par les chercheurs est importante, c'est que la méthode adoptée (calcul des besoins en matière première) n'est pas compatible avec le type de commande des clients (recomplètement périodique) avec flux poussé; (Farissi, Okar, & Chroqui, 2015,)

Les chercheurs adopteront donc la méthode de calcul des besoins en matières premières basée sur l'application de l'approche MRP.

- Les chercheurs tracent un tableau MRP qui contient principalement :
 - Les quantités idéales à approvisionner;
 - Les dates pour le lancement des commandes;

Chapitre 1 : Cadre Théorique

▪ Les lancement proposé (le type de lancement) dans notre cas c'est par lot de 5000Kg. Pour le bon déroulement de l'application de la méthode MRP, les chercheurs utiliseront ces informations comme base de données importante :

- La gamme de production de l'entreprise;
- La quantité max de produits réalisé par l'usine;
- Le besoin brut c'est la quantité prévisionnelle des commandes fait par le service commercial;
- Le lancement programmé= Besoins bruts- Le stock de produits finis de fin de période;
- Le type d'ordonnancement : « consiste à l'utilisation de la matière première premièrement pour le lancement de la fabrication des caisses, ce type d'ordonnancement s'appelle TOM ». **(Farissi, Okar, & Chroqui, 2015,)**

Les résultats obtenus par les chercheurs indiquent que le type d'approvisionnement est basé sur des dates fixes avec des quantités variables. De plus, ils peuvent définir le stock maximum, tandis que la période d'approvisionnement reste constante. Cependant, en cas d'augmentation de la demande, (+ de 75000 KG/an) l'entreprise va adopter le type de flux tiré;

Une commande chaque 3 mois avec :

- 15 jours préparation de commande et la négociation avec le fournisseur;
- 30 jours temps de la livraison;
- 35 jours d'acheminement par le transport maritime;
- 10 jours (durée prévisionnelle pour les procédures de dédouanement) :
- Une stabilité au niveau de service d'ordonnancement des ateliers de production. Avec des quantités des produits finis disponible sans ruptures. **(Farissi, Okar, & Chroqui, 2015,)**

Pour l'analyse critique, des questions subsistent concernant la gestion des stocks. Est-ce qu'il y a des ruptures de stock dans les magasins de matières premières ? Est-ce que le stock est correctement contrôlé ? Une rupture de stock pourrait potentiellement perturber la production.

- Entrées de comparaison entre les systèmes modernes de gestion de la production (OPT, JIT MRP) lors de l'application. Étude de terrain dans une laiterie les Aurès à Batna et une unité de bouteilles de gaz. (Juin 2010).

Cet article a pour objectif d'identifier les critères reconnus pour choisir parmi les nouvelles méthodes de gestion de production (MRP, JIT, OPT). Il examine également la philosophie commune partagée par ces méthodes afin de déterminer l'approche la plus adaptée à la mise en œuvre dans l'unité GC et la société de produits laitiers Aurès.

Chapitre 1 : Cadre Théorique

Le cas de la laiterie les Aurès à Batna. (د. مقري زكية, 2010), les chercheurs ont constaté que la structure typique de l'unité de production laitière comprend normalement deux lignes de production. La première ligne est dédiée à la fabrication de produits tels que le lait pasteurisé, le lait de vache et le lait fermenté, tandis que la deuxième ligne est destinée à la production de crème, de yaourt, de fromage, de ghee et de beurre. Cependant, dans la réalité, l'unité ne produit que de petites quantités de crème sur la deuxième ligne, qui ne sont pas planifiées dans le programme de production. De plus, les produits yaourt et fromage sont actuellement à l'arrêt, tandis que le ghee, le beurre et certains types de fromage ne sont que vendus par l'entreprise, étant en réalité des produits fabriqués par d'autres. Par conséquent, l'unité n'exploite pas pleinement les capacités de production de ses ressources. L'industrie laitière d'Aurès adopte un processus de production continue pour produire en grandes quantités. L'usine utilise des machines spécialisées, automatiques et de haute technologie, disposées en séquence. Le flux de production est contrôlé en fonction de la capacité des équipements disponibles. (د. مقري زكية, 2010)

Le transport des matières est fixe en raison de la nature du système, ce qui rend la programmation des ordres de production non essentielle pour les opérateurs. En effet, ces derniers n'exécutent pas de tâches variées, mais plutôt des tâches routinières et spécialisées. Ils sont donc familiarisés avec le moment, le lieu et la manière de travailler, car le processus est continu et ne subit pas de changements. (د. مقري زكية, 2010)

Les chercheurs ont identifié les goulets d'étranglement du système, qui sont la machine à pasteuriser et la machine à emballer. La distribution des produits finis (lait) est quotidienne, ce qui facilite la prévision de la demande sur le marché.

L'entreprise ne peut pas stocker le lait pour des raisons logiques :

- 1- Les clients n'achètent pas du lait stocké.
- 2- Le produit fini est non stockable.

La concurrence selon le prix est impossible car le prix est réglementé donc pour que l'entreprise augmenté la marge bénéficiaire elle doit produire une très grande quantité et minimiser les coûts.

Ainsi, selon l'analyse précédemment effectuée par les chercheurs (د. مقري زكية, 2010), le modèle approprié pour cette entreprise est la méthode MRP simple. En effet, la matière première est unique, les produits de l'usine sont peu diversifiés et la capacité de l'usine est compatible avec la demande du marché.

Chapitre 1 : Cadre Théorique

Cette étude est relativement pertinente car le sujet traité est simple. En effet, il y a une seule matière première avec des produits diversifiés, mais le processus de production est également simple. (د. مقري زكية, 2010)

L'unité de fabrication des bouteilles de gaz, dans ce cas, les choses sont quelque peu différentes, car le processus de production est complexe, avec une fabrication décomposée en trois ateliers distincts. Cependant, ils sont synchronisés au sein du premier atelier, qui est l'atelier de mécanique. Sur cette base, les opérations de production ont été organisées selon leur séquence du début à la fin de la chaîne, en indiquant la capacité théorique de chaque centre de travail. Cependant, les chercheurs ont constaté qu'en réalité, il existe une mauvaise coordination entre les postes de l'atelier mécanique, ce qui entraîne des problèmes de goulot d'étranglement. De plus, il y a un excès de stock intermédiaire entre les postes. (د. مقري زكية, 2010)

La production est réalisée sur commande, conformément au cahier des charges signé par les parties prenantes. Malgré une clientèle large et variée, la répartition des ventes est étroite, avec une concentration sur un seul client, Naftal. Ce dernier est un client régulier et bénéficie de prix spéciaux. En résumé, cette unité de production fabrique des produits moyennement diversifiés avec des commandes intermittentes. Par conséquent, l'unité se concentre sur la productivité et la flexibilité.

Les chercheurs ont conclu que la meilleure méthode à utiliser est la méthode hybride MRP-KANBAN. Contrairement au système de production de la laiterie Aurès, le système de production en place dans l'unité de bouteilles de gaz commence par la réception des commandes et se termine par la livraison des produits finis au client. La nature des opérations dans cette usine est répétitive, ce qui la rend adaptée à l'application de Kanban pour piloter et améliorer le traitement des commandes ainsi que la gestion des ateliers. Parallèlement, pour le calcul et la planification des besoins en matières premières, les chercheurs utilisent la méthode MRP, basée sur les commandes des clients.

Le deuxième cas est pertinent car la production des tracteurs est fortement complexe et comprend de nombreux sous-ensembles et mécanismes. Cependant, la question persistante est de savoir si le stock est contrôlé et si l'approvisionnement est organisé de manière à ne pas perturber la production? (د. مقري زكية, 2010)

Selon les résultats obtenus à travers l'examen de l'hypothèse selon laquelle il n'existe pas de méthode de gestion de production commode ou idéale pour toutes sortes d'opérations, il devient évident que ces nouveaux systèmes peuvent être croisés au sein de l'unité de production de

Chapitre 1 : Cadre Théorique

bouteilles de gaz pour obtenir les meilleurs résultats, mais selon des critères et des conditions spécifiques. (د. مقري زكية, 2010).

2 Les lacunes et les questions non résolues de MRP

Selon les recherches de (Goldratt, 2009), un désalignement entre la demande prévue et les commandes réelles des clients conduit à une situation de rupture de stock ou de surstock, ce qui constitue un problème de prévisions et de plan directeur de production (PDP) (Goldratt, 2009), de plus selon (Wijngaard, 2007), le MRP établit une liaison entre la nomenclature complète des produits finis et le niveau hiérarchique le plus bas pour chaque unité de stock, ce qui peut facilement changer suite à de petites modifications au niveau supérieur des matériaux (Wijngaard, 2007). (Fisher, 1997) a identifié deux problèmes avec le MRP : d'abord, l'imprécision des délais de production, où le MRP utilise deux types de délais, entraînant des livraisons trop en avance ou trop en retard, affectant ainsi la progression des travaux ; ensuite, dans la mise en œuvre d'un MRP dans un contexte de volatilité de la demande, cela peut entraîner un désalignement des stocks par rapport aux besoins réels du marché en raison du caractère figé de la configuration du système MRP et du dysfonctionnement dans la détermination de la demande non réactive (Fisher, 1997). D'après (Smith, 2013), le système MRP gère les commandes de travail pour le réapprovisionnement des stocks, la demande régulière des clients et les demandes en retard de manière indifférenciée, ce qui nécessite une surveillance et une analyse constantes des commandes de travail et des calendriers de production, entraînant des **changements manuels de priorités** (Ptak, 2008).

Effectivement, selon (Smith, 2013), le MRP ne vérifie pas la disponibilité des pièces avant de lancer les bons de travail, car seuls les critères liés aux délais sont utilisés pour prendre cette décision. L'hypothèse de base du MRP est que toutes les pièces sont disponibles au moment de l'émission de l'ordre de travail. Cependant, l'expérience de la réalité suggère que cette hypothèse n'est pas souvent vraie, ce qui pose un problème lié au lancement des ordres de fabrication.

Selon (Plenert, 1999), le MRP génère des ordres de fabrication uniquement pour les articles qui atteignent le niveau de stock de sécurité configuré. Il n'y a pas de visibilité sur les articles qui se rapprochent de ce niveau ou qui pourraient l'atteindre prochainement en raison d'une forte demande client. Cela représente donc un risque de tomber dans une rupture de stock.

Chapitre 1 : Cadre Théorique

3 Cadre conceptuel

3.1 Définition du MRP et ses origines

Le MRP est une méthode de planification de la production (Vincent Giard, 2012) « qui détermine de manière régulière et cohérente l'entrée en production de différentes références dans la désignation des produits finis, garantissant le respect des exigences du Directeur de Production Planifiée (PDP) » (Vincent Giard, 2012)

MRPII ajuste les plans de vente, de production et de fabrication de l'entreprise. (Zhang, 2022)

Le MRP convertit les besoins en ressources tels que les installations, les équipements, le personnel et les matériaux en besoins financiers, et transforme la production en termes monétaires. (Tanna, 2017)

Avoir des capacités de simulation pour répondre à la question « et si ? » et former une extension du MRP. (htt)

MRP II est né de la volonté d'étendre le MRPI en intégrant un module supplémentaire : **CRP "Capacity Requirements Planning"**. Cette dernière permet, grâce à la simulation, d'analyser l'impact sur la capacité de production en fonction de différents scénarios « et si... ? ».

3.2 Fonctionnement du MRP

3.2.1 Plan directeur

La première activité consiste à établir l'orientation générale de l'entreprise, le plan de gestion qui en résulte étant exprimé en termes de fabrication, tels que les produits finis ou les options de produits. Le plan de fabrication doit être cohérent avec l'orientation de l'entreprise et avec les plans des autres départements de l'entreprise. Ainsi, la planification générale est l'ensemble des activités et du système permettant de définir l'orientation globale. Elle crée des plans globaux énoncés en termes de production.

3.2.2 Planification détaillée des flux de matières et des capacités

La deuxième activité du MRP II est la planification détaillée des besoins en matériel et en capacité pour soutenir les plans de production globaux.

3.2.3 Exécution le plan établi

La troisième et dernière activité du MRP II est l'exécution de plans de matériel et de capacité en termes de planification détaillée des ateliers et d'actions d'achat ça veut dire le lancement des ordres fabrications et les ordres d'achat ou d'approvisionnements. (Tanna, 2017)

Chapitre 1 : Cadre Théorique

MRP II fournit les outils nécessaires pour traduire les objectifs en plans de haut niveau et les traduire en plans de niveau inférieur. L'implication et l'engagement des responsables de la planification au plus haut niveau sont d'une importance vitale pour le succès du MRP II.

Ils doivent rassembler les responsables des ventes, du marketing, de la fabrication, du développement de produits et des finances pour s'assurer qu'ils acceptent les plans.

Il est essentiel que la direction établisse des politiques fermes pour déterminer le MPS et les règles de base dès le début avant d'essayer d'utiliser le système.

Mesurer les performances du système est très important. Les facteurs de performance pris en compte peuvent être le calendrier directeur de production et la production réelle des plans de capacité, etc. L'objectif de la mesure est d'identifier les domaines problématiques, puis de prendre des mesures correctives. (Kiran, 2019)

3.3 Avantages du MRP

La méthode MRP comme les autres méthodes JIT (Juste à temps), OPT (Optimized Production Technology), KANBAN...etc, a beaucoup de points positifs:

3.3.1 Dans le cas d'une demande dépendante

La demande dépendante concerne les composants et matières premiers nécessaires à la production d'un produit fini, directement liée à sa demande. En revanche, la demande indépendante concerne la demande pour des articles de stock finis provenant de l'extérieur de l'entreprise, nécessitant une estimation ou une prévision car elle n'est pas directement liée au processus de production interne.

3.3.2 Demande discontinue (Lumpy Demand)

Dans les modèles de gestion des stocks, les méthodes statistiques sont souvent utilisées pour anticiper la demande indépendante, considérée comme une demande continue sur la période de prévision.

Dans le cas d'une demande discontinue, les commandes peuvent être irrégulières, rendant impossible le calcul des besoins en composants sur la base d'une moyenne sur toutes les périodes.

Le système MRP prend en compte les caractéristiques de la demande discontinue et commande les composants en fonction des besoins et non pas en fonction de moyennes statistiques comme dans les modèles de stocks à quantité fixe ou à période fixe. (أ. بن زهية محمد،

2016

Chapitre 1 : Cadre Théorique

3.3.3 Produits complexes

Le système MRP est particulièrement utile dans les entreprises industrielles qui fabriquent des produits complexes, nécessitant des centaines de pièces, des dizaines d'assemblages et plusieurs niveaux. En effet, le système MRP s'efforce de garantir que tous les composants nécessaires à l'assemblage soient disponibles en même temps, afin de permettre leur assemblage. (Taylor, 2014)

3.4 Avantages du MRP II

Le Professor D. R. Kiran cite en détails les avantages de la méthode MRP II dans son livre "Production Planning and Control: A Comprehensive Approach" qui sont:

- 1- Optimiser l'investissement dans les stocks en améliorant la précision des stocks.
- 2- Évaluer la performance des fournisseurs permet de négocier les meilleurs prix et d'identifier les besoins en stocks par période.
- 3- Améliore la livraison à temps aux clients en augmentant la précision des stocks disponibles et des stocks prêts à l'emploi, garantissant ainsi la disponibilité des quantités exactes, partout et à tout moment.
- 4- Améliore la productivité en fournissant des informations complètes et en temps voulu sur les ordres de travail et les centres de travail, permettant d'anticiper les goulots d'étranglement de capacité afin que le travail puisse être reprogrammé ou réacheminé.
- 5- Permet de mesurer la performance réelle par rapport au plan et aux normes.
- 6- Améliore la qualité des produits en capturant et en analysant les causes des pannes et des retours, en contrôlant les ordres de modification technique et en fournissant les outils pour exploiter un environnement de production plus contrôlé. (Kiran, 2019)

3.5 Relation de la méthode de planification MRP II avec les autres fonctions

3.5.1 Relation de MRP II avec la gestion de production

Le concept MRP II permet de gérer la production depuis le long terme jusqu'au court terme. C'est également une méthode de simulation de l'activité industrielle qui permet de répondre à la question générale « Que se passe-t-il si...? » (A. Courtois, 2006).

Chapitre 1 : Cadre Théorique

La méthode MRP II permet de gérer la chaîne de production en maîtrisant les flux entre les différents ateliers de fabrication ainsi qu'entre les machines au sein de ces ateliers. Pour cela, il est nécessaire de disposer d'informations sur la capacité de production de chaque machine.

3.5.2 Relation de MRP II avec le Calcul des besoins nets

Le calcul des besoins nets a pour objectif de définir, à partir des besoins indépendants, l'ensemble des besoins dépendants. Il génère les approvisionnements (sous forme d'ordres d'approvisionnements) et lesancements de fabrication (sous forme d'ordres de fabrication) pour tous les articles autres que les produits finis, dans les périodes à venir. Il vérifie également la cohérence des dates de livraison et des dates de besoin, en particulier si les besoins changent ou sont décalés dans le temps. **(A. Courtois, 2006)**

Les informations nécessaires lors du calcul des besoins nets :

- Les nomenclatures donnant les constituants de chaque article ;
- Les délais d'obtention des articles (délais de fabrication, d'assemblage ou d'approvisionnement de produits achetés) ;
- Les ressources constituées par les articles en stock ou les articles qui vont être disponibles (ordres de fabrication lancés, ordres d'achat en cours et ordres planifiés fermes, c'est-à-dire figés par le gestionnaire) ;
 - les règles de gestion fixées comme la taille de lot et éventuellement la valeur d'un stock de sécurité ou d'un taux de rebut.

Les résultats du calcul des besoins nets sont :

- Des ordres proposés, c'est-à-dire desancements prévisionnels en fabrication ou des approvisionnements prévisionnels ;
- Des messages proposant au gestionnaire les actions particulières à mener (lancer, avancer, reporter un ordre de fabrication) en vue d'une bonne gestion de la production prévue. « Que se passe-t-il si ? » **(A. Courtois, 2006)**

3.5.3 Relation de MRP II avec la maintenance

Pour que la réalisation de la planification soit conforme aux normes et conforme aux attentes, le planificateur doit garantir la disponibilité des machines en mettant en place un calendrier d'entretien des machines-outils et des moyens généraux tels que les équipements de manutention, tout en assurant la disponibilité des stocks de pièces détachées. De plus, la réactivité des maintenanciers en cas de panne imprévue est essentielle, ce qui nécessite la mise en place de protocoles de maintenance corrective.

Chapitre 1 : Cadre Théorique

3.5.4 Relation de MRP II avec la gestion de stock: (Inventory Status File (ISF))

Aussi désigné sous le nom de fichiers d'inventaire, ce fichier permet de stocker à tout moment des données sur l'état de stock de chacun des articles de la nomenclature du produit. Il comprend le code d'identification de chaque pièce, la quantité disponible en stock, ainsi que les quantités planifiées à livrer ou à compléter. De plus, il répertorie le stock de sécurité, la taille du lot, le délai d'attente pour chaque pièce, les données de coût et les fournisseurs. Le fichier contient également des informations précises sur les modifications des dates d'échéance des commandes et des dates d'échéance de retrait, ainsi que sur le stock des entrepôts, les commandes annulées, les commandes exceptionnelles nécessaires, etc. Il enregistre également toutes les transactions qui surviennent dans l'inventaire.

3.6 Les étapes de la mise en place de la méthode MRP II

Selon la littérature la mise en place est comme suite :

3.6.1 Fixer les objectifs

Il s'agit de définir les objectifs de la méthode MRP II qui peut être :

- Produire tels quantité de produit finis pour l'année prochaine.
- Réduire les stocks.
- Améliorer la planification de la production.
- Augmenter la réactivité aux changements de la demande.
- Réduire les coûts de production.

3.6.2 Étude du marché et le plan industriel et commercial

Dans une entreprise étatique, le programme de production est généralement établi par l'AGM (Algerian General Mechanic), tandis que pour les entreprises privées, confrontées à une concurrence accrue, ce programme est élaboré en interne à travers des études de marché et l'analyse de l'historique des ventes. L'objectif de cette étude de marché est de déterminer la capacité de production pour l'année à venir.

Le plan industriel et commercial constitue la première étape de cette planification, où le département commercial transmet ses prévisions pour les 18 ou 24 prochains mois, basées sur l'historique des ventes et les commandes clients. Le département industriel communique alors les capacités de production disponibles. L'objectif est de rechercher l'adéquation entre la

Chapitre 1 : Cadre Théorique

demande du marché et les ressources de l'entreprise, en veillant à équilibrer les charges et les capacités de production.

3.6.3 Le PDP (plan directeur de production), MPS (Master Production Schedule)

Le plan directeur de production (PDP) ou MPS (Master Production Schedule) permet de déterminer quels produits finis seront disponibles et, par conséquent, de décider desancements de production. Il s'agit du plan qui guide et déclenche la production. En d'autres termes, il constitue le détail du Plan Industriel et Commercial (PIC).

3.6.4 Le calendrier de production

Le calendrier de production, plus détaillé que le PDP, établit la production mensuelle afin que le planificateur puisse évaluer si les sous-objectifs sont respectés ou non, grâce au Calcul des Besoins Nets (CBN). Cela se traduit par le lancement des Ordres d'Achat (OA) et des Ordres de Fabrication (OF).

3.6.5 Le calcul des besoins bruts

Le calcul des besoins bruts s'appuie sur les fiches techniques des produits finis ou sur la nomenclature. Il s'agit d'un document descriptif de la composition des produits, présentant les différents composants du produit final sous forme arborescente. Cette représentation débute par le produit final au niveau le plus élevé, et se détaille jusqu'aux matières premières et composants au niveau le plus bas. De plus, la nomenclature indique le nombre d'unités nécessaires de chaque matériau ou composant pour assembler une seule unité du produit fini. **(Bruel, 2008)**

Chaque article du programme directeur de production possède une nomenclature ou un fichier de nomenclature. Il spécifie toutes les matières premières, ingrédients, les sous-ensembles et assemblages nécessaires à la production de l'article et les quantités nécessaires pour le réaliser. Le calcul des besoins bruts définit les pièces à acheter et la matière première à approvisionner.

3.6.6 L'ordonnancement

C'est le lancement de l'ordre fabrication en prend en compte les machines qui fabriquent à la fois deux ou plusieurs pièces différentes.

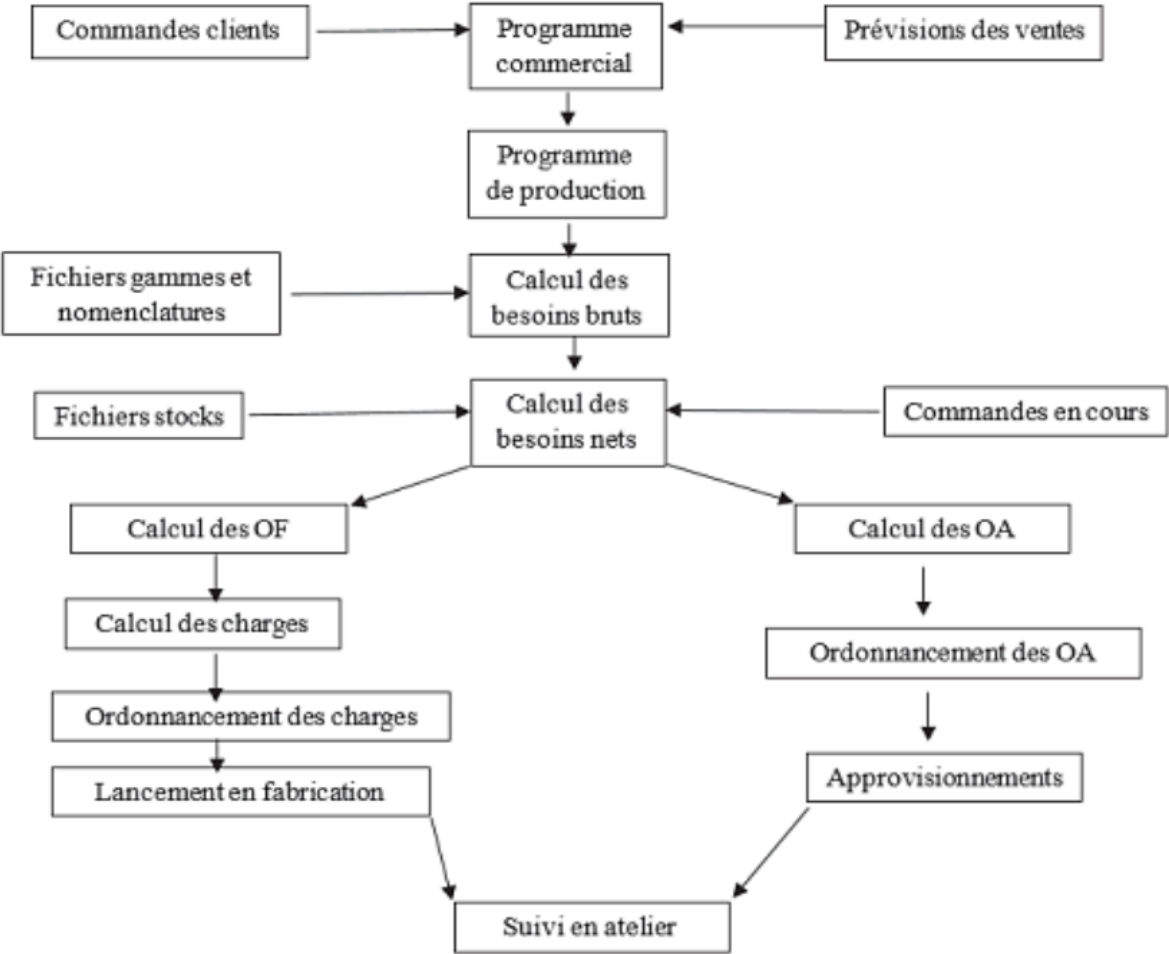
L'ordonnancement prend en compte le stock maximal et le stock sécurité pour éviter les ruptures et les surstockages des composants.

Chapitre 1 : Cadre Théorique

3.6.7 Le suivi des ateliers

Pour assurer le bon déroulement de la réalisation de plan établi il faut que le manager planification contrôle et suivi quotidiennement la production et trouver des solutions aux problèmes qui peuvent perturber la production a l'aide des ingénieurs et les pilotes processus.

Figure 1. Étapes de la mise en place de la méthode MRP



Source: Réalisé par nos soins

Chapitre 1 : Cadre Théorique

3.7 Différences entre MRP I, MRP II et ERP

Tableau 1. Différences entre MRP I, MRP2, ERP.

	Fonctions principales	Les questions fondamentales sur le processus
MRP I (1970)	<ul style="list-style-type: none"> • Nomenclatures. • Gestion de l'inventaire. • Management. • Ordonnancement de la fabrication. • Planification. • Production. • Contrôle d'activité. • Planification de la continuité des activités en cas de pénurie de matières. 	<ul style="list-style-type: none"> • Que voulez-vous fabriquer? • De quels matériaux avez-vous besoin ? • Quels matériaux avez-vous déjà ? • Qu'est-ce qu'il faut que vous achetiez ?
MRP II (1979)	<ul style="list-style-type: none"> • Modules financiers. • Plan d'affaires. • Planification des ressources. • Plan de production. • Plan des ventes et opérations (S&OP). • EDI et commandes clients. • Programme directeur de production (PDP). • Planification approximative de la capacité. • Planification détaillée de la capacité. • Modules de calcul des coûts de revient. • Gestion des modifications techniques. • MRP I (planification des besoins en composants). 	<ul style="list-style-type: none"> • Les mêmes questions de MRP I. • Quelles contraintes devez-vous respecter maintenant ou à l'avenir?
ERP	<ul style="list-style-type: none"> • Simulations de planification financière. • Simulations de plan d'affaires. • Simulations de planification des ventes/marketing. • Planification des besoins de distribution (PBD). • Simulations de gestion des ressources. • Gestion de la production. • Simulations de gestion de la chaîne d'approvisionnement. • Stratégies d'amélioration continue. • Simulations de gestion de la R&D (Recherche et Développement). • MRP II: Manufacturing resource planning. 	<ul style="list-style-type: none"> • Les mêmes questions de MRP II. • Comment la performance sera-t-elle planifiée, simulée, mesurée et améliorée ?

Source: (Kiran, 2019)

Chapitre 1 : Cadre Théorique

4 Synthèse

Selon ces définitions :

La logistique des entreprises industriel

La logistique industrielle est une mise en pratique des méthodes de logistique afin d'optimiser les flux de production. Elle permet de gérer les flux de matières premières, les ressources, les demandes, la production. (Akanea, s.d.)

La gestion de la Supply Chain (SCM)

La gestion de la Supply Chain (SCM) est un processus global qui englobe l'ensemble des étapes nécessaires pour acheminer un produit du stade de matière première à celui de produit fini entre les mains du client. Cela peut inclure le sourcing, la conception, la production, le stockage, l'expédition et la distribution. L'objectif consiste à renforcer l'efficacité, la qualité et la productivité de la Supply Chain, ainsi que la satisfaction des clients. (SAP, s.d.)

Parmi les étapes du processus de gestion de la Supply Chain et surtout la première étape principale est :

La planification de la Supply Chain

Elle consiste à anticiper la demande pour un produit, puis à coordonner les maillons de la Supply Chain jusqu'à la livraison. Outre la prévision et la planification de la demande, elle comprend la planification des approvisionnements, **la planification déterministe des besoins (MRP)**, la planification de la production et la planification des ventes et des opérations (S&OP). (SAP, s.d.)

Figure 2. Processus de gestion de la Supply Chain



Source: (SAP, s.d.)

Chapitre 1 : Cadre Théorique

5 Conclusion

A la base des définitions précédentes, pour les entreprises industrielles atteindre leurs objectifs nécessite une gestion efficace de leur chaîne logistique, qui doit être bien contrôlée, optimisée et maîtrisée. Les cadres de l'entreprise doivent donc veiller à une planification globale de la chaîne logistique. Si le plan établi est mal défini, cela peut être dû à diverses raisons telles que la mauvaise communication, une prévision inexacte du marché client ou une absence de maîtrise des délais de livraison, que ce soit des fournisseurs en amont ou des clients en aval. Cette situation peut perturber la production et entraîner des décalages dans le programme de production, en particulier pour les entreprises qui appliquent la méthode "Juste-à-temps".

Pour faire face à ces éventuelles défaillances, il est essentiel de maîtriser les risques liés à une mauvaise planification et d'être réactif aux changements de comportement du client ou du marché, du côté externe de l'entreprise. En ce qui concerne les problèmes internes de l'industrie, le planificateur doit mobiliser toutes les ressources humaines, matérielles et financières disponibles, et optimiser les entrepôts de stock en utilisant des méthodes appropriées telles que la méthode Pareto ou la méthode de Wilson, et faire un plan basé sur cette idée :

Le planificateur établit un programme pour lancer les Ordres de Fabrication (OF) et les Ordres d'Achat (OA). Lorsque la date de production arrive, le bureau d'ordonnancement lance la production **si la matière première est disponible**. Pour assurer la disponibilité de la matière première, le planificateur lance une demande d'achat et l'envoie au service des achats, en prenant en compte le temps nécessaire à l'acquisition de la matière première, comprenant le voyage vers le fournisseur, les négociations, les délais de transport, les procédures douanières, le contrôle de réception et le stockage.

En parallèle, le planificateur s'assure de la disponibilité des machines et du personnel. En cas de problème d'ingénierie avec une pièce achetée, tel qu'une différence de spécifications (par exemple, une longueur de vis de 100 mm au lieu de 90 mm demandée par ETRAG), les ingénieurs doivent résoudre le problème. Dans certains cas, les opérateurs peuvent continuer à travailler avec la pièce non conforme en rédigeant un ordre de travail, afin d'éviter les retards liés au retour vers le fournisseur, aux procédures de réclamation et à la livraison de nouvelles pièces, qui prendraient plus de temps que prévu et perturberaient sûrement la production.

Chapitre 1 : Cadre Théorique

Si le problème est majeur, l'entreprise réagit rapidement et continue à travailler avec la matière première provenant du stock de sécurité.

Il est essentiel de prendre en compte les pièces détachées des machines ainsi que toutes autres matières nécessaires telles que le gaz, les outils de manutention, l'énergie électrique, les services après-vente, la gestion des stocks des produits dangereux, etc. Tout cela contribue à une chaîne logistique optimale, assurant ainsi le bon fonctionnement et la continuité des opérations de production.

CHAPITRE 2

CADRE MÉTHODOLOGIQUE

ET CONTEXTUEL

Chapitre 2 : Cadre méthodologique et contextuel

Introduction :

Dans ce chapitre, nous présenterons les techniques et outils sélectionnés pour la collecte et l'analyse des informations et des données. Les méthodes utilisées pour recueillir les données et les informations comprennent une étude documentaire, notamment une revue de littérature, ainsi que des analyses de documents internes tels que les fiches de processus, les fiches de procédures et les modes opératoires. Ces documents ont été fournis par le responsable de la planification des matières et le responsable du management qualité, ainsi que d'autres données pertinentes liées aux stocks, aux entrepôts et aux ateliers de production, entre autres, avec une présentation de l'entreprise d'accueil, explication détaillée sur le système de production afin d'identifier les points de défaillance et les proposer des solutions.

1 Approche de recherche

À partir de la revue de littérature, nous avons constaté qu'elle expose la méthodologie utilisée pour la mise en œuvre de la méthode MRP II (Manufacturing Resources Planning). Cependant, une analyse quantitative s'est avérée être la méthode la plus appropriée. (Farissi, Okar, & Chroqui, 2015,). En outre, une analyse du système de production sera réalisée en utilisant des schémas de flux afin de présenter de manière exhaustive le fonctionnement de ce système. (مقري زكية, 2010)

2 Méthode d'analyse

2.1 Analyse documentaire

2.1.1 Documents académiques

il s'agit de la lecture et synthétiser des idées depuis des articles scientifique, les revues, les ouvrages.

2.1.2 Documents interne de l'entreprise

Basent sur les documents internes de l'entreprise ETRAG, le système de production est bien clarifié ainsi les relations entre les processus pour avoir une vision claire dans les ateliers de production, les entrepôts et le département planification.

En collaboration avec les chefs de production et le responsable de planification matière, a le chemins (Flux physique) de production de la boîte vitesse C6807 a été bien identifier.

L'objectif de cette étude documentaire est de détaillé bien le système de planification, production et stock, et de trouver les points de relais direct avec ces trois processus.

Chapitre 2 : Cadre méthodologique et contextuel

L'originalité de ces informations sont le système d'information installé dans cette entreprise qui est L'ERP (Entreprise ressources planning) précisément dans le département planification matière 'le DPM'.

L'analyse de ces données est faite par la mise en place des méthodes mis à disposition à partir des connaissances et des expériences prérequis (Le Pareto, MRP I) a pour objectif d'optimiser le processus de planification en touchant le processus de production et stock.

2.2 Observation

Après avoir identifié l'usine à travers des documents internes de l'entreprise, il est fortement recommandé de procéder à des visites des ateliers de production et des entrepôts. À cet effet, des visites quotidiennes sont effectuées, car le processus de production des tracteurs est très complexe et nécessite au moins trois mois pour bien maîtriser l'ensemble du système de production.

La visite s'est avérée très enrichissante et a fourni de nombreuses informations qui ont grandement contribué à la compréhension de la logistique interne de l'entreprise. Elle a débuté par la réception de la matière première, suivie de sa distribution vers les différents ateliers de fabrication, en mobilisant tous les moyens nécessaires pour acheminer ces matières premières vers les ateliers.

De nombreuses questions pour lesquelles il n'y avait pas de réponse dans les documents interne ont été répondues par cette exploration du terrain,

- Combien de temps nécessaire pour maitriser le système de production du tracteur ?
- Quels sont les procédés de fabrication utilisée dans la fabrication de tracteur ?
- Les questions de MRP II (what if ?) 'Et si... ?' 'Que se passe-t-il si... ?' qui prouve que la théorie et la pratique sont deux notions complémentaires.

2.3 Étude exploratoire

Pour approfondir plus dans le contexte de l'entreprise, et connaitre autres problèmes liés à la chaine logistique de l'usine, à la réalisation des plans, et pour prendre des expériences précédentes, des astuces...etc. un entretien avec le responsable planification matière et le responsable Management Qualité de l'entreprise est fait, donc une étude exploratoire est mise en place pour élaborer un travail complet, le guide d'entretien est utilisé comme l'outils le plus pertinent(voir annexe 1)

Chapitre 2 : Cadre méthodologique et contextuel

Pour organiser les choses, le tableau suivants représente les informations de l'interviewé, le nom et prénom, le poste et la durée.

Tableau 2. Présentation des entretiens à effectuer

Numéro d'entretien	Nom et prénom	Le poste	La durée
1	Mr. ZOUATER Hamza	Responsable planification matière	1 heure
2	Mr. RAMOUL Omar	Responsable Management qualité	2 heures

2.3.1 Objectif de l'entretien

Cet entretien a pour objectif d'identifier les problèmes qui sont liées au processus de planification et les autres processus en interaction directe avec ce dernier, ensuite discussion sur les solutions qui peuvent faire face à ces défaillances.

- Durée estimée de l'interview (face-à-face) : 60 minutes.

2.3.2 Critère de sélection

Dans ordre prioritaire :

- Le répondant doit être chargé à la planification
- Le répondant doit avoir 3 ans ou plus d'expérience dans la production et/ou planification et/ou gestion des stocks.
- Des connaissances dans la planification.
- Optionnel : Connaître tous les processus de l'entreprise surtout les processus qui sont liés avec la planification. (C'est pour identifier autres problèmes qui sont probablement impactés le processus planification.)

2.3.3 Les parties ciblées

- **Le répondant 1** : Responsable processus de la planification matière, effectuée :
 - Les plans d'approvisionnement et fabrication
 - Le calcul des besoins nets.
 - Le calcul des besoins bruts.

Le choix du responsable de processus de la planification matière est fait car cette dernière maîtrise bien le domaine de cette étude sans oublier l'expérience là très suffisante pour mener cette étude dans la bonne voie.

- **Le répondant 2** : Le responsable management qualité :

Chargé de mettre en place et d'animer le système de management de la qualité. Parmi les missions principales d'un RMQ c'est d'animer et piloter le système de management de la qualité il assure la coordination des différentes actions qualité au sein de l'entreprise. Donc le RMQ

Chapitre 2 : Cadre méthodologique et contextuel

maitrise tous les aspects et les processus de l'entreprise ça donne beaucoup d'informations de tous les problèmes qui présent au sein de l'entreprise de l'échelle stratégique jusqu'à l'échelle opérationnelle.

- **La technique utilisée :**

L'entretien semi structurer, il s'agit de poser des questions prédéfinies, avec la possibilité d'ajouter des questions pour approfondi plus dans le thème principal et aussi des thèmes nouveaux qui surviennent au cours de l'entretien.

- La méthode d'analyse est faite d'une manière manuelle avec l'outil Microsoft Word 2019.

Après avoir recueilli les données et les informations nécessaires pour cette étude, nous passons à la phase d'analyse et d'observation. L'objectif est de valider les hypothèses et d'identifier les flux physiques et informationnels des pièces concernées. Cette démarche vise à détecter les points d'optimisation dans le processus de planification.

- Identification les point de défaillance dans la réalisation des plans
- Détecter les zones ou le taux de rebut est élevé
- Mise en place outils Pareto pour identifier les classes A, B, C afin de prioriser les pièces.
- Mise en place les calculs des besoins brut et nets des pièces achats et fabriqué
- Mise en place de MRP II.
- Interprété les résultats.

3 Présentation de l'entreprise d'accueil



3.1 Entreprise EPE SPA ETRAG

ETRAG est une entreprise publique économique (EPE), société par actions (SPA), crée le 29 juin 2009 suite à la scission de l'EPE CMT Spa leur Capital social est de

4 456 080 000 DA, la date de sortie du premier tracteur 02 février 1974, superficie à 33 ha dont 6,2 ha couverts, la capacité actuelle de production est de 2000 tracteurs/an, le chiffre d'affaires est de 4845 MDA en 2015, effectif de 1200 employés.

Son secteur d'activité est la fabrication et développement des tracteurs agricoles, le service après-vente et la rénovation des tracteurs, avec son processus de fabrication fortement intégré, ses métiers de base: Fonderie, Forge, Construction Métallique, Usinage Mécanique et Traitements Thermiques maitrisés parfaitement, rajouté à cela son capital expérience de plus de 40 ans et son savoir-faire en la matière, dispose (possède) aujourd'hui de grandes capacités de sous-traitance par :

Chapitre 2 : Cadre méthodologique et contextuel

- La fabrication des pièces d'engrenage mécaniques sur la base de bruts de fonderie ou de forge;
- La fabrication des pièces et organes de tracteurs Massey Ferguson dans les standards de qualité d'AGCO;
- La fabrication des pièces et organes des moteurs DEUTZ.

ETRAG offre son savoir-faire au profit des donneurs d'ordre pour la sous usinées et composants pour les matériels roulants.

ETRAG certifiée par la norme ISO 9001:2015 et accrédité par la norme ISO/CEI 17025:2017.

3.2 Périmètre de l'étude :

Le tracteur complet comprend plus de 800 pièces (320 fabriquées et 560 achetées). Étant donné que l'étude d'optimisation nécessite beaucoup de temps, nous avons choisi de nous concentrer sur la boîte de vitesses, qui ne compte que 34 pièces, dont certaines nécessitent l'achat, la transformation de la matière première. Ces pièces suivent un processus spécifique de fabrication, chacune ayant son propre cheminement dans l'usine.

3.3 Analyse du système de production actuel

L'objectif de cette analyse est d'identifier les points suivants :

3.3.1 Les flux physique et informationnel qui circule au sein de l'entreprise ETRAG :

Selon les fiches processus et procédure et les modes opératoires, le système de production de l'entreprise ETRAG actuel est un système en flux poussé.

Après le déchargement des matières premières et leur passage par le processus de dédouanement interne, celles-ci ainsi que les pièces approvisionnées sont stockées de manière organisée dans les entrepôts de stockage. Par la suite, elles sont acheminées vers les différents postes de travail conformément à un calendrier de production prédéfini (MRP), avec la possibilité d'utiliser les stocks intermédiaires et les pièces semi-finies. Pour enregistrer ces transactions entre les entrepôts et les ateliers de production, le bureau d'ordonnancement lance un ordre de fabrication et/ou un ordre de travail. Le personnel est assigné à des tâches spécifiques, utilisant des machines et des outils standardisés pour réaliser les opérations de production. Les ensembles et pièces finis sont ensuite livrés à une entreprise partenaire voisine, l'ATC (Algerian Tractors Company), qui assure le montage des tracteurs C6807. Cette entreprise procède au montage de la boîte de vitesses et d'autres composants dans les tracteurs

Chapitre 2 : Cadre méthodologique et contextuel

finaux, avant de stocker ces derniers dans une grande surface (Parking). Ils sont ensuite soumis à des contrôles qualité et à des tests de pilotage pour garantir leur bon fonctionnement.

Ce système est caractérisé par une forte standardisation et une faible flexibilité. Il est efficace pour produire des volumes importants des tracteurs standardisés, mais il est moins adapté pour répondre aux demandes de produits personnalisés ou pour faire face aux fluctuations de la demande.

Ce système n'est pas adaptable aux fluctuations du marché, ce qui représente un risque potentiel en cas d'ouverture de l'importation de tracteurs finis depuis la Chine ou d'autres pays. Cela pourrait entraîner un surstockage des tracteurs C6807 finis.

3.3.2 Le taux de rebut :

Le taux de rebut tolérer est de 2% pour la catégorie A, le contrôle doit être à 100% de tous les pièces fabriqué ou acheté, 5% pour la catégorie B avec un contrôle par échantillonnage, 10% pour la catégorie C aussi avec un contrôle par échantillonnage, si le taux de rebut est élevé une action corrective doit mettre en place en utilisant l'outil 5M pour détecter les sources de la défaillance et autres outils qualité pour corriger ces erreurs surtout coté machines-outils (bon d'arrêt est fait avec la présence du producteur, bureau technique et méthodes).

Il existe deux types de rebut :

Le rebut corrigeable: pendant la fabrication, la machine ou l'opérateur peut endommager la pièce mais dans ce type, la correction est possible, et il peut sauver la pièce par la rectification par exemple : un trou de $50^{+0.5}$ mm l'opérateur perce un trou de 48 mm, c'est une non-conformité corrigeable, donc il va repercer le trou pour être dans l'intervalle de tolérance.

Le rebut non corrigeable : c'est le contraire, cette non-conformité est non corrigeable et on considère la pièce comme pièce à jeter ou à recycler, le même exemple : un trou de $50^{+0.5}$ mm, maintenant l'opérateur fait un trou de 51 mm donc il est impossible d'ajouter la matière pour sauver la pièce.

Chapitre 2 : Cadre méthodologique et contextuel

4 Présentation de la boîte vitesse C6807 :

4.1 Fiche technique :

Tableau 3. Fiche technique de la boîte vitesses

Transmission	
Embrayage	Bi-disques à sec
Boîte de vitesse mécanique	TW 55.4
Nombre de rapports	8 AV & 4 Ar
Attelage 3 points	Cat. II
Force de levage	2630 Kg
Distributeur	Simple effet
Prise de force	Semi indépendante
Diamètre embout	1"3/8 X 75/6/540

Source: Document interne de l'entreprise

4.2 Les différentes étapes du processus de production

Les composants de la boîte vitesses du tracteur Cirta C6807 est composé de 4 types des sources des pièces :

4.2.1 Les matières

Les pièces auxiliaires

Sont des composants achetés directement auprès des fournisseurs, qu'ils soient locaux ou étrangers. Ces pièces sont destinées au montage final des produits. Parmi les pièces auxiliaires, il y a des éléments tels que des écrous, des rondelles, des vis, etc. (Voir annexe 2)

Remarque : Dans les résultats finaux de cette étude, il est important de prendre en considération que toutes les pièces standard sont destinées non seulement à la boîte de vitesses, mais également au tracteur dans son ensemble, car de nombreux composants sont communs à tous les sous-ensembles. Par exemple, la boîte de vitesses peut nécessiter un seul "écrou cylindrique", mais il est crucial de ne pas oublier que d'autres éléments tels que le châssis, la carrosserie, le moteur ou d'autres ensembles nécessitent également des "écrous cylindriques".

La matière première

La matière première utilisée dans la fabrication des tracteurs est également parmi les achats de l'entreprise ETRAG. Après avoir calculé les besoins en pièces finies, en pièces brutes, en pièces en cours, en pièces stockées, etc., jusqu'à parvenir à la matière première nécessaire, nous calculons les besoins en matières premières et envoyons ces demandes au bureau des achats pour approvisionner ces matières premières, en prenant en considération les délais d'approvisionnement prédéfinis.

Chapitre 2 : Cadre méthodologique et contextuel

4.2.2 Brute forge

Le premier type de matière première achetée est destiné directement aux pièces forgées. Ces matières premières présentent des propriétés mécaniques et chimiques spéciales telles que la dureté, la rugosité, la résilience et la densité des composants chimiques nécessaires pour assurer la résistance des pièces aux chocs mécaniques, comme les engrenages et le transfert de chaleur, garantissant ainsi la fiabilité de la pièce. Ces caractéristiques sont négociées avec le fournisseur et mentionnées dans le cahier des charges. (Voir annexe 3)

La forge est équipée avec des machines sophistiquées tels que le four pour chauffer les pièces (La chaudronné), les marteaux de 18T, le système de refroidissement...etc.

Les pièces concernées

Tableau 4. Les pièces concernées par l'opération de la forge.

Référence Fini	Référence Brute	Désignation
233 3374 ED	233 5283 RD	Manchon de commande
233 3375 ED	307 2863 RD	Roue dentée
233 9289 ED	233 3992 RE	Pignon baladeur
237 7870 ED	233 3972 RE	Roue dentée z=18
238 6024 ED	232 5272 RE	Manchon de commande
238 8066 ED	233 3975 RE	Roue dentée
430 3986 ED	233 3991 RE	Roue dentée
233 9290 ED	233 3977 RD	Roue dentée
232 9788 EC	233 3962 RD	Roue dentée z=38
233 9294 ED	233 3979 RD	Roue dentée z=32
237 7872 ED	233 3973 RD	Roue dentée z=40
238 8068 EC	233 3978 RD	Roue dentée z=36
232 9673 EC	233 3976 RD	Roue dentée z=51
232 9786 EC	233 3988 RD	Roue dentée jumelle
238 1243 EC	339 3121 RD	Arbre creux
233 3381 EC	233 3994 RD	Pignon d'attaque

Source: Document interne de l'entreprise

4.2.3 Brut fonderie

Le deuxième type de matière première consiste en des pièces rebut, la ferraille (déchet de fabrication), la ferraille achetée par l'entreprise ETRAG depuis les fournisseurs externes.

La capacité moyenne quotidienne de la production fonderie est de 8 carters embrayage C6807 par jour.

Le processus commence par le processus de fusion de fer avec le Carbon pour l'obtention de la fonte brute avec sa propre référence (référence brute). Ensuite, les stocker dans

Chapitre 2 : Cadre méthodologique et contextuel

la zone de stockage des pièces brute en attente l'ordre fabrication pour l'usinage finale. (Voir annexe 4)

Les pièces concernées :

Tableau 5. Les pièces concernées par l'opération de la fonderie.

Référence Fini	Référence Brute	Désignation
307 3953 EH	431 0650 RB	Carter embrayage C6807
238 8125 EB	238 8124 RY	Fourchette de commande (3-4 Vts)
237 5920 EB	232 9721 RY	Fourchette de commande (Vts Marche ARR)
430 3763 EB	436 2874 RY	Fourchette de commande (1-2 Vts)
238 8821 EC	238 8822 RY	Fourchette de commande (Vts lente-rapide)

Source: Document interne de l'entreprise

4.2.4 Pièces usiné propriété achat (PUPA)

Sont les mêmes composants de la fonderie, le problème c'est que les pièces rebuts et la ferraille sont imprévisibles donc ça va engendrer une rupture de stock dans la matière première utilisée dans la fonderie sachant que la consommation moyenne quotidienne de la fonderie est de 18 Tonne de fer.

Donc pour couvrir cette rupture et éviter la perturbation de l'usinage final, ETRAG va acheter ces composants auprès des fournisseurs.

4.2.5 Stock pièces brutes

Après les processus fonderie et la forge achevés, les ouvriers à l'aide des équipements de manutention vont déplacer les pièces brutes vers la zone de stockage.

4.2.6 Usinage semi finis

Ensuite, en se basant sur le planning MRP II, le lancement de la fabrication se fait par l'ordre de fabrication, en se basant sur les besoins. L'agent de manutention ramène ensuite les pièces stockées dans la zone de stockage des pièces brutes vers l'atelier d'usinage.

Cet atelier est subdivisé en plusieurs zones, notamment la zone de tournage, la zone de fraisage, la zone de perçage et la zone de rectification...etc. Il comprend également des centres d'usinage sophistiqués et des machines à commande numérique par ordinateur (CNC). Le lancement de la fabrication se fait en fonction des besoins identifiés.

4.2.7 Stock pièces semi finis

Des contraintes d'ingénierie sont apparues, nécessitant des opérations de fabrication spéciales. Après ces opérations, les pièces ne doivent pas être stockées pendant une longue durée, car cela aurait un impact sur la chaîne de production. Le planificateur doit prendre en

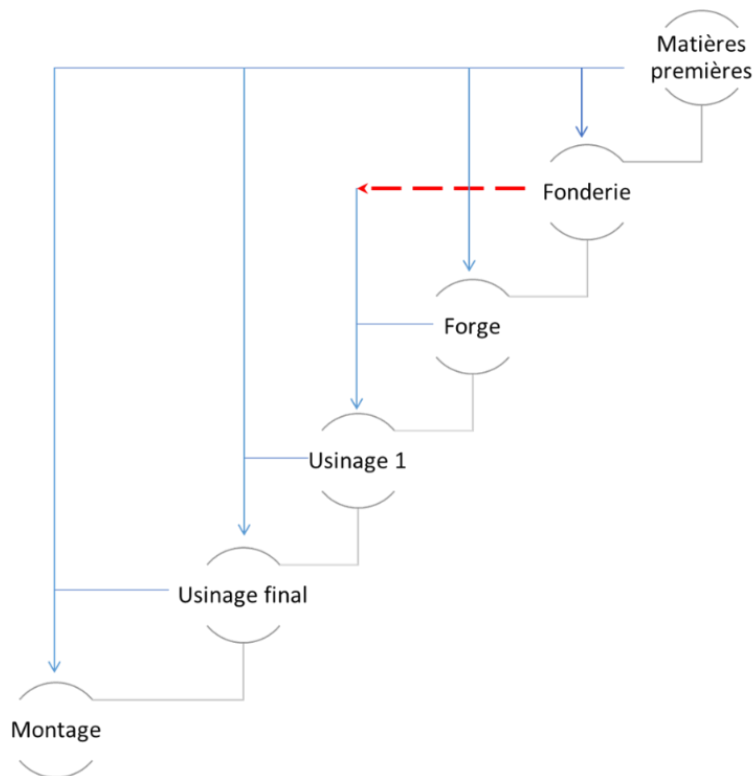
Chapitre 2 : Cadre méthodologique et contextuel

considération ces phases semi-finies, car les composants nécessitent une ou plusieurs étapes finales avant d'être envoyés directement vers le montage final. Une fois les opérations effectuées, les opérateurs effectuent un contrôle final, puis les pièces sont stockées dans les entrepôts de stock semi-finis, prêtes à être réintégrées dans les ateliers de production pour être finalisées et assemblées avec les autres composants lors de la prochaine étape de fabrication.

4.2.8 Usinage finis

Comme il y a des pièces qui nécessitent des opérations supplémentaires, il y a des pièces qui peuvent stocker pour une longue durée avant l'assemblage final. Et ils vont les monter dans le tracteur chez l'entreprise « ATC » et le reste stocker dans les entrepôts des pièces finis.

Figure 3. Les différentes étapes de fabrication des pièces pour la boîte vitesse C6807



Source: Réalisé par nos soins

Chapitre 2 : Cadre méthodologique et contextuel

5 Les données nécessaires

Les travaux qui sont présentés dans la revue de littérature disent que pour faire une bonne planification, pour mener l'étude dans la bonne voie cette étude a besoin de:

5.1 La nomenclature de la boîte à vitesse

C'est un document normalisé qui décrit les composants d'un ensemble mécanique (dans notre cas la boîte à vitesse). Elle contient le nom de l'article, sa position dans le dessin technique, sa référence, et même la norme si la pièce est normalisée, et la quantité nécessaire dans le mécanisme. La nomenclature est un outil essentiel pour la conception, la fabrication, la maintenance et la gestion des stocks des produits mécaniques (Voir annexe 6).

5.2 Le calcul des besoins brut et nets (CBB, CBN)

Un fichier Excel qui contient la quantité nécessaire pour chaque pièce dans la BV qui est appelée "le coefficient" avec le stock disponible les encours de montage les encours de fabrication les articles montés, et finalement le manque.

5.3 Autres données nécessaires

La capacité des machines à fabriquer par jour, la capacité des ateliers et les unités de production.

6 Conclusion :

MRP II est une révolution de la gestion des opérations manufacturières en offrant une approche holistique et intégrée à la planification et au contrôle de la production. En s'appuyant sur une vision globale de l'entreprise, MRP II dépasse les limites des systèmes traditionnels de planification des matériaux pour la coordination efficace l'ensemble des ressources, depuis les matières premières jusqu'à le produit fini.

CHAPITRE 3

RÉSULTATS ET DISCUSSION

Chapitre 3 : Résultats et discussion

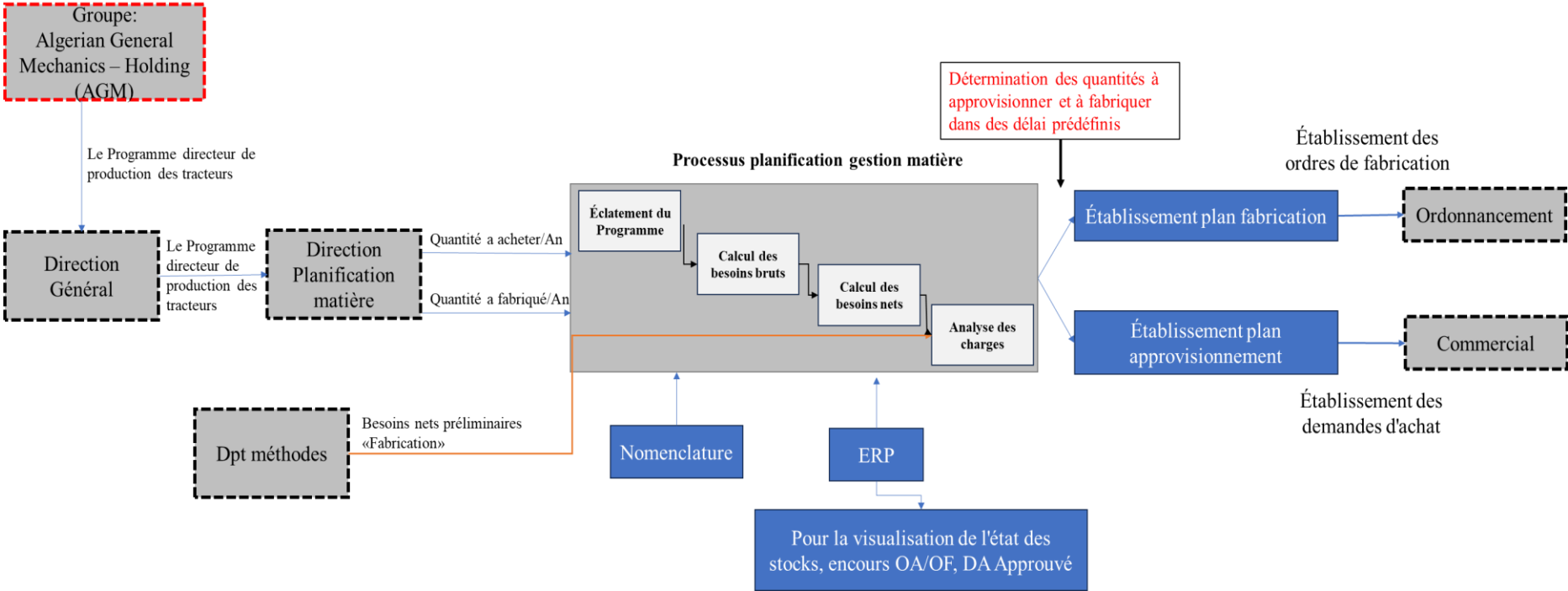
1 Introduction :

Dans ce chapitre, nous aborderons la mise en pratique de la méthode MRP (Manufacturing Resource Planning) au sein de l'entreprise ETRAG. Nous commencerons par une analyse détaillée de la fonction de planification au sein de l'entreprise, suivie par la présentation de la nomenclature arborescente pour délimiter le périmètre de notre étude. Ensuite, nous nous concentrerons sur l'utilisation des outils ABC pour prioriser les matières premières selon trois critères : coûts, utilité de la matière première et coefficient. Par la suite, nous procéderons à l'optimisation de l'approvisionnement en nous appuyant sur un schéma pour une seule pièce, puis nous étendrons cette approche à l'ensemble des pièces concernées à l'aide de logiciel MS Excel 2019. Pour la gestion de la production, nous appliquerons la même méthode d'approvisionnement en utilisant l'outil ABC selon deux critères : la durée de fabrication de chaque composant en fonction de la machine et le nombre d'opérations, reflétant ainsi le nombre de machines nécessaires pour la fabrication afin d'atteindre nos objectifs. Enfin, nous synthétiserons les résultats obtenus et engagerons une discussion sur ces derniers, en nous appuyant sur des études antérieures, afin de proposer des solutions pour surmonter les éventuels problèmes rencontrés lors de la mise en œuvre des plans.

Chapitre 3 : Résultats et discussion

2 Identification du processus de planification

Figure 4. Présentation du processus planification



Source: Réalisé par nos soins

Chapitre 3 : Résultats et discussion

Après que le groupe AGM ait lancé un programme annuel lors des réunions administratives avec les différents chefs de département de l'entreprise ETRAG, et une fois que ce programme a été validé, globalisé et mensualisé, il sera diffusé à l'ensemble des structures de l'entreprise.

Pour l'exécution et suivi : Département Planification Matière, Directeur Control de Gestion, Direction Commercial, Division Production, Directeur Fabrication Brute, Directeur Fabrication Mécanique, Direction des finances et comptabilités. (Voir annexe 7)

Comité de participation pour information: Directeur Technique, Direction Systèmes d'Information, Direction de la Maintenance, Direction des Ressources Humaines, Responsable Management Qualité, Direction Hygiène et Sécurité.

Ce programme est intégré en tant que prévision de ventes/commandes clients au niveau de l'ERP. Contrairement aux entreprises privées qui effectuent des études de marché, des analyses concurrentielles et des prévisions du marché pour identifier le programme de l'année, chez ETRAG, en tant qu'entreprise étatique, le programme provient directement du groupe AGM « Algerian General Mechanics – Holding »).

Le DPM, en collaboration avec le responsable de la gestion des matières, identifient les articles à acheter et à produire afin de répondre aux exigences du programme de production et de garantir la couverture des stocks de sécurité. Cette démarche prend en considération les stocks disponibles, les travaux en cours (achats et fabrication), ainsi que les demandes d'achat (DA) approuvées. Le lancement des activités du Plan Directeur de Production (PDP) et du Calcul des Besoins Nets (CBN) dans le système ERP génère un rapport détaillé des actions recommandées, mettant en lumière les besoins en achats et en production.

Les besoins nets préliminaires en fabrication sont transmis au département des méthodes de fabrication pour évaluer les charges de travail et déterminer :

- Les ressources nécessaires en personnel et en heures supplémentaires;
- Les secteurs en sous-activité afin de rationaliser les effectifs;

Les ajustements à apporter par la DPM pour rendre le programme réalisable, notamment la mise à jour des DA et le mode d'approvisionnement pour les articles hors capacité.

Chapitre 3 : Résultats et discussion

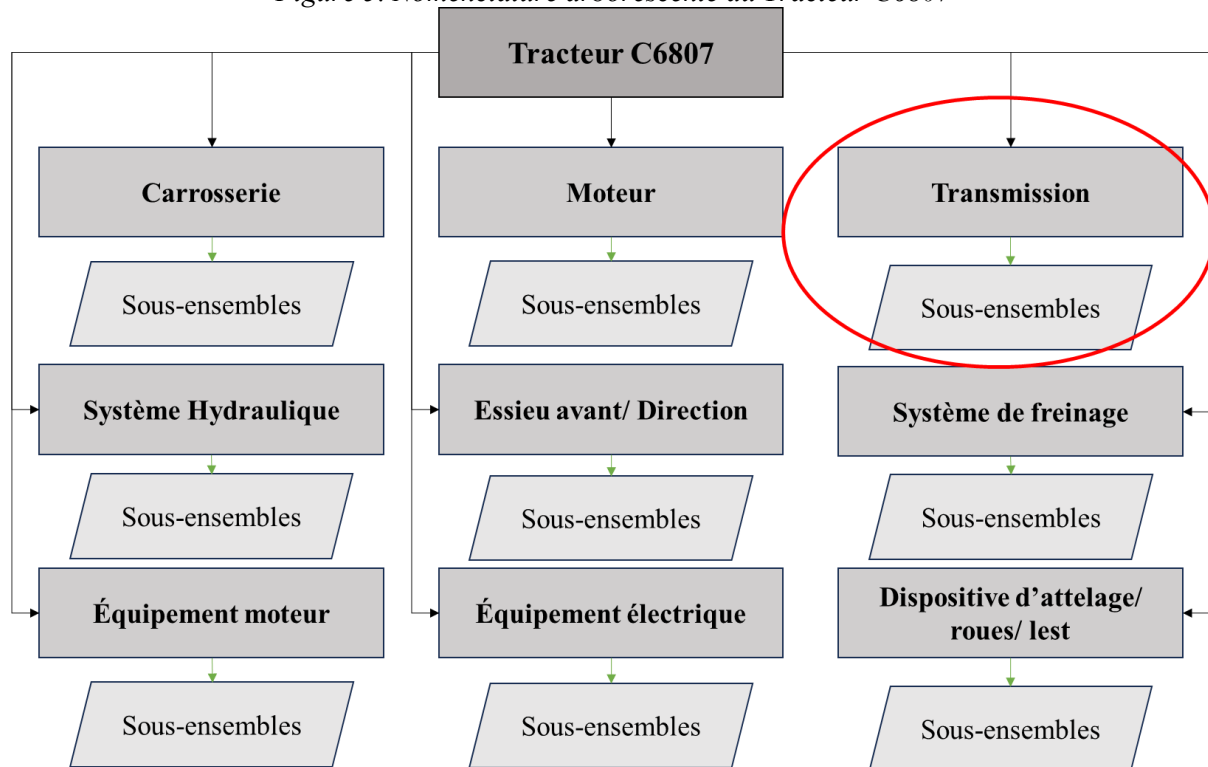
La liste finale des besoins nécessaires à la réalisation du programme est validée. Sur cette base, les plans d'approvisionnement et de fabrication sont établis. Au niveau de l'ERP, les ordres de fabrication (OF) et les demandes d'achat (DA) suggérés sont confirmés, supprimés ou corrigés.

Les plans d'approvisionnement et de fabrication sont approuvés pour être convertis en demandes d'achat et en ordres de fabrication, lesquels doivent être transmis aux structures concernées (l'ordonnancement et service achat) avant le 15 septembre. Dans l'ERP,

Les demandes d'achat doivent être mises à l'état « approuvé » et les ordres de fabrication à l'état « confirmé ».

3 Nomenclature arborescente Tracteur C6807 :

Figure 5. Nomenclature arborescente du Tracteur C6807



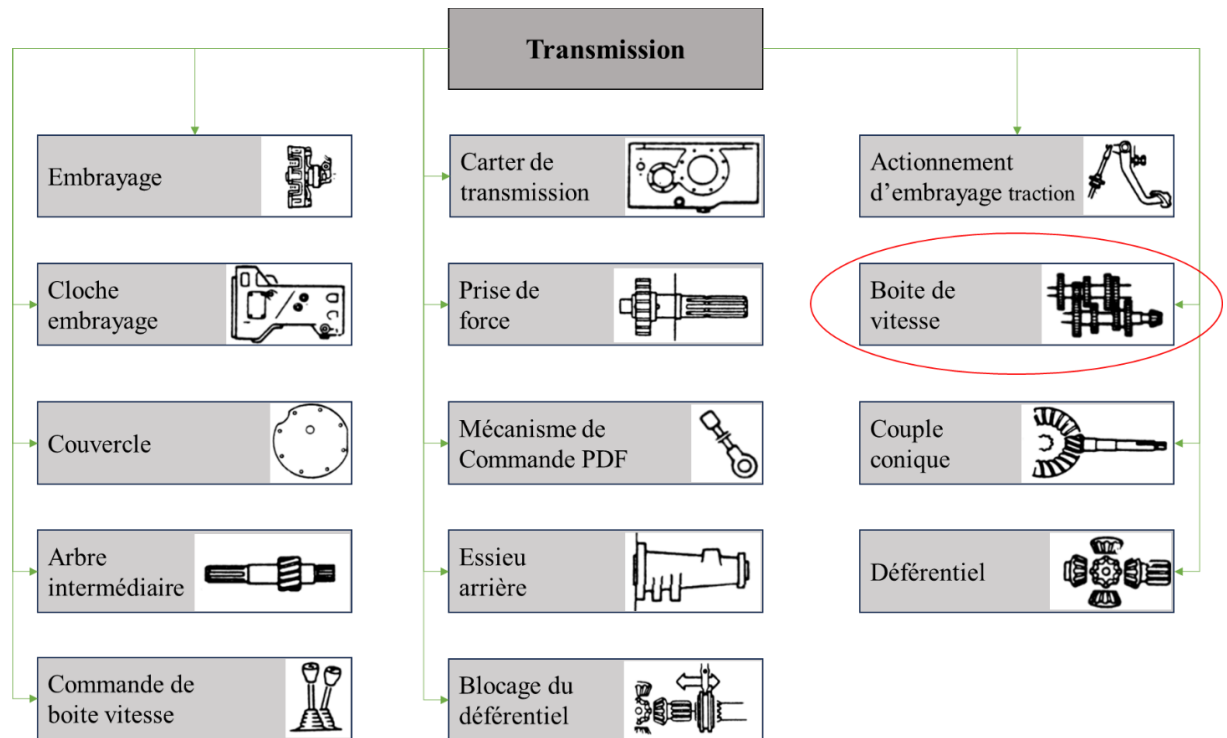
Source: Réalisé par nos soins

Cette nomenclature globale du tracteur présente les grands ensembles d'un tracteur, la transmission est le périmètre de l'étude.

Chapitre 3 : Résultats et discussion

4 Nomenclature arborescente boîte de vitesse Tracteur C6807 :

Figure 6. Nomenclature arborescente de la boîte de vitesse Tracteur C6807



Source: Réalisé par nos soins

Cette figure illustre les sous ensembles de l'ensemble transmission, avec une autre précision pour le périmètre de l'étude qui est la boîte de vitesse.

5 Optimisation de gestion de stock et planification des approvisionnements :

L'optimisation des approvisionnements repose sur la fixation de la date de livraison en fonction des délais établis par le fournisseur, ainsi que sur la détermination précise de la quantité à approvisionner afin d'éviter les ruptures de stock et les surstockages.

NB : Dans cette étude, le stock de sécurité est négligé en raison de la capacité de l'usine à fabriquer et stocker, qui est de 2000 tracteurs par an, alors que dans notre cas, seule une production de 900 tracteurs est envisagée. Par conséquent, la probabilité d'atteindre le stock maximum et de provoquer un surstockage est très faible.

Pour fixer ces deux critères (les délais et la quantité), nous devons prioriser les matières premières, les pièces auxiliaires et les pièces brutes à approvisionner. Pour ce faire, un outil

Chapitre 3 : Résultats et discussion

Pareto ABC est très utile pour effectuer cette priorisation. Il consiste à classer les matières en trois classes :

- **Classe A** : les matières critiques qui nécessitent
 - Des négociations avec le fournisseur selon le prix unitaire,
 - Des négociations sur le délai de livraison,
 - Le respect de délai de livraison de fournisseurs,
 - Une rupture de stock de ces pièces pourrait arrêter la production ou causer des interruptions significatives.
 - La marge d'augmentation est de 20%
 - Le contrôle de réception doit être à 100%. Et la marge tolérée est de 2%. Ça veut dire que :
Nombre de produits reçus conformes / Nombre total de produits reçus $\geq 98\%$
- **Classe B** : Les matières importantes mais non critiques
 - Des négociations avec le fournisseur selon le prix unitaire,
 - Des négociations sur le délai de livraison,
 - La marge d'augmentation est de 10%
 - Le respect de délai de livraison de fournisseurs, mais l'entreprise peut couvrir les conséquences de ce retard par une prestation de service avec les fournisseurs locaux, ou tout simplement un stock sécurité va couvrir ce retard.
 - Leur absence pourrait causer des inefficacités ou des coûts supplémentaires.
 - Une rupture de stock n'entraînerait pas une interruption immédiate de la production.
 - Le contrôle de réception est par échantillon. Et la marge tolérée est de 5%. Ça veut dire que :
Nombre de produits reçus conformes / Nombre total de produits reçus $\geq 95\%$.
- **Classe C** : Matières premières de moindre importance
 - Ces articles ont un impact relativement faible sur la production et les coûts.
 - Ils sont souvent disponibles en grande quantité et sont un peu plus coûteux dans le marché local.
 - La marge d'augmentation est de 5%
 - La gestion de ces stocks est plus flexible, avec un risque faible en cas de rupture.
 - Le contrôle de réception est par échantillon. Et la marge tolérée est de 10%. Ça veut dire que :
Nombre de produits reçus conformes / Nombre total de produits reçus $\geq 90\%$.

On fait la priorisation des matières premières sur la base de trois critères :

Chapitre 3 : Résultats et discussion

- Cout unitaire d'achat.
- Le nombre de pièces qui va produire depuis cette matière première.
- Le coefficient, c.-à-d. combien un seul tracteur va consommer cette matière première.

Chapitre 3 : Résultats et discussion

5.1 Le Pareto « ABC » des matières premières (Brute forge, Matières) :

Le tableau de calcul des besoins (Mise à jour des données le 20 mars 2024) :

Figure 7. Le tableau de calcul des besoins

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P
	N°	ARTICLE	DESIGNATION	COEFF	stk mag	atc	encour	manque fin	produit	comp brut	STK +ENC	coef comp	manque simple	matiere	coef mat	besoin mat brut
3	1	121 6035 EF	Ecrou cylindrique	1	517	250	0	-133	matiere		0	1	-133	R07 0028 30	0.0066	-0.8778
4	2	232 9671 EC	Arbre creux z=15	1	354	200	156	-190	matiere		0	1	-190	R07 0030 30	0.081	-15.39
5	3	232 9673 EC	Roue dentee z=51	1	183	200	412	-105	brut forge	233 3976 RD	413	1	308	C02 0028 40	0.0285	
6	4	232 9786 EC	Roue dentee jumelle	1	200	200	225	-275	brut forge	233 3988 RD	400	1	125	C02 0028 40	0.04	
7	5	232 9788 EC	Roue dentee z=38	1	186	200	467	-47	brut forge	233 3962 RD	94	1	47	C02 0021 40	0.0232	
8	6	233 3352 EE	Rondelle plate	1	334	250	0	-316	matiere		0	1	-316	B02 0013 00	0.0023	-0.7268
9	7	233 3354 EE	Rondelle plate	2	703	500	390	-207	matiere		0	1	-207	B03 0004 00	0.0041	-0.8487
10	8	233 3361 EE	Porte manchon	2	760	400	58	-582	matiere		0	1	-582	R07 0036 30	0.01	-5.82
11	9	233 3363 EE	Bague d'ecart	2	655	500	280	-365	matiere		0	1	-365	T06 0004 30	0.0036	-1.314
12	10	233 3374 ED	Manchon de commande	1	258	200	0	-442	brut forge	233 5283 RD	750	1	308	C02 0010 40	0.02	
13	11	233 3375 ED	Roue dentee	1	319	200	0	-381	brut forge	307 2863 RD	0	1	-381	C02 0010 40	0.0142	-5.4102
14	12	233 3381 EC	Pignon d'attaque	1	123	211	135	-431	brut forge	233 3994 RD	670	1	239	R12 0004 60	0.0909	
15	13	233 9289 ED	Pignon baladeur	1	150	200	136	-414	brut forge	233 3992 RE	762	1	348	C02 0010 40	0.0175	
16	14	233 9290 ED	Roue dentee	1	150	200	339	-211	brut forge	233 3977 RD	26	1	-185	C02 0016 40	0.0277	-5.1245
17	15	233 9294 ED	Roue dentee z=32	1	150	200	462	-88	brut forge	233 3979 RD	0	1	-88	C02 0021 40	0.0232	-2.0416
18	16	237 5924 EC	Axe de fourchette (1-2 vitesse)	1	347	250	95	-208	matiere		0	1	-208	R06 0012 30	0.1111	-23.1088
19	17	237 7870 ED	Roue dentee z=18	1	157	200	188	-355	brut forge	233 3972 RE	0	1	-355	C02 0010 40	0.0238	-8.449
20	18	237 7872 ED	Roue dentee z=40	1	157	200	196	-347	brut forge	233 3973 RD	0	1	-347	C02 0021 40	0.0312	-10.8264
21	19	238 1241 ED	Arbre de transmission	1	189	250	392	-69	matiere		0	1	-69	R07 0008 31	0.3333	-22.9977
22	20	238 1243 EC	Arbre creux	1	186	200	299	-215	brut forge	339 3121 RD	271	1	56	R12 0003 50	0.1428	
23	21	238 2689 ED	Arbre (Marche arriere)	1	252	200	337	-111	matiere		0	1	-111	R12 0001 60	0.027	-2.997
24	22	238 6024 ED	Manchon de commande	2	748	400	74	-578	brut forge	232 5272 RE	947	1	369	C02 0010 40	0.0212	
25	23	238 8066 ED	Roue dentee	1	119	200	224	-357	brut forge	233 3975 RE	0	1	-357	C02 0010 40	0.025	-8.925
26	24	238 8068 EC	Roue dentee z=36	1	119	200	201	-380	brut forge	233 3978 RD	225	1	-155	C02 0021 40	0.0277	-4.2935
27	25	238 8800 ED	Axe de fourchette (3-4 vitesse)	1	474	250	0	-176	matiere		0	1	-176	R06 0012 30	0.125	-22
28	26	238 8801 ED	Axe de fourchette (marche arr)	1	477	250	0	-173	matiere		0	1	-173	R06 0012 30	0.1111	-19.2203
29	27	430 3986 ED	Roue dentee	1	186	200	332	-182	brut forge	233 3991 RE	0	1	-182	C02 0010 40	0.0135	-2.457

Source: Document interne de l'entreprise

Coef : C'est la quantité nécessaire a monté dans un seul tracteur.

ATC : La quantité des pièces qui sont au sein de l'entreprise ATC ou bien ils sont assemblés dans le tracteur finis.

STK Mag : Sont des pièces finis stocké dans l'entrepôt des pièces finis en attente de montage.

Chapitre 3 : Résultats et discussion

Produit : la source de produit, fonderie, forge, matière...etc.

Encours : sont des pièces qui sont toujours au sein des unités de productions.

Ce tableau va globaliser juste 27 pièces qui nécessite une transformation des matières première au pièces brute pour les usiner, les autres pièces sont des pièces de fonderie « PUPA », et deux pièces sont disponible pour fabriquer 900 tracteurs.

Le premier calcul c'est le calcul des manques finis « cercle rouge » c'est le résultat de l'équation :

$$\text{Manque finis} = (\text{Qté de stock pièces finis « Stk Mag »} + \text{ATC} + \text{encours}) - (\text{L'objectif} * \text{coef})$$

Passer aux pièces brutes (Comp brut) : la pièce forgée nécessite des opérations au sein de l'atelier construction métallique, les pièces finis de cet atelier appelé des composants bruts, les pièces brutes en stock et les pièces en cours situées à l'intérieur de l'atelier forge sont toujours calculées. Après ce calcul, ces quantités sont diminuées du manque de produits finis.

$$\text{Manque brute simple (en couleur jaune)} = ((\text{Qté en stock} + \text{encours}) * \text{Coef brute}) - \text{le manque finis}$$

Le types de pièces matière passe directement à la matière première.

Le calcul des matières premières est effectué de la même manière, mais il est important de noter qu'il y a des pièces qui partagent les mêmes matières premières. Par exemple, la référence "C02 0010 40" est utilisée pour fabriquer 7 pièces brutes qui sont :

Tableau 6. Pièces de la matière première C02 0010 40

233 3352 EE	Rondelle plate
233 3354 EE	Rondelle plate
233 3361 EE	Porte manchon
233 3363 EE	Bague d'écart
233 3375 ED	Roue dentée
233 9290 ED	Roue dentée
233 9294 ED	Roue dentée z=32

Source: Réalisé par nos soins

C'est le premier critère de Pareto.

Le coef matière : la référence de la matière R07 0028 30 (La flèche bleu, figure 9) c.-à-d. 0.0066 de matière première va nous donner un seul écrou cylindrique.

$$\text{Besoin matière brute} = \text{Coef matière} * \text{manque brute simple.}$$

Chapitre 3 : Résultats et discussion

5.1.1 ABC selon le cout unitaire :

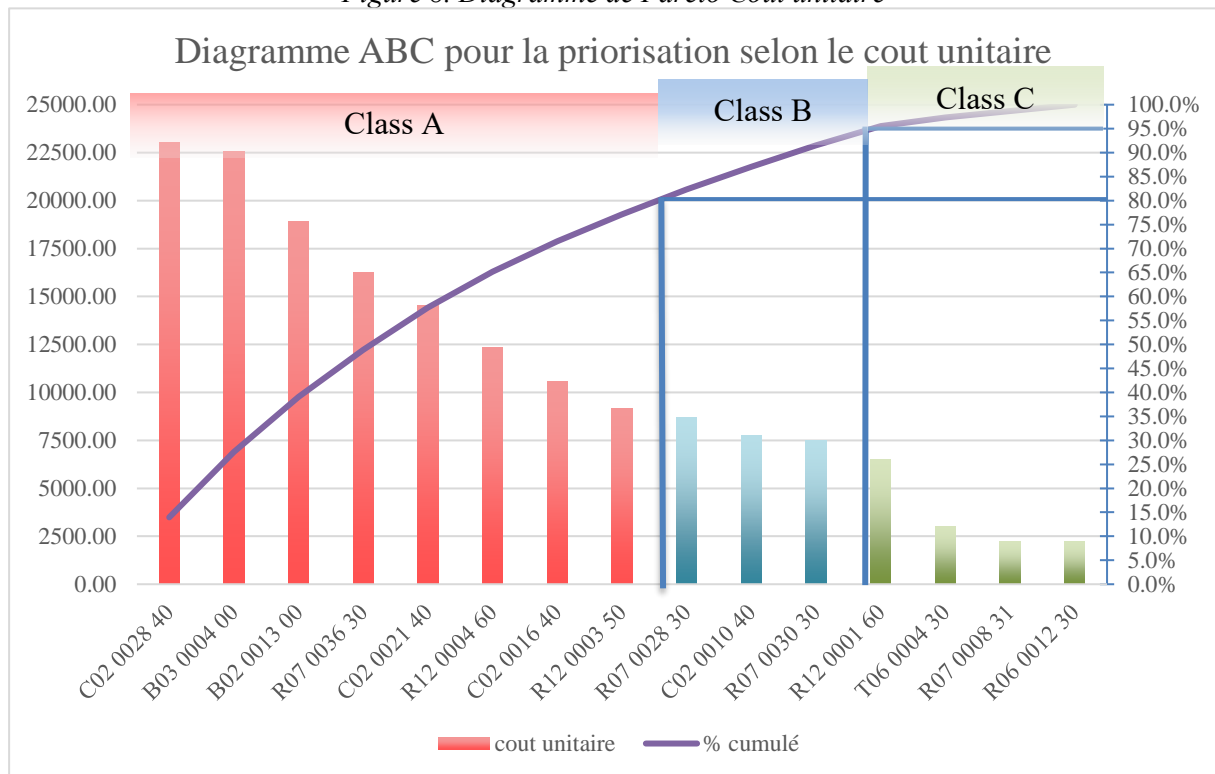
D'après les données interne de l'entreprise ETRAG

Tableau 7. Analyse Pareto Cout unitaire

Matière	Cout unitaire	Cumul	% Cout unitaire	% Cumulé
C02 0028 40	23038.60	23038.60	13.9%	13.9%
B03 0004 00	22560.80	45599.40	13.7%	27.6%
B02 0013 00	18934.20	64533.60	11.5%	39.1%
R07 0036 30	16267.80	80801.40	9.8%	48.9%
C02 0021 40	14527.90	95329.30	8.8%	57.7%
R12 0004 60	12316.70	107646.00	7.5%	65.1%
C02 0016 40	10557.70	118203.70	6.4%	71.5%
R12 0003 50	9176.90	127380.60	5.6%	77.1%
R07 0028 30	8672.90	136053.50	5.2%	82.3%
C02 0010 40	7768.60	143822.10	4.7%	87.0%
R07 0030 30	7470.20	151292.30	4.5%	91.6%
R12 0001 60	6516.40	157808.70	3.9%	95.5%
T06 0004 30	3006.40	160815.10	1.8%	97.3%
R07 0008 31	2214.80	163029.90	1.3%	98.7%
R06 0012 30	2202.00	165231.90	1.3%	100.0%
Total	165231.90		100.0%	

Source: Réalisé par nos soins

Figure 8. Diagramme de Pareto Cout unitaire



Source: Réalisé par nos soins

Chapitre 3 : Résultats et discussion

L'étape numéro 1, est de prioriser les matières selon leurs couts unitaire, pour connaitre les pièces critique que n'accepte pas des retards de livraison et exige des négociations pour minimiser le prix unitaire.

5.1.2 ABC selon le coefficient de chaque matière première :

Tableau 8. Analyse Pareto coefficient de la matière

Matière	Coef	Coef Cumul	%Coef	%Cumul
R06 0012 30	0.3472	0.3472	25.0595%	25.0595%
R07 0008 31	0.3333	0.6805	24.0563%	49.1158%
R12 0003 50	0.1428	0.8233	10.3067%	59.4226%
C02 0010 40	0.1352	0.9585	9.7582%	69.1808%
C02 0021 40	0.1053	1.0638	7.6001%	76.7809%
R12 0004 60	0.0909	1.1547	6.5608%	83.3418%
R07 0030 30	0.0810	1.2357	5.8463%	89.1880%
C02 0028 40	0.0685	1.3042	4.9441%	94.1321%
C02 0016 40	0.0277	1.3319	1.9993%	96.1314%
R12 0001 60	0.0270	1.3589	1.9488%	98.0801%
R07 0036 30	0.0100	1.3689	0.7218%	98.8019%
R07 0028 30	0.0066	1.3755	0.4764%	99.2782%
B03 0004 00	0.0041	1.3796	0.2959%	99.5742%
T06 0004 30	0.0036	1.3832	0.2598%	99.8340%
B02 0013 00	0.0023	1.3855	0.1660%	100%

Source: Réalisé par nos soins

Figure 9. Diagramme de Pareto Coefficient



Source: Réalisé par nos soins

Chapitre 3 : Résultats et discussion

L'étape numéro 2, est de classer les matières premières selon leur coefficient en utilisant la fonction sous-total sur Microsoft Excel pour calculer le total des coefficients des pièces qui ont une MP en commun.

5.1.3 ABC selon l'utilités de chaque matière première :

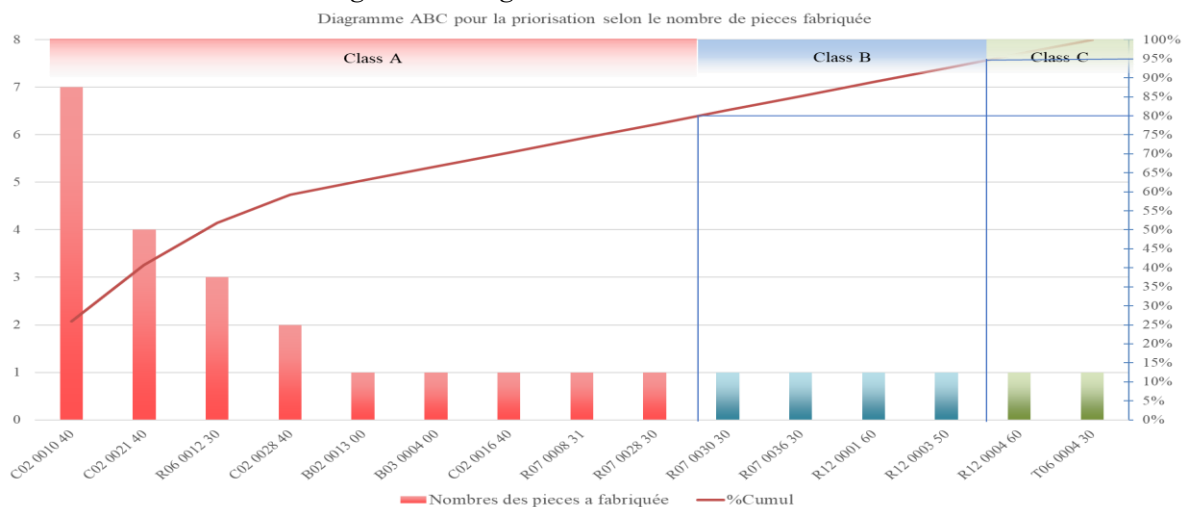
Avant dernière étape, est d'analyser les matière première critique selon leurs utilités ou bien les pièces qui vont fabriquer depuis cette matière première.

Tableau 9. Analyse Pareto Utilité matière première

Matières	Nombres des pièces a fabriquée	Cumul	% Nb pièces a fabriquée	%Cumul
C02 0010 40	7	7	25.93%	25.93%
C02 0021 40	4	11	14.81%	40.74%
R06 0012 30	3	14	11.11%	51.85%
C02 0028 40	2	16	7.41%	59.26%
B02 0013 00	1	17	3.70%	62.96%
B03 0004 00	1	18	3.70%	66.67%
C02 0016 40	1	19	3.70%	70.37%
R07 0008 31	1	20	3.70%	74.07%
R07 0028 30	1	21	3.70%	77.78%
R07 0030 30	1	22	3.70%	81.48%
R07 0036 30	1	23	3.70%	85.19%
R12 0001 60	1	24	3.70%	88.89%
R12 0003 50	1	25	3.70%	92.59%
R12 0004 60	1	26	3.70%	96.30%
T06 0004 30	1	27	3.70%	100%
Total	27		100%	

Source: Réalisé par nos soins

Figure 10. Diagramme de Pareto Utilités MP



Source: Réalisé par nos soins

Chapitre 3 : Résultats et discussion

5.1.4 Le Pareto final :

C'est le croisement entre les résultats des trois critères : couts, coefficient, utilité.

Le croisement fait à travers des scores comme suite :

On donne : A=3, B=2, C=1

$$\text{Le score} = \text{Cout} * \text{Coef} * \text{Utilité}$$

Tableau 10. Calcul des scores de MP

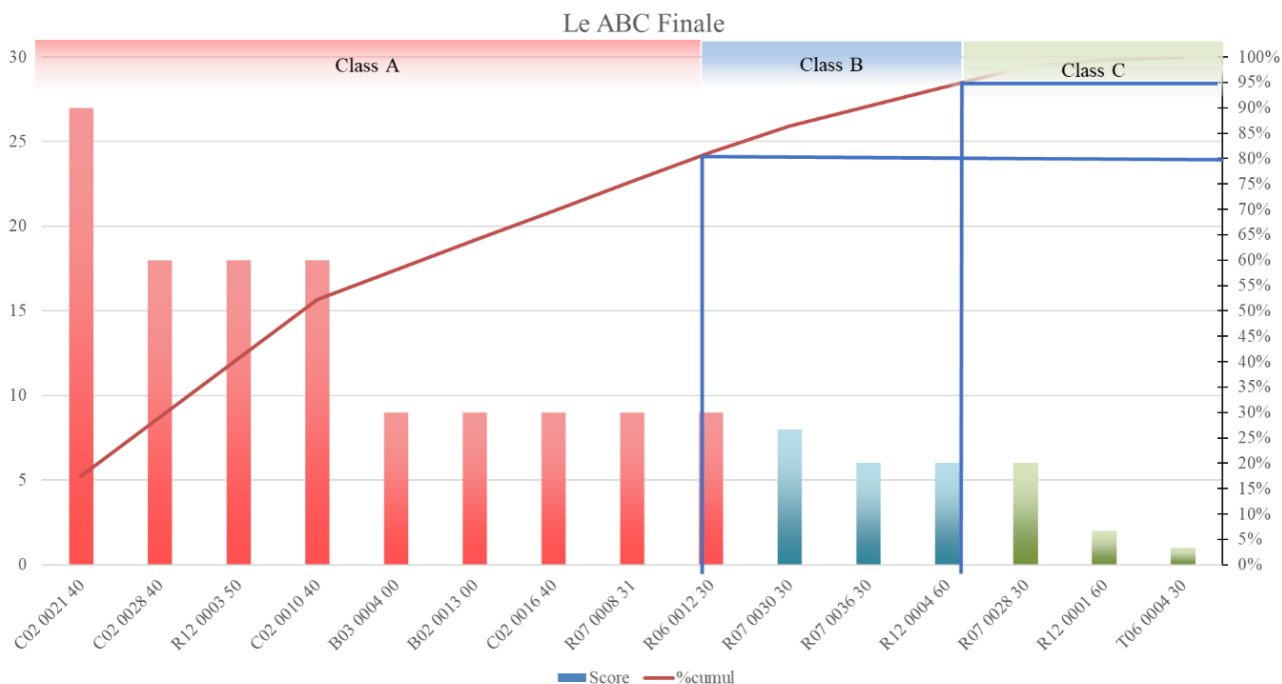
MP	Cout	Coef	Utilités	Cout	Coef	Utilités	Score
C02 0028 40	A	B	A	3	2	3	18
B03 0004 00	A	C	A	3	1	3	9
B02 0013 00	A	C	A	3	1	3	9
R07 0036 30	A	C	B	3	1	2	6
C02 0021 40	A	A	A	3	3	3	27
R12 0004 60	A	B	C	3	2	1	6
C02 0016 40	A	C	A	3	1	3	9
R12 0003 50	A	A	B	3	3	2	18
R07 0028 30	B	C	A	2	1	3	6
C02 0010 40	B	A	A	2	3	3	18
R07 0030 30	B	B	B	2	2	2	8
R12 0001 60	C	C	B	1	1	2	2
T06 0004 30	C	C	C	1	1	1	1
R07 0008 31	C	A	A	1	3	3	9
R06 0012 30	C	A	A	1	3	3	9

Après ont faits le Pareto finale :

Couts	Score	Cumule	%Score	%cumul
C02 0021 40	27	27	17.42%	17.42%
C02 0028 40	18	45	11.61%	29.03%
R12 0003 50	18	63	11.61%	40.65%
C02 0010 40	18	81	11.61%	52.26%
B03 0004 00	9	90	5.81%	58.06%
B02 0013 00	9	99	5.81%	63.87%
C02 0016 40	9	108	5.81%	69.68%
R07 0008 31	9	117	5.81%	75.48%
R06 0012 30	9	126	5.81%	81.29%
R07 0030 30	8	134	5.16%	86.45%
R07 0036 30	6	140	3.87%	90.32%
R12 0004 60	6	146	3.87%	94.19%
R07 0028 30	6	152	3.87%	98.06%
R12 0001 60	2	154	1.29%	99.35%
T06 0004 30	1	155	0.65%	100%

Chapitre 3 : Résultats et discussion

Figure 11. Le Pareto finale de MP



Le Pareto finale détermine globalement et avec une haute précision les matières premières critiques qui nécessitent une grande attention pendant l'achat, la livraison, le délai de livraison, dans la gestion de stock et après dans le taux de rebut de production.

Nous aurions pu ajouter un quatrième critère qui est le volume et le poids de la matière première, mais ça prend beaucoup de temps pour l'étudier.

5.2 Optimisation de la planification des approvisionnements de la matière première :

L'optimisation de la planification des approvisionnements en matière première est un élément crucial dans la chaîne logistique pour garantir la continuité et l'efficacité du processus de production. Elle permet de réduire les coûts, d'améliorer la gestion des stocks et d'assurer une disponibilité constante des matériaux nécessaires à la fabrication.

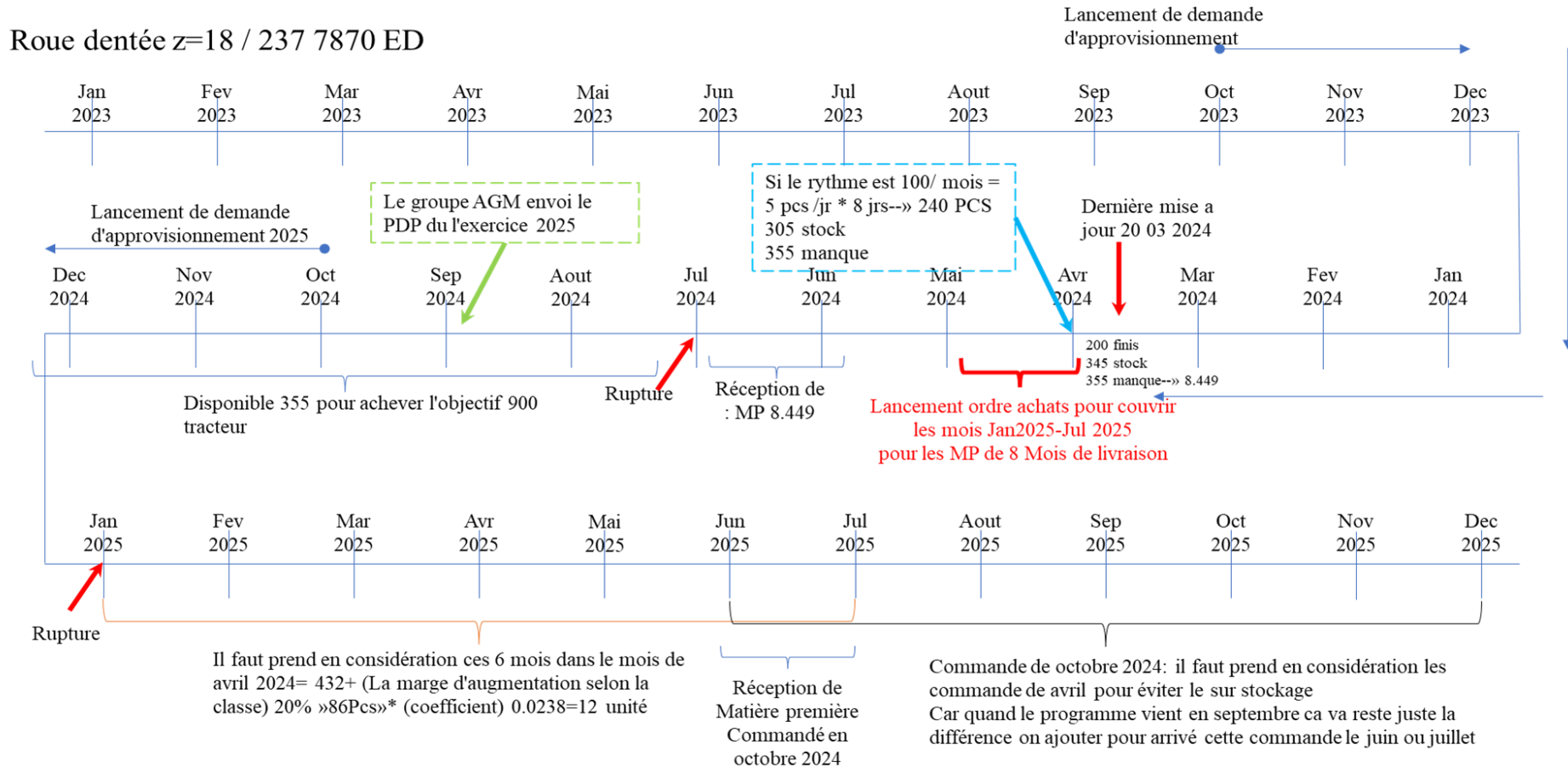
Dans ce cadre, il est essentiel de mettre en place des stratégies robustes et des méthodes de gestion avancées pour anticiper les besoins, minimiser les délais et éviter les ruptures.

Chapitre 3 : Résultats et discussion

Cette section explore l'approche MRP II pour optimiser la planification des approvisionnements, en mettant l'accent sur l'importance de l'analyse des données, de la prévision précise des demandes et de la coordination efficace avec les fournisseurs.

5.2.1 Cartographie d'approvisionnement optimisé :

Figure 12. Cartographie d'approvisionnement optimisé



Source: Réalisé par nos soins

Chapitre 3 : Résultats et discussion

La figure ci-dessus illustre les dates précises pour lancer les ordres d'achat avec les quantités correspondantes, dans le but d'éviter les ruptures de stock et les retards. Cet exemple porte sur une pièce spécifique, et cette méthode sera étendue à toutes les autres pièces à l'aide de l'outil MS Excel.

Le lancement d'achats pour l'exercice de 2024 est fait en octobre 2023, la livraison ça prend 8 mois, donc la réception doit être dans l'intervalle du mois Mai jusqu'à la moitié de juin 2024, la dernière mise à jour des données été en 20 mars 2024, il y a 200 pièces finis monté dans le tracteur, 345 pièces encoure et en stock pièces finis, et 355 pièces manque, après le calculs de manque brute et manque matière (Voire le tableau 10 ci-dessous) l'entreprise a besoin de 8,5 unité de MP pour atteindre l'objectif en 900 jusqu'à décembre 2024, le rythme de sous objectifs de montage de 100 tracteur/mois est défini le 20 mars 2024, donc ça reste 8 jours du 20 avril au 1 mai (sans compter les weekends) dans ces 8 jours l'entreprise fabrique théoriquement 40 pièces ça reste 305 pièces encours et stock pièces finis et 355 manque → 8.5 unité, supposons que l'entreprise reçu la matière première après 1 juillet car le 1 juillet c'est une date de rupture de stock, Cette approche suit le principe du « Juste-à-temps ». (pour éviter ce risque, dans les calculs sur Excel il faut prend en considération -30 jrs pour assurer la livraison à temps et réagir en cas de retard c.a.d. la date de rupture est dans 1 juin pas 1 juillet, le retard commence en 1 juin) dans ce cas l'entreprise peuvent continuer la production normale jusqu'à 30 décembre.

Une autre rupture est prévue dans 1 janvier 2025 pour faire face à cette rupture et réagir le responsable planification devrait lancer un ordre achat dans le mois d'avril, cette action va permettre de minimiser les couts de stockage et le temps de control et minimiser l'utilisation des outils de manutention, et garder la trésorerie pleine pour faire face au changement de la demande s'il y a des imprévues économique sur le marché clients ou concurrents, et éviter de stocker plus.

Le groupe AGM lance une demande a ETRAG au mois de septembre 2024, après les calculs des besoins et les demandes achats établie déjà en avril 2024, la différence et le reste peuvent être commandés pour continuer la production de juillet 2025 à décembre 2025. cette action va permettre aussi de commander la quantité exacte nécessaire et éviter les ruptures et les surstockages.

Chapitre 3 : Résultats et discussion

Si les prévisions sont erroné de cette façon : le programme est <800 tracteur/an, l'entreprise peuvent réagir sans aucun problème car elle achète la bonne quantité, mais le problème est dans le cas où le programme est de >800 tracteur / ans dans ce cas le planificateur et tous les directions concerné doit ajuster la fabrication d'un manière efficace, par exemple dans ces 6.5 mois va fabriquer avec une faible cadence 73 tracteurs / mois et faire cette sous objectif à 100% ou bien 80 tracteur/mois, c.a.d. 400 tracteurs dans 5 mois et le reste de dernier mois (73) faible rythme, en attendons la réception qui a été prévu le 20 juin 2025.

Chapitre 3 : Résultats et discussion

5.2.2 Le calcul des besoins de l'exercice 2024 :

Tableau 11. Calcul des besoins de l'exercice 2024

	C	M	N	O	P	S	T	U	V	W	X
1											
2	DESIGNATION	manque simple	matiere	coef mat	besoin mat brut	Délai de livraison J	La date de lancement prévu OA	Quantité a appro	Classe	Pourcentage	Marge d'augmentation
3	Ecrou cylindrique	-133	R07 0028 30	0.0066	-0.8778	240	01-10-23	0.88	B	10%	0.04
4	Arbre creux z=15	-190	R07 0030 30	0.081	-15.39	240	01-10-23	15.39	B	10%	0.77
5	Rondelle plate	-316	B02 0013 00	0.0023	-0.7268	240	01-10-23	0.73	A	20%	0.15
6	Rondelle plate	-207	B03 0004 00	0.0041	-0.8487	240	01-10-23	0.85	A	20%	0.17
7	Porte manchon	-582	R07 0036 30	0.01	-5.82	240	01-10-23	5.82	A	20%	1.16
8	Bague d'ecart	-365	T06 0004 30	0.0036	-1.314	240	01-10-23	1.31	C	5%	0.07
9	Roue dentee	-381	C02 0010 40	0.0142	-5.4102	240	01-10-23	5.41	B	10%	0.27
10	Roue dentee	-185	C02 0016 40	0.0277	-5.1245	240	01-10-23	5.12	A	20%	1.02
11	Roue dentee z=32	-88	C02 0021 40	0.0232	-2.0416	240	01-10-23	2.04	A	20%	0.41
12	Axe de fourchette (1-2 vitesse)	-208	R06 0012 30	0.1111	-23.1088	240	01-10-23	23.11	C	5%	1.16
13	Roue dentee z=18	-355	C02 0010 40	0.0238	-8.449	240	01-10-23	8.45	B	10%	0.42
14	Roue dentee z=40	-347	C02 0021 40	0.0312	-10.8264	240	01-10-23	10.83	A	20%	2.17
15	Arbre de transmission	-69	R07 0008 31	0.3333	-22.9977	240	01-10-23	23.00	C	5%	1.15
16	Arbre (Marche arrière)	-111	R12 0001 60	0.027	-2.997	240	01-10-23	3.00	C	5%	0.15
17	Roue dentee	-357	C02 0010 40	0.025	-8.925	240	01-10-23	8.93	B	10%	0.45
18	Roue dentee z=36	-155	C02 0021 40	0.0277	-4.2935	240	01-10-23	4.29	A	20%	0.86
19	Axe de fourchette (3-4 vitesse)	-176	R06 0012 30	0.125	-22	240	01-10-23	22.00	C	5%	1.10
20	Axe de fourchette (marche arr)	-173	R06 0012 30	0.1111	-19.2203	240	01-10-23	19.22	C	5%	0.96
21	Roue dentee	-182	C02 0010 40	0.0135	-2.457	240	01-10-23	2.46	B	10%	0.12

	C	X	Y	Z	AA	AB	AC	AD	AE
1				Combien de temps peut-il tenir ?					
2	DESIGNATION	Marge d'augmentation	Quantité a appro finals jusqu'à dec 2024	Alert Dernier délai mois	Alert dernier délai JRS	Date de réception prévu	Date dernier délai	JAT	Réception (simulation)
3	Ecrou cylindrique	0.04	1.04	5.17	155	28-05-24	23-07-24	22-08-24	02-06-24
4	Arbre creux z=15	0.77	16.77	5.1	153	28-05-24	21-07-24	20-08-24	03-06-24
5	Rondelle plate	0.15	1.15	3.34	100	28-05-24	29-05-24	28-06-24	30-05-24
6	Rondelle plate	0.17	1.17	5.465	164	28-05-24	31-07-24	30-08-24	05-06-24
7	Porte manchon	1.16	7.16	4.09	123	28-05-24	20-06-24	20-07-24	06-06-24
8	Bague d'ecart	0.07	2.07	4.675	140	28-05-24	08-07-24	07-08-24	07-06-24
9	Roue dentee	0.27	6.27	3.19	96	28-05-24	24-05-24	23-06-24	08-06-24
10	Roue dentee	1.02	7.02	4.89	147	28-05-24	14-07-24	13-08-24	09-06-24
11	Roue dentee z=32	0.41	3.41	6.12	184	28-05-24	20-08-24	19-09-24	10-06-24
12	Axe de fourchette (1-2 vitesse)	1.16	25.16	4.42	133	28-05-24	30-06-24	30-07-24	11-06-24
13	Roue dentee z=18	0.42	9.42	3.45	104	28-05-24	01-06-24	01-07-24	12-06-24
14	Roue dentee z=40	2.17	13.17	3.53	106	28-05-24	03-06-24	03-07-24	13-06-24
15	Arbre de transmission	1.15	24.15	5.81	174	28-05-24	11-08-24	10-09-24	14-06-24
16	Arbre (Marche arrière)	0.15	3.15	5.89	177	28-05-24	13-08-24	12-09-24	15-06-24
17	Roue dentee	0.45	9.45	3.43	103	28-05-24	31-05-24	30-06-24	16-06-24
18	Roue dentee z=36	0.86	5.86	3.2	96	28-05-24	25-05-24	24-06-24	17-06-24
19	Axe de fourchette (3-4 vitesse)	1.10	23.10	4.74	142	28-05-24	10-07-24	09-08-24	18-06-24
20	Axe de fourchette (marche arr)	0.96	20.96	4.77	143	28-05-24	11-07-24	10-08-24	19-06-24
21	Roue dentee	0.12	3.12	5.18	155	28-05-24	23-07-24	22-08-24	20-06-24

Source: Réalisé par nos soins

Chapitre 3 : Résultats et discussion

La question dans le tableau ci-dessus « Combien de temps peut-il tenir ? », c.a.d. quel est la date prévisible de situation de rupture, l'objectif de cette question est de déterminer la date exacte pour calculer le seuil d'alerte pour réagir rapidement et éviter la situation de rupture.

La case en rouge indique que cette matière première a un risque élevé de retard qui va engendrer peut-être des arrêts de production, mais elle est dans la classe B, ETRAG peut traiter ce problème.

La quantité à approvisionner exacte et la date exacte à approvisionner est comme suite :

On utilisons la fonction Sous-total dans Excel :

Tableau 12. Résultats finals des MP à approvisionner

Ref	Quantité à approvisionner finals jusqu'à déc. 2024	Date de lancement de DA
B02 0013 00	1.15	01-10-23
B03 0004 00	1.17	01-10-23
C02 0010 40	28.26	01-10-23
C02 0016 40	7.02	01-10-23
C02 0021 40	22.43	01-10-23
R06 0012 30	69.22	01-10-23
R07 0008 31	24.15	01-10-23
R07 0028 30	1.04	01-10-23
R07 0030 30	16.77	01-10-23
R07 0036 30	7.16	01-10-23
R12 0001 60	3.15	01-10-23
T06 0004 30	2.07	01-10-23

Le tableau final des quantités de matière première a commandé avec la date de lancement du demande achats.

Ce type de programme est standard dans l'entreprise ETRAG, l'achats est fait pour l'année complet une fois, ça va engendrer des coûts de stockage supplémentaires.

Chapitre 3 : Résultats et discussion

5.2.3 Le calcul des besoins de l'exercice 2025 (Optimisé) :

Tableau 13. Calcul des besoins en matière première Ex2025

	C	AF	AG	AH	AI	AJ	AK
1							Couvrir le programme de Jan-J
2	DESIGNATION	Prévisions 800 tracteur	Classe	Marge d'augmentation	L'objectif prévu/11 mois	quantité prévu a fabriquer * 6.5 mois Jan- Jul	Marge d'augmentation Stock sécurité 20% / 10%/ 5%
3	Ecrou cylindrique	800	B	10%	73	473	47
4	Arbre creux z=15	800	B	10%	73	473	47
5	Rondelle plate	800	A	20%	73	473	95
6	Rondelle plate	1600	A	20%	145	945	189
7	Porte manchon	1600	A	20%	145	945	189
8	Bague d'ecart	1600	C	5%	145	945	47
9	Roue dentee	800	B	10%	73	473	47
10	Roue dentee	800	A	20%	73	473	95
11	Roue dentee z=32	800	A	20%	73	473	95
12	Axe de fourchette (1-2 vitesse)	800	C	5%	73	473	24
13	Roue dentee z=18	800	B	10%	73	473	47
14	Roue dentee z=40	800	A	20%	73	473	95
15	Arbre de transmission	800	C	5%	73	473	24
16	Arbre (Marche arrière)	800	C	5%	73	473	24
17	Roue dentee	800	B	10%	73	473	47
18	Roue dentee z=36	800	A	20%	73	473	95
19	Axe de fourchette (3-4 vitesse)	800	C	5%	73	473	24
20	Axe de fourchette (marche arr)	800	C	5%	73	473	24
21	Roue dentee	800	B	10%	73	473	47
22	Roue dentee z=51	800	A	20%	73	473	95
23	Roue dentee jumelle	800	A	20%	73	473	95
24	Roue dentée z=38	800	A	20%	73	473	95
25	Manchon de commande	800	B	10%	73	473	47
26	Pignon d'attaque	800	A	20%	73	473	95
27	Pignon baladeur	800	B	10%	73	473	47
28	Arbre creux	800	A	20%	73	473	95
29	Manchon de commande	1600	B	10%	145	945	95

Dans la première étape, les matières ont été reclassées selon leur propre classe, et deviser le programme directeur de production sur les mois pour trouver le nombre de tracteur à fabriqué pendant les mois Jan 2025-juin 2025, ensuit les multiplier * 6.5 c.a.d. 6mois et 15 jrs. Après ça, enfin, la marge d'augmentation sera calculée en fonction de la classe.

Chapitre 3 : Résultats et discussion

Tableau 14. Calcul des besoins en matière première Ex2025

	C	AK	AL	AM	AN	AO	AP
1	Couvrir le programme de Jan-Jul 2025						
2	DESIGNATION	Marge d'augmentation Stock sécurité 20% / 10% / 5%	quantité + marge d'augmentation	commande pour janvier- 15 juin	La date de lancement de OA	Date de réception prévue	Répture
3	Ecrou cylindrique	47	520	4	14-04-24	10-12-24	01-01-25
4	Arbre creux z=15	47	520	43	14-04-24	10-12-24	01-01-25
5	Rondelle plate	95	567	2	14-04-24	10-12-24	01-01-25
6	Rondelle plate	189	1135	5	14-04-24	10-12-24	01-01-25
7	Porte manchon	189	1135	12	14-04-24	10-12-24	01-01-25
8	Bague d'ecart	47	993	4	14-04-24	10-12-24	01-01-25
9	Roue dentee	47	520	8	14-04-24	10-12-24	01-01-25
10	Roue dentee	95	567	16	14-04-24	10-12-24	01-01-25
11	Roue dentee z=32	95	567	14	14-04-24	10-12-24	01-01-25
12	Axe de fourchette (1-2 vitesse)	24	496	56	14-04-24	10-12-24	01-01-25
13	Roue dentee z=18	47	520	13	14-04-24	10-12-24	01-01-25
14	Roue dentee z=40	95	567	18	14-04-24	10-12-24	01-01-25
15	Arbre de transmission	24	496	166	14-04-24	10-12-24	01-01-25
16	Arbre (Marche arrière)	24	496	14	14-04-24	10-12-24	01-01-25
17	Roue dentee	47	520	13	14-04-24	10-12-24	01-01-25
18	Roue dentee z=36	95	567	16	14-04-24	10-12-24	01-01-25
19	Axe de fourchette (3-4 vitesse)	24	496	63	14-04-24	10-12-24	01-01-25
20	Axe de fourchette (marche arr)	24	496	56	14-04-24	10-12-24	01-01-25
21	Roue dentee	47	520	8	14-04-24	10-12-24	01-01-25
22	Roue dentee z=51	95	567	17	14-04-24	10-12-24	01-01-25
23	Roue dentee jumelle	95	567	23	14-04-24	10-12-24	01-01-25
24	Roue dentée z=38	95	567	14	14-04-24	10-12-24	01-01-25
25	Manchon de commande	47	520	11	14-04-24	10-12-24	01-01-25
26	Pignon d'attaque	95	567	52	14-04-24	10-12-24	01-01-25
27	Pignon baladeur	47	520	10	14-04-24	10-12-24	01-01-25
28	Arbre creux	95	567	82	14-04-24	10-12-24	01-01-25
29	Manchon de commande	95	1040	23	14-04-24	10-12-24	01-01-25

Si le fournisseur ne respecte pas toujours les délais, une autre étude doit être faire, c'est de calculer l'historique des retards de ce fournisseur et calculer la moyenne, le résultat peuvent considérer comme prévision de retard de livraison, et le prend en considération. Peut-être le lancement de demande d'achat, fait après avril.

Le planificateur doit s'assurer que le fournisseur ne fait pas un retard majeur car la différence de date de réception prévu et le point de rupture et très proche (20 jours).

Chapitre 3 : Résultats et discussion

Figure 13. Résultats finals de MP a approvisionner pour Ex 2025

Ref	Commandes pour janvier- 15 juin	La date de lancement de OA
B02 0013 00	2	14-04-24
B03 0004 00	5	14-04-24
C02 0010 40	86	14-04-24
C02 0016 40	16	14-04-24
C02 0021 40	62	14-04-24
C02 0028 40	40	14-04-24
R06 0012 30	175	14-04-24
R07 0008 31	166	14-04-24
R07 0028 30	4	14-04-24
R07 0030 30	43	14-04-24
R07 0036 30	12	14-04-24
R12 0001 60	14	14-04-24
R12 0003 50	82	14-04-24
R12 0004 60	52	14-04-24
T06 0004 30	4	14-04-24

5.3 Synthèse

Cette optimisation va permettre :

- Une stabilité dans le service achats.
- Minimiser les couts de stockage : en planifiant précisément les approvisionnements, tu as minimisé les coûts liés aux excès ou aux manques de stock. Cela a également permis d'éviter les coûts supplémentaires dus aux commandes urgentes ou aux interruptions de production.
- Minimiser les couts de manutention.
- Garder la trésorière dans l'équilibre économique.
- Efficacité accrue : Grâce à l'analyse ABC et à l'optimisation, tu as identifié les articles les plus critiques et optimisé leur gestion. Cela a permis de réduire les coûts de stockage et d'améliorer la disponibilité des articles importants.
- Amélioration de la planification : Les dates et les quantités d'approvisionnement prédéfinies assurent une meilleure prévisibilité et une stabilité dans la gestion des stocks. Cela facilite également la planification financière et opérationnelle.
- Optimisation des ressources : La gestion optimisée des stocks permet une meilleure utilisation des ressources, tant en termes d'espace de stockage que de liquidités immobilisées dans les stocks et minimiser les couts de manutention.

Chapitre 3 : Résultats et discussion

En conclusion, l'optimisation et la gestion de stock mis en place ont permis d'atteindre un équilibre optimal entre les coûts et la disponibilité des articles, améliorant ainsi l'efficacité globale de la chaîne d'approvisionnement. Cela a conduit à une gestion plus rationnelle et prévisible des stocks.

6 Optimisation de gestion de production et planification de fabrication :

L'optimisation de la production de la boîte de vitesses repose sur la gestion des pièces critiques à fabriquer. Pour ce faire, la même méthode d'optimisation des stocks peut être mise en place, en utilisant l'outil Pareto ABC pour établir une priorisation selon deux critères.:

- La durée de fabrication de chaque pièce.
- Le nombre des opérations de chaque pièce.

Les classes :

- **A : les pièces critique :**
 - Contrôle qualité à 100%.
 - Minimiser le taux de rebut $\leq 2\%$.
 - Respect des délais de fabrication.
 - Une rupture de stock de ces pièces pourrait arrêter la production ou causer des interruptions significatives au niveau de ATC.
- **Classe B : Les matières importantes mais non critiques**
 - Minimiser le taux de rebut $\leq 3\%$, Ça veut dire que : $\frac{\text{Nombre des pièces reçus conformes}}{\text{Nombre total de produits reçus}} \geq 97\%$.
 - Le control de réception est par échantillon.
 - Suivi Périodique des Stocks : Effectuer des vérifications régulières des niveaux de stock, mais avec une fréquence moindre que pour les pièces de classe A.
- **Classe C : Matières premières de moindre importance**
 - Minimiser le taux de rebut $\leq 5\%$.
 - Ils sont souvent disponibles en grande quantité et leur fabrication facile.
 - Ces pièces probabilité d'augmentation de taux de rebut est faible.
 - La gestion de ces stocks est plus flexible, avec un risque faible en cas de rupture.
 - Le volume de ces pièces sont petits donc une fabrication de masse est faite.
 - Le control de qualité est par échantillon.

Chapitre 3 : Résultats et discussion

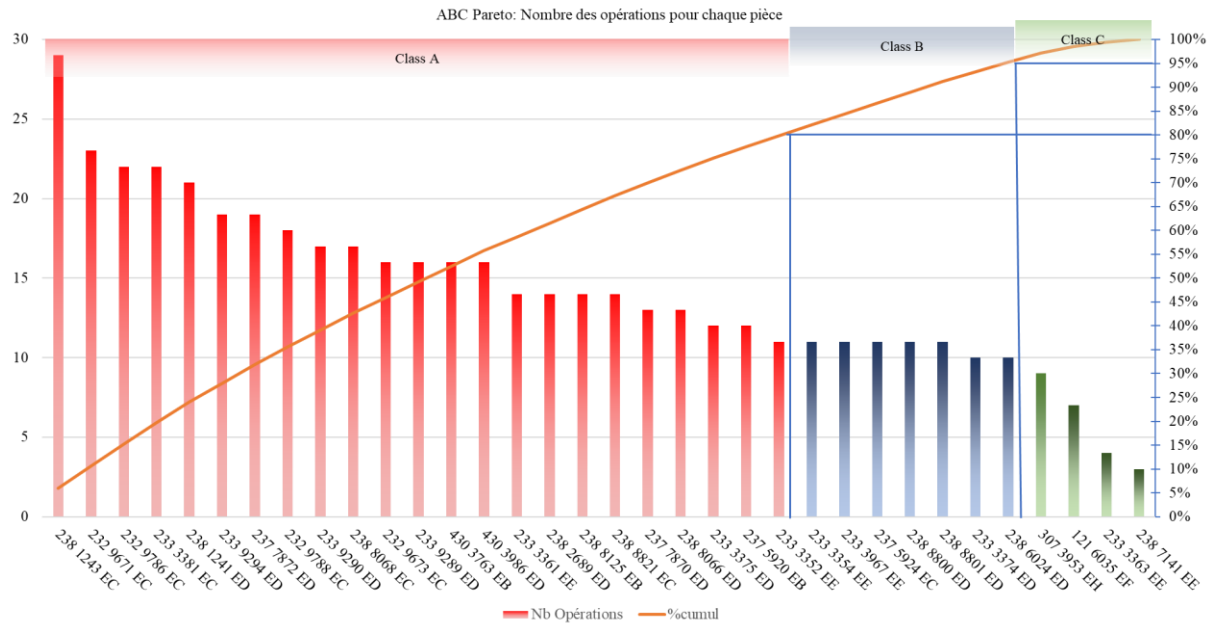
6.1 Le Pareto « ABC » nombre des opérations des pièces fabriquées finis :

Tableau 15. Analyse Pareto Nb des opérations pièce fabriqué finis

Art.	Désignation art	Produit	Nb Opérations	Cumul	% Operations	%Cumul
238 1243 EC	Arbre creux	Fini	29	29	5.97%	5.97%
232 9671 EC	Arbre creux z=15	Fini	23	52	4.73%	10.70%
232 9786 EC	Roue dentée jumelle	Fini	22	74	4.53%	15.23%
233 3381 EC	Pignon d'attaque	Fini	22	96	4.53%	19.75%
238 1241 ED	Arbre de transmission	Fini	21	117	4.32%	24.07%
233 9294 ED	Roue dentée z=32	Fini	19	136	3.91%	27.98%
237 7872 ED	Roue dentée z=40	Fini	19	155	3.91%	31.89%
232 9788 EC	Roue dentée z=38	Fini	18	173	3.70%	35.60%
233 9290 ED	Roue dentée	Fini	17	190	3.50%	39.09%
238 8068 EC	Roue dentée z=36	Fini	17	207	3.50%	42.59%
232 9673 EC	Roue dentée z=51	Fini	16	223	3.29%	45.88%
233 9289 ED	Pignon baladeur	Fini	16	239	3.29%	49.18%
430 3763 EB	Fourchette de commande	Fini	16	255	3.29%	52.47%
430 3986 ED	Roue dentée	Fini	16	271	3.29%	55.76%
233 3361 EE	Porte manchon	Fini	14	285	2.88%	58.64%
238 2689 ED	Arbre	Fini	14	299	2.88%	61.52%
238 8125 EB	Fourchette de commande	Fini	14	313	2.88%	64.40%
238 8821 EC	Fourchette de commande	Fini	14	327	2.88%	67.28%
237 7870 ED	Roue dentée z=18	Fini	13	340	2.67%	69.96%
238 8066 ED	Roue dentée	Fini	13	353	2.67%	72.63%
233 3375 ED	Roue dentée	Fini	12	365	2.47%	75.10%
237 5920 EB	Fourchette de commande	Fini	12	377	2.47%	77.57%
233 3352 EE	Rondelle plate	Fini	11	388	2.26%	79.84%
233 3354 EE	Rondelle plate	Fini	11	399	2.26%	82.10%
233 3967 EE	Rondelle plate	Fini	11	410	2.26%	84.36%
237 5924 EC	Axe de fourchette	Fini	11	421	2.26%	86.63%
238 8800 ED	Axe de fourchette	Fini	11	432	2.26%	88.89%
238 8801 ED	Axe de fourchette	Fini	11	443	2.26%	91.15%
233 3374 ED	Manchon de commande	Fini	10	453	2.06%	93.21%
238 6024 ED	Manchon de commande	Fini	10	463	2.06%	95.27%
307 3953 EH	Carter embrayage c6807	Fini	9	472	1.85%	97.12%
121 6035 EF	Écrou cylindrique	Fini	7	479	1.44%	98.56%
233 3363 EE	Bague d'écart	Fini	4	483	0.82%	99.38%
238 7141 EE	Tôle de réglage	Fini	3	486	0.62%	100%

Chapitre 3 : Résultats et discussion

Figure 14. Diagramme Pareto ABC, NB opérations des pièces finis



Les pièces de la classe A sont des pièces qui nécessitent des plans détaillés et maîtrisés le processus de fabrication de ces pièces car le processus est très compliqué, après l'étape de priorisation des pièces finies selon leurs opérations.

6.2 Le Pareto « ABC » nombre des opérations des pièces fabriquées brute forge :

Tableau 16. Tableau de priorisation des pièces brute forge selon le nombre des opérations

Art.	Désignation art	Produit	Operations
339 3121 RD	Arbre creux	Semi-fini	9
232 5272 RE	Manchon de commande	Semi-fini	7
233 3962 RD	Roue dentée	Semi-fini	7
233 3972 RE	Roue dentée	Semi-fini	7
233 3973 RD	Roue dentée	Semi-fini	7
233 3975 RE	Roue dentée	Semi-fini	7
233 3976 RD	Roue dentée	Semi-fini	7
233 3977 RD	Roue dentée	Semi-fini	7
233 3978 RD	Roue dentée	Semi-fini	7
233 3979 RD	Roue dentée	Semi-fini	7
233 3988 RD	Roue dentée	Semi-fini	7
233 3991 RE	Roue dentée	Semi-fini	7
233 3992 RE	Roue dentée	Semi-fini	7
233 3994 RD	Pignon d'attaque	Semi-fini	7
233 5283 RD	Manchon de commande	Semi-fini	7
307 2863 RD	Roue dentée	Semi-fini	7

Chapitre 3 : Résultats et discussion

Ce tableau montre que les pièces ont presque le même nombre d'opérations, à l'exception de la première, ce qui rend la gestion de la production de ces matières premières simple et moins complexe. De plus, les types d'opérations mécaniques sont les mêmes, ce qui permet de travailler ces pièces en série dans une zone de fabrication de type "Flow shop". Après la priorisation des pièces brutes, nous passons au deuxième critère : la durée de fabrication.

6.3 La priorisation des pièces fabriquées finis, durée globale de fabrication:

Cette étape va prioriser les pièces qui ont une longue durée ce qui traduit que le délai de livraison de cette matière première vers l'entreprise ATC n'accepte pas le retard, aussi le taux de rebut NON CORRECTIVE est inacceptable.

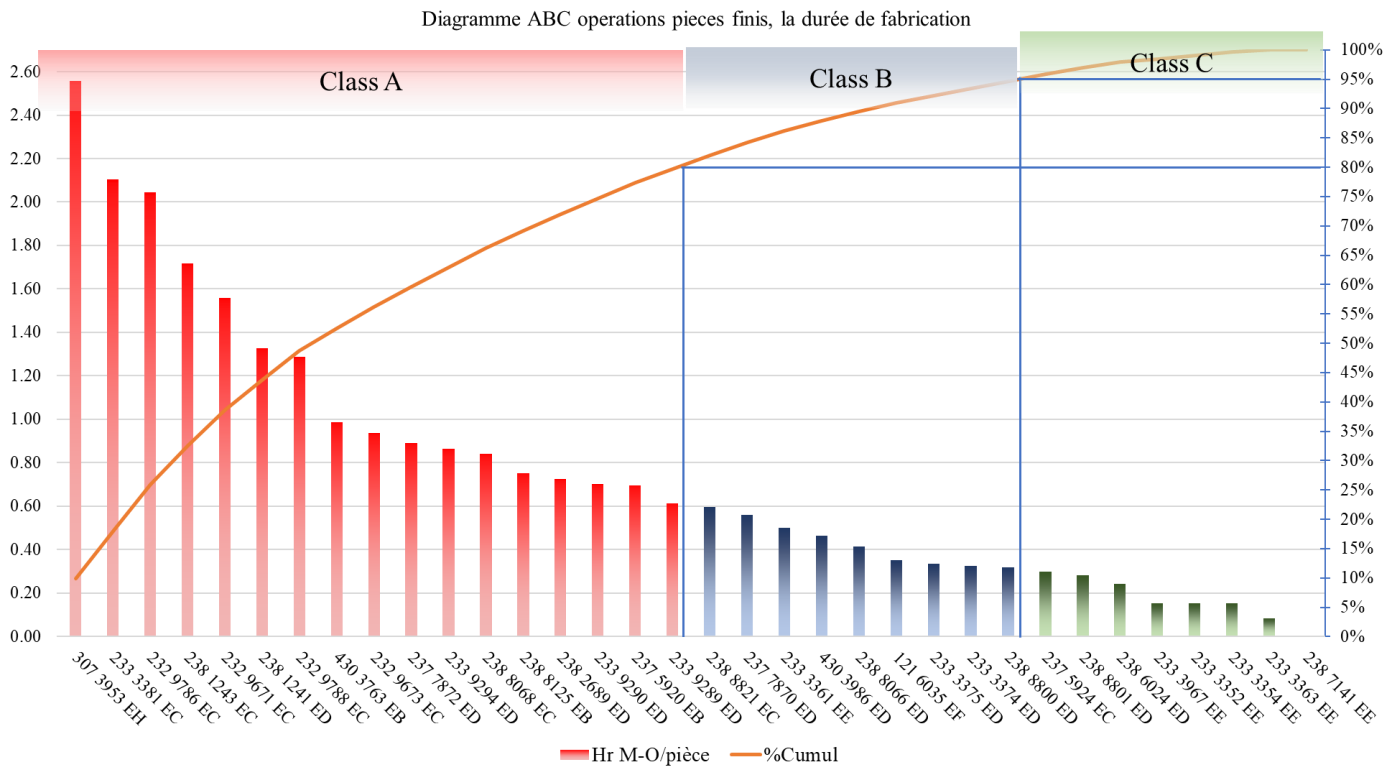
Tableau 17. Analyse ABC des pièces finis, durée de fabrication

Art.	Désignation art	Hr /pièce	Cumule	% Hr /Pièce	%Cumul
307 3953 EH	Carter embrayage c6807	2.56	2.56	9.889%	9.889%
233 3381 EC	Pignon d'attaque	2.10	4.66	8.143%	18.031%
232 9786 EC	Roue dentée jumelle	2.05	6.71	7.913%	25.945%
238 1243 EC	Arbre creux	1.72	8.43	6.649%	32.593%
232 9671 EC	Arbre creux z=15	1.56	9.98	6.026%	38.620%
238 1241 ED	Arbre de transmission	1.33	11.31	5.138%	43.758%
232 9788 EC	Roue dentée z=38	1.29	12.60	4.977%	48.735%
430 3763 EB	Fourchette de commande	0.99	13.59	3.821%	52.556%
232 9673 EC	Roue dentée z=51	0.94	14.52	3.623%	56.179%
237 7872 ED	Roue dentée z=40	0.89	15.41	3.449%	59.628%
233 9294 ED	Roue dentée z=32	0.86	16.28	3.342%	62.970%
238 8068 EC	Roue dentée z=36	0.84	17.12	3.259%	66.229%
238 8125 EB	Fourchette de commande	0.75	17.87	2.910%	69.139%
238 2689 ED	Arbre	0.73	18.60	2.810%	71.949%
233 9290 ED	Roue dentée	0.70	19.30	2.711%	74.660%
237 5920 EB	Fourchette de commande	0.70	19.99	2.692%	77.353%
233 9289 ED	Pignon baladeur	0.61	20.61	2.376%	79.728%
238 8821 EC	Fourchette de commande	0.60	21.20	2.304%	82.032%
237 7870 ED	Roue dentée z=18	0.56	21.76	2.164%	84.196%
233 3361 EE	Porte manchon	0.50	22.27	1.942%	86.138%
430 3986 ED	Roue dentée	0.47	22.73	1.802%	87.940%
238 8066 ED	Roue dentée	0.42	23.15	1.606%	89.546%
121 6035 EF	Écrou cylindrique	0.35	23.50	1.367%	90.913%
233 3375 ED	Roue dentée	0.33	23.83	1.291%	92.204%
233 3374 ED	Manchon de commande	0.33	24.16	1.262%	93.467%
238 8800 ED	Axe de fourchette	0.32	24.48	1.235%	94.702%
237 5924 EC	Axe de fourchette	0.30	24.78	1.159%	95.860%

Chapitre 3 : Résultats et discussion

238 8801 ED	Axe de fourchette	0.28	25.06	1.091%	96.952%
238 6024 ED	Manchon de commande	0.24	25.31	0.945%	97.897%
233 3967 EE	Rondelle plate	0.15	25.46	0.592%	98.488%
233 3352 EE	Rondelle plate	0.15	25.61	0.591%	99.079%
233 3354 EE	Rondelle plate	0.15	25.76	0.591%	99.670%
233 3363 EE	Bague d'écart	0.08	25.85	0.322%	99.992%
238 7141 EE	Tôle de réglage	0.00	25.85	0.008%	100%

Figure 15. Diagramme ABC opérations pièces finis, la durée de fabrication



Chapitre 3 : Résultats et discussion

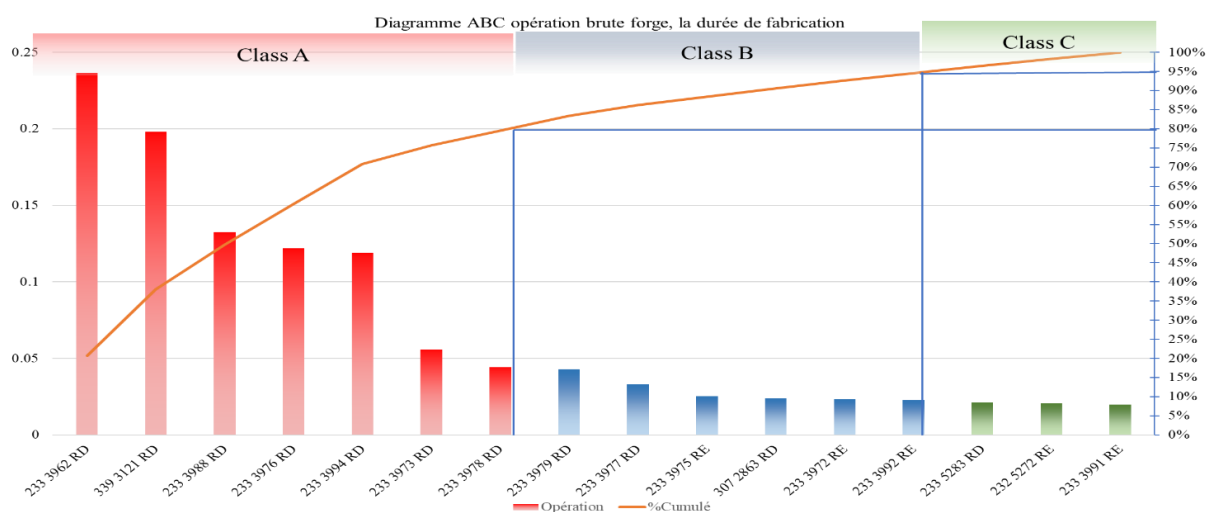
6.4 La priorisation des pièces brute forge, durée globale de fabrication :

Prochaine étape est de prioriser les pièces brutes selon leur durée de fabrication au sein de l'atelier forge.

Tableau 18. Priorisation des pièces brute forge, durée globale de fabrication

Art.	Désignation art	Produit	Opération	Cumul	% Opération	% Cumulé
233 3962 RD	Roue dentée	Semi-fini	0.2364	0.2364	20.73%	20.73%
339 3121 RD	Arbre creux	Semi-fini	0.19813	0.43453	17.37%	38.10%
233 3988 RD	Roue dentée	Semi-fini	0.13239	0.56692	11.61%	49.70%
233 3976 RD	Roue dentée	Semi-fini	0.12186	0.68878	10.68%	60.39%
233 3994 RD	Pignon d'attaque	Semi-fini	0.11889	0.80767	10.42%	70.81%
233 3973 RD	Roue dentée	Semi-fini	0.05572	0.86339	4.89%	75.69%
233 3978 RD	Roue dentée	Semi-fini	0.04409	0.90748	3.87%	79.56%
233 3979 RD	Roue dentée	Semi-fini	0.04296	0.95044	3.77%	83.33%
233 3977 RD	Roue dentée	Semi-fini	0.03296	0.9834	2.89%	86.22%
233 3975 RE	Roue dentée	Semi-fini	0.02542	1.00882	2.23%	88.44%
307 2863 RD	Roue dentée	Semi-fini	0.02389	1.03271	2.09%	90.54%
233 3972 RE	Roue dentée	Semi-fini	0.02343	1.05614	2.05%	92.59%
233 3992 RE	Roue dentée	Semi-fini	0.02279	1.07893	2.00%	94.59%
233 5283 RD	Manchon de commande	Semi-fini	0.021	1.09993	1.84%	96.43%
232 5272 RE	Manchon de commande	Semi-fini	0.0209	1.12083	1.83%	98.26%
233 3991 RE	Roue dentée	Semi-fini	0.01979	1.14062	1.74%	100.00%
Total			1.14062		100%	

Figure 16. Diagramme ABC opérations brute forge, la durée de fabrication



Chapitre 3 : Résultats et discussion

6.5 Interprétation Brute forge :

Les deux analyses sur les matériaux forge explique que les pièces qui présent dans le tableau ci-dessous, les premières à être prioritaires dans la fabrication sont les pièces de classe A, car leur processus prend plus de temps que celui des pièces de classe B et C. c.a.d. que dans la planification en prend en considération le manque après les classements pièces brute.

L'interprétation est faite comme suite :

Tableau 19. Tableau d'interprétation des pièces brute forge

Durée des opérations							Le nombre des opérations			
Art.	Désignation art.	Produit	Opératic	Cumul	% Opérat	%Cumul	Art.	Désignation art.	produit	Opératic
233 3962 RD	Roue dentée	Semi-fini	0.2364	0.2364	20.73%	20.73%	339 3121 RD	Arbre creux	Semi-fini	9
339 3121 RD	Arbre creux	Semi-fini	0.19813	0.43453	17.37%	38.10%	233 3962 RD	Roue dentée	Semi-fini	7
233 3988 RD	Roue dentee	Semi-fini	0.13239	0.56692	11.61%	49.70%	233 3973 RD	Roue dentee	Semi-fini	7
233 3976 RD	Roue dentee	Semi-fini	0.12186	0.68878	10.68%	60.39%	233 3976 RD	Roue dentee	Semi-fini	7
233 3994 RD	Pignon d'attaque	Semi-fini	0.11889	0.80767	10.42%	70.81%	233 3978 RD	Roue dentee	Semi-fini	7
233 3973 RD	Roue dentee	Semi-fini	0.05572	0.86339	4.89%	75.69%	233 3988 RD	Roue dentee	Semi-fini	7
233 3978 RD	Roue dentee	Semi-fini	0.04409	0.90748	3.87%	79.56%	233 3994 RD	Pignon d'attaque	Semi-fini	7
233 3979 RD	Roue dentee	Semi-fini	0.04296	0.95044	3.77%	83.33%	232 5272 RE	Manchon de commande	Semi-fini	7
233 3977 RD	Roue dentee	Semi-fini	0.03296	0.9834	2.89%	86.22%	233 3972 RE	Roue dentee	Semi-fini	7
233 3975 RE	Roue dentee	Semi-fini	0.02542	1.00882	2.23%	88.44%	233 3975 RE	Roue dentee	Semi-fini	7
307 2863 RD	Roue dentee	Semi-fini	0.02389	1.03271	2.09%	90.54%	233 3977 RD	Roue dentee	Semi-fini	7
233 3972 RE	Roue dentee	Semi-fini	0.02343	1.05614	2.05%	92.59%	233 3979 RD	Roue dentee	Semi-fini	7
233 3992 RE	Roue dentee	Semi-fini	0.02279	1.07893	2.00%	94.59%	233 3991 RE	Roue dentee	Semi-fini	7
233 5283 RD	Manchon de commande	Semi-fini	0.021	1.09993	1.84%	96.43%	233 3992 RE	Roue dentee	Semi-fini	7
232 5272 RE	Manchon de commande	Semi-fini	0.0209	1.12083	1.83%	98.26%	233 5283 RD	Manchon de commande	Semi-fini	7
233 3991 RE	Roue dentee	Semi-fini	0.01979	1.14062	1.74%	100.00%	307 2863 RD	Roue dentee	Semi-fini	7

Les pièces qui sont à l'intérieur de rectangle rouge sont les pièces brute critique qui a besoins d'un traitement spécial et commencer avec ces pièces la fabrication puis les stocké, et il faut un suivi continue et rigoureux sur le stock de ces pièces.

6.6 Interprétation pièces finis :

On va faire le même système qu'on a fait dans le ABC final dans l'optimisation des approvisionnements. Calculer Le score dans le tableau ci-dessous.

Chapitre 3 : Résultats et discussion

Tableau 20. Calcul du score des pièces finis

Réf	Désignation	Nombre des opérations	Durée des opérations	Score nb des opérations	Score Durée	Nb X D
307 3953 EH	Carter embrayage c6807	C	A	1	3	3
233 3381 EC	Pignon d'attaque	A	A	3	3	9
232 9786 EC	Roue dentée jumelle	A	A	3	3	9
238 1243 EC	Arbre creux	A	A	3	3	9
232 9671 EC	Arbre creux z=15	A	A	3	3	9
238 1241 ED	Arbre de transmission	A	A	3	3	9
232 9788 EC	Roue dentée z=38	A	A	3	3	9
430 3763 EB	Fourchette de commande	A	A	3	3	9
232 9673 EC	Roue dentée z=51	A	A	3	3	9
237 7872 ED	Roue dentée z=40	A	A	3	3	9
233 9294 ED	Roue dentée z=32	A	A	3	3	9
238 8068 EC	Roue dentée z=36	A	A	3	3	9
238 8125 EB	Fourchette de commande	A	A	3	3	9
238 2689 ED	Arbre	A	A	3	3	9
233 9290 ED	Roue dentée	A	A	3	3	9
237 5920 EB	Fourchette de commande	A	A	3	3	9
233 9289 ED	Pignon baladeur	A	A	3	3	9
238 8821 EC	Fourchette de commande	A	B	3	2	6
237 7870 ED	Roue dentée z=18	A	B	3	2	6
233 3361 EE	Porte manchon	A	B	3	2	6
430 3986 ED	Roue dentée	A	B	3	2	6
238 8066 ED	Roue dentée	A	B	3	2	6
121 6035 EF	Écrou cylindrique	C	B	1	2	2
233 3375 ED	Roue dentée	A	B	3	2	6
233 3374 ED	Manchon de commande	B	B	2	2	4

Chapitre 3 : Résultats et discussion

238 8800 ED	Axe de fourchette	B	B	2	2	4
237 5924 EC	Axe de fourchette	B	C	2	1	2
238 8801 ED	Axe de fourchette	B	C	2	1	2
238 6024 ED	Manchon de commande	B	C	2	1	2
233 3967 EE	Rondelle plate	B	C	2	1	2
233 3352 EE	Rondelle plate	A	C	3	1	3
233 3354 EE	Rondelle plate	B	C	2	1	2
233 3363 EE	Bague d'écart	C	C	1	1	1
238 7141 EE	Tôle de réglage	C	C	1	1	1

Le ABC finale :

Tableau 21. Analyse ABC final des pièces fabriquée

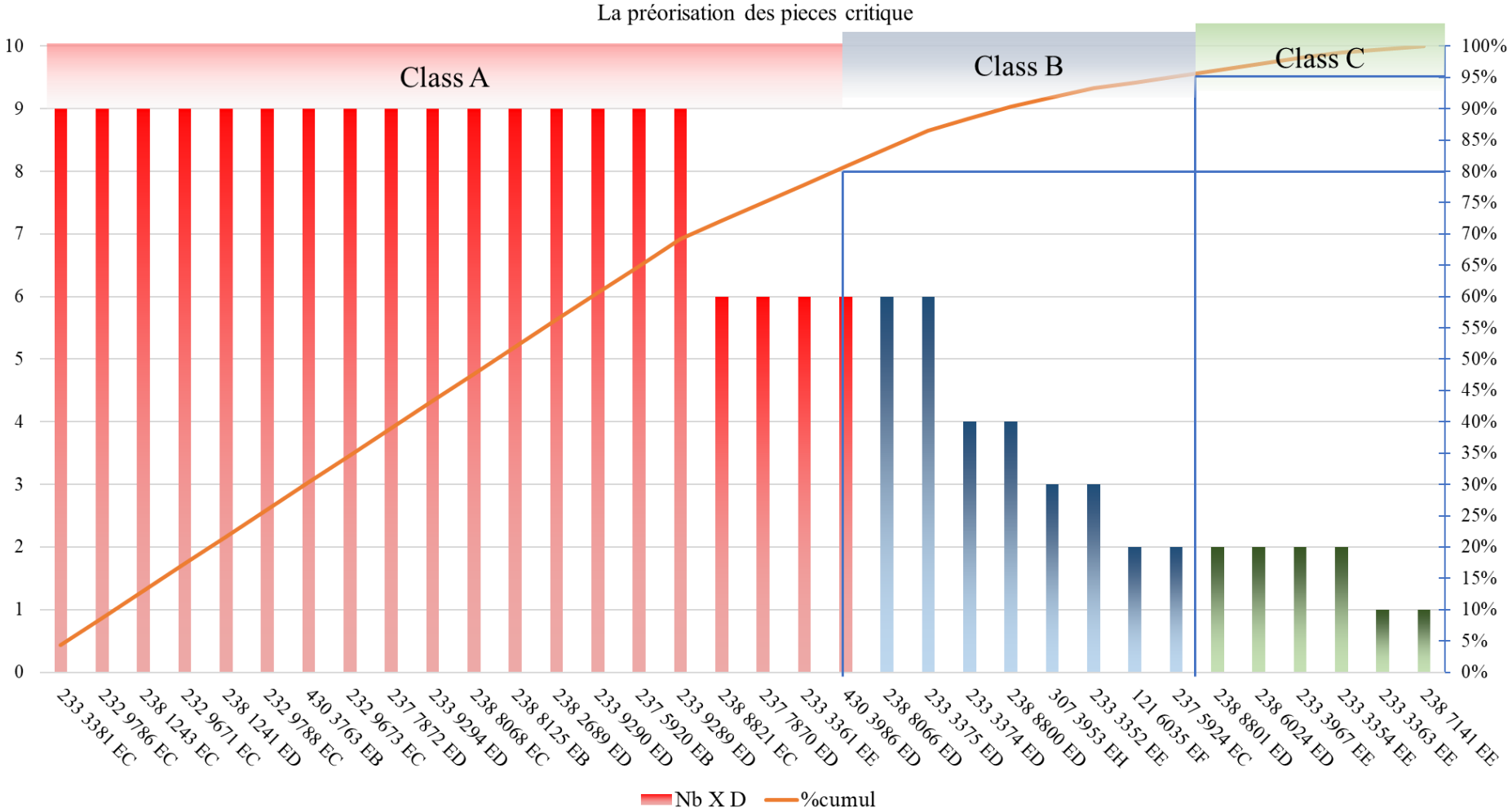
Réf	Désignation	Nb X D	Cumul	%NB X D	%cumul
233 3381 EC	Pignon d'attaque	9	9	4.33%	4.33%
232 9786 EC	Roue dentée jumelle	9	18	4.33%	8.65%
238 1243 EC	Arbre creux	9	27	4.33%	12.98%
232 9671 EC	Arbre creux z=15	9	36	4.33%	17.31%
238 1241 ED	Arbre de transmission	9	45	4.33%	21.63%
232 9788 EC	Roue dentée z=38	9	54	4.33%	25.96%
430 3763 EB	Fourchette de commande	9	63	4.33%	30.29%
232 9673 EC	Roue dentée z=51	9	72	4.33%	34.62%
237 7872 ED	Roue dentée z=40	9	81	4.33%	38.94%
233 9294 ED	Roue dentée z=32	9	90	4.33%	43.27%
238 8068 EC	Roue dentée z=36	9	99	4.33%	47.60%
238 8125 EB	Fourchette de commande	9	108	4.33%	51.92%
238 2689 ED	Arbre	9	117	4.33%	56.25%
233 9290 ED	Roue dentée	9	126	4.33%	60.58%

Chapitre 3 : Résultats et discussion

237 5920 EB	Fourchette de commande	9	135	4.33%	64.90%
233 9289 ED	Pignon baladeur	9	144	4.33%	69.23%
238 8821 EC	Fourchette de commande	6	150	2.88%	72.12%
237 7870 ED	Roue dentée z=18	6	156	2.88%	75.00%
233 3361 EE	Porte manchon	6	162	2.88%	77.88%
430 3986 ED	Roue dentée	6	168	2.88%	80.77%
238 8066 ED	Roue dentée	6	174	2.88%	83.65%
233 3375 ED	Roue dentée	6	180	2.88%	86.54%
233 3374 ED	Manchon de commande	4	184	1.92%	88.46%
238 8800 ED	Axe de fourchette	4	188	1.92%	90.38%
307 3953 EH	Carter embrayage c6807	3	191	1.44%	91.83%
233 3352 EE	Rondelle plate	3	194	1.44%	93.27%
121 6035 EF	Ecrou cylindrique	2	196	0.96%	94.23%
237 5924 EC	Axe de fourchette	2	198	0.96%	95.19%
238 8801 ED	Axe de fourchette	2	200	0.96%	96.15%
238 6024 ED	Manchon de commande	2	202	0.96%	97.12%
233 3967 EE	Rondelle plate	2	204	0.96%	98.08%
233 3354 EE	Rondelle plate	2	206	0.96%	99.04%
233 3363 EE	Bague d'écart	1	207	0.48%	99.52%
238 7141 EE	Tôle de réglage	1	208	0.48%	100%

Chapitre 3 : Résultats et discussion

Figure 17. Diagramme Pareto finale des pieces fabriquées



Chapitre 3 : Résultats et discussion

Ces composants sont prioritaires dans la production de la boîte de vitesse. Les pièces de classe A sont traitées en premier, car elles nécessitent plus de temps et passent par plusieurs machines. C'est pourquoi elles sont considérées comme plus importantes que les pièces des classes B et C. En cas de problème avec les pièces des classes B et C, nous pouvons réagir rapidement car les durées des opérations de production sont courtes et nécessitent moins de machines.

7 Résultats :

La présente étude résulte que la technique optimale pour l'approvisionnement est de quantité variable, date fixe (Recomplètement périodique) ça marche avec **(Farissi, Okar, & Chroqui, 2015,)** cela permet de commander chaque mois avril et octobre des quantité prédéfinis sans oublier le stock sécurité.

La gestion de la production pose un défi majeur à résoudre chez ETRAG, notamment en ce qui concerne la priorisation des pièces. Actuellement, la priorité est accordée aux pièces présentant le plus grand nombre de manques. Cependant, cette approche entraîne souvent des retards dans la livraison des pièces finales à ATC, car les pièces nécessitant un processus de production plus long sont souvent placées en dernière position, cette priorisation va permettre, d'éviter les retards de livraison des pièces finis à l'entreprise ATC. **(Smith, 2013) (Plenert, 1999)**

Le lancement des OF est stable chez ETRAG sachant qu'un ERP est installé déjà à l'entreprise. (2010, مقري زكية, (Farissi, Okar, & Chroqui, 2015,)

8 Discussion :

Selon les Le responsable management qualité et Le responsable planification matière « Généralement le problème global n'est pas dans la planification, mais dans la réalisation », Les études de **(Tanna, 2017), (Smith, 2013)** confirme ça, mentionne que c'est difficile de réaliser un programme sans face à des problèmes et obstacles.

Au sein de nombreuses organisations, la planification est universellement reconnue comme un élément crucial du succès. Un investissement considérable en temps et en ressources est dédié à l'établissement d'objectifs clairs, à l'élaboration de stratégies détaillées et à la formulation de plans d'action rigoureux. Toutefois, malgré cette planification minutieuse, il arrive parfois que les résultats obtenus ne correspondent pas aux attentes initiales. Dans de

Chapitre 3 : Résultats et discussion

telles situations, il est souvent tentant de remettre en question la planification elle-même, en la considérant comme inadaptée ou incomplète. **(Fisher, 1997)**

Cependant, il est important de considérer que le problème ne réside pas toujours dans la planification, mais plutôt dans la **réalisation**. Autrement dit, même si le plan est parfait, il ne peut aboutir à des résultats concrets que s'il est mis en œuvre de manière efficace. Et c'est là que les **facteurs de production**, et en particulier le **facteur humain**, entrent en jeu, et ça peuvent affecter la qualité des pièces fabriquées. **(Fisher, 1997)**

Pour optimiser le contrôle qualité et l'assurance qualité des pièces afin de réduire le taux de rejet, il recommande de :

- Définir des normes de qualité claires : Identifier les spécifications et les critères de qualité pour chaque pièce ou produit. Avec la sensibilisation que toute l'équipe comprend ces normes et les respecte.
- Mise en place de procédures de contrôle qualité : Développement des procédures détaillées pour le contrôle qualité à chaque étape du processus de production, de la réception des matières premières à la livraison du produit final. Incluez des tests, des inspections et des mesures pour garantir la conformité aux normes de qualité.
- Formation du personnel : Il est nécessaire de former le personnel aux techniques de contrôle qualité et aux procédures spécifiques à suivre. Il faut insister sur l'importance de la qualité et de la conformité aux normes.
- Utilisation d'outils de contrôle qualité : Intégration des outils et des technologies de contrôle qualité, tels que des équipements de mesure précis, et des méthodes d'analyse statistique pour identifier les problèmes potentiels.

Donc le défi principal réside dans l'exécution des plans plutôt que dans leur élaboration. Dans ce cas, il est important de mettre en place des mesures pour améliorer l'exécution opérationnelle :

- Communication claire : « il faut assurer que les instructions et les attentes sont clairement communiquées à tous les niveaux de l'organisation, pour résoudre les problèmes rapidement. » Responsable Planification matière
- Surveillance et suivi : Mettre en place des systèmes de surveillance pour suivre la progression de l'exécution des plans. Identifier les écarts dès qu'ils se produisent et prendre des mesures correctives immédiates en utilisant les outils de qualité (5M)

Chapitre 3 : Résultats et discussion

- Responsabilisation : Déterminer des responsabilités claires pour chaque tâche et chaque membre de l'équipe. En assure que chacun comprend son rôle dans la réalisation des plans et les conséquences de ne pas respecter les normes de qualité et de performance.

Mais concernant les entreprises qui est dans un pays de tiers monde, les choses changent

Selon les techniques de ressources humaines **(Danielle le Chasseur, Avril 2014)** il y a des solutions peu coûteuses:

- Compassion et soutien : Montrez de l'empathie envers les travailleurs et offrez-leur un soutien émotionnel. Écoutez leurs préoccupations et soyez compréhensif face à leurs difficultés.
- Flexibilité : Si possible, offrez des solutions flexibles pour aider les travailleurs à concilier leurs responsabilités professionnelles et personnelles, comme des horaires de travail plus flexibles ou des congés payés.
- Ressources de soutien : Mettez en place des ressources de soutien, telles que des services de conseil en santé mentale ou des programmes d'aide aux employés, pour aider les travailleurs à faire face à leurs problèmes personnels.
- Formation et encadrement : Fournissez une formation supplémentaire et un encadrement pour aider les travailleurs à améliorer leurs compétences et leur confiance dans leur travail, ce qui peut réduire le stress lié à la performance, et même le nombre des pièces défectueuse à cause de l'expérience minime de quelques opérateurs
- Reconnaissance et appréciation : Reconnaître et récompenser les efforts des travailleurs, même pour de petites réalisations, peut renforcer leur motivation et leur sentiment d'appartenance à l'entreprise.
- Aménagement de poste de travail : C'est le point le plus important, fournir des équipements de sécurité, assurer une bonne luminosité et éclairage pour réduire la fatigue oculaire et assurer la visibilité des dangers dans les ateliers et améliorer la sécurité, aussi peinture de l'atelier, avec un bon revêtement.(Danielle le Chasseur, Avril 2014)

Chapitre 3 : Résultats et discussion

9 Conclusion

Le chapitre III conclut cette étude en illustrant de manière concrète l'application de la méthode MRP2 combinée à l'analyse de Pareto pour optimiser l'approvisionnement, la gestion des stocks et la production au sein de l'entreprise ETRAG. Grâce à cette approche, nous avons réussi à identifier des solutions efficaces permettant d'améliorer l'efficacité de l'entreprise. Les résultats obtenus et les discussions présentées offrent un aperçu détaillé des bénéfices potentiels de ces méthodes par rapport aux pratiques actuelles de l'entreprise et la revue de littérature.

En conclusion, ce chapitre propose des recommandations pratiques pour optimiser la gestion des stocks et la production, ouvrant ainsi la voie à des améliorations significatives dans la gestion logistique d'ETRAG. En outre, pour aller plus loin, il est suggéré de se concentrer sur l'optimisation de l'ordonnancement et la gestion efficace des ouvriers au sein des ateliers d'usinage avec une bonne coordination entre les différents services d'entreprise afin de maximiser encore plus les gains d'efficacité et de productivité.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion générale

Cette étude a pour objectif de détecter les points de défaillance et proposer des solutions stratégiques avec les outils pertinents, la gestion des stocks et de la production est optimisée, et la précision des approvisionnements est améliorée. Les pièces à fabriquer sont priorisées pour éviter les ruptures et les surstockages, tout en minimisant les coûts de stockage.

Nous avons décrit en détails le cas industriel qui sert de base à notre contribution avec ETRAG. Nous avons expliqué les principaux processus pour élaborer son plan industriel et commercial, construire le plan directeur de production, et gérer les approvisionnements en pièces et matières.

Après la collecte des informations, nous avons procédé au déroulement du calcul des besoins pour chaque article, et à chaque période considérée :

- Calcul de besoin brut ;
- Calcul de besoin net ;
- Choisir la politique de détermination des lots, et
- Définition de la date de lancement.

Les outils ABC, la cartographie des processus, schéma d'identification des flux physique des pièces, sont souvent très utiles, pour des études comme ceci, cette mémoire a amélioré la recherche académique, d'une façon optimale par les détails et l'analyse approfondie de système de production de l'entreprise.

L'objectif a été atteint par l'identification des points de défaillance qui sont : les rupture de pièces final dans la phase de montage, les couts de stockage élevé causé par la mauvaise stratégie d'approvisionnement, avec les sous objectifs de l'analyse du système de production et l'analyse des interactions entre les fonctions clés qui sont la gestion de stock et production, donc une bonne analyse de ces derniers permet de faire une bonne étude.

En récapitulant nos hypothèses initiales, nous constatons que nos résultats ont largement confirmé l'hypothèse H1, suggérant que l'identification du type de flux utiliser dans la production des tracteurs est crucial pour comprendre comment l'entreprise fonctionne,

Cependant, les hypothèses H2 et H3 a été validée aussi, la priorisation des matières première à approvisionner et les pièces a fabriquée permet de minimiser les couts de stockage et assurer la disponibilité des matières premières et les pièces finals pour la fabrication et le montage des tracteurs.

Impact attendu et perspectives d'avenir

La mise en œuvre des solutions proposées dans le cadre de cette étude devrait permettre à EPE SPA ETRAG d'améliorer significativement l'efficacité et la performance de sa fonction planification, contribuant ainsi à :

- Réduire les délais de production et les coûts opérationnels.
- Améliorer la qualité des produits et la satisfaction des clients.
- Renforcer la compétitivité de l'entreprise sur le marché.

Les perspectives de recherche

En outre, l'étude ouvre la voie à de futures recherches visant à approfondir l'analyse des processus de planification et à explorer des solutions innovantes pour optimiser la production et la gestion de la chaîne d'approvisionnement, et aussi le côté communication opérationnelle, dans l'industrie en générale.

Les limites de l'étude :

L'un des principaux défis rencontrés lors de la réalisation de cette étude réside dans :

- La durée court du stage, 50 jours ne suffit pas pour maîtriser le système de production d'une grande entreprise comme ETRAG;
- La complexité de la mise en place de la méthode MRP 2.0 ;
- Les relations de la fonction de planification avec d'autres fonctions telles que la gestion des stocks et la production sont complexes.

BIBLIOGRAPHIE

La bibliographie

Articles :

- A. COURTOIS, C. M.-B. (2006). Gestion de production 4eme édition. 206.
- Bruel, O. (2008). *Politique D'Achat et Gestion des Approvisionnements* (éd. 3e Edition). Paris: Dunod.
- FARISSI, A., OKAR, C., & CHROQUI, R. (Mai 2015,). Application de la méthode MRP pour l'Amélioration du Processus Approvisionnement en Matière Première. 26.
- Fisher, M. (1997). What Is the Right Supply Chain for Your Product? *Harvard Business*, 105-116.
- Goldratt, E. E. (2009). *Isn't It Obvious*, North River Press, Great.
- JUNQUEIRA, M. C. (1990). Notes interne. *THE IMPACT OF MRP ON A TRADITIONAL MANUFACTURING ORGANIZATION*. Notes interne de booz allen & hamilton.
- Nukman , Y., Prof. Dr. Md. , A., & Shamsuddin , A. M. (2010). A review of manufacturing resources planning models under different uncertainties: State-of-the-art and future directions. *South African Journal of Industrial Engineering*, 18.
- Plenert, G. (1999). Focusing material requirements planning (MRP) towards performance. *European Journal of Operational Research*, 91-99.
- Ptak, C. a. (2008). Beyond MRP. *APICS Magazine*.
- Smith, C. a. (2013). Demand Driven Master Scheduling. *Demand Driven Institute*,, 1-14.

- Tanna, J. (2017). MANUFACTURING RESOURCE PLANNING. *Claro Publications Private Limited Claro: Journal of Engineering*, 4/8.
- Taylor, B. W. (2014). Operations Management. *John Wiley & Sons*, 716.
- Vincent Giard, M. S. (12). Pilotage d'une chaîne logistique par une approche de type MRP dans un environnement partiellement aléatoire. *hal-00875497*, 2 / 31.
- Wijngaard, J. (2007). Beyond MRP II: On the Future of Standard Software for Production. 1-3.
- Zhang, S. (2022). Comparison for the Characteristics of the OA MRP and ERP Systems. *volume 34 MEEA 2022*, 985.
- ونماذج تسيير - (mrp) -دراسة مقارنة بين نظام تخطيط الإحتياجات من المواد (2016). أ. بن زهية محمد, أ. ن. مجلة فصلية دولية محكمة. جامعة زيان عشور الجلفة بالمخزون
- عند التطبيق "Opt Jit Mrp" مداخل المفاضلة بين النظم الحديثة لإدارة الإنتاج (2010). د. مقري زكية, أ. ج. - دراسة ميدانية في ملبنة الأوراس بباتنة ووحدة قارورات الغاز

Livres:

- Kiran, P. D. (2019). Production Planning and Control: A Comprehensive Approach. Dans P. D. Kiran. Elsevier Science.
- Danielle le Chasseur, P. F. (Avril 2014). *45 outils pratiques de gestion des ressources humaines*. Québec.

Sites web:

- SAP. (s.d.). Récupéré sur [https://www.sap.com/suisse/products/scm/what-is-supply-chain-management.html#:~:text=La%20gestion%20de%20la%20Supply%20Chain%20\(SCM\)%20d%C3%A9signe%20l',l'exp%C3%A9dition%20et%20la%20distribution](https://www.sap.com/suisse/products/scm/what-is-supply-chain-management.html#:~:text=La%20gestion%20de%20la%20Supply%20Chain%20(SCM)%20d%C3%A9signe%20l',l'exp%C3%A9dition%20et%20la%20distribution).

- (s.d.). Récupéré sur <http://www.slideshare.net>
- *AKANEA*. (s.d.). Récupéré sur [https://akanea.com/logistique-industrielle/#:~:text=La%20logistique%20industrielle%20est%20une,%20ap%20visionnement%20\(supply%20chain](https://akanea.com/logistique-industrielle/#:~:text=La%20logistique%20industrielle%20est%20une,%20ap%20visionnement%20(supply%20chain).

Les Annexes

• Les Annexes :

Annexe 1 : Guide d'entretien

Déroulement de l'entretien:

1. Introduction (5 minutes)

Présentation et explication l'objectif de l'entretien.

2. Questions sur le processus de planification (20 minutes)

Questions ouvertes:

- Pouvez-vous me décrire le processus de planification actuel en détail ?
- Quels sont les différents acteurs impliqués dans la planification ?
- Quels outils et méthodes sont utilisés pour la planification ?
- Comment les plans de production sont-ils communiqués et mis en œuvre ?
- Quelles sont les principales difficultés rencontrées dans la planification ?

Questions fermées:

- Combien de temps en moyenne est consacré à la planification ?
- Quelle est la fréquence de révision des plans de production ?
- Comment mesurez-vous l'efficacité du processus de planification ?
- Quels sont les indicateurs clés de performance (KPI) utilisés pour la planification ?
- Avez-vous déjà mené des analyses ou des études pour identifier les points d'amélioration du processus de planification ?

3. Questions sur les processus interdépendants (20 minutes)

Questions ouvertes:

- Quels sont les processus en interaction directe avec le bureau planification ?
- Comment la planification influence-t-elle ces processus ?
- Comment ces processus influencent-ils la planification ?
- Avez-vous observé des problèmes de coordination ou de communication entre la planification et les autres processus ?
- Quelles sont les principales difficultés rencontrées dans l'interaction entre la planification et les autres processus ?

Questions fermées:

- Existe-t-il des mécanismes formels de collaboration entre la planification et les autres processus ?

- Comment les informations sont-elles partagées entre la planification et les autres processus?

- Quelle est la fréquence des interactions entre la planification et les autres processus ?

4. Discussion sur les solutions (20 minutes)

Questions ouvertes:

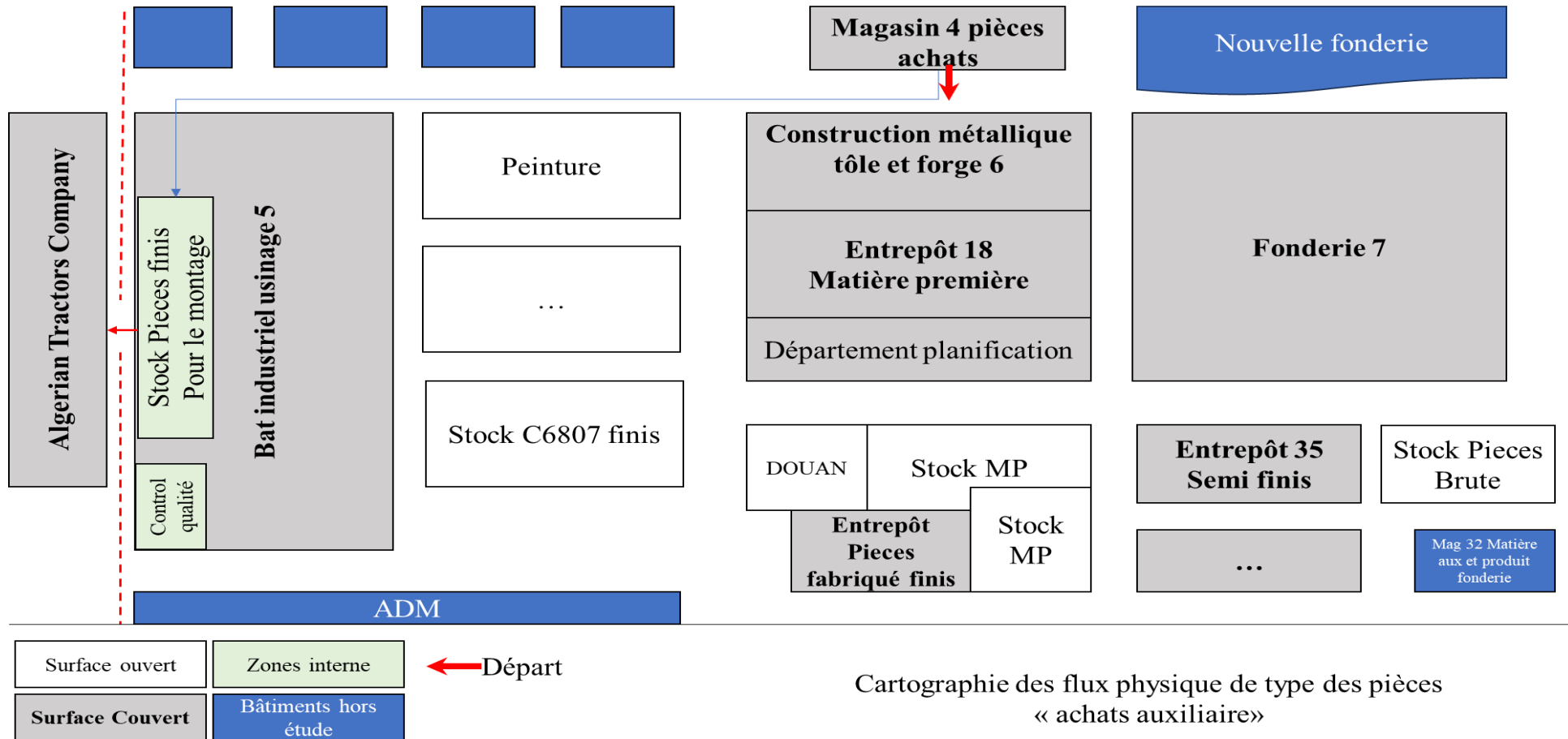
- Quelles sont les solutions envisageables pour améliorer le processus de planification ?

- Quelles sont les solutions envisageables pour améliorer l'interaction entre la planification et les autres processus ?

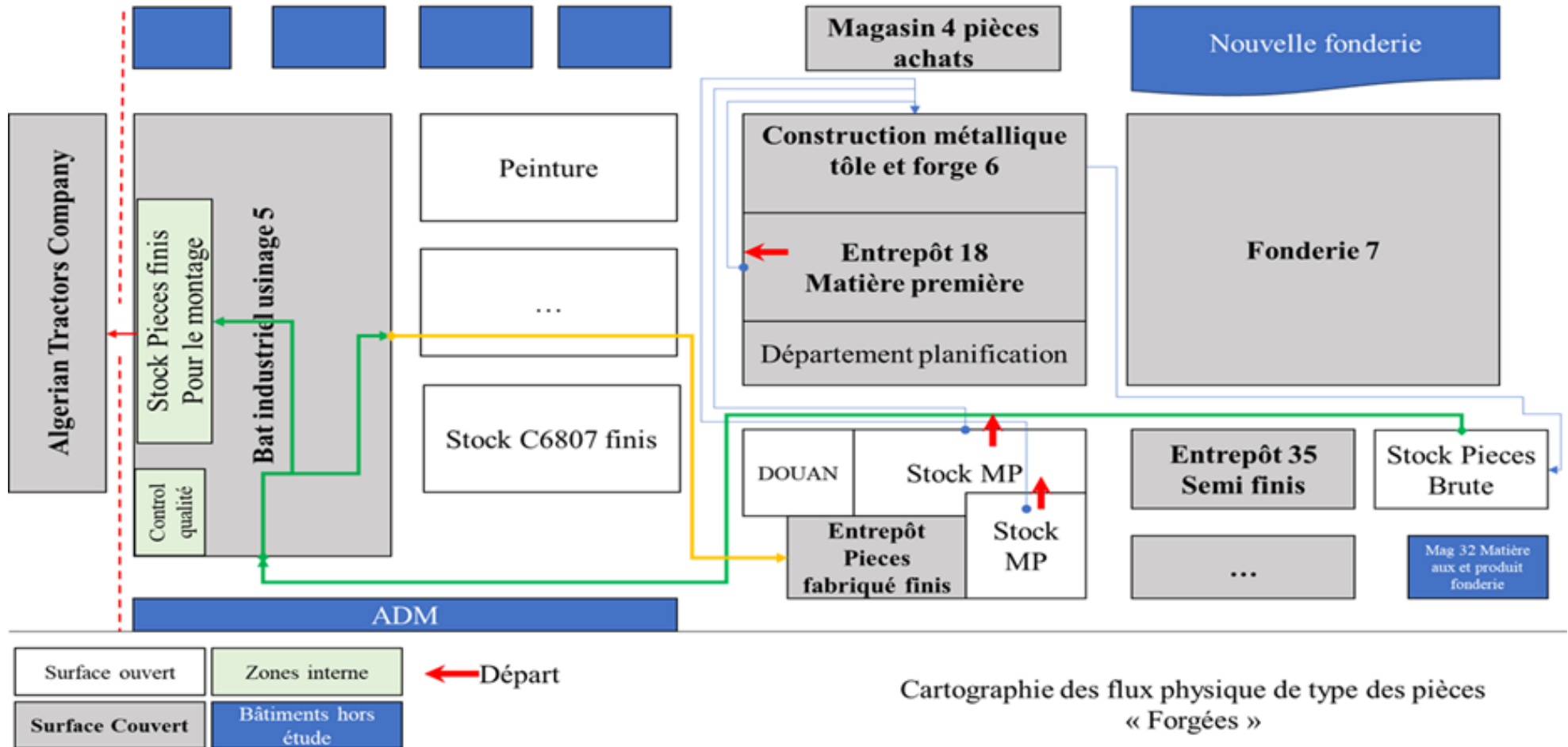
- Avez-vous déjà mis en place des actions pour améliorer la planification et l'interaction avec les autres processus ?

- Quels sont les ressources nécessaires pour mettre en œuvre les solutions envisagées ?

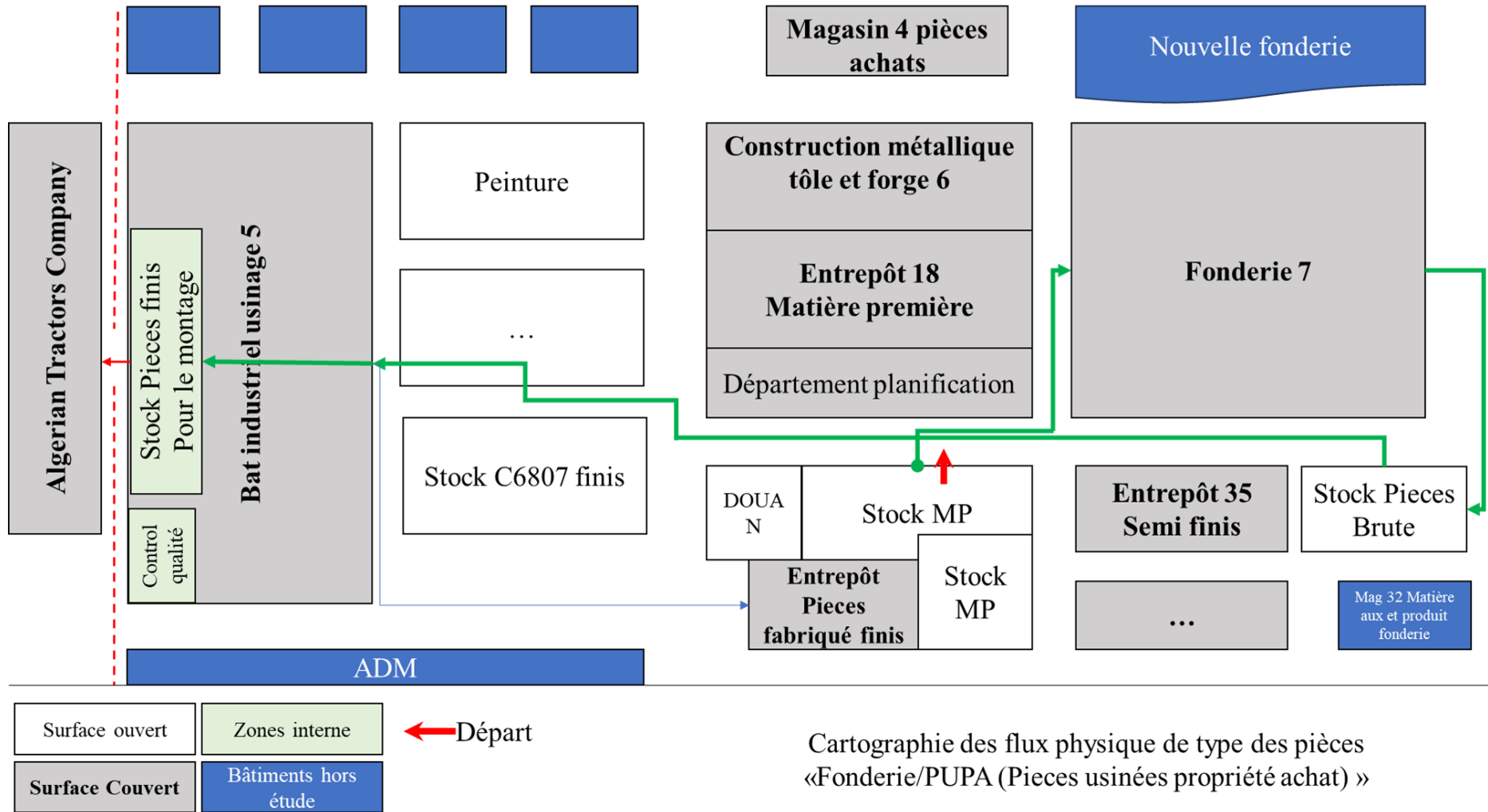
Annexe 2 : Cartographie des flux physique de type des pièces « achats auxiliaire »



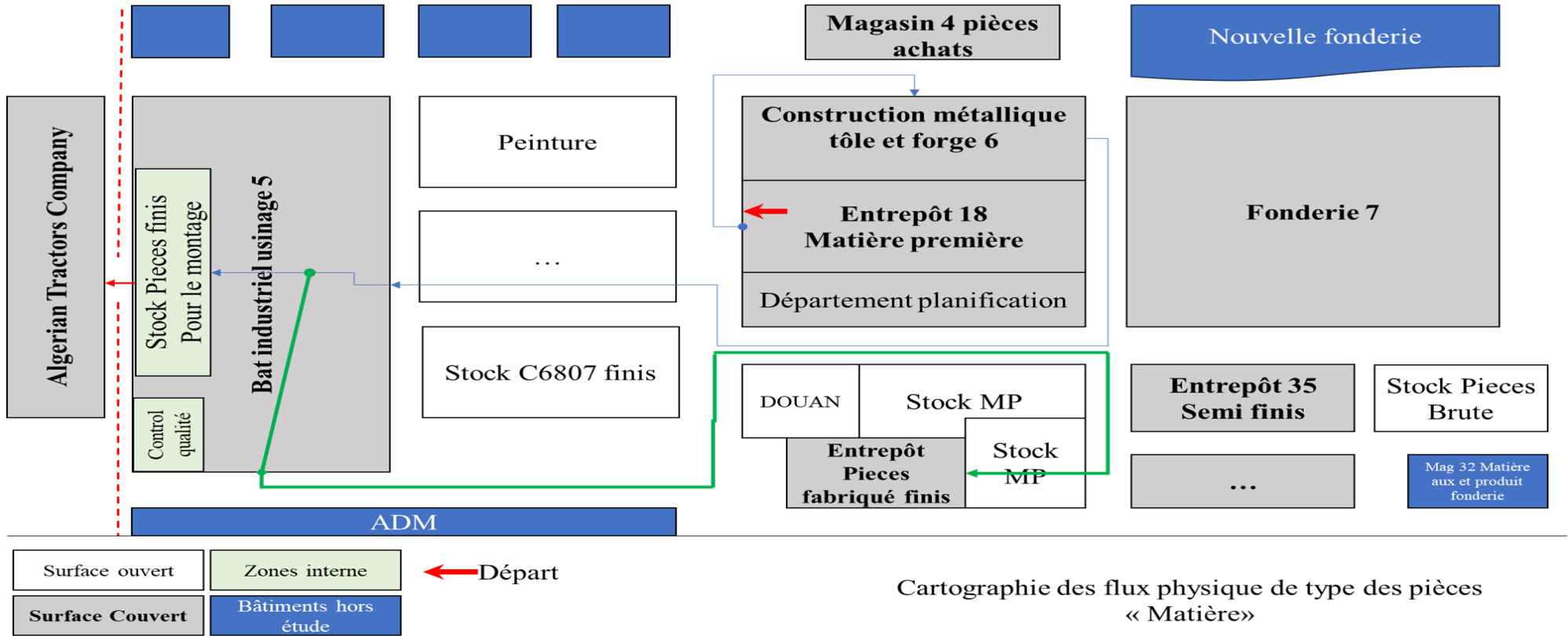
Annexe 3 : Cartographie des flux physique de type des pièces « Forgées »



Annexe 4 : Cartographie des flux physique de type des pièces « Fonderie/PUPA (Pièces usinées propriété achat) ».

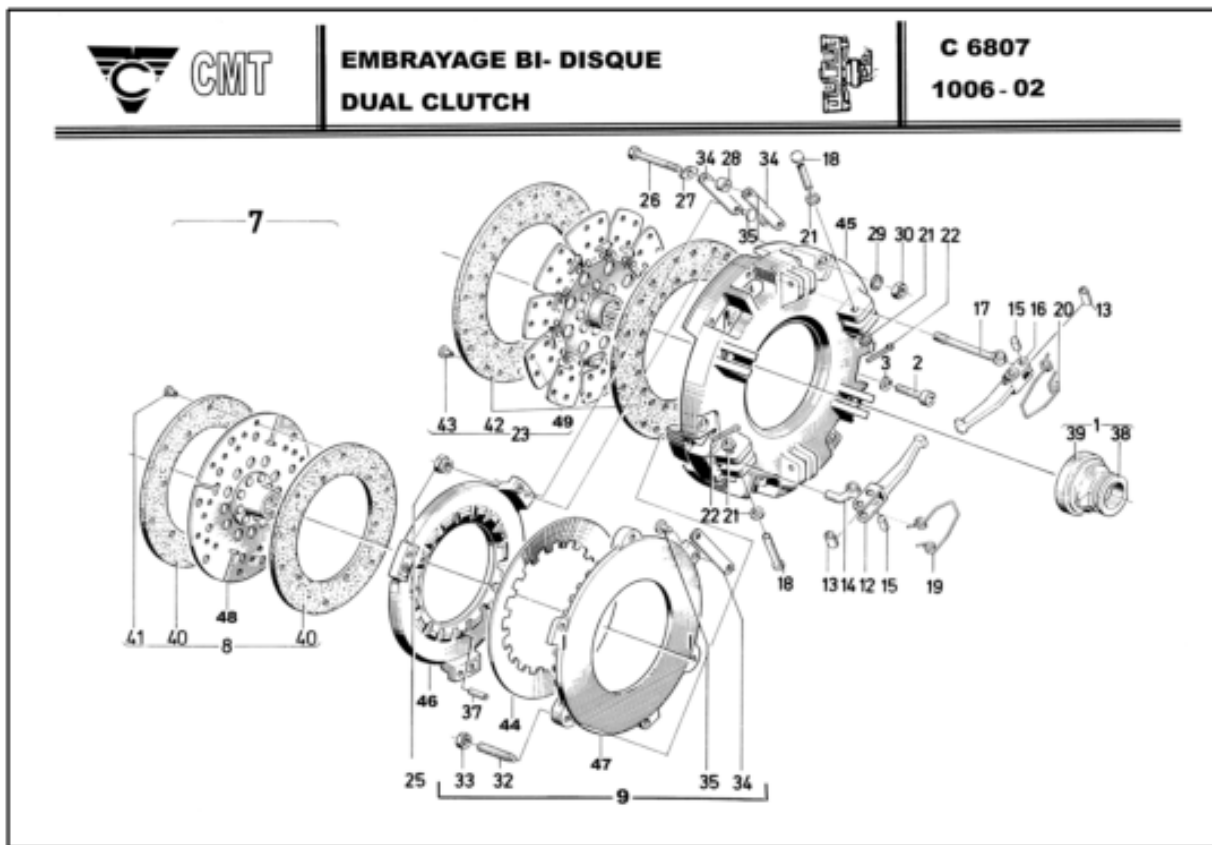


Annexe 5 : Cartographie des flux physique de type des pièces « Matière ».



Cartographie des flux physique de type des pièces « Matière »

Annexe 6 : Un exemple d'une nomenclature d'un embrayage bi-disque.



Pos	Référence	Qté	Désignation	Description	Observation
1	238 8805 KZ	1	Debrayeur à Roulement	Release Bearing	
2	111 0589 EY	9	Vis à Tete Cylindrique	Cheese-Head Screw	DIN 912-M8x35-8.8-PHOSPHATE
3	111 9611 EY	9	Rondelle Grower	Spring Lockwasher	DIN 7980-8-FST-A4C
7	238 4877 KZ	1	Embrayage Bidisque	Dual Clutch	
8	231 0655 KZ	1	Disque D'embrayage	Disc	Prise de Force
9	238 5180 KZ	1	Plaque de Butée	Thrust Plate	
12	238 5187 EE	3	Levier	Lever - Arm	
13	238 5188 EY	12	Douille	Bush	
14	231 3419 EE	3	Levier	Lever - Arm	
15	230 7051 EE	6	Boulon-Axe	Pin / Bolt / Stud	
16	238 5189 EE	3	Levier	Lever - Arm	
17	238 5190 EE	3	Pilon Fileté	Eye Screw	
18	230 7055 EE	6	Boulon-Axe	Pin / Bolt / Stud	
19	230 7635 EE	3	Ressort à Branche	Yoke Spring	
20	230 7057 EE	3	Ressort	Spring	
21	238 5192 EE	12	Rondelle Disque	Disque/Pane/ Plate	
22	110 6428 ES	6	Goupille Fendue	Split Pin	DIN 94-3x15-ST-A4C
23	231 6012 KZ	1	Disque D'embrayage	Disc	Boite à Vitesse
25	238 5194 EE	3	Ecrou de Réglage	Adjusting Nut	
26	238 5195 EE	3	Vis Hexagonale	Hex Bolt	
27	238 5196 EE	3	Tôle de Sécurité	Locking Plate	
28	238 5197 EE	3	Douille D'ecartement	Spacer Sleeve	

Annexe 7 : Structure organisationnelle de l'entreprise ETRAG.

