

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République Algérienne Démocratique Et Publique
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère De L'enseignement Supérieur et De La Recherche Scientifique
جامعة أمحمد بوقرة بومرداس
Université M'Hamed BOUGARA Boumerdes



Faculté de Technologie



Département : Génie Mécanique
Filière : Génie industriel

En vue d'obtention de diplôme de master II
Spatialité : Génie Industriel

Thème :

**Etude et Amélioration d'une ligne de
fonderie : Cas de la SNVI**

Réalisé par :

Mlle. Aguenarous Chahrazed
Mlle. Elhadded Meroua

Encadré par :

Dr. Boubenia Ahmed

2021/2022

Remerciements

Tout d'abord nous remercions notre créateur le dieu de nous avoir donné la volonté et la patience d'achever notre objectif et réaliser ce travail.

Nous présentons nos profonds respects et reconnaissance à notre Encadreur **Mr BOUBENIE AHMED** pour son soutien et son aide tout au long de nos parcours.

Nos vifs remerciements vont aussi à Monsieur **GOUMIRI RABAH**, Le chef service de l'entreprise fonderie Rouïba qui a été plus qu'un maître de stage, il nous a guidé, encouragé de faire mieux et offert une expérience professionnelle et enrichissant. Nous tiendrons aussi à remercier l'équipe SNVI pour le support et les conseils au long de déroulement de ce stage.

Aussi nous adressons nos sincères remerciements à tous nos enseignants de la faculté de science de technologie et tout le staff administratif, suivis et ses orientations durant toutes les années de nos études.

Nos profonds remerciements pour les membres de jury qui ont accepté d'évaluer ce travail.

Que tous ceux qui ont contribué à mener à bien ce mémoire trouvent ici l'expression de notre parfaite considération

Dédicaces

Je dédie ce travail :

À celle qui m'a donné la vie, qui s'est sacrifié pour mon bonheur et ma réussite,

Ma tendre mère.

À celui qui a toujours été à mes côtés pour me soutenir et qui a été mon ombre durant toutes les années des études et ma vie ... mon cher père, que dieu les gardes et les protèges.

À mes adorables sœurs et mes frères qui m'ont chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon parcours.

A ma Binôme **Meroua** pour son sérieux et pour prouver sa Sincérité et professionnalisme.

À ma famille et toutes mes amies pour l'amour, le respect et le support qu'ils m'ont accordé.

A tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment

Chahrazed

Dédicaces

Je dédie ce travail :

À celle qui m'a donné la vie, qui s'est sacrifiée pour mon bonheur et ma réussite,

Ma tendre mère.

À celui qui a toujours été à mes côtés pour me soutenir et qui a été mon ombre durant toutes les années des études et ma vie ... mon cher père, que dieu les gardes et les protèges.

À mes adorables sœurs et mes frères qui m'ont chaleureusement supporté et encouragé tout au long de mon parcours.

A ma Binôme **Chahrazed** pour son sérieux et pour prouver sa Sincérité et professionnalisme.

À ma famille et toutes mes amies pour l'amour, le respect et le support qu'ils m'ont accordé.

A tous ceux que j'aime et ceux qui m'aiment

Meroua

Résumé

La planification des programmes de productions est une partie stratégique du système de gestion de toutes entreprises. Le travail effectué dans cette thèse représente une amélioration du processus de réduction du tonnage des pièces rebutées fabriquées par l'entreprise de fonderie Rouïba. L'objectif est de réduire le plus grand nombre de tonnage des pièces rebutées. Ce qui nous a posé un grand problème sur le plan de travail mensuellement. Et notre objectif est d'éviter le maximum possible des pertes financière et rendre l'entreprise dans des conditions meilleur pour satisfaire ces clients.

L'analyse des défauts a été réalisée en optimisant le processus de réduction du tonnage des pièces de rebut grâce de la méthode Ishikawa.

Mot clé : fonderie, coulée, rebut, métal, moulage, noyautage.

Abstract:

The planning of production programs is a strategic part of the management system of any company . The work done in this thesis represents an improvement in the process of reducing the tonnage of scrap parts manufactured by the Rouïba foundry company. The objective is to reduce the greatest number of tonnages of scrap parts, which posed a big problem for us on the monthly work plan. And our objective is to avoid the maximum possible and financial losses and to make the company in better conditions to satisfy these customers.

The defect analysis was carried out by optimizing the process of reducing the tonnage of scrap parts using the Ishikawa method.

ملخص:

يعد تخطيط البرنامج جزءا أساسيا من نظام الإدارة في أي شركة. يمثل العمل المنجز في هذه الأطروحة تحسينا في عملية تقليل حمولة الأجزاء غير صالحة الاستعمال، التي تم تصنيعها من طرف شركة مسبكة رويبة. الهدف من ذلك هو تقليل أكبر عدد من هذه الأجزاء الذي تسبب لنا ضغطا كبيرا في البرنامج الشهري للعمل. كل هذا من أجل تجنب الشركة خسارة مالية وإرضاء العملاء بشكل أحسن. تم إجراء تحليل للأخطاء من خلال تحسين عملية التقليل من حمولة الأجزاء غير الصالحة باستخدام طريقة إي شيكاوا.

Sommaire

Résumé

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Introduction général.....1

CHAPITRE I : Généralité et état de l'art (théorie de production, fonderie)

Introduction :3

Section 1 : La gestion de production3

1.2. Le processus de production :3

1.3. Définition de la gestion de production :4

1.4. Développement Historique de la gestion de production :5

1.5. L'ordonnancement :5

2.1. Introduction :6

2.2. Types de fonderies.....6

2.3. Les processus industriel de fonderie.....7

2.4. Fonderie fonte :8

2.4.1. Définition de la fonte :8

2.4.2. Types de fonte :8

2.4.2.1. Fonte grise :9

2.4.2.2. Fonte blanche :12

Conclusion :13

CHAPITRE II : Description de la fonderie de Rouïba et de processus de production

Introduction :	14
Section 1 : Présentation de l'entreprise SNVI	14
1.1. Historique :	14
1.2. Présentation de la fonderie de Rouïba :	16
1.3. Les principaux secteurs de la fonderie	17
1.4. Objectif actuel :	18
Section 2 : Processus de fabrication	19
2.1. Schéma général de la fabrication	19
2.2. Les secteurs de fabrication	20
2.2.1. Méthodes outillages	20
2.2.1.1. Définition :	20
2.2.1.2. Relations fonctionnelles	20
2.2.1.3. Rôle du service	20
2.2.2. Le modelage	21
2.2.2.1. Définition	21
2.2.2.2. Les étapes de modelage	21
2.2.3. Noyautage	22
2.2.3.1. Définition de Noyautage	22
2.2.3.2. Définition de noyau	22
2.2.3.3. Les procédés de noyautage	22
2.2.4. Moulage	24

2.2.4.1. Définition	24
2.2.4.2. Définition de plaque modèle	24
2.2.4.3. Les types de moulage	26
2.2.4.4. Les étapes de moulage.....	27
2.2.5. Atelier fusion	28
2.2.5.1. Définition	28
2.2.5.2. Les paramètres de fusion.....	29
2.2.6. Atelier parachèvement	29
2.2.7. Contrôle	30
2.2.7.1. Le contrôle atelier :	30
2.2.7.2. Méthodes contrôle :.....	31
Conclusion.....	32

CHAPITRE III : Analyse et optimisation d'un cas d'étude (Application du PDCA)

Introduction :	33
1.Qu'est-ce que la planification et l'ordonnancement ?	33
1.1. Définition de la planification :	33
1.2. L'objectif de la planification :	33
1.3. Notions d'ordonnancement :	34
1.4. Activités de l'ordonnancement de la production :	34
2.Étude d'un cas d'un programme de fabrication.....	36
2.1. Programme mensuel de fabrication	36
2.1.1. Définition :	36
2.1.2. Établissement du programme :	36
2.1.3. Lancement du programme.....	40
2.2. Suivi du programme de fabrication	40

3. Analyse des résultats :	52
3.1. Analyse des pièces coulées :	52
3.2. Analyse des pièces rebutées :	53
3.3. Analyse des pièces rebut par référence :	56
4. Application ABC :	56
5. Application Ishikawa :	58
5.1. Plan d'action :	62
5.2. Simulation de l'impact des actions correctives :	64
Conclusion	66
Conclusion général	67

Bibliographie

Annexe

Liste des tableaux

CHAPITRE III : Analyse et optimisation d'un cas d'étude (Application du PDCA)

Tableau 1:Programme mensuel de fabrication sur la linge GP	37
Tableau 2: Programme mensuel de fabrication sur la linge PM.....	38
Tableau 3: Programme mensuel de fabrication sur la linge PP.....	39
Tableau 4: Suivi des pièces coulée.	41
Tableau 5: suivi des pièces rebutées.....	46
Tableau 6:suivi des pièces livrées.	51
Tableau 7:des pièces coulées sur chaque ligne.....	52
Tableau 8: Tonnage journalier des pièces rebutées par ligne.....	53
Tableau 9: tonnage journalier des pièces rebutées par matière de coulée	55
Tableau 10: les défauts des pièces rebutées.....	58
Tableau 11: les causes principales secondaires des 5 M de tonnage des pièces rebutées	60
Tableau 12: les solutions principales secondaires des 5 M de tonnage des pièces rebutées	62
Tableau 13: les problèmes les plus graves en termes de tonnage.....	64
Tableau 14: simulation pour minimiser le rebut.....	65

Liste des figures

CHAPITRE I : Généralité et état de l'art (théorie de production, fonderie)

Figure 1:schémas simplifié de l'ordonnancement	5
Figure 2:Schéma simplifié du processus industriel de fonderie.	7
Figure 3 : se représenté la fonte grise	9
Figure 4: Microstructure d'une fonte à graphite lamellaire.....	10
Figure 6: Forme du graphite sphéroïdal.	11
Figure 7: Fonte blanche hypoeutectique.	12

CHAPITRE II : Description de la fonderie de Rouïba et de processus de production

Figure 1:Siège principale de SNVI.....	16
Figure 2: la fonderie de SNVI	17
Figure 4 : schémas représentant le processus de fabrication.....	19
Figure 5: Noyau Corning	23
Figure 6: Noyau silicate.....	23
Figure 7: plaque modèle inférieur	25
Figure 8: plaque modèle supérieure.....	25
Figure 9: plaques modèles	25
Figure 10: Demi-moule	27
Figure 11: Poche de coulée.....	28
Figure 12: schémas expliqué les méthodes contrôle	31

CHAPITRE III : Analyse et optimisation d'un cas d'étude (Application du PDCA)

Figure 1: les flux d'activité de l'ordonnancement.....	34
Figure 2: L'activité de l'ordonnancement	35
Figure 3:Tonnage mensuel des pièces coulées	42
Figure 4: Le tonnage des pièces coulées en matière (GS).....	42
Figure 5: Le tonnage des pièces coulées en matière (GL).....	43
Figure 6: Le tonnage des pièces coulées sur ligne (GP).....	43

Figure 7:Le tonnage des pièces coulées sur ligne(PM)	44
Figure 8: Le tonnage des pièces coulées sur ligne (PP)	45
Figure 9: Tonnage mensuel des pièces rebut.....	47
Figure 10 : Tonnage pièces rebut en matière(GS).....	48
Figure 11: Tonnage pièces rebut en matière (GL).....	48
Figure 12: Tonnage pièces rebut sur ligne (GP).....	49
Figure 13: Tonnage pièces rebut sur ligne (PP)	49
Figure 14: Tonnage pièces rebut sur ligne (PM)	50
Figure 15: tonnage les pièces livré	52
Figure 16: tonnage des pièces coulées par rapport les pièces commandé	53
Figure 17: tonnage journalier des pièces rebutées.....	54
Figure 18: tonnage des pièces rebutées par ligne de moulage.....	55
Figure 19: tonnage des pièces rebutées par matière	55
Figure 20: Tonnage mensuel des pièces rebutées par référence (Tonne).....	56
Figure 21: Courbe ABC de tonnage des pièces rebutées.....	57
Figure 22: diagramme d'Ishikawa pour les tonnages des pièces rebutées.....	59
Figure 23: Nombre des pièces rebutées par défauts	65
Figure 24: total des pièces rebutées après réalisation du plan d'action par rapport aux pièces rebutées avant l'action	66

Liste d'abréviation

SNVI : Société nationale des véhicules industriels

GSE: la gestion socialiste des entreprises

SPA: Société par action

EPE: Entreprise publique économique

CNPE: Conseil national des participations de l'état

HPM: Holding public mécanique

DER: Direction d'Etude et Recherche

V.I.R: Véhicules Industriels Rouïba

C.I.R: Carrosserie Industriels Rouïba

F.O.R: Fonderie Rouïba

C.T: Carrosserie Tiaret

DMV: Direction Marketing et Ventes

DCAV: Direction Centrales Après-vente

UTS: Unités de Traitement de Sable

CMT: complexe moteur tracteur

DVI: Divers véhicule industriels

RJP : Relevés journalier de production

GS: Fonts à Graphite Sphéroïdale

GL: Fonts à Graphite Lamellaire

PML: Poids de Métal Liquide

PP₁: Petite Pièce 1

PP₂: Petite Pièce 2

PM: Moyenne Pièce

GP: Grosse Pièce

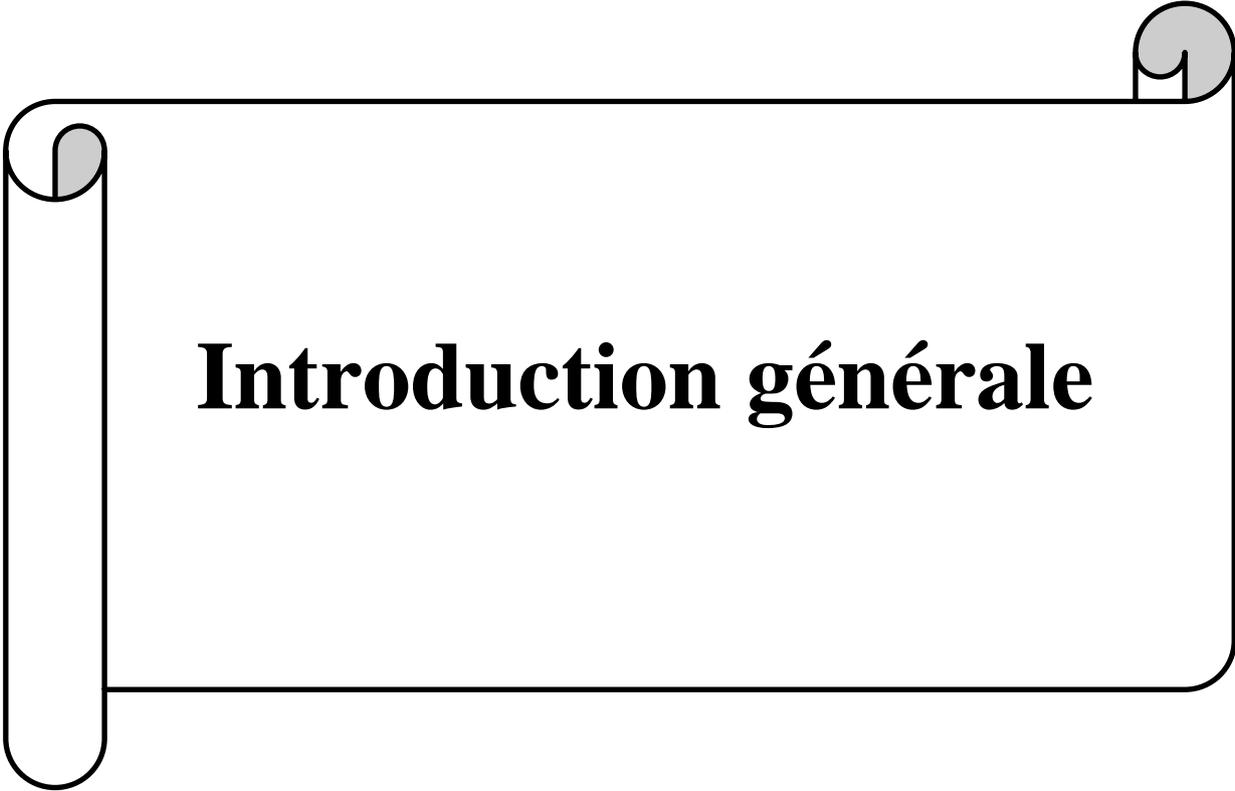
C : Carbone

Si : Silicium

P : Phosphore

S : Soufre

Mn : Manganèse



Introduction générale

Introduction général

De nos jours l'industrie n'est plus ce qu'elle a été. C'est une course pour convaincre la clientèle et lancer de nouveau produit car la concurrence et de rigueur. Cette dernière a obligé les industriels à améliorer leur produit tout en tenant compte de la qualité, de l'environnement, de la sécurité et de la disponibilité qui est fonction du temps.

La planification industrielle est un processus qui consiste à élaborer et a réviser un ensemble de plans interdépendants (ventes, fabrication, achats, trésorerie...) et qui doit permettre de garantir le meilleur équilibre possible entre l'offre et la demande en tout point de la chaîne logistique à tout moment.

La fonction essentielle de la planification industrielle est de garantir le meilleur équilibre entre les systèmes d'offre et de demande de l'entreprise en tout point de la chaîne logistique .

Et la mise en œuvre d'un grand nombre de décisions de natures variable, (répartition des quantités à produire entre la production interne et les sous-traitants, définitions des niveaux de capacités, approvisionnement au niveau des fournisseurs, etc.) soumises à de nombreuses contraintes (capacité de production, satisfaction des clients, délais de production et d'approvisionnement, etc.).

Pour atteindre notre but stratégique pour qu'elle deviendra une entreprise plus sophistiquée et rentable ave une équipe de gestionnaire compétent pour prendre des décisions ferme en temps réel en communiquant avec tous les gestionnaires de toutes les structures. Il est également important de guider l'entreprise dans des situations difficiles dans le futur bien visé et la façon de passer d'une situation à une autre pour la rendre meilleure.

La SONACOM son slogan « *faisons la route ensemble* » 'est à dire tout le monde soit unis pour améliorer d'avantage pour concourir ce monde industriel.

La fonderie constitue un important secteur de l'activité industriel, fournissant des pièces finit directement utilisable après usinage et finition, dans des ensembles ou sous ensemble mécanique (boit vitesse, moteur pour automobile, véhicule industriel.....etc.).

C'est dans ce contexte, que nous avons réalisé un stage de société SONACOM dans l'unité SNVI (production industriel véhicule).

Introduction général

A travers ce modeste travail, nous avons voulu répondre aux questions suivantes :

- Comment en va le faire pour minimiser le tonnage rebut ?
- Et comment réglé se problème à l'aide de la méthode ABC et Ishikawa ?

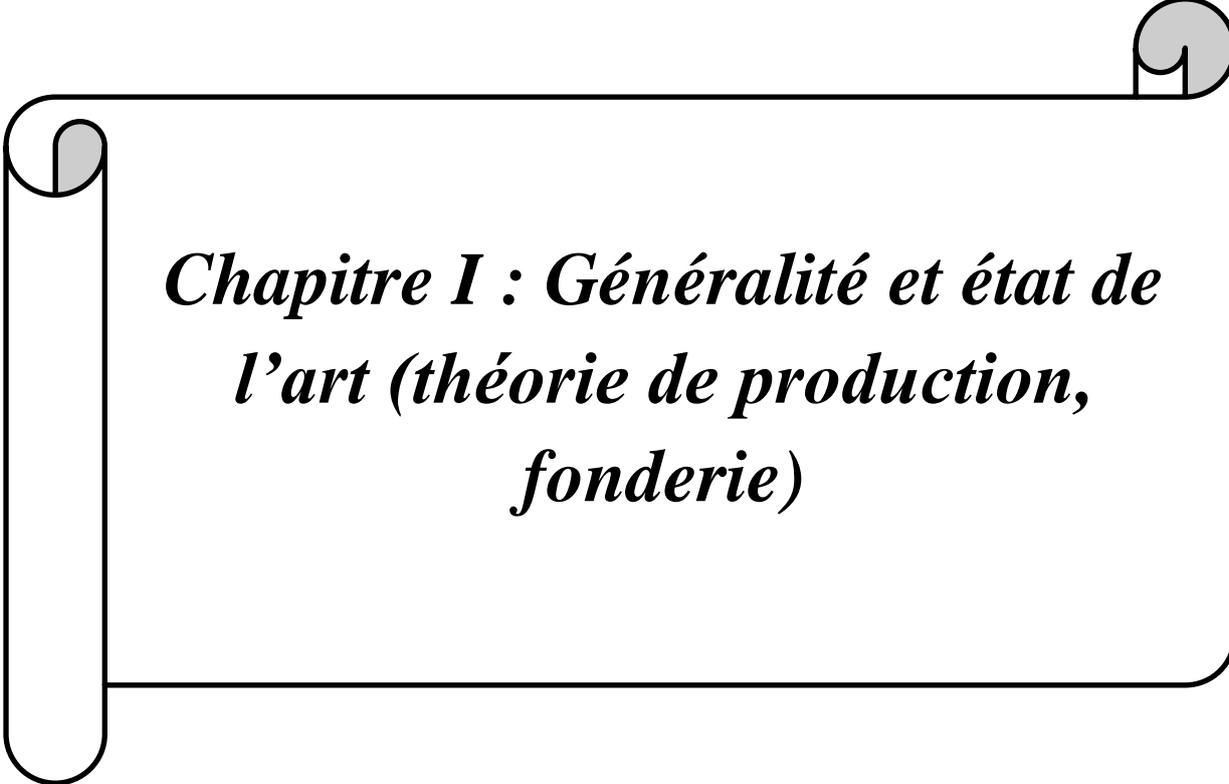
Et voici les chapitres qu'on a réalisés pour cette mémoire fin d'étude :

Chapitre I : à travers une petite théorie de production et la fonderie en général.

Chapitre II : a été description de la fonderie de Rouïba et de processus de production.

Chapitre III : nous avons présenté l'analyse et optimisation d'un cas d'étude.

En fin, nous terminons avec une conclusion générale pour synthétiser les points importants de notre travail et contribution.



*Chapitre I : Généralité et état de
l'art (théorie de production,
fonderie)*

Introduction :

La fonderie est l'un des procédés de formage des métaux qui consiste à couler un métal ou un alliage liquide dans un moule pour reproduire après refroidissement.

La production est une activité économique exploitant les ressources du travail et du capital, appelées facteurs de production, dans le but de réaliser des biens ou des services à partir de consommations intermédiaires (biens ou services achetés à d'autres entreprises puis transformés).

Dans ce chapitre, des notions générales relatives à la fonderie et la production sont données.

Section 1 : La gestion de production

Dans cette section, nous nous limiterons essentiellement à une définition de la notion de base de concept de la production et à une présentation des modes et des objectifs de la production.

1.1. Définition de la production :

La production a plusieurs définitions selon l'auteur, dont ont site :

Selon Pascal Laurent « La production est une activité économique et sociale très important, son objet est la transformation des matières et composants en produits finis qui peuvent être des biens de consommation, des biens de production, ou des services. Elle est constituée par un ensemble d'opérations plus au moins complexes nécessitant des moyens humains, financiers, informations et matériels qu'il faut organiser ». [1]

Selon Vincent Giard « La production est une transformation des ressources appartenant à un système productif et conduisant à la création des biens ou des services ». [2]

1.2. Le processus de production :

a. Processus de production discontinu : l'entreprise fabrique des produits variés, Les ateliers sont flexibles et produisent des séries plus ou moins longues avant d'être programmés pour le produit suivant (automobile, électroménager...).

b. Processus de production continu : l'entreprise fabrique des produits courants, peu variés, vendus en très grandes quantités, (industrie pétrolière, agroalimentaire, métallurgie...). [3]

1.3. Définition de la gestion de production :

Qu'est-ce que la gestion de production ?

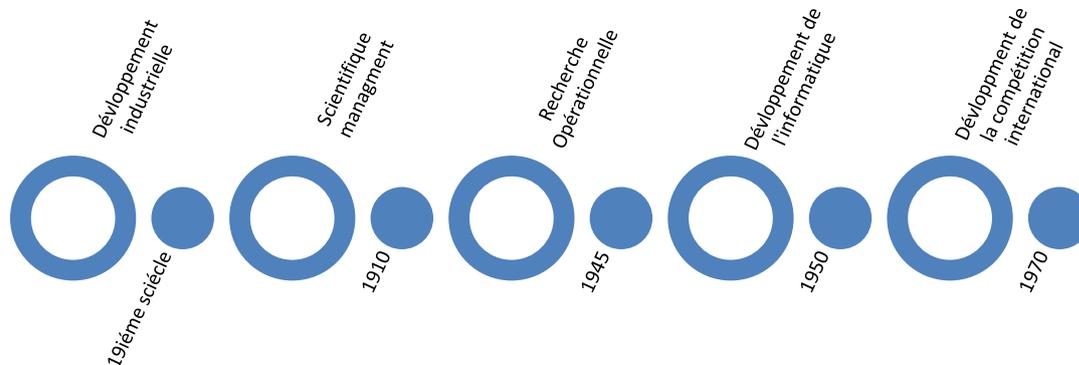
La gestion de la production recherche une organisation efficace de la production en considérant en général :

- ✓ La conception de nouveaux produits et/ou de services.
- ✓ La planification des ressources (matérielles, financières, ou humaines)
- ✓ L'ordonnancement des activités de production / de conception.
- ✓ La conduite des activités de production de l'entreprise.

L'objectif est de répondre aux impératifs de coût, délai, quantité et qualité en améliorant de manière continue les flux traversant l'entreprise (matières / informations / financiers).

Selon Vincent Giard «La recherche d'une organisation plus efficace de la production de biens et services est l'un des objectifs majeurs de la gestion du production, qui s'appuie sur un ensemble d'outils d'analyse et de résolution des problèmes qui visent à limiter les ressources nécessaires à l'obtention d'une production. la multiplicité des approches possibles de la gestion de la production s'explique par la plus ou moins grandes complexités des problèmes rencontrés et le point de vu retenu pour articuler ces problèmes entre eux dans un contexte donné, et la relation instable de l'environnement technico-économique jointe par une amélioration des système d'information et de la réflexion méthodologique en gestion de la production conduit à une recherche permanente d'amélioration visant à mieux faire pour un moindre coût, et l'obtention d'une production dont les caractéristiques commerciales et techniques sont inscrit dans le principe de norme et de qualité ». [4]

1.4. Développement Historique de la gestion de production :



Source : réalisé par Nous

1.5. L'ordonnancement :

Dans la plupart des moyennes et grandes entreprises, existe une « fonction ordonnancement » son rôle consiste en fonction de les commandes clients prévisionnelles ou réelles et de la disponibilité des ressources à déterminer le calendrier prévisionnel des quantités en pièces d'achat à approvisionner à court et à long terme.

L'ordonnancement couvre un ensemble d'actions qui transforment les décisions de fabrication définies par le programme directeur de production (planification à moyen terme) en instructions d'exécution détaillées destinées à piloter et contrôler à court terme l'activité des postes de travail dans les ateliers de fabrication. [5]

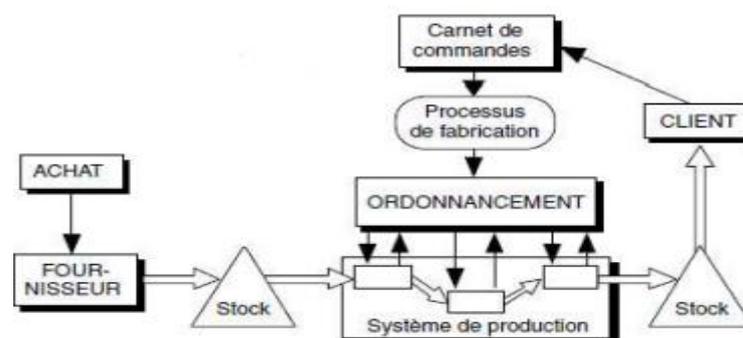


Figure 1: schémas simplifié de l'ordonnancement [5]

Section 2 : la fonderie

2.1. Introduction :

Apparue il y' environ 5 000 ans, la fonderie est un procédé de formage précis, le plus direct entre la conception et l'utilisation. Il s'agit, d'une part, de fabriquer un moulage d'après le dessin d'une pièce et, d'autre part, d'élaborer un alliage liquide correspondant à la destination de cette pièce.

La fonderie est l'un des procédés de formage des métaux qui consiste à couler un métal ou un alliage liquide dans un moule pour reproduire, après refroidissement, une pièce donnée (forme intérieure et extérieure) en limitant autant que possible les travaux ultérieurs de finition.

On l'utilise aussi bien pour la coulée d'une pièce unique que pour la fabrication en grande série, par exemple pour l'automobile, la sidérurgie, le matériel de manutention, l'équipement industriel, le matériel électrique, l'aéronautique, etc...

Dès l'apparition du travail du fer, les fondeurs firent preuve d'**une maîtrise exceptionnelle de la technique de moulage** comme la montre les roues de char coulées en bronze d'un seul jet ou les cloches transformées en véritables instruments harmoniques aux cours des Xe XIème siècles.

La réalisation d'une pièce de fonderie nécessite diverses opérations qui doivent se suivre et cette opération est citée comme suite :

- **Le modelage** : conception des modèles.

- **Le moulage** : conception des empreintes.

- **La fusion** : obtention du métal liquide à partir de minerais et de lingots dans des

Fours.

- **La coulée** : remplissage des moules à l'aide du métal liquide recueilli dans des poches de coulée.

2.2. Types de fonderies

- ✓ fonderie des métaux ferreux (fonte et acier)
- ✓ fonderie des métaux non ferreux
- ✓ fonderie d'alliages légers (Aluminium, zamac, ...)
- ✓ fonderie d'art

2.3. Les processus industriel de fonderie

Le processus industriel peut se diviser en quatre phases au cours desquelles il convient d'exercer des contrôles très rigoureux pour assurer la qualité final. [6]

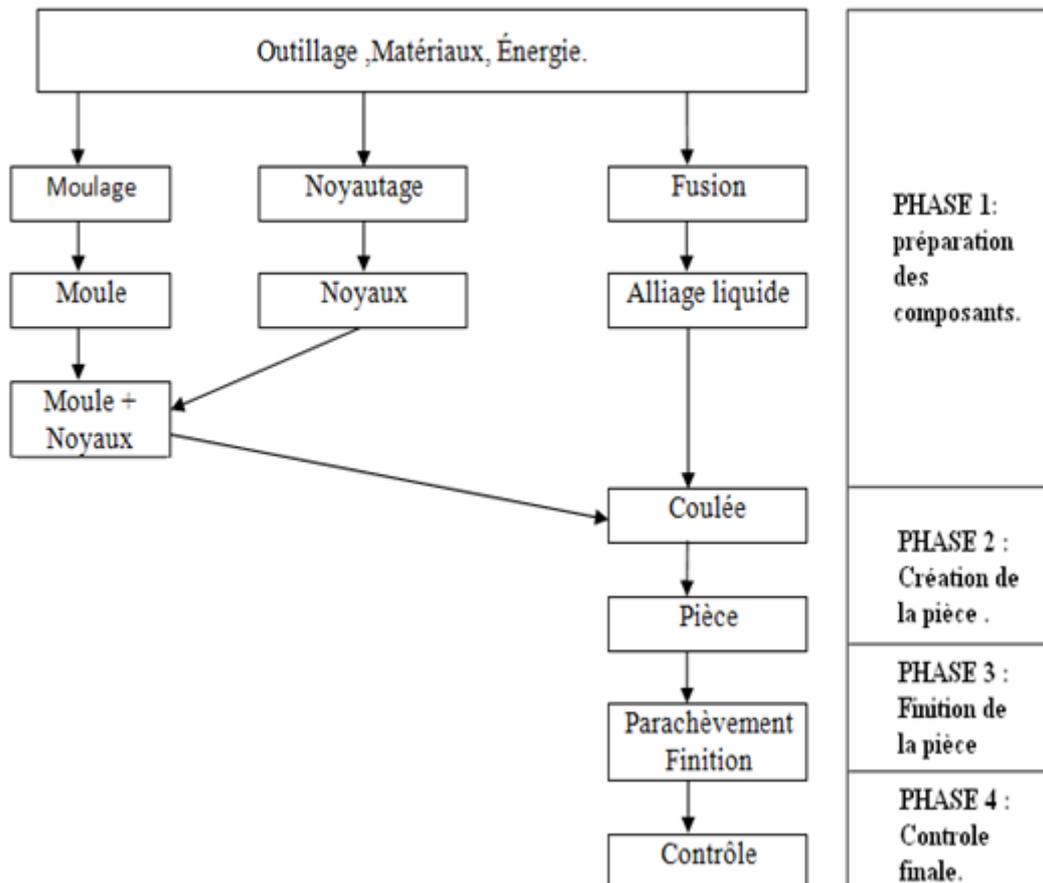


Figure 2:Schéma simplifié du processus industriel de fonderie. [6]

➤ **Phase 1 :** C'est la phase de préparation des différents composants : les moules, les noyaux, l'alliage liquide, chacun d'entre eux devant être conforme aux caractéristiques demandées, par exemple :

- ✓ pour les moules : dimensions des empreintes, qualité du sable de moulage.
- ✓ pour les noyaux : précision dimensionnelle.
- ✓ pour le métal élaboré : composition, traitements correctement effectués au four, propreté du métal.

Toutes ces contraintes visent à préparer des composants de qualité qui seuls pourront garantir la qualité finale de la pièce.

- **Phase 2 :** Coulée du métal dans le moule, solidification et refroidissement : c'est la création et la naissance de la pièce. Au moment de la coulée, beaucoup de phénomènes vont apparaître liés aux qualités de fonderie de l'alliage coulé, au comportement des moules et noyaux pendant toute cette phase d'échauffement extrêmement rapide, aux réactions moule-métal, aux caractéristiques de la coulée et aux conditions mêmes de refroidissement de la pièce. C'est la phase la plus délicate du processus de fabrication, celle qui peut générer divers défauts si toutes les conditions de qualité analysées précédemment ne sont pas correctement remplies.
- **Phase 3 :** Elle a lieu après refroidissement, c'est la phase de parachèvement-finition, avec traitements thermiques éventuels. Au cours de cette phase la qualité proviendra du soin apporté à chaque opération, au respect des gammes et au bon entretien des outillages de parachèvement.
- **Phase 4 :** C'est le contrôle final des pièces où l'on pourra déceler d'éventuels défauts ou anomalies. Le lancement d'actions correctives pour la suppression des anomalies constatées devra s'appuyer :
 - ❖ sur une bonne connaissance des propriétés de fonderie des alliages coulés.
 - ❖ sur une bonne identification des défauts qui permettra de choisir les remèdes à appliquer.

2.4. Fonderie fonte :

2.4.1. Définition de la fonte :

Les fontes sont des combinaisons de fer et de carbone, dont la teneur en C est élevée (de 1,9 à 4%), de Si (de 0,3 à 2%) et de Mn, de P et de S en quantités variables. Les fontes ne sont pas malléables, ni forgeables, ni soudables. Point de fusion : entre 1150°C et 1250°C.

En jouant sur le dosage des éléments à l'état de traces ou en ajoutant d'autres éléments pour former des alliages et en modifiant les processus de solidifications et en pratiquant un traitement thermique après refroidissement du métal on obtient différentes microstructures avec de différentes propriétés et par conséquent on peut citer plusieurs types de fontes : Fonte grise, fonte blanche, fonte malléable, fonte ductile et fonte spéciales.

2.4.2. Types de fonte :

La fonte qui explique les différences entre les types :

2.4.2.1. Fonte grise :

La fonte grise est, de loin, le type de fonte le plus ancien et le plus commun. Pour cette raison, bien des gens croient que c'est le seul type de fonte et que les termes « fonte » et « fonte grise » sont interchangeables. La fonte grise, ainsi nommée parce que le métal présente des fractures ayant une couleur grise, est composée de carbone sous forme de lamelles de graphite dans une matrice de ferrite ou de perlite, ou d'un mélange des deux. La fluidité de la fonte grise liquide ainsi que son expansion due à la formation de graphite au cours de la solidification en font un matériau idéal pour la production économique de pièces moulées complexes et sans retrait, par exemple les blocs-moteur.

Le graphite en forme de lamelles a un effet important sur les propriétés mécaniques de la fonte grise. Aux faibles contraintes, ces lamelles peuvent concentrer ces dernières contraintes et provoquer un déplacement plastique localisé prématuré et, aux fortes contraintes, elles peuvent servir d'amorce à des fractures dans la matrice. Pour cette raison, la fonte grise a une élasticité nulle et, soumise à une contrainte critique, elle se rompt sans déformation plastique significative. Cependant, ces lamelles de graphite lui confèrent d'excellentes caractéristiques d'usinage, d'atténuation des vibrations et d'autolubrification.

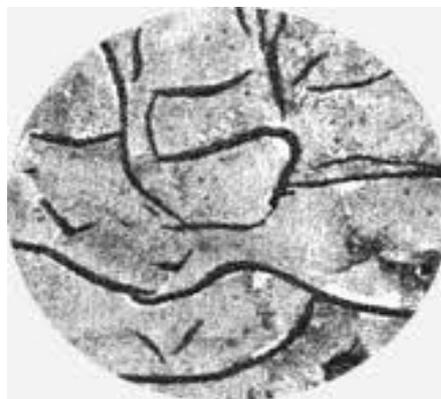


Figure 3 : se représenté la fonte grise

2.4.2.1.1. Fonte GL (graphite lamellaire) :

C'est la plus courante des fontes grises. Le graphite s'y trouve sous forme de lamelles.

Les principales qualités des fontes GL sont :

- facilité d'usinage.

CHAPITRE I : Généralité et état de l'art (théorie de production, fonderie)

- Très bonne résistance à la corrosion et à la déformation à chaud.
- Très bonne dimensionnelle (réalisation de machine-outil silencieuse et stable géométriquement).
- Excellente coulabilité.
- Prix du métal peu élevé.

Les principaux défauts :

- Relativement fragile comparé aux aciers et à la fonte GS.

Les principales utilisations :

- Toutes pièces mécaniques (différentes grades de résistance).
- Bâti de machine outils bonne résistance aux vibrations.
- Tuyaux et canalisation (il est possible de couler des tubes de grande taille via le coulage par centrifugation).

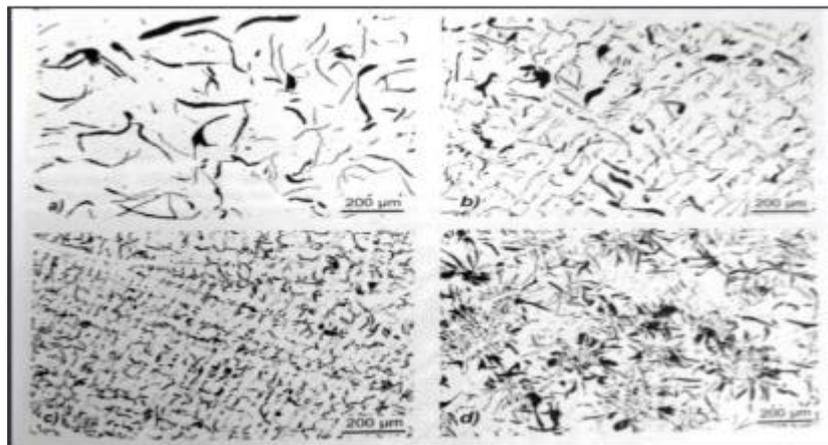


Figure 4: Microstructure d'une fonte à graphite lamellaire

2.4.2.1.2. Fonte GS (graphite sphéroïdal, aussi appelée fonte ductile) :

Fonte dans laquelle le graphite se trouve sous forme de nodules (sphéroïdes). Cette microstructure particulière est obtenue par l'ajout de magnésium dans la fonte peu de temps avant le moulage (si la fonte est maintenue en fusion, elle perd les spécificités des fontes GS au bout d'une dizaine de minutes). Le magnésium s'évapore mais provoque une cristallisation rapide du graphite sous forme de nodules. Cette microstructure lui donne des caractéristiques mécaniques proches de l'acier.

CHAPITRE I : Généralité et état de l'art (théorie de production, fonderie)

Une fonte GS est une fonte à graphite dans laquelle l'ajout d'un agent modificateur empêche par des mécanismes complexes et pas totalement compris à l'heure actuelle, la cristallisation du graphite qui se produit normalement sous forme de nodules plus ou moins sphériques. L'agent modificateur actuellement utilisé est le magnésium. Du fait de son avidité en soufre, il faut une fonte de base à base taux de soufre pour éviter la formation du sulfure de magnésium : $Mg + S \rightarrow Mg S$. Paradoxalement, une fonte totalement désulfurée ne donne pas une fonte à graphite sphéroïdal. C'est pourquoi après avoir désulfuré la fonte, du soufre est réintroduit généralement sous forme de pyrite ($Fe S$) à hauteur de 0,05%.

La présence de phosphore fait chuter les caractéristiques de ductilité et de résilience.

De nombreux avantages expliquent le succès de la fonte GS, mais on peut les résumer en quelques mots : polyvalence et performance supérieures à un coût inférieur, les autres membres de la famille des fontes peuvent avoir des propriétés particulières qui en font des matériaux de choix pour certaines applications, mais aucun n'a la polyvalence de la fonte GS, qui offre souvent au concepteur le meilleur compromis de propriétés. Cette polyvalence est particulièrement évidente pour ce qui est du choix des propriétés mécaniques. En effet, le concepteur peut choisir entre une ductilité élevée, avec, pour certains types, un taux d'allongement de plus de 18%, et une haute résistance avec des résistances en traction dépassant 120,000 lb/po²(825MPa).

Fonte obtenue par ajout de magnésium dans une fonte de base d'excellente qualité (très bas soufre et manganèse). Le graphite se présente alors sous forme de nodules. Les caractéristiques de ces fontes sont très proches de l'acier.

Qualité de ces fontes :

- Très résistantes
- Ductile
- Élastiques

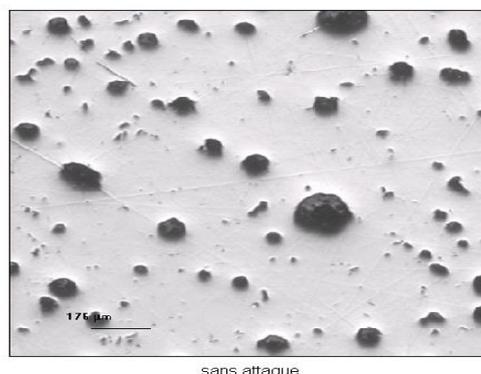


Figure 5: Forme du graphite sphéroïdal. [7]

2.4.2.2. Fonte blanche :

Les fontes blanches, ainsi nommées en raison de l'aspect de leur cassure, sont caractérisées par l'absence complète du graphite car le carbone, en excès- par rapport à sa solubilité maximale dans l'austénite est combiné au fer sous forme de carbure métastable. Les carbures à base de fer ont des propriétés physiques très différentes de celle de graphite et en particulier, leur dureté élevée augmente beaucoup celle de la fonte dont ils constituent une fraction volumique importante. Ainsi, les fontes blanches, dures mais malheureusement plus ou moins fragiles, conviennent excellentement pour résister à l'usure abrasive, en conséquence, il est très difficile , sinon impossible , de les usiner à l'aide d'outils coupants .Pour la plupart des application modernes élément de broyeurs, par exemple, les fonte blanches sont encore durcies par l'ajout d'éléments d'alliage (nickel ,chrome, molybdène, vanadium, tungstène) avec une certaine amélioration de la ténacité aux choc.

Les principaux favorisants l'obtention de ces fontes sont abaissement de la température de coulée et refroidissement rapide, teneurs en carbone et silicium relativement faible, teneur en manganèse élevée.

La construction des fontes blanche est donc la suivante :

- Fontes hypo eutectique : l'édéburite+ perlite+cémentite proeutectoïde.
- Fontes hyper eutectique : Lédéburite + cémentite primaire. La Lédéburite représente un agrégat de cémentite eutectique et des produits de la décomposition de l'austénite eutectique (cémentite proeutectoïde et perlite).

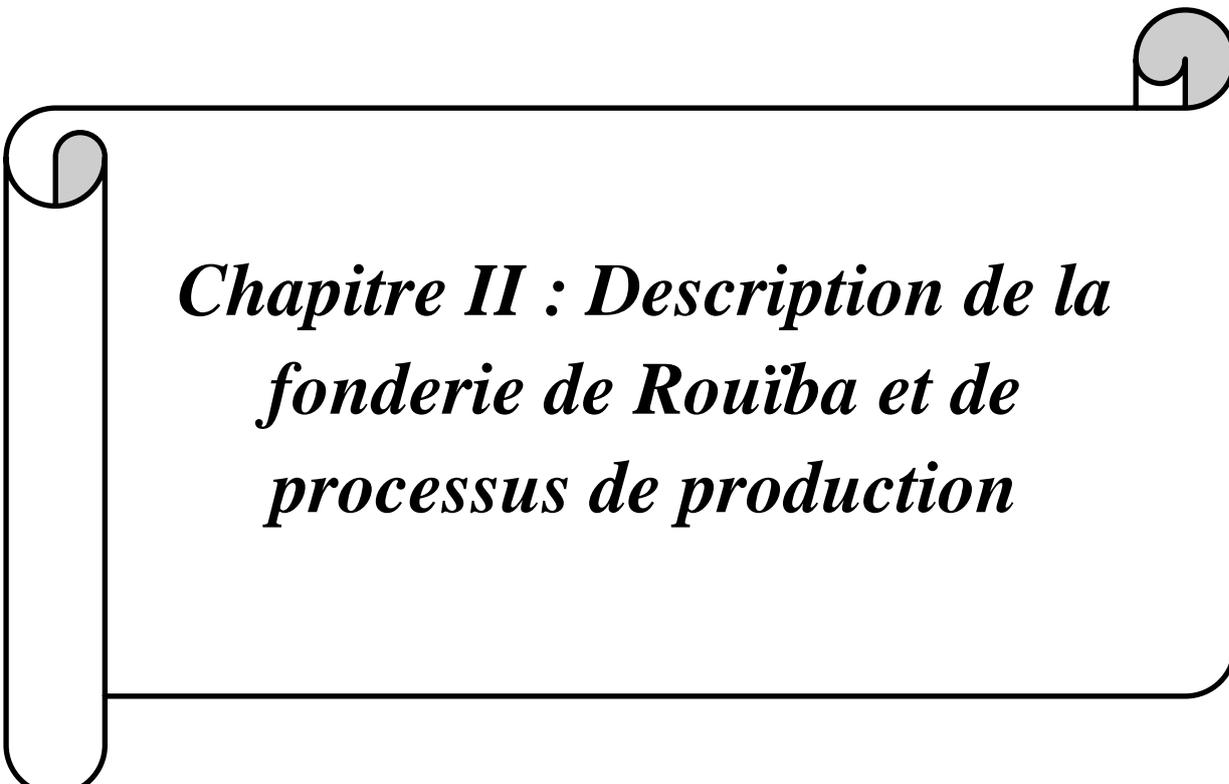


Figure 6: Fonte blanche hypoeutectique. [8]

Conclusion :

Tout au long l'élaboration de ce premier chapitre, nous avons montré que La fonderie permet de réaliser des pièces de formes souvent complexes avec une économie de matières utilisées et de phases d'usinages post-moulage pour peu que la pièce ait été bien pensée.

Le chapitre qui va suivre sera consacré, à la description de la fonderie de Rouïba et de processus de production.



***Chapitre II : Description de la
fonderie de Rouïba et de
processus de production***

CHAPITRE II : Description de la fonderie de Rouïba et de processus de production

Introduction :

Ce chapitre sera consacré à la présentation de l'entreprise SNVI Rouïba, lieux de notre stage et de notre étude pratique sur la planification et le suivi d'un programme .Dans un premier temps, nous allons retracer l'historique, les principaux secteurs ainsi que les processus de fabrication, pour ensuite représentera gamme opératoire des secteurs de fabrication, des types de moulage et les ateliers fusion .En dernière, nous allons parlera sur le parachèvement et le control.

Section 1 : Présentation de l'entreprise SNVI

1.1. Historique :

De 1981 à 1995 :

La SNVI devient une entreprise publique socialiste suite au bilan dressé par les autorités publiques du pays sur l'état de fonctionnement de l'économie nationale, une circulaire présidentielle N° 13 du 20 novembre 1980 fixe le cadre réglementaire organisant les opérations de restauration des entreprises publiques.

La SNVI est née à l'issue de la restructuration de la SONACOM, et le décret de sa création lui consacra un statut d'entreprise socialiste à caractère économique régis par les principes directifs de la gestion socialiste des entreprises (GSE) en vigueur au plan institutionnel.

Ce choix organisationnel a été confirmé par le conseil des ministres, le 06 juillet 1981, donnant ainsi naissance à la SNVI entreprise nationale de véhicule industriel par le décret N° 81/342 du 12 décembre 1981.

De 1995 à 2000 :

Dès mai 1995, la SNVI change de statut judiciaire pour devenir une entreprise publique économique régis par le droit commun : la SNVI est alors érigée en société par action (SPA), au capital social 2.2 milliards de dinars.

Etant une EPE, la SNVI est placée sous le contrôle du HOLDING PUBLIC MECANIQUE, un sous-produit de la restructuration amorcé par le gouvernement dès 1994 et orienté par le conseil national des participations de l'état (CNPE) lequel est présidé par le chef de gouvernement.

CHAPITRE II : Description de la fonderie de Rouïba et de processus de production

Celui-ci donne pour mission la gestion des capitaux marchands de l'état. A ce titre, le HOLDING exerce, par délégation, tous les attribues du droit de propriété sur les actions de le SNVI sont transférées.

Tout politique d'investissement, tout stratège de restructuration interne redéploiement de le SNVI sont définie par le HOLDING en question.

Le 03 juin 2000, le holding public mécanique (HPM) devient HOLDINFG MECANIQUE ET ELECTRONIQUE (HOMELEC), HOLDING constitué du groupement de deux anciens holdings mécaniques et électriques.

L'Entreprise Nationale des Véhicules Industriels est chargée dans le cadre du plan national et du développement économique et social de :

La recherche est assurée par la direction d'Etude et Recherche « DER ».

La production est assurée par (04) quatre filiales opérationnelles qui sont :

- Filiale Véhicules Industriels (V.I.R).
- Filiale Carrosserie Rouïba (C.I.R).
- Filiale Fonderie Rouïba (F.O.R).
- Filiale Carrosserie Tiaret (C.T).

(02) direction :

- Direction Marketing et Ventes (DMV).
- Direction Centrales Après-vente (DCAV).

CHAPITRE II : Description de la fonderie de Rouïba et de processus de production

Le siège principal de La société SNVI situe au niveau de la wilaya d'Alger ZONE INDUSTRIEL « SONACOM ».



Figure 1:Siège principale de SNVI

1.2. Présentation de la fonderie de Rouïba :

La SNVI a décidé de faire construire sur le site de Rouïba en complément du complexe industriel, une fonderie de fonte à graphite sphéroïdale et sa fonderie école d'Aluminium dont la production est destinée aux véhicules industriels.

Berliet a effectué, à la demande de SONACOME, une étude préliminaire des possibilités et conditions de réalisation, de fonctionnement et d'exploitation d'une fonderie ayant une capacité de 10.000 tonnes par an de bonnes pièces, et qu'après examen de cette étude préliminaire, SONACOME a décidé de choisir Berliet pour lui confier la mission.

SONACOME en accord avec Berliet, a décidé de faire appel à la société canadienne pour la mise en œuvre, sous le contrôle technique de Berliet, de certain aspect de la réalisation de la fonderie dont les caractéristiques générale comprenant, dans le site, tous les bâtiments, installation d'équipements, outillages, appareils et tous les biens d'équipements qui sont nécessaires au bon fonctionnement de la fonderie et à la formation de personnel qui sera appelé à y travailler, ainsi que tous les installation auxiliaires nécessaires à sa bonne utilisation et entretien.

CHAPITRE II : Description de la fonderie de Rouïba et de processus de production



Figure 2: la fonderie de SNVI

1.3. Les principaux secteurs de la fonderie

La réalisation d'une pièce de fonderie nécessite le passage par des processus primordiaux à savoir :

- Le modelage : confection des modèles.
- Le moulage : confection des empreintes des pièces.
- Le noyautage : fabrication de corps en sable qui permet l'obtention des évidements dans les pièces.
- La fusion : élaboration du métal liquide à partir des charges métalliques.
- La coulée : couler le métal liquide dans les empreintes.
- Le décochage : extraction de la pièce par destruction du moule.
- Le dessablage : nettoyage des pièces par opération de grenailage.
- L'ébarbage : enlèvement des parties supplémentaires, bavures, jets de coulée, etc....
- Le contrôle final : c'est une opération de qualité qui détermine la conformité des pièces produites par rapport à un référentiel (normes et procédures...).

Comme nous pourrions distinguer d'autres fonctions de la fonderie :

CHAPITRE II : Description de la fonderie de Rouïba et de processus de production

L'UTS : Unités de Traitement de Sable.

- Le laboratoire et contrôle qualité.
- Le service méthodes.
- Le service maintenance.
- La sablerie.
- Les services commerciaux.
- Le service gestion des ressources humaines.

1.4. Objectif actuel :

La fonderie a le souci de subvenir au besoin du VIR et de se redéployer pour occuper les capacités existantes à savoir :

- a) Industrialiser le maximum de pièce en fonte grise lamellaire pour la VIR tels que les tambours de frein, chapeaux, couvercles.
- b) Réaliser la production du CMT en FGS et en FGL tels que les tambours de frein, trompettes, volants moteurs, cuve d'huile, berceau d'essieu etc.
- c) L'intégration des blocs moteurs 3, 4 et 6 cylindres pour CMT depuis 1996.
- d) Industrialiser les pièces en FGS et FGL pour la DC ROUIBA.
- e) Industrialiser les pièces mécaniques pour divers clients.

CHAPITRE II : Description de la fonderie de Rouïba et de processus de production

Section 2 : Processus de fabrication

2.1. Schéma général de la fabrication

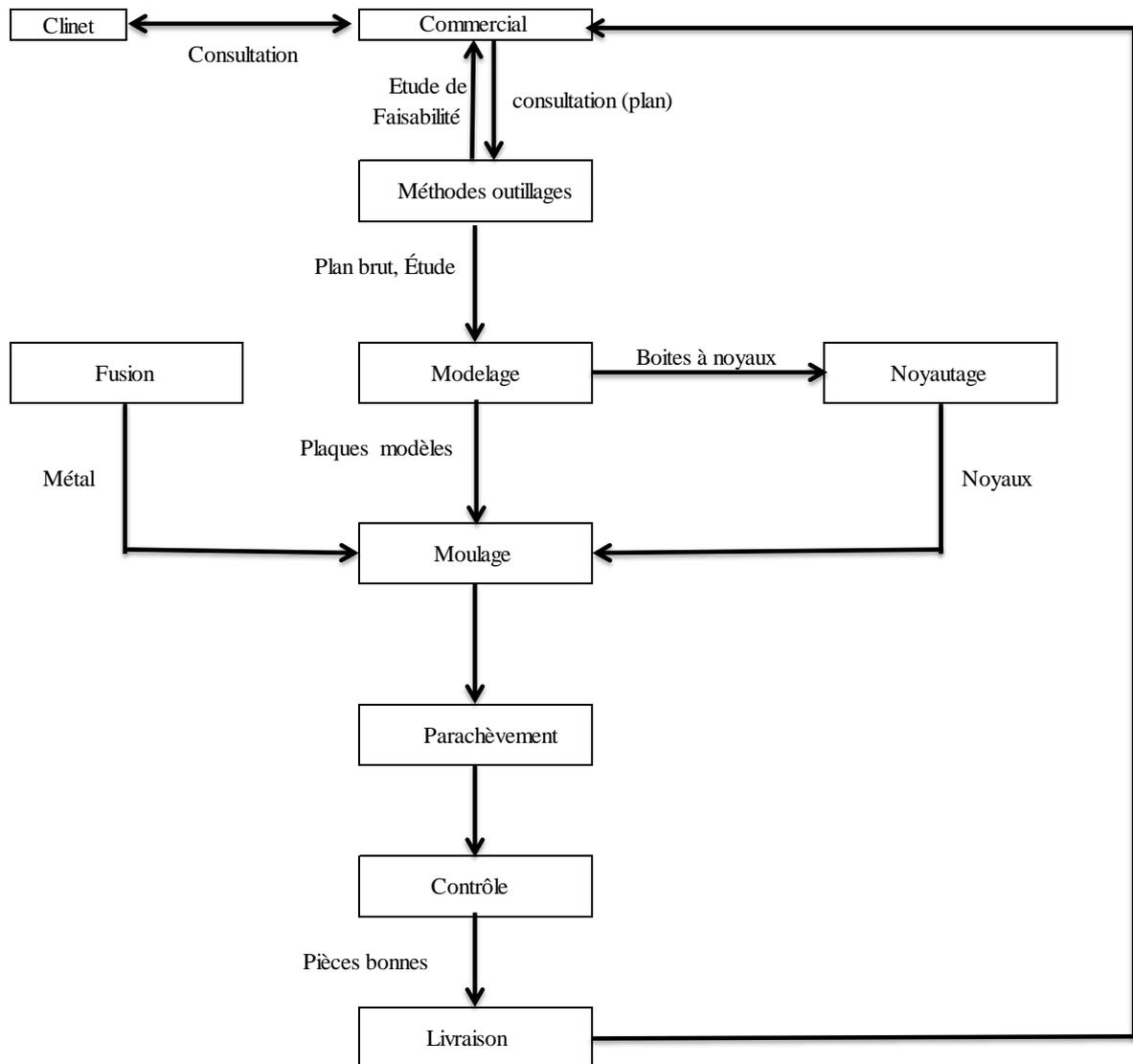


Figure 3 : schémas représentant le processus de fabrication

Source : réalisé par nous

CHAPITRE II : Description de la fonderie de Rouïba et de processus de production

2.2. Les secteurs de fabrication

2.2.1. Méthodes outillages

2.2.1.1. Définition :

Les méthodes sont responsables du potentiel technique de la fonderie. Ce potentiel doit permettre de réaliser au **moindre coût**, des pièces brutes déterminées, **en qualité et dans des délais précis**, en assurant le respect des impératifs humains et sociaux.

Les méthodes mettent à la disposition de la fabrication les moyens techniques (outillages, installation, modes opératoires) nécessaires pour réaliser les programmes de production.

En complément, les méthodes gèrent la documentation générale :

- Catalogues fournisseurs.
- Revues spécialisées.
- Compte-rendu de visites.
- Etc.

2.2.1.2. Relations fonctionnelles

- Avec le D.V.I et divers clients.
- Avec la comptabilité industrielle.
- Avec le service achats.
- Avec la fabrication fonderie.
- Avec les autres services de la fonderie.

2.2.1.3. Rôle du service

Intégré dans le département études et conception, ce service participe à la réalisation du produit fini dans les premiers stades de sa création.

Ses rôles essentiels sont :

- Définition du dessin de la pièce brute, dans le but d'obtenir un produit au coût le plus faible possible, **(La meilleure pièce, au meilleur prix)**.
- Etude comparative du coût de différentes solutions.
- Réalisation de l'étude de moulage.
- Réalisation des dessins des Outillages Métalliques Mécanisés.
- Définition et création des gammes de fabrication.

CHAPITRE II : Description de la fonderie de Rouïba et de processus de production

- Suivi de la réalisation des Outillages de Fabrication.
- Mise au point des Outillages nécessaires à la réalisation des pièces.
- Mise au point dimensionnelle et métallurgique des pièces.
- Amélioration de la qualité.
- Amélioration des coûts.
- Amélioration de la productivité.

A partir de plan de définition, le service méthode de la fonderie dessine le plan brut et le plan d'étude de moulage et demande l'accord de l'U.E.R.

Il dessine les outillages de fonderie qui se composent de :

- Plaque modèle.
- Boîte à noyaux.
- Avec le dessin de l'outillage le service modelage en assure l'exécution (Bois, Résine, Métal).

2.2.2. Le modelage

2.2.2.1. Définition

Le modelage est l'ensemble des procédés mis en œuvre pour la fabrication des modèles, plaque-modèle, boîtes à noyaux et accessoires d'outillages.

- L'étude de la pièce commence par un traitement d'information : Plans de brut et d'étude de moulage.
- L'existence de matériau.

Tous les paramètres doivent être donnés et sont alors transmis aux modeleurs. A eux revient la réalisation en trois (03) dimensions de la pièce commandée.

De la qualité du travail du modelleur qu'engendrera la qualité de la pièce (précision dimensionnelle extra) mais aussi le temps plus ou moins long de fonction. Plus le modèle sera fidèle au plan, moins les choses seront à entreprendre.

Pour le modelage: c'est un passage obligé pour une conception optimisée des outillages de moulage (plaque modèle, boîtes à noyaux et leurs accessoires).

2.2.2.2. Les étapes de modelage

Premièrement on doit réaliser le model bois qu'on appelle le model mère, cet à partir de ce model qu'on peut réaliser d'autre model que ce soit de résine ou de métal. Ce modèle est

CHAPITRE II : Description de la fonderie de Rouïba et de processus de production

utiliser pour la fabrication des petites série (<10 pièce), pour réaliser ce modèle on doit passer par plusieurs étapes :

1^{er} étape : lecture du plan (brut, définition).

2^{eme} étape : traçage de l'épure sur une planche d'aluminium, sachant que l'**épure** est la représentation de la pièce par sa projection sur trois plans, c'est un dessin technique utilisé pour nous permettre de trouver les coupes nécessaires à la réalisation du modèle et sa en prenant en considération le rétrécissement du métal, la surépaisseur de moulage, les joints de moulage, le logement du noyau.

3^{eme} étape : après le découpage de l'épure on va passer à la réalisation des différentes formes.

4^{eme} étape : après la réalisation des différentes formes on va passer à l'assemblage.

5^{eme} étape : rectification du model.

Une fois ces dernières achever, on procède à une série d'essais avant leurs mise en utilisation (comme la réalisation d'une pièce en plâtre pour s'assurer de la conformité de ce model avec le plan brute), après cet essai on peut fabriquer d'autre model (de résine ou de métal) pour les grand série.

2.2.3. Noyautage

2.2.3.1. Définition de Noyautage

Le noyautage est l'ensemble des opérations qui permettent d'obtenir des noyaux appelés à être placés dans les moules.

Le service noyautage est le Client de service modelage qui donne la boîte de noyau correspondant à la pièce demandée, chaque moule a un code présentatif (exp : la pièce qu'il avait le code 190 609STT le code de noyau est 181 648STT).

2.2.3.2. Définition de noyau

Le noyau est une partie du moule, préparé séparément sans une boîte à noyaux en résine, en bois ou en métal, le rôle de noyau est de donner la forme interne de la pièce. Se fabriqué à partir d'un mélange de sable siliceux et d'un agglomérant.

2.2.3.3. Les procédés de noyautage

Il existe deux procédés de noyautage :

CHAPITRE II : Description de la fonderie de Rouïba et de processus de production

- **Procédé à froid** : noyautage silicate de soude / CO₂.
- **Procédé chaud** : noyautage Corning.



Figure 4: Noyau Corning



Figure 5: Noyau silicate

CHAPITRE II : Description de la fonderie de Rouïba et de processus de production

2.2.4. Moulage

2.2.4.1. Définition

Le moulage est l'action de prendre une empreinte qui servira ensuite de moule dans lequel sera placé un matériau et qui permettra le tirage ou la production en plusieurs exemplaires d'un modèle. Le moulage consiste donc à placer un matériau dans un moule dont il prendra la forme. Le matériau et/ou le moule sont chauffés.

2.2.4.2. Définition de plaque modèle

Afin "d'imprimer" dans le sable la forme de la pièce recherchée (et donc de faire le moule), on fabrique un modèle. Le modèle traditionnel en bois est de moins en moins utilisé, au profit de modèles en résine ou en métal qui, de plus en plus souvent, sont usinés sur des machines à commande numérique.

Le modèle a la forme de la pièce et permet de fabriquer le moule désiré. Il est souvent coupé en deux suivant le "plan de joint" et peut être complété par une ou plusieurs "boîtes à noyaux".

Les boîtes à noyaux sont destinées à réaliser un négatif en sable des parties creuses de la pièce, ou des zones non démoulables directement (contre-dépouille). Les noyaux (en sable à prise chimique) réalisés dans ces boîtes seront disposés dans le moule avant sa fermeture. Le modèle aura des dimensions légèrement plus grandes que la pièce à obtenir, afin de tenir compte du retrait de l'alliage au refroidissement. Ce retrait dépend principalement de l'alliage à mouler, mais aussi d'autres paramètres comme les épaisseurs moyennes de la pièce à réaliser. Le fondeur indique toujours au modelleur le retrait à prendre en compte pour la réalisation de ses modèles.

CHAPITRE II : Description de la fonderie de Rouïba et de processus de production



Figure 6: plaque modèle inférieur

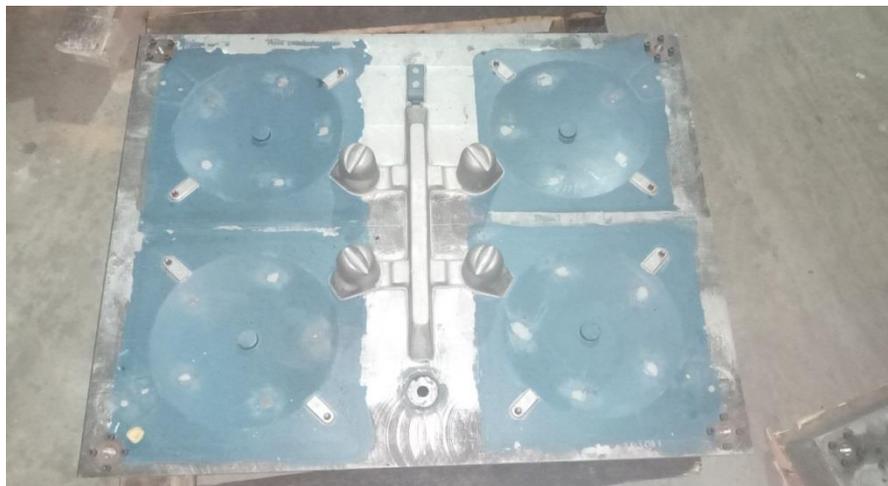


Figure 7: plaque modèle supérieure



Figure 8: plaques modèles

CHAPITRE II : Description de la fonderie de Rouïba et de processus de production

2.2.4.3. Les types de moulage

Il existe différents type de moulage :

❖ **Moulage en sable humide** : C'est le moulage le plus ancien, qui utilise du sable humide, aussi appelé sable « à vert » non pas pour sa couleur mais par analogie au bois qui est dit « vert » lorsqu'il est humide. Le mélange est composé du sable réfractaire, la silice et d'un liant, la bentonite que l'on humidifie dans une installation de broyage.

- **Moule en châssis** :

Le sable tombe par gravité dans un châssis, le plus souvent métallique, puis est comprimé par une plaque modèle qui laisse une partie de l'empreinte de la pièce à réaliser.

- Moules pour fabrication série sur des chantiers automatiques. Très diffus dans l'industrie automobile.
- Moule pour fabrication unitaire ou très petites séries dans les fonderies d'outillages (bâtis de machine, pièces spéciales). Ce type de moulage est manuel.

- **Moule en motte** :

Pas de châssis, le moule est conçu à l'intérieur d'une machine qui presse fortement le sable pour y laisser l'empreinte. Ce sable forme une motte qui est poussée hors de la machine contre la motte précédente, le tout formant le moule complet. Les mottes sont toutes en contact sur le convoyeur, comme dans le procédé Disamatic, la coulée du métal en fusion se fait sur le convoyeur même.

- ❖ **Moulage en sable à durcissement thermique.**
- ❖ **Moulage en sable à durcissement chimique.**
- ❖ **Moulage en sable à durcissement physique.**
- ❖ **Moulage à modèle perdu.**

CHAPITRE II : Description de la fonderie de Rouïba et de processus de production

2.2.4.4. Les étapes de moulage

Il se compose de :

- Serrage châssis inférieur.
- Retournement.
- Noyautage.
- Remoulage noyau.
- Serrage châssis supérieur.
- Fermeture du moule.
- Élaboration du métal.
- Coulée.
- Tunnel de refroidissement.
- Déchargement puis décochage.
- Retour châssis.



Figure 9: Demi-moule

CHAPITRE II : Description de la fonderie de Rouïba et de processus de production

2.2.5. Atelier fusion

2.2.5.1. Définition

L'atelier de fusion est chargé de fournir le métal liquide avec les nuances exigées pour les propriétés voulues, le métal en fusion doit à la SNVI l'atelier est équipé de :

- Un four à arc électrique permettant la fusion du métal.
- trois fours à induction permettant le maintien de la température et l'ajout des éléments tel que le graphite.
- quatre ponts roulants.
- trois palots de 5 tonnes.
- trois poches de 10 tonnes dites de traitement réservé au réservé à l'ajout du Silicium et du magnésium.
- trois poches de coulée pour verser le métal en fusion avant de le coulé.



Figure 10: Poche de coulée

CHAPITRE II : Description de la fonderie de Rouïba et de processus de production

2.2.5.2. Les paramètres de fusion

Il est important de prendre en considération deux paramètres afin que le d'exploiter ce métal en fusion :

- ❖ **Coulabilité** : C'est l'aptitude du métal liquide (fondu) de bien remplir le moule et de reproduire fidèlement son empreinte. Si le métal a une bonne coulabilité, le métal forme sans difficulté tous les éléments de la pièce, et le remplissage du moule sera assuré. Dans le cas contraire (mauvaise coulabilité), le remplissage du moule sera défectueux et la pièce est généralement rebutée.

Une bonne coulabilité des métaux peut être assurée avec l'élévation de la température.

- ❖ **Retrait** : C'est un phénomène physique de contraction du métal (ou alliage) lors de sa solidification (recristallisation).

2.2.6. Atelier parachèvement

L'atelier de parachèvement est chargé de faire le contrôle et la finition des pièces. En effet les pièces qui arrivent au parachèvement nécessitent un contrôle de conformité et des opérations d'usinages avant d'être peint et apte à l'utilisation. Les pièces doivent subir :

- **un dessablage** : nettoyage des pièces par brosse métallique, par jets de sable ou de grenailles.
- **un ébarbage** : enlèvement des parties supplémentaires de métal : bavures, jets de coulée, etc... à l'aide de burin manuel, pneumatique, de meule à découper, etc....

Les pièces subissent ensuite un contrôle visuel pour détecter les défauts éventuels sur les pièces, les pièces seront classées en pièces conformes, pièces en attente de retouche et pièce rebutée qui seront refondus.

Les pièces conforme subissent d'autre contrôle plus pointus en matière de dureté et de dimensions et. S'ils passent ces étapes, les pièces auront droits aux opérations d'usinages si nécessaire et sont envoyées ensuite dans un atelier de peinture pour être peint et séchées pour enfin pouvoir être livré.

CHAPITRE II : Description de la fonderie de Rouïba et de processus de production

2.2.7. Contrôle

Le service contrôle au sein de la filiale fonderies de Rouïba assure la conformité dimensionnelle, santé interne et la matière des pièces brutes avant la livraison du produit fini aux clients. Le contrôle est une opération destinée à déterminer grâce à des ressources humaines compétentes et des moyens matériels de précision appropriés avec les pièces brutes de fonderie à contrôler sont conformes ou non à des exigences techniques et des spécifications. En incluant une décision d'acceptation (conforme), de rebuter (non conforme) ou de retoucher de ses dites pièces brutes de fonderie sachant que cela se fait dans un consensus stricte et organisé. Le service contrôle FOR-SNVI est réparti comme le suivant :

- ❖ Deux équipes pour contrôle atelier en cours de production.
- ❖ Une équipe du secteur méthodes contrôle.

2.2.7.1. Le contrôle atelier :

Le contrôle est un acte technique permettant de déterminer la conformité des pièces brutes à partir d'un premier contrôle visuel des défauts de fonderie apparents ainsi que un deuxième contrôle de finition dimensionnel à l'aide des gabarits, des montages et des instruments de mesure ou il faut au préalable déterminer les caractéristiques de la pièce brute et choisir les limites des sur épaisseurs d'usinage et les points de départ à l'usinage, les tolérances à l'intérieur desquelles le produit est conforme. Il faut que ces limites soient connues par le « contrôleur » tout en exploitant la gamme des consignes de réception pour chaque pièce brute de fonderie dont aussi ils contrôlent la dureté de la matière qui se fait par date de coulée en prélèvement par série des pièces brutes à l'aide d'un appareil **BRINELL** et dans le cas des pièces brutes qui ont subis un traitement thermique ce dernier engendre des déformation. Par ailleurs, une opération de contrôle de planéité par redressage provoque sur les pièces traitées des défauts de criques et de fissuration surfacique d'où un contrôle non destructif sera effectué unitairement par un **MAGNETOSCOPE** pour les détectés.

Le contrôle implique également qu'à l'issue de chaque acte technique de contrôle, une décision soit prise à savoir les aspects suivants :

- ✓ Pièces brutes de fonderie **conforme**.
- ✓ Pièces brutes de fonderie **non conforme** (à rebuter).
- ✓ Pièces brutes de fonderie **non conforme peuvent être retouchées** (opération de sauvetage).

CHAPITRE II : Description de la fonderie de Rouïba et de processus de production

- ✓ Pièces brutes de fonderie **acceptables** peuvent être livrées par dérogation.

2.2.7.2. Méthodes contrôle :

Le secteur méthodes contrôle est un donneur d'ordre qui impose un certain nombre de directives et caractéristiques à contrôler ou le contrôle à effectuer sur les pièces brutes de fonderie en matière techniques à savoir la partie dimensionnelle tout en afférant sur **des instruments de mesure, gabarits et montages** et la partie de la santé interne de contrôle non destructif par **ULTRASON** qui se fait par prélèvement sur série, dont son rôle a pour but, de préparer **la gamme des consignes de réception** de chaque pièce brute de fonderie dont cette dernière sera destinée à être exploitée par les techniciens contrôle atelier. Le risque associé au non détection des pièces brutes ayant des défauts doit être pris en compte.

En cohérence avec les plans de bruts et usinages, les outillages (plaques modèles et boîtes à noyaux) seront contrôlés dimensionnellement au niveau du secteur métrologie à l'aide du **TRUSQUIN 3D** avant leurs mises en production ainsi que le traçage au virtuel de l'usinage des pièces brutes de fonderie.

En fin, le contrôle est un aspect de la gestion de la qualité qui a pour objectif de satisfaire le client avec des pièces brutes de fonderie conforme et de qualité livrées dans les meilleurs délais.

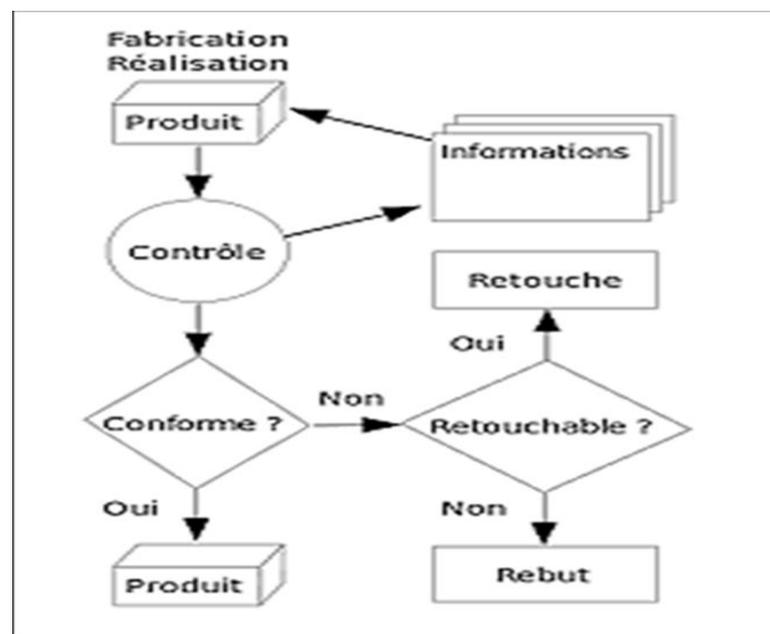


Figure 11: schémas expliqués les méthodes de contrôle

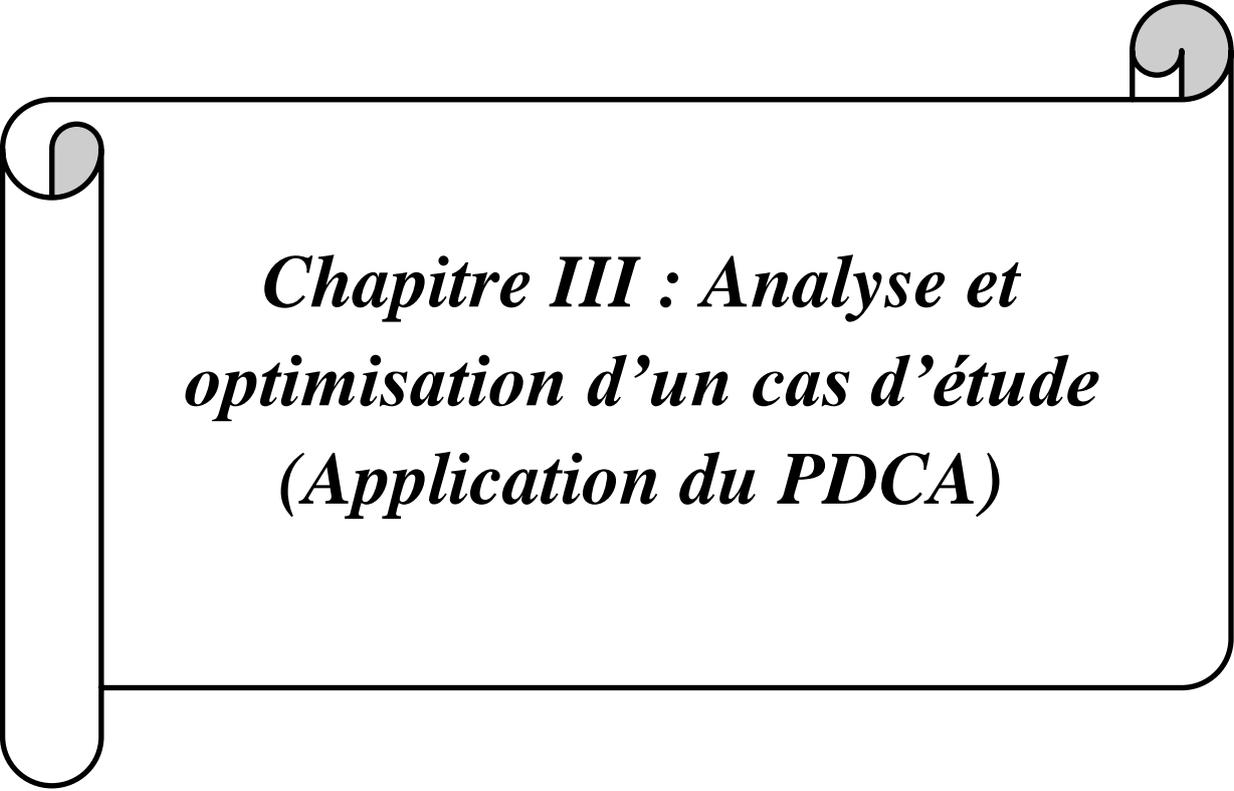
Source : service contrôle (SNVI)

CHAPITRE II : Description de la fonderie de Rouïba et de processus de production

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons montré tous les secteurs de la fonderie(Rouïba) avec leur processus dans les secteurs de fabrication jusqu'au parachèvement et le contrôle

Le chapitre suivant sera consacré à la problématique traitée, en a étudiera un cas d'un programme mensuel (moins d'avril) de fabrication.



***Chapitre III : Analyse et
optimisation d'un cas d'étude
(Application du PDCA)***

Introduction :

L'objectif de notre travail au sien de l'entreprise Fonderie de Rouïba est l'étude d'un cas d'un programme mensuel de fabrication (moins d'avril) : suivre le déroulement des opérations de fabrication des pièces (coulées, rebutées et livrées) et analyser les résultats. C'est le cas dans cette entreprise qui nous à demander à faire des propositions pour l'amélioration performance du processus de fabrication en utilisant les deux méthodes ABC et ISHIKAWA.

1. Qu'est-ce que la planification et l'ordonnancement ?

La planification et l'ordonnancement des taches et des processus font partie des travaux les plus fastidieux et les plus chronophages qui incombent aux dirigeants et responsables d'équipe ou de production des entreprises. Entre l'étude, la mise au point et l'optimisation des chaines de fabrication, il faut également tenir compte des attentes des clients et des délais de livraisons. Mettre en place une organisation optimale des flux de matières premières et de produits fins entre également dans le cadre de ces opérations.

La planification et l'ordonnancement sont deux fonctions complexes et fastidieuses pour les dirigeants et responsables de production des entreprises.

1.1. Définition de la planification :

- La planification est un processus qui consiste à élaborer et à réviser un ensemble de plans interdépendants (ventes, fabrication, achats, trésorerie...) et qui doit permettre de garantir le meilleur équilibre possible entre l'offre et la demande.
- La planification est un processus qui consiste à fixer des objectifs et à définir les moyens pour les atteindre.
- La planification permet d'anticiper le futur :
 - Choisir une politique de gestion
 - Définir les étapes de sa mise en œuvre

1.2. L'objectif de la planification :

- Optimiser la production
- Satisfaire la demande
- Contrôler les aléas de l'environnement

1.3. Notions d'ordonnement :

- Un ensemble de tâches
- Un environnement de ressources pour effectuer les tâches
- Des contraintes sur les tâches et les ressources
- Un ou plusieurs critères d'optimisation.

1.4. Activités de l'ordonnement de la production :

- Planifier, coordonner et contrôler les besoins et les capacités des secteurs de travail en fonction des prévisions et des commandes
- Effectuer l'ordonnement de la production en tenant compte de l'importance des commandes et des délais de livraison
- Élaborer et mettre en œuvre des calendriers et des programmes pour assurer l'atteindre des objectifs de production
- Suivre le déroulement et réguler les opérations de fabrication jusqu'à la mise à disposition du produit fini vers le client
- Produire les analyses de données et développer des indicateurs de performance

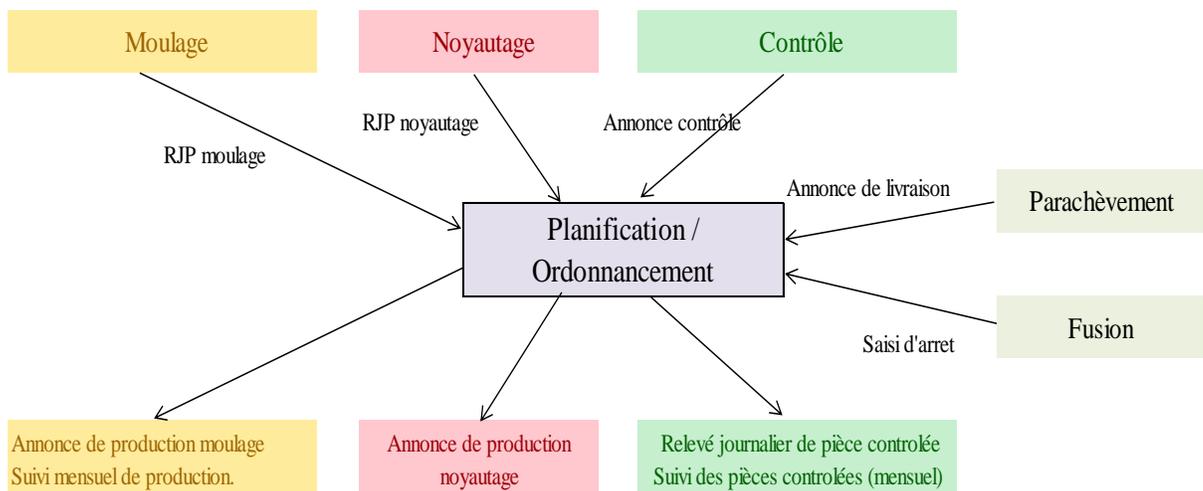


Figure 1: les flux d'activité de l'ordonnement

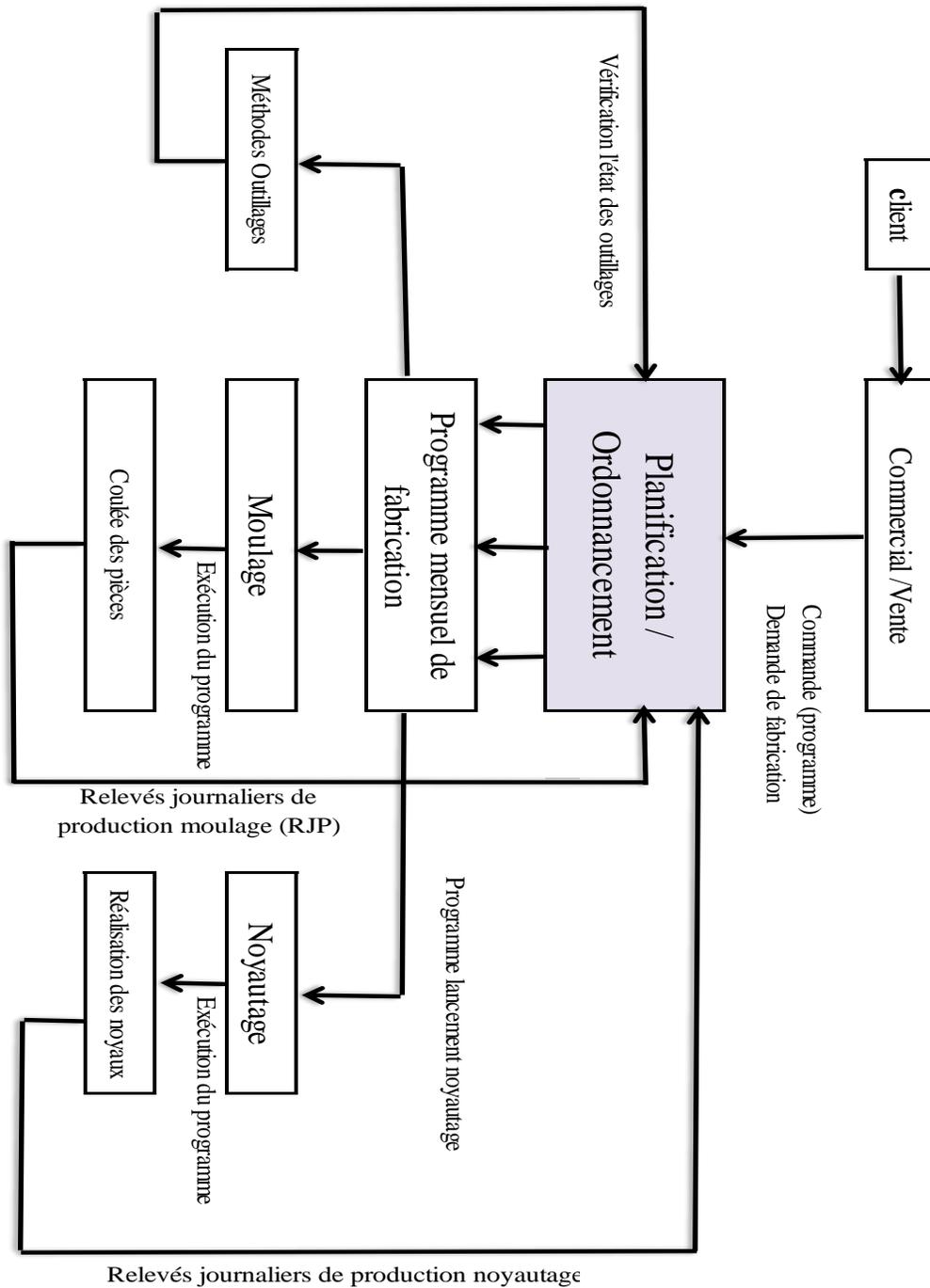


Figure 2: L'activité de l'ordonnancement

Source : les figures sont faites par nous-mêmes

2. Étude d'un cas d'un programme de fabrication

2.1. Programme mensuel de fabrication

2.1.1. Définition :

Un programme fournit les détails d'un déroulement quelconque de manière ordonnée. Il peut se présenter sous plusieurs formes.

Il existe quatre lignes de moulage au niveau de la fonderie de Rouïba selon les dimensions et poids des pièces à réaliser :

- Deux lignes de moulage PP : pour les petites pièces.
- Une ligne de moulage PM : pour les moyennes pièces.
- Une ligne de moulage GP : pour les grosses pièces.

2.1.2. Établissement du programme :

Etablissement d'un programme de fabrication se fait à partir d'une commande client qui sera vérifiée et validée selon la conformité des outillages (plaques modèles et boîtes à noyaux) et selon la disponibilité des matières premières et matières consommables.

Les références à programmer sont réparties sur les lignes de moulage selon la charge des machines.

Tableau 1: Programme mensuel de fabrication sur la linge GP

PLANIFICATION		PROGRAMME MENSUEL DE FABRICATION						LIGNE : GP	MOIS: AVRIL 2022
ORDONNANCEMENT								Folio : 1/3	NBRE JOURS : 20
Références	Client	Matière	Ligne	Poids pièce (kg)	Nbre Pièces/ Moule	Nbre de moules commandés	Nbre de pièces commandées	Tonnage pièces (tonne)	Observations
E 211	Client E	GL	G P	118,5	1	300	300	35,550	Urgence
V 176	Client V	GS	G P	33	2	100	200	6,600	
V 960	Client V	GS	G P	157	1	50	50	7,850	
V 005	Client V	GS	G P	132	1	155	155	20,460	
V 075	Client V	GS	G P	185	1	60	60	11,100	
TOTAL TONNAGE PIECES PAR LIGNE (Tonne)								81,560	

Tableau 2: Programme mensuel de fabrication sur la ligne PM

PLANIFICATION		PROGRAMME MENSUEL DE FABRICATION						LIGNE : PM	MOIS: AVRIL 2022
ORDONNANCEMENT								Folio : 2/3	NBRE JOURS : 20
Références	Client	Matière	Ligne	Poids pièce (kg)	Nbre Pièces/ Moule	Nbre de moules commandés	Nbre de pièces commandées	Tonnage pièces (tonne)	Observations
E 211	Client E	GL	P M	118,5	1	400	400	47,400	Urgence
C 236	Client C	GL	P M	116,0	1	20	20	2,320	Essai
V 995	Client V	GS	P M	11,9	2	100	200	2,380	
V 515	Client V	GS	P M	26	2	200	400	10,400	Urgence
V 192	Client V	GS	P M	24	2	280	560	13,440	
V 604	Client V	GS	P M	19,5	4	60	240	4,680	
V 956	Client V	GS	P M	12,2	4	60	240	2,928	
V 862	Client V	GS	P M	7,6	4	60	240	1,824	Essai
V 867	Client V	GS	P M	34,0	2	60	120	4,080	Essai
V 084	Client V	GS	P M	22,7	4	50	200	4,540	Essai
B 157	Client B	GL	P M	47,00	1	25	25	1,175	
B 158	Client B	GL	P M	50,00	1	25	25	1,250	
TOTAL TONNAGE PIECES PAR LIGNE (Tonne)								96,417	

Tableau 3: Programme mensuel de fabrication sur la ligne PP

PLANIFICATION		PROGRAMME MENSUEL DE FABRICATION						LIGNE : PP	MOIS: AVRIL 2022
ORDONNANCEMENT								Folio : 3/3	NBRE JOURS : 20
Références	Client	Matière	Ligne	Poids pièce (Kg)	Nbre Pièces/ Moule	Nbre de moules commandés	Nbre de pièces commandées	Tonnage pièces (tonne)	Observations
G 021	Client G	GS	P P	0,70	6	25	150	0,105	Essai
CR 573	Client CR	GS	P P	4,30	2	200	400	1,720	
E 733	Client E	GL	P P	12	2	600	1200	14,400	
E 821	Client E	GL	P P	5,4	2	800	1600	8,640	
S 577	Client S	GS	P P	2,0	4	20	80	0,160	Essai
V 945	Client V	GS	P P	1,95	8	370	2960	5,772	
V 540	Client V	GS	P P	6,1	2	1400	2800	17,080	Urgence
V 025	Client V	GS	P P	8,9	1	3000	3000	26,700	
V 148	Client V	GS	P P	2,75	4	500	2000	5,500	
V 293	Client V	GS	P P	2,95	4	450	1800	5,310	
N 154	Client N	GS	P P	10,4	1	40	40	0,416	
TOTAL TONNAGE PIECES PAR LIGNE (Tonne)								85,803	

2.1.3. Lancement du programme

Le programme établi sera lancé aux services et ateliers concernés pour l'exécution de la commande :

- Transmettre le programme à l'atelier noyautage pour préparer les matières premières et répartir les boîtes à noyau sur les machines pour réaliser les noyaux selon le programme de priorité
- Transmettre le programme à l'atelier moulage pour préparer les outillages sur chaque ligne de moulage et réaliser les moules pour couler le métal liquide préparé au niveau de l'atelier fusion

2.2. Suivi du programme de fabrication

Ce tableau représente la quantité et le poids total des pièces coulées en fonction des moules réalisés pour chaque ligne de moulage :

- ❖ **Nombre des pièces coulées** = nombre de moules * nombre pièces par moule.
- ❖ **Tonnage pièces coulées** = (poids pièce * nombre pièces coulées) / 1000.
- ❖ **Tonnage PML coulé** = PML moule * nombre moules coulés.

Chapitre III : Analyse et optimisation d'un cas d'étude (Application du PDCA)

Le tableau4 ci –dessus représente le poids des pièces coulées en (tonnage) par référence :

Tableau 4: Suivi des pièces coulée.

Identification pièce							Avril 2022		
Références	Client	Matière	Ligne	Poids (kg)	PML (kg)	Nbre Pièces/ Moule	Nbre de moules coulés	Nbre de pièces coulées	Poids pièces coulées (ton)
G 021	Client G	GS	P P	0,70	14,4	6	25	150	0,105
CR 573	Client CR	GS	P P	4,30	12,0	2	40	80	0,344
E 211	Client E	GL	P M	118,50	160,0	1	6	6	0,711
E 211	Client E	GL	G P	118,50	160,0	1	30	30	3,555
E 733	Client E	GL	P P	12,00	32,0	2	148	296	3,552
C 236	Client C	GL	P M	116,00	150,0	1	25	25	2,900
E 821	Client E	GL	P P	5,40	20,0	2	129	258	1,393
S 577	Client S	GS	P P	2,00	15,0	4	20	80	0,160
V 945	Client V	GS	P P	1,95	38,0	8	10	80	0,156
V 540	Client V	GS	P P	6,10	18,0	2	834	1668	10,175
V 025	Client V	GS	P P	8,90	20,0	1	104	104	0,926
V 148	Client V	GS	P P	2,75	21,0	4	238	952	2,618
V 293	Client V	GS	P P	2,95	26,0	4	66	264	0,779
V 995	Client V	GS	P M	11,90	50,0	2	155	310	3,689
V 515	Client V	GS	P M	26,00	100,0	2	267	534	13,884
V 176	Client V	GS	G P	33,00	104,0	2	65	130	4,290
V 192	Client V	GS	P M	24,00	100,0	2	270	540	12,960
V 604	Client V	GS	P M	19,50	134,0	4	19	76	1,482
V 960	Client V	GS	G P	157,00	262,0	1	47	47	7,379
V 005	Client V	GS	G P	132,00	171,0	1	153	153	20,196
V 075	Client V	GS	G P	185,00	221,0	1	20	20	3,700
V 956	Client V	GS	P M	12,20	80,0	4	19	76	0,927
V 862	Client V	GS	P M	7,60	63,0	4	20	80	0,608
V 867	Client V	GS	P M	34,00	100,0	2	19	38	1,292
V 084	Client V	GS	P M	22,70	160,0	4	21	84	1,907
N 154	Client N	GS	P P	10,40	25,0	1	40	40	0,416
B 157	Client B	GL	P M	47,00	85,0	1	27	27	1,269
B 158	Client B	GL	P M	50,00		1	27	27	1,350

TOTAL POIDS PIECES COULEES (Tonnes)

102,722

À l'aide de ce tableau on a représentées des histogrammes de :

- ✓ Tonnage mensuel des pièces coulées (tonne).
- ✓ Tonnage des pièces coulées en matières (GS ; GL) et en ligne (PM ; GP ; PP).

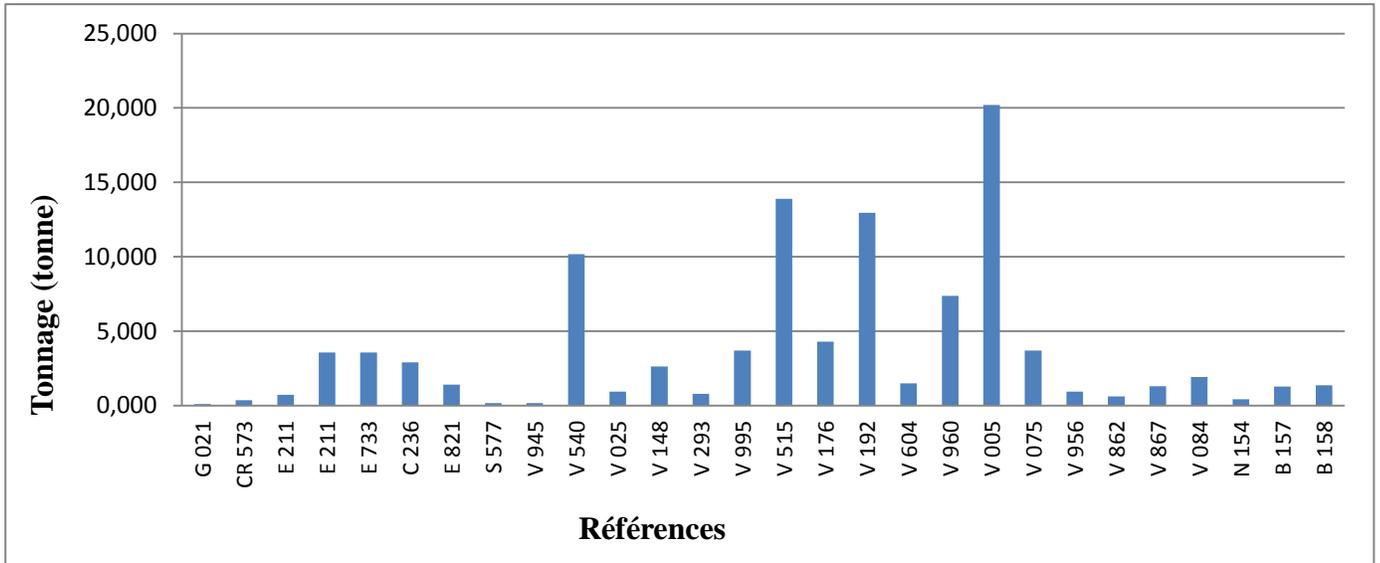


Figure 3: Tonnage mensuel des pièces coulées

Figure3 : représente le tonnage mensuel des pièces coulées sur les quatre lignes de moulage en fonction des références coulées.

On remarque que tonnage de la référence V005 (20,196) et plus élevé, qui dépendent environ de 20% des références coulées sur toutes les lignes de moulage.

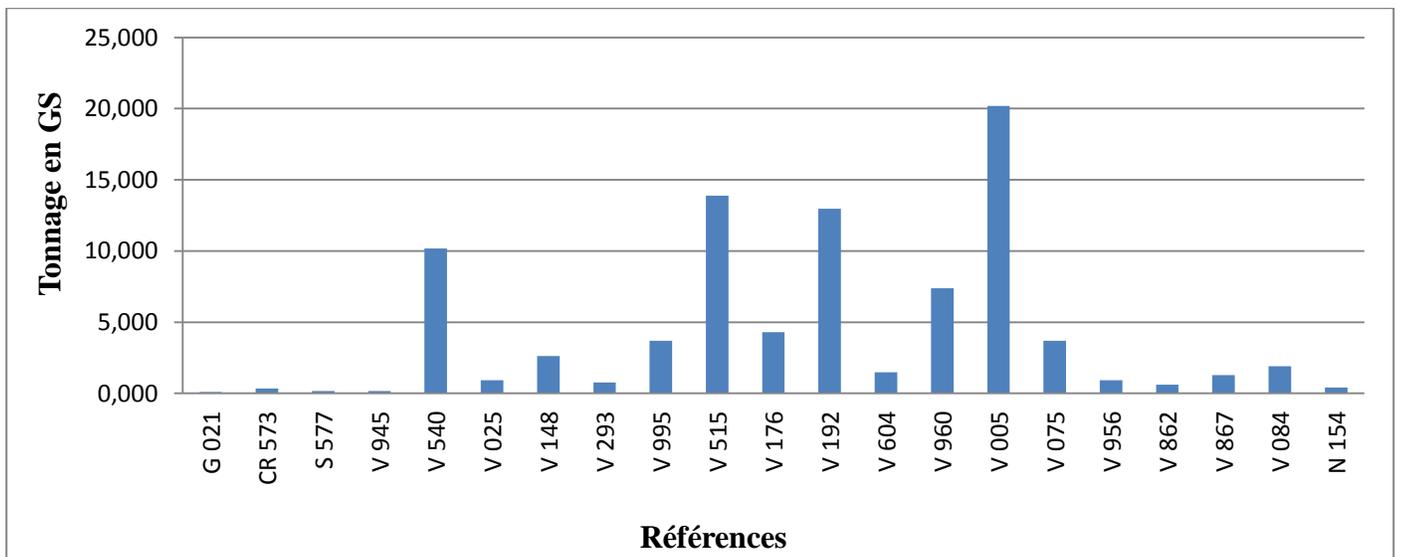


Figure 4: Le tonnage des pièces coulées en matière (GS)

Figure4 : représente le tonnage coulé en matière GS en fonction des références coulées.

Constate ment dans cette figure que les références (V005 ; V515) représente 80% despièces coulées avec un tonnage qui est environ entre (13.884 et 20.196) T.

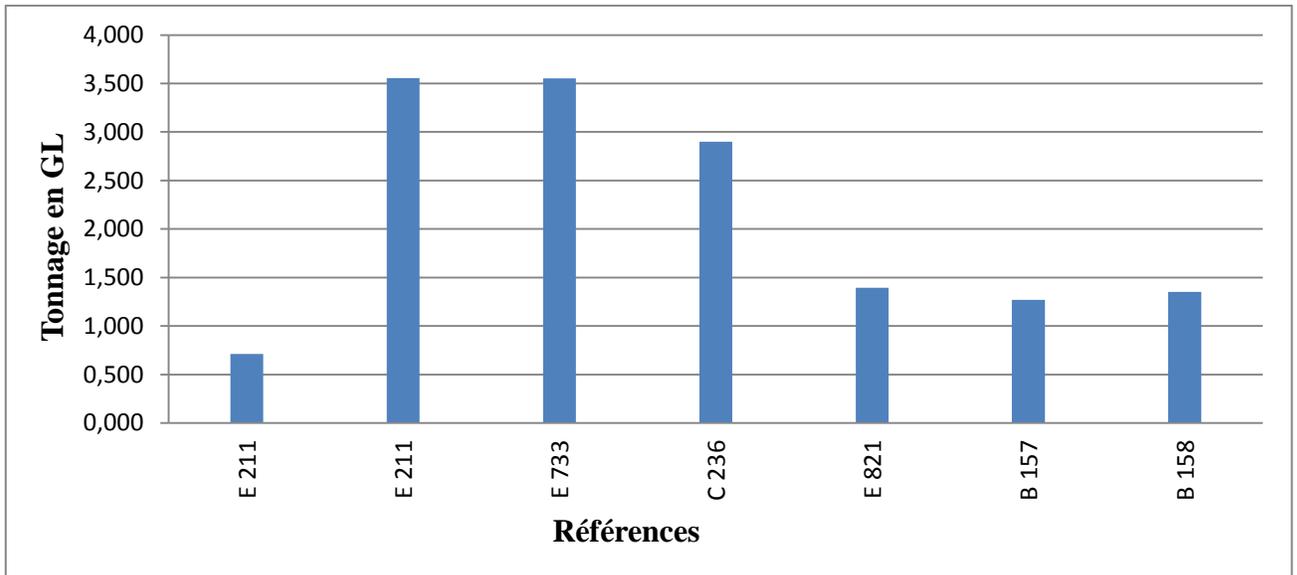


Figure 5: Le tonnage des pièces coulées en matière (GL)

Figure5 : représente le tonnage coulé en matière GL en fonction des références coulées.

On remarque qu'on a le même tonnage (3.552 et 3.555) T dans les deux références (E733 et E211).

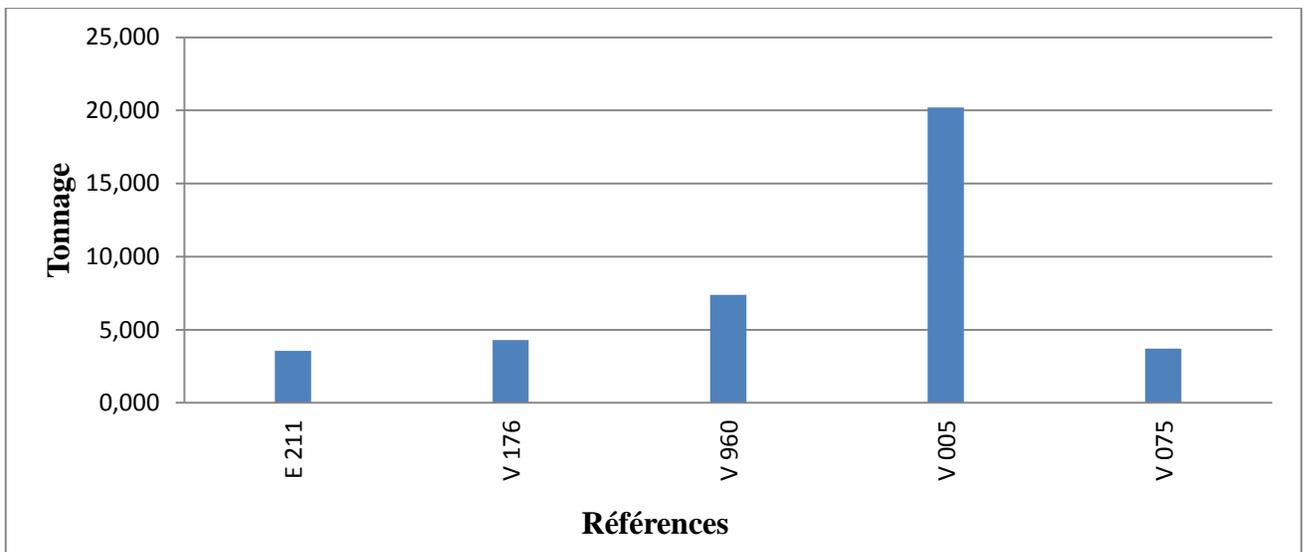


Figure 6: Le tonnage des pièces coulées sur ligne (GP)

Figure 6:représente le tonnage coulé de la ligne (GP) en fonction des références coulées.

En remarque que la référence (V005) représente 80%des pièces coulées avec un tonnage de (20.196)T.

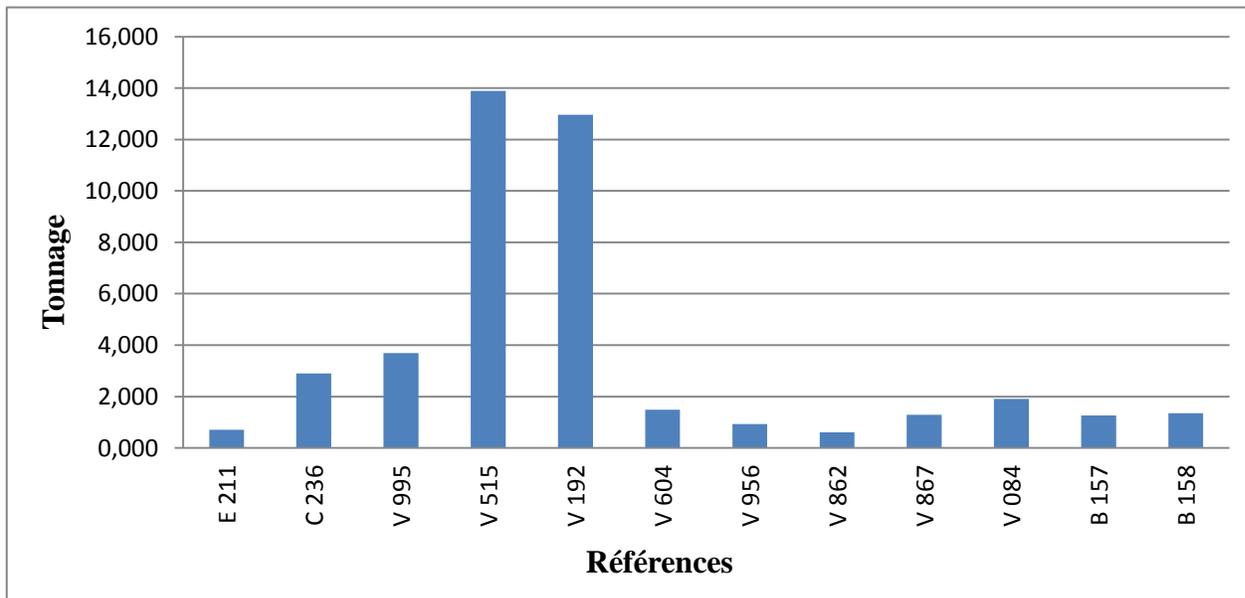


Figure 7:Le tonnage des pièces coulées sur ligne(PM)

Figure 7:représente le tonnage coulé de la ligne (PM) en fonction des références coulées.

Constate ment dans cette figure que les références (V515 et V192) représente 80% des pièces coulées avec un tonnage qui est environ entre (13.884 et 12.960) T.

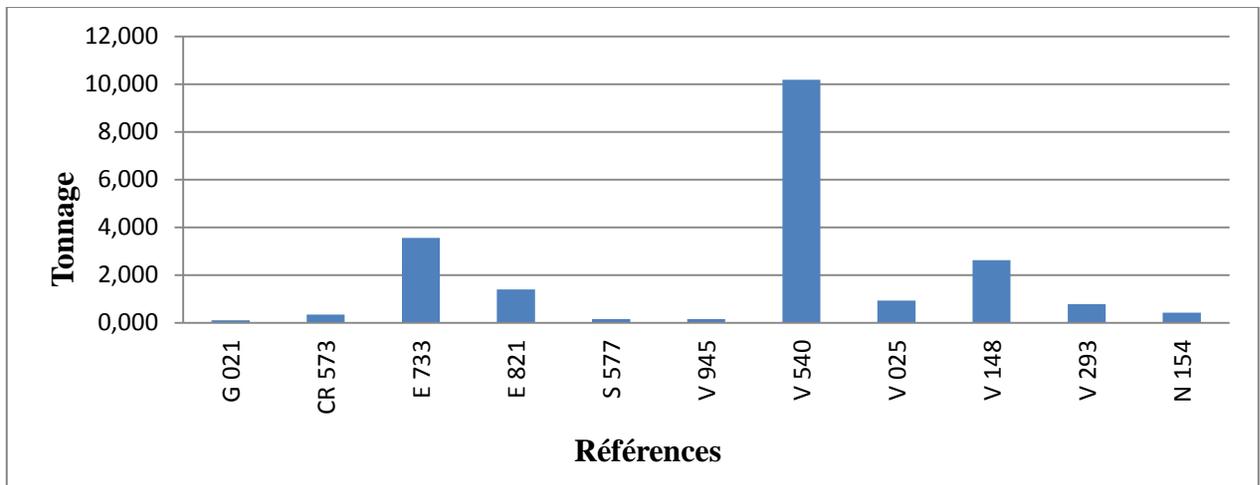


Figure 8: Le tonnage des pièces coulées sur ligne (PP)

Source : les figures sont faites par nous même

Figure 8:représente le tonnage coulé de la ligne (PP) en fonction des références coulées.

En remarque que la référence(V540) représente 80%des pièces coulées avec un tonnage de(10.175) T.

Chapitre III : Analyse et optimisation d'un cas d'étude (Application du PDCA)

Le tableau5 suivant représente le poids des pièces rebutées (tonne) par référence.

Tableau 5: suivi des pièces rebutées

Identification pièce					avril-22	
Reference	Client	Matière	Ligne	Poids pièce (kg)	Total Pièces rebutées	Tonnage Rebut par référence (tonne)
B 157	Client B	GL	P M	47,00	2	0,094
B 158	Client B	GL	P M	50,00	4	0,200
C 236	Client C	GL	P M	116,0	10	1,160
E 211	Client E	GL	G P	118,5	34	4,029
E 733	Client E	GL	P P	12	61	0,732
E 799	Client E	GS	P P	4,9	124	0,608
E 821	Client E	GL	P P	5,4	108	0,583
S 577	Client S	GS	P P	2,0	83	0,166
SM 238	Client SM	GS	P P	11	1	0,011
V 005	Client V	GS	G P	132	64	8,448
V 075	Client V	GS	G P	185	25	4,625
V 108	Client V	GS	P P	2,25	30	0,068
V 148	Client V	GS	P P	2,75	218	0,600
V 176	Client V	GS	G P	33	5	0,165
V 192	Client V	GS	P M	24	8	0,192
V 278	Client V	GS	P P	3,6	9	0,032
V 364	Client V	GS	P P	1,9	31	0,059
V 395	Client V	GS	P P	7,3	17	0,124
V 515	Client V	GS	P M	26	217	5,642
V 520	Client V	GS	P P	6,9	69	0,476
V 540	Client V	GS	P P	6,1	98	0,598
V 571	Client V	GL	P P	2	65	0,130
V 588	Client V	GS	P P	8,45	70	0,592
V 609	Client V	GS	P P	10	34	0,340
V 757	Client V	GS	P P	3,1	36	0,112
V 787	Client V	GS	P M	39,5	6	0,237
V 877	Client V	GS	P P	11,9	71	0,845
V 896	Client V	GS	P M	9,9	1	0,010
V 945	Client V	GS	P P	1,95	7	0,014

Total poids des pièces rebutées (Tonne)

30,890

A partir de ce tableau on a représentées des histogrammes de:

- ✓ Tonnage mensuel des pièces rebutées (tonne)
- ✓ Tonnage des pièces rebutées en matières (GS ; GL) et en ligne (PM ; GP ; PP).

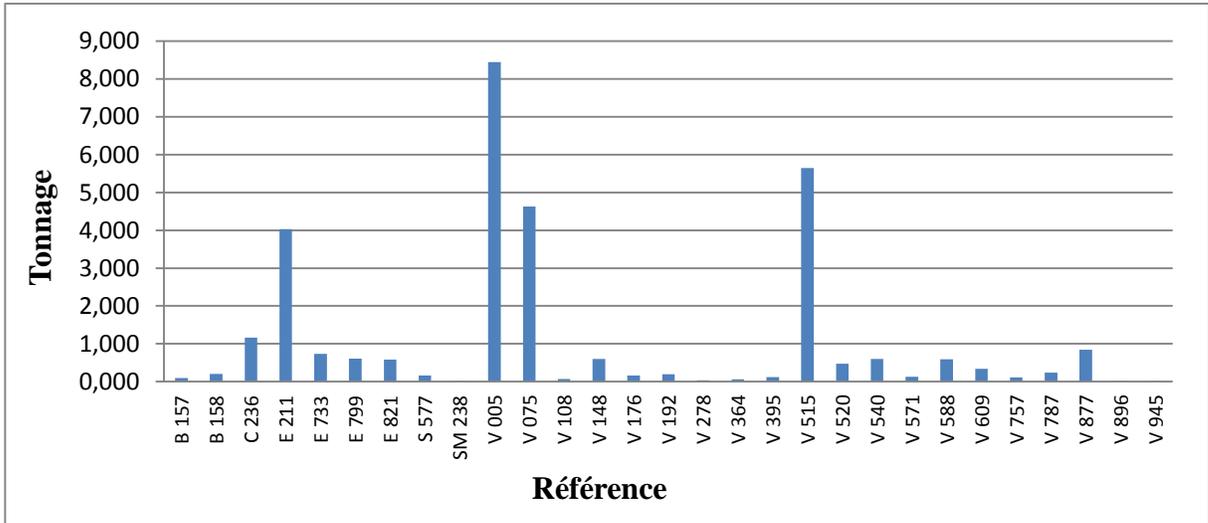


Figure 9: Tonnage mensuel des pièces rebut

Figure 9:représente le tonnage mensuel des pièces coulées sur les quatre lignes de moulage en fonction des références coulées.

On remarque que le tonnage de la référence (V005 et V515) représente 80% des pièces rebutées avec un tonnage de (8.448 ,5.642) T.

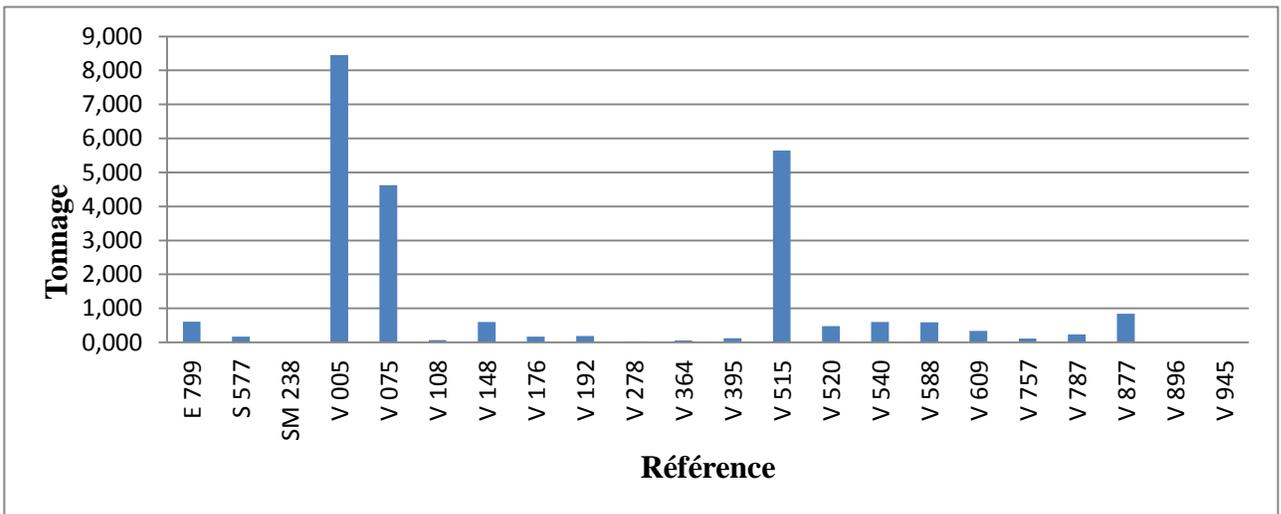


Figure 10 : Tonnage pièces rebut en matière(GS)

Figure 10 : représente le tonnage coulé en matière GS en fonction des références rebutées.

Et dans ce cas en remarque que le tonnage des références (V005 et V075 avec V515) sont représentés 80% des pièces rebutées (sont très élevée par rapport les autres référence qui reste) avec un tonnage de (8.448, 4.625,5.642).

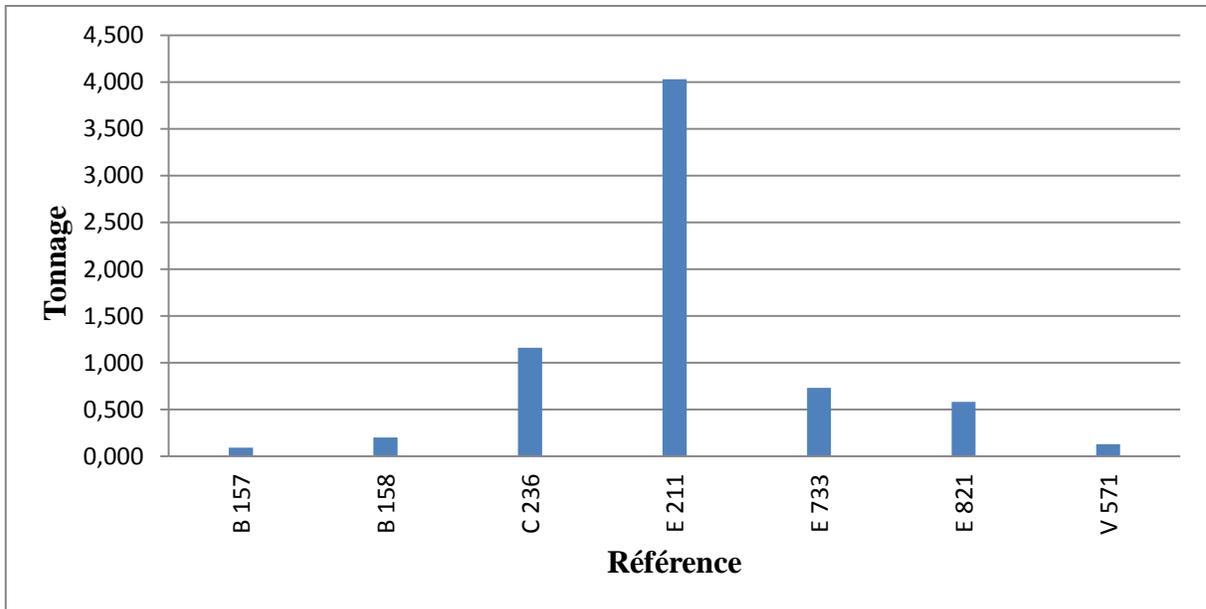


Figure 11: Tonnage pièces rebut en matière (GL)

Figure 11: représente le tonnage rebuté en matière GL en fonction des références.

On remarque que le tonnage de référence(V005) et représente 80%des pièces rebutées avec un tonnage de (4.029).

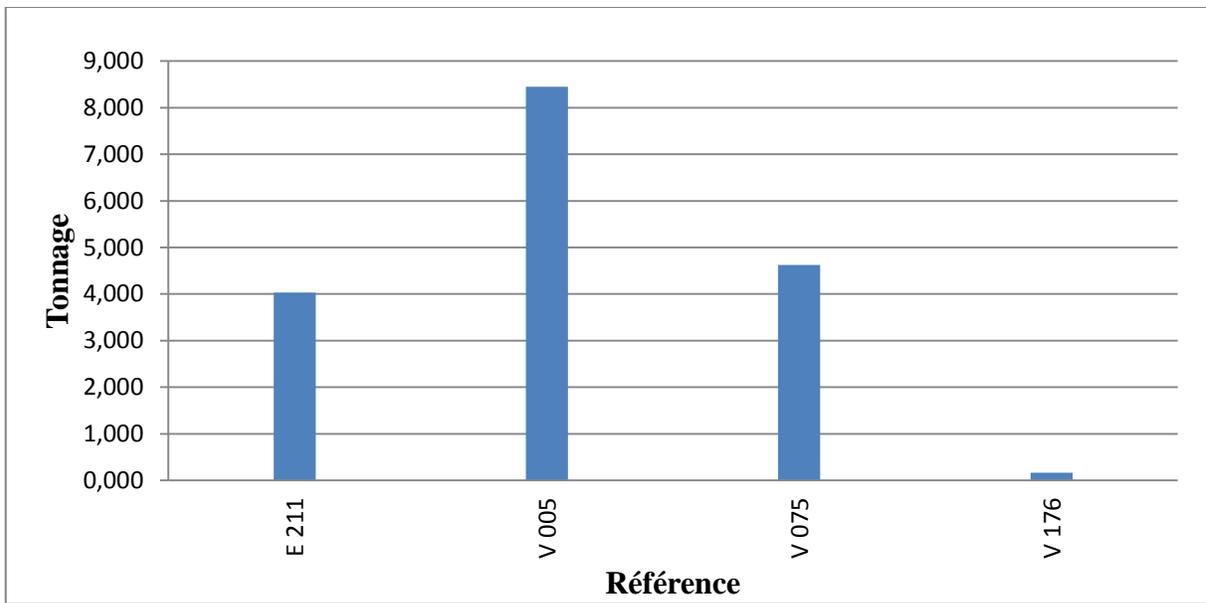


Figure 12: Tonnage pièces rebut sur ligne (GP)

Figure 12 : représente le tonnage rebuté de la ligne (GP) en fonction des références.

En remarque que la référence (V005) représente 80%des pièces coulées avec un tonnage de (8.448) T.

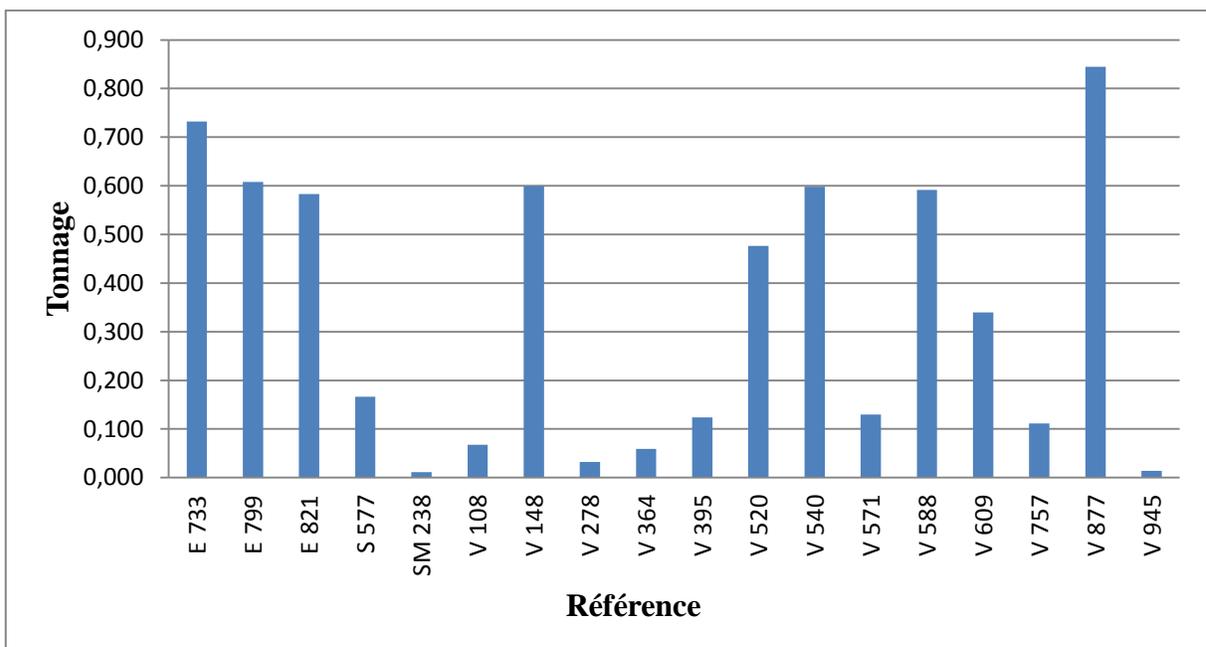


Figure 13: Tonnage pièces rebut sur ligne (PP)

Figure 13:représente le tonnage rebuté de la ligne (PP) en fonction des références.

Constate ment dans cette figure le tonnage total des pièces rebutés sur la ligne PP sont inférieur à 1tonne dans chaque pièce coulée.

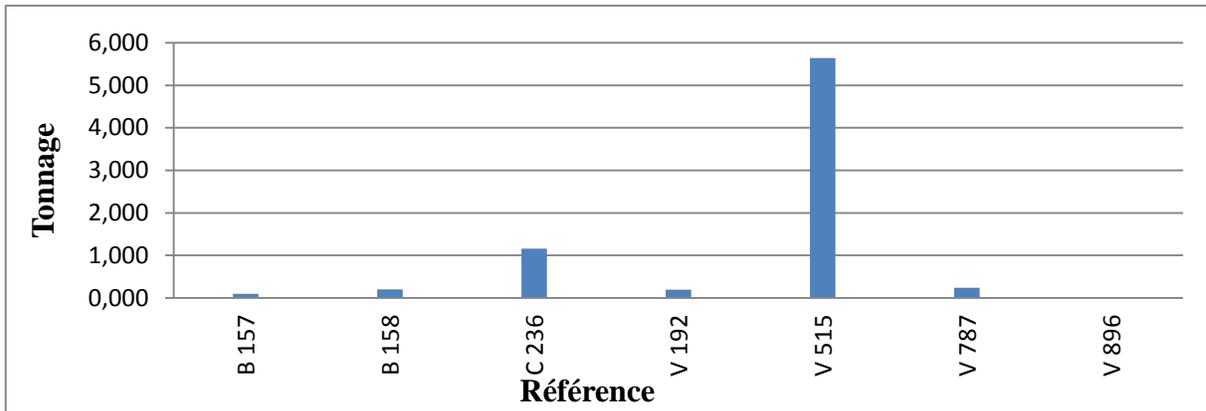


Figure 14: Tonnage pièces rebut sur ligne (PM)

Source : les figures sont faites par nous même

Figure 14:représente le tonnage rebut de la ligne (PM) en fonction des références.

Constate ment dans cette figure que la référence (V515) représente 80% des pièces rebutées avec un tonnage de(5.642) T.

Chapitre III : Analyse et optimisation d'un cas d'étude (Application du PDCA)

Dans le tableau ci-dessus en présente le tonnage des pièces livrées (tonne) par référence.

Tableau 6: suivi des pièces livrées.

Référence	Client	Matière	Ligne	Poids pièce	Nbre pièces livrées	Tonnage pièces Livrées
CR 573	Client CR	GS	P P	4,30	13	0,056
E 211	Client E	GL	G P	118,50	18	2,133
E 733	Client E	GL	P P	12,00	174	2,088
E 936	Client E	GS	P P	0,60	95	0,057
E 799	Client E	GS	P P	4,90	220	1,078
C 236	Client C	GL	P M	116,00	97	11,252
V 364	Client V	GS	P P	1,90	40	0,076
S 452	Client S	GL	P P	17,30	7	0,121
S 577	Client S	GS	P P	2,00	51	0,102
S 975	Client S	GL	P P	14,10	20	0,282
S 411	Client S	GL	P P	25,50	3	0,077
V 945	Client V	GS	P P	1,95	155	0,302
V 540	Client V	GS	P P	6,10	400	2,440
V 025	Client V	GS	P P	8,90	20	0,178
V 148	Client V	GS	P P	2,75	130	0,358
V 293	Client V	GS	P P	2,95	14	0,041
V 995	Client V	GS	P M	11,90	6	0,071
V 518	Client V	GS	P P	2,60	72	0,187
V 877	Client V	GS	P P	11,90	85	1,012
V 515	Client V	GS	P M	26,00	43	1,118
V 176	Client V	GS	G P	33,00	82	2,706
V 192	Client V	GS	P M	24,00	150	3,600
V 609	Client V	GS	P P	10,00	120	1,200
V 520	Client V	GS	P P	6,90	74	0,511
V 005	Client V	GS	G P	132,00	80	10,560
V 075	Client V	GS	G P	185,00	10	1,850
V 101	Client V	GS	P M	5,90	1	0,006
V 104	Client V	GS	P M	9,80	38	0,372
V 417	Client V	GS	P P	4,17	7	0,029
V 108	Client V	GS	P P	2,25	37	0,083
V 787	Client V	GS	P M	39,50	84	3,318
V 085	Client V	GS	P M	23,50	3	0,071
B 157	Client B	GL	P M	47,00	19	0,893
B 158	Client B	GL	P M	50,00	20	1,000
						49,227

A partir de ce tableau en a illustrer avec un histogramme le tonnage des pièces livrées par référence.

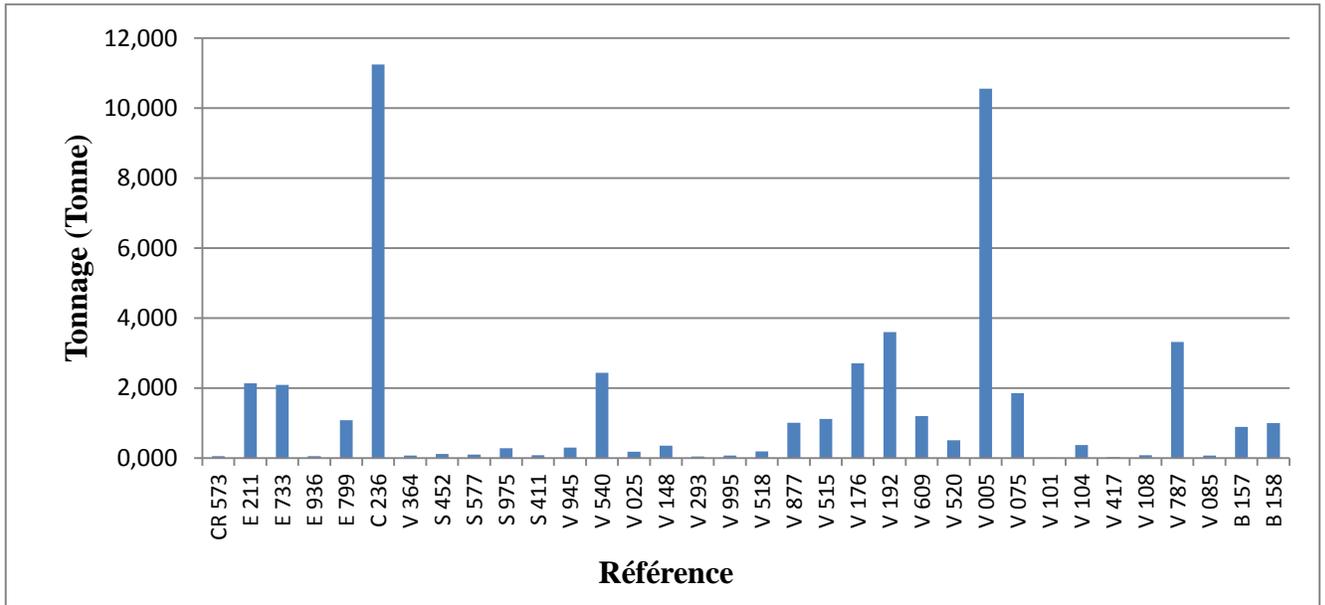


Figure 15: tonnage les pièces livré

On remarque que les références (C236 et V005) représentent 80% des pièces livrées avec un tonnage de (11.252 et 10.560) T.

3. Analyse des résultats :

3.1. Analyse des pièces coulées :

Ce tableau représente le tonnage des pièces coulées sur chaque ligne par rapport l'objectif du programme.

Tableau 7:des pièces coulées sur chaque ligne

Ligne de moulage	Tonnage pièces programmées	Tonnage pièces Coulées	% coulé
PP	81,343	20,623	25,35%
PM	96,417	42,979	44,58%
GP	89,580	39,120	43,67%
total	267,340	102,722	38,42%

D'après ce tableau on remarque que :

- Le tonnage total des pièces coulées sur les quatre lignes de moulage est 102.722 tonnes, qui représentent un taux de 38.42% par rapport à l'objectif total du programme mensuel de fabrication.
- On a constaté que le taux de réalisation des pièces coulées sur la ligne PM est très élevée par rapport aux autres lignes de moulage, qui représente 44.58% du programme planifié sur cette ligne.
- Le tonnage de coulée des pièces sur la ligne PP est le moins élevé par rapport aux autres lignes ; qui représente 25% de l'objectif de production de cette ligne

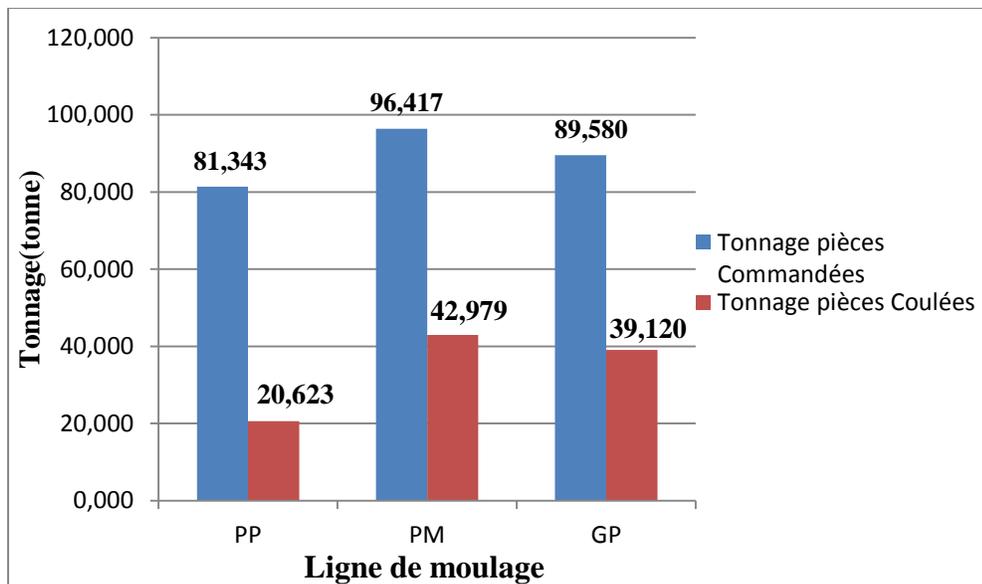


Figure 16: tonnage des pièces coulées par rapport les pièces commandé

L'histogramme représente le tonnage pièces commandées et le tonnage pièce coulées sur les quatre lignes de moulage (PP1, PP2, PM et GP).

3.2. Analyse des pièces rebutées :

Le tableau représente le tonnage journalier et le tonnage total des pièces rebutées sur chaque ligne de moulage

Tableau 8: Tonnage journalier des pièces rebutées par ligne

Chapitre III : Analyse et optimisation d'un cas d'étude (Application du PDCA)

	03-avr	04-avr	05-avr	06-avr	07-avr	10-avr	11-avr	12-avr	13-avr	14-avr	17-avr	18-avr	19-avr	20-avr	21-avr	24-avr	25-avr	26-avr	27-avr	28-avr	Total
PP	0,98	0,00	0,36	0,00	0,16	1,18	0,04	0,82	0,51	0,00	0,10	0,10	0,02	0,07	0,24	0,38	0,43	0,08	0,11	0,53	6,09
PM	0,00	0,04	0,08	0,27	0,14	0,14	0,00	0,22	0,61	2,86	0,00	0,23	0,18	0,30	0,23	0,31	0,13	0,12	1,34	0,33	7,53
GP	0,13	0,79	2,03	0,59	0,86	0,45	0,19	1,60	0,49	1,14	0,12	0,79	0,56	1,56	0,93	2,10	0,28	1,19	0,66	0,83	17,27
Total	1,11	0,83	2,47	0,86	1,16	1,77	0,22	2,63	1,60	4,00	0,21	1,12	0,75	1,93	1,40	2,79	0,84	1,39	2,11	1,69	30,89

D'après le tableau :

- Le tonnage total des pièces rebutées réalisées sur la ligne (GP) et le plus élevée par rapport aux autres lignes de moulage, qui représente un pourcentage de 55.90% des pièces totales rebutées sur les quatre lignes de moulage
- Le tonnage des pièces journalières rebutées n'est pas stable

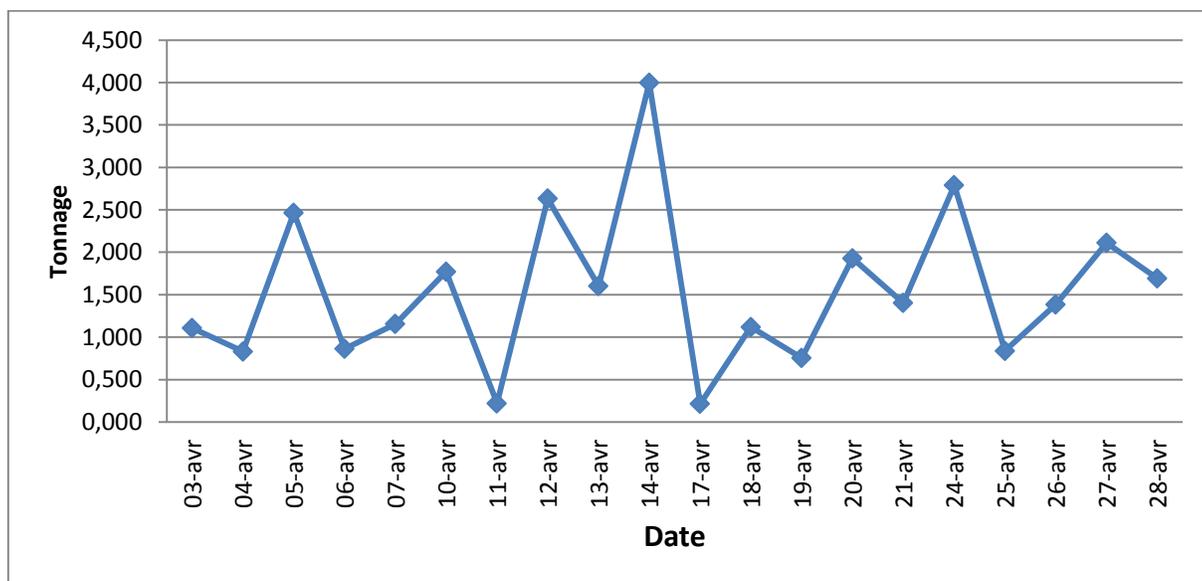


Figure 17: tonnage journalier des pièces rebutées

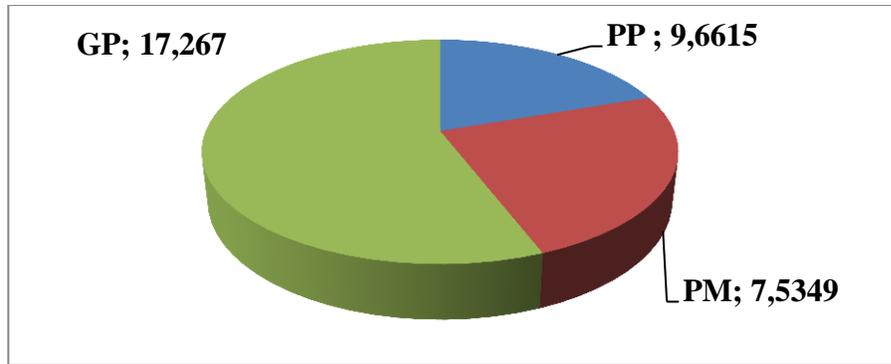


Figure 18: tonnage des pièces rebutées par ligne de moulage

Le tableau représente le tonnage des pièces rebutées réalisé en matière (GS, GL)

Tableau 9: tonnage journalier des pièces rebutées par matière de coulée

	03-avr	04-avr	05-avr	06-avr	07-avr	10-avr	11-avr	12-avr	13-avr	14-avr	17-avr	18-avr	19-avr	20-avr	21-avr	24-avr	25-avr	26-avr	27-avr	28-avr	Total
GL	0,00	0,00	1,90	0,82	0,71	0,74	0,04	0,99	0,36	0,00	0,12	0,23	0,12	0,12	0,23	0,18	0,12	0,12	0,02	0,13	6,93
GS	1,11	0,83	0,57	0,04	0,45	1,04	0,19	1,64	1,25	4,00	0,10	0,89	0,64	1,81	1,17	2,61	0,72	1,27	2,10	1,56	23,96
Total	1,11	0,83	2,47	0,86	1,16	1,77	0,22	2,63	1,60	4,00	0,21	1,12	0,75	1,93	1,40	2,79	0,84	1,39	2,11	1,69	30,89

D'après le tableau :

Le tonnage des pièces réaliser en GS et plus élève par a port les pièces réaliser en GL.

A cause que la majorité des pièces programme précédemment sons en matière GS

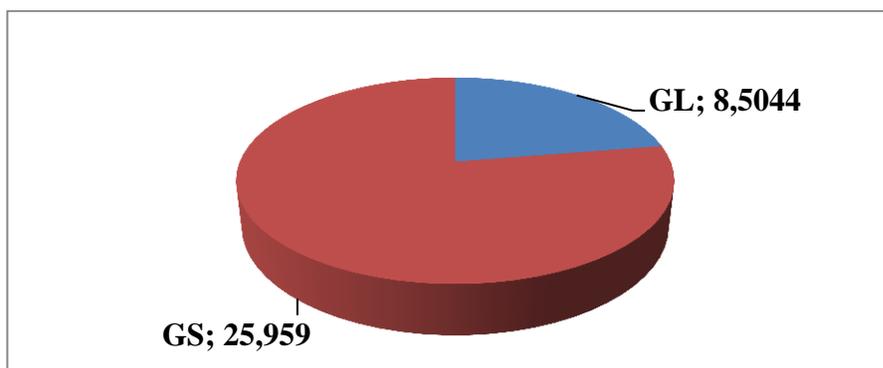


Figure 19: tonnage des pièces rebutées par matière

3.3. Analyse des pièces rebut par référence :

D'après le tableau (5) page (47) on trace le diagramme de tonnage mensuel des pièces rebutées par référence

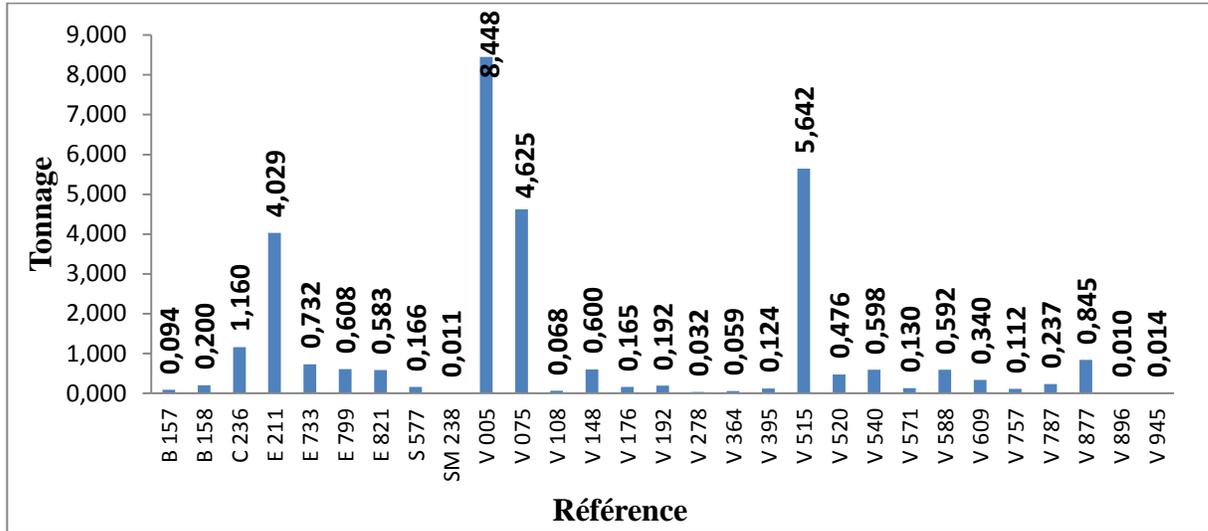


Figure 20: Tonnage mensuel des pièces rebutées par référence (Tonne)

- Selon le diagramme, on a constaté que le tonnage des pièces rebutées et le plus élevé sur les quatre références suivantes : V005, V515, V075 et E211
- Les quatre références (V005, V515, V075 et E211) avec un tonnage de 22,744 T représentent un taux de 73,627% de total des pièces rebutées. Ces références sont coulées sur les deux lignes de moulage PM et GP.
- La référence V005 avec un tonnage de 8,448 T représente un taux de : 27,35% de total des pièces rebutées. Cette référence est coulée sur la ligne de moulage GP

Dans notre travail on utilise la méthode PARETO (ABC) qu'on a présenté dans la (figure 21) ci-dessus.

4. Application ABC :

La méthode ABC permet de distinguer les valeurs critiques, majeures et mineures, en les séparant en trois zones: A, B et C. Elle est souvent associée à la méthode des 80/20 de Pareto « Dans tout groupe de choses contribuant à un effet commun, la majeure partie de l'effet est attribuable à un nombre relativement faible de ces choses ».

Chapitre III : Analyse et optimisation d'un cas d'étude (Application du PDCA)

Le principe de l'analyse ABC consiste à reclasser dans un tableau des pièces rebutées étudiées en 3 groupes distincts :

- Le groupe A : les références des pièces les plus importants (souvent environ 20 % du tonnage total des pièces rebut),
- Le groupe B : les éléments de la classe « intermédiaire » (souvent entre 20 et 40 % du tonnage total des pièces rebut),
- Le groupe C : reste des pièces rebut étudiés. [9]

Les détails sur des données qui nous ont menés vers les courbes de classification ABC (Figure 21) sont représentés dans le (tableau3 qui est dans l'annexe), en annexe, représentant le tonnage des pièces rebutées.

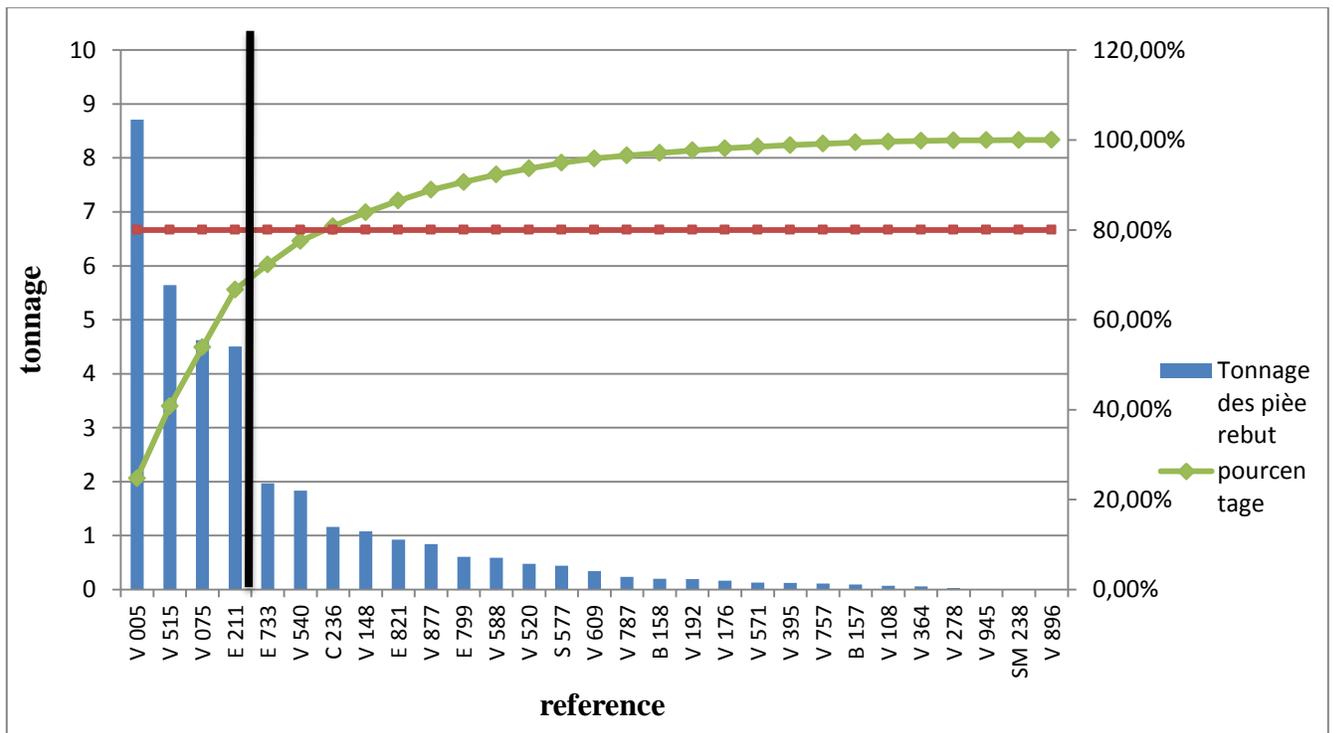


Figure 21: Courbe ABC de tonnage des pièces rebutées

Analyse de tonnage des pièces rebutées (Figure21):

L'axe des x représente :

- Les références des pièces rebutées mensuel

L'axe des y représente :

- À gauche : tonnage des pièces rebutées mensuel
- À droite : pourcentage cumulée de tonnage des pièces rebutées mensuel

Classification ABC :

- ✓ Classe A : les références (V005, V515, V075 et E211) représentent un pourcentage de 73.627% des pièces totales rebutées coulées sur les quatre lignes de moulage.
- ✓ Classe B : les références à partir de (E733) jusqu'à (V609) représentent un pourcentage de 21.754% des pièces totales rebutées coulées sur les lignes de moulage.
- ✓ Classe C : les références à partir de (V788) jusqu'à (V896) représentent un pourcentage de 4.619% des pièces totales rebutées coulées sur les lignes de moulage.

5. Application Ishikawa :

Le diagramme d'Ishikawa est un outil à privilégier pour toute entreprise faisant face à un cri, aussi appelé diagramme de causes et effets ou encore diagramme en arêtes de poisson, est un outil de résolution de problème d'entreprise. Conçu par Kaoru Ishikawa, ce diagramme prend la forme d'un arbre avec plusieurs branches (ou d'une arête de poisson). On y retrouve l'effet, le problème que rencontre l'entreprise, à la tête et les causes sont modélisées par des branches.

Les causes d'un problème peuvent être regroupées en cinq catégories, les 5 M :

- **Méthode** : Processus de production du produit ou service. La recherche et développement.
- **Matière** : Les matériaux utilisés pour la production du bien.
- **Milieu** : Le contexte concurrentiel, l'état du marché.
- **Matériel** : Les machines, le parc informatique et les logiciels. L'ensemble des équipements qui servent à apporter de la valeur ajoutée au matériau de base.
- **Main-d'œuvre** : Les collaborateurs et l'ensemble des interventions humaines (la RH).

Afin de réaliser la méthode ABC on a arrivés d'après notre étude dans l'entreprise Fonderie de Rouïba on a extrait le tableau des défauts à partir de service de control.

Tableau 10: les défauts des pièces rebutées

Référence	Désignation		
	code	défauts constate	Appellation
V005, V515, V075, E211	26	cavité parois rugueuses Angles des pièces épaisses et au attaques de coulée dépression en surface pouvant être crevassée.	retassure, retassure avec crique, poquette, retassure surface
	51	Les angles sont en arrondis put manquer une extrémité	Mal venu, Manque, Non venu
	31	font ou cassure franche en ligne	Cassure
	52	Manque une partie supérieur du moulage se termine en bonde	Coulée a courte
	32	ligne à bord arrondie	Reprise sur support
	73	cavité ou manque de matière picotée en surface peuvent être rempli de sable	sable
	74	crasse	Laitier scorie flux
	17	Excroissance dans une petite cavité formée par noyau	Noyau rempli noyau cassé
	16	Excroissance irrégulière	sable grain Grognes.m-oulé casse gerces

Afin de schématiser le tableau ci-dessus, on a choisi d'utiliser Diagramme d'Ishikawa :

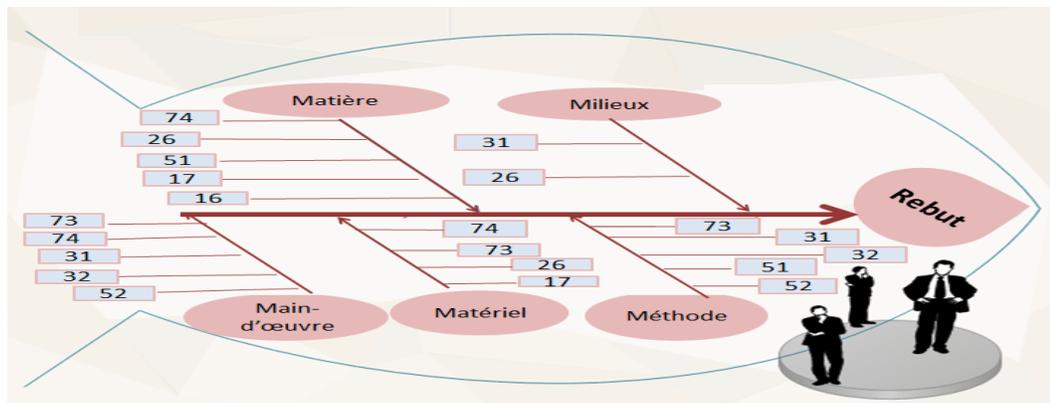


Figure 22: diagramme d'Ishikawa pour les tonnages des pièces rebutées

Tableau 11: les causes principales secondaires des 5 M de tonnage des pièces rebutées

défauts	Appellation	Causes possibles
<p>-Cavité ouverte ou fermée à parois généralement rugueuse souvent dendritiques, peut ne déboucher que par une ligne à l'attaque de coulée.</p> <p>-Dépression en surface pouvant être crevassée.</p> <p>Externe : communique avec l'extérieur souvent partie supérieur et massive des pièces toujours en forme d'entonnoir.</p> <p>Interne : ne communique pas avec l'extérieur, se situe dans les parties massives ou aux raccordements des parois.</p> <p>Angle : débouche dans les angles et aux attaques de coulée.</p>	<p>retassure,retassure avec crique, poquette.</p>	<p>1) à l'état liquide dans le moule, jusqu'au début de la solidification.</p> <p>2) en passant de l'état liquide à l'état solide.</p> <p>1) gaz dégagés par le moule et la pression atmosphérique (effet léonard).</p> <p>2) l'effet sur les parties en cours de solidification du retrait solide de parties déjà solidifiées (crique de retassure).</p> <p>3) dégagement gaz au sien métal liquide.</p> <p>4) déformation du moule due à l'élévation de la température au à la pression du métal.</p> <p>1) attaque de coulée formant un point chaud.</p> <p>2) masselotte qui n'a pas joué son rôle.</p> <p>3) angle trop aigus.</p> <p>4) contraction de solidification et alimentation insuffisante des parties massives.</p> <p><u>NOTA1</u>une masselotte ne supprime pas une elle la déplace hors de la pièce.</p> <p>5) accumulation et irrégularité de la matière.</p> <p><u>NOTA2</u>formation des retassures : l'alliage chaud qui remplit le moule se refroidit en</p>

Chapitre III : Analyse et optimisation d'un cas d'étude (Application du PDCA)

		lui cédant sa chaleur ce refroidissement s'opère de l'extérieur vers l'intérieur.
- Pièce complétée sauf les angles saillants qui sont arrondis et souvent brillants	Mal venu, Manque, Non venu	1) manque de fluidité et coulabilité métal trop froid. 2) remplissage trop lent, section faible jets et attaques. 3) Dégagements d'air insuffisants.
-Fente ou cassure franche, en ligne ou en étoile.	Cassure	1) détérioration de la pièce par un décochage brutal. Un choc à l'ébarbage ou lors de manutentions.
-Manque une partie supérieure de moulage se termine bombé, même niveau.	Coulée a courte	1) quantité insuffisante de métal dans la poche. 2) interruption prématurée de la coulée pas de repère pour savoir, si le moule est plein.
-Ligne à bord arrondi, sur une partie ou la totalité de la section de la pièce, peut se trouver sur grandes surfaces régions d'accès difficiles pour le métal ou zone de rencontre	Reprise sur support	1) coulabilité insuffisante, métal froid. 2) coulée trop lente. 3) dégagement d'air insuffisant. 4) moule métallique : mauvaise soudure de métal trop refroidi élever si nécessaire
Cavité ou manque matière, picotée en surface, peut-être remplie de sable. <u>-EROSION</u> excroissance irrégulière sur système de coulée ou début pièce inclusions dans pièce. <u>-FROTTE</u> excroissance irrégulière surface verticales ou obliques avec inclusion correspondante. <u>-CHUTE DE SABLE</u> excroissance irrégulière surface supérieur, avec inclusions ou cavité dans la pièce.	sable	1) sable de cohésion insuffisante, ou noyaux. 2) système de coulée défectueux, métal entre trop vite ou lave trop longtemps même partie moule ou noyaux. 3) lors du remmoulage, parties en fort relief frottent l'une contre l'autre avec arrachement de sable-remmoulage noyaux. 4) couche de sable se détache de plafond moule au démoulage (sable collé au

Chapitre III : Analyse et optimisation d'un cas d'étude (Application du PDCA)

-Laitier (blanchâtre, grise, aspect spongieux). -Flux (pour aluminium). -Scorie (très blanc silice pure).	Laitier scorie flux	1) laitier de fusion, ou de traitement entraîné à la coulée et emprisonné à la solidification. 2) réactions complexes au sien de l'alliage liquide entre divers constituants, métal,
-Excroissance dans une petite cavité formée par noyau	Noyau rempli noyau cassé	1) température élever de métal. 2) excentration. 3) l'épaisseur faible du noyau chronique.
- Excroissance irrégulière	Grognes.m-oulé casse gerces	1) sable faible (manque médité). 2) le cirage faible. 3) température élever de métal.

Après plusieurs questions et recherche de la raison de tonnage rebutée qui est établrirai dans le tableau (09) grâce à notre expériences universitaire on est arrivé à suggérer le plan d'action suivant :

5.1. Plan d'action :

Tableau 12: les solutions principales secondaires des 5 M de tonnage des pièces rebutées

Code	solution	5M	Priorité
026	-Utiliser un alliage présentant une contraction de solidification faible. -Dans la mesure du possible, limiter la température de coulée. -Améliorer le tracé de pièce, par régularité des épaisseurs. -Surveiller les composants du métal. -Résistance, serrage, épaisseur du sable de moule. -Modification de l'attaque. -Augmentation ou suppression de cette masselotte. -Masselotte suffisante en métal liquide pour alimenter la	Matière Milieu Méthode	P1

Chapitre III : Analyse et optimisation d'un cas d'étude (Application du PDCA)

	<p>pièce en métal chaud jusqu'au début de la solidification.</p> <ul style="list-style-type: none"> -Emploi de produits exothermiques. -Refroidisseurs interne ou externe pour uniformiser le refroidissement. -Eventuellement rajouter nervures de refroidissement. 		
051	<ul style="list-style-type: none"> -Augmenter température coulée. -Revoir système de coulée. -Améliorer dégagement d'air. -Elever température de moule. 	<p>Matière Méthode</p>	P2
031	<ul style="list-style-type: none"> -Soins apportés aux opérations ci-contre. 	<p>Milieu Main- d'œuvre Matériel</p>	P2
052	<ul style="list-style-type: none"> -Métal suffisant dans poche -Débouchés de masselotte. 	<p>Main- d'œuvre Matériel</p>	P2
032	<ul style="list-style-type: none"> -Couler plus chaud. Plus fluide. -Régularité et vitesse de remplissage à revoir (système de coulée) -Augmenter d'dégagement d'air. 	<p>Main- d'œuvre Matériel</p>	P2
073	<ul style="list-style-type: none"> -Revoir qualité et serrage du sable. -Revoir système de coulée. -Revoir tracer pièce. -Soigner et vérifier remmoulage partie moule et noyaux. -T'agglomérant dans sable. -Vérifier, réparer, pointer le moule (partie inférieure du moulage). -Revoir système de coulée. -Revoir mise en place outillage. -Soigner propreté cavité ou inclusion. 	<p>Main- d'œuvre Matériel Méthode</p>	P2

Chapitre III : Analyse et optimisation d'un cas d'étude (Application du PDCA)

074	-Décrasser poche, épaissir laitier et retenir avec poche siphon, partie inférieur noyaux filtres, pièges a crasse. -Précaution élaboration métal.	Matière Main- d'œuvre Méthode	P2
017	-Diminué la température de métal.	Matière Méthode	P2
016	-Choisir un cirage fort. -Diminué la température de métal.	Matière	P1

5.2. Simulation de l'impact des actions correctives :

Ce tableau représente les problèmes les plus graves en termes de tonnage

Etat avant les actions (A)

Tableau 13: les problèmes les plus graves en termes de tonnage

	V 005	V 515	V 075	E 211	Totale des pièces rebutées	Tonnage des pièces rebutées
Poids	132	26	185	118,5		
073	11		4		15	2,192
074	13	2	9	5	29	4,026
026	12	86	6		104	4,930
052	3				3	0,396
032	4		1		5	0,713
031		114		1	115	3,083
051			1	3	4	0,541
017	13		2	3	18	2,442
016	1	1	1		3	0,343
TOTAL	57	203	24	32	316	21,034

A L'aide de ce tableau on a précisé les deux codes de défaut qui est répété beaucoup plus dans les pièces.

❖ Code(026) il a 104 pièces rebut qui à 4.930 T.

❖ Code (031) il a 115 pièces rebut qui à 3.083T.

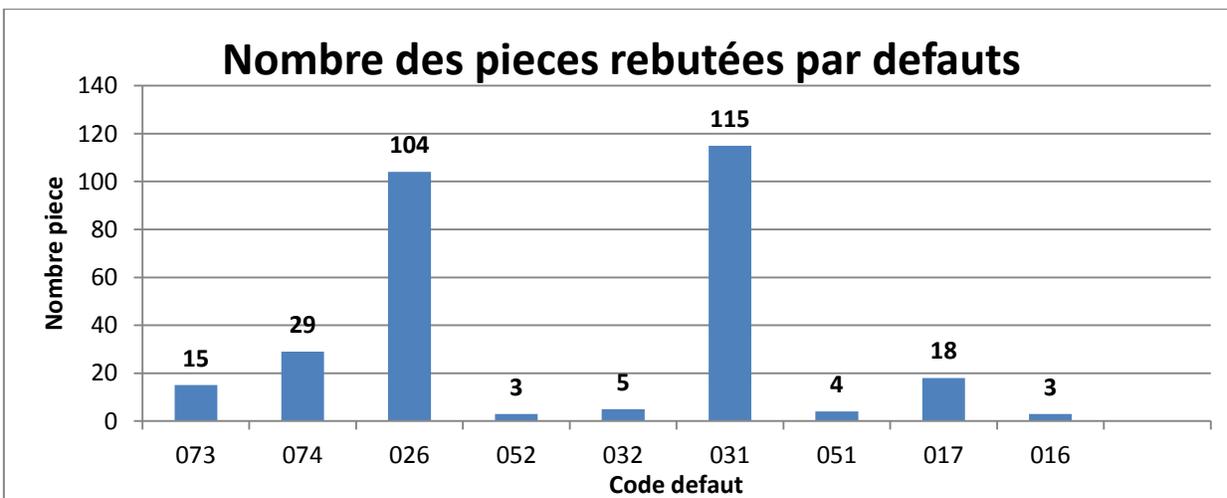


Figure 23: Nombre des pièces rebutées par défauts

Pour donner des résultats plus précis et plus profonds on propose d'appliquer un deuxième plan d'action au niveau de l'entreprise. Leur principe est la simulation pour minimiser le rebut.

Etat Après les actions (B)

Tableau 14: simulation pour minimiser le rebut

	Totale des pièces rebutées	Totale des pièces rebutées après réalisation du plan d'action	Variation	
073	15	8	7	46,67%
074	29	5	24	82,76%
026	104	25	79	75,96%
052	3	3	0	0,00%
032	5	5	0	0,00%
031	115	32	83	72,17%
051	4	4	0	0,00%
017	18	3	15	83,33%
016	3	3	0	0,00%
TOTAL	316	93	223	

Source : les tableaux sont faits par nous-mêmes.

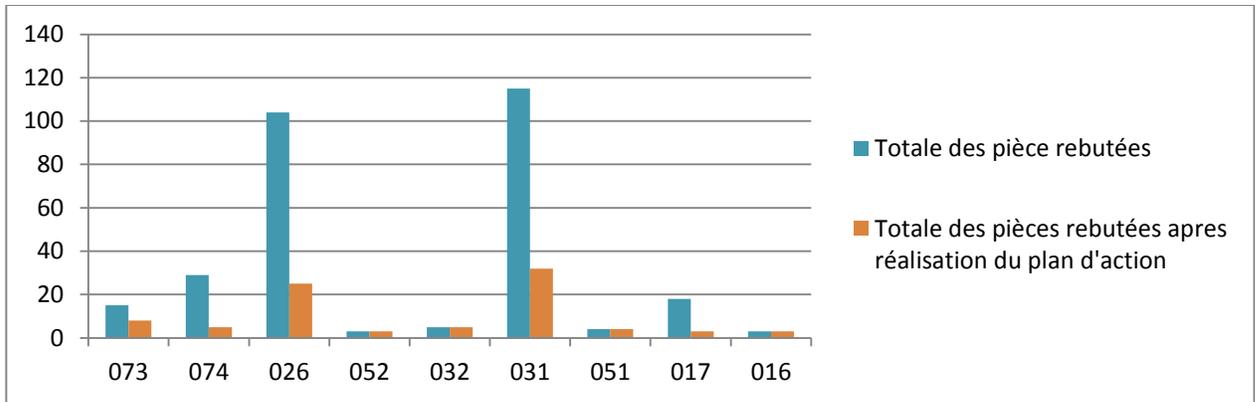


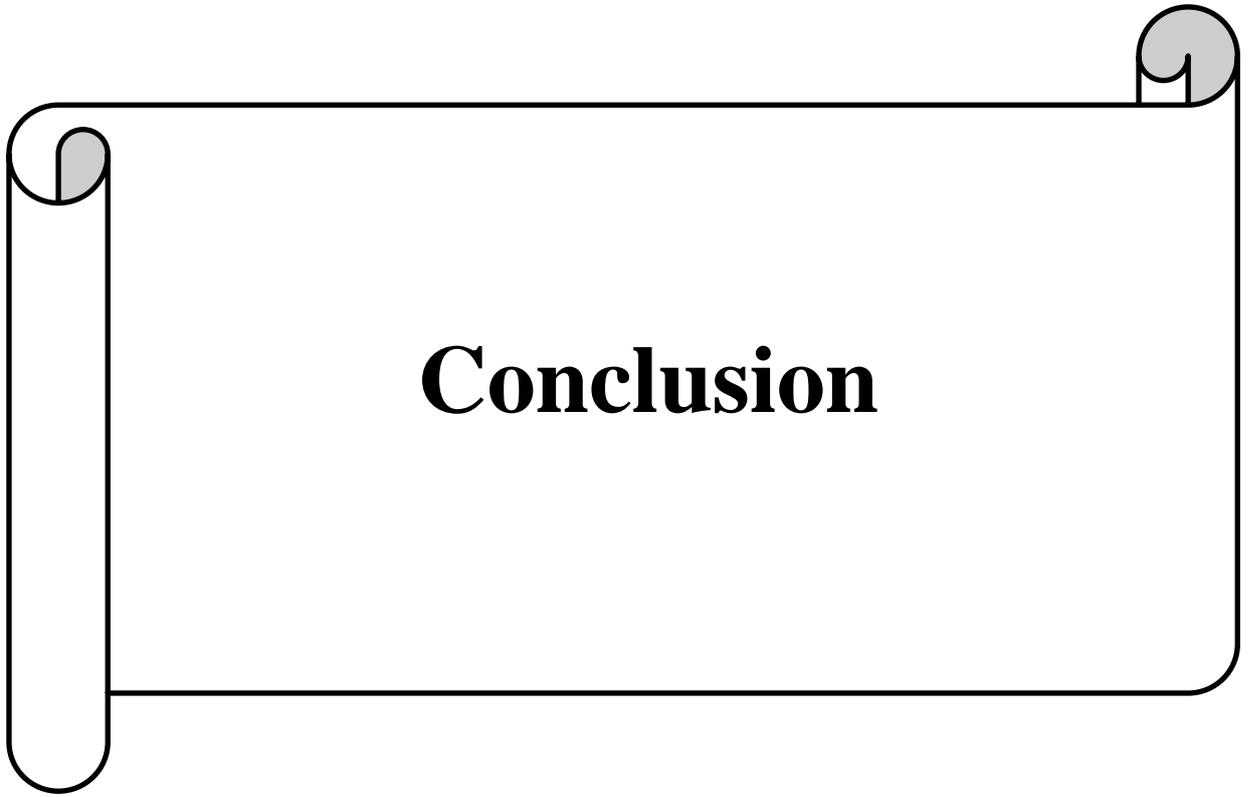
Figure 24: total des pièces rebutées après réalisation du plan d'action par rapport aux pièces rebutées avant l'action

On a constaté que le taux des pièces rebuté du code 026 ce dernier représente le défaut de retassure. Car plus de 104 pièces rebutées, ce nombre est très important on aurait dû modifier l'étude ou il faut respecter la température de coulé. Afin de minimiser le nombre des pièces rebutées jusqu'à 25 et suite à notre calcul de variation on bénéficiera 75.96% de bonne pièces.

Secondant si on augmentant le temps de cycle de refroidissement ou on met des morceaux de bois pour éviter le défaut de casseur (code 031). Puisque il atteint 115 pièces rebutées, avec ces proposition on arrivera a un taux très satisfaisant est 32 pièces rebutées avec un bénéfice de 72.17%.

Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons lancé un programme pour faire un suivi d'analyse de couler et rebuts. Afin de mettre les deux méthodes ABC et Ishikawa pour améliorer notre travail des pièces rebutées.



Conclusion

Conclusion général

En finalisant ce travail nous avons pu constater et confirmer l'importance de chaque partie constituant une chaîne de production industrielle, Et la succession de leurs rôles ou tâches pour une optimisation de la production industrielle, et la succession de leurs rôles ou tâches pour une optimisation de la production. En prévoyons non seulement l'intérêt de l'entreprise pour qu'elle soit concurrentielle pour satisfaire sa cliente.

Pour cela on a choisi la SNVI car les lignes de productions sont meilleurs avec matériel récent dans la fabrication dans différentes pièces pour véhicules.

Notre objectif était de faire minimiser le tonnage des pièces rebutées c'est pour cela que notre travail était focalisé de diagnostics des rebutes en utilisant la méthode Pareto « ABC » et cette analyse on a pu localiser la partie la plus importante des rebuts, en identifiant les causes des quatre pièces puis on a exposés des solutions sous formes d'un plan d'action « Ishikawa ».

Après toutes ces travaux on a proposé une simulation de l'impact des actions correctives pour régler les problèmes qui sont :

- 1) mettre un morceau de bois pour amortir les chocs entre les pièces.
- 2) Augmentation du temps de cycle de refroidissement des pièces.
- 3) Ajouter les masselottes (réservoir) dans de bonnes conditions pour que les pièces ne se détériorent pas.
- 4) Changement d'étude de moulage.
- 5) être vigilant pendant le temps de coulage et on veillant à la température.
- 6) éviter de taper sur la pièce avec un marteau pour séparer les pièces.

La proposition de ces actions correctives nous a permis de mettre en place notre savoir acquis le long de notre formation riche en connaissance technique dans le domaine industriel.

Bibliographie

- [1] LAURENT Pascal, BOUARD François, « L'économie de l'entreprise », Edition d'Organisation, Paris, 1997, page 145.
- [2] GIARD Vincent, « Gestion de la production », Edition Economica, Paris, 1981, page 5.
- [3] Mémoire de fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master en Sciences de Gestion, « La gestion du processus de production au sein d'une entreprise industrielle : cas Electro-Industries d'AZAZGA, Unité Transformateur (UTR) », 2014/2015, page 18.
- [4] GIARD Vincent, op.cit., page 3.
- [5] Cours de Planification et Ordonnancement, Génie Industriel S7 Année 2020-2021 Dr. S. Ourari, page 5.
- [6] K. Röhrig, "Die neue Norm für austenitische Gusseisen", Konstruieren + Giessen, 28 (2003) N° 3, p. 31-32.
- [7] http://proxy2.angers.ensam.fr/ressources/Fondrie2006/pages/page_contituants_fontes.htm
- [8] CHAUSSIN et G.HILLY, Métallurgie Tome I Alliages métalliques, Edition DUNOD p. 126, 127,128.
- [9] <http://tpmattitude.fr/abc.html#:~:text=Le%20Diagramme%20de%20Pareto%20Permet,%3A%20A%2C%20B%20et%20C>

Annexe 3

Tableau 3: tonnage des pièces rebutées (Pareto ABC)

Référence	Tonnage des pièces rebutées	Cumulées du tonnage pièce rebut	pourcentage	
V 005	8,712	8,712	24,75%	80%
V 515	5,642	14,354	40,77%	80%
V 075	4,625	18,979	53,91%	80%
E 211	4,503	23,482	66,70%	80%
E 733	1,968	25,45	72,29%	80%
V 540	1,836	27,286	77,51%	80%
C 236	1,16	28,446	80,81%	80%
V 148	1,081	29,527	83,88%	80%
E 821	0,923	30,45	86,50%	80%
V 877	0,845	31,295	88,90%	80%
E 799	0,608	31,903	90,63%	80%
V 588	0,592	32,495	92,31%	80%
V 520	0,476	32,971	93,66%	80%
S 577	0,444	33,415	94,92%	80%
V 609	0,34	33,755	95,89%	80%
V 787	0,237	33,992	96,56%	80%
B 158	0,2	34,192	97,13%	80%
V 192	0,192	34,384	97,67%	80%
V 176	0,165	34,549	98,14%	80%
V 571	0,13	34,679	98,51%	80%
V 395	0,124	34,803	98,86%	80%
V 757	0,112	34,915	99,18%	80%
B 157	0,094	35,009	99,45%	80%
V 108	0,068	35,077	99,64%	80%
V 364	0,059	35,136	99,81%	80%
V 278	0,032	35,168	99,90%	80%
V 945	0,014	35,182	99,94%	80%
SM 238	0,011	35,193	99,97%	80%
V 896	0,01	35,203	100,00%	80%
Totale	35,203			

Annexe 4

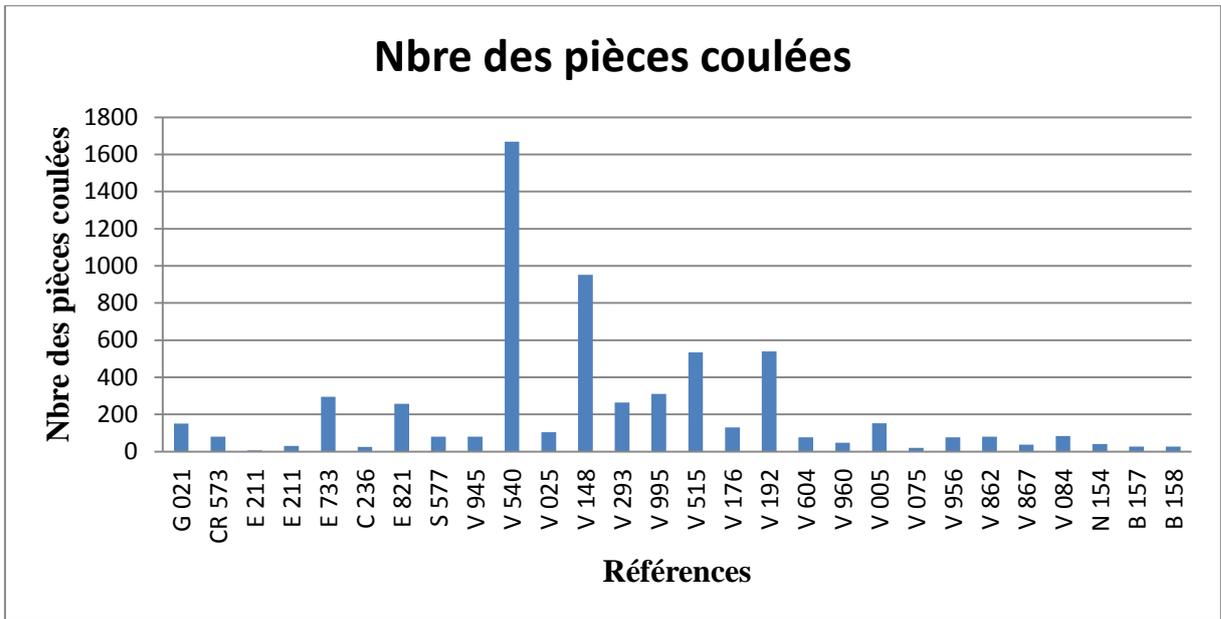


Figure 1: Nombre des pièces coulées

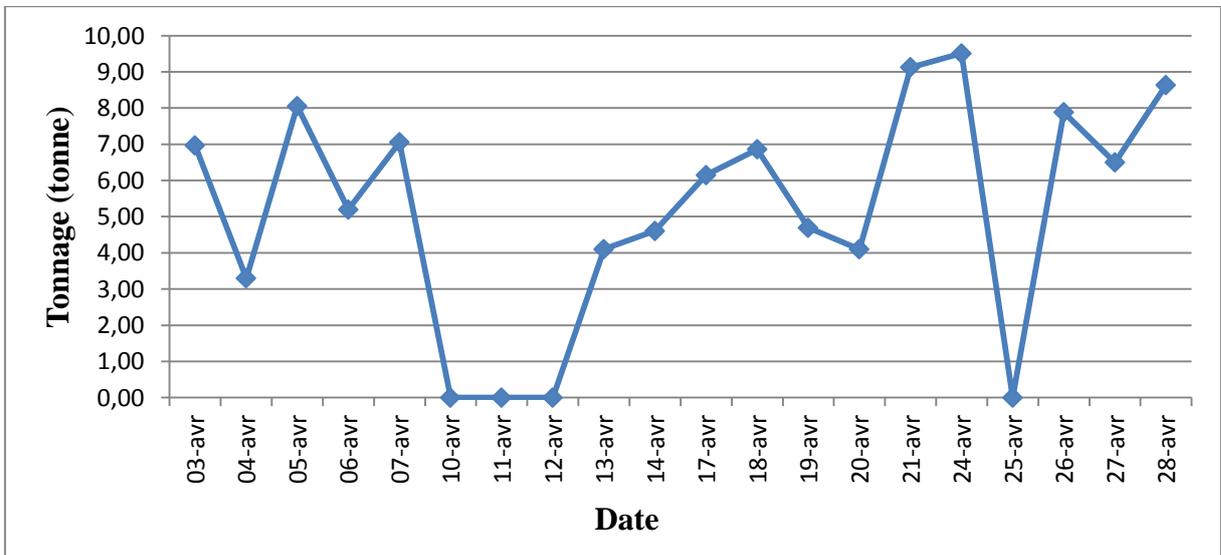


Figure 2: Tonnage journalier des pièces coulées