Année Universitaire : 2014/2015

République Algérienne Démocratique et populaire

Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique

---

Université Mouloud MAAMERI de Tizi Ouzou

Faculté du Génie de la Construction

Département de Génie Mécanique

ETUDE, CONCEPTION ET REALISATION D'UNE EQUERRE DE MONTAGE

[Sous-titre du document]

Réalisé par Mr : AMMAR Aziz

Promu par Mr : R. BOURAS

Mémoire de fin d'études
Master Professionnel
Fabrication Mécanique et Productique

Proposé par Mr : N. BELHADJI

Examiné par : - Mr F. ASMA

-Mr A. BAHTANI

Remercîments

Je tiens à exprimer mon entière gratitude, ainsi que mes profonds respects à mon promoteur, Mr R. BOURAS, pour avoir accepté de m'encadrer, de m'assister, et de me prodiguer des conseils valeureux pour réaliser ce travail.

Je tiens aussi à remercier mon CO-promoteur, Mr N. BELHADJI, chef de service maintenance industrielle au département carrosserie, pour ses conseils et ces remarques objectives, et aussi pour ses précieuses orientations, son aide, pour son soutien et ses encouragement.

Je tiens à remercier infiniment :

Les membres du jury, Mr ASMA et Mr BAHTANI d'avoir bien voulu acceptés d'évaluer et d'examiner mon travail.

Je voudrais aussi témoigner ma reconnaissance envers mes enseignants qui ont participé pour une grande part dans ma formation.

Enfin, j'adresse un grand merci à ma famille, et toutes les personnes qui ont contribués de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Table des matières :

- Introduction……06

Chapitre 1 :

1- Introduction……..
2- Présentation de la société nationale des véhicules industriels
3- Mission de la SNVI.
4- L'objectif de la SNVI.
5- Les activités opérationnelles.
6- Présentation de la carrosserie industrielle de Rouïba (CIR).
7- Organigramme de la SNVI.

Chapitre 2 :

1- Préambule sur la corrosion.
2- Réaction chimique
3- Le courant cathodique et anodique.
4- Les types de corrosion souvent rencontrée en pratique.
5- Les faits de la corrosion.
6- Méthodes de lutte contre la corrosion.
7- Métaux et et alliages résistant à la corrosion.

Chapitre 3 :

1- Introduction sur la grenailleuse.
2- Le processus de traitement de surface par grenaillage.
3- Les organes de la grenailleuse.

Chapitre 4 :

1- Introduction sur les déférentes étapes de la réalisation de la pièce équerre de montage.
2- Processus de fabrication.
3- Service méthode et outillage.
4- Etudes des fontes
5- Sablerie
6- Fusion
7- Laboratoire
8- Réalisation de la pièce avec différentes étapes

Conclusion

Bibliographie

Les annexes

- Annexe 1
- Annexe 2
- Annexe 3
- Annexe 4
- Annexe 5

Introduction

Dans le cadre de mon projet de fin d'étude du Master Professionnel en Fabrication et Méthodes de Productique, j'envisage la réalisation d'une équerre de montage au sein de la société national des véhicules industriel « SONACOM ».

Cet écrit est le résumé de trois semestres d'études théoriques et pratique, en ce qui concerne aussi le stage pratique au sein même de SONACOM, avec tous ces services confondus.

J'ai entrepris ce travail sur le thème sur l'équerre de montage par la mise en disponibilité d'un cahier des charges encadrant les exigences de la société.

L'équerre de montage est une pièce qui fait partie d'une grenailleuse. Cette dernière est utilisée pour le traitement des surfaces.

Pour mener à bien ce travail, on a procédé comme suite :

Au chapitre 1er, on explicite les différents organes de la société, ces services.

Dans le 2ème chapitre, on introduit quelques notions élémentaires sur la corrosion, ainsi que les moyens de lutte contre ce phénomène.

Quelques fonctionnalités de la grenailleuse, ainsi que certain composants seront présentées au chapitre 3.

L'étude, la conception et la réalisation de l'équerre de montage au niveau de la fonderie sont présentés dans le chapitre 4.

L'objectif principal de notre travail est la réalisation d'une équerre de montage. Afin d'aboutir à cet objectif, on doit passer par plusieurs étapes :

- Position de l'équerre dans la grenailleuse (Annexe 2)
- Elaboration du dessin de définition (Annexe 1)
- Choix du matériau

Chapitre I^{er}: Présentation de la société

1.1. - Introduction :

L'entreprise S.N.V.I. est une organisation et une unité économique qui réunit plusieurs services et moyens pour produire de biens ou services destinés à la vente sur le marché afin de réaliser ces objectifs.

1.2. - Historique :

Le cycle d'évolution de l'industrie mécanique en Algérie est marqué par trois grandes phases essentielles :

- **1957 à 1967 :**

Implantation de société française BERLIET sur le territoire algérien pour la construction, en juin 1957 d'une usine de montage de véhicule (poids lourd) à 30 km à l'est d'Alger.

- **1967 à 1981 :**

Après 1962 l'industrie mécanique en Algérie était au stade embryonnaire, se limitant aux besoins de l'époque.

En 1967, fut créé la SONACOME regroupant en son sein 11 entreprises qui deviendront autonomes à partir de 1980.

Ce choix organisationnel a été confirmé par le conseil des ministres, le 06 juillet 1981, donnât ainsi naissance à la Société Nationale de Véhicule Industriels (S.N.V.I.) par décret n˚81-342 du 12 décembre 1981.

- **1981 à 1995 :**

La société (S.N.V.I) est une entreprise publique sociale : de 1981 à 1995.

Lors d'une réunion tenue par le comité national de restructuration de la **SONACOME,** et le décret de sa création lui consacra un statut d'entreprise socialiste des entreprises (GSE) en vigueur au plan institutionnel.

- **1995 à 2000 :**

Dès Mai 1995, la (S.N.V.I.) change de statut juridique pour devenir une EPE régie par le droit commun : la (S.N.V.I.) est alors érigée en société par action, au capital 2.2millard de dinars.

1.3. - Mission :

La (S.N.V.I.), entreprise nationale de véhicules industriels est chargé dans le cadre du plan national de développement économique et social de la recherche, du développement de la production, l'exportation, distribution et de la maintenance des véhicules industriels.

Par véhicules industriels, il faut entendre :

- ❖ Les Camions.
- ❖ Les Autos Bus.
- ❖ Les Autos Cars.
- ❖ Les Camions Spéciaux.
- ❖ Les Remorques et Semi-Remorques.

Et d'une manière générale, tous les véhicules destinés au transport routier, des personnes, des biens et des matières d'une charge utile supérieure à 1,5 tonne.

1.4 - Les Objectifs :

A. Satisfaire Les Besoins Nationaux En Véhicules Industriels :

- Rentabiliser la production.
- Acquérir rapidement une gamme de technologie (taux d'intégration élevé, grand nombre des produits).
- Création et rationalisation de l'emploi.
- Utiliser les techniques performantes et adaptées.

B. Combler L'écart Entre L'offre Et La Demande

- Commercialiser les véhicules industriels fabriqués localement.
- Assurer la disponibilité de la pièce de rechange de la gamme (S.N.V.I.).
- Assurer le service après-vente.

C. Minimiser Le Prix Des Produits Et De Services En Assurant Sa Rentabilité

- Minimiser le prix de revient.
- Financer partiellement le développement de l'entreprise par la commercialisation.

D. Formation Quantitative Et Qualitative Du Personnel

- Assurer une bonne qualité de formation pour le personnel.
- Assurer une formation pour une large partie du personnel.

E. Contribuer Au Progrès Economique Et Social

- Assurer l'implantation industrielle et commerciale sur l'ensemble du territoire.
- Assurer la disponibilité des produits sur l'ensemble du territoire à un prix uniforme.

1.5 - Les Activités Opérationnelles

Sont des activités de la production et sont sous la responsabilité de la direction industrielle.

Les unités de production prennent en charge le processus de fabrication des véhicules industriels depuis la forge jusqu'au montage.

Les unités de production sont :

- ✓ Véhicules Industriels De Rouïba (VIR).
- ✓ Carrosserie Industriels De Rouïba (CIR).
- ✓ Fonderie Industriels De Rouïba (FIR).
- ✓ Carrosserie de Tiaret (CDT).

1.6 - Présentation de la Carrosserie Industrielle de Rouïba (CIR) :

La Carrosserie Industrielle de Rouïba, est une unité à caractère économique et commercial, ayant pour vocation, la participation au développement de l'industrie mécanique, aux côtés des autres unités de la (S.N.V.I.) mise en production en septembre 1979, elle est autonome depuis 1987. Cette unité de la (S.N.V.I) participe comme les autres unités à la réalisation d'une partie de la production des véhicules industriels avec un effectif de 1209 personnes.

1.6.1) Rôle de la Carrosserie Industrielle de Rouïba (CIR) :

1.6.2.1 Nature de l'activité

- La réalisation d'équipement des châssis de 5 à 26 tonnes.
- La fabrication de matérielles tractés de 6 à 76 tonnes.
- La fabrication de véhicules de transport en commun de 25 places.

Les objectifs de la filiale :

- Réaliser les objectifs exprimés par l'entreprise et l'intégration de la réalisation des mini cars dans les meilleures conditions prix, délais et qualités.
- Renforcer l'industrialisation du type en substituant la production nationale à l'importation.
- Réaliser les opérations d'exportations dans les bonnes conditions économiques.
- Elaboration des plans d'investissements et de la politique de production.
- Lancement des produits nouveaux.
- Sous contraintes de coûts, de délai et qualité.

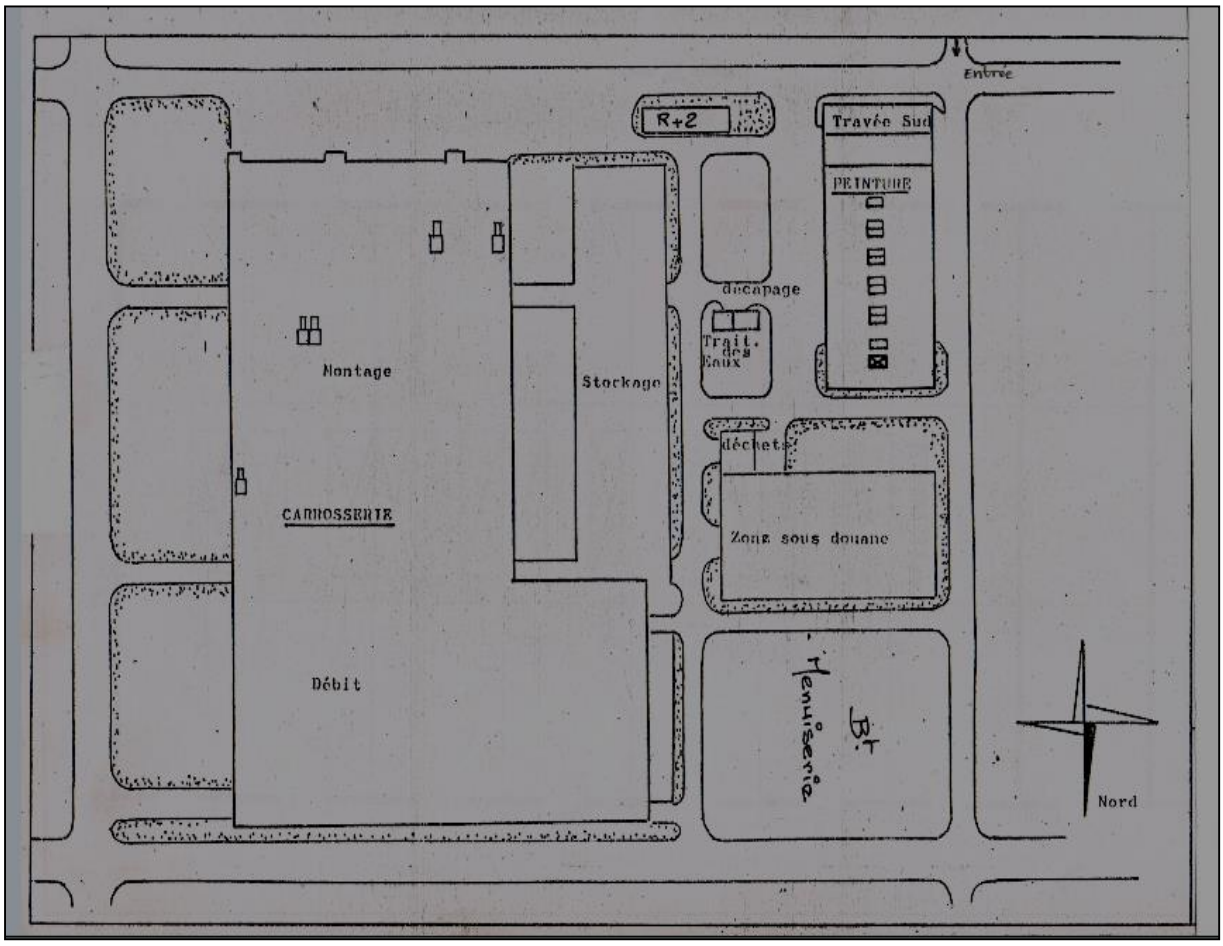


Fig.1.1 Plan de masse de la Carrosserie Industrielle de Rouïba (CIR)

1.6.2) Les Ateliers :

Elle contient plusieurs ateliers dont entre autre :

- Atelier débitage.
- Atelier mécanique.
- Atelier d'assemblage gamme I.
- Atelier d'assemblage gamme II.
- Atelier montage minicar.
- Atelier de peinture.
- Atelier de menuiserie.
- Atelier d'adaptation.

1.7.1) Direction Contrôle de Gestion Audit :

Cette direction regroupe trois départements et un cabinet :

- Département Contrôle de Gestion.

- Chef de Mission Audit.
- Département Juridique.
- Département Management de la Qualité et Informatique.

1.7.2) Direction Ressources Humaines :

Elle regroupe deux Départements :

- Département Gestion du Personnel.
- Département Développement du Personnel et Formation.

1.7.3) Direction Finance et Comptabilité :

Elle regroupe deux Départements :

- Département Comptabilité Analytique.
- Département Comptabilité Générale.

1.7.4) Direction Maintenance :

Elle regroupe deux Départements :

- Département Réalisation Maintenance.
- Département Energie et Fluides.

1.7.5) Direction Achat / Approvisionnement et Vente :

Elle regroupe deux Départements :

- Département Commercial.
- Département Achat et Approvisionnement.

1.7.6) Direction Production :

Elle regroupe trois Départements :

- Département Gamme I.
- Département Gamme II.
- Département Gamme III

1.7.7) Direction Gestion Industrielle et Planification :

Elle regroupe deux Départements :

- Département Gestion Produit et Programmation.
- Département Ordonnancement et suivi Production.

1.7.8) Direction Technique :

Elle regroupe deux Départements :

- Département Etudes et Qualités.
- Département Méthodes et Contrôles.

La direction d'accueil est la Direction de Maintenance Industrielle :

Cette Direction à la responsabilité de maintenir en bon état de marche, l'ensemble des équipements et services annexes, grâce à un ensemble d'opération d'entretien, de réparation et de dépannage.

Elle est composée de deux Départements :

A. Un Département De Réalisation :

Il est composé de deux services :

- **Service Méthode** : Chargé de la planification et suivi des opérations de maintenance préventive et corrective, ainsi que la gestion du magasin de pièces de rechange maintenance**.**
- **Service Moyen de Production (M.D.P)** : chargé de l'exécution des opérations de maintenance préventive et corrective.

Ce service est divisé en deux secteurs :

Le secteur d'entretien mécanique et le secteur d'entretien électrique.

B. Un Département Energie et Fluides :

Il est composé de deux services

Un service de maintenance annexe et un service intervention maintenance et nettoyage technique.

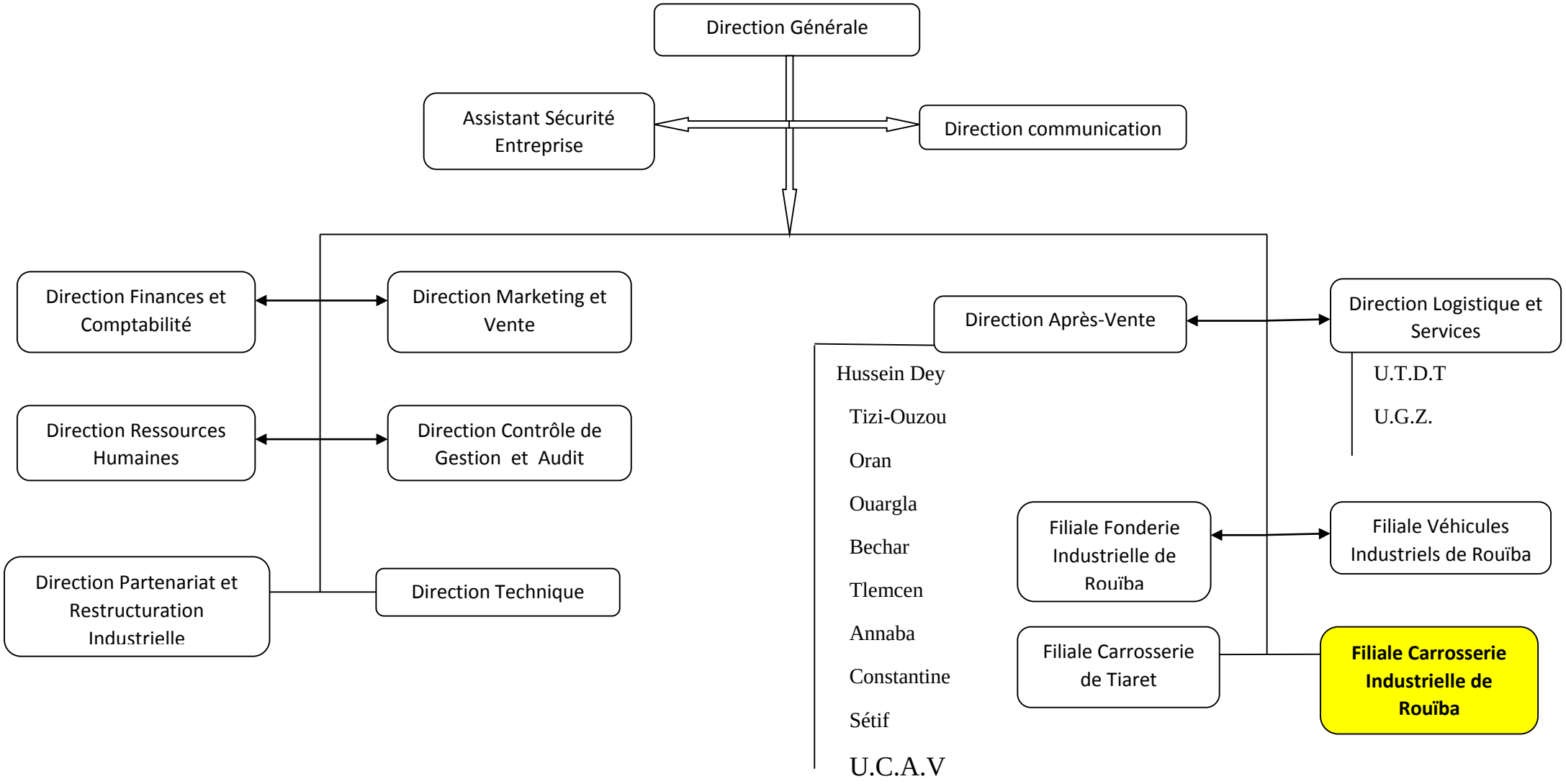


Figure1.2 Organigramme de la Société Nationale des Véhicules Industriels (SNVI)

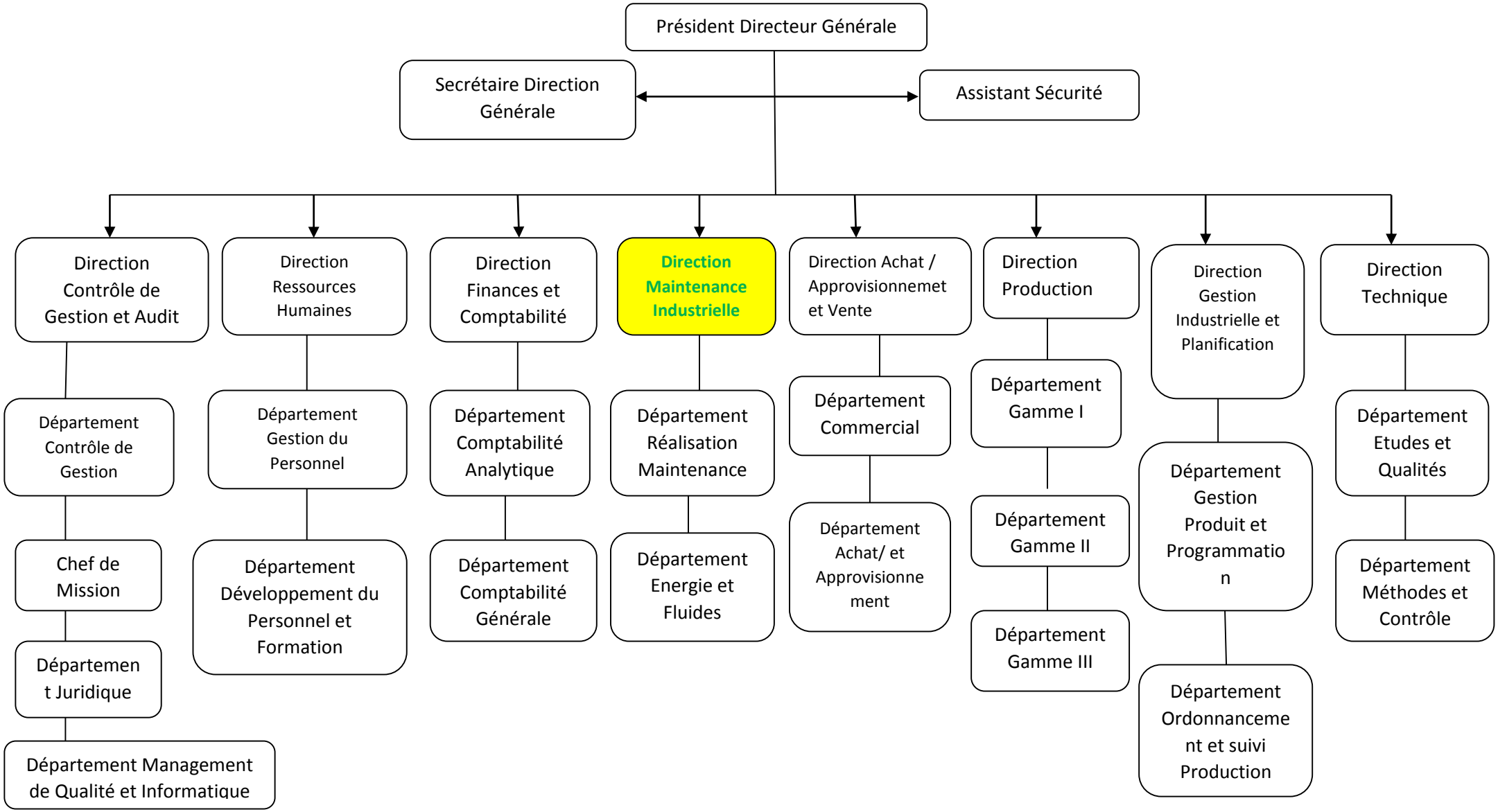


Figure.1.3 Organigramme de la Carrosserie Industrielle de Rouïba (CIR)

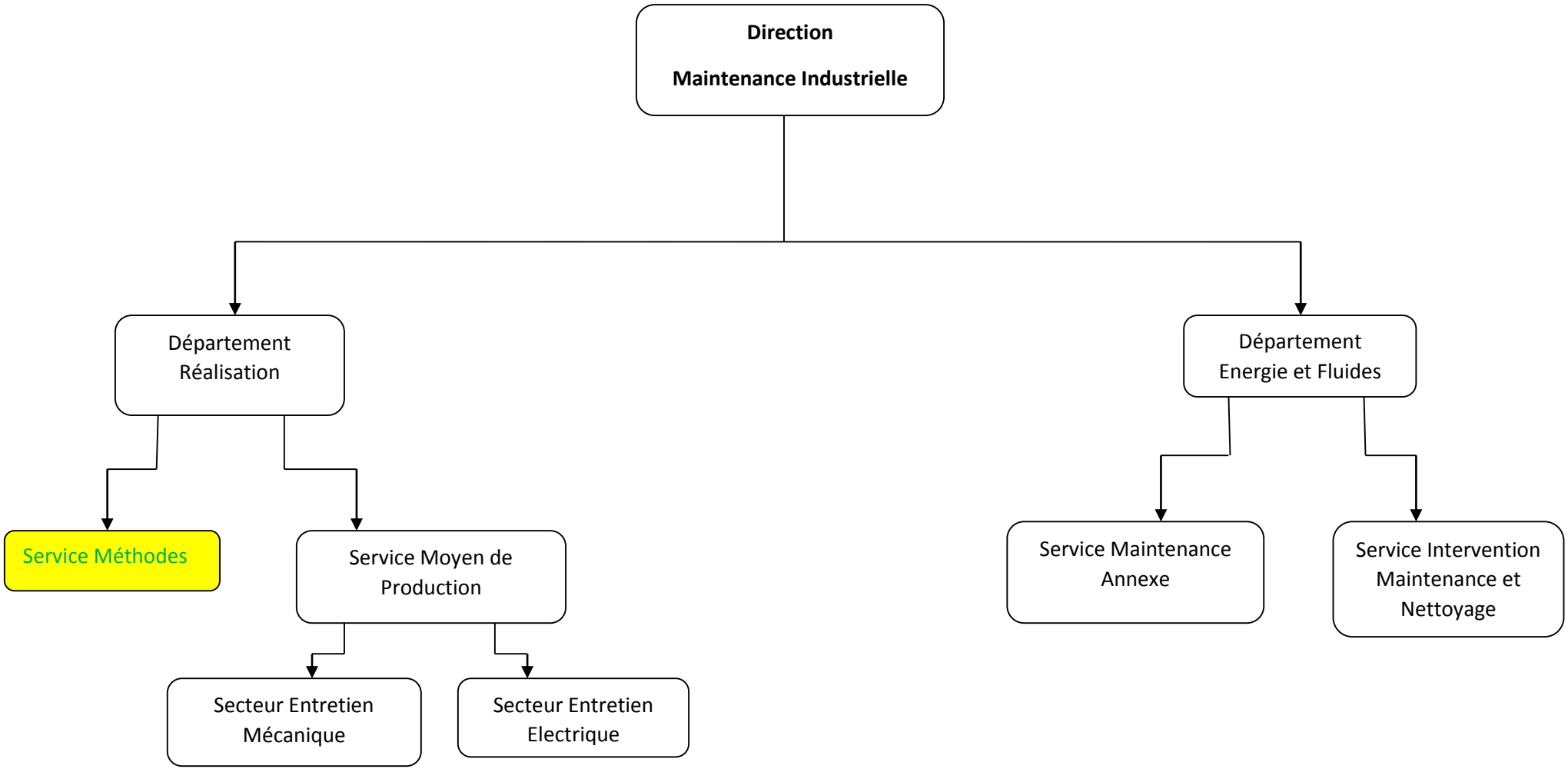


Figure1.4 Organigramme de la direction maintenance

Chapitre II : La Corrosion

1. Préambule :

L'importance énorme de la corrosion et de la technologie de surface pour notre société n'est plus démontrer. La corrosion touche toutes les réalisations de l'ingénieur, des plus grandes aux plus petite : Production d'énergie, génie civil, transport, machines, matériaux médicaux, composants 3 à 4 % du produit nationale brut .la corrosion n'est pas seulement une source de gaspillage de matière première et d'énergie elle peut en plus provoque des accidents aux conséquences grave et, dans certain cas, contribution à la pollution de l'environnement naturel. De nouveaux défis se présentent aujourd'hui: le développement et économique supportable .en outre, ces nouvelles technologies ne devraient pas empêcher le recyclage des produit qu'elle protège, ni complique leur élimination finale .un autre problème d'envergure est posé par la nécessité d'améliorer la fiabilité des prédictions de la durée de vie des objets et des risque de défaillance prématurées. Pour relever ces défis, l'ingénieur devra posséder, en plus de son imagination, des connaissances scientifiques approfondies dans les méthodes expérimentales modernes.

On estime que la corrosion détruit un quart de la production annuelle mondiale d'acier, ce qui représente environ 150 millions de tonne/an ou encore 5 tonne/seconde. Or, la corrosion ne se limite pas à l'acier, mais affecte tous les métaux que les polymères et céramique. Elle résulte d'interaction chimique et/ou physique entre les matériaux et son environnement.

- Voici quelques exemples de phénomène de corrosion :

- Transformation de l'acier en rouille,
- Fissuration d'un laiton en présence d'ammoniaque,
- Corrosion à chaud d'un superalliage dans une turbine à gaz,
- Fragilisation par l'hydrogène d'un acier à haute résistance,
- Gonflement du polyéthylène en contact avec un solvant,
- Dégradation du PVC par le rayonnement ultraviolet,
- Attaque d'un tuyau en nylon par un acide oxydant,
- Attaque des briques réfractaire par les laitiers,
- Attaque d'un verre minéral par une solution alcaline.

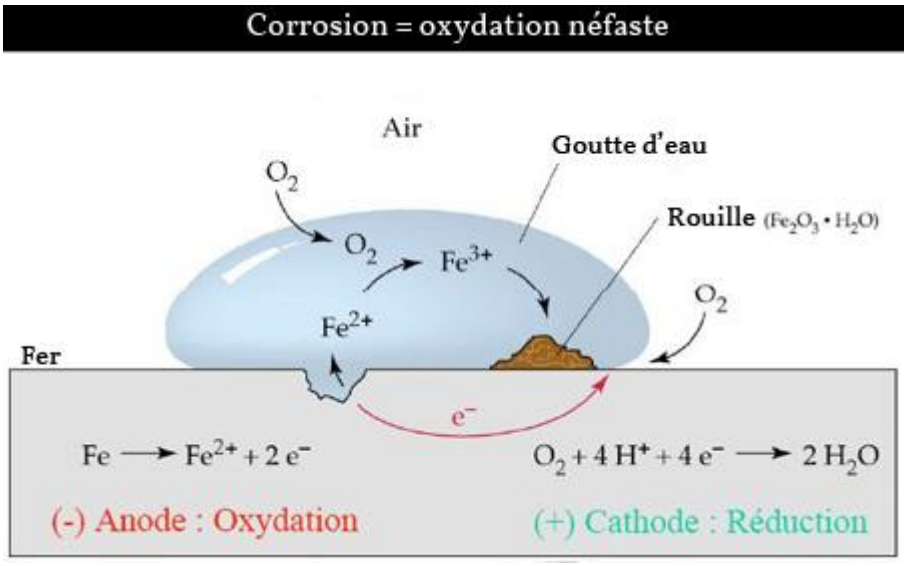
2. Corrosion :

La corrosion est une réaction inter faciale irréversible d'un matériau avec son environnement, qui implique une consommation du matériau ou une dissolution dans le matériau d'une composante de l'environnement.

La corrosion des métaux est due à une réaction d'oxydation-réduction irréversible entre le métal et un agent oxydant contenu dans l'environnement. L'oxydation du métal implique la réduction de l'agent oxydant.

Métal + agent oxydant ⟶ métal oxydé + agent réducteur

3. REACTION CHIMIQUE:



4. le courant cathodique et anodique :

En électrochimie, on appelle par définition courant anodique un courant circulant dans le sens métal ⟶ solution et courant cathodique un courant circulant en sens inverse. Les réactions sont dites anodiques ou cathodiques selon qu'elles correspondent à un courant respectivement anodique ou cathodique. Les réactions anodiques correspondent en termes de chimie à des oxydations, et les réactions cathodiques à des réductions. La corrosion d'une phase métallique nécessite quant à elle le passage en solution de tous les constituants du métal, les ions et les électrons. Elle fait intervenir au minimum deux réactions distinctes et indépendantes, une réaction anodique, l'oxydation du métal, et une réaction cathodique, le transfert d'électrons avec réduction simultanée d'un constituant de la solution.

5. Les types de corrosion souvent rencontrés en pratique :

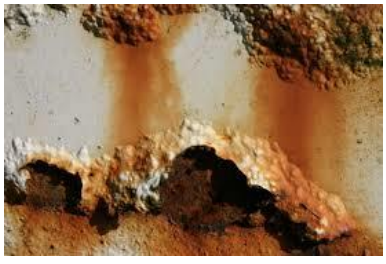
1. **La corrosion galvanique** : appelée aussi corrosion bimétallique est due à la formation d'une pile électrochimique entre deux métaux. La dégradation du métal le moins résistant s'intensifie.

2. **La corrosion caverneuse** : est due à une différence d'accessibilité de l'oxygène entre deux parties d'une structure, créant ainsi une pile électrochimique. On observe une attaque sélective du métal dans les fentes et autres endroit peu accessible à l'oxygène.

3. **La corrosion par piqure** : est produit par certains anions, notamment le chlorure, sur les métaux protégés par un filme d'oxyde mince. Elle induit typiquement des cavités de quelques dizaines de micromètre de diamètre.

4. **La corrosion inter-granulaire :** est une attaque sélective aux joints de grains. Souvent, il s'agit de phases qui ont précipité lors d'un traitement thermique.

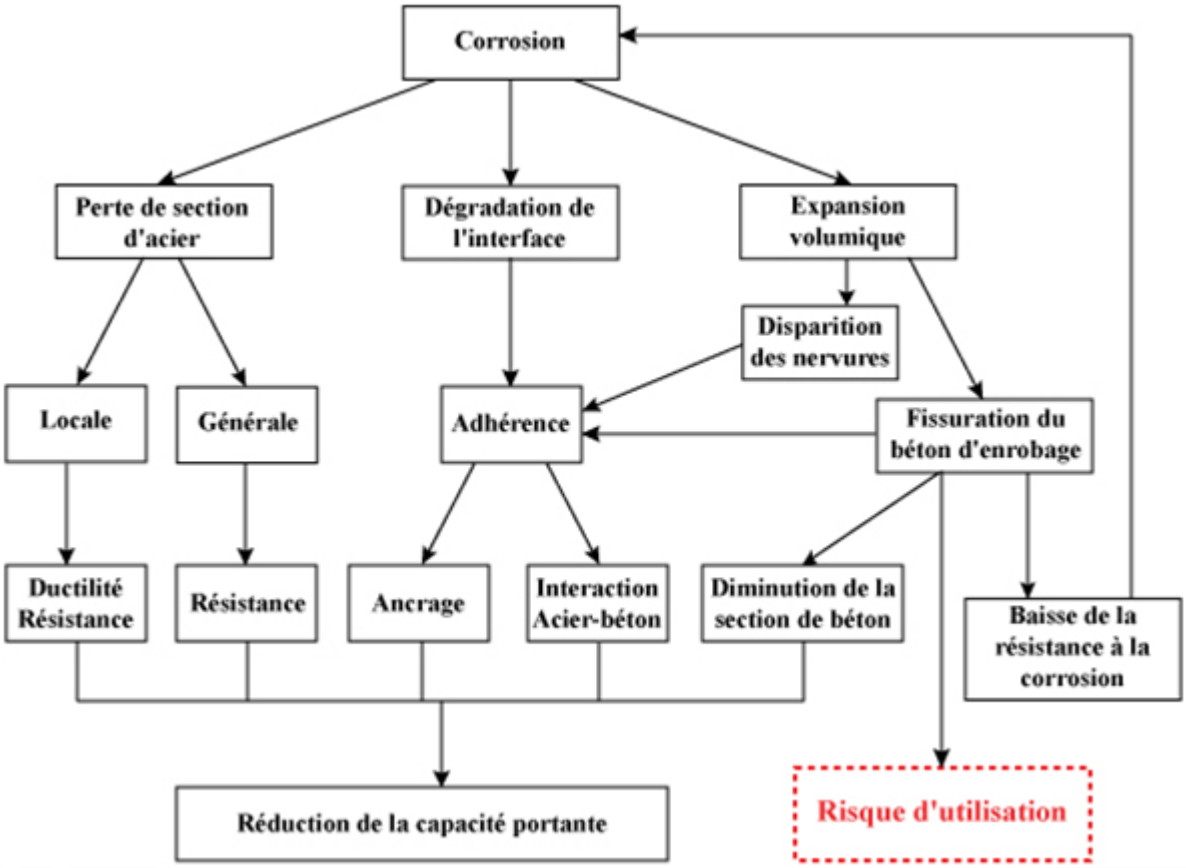
5. **La corrosion sélective** : est l'oxydation d'un composant de l'alliage, conduisant à la formation d'une structure métallique poreuse.



6. **La corrosion érosion** : est due à l'action conjointe d'une réaction électrochimie et d'un enlèvement mécanique de matière. Elle a souvent lieu sur des métaux exposés à l'écoulement rapide d'un fluide

7. **La corrosion sous contrainte** : est une fissuration du métal, qui résulte de l'action commune d'une contrainte mécanique et d'une réaction électrochimique.

6. les faits de la corrosion :



7. Méthodes de lutte contre la corrosion :

1. Généralités :

Il n'existe pas de solution universelle de par la complexité du problème, il n'existe pas de métal inaltérable.

Pour chaque milieu, il existe un alliage moins exposé. Quatre types de solutions peuvent être retenus, avec différents principes de mise en œuvre :

- utilisation de revêtements protecteurs, non métalliques ou métalliques,
- métaux et alliages résistants à la corrosion,
- autoprotection par passivité du métal,
- protection cathodique ou électrochimique.

Ces solutions sont classées ci-après par nature de revêtement.

2. Protection par revêtements non métalliques :

Peinture, laque, vernis. Solution relativement simple qui permet une décoration de la pièce à protéger. C'est une faible protection car une détérioration locale du revêtement accélère la progression de la corrosion (aération différentielle).

Applications. Automobile, électroménager, cycles… Esthétique, décoration.

Oxydation chimique. Méthode essentiellement appliquée à l'aluminium et ses alliages. L'épaisseur du film d'oxyde qui se forme naturellement à la surface ne dépasse pas 1/10e de micron. C'est une protection insuffisante contre une attaque chimique ou l'abrasion. Le traitement d'oxydation permet de former à la surface du métal, par électrolyse, une pellicule d'alumine épaisse, dure et protectrice.
Applications. Pièces exposées en atmosphère extérieure.

Phosphatation. Méthode consistant à réaliser une sous-couche permettant une meilleure adhésion des peintures à la surface d'une pièce à protéger. La pièce est plongée dans une solution de phosphate de manganèse, de zinc ou de sodium, portée à une température de 80°C à 100°C. L'immersion dure de quelques minutes à une heure. Il y a formation de cristaux de phosphates de fer insolubles à la surface du métal qui permettront ensuite une meilleure adhésion mécanique de la peinture ou une protection naturelle.

Applications. Métaux ferreux, aciers, fontes. Epaisseur du revêtement : 10 à 20 µm. Anticorrosion. Bonne résistance au frottement. Déformation à froid des aciers et alliages d'aluminium.

3. Protection par revêtements métalliques :

Immersion. Les pièces à protéger sont plongées dans un bain de métal en fusion. Les revêtements possibles sont surtout des métaux à bas point de fusion :

Étain : étamage, zinc : zingage, galvanisation.

Applications. Protection contre la corrosion atmosphérique. Pièces de machines à laver, corps de vannes, bacs...

Diffusion. Les pièces à protéger sont soumises à un traitement thermique au contact d'un élément chimique. Celui-ci diffuse depuis la surface. La pièce est recouverte de métal pur en surface avec une sous-couche d'alliage par en dessous :

- shérardisation : cémentation à 350°C de sable et de gris de zinc, - chromisation : cémentation au fluorure de chrome à 1050°C, - calorisation : cémentation Al + Al2O3 à 850°C.

Applications. Pièces mécaniques. Esthétique. Décoration.

Métallisation. Le métal protecteur (Zn, Al) est fondu à l'aide d'un pistolet métalliseur à gaz. Un jet d'air comprimé pulvérise le métal fondu. Les gouttelettes sont ainsi projetées sur la pièce avec une grande vitesse (100 m/s environ), permettant leur soudure en donnant un dépôt très adhérent.

Applications. Canalisations souterraines en fonte ou acier, automobile. Très bonne protection.

Placage. Méthode s'effectuant sur les tôles au cours d'un laminage à chaud. La pression et la diffusion thermique assurent la liaison entre le métal à protéger et le métal protecteur. Le cuivre, le nickel, le laiton sont utilisés comme métaux protecteurs sur les métaux ferreux ainsi que l'acier inoxydable.

Applications. Construction mécanique, chaudronnerie, cuves.

Electrolyse. On fait passer un courant électrique dans un bain électrolytique par l'intermédiaire d'une cathode constituée de la pièce à protéger (pôle -) et l'anode du métal à déposer. Le métal d'apport se dissout dans l'électrolyte et vient se déposer sur la cathode. Principaux métaux d'apport utilisés : cuivre, nickel, chrome, zinc, étain. Plusieurs étapes peuvent se succéder : par exemple, le chromage d'une pièce en acier nécessite un cuivrage suivi d'un nickelage.

Applications

- Dépôts épais : dépôts pour gravure électronique, vilebrequins, matrices, moules...

- Dépôts minces : décoration, sous-couche avant dépôt final, pistons et segments, industrie électrique.

8. Métaux et alliages résistant à la corrosion :

Autoprotection par la nature de la structure (cubique à faces centrées) ou par passivation naturelle selon les éléments associés. Ce sont souvent des métaux à

phase unique qui sont utilisés, soit des métaux purs, soit des alliages à solution unique :

- métaux purs (nickel, plomb, titane, aluminium), qui résistent bien à la corrosion mais qui offrent de faibles caractéristiques mécaniques ;

- aciers alliés au chrome : à partir d'une teneur de 12% de chrome, il se forme une couche d'oxyde compacte et adhérente ;

- aciers inoxydables : avec 18% de chrome et au moins 8% de nickel, on obtient une structure austénitique. D'autres éléments, en faible quantité, peuvent être rajoutés pour encore augmenter la résistance à la corrosion (Mo, Ti, Nb, Cu…).

Applications. Toutes situations agressives chimiquement. Agroalimentaire, médical, industries chimiques.

Chapitre III : La grenailleuse

1. INTRODUCTION SUR LA GRENAILLEUSE :

L'unité carrosserie possède un stock considérable de matière première, qui est composé de tôles et profilés. Cette matière date depuis plusieurs années, et, souvent elle est mal stockée, exposée à l'air libre, sous la pluie, l'humidité, ce qui provoque la corrosion et la détérioration. C'est pourquoi l'unité de carrosserie trouve des difficultés à les utiliser.

Pour remédier à ce problème, l'unité a mis en place une chaine de traitement de surface dont l'opération principale est le grenaillage.

Le grenaillage est une opération qui se fait par jet d'abrasifs appelés grenailles afin de débarrasser cette matière des particules dangereuses à l'origine de corrosion et éviter que d'autres corps étrangers. ne s'y collent

2. Le processus de traitement de surface par grenaillage est composé de cinq(5) phase :

1. Le chargement
2. Le préchauffage
3. Le grenaillage
4. La cabine de peinture
5. Déchargement

Schéma synoptique

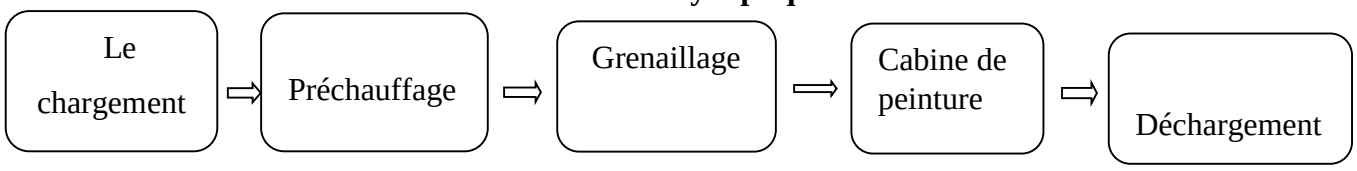


Schéma.1

2.1– Le Chargement

Le chargement c'est la zone d'alimentation de la machine en profiles qui s'effectue comme suit :

Un pont roulant prend un fardeau de profiles le pose sur le support auxiliaire qui se trouve lié à côté du convoyeur principale, en tenant compte l'ouverture d'entrée qui ne dépasse pas 1,5m de largeur.

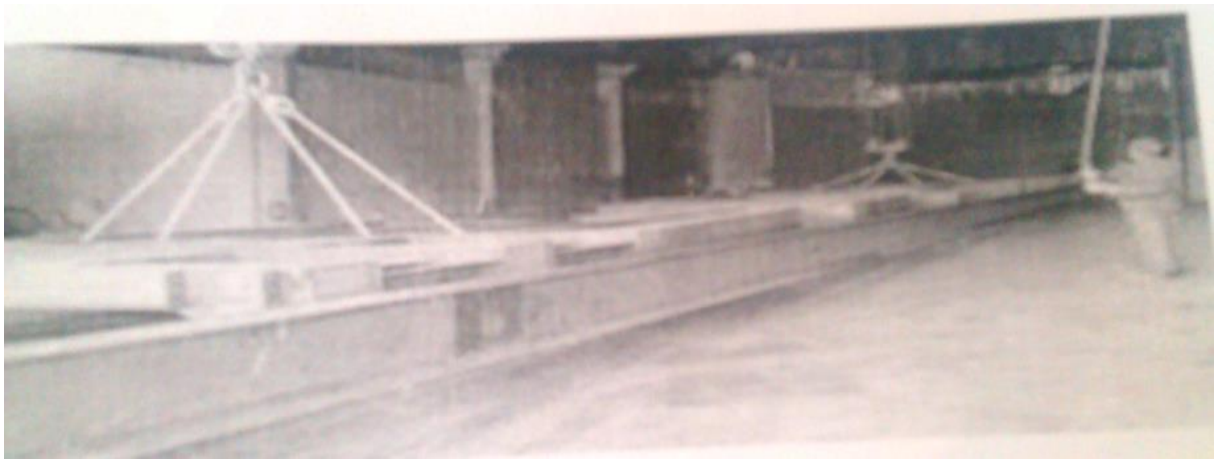


Figure.1 :Le chargement

2.2- Préchauffage :

Le préchauffage c'est un four gaz composé de brique réfractaire il est d'une carcasse métallique formant l'enceinte de préchauffage.

Le four comprend un bruleur principal et deux torches-veilleuse actionnées par un « fin-de-course » pour détecter les charges.

Le préchauffage a pour but l'élimination des graisses et des impuretés se trouvant sur les surfaces, ainsi que la préparation de calaminage, l'accélération du séchage de la peinture par mise en température de la surface des profilés entre 40°c et 60°c. L'évacuation des gaz brulés ce fait par un extracteur.

Figure.2 : Le préchauffage

2.3– Le Grenaillage :

La grenailleuse est une machine destinée au traitement de surface des tôles et des profils avec l'effet de projection ou de bombardement d'un abrasifs appelé grenaille sur la surface à traiter, en utilisant les turbines comme moyen de projection.

Ce phénomène de « bombardement en grenaille » qui se fait par l'intermédiaire des turbines, permet le nettoyage et le polissage des surfaces, l'élimination des contaminants et la recherche d'une rugosité d'ancrage, pour le futur film de peinture.

Le mouvement de translation des charges à traiter est assuré par un convoyeur principal. La vitesse de défilement est réglable de 0.8m/min à 4.8m/min, au moyen d'un motoréducteur. Les galets ou les skis de guidage ne permettent parle déplacement latérale pendant le passage dans le caisson de ces charges.

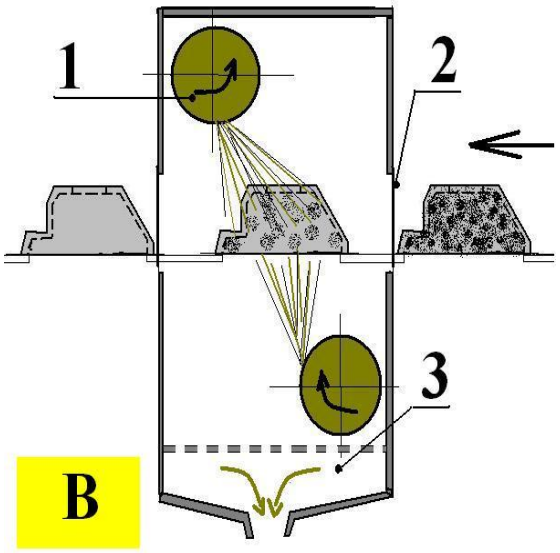


Figure.3 : Le grenaillage

1. Turbine
2. Volet caoutchouc
3. Bac de récupération

Le compartiment grenaillage est essentiellement constituée de :

- Un caisson forme l'enceinte de grenaillage sas d'entrée et de sortie
- Un dispositif de récupération de la grenaille par séparation
- Un épurateur dépoussière de la grenaille
- Six turbines projection d'abrasifs
- Une brosse
- Un ensemble de dépoussiérages
- Un pupitre de commande

  La cabine est équipée d'un système d'épuration d'air contaminé par la rouille, l'évacuation se fait à l'aide d'une turbine d'extraction, à travers une conduite menant à l'extérieur du bâtiment. Le dépôt de l'antirouille sur les parois de l'enceinte est éliminé par des rideaux d'eau (arrosage automatique), exécuté par un groupe motopompe, durant la période de fonctionnement.

2.4- La cabine de peinture :

Ce compartiment est composé essentiellement d'un système de pulvérisation d'un circuit de préparation et d'alimentation en peinture.

Dans l'enceinte, ce trouve un robot, composé de deux chariots, l'un supérieur et l'autre inférieur, formant un coté adjacent ; ces deux chariots comportent, chacun, quatre pulvérisation, qui permettent l'application automatique sur les deux faces, d'une couche d'impression d'épaisseur 10+5 Micron, grâce aux mouvements transversale des deux chariots. Chaque chariot est équipé d'un radar, détecteur de présence de matière, l'émetteur et le récepteur sont disposés aux extrémités de la base d'un triangle isocèle, qui aurait pour somment, le produit à détecter, ceux-ci déclenchent l'alimentation du pulvérisateur en peinture.

Figure.4 : La cabine de peinture

2.5 - Déchargement :

Le déchargement est la zone d'évacuation du produit fini. Elle est identique à celle de chargement et se fait de la même manière (manuelle) que le chargement.

Fonctionnement de la machine :

Après avoir bien chargé les profiles sur le convoyeur principale et respecter la longueur de l'ouverture d'accès qui ne dépasse pas 1.50m, on départ le cycle en appuyant sur le bouton poussoir prévu pour cet effet.

Les moteur sont situés avant les variateurs de vitesse qui se mettent en marche et entraine les rouleaux du convoyeur

- Quand les profils arrivent devant le compartiment de préchauffage, un fin-de-course est actionné par un rouleau qui bascule sous l'effet du poids des charges, le bruleur principal s'allume pour accomplir sa tâche qu'elle est séchée l'humidité présente sur les surfaces de profilés, et la préparation de découpage pour l'accélération du séchage de la peinture. Le bruleur ne s'éteint que si les charges dépassent un deuxième fin-de-course de maintien située après le compartiment et qu'il n'y a pas d'autre qui leurs succèdent.

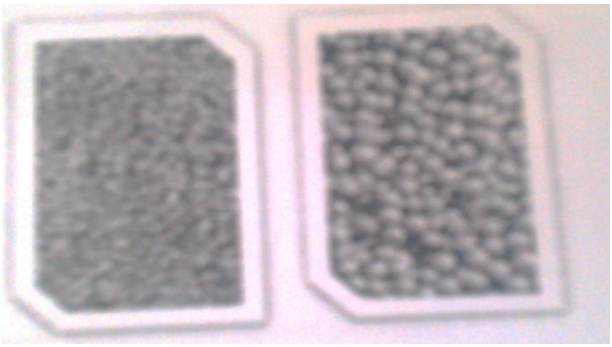


Figure .5 : La grenaille

- A l'arrivée des profilés à la porte d'accès de compartiment grenaillage, un nouveau fin-de-course existe avec le même principe cité dans le compartiment préchauffage, ce dernier actionne un détecteur de proximité qui par lui-même actionne deux temporisateur ; un pour donner le temps aux profils d'atteindre le sone de projection, à ce moment les distributeurs alimentent les turbines en grenaille (figure.5). pour effectuer l'opération de grenouillage, le second temporisateur a pour rôle de couper l'alimentation dès que les charges quittent le champ de projection. Les deux temporisateurs sont réglés suivant la longueur des profils traités, et la vitesse de défilement au niveau de la sortie, on trouve un dispositif de soufflage ;c'est un moteur équipé par une turbine qui aspire l'air de l'extérieur et le refoule à l'intérieur à l'aide de deux buses de soufflage juste au-dessus de surface des profils pour créer un tourbillon qui aide à refouler la poussière au fond du caisson.
- Une brosse situé juste après le dispositif de soufflage qui en même temps que le souffleur déclenché par le temporisateur, elle chasse la grenaille déposé sur la surface des tôles et la dégage vers le caisson.

Un autre moteur d'extraction à son tour pour aspirer la poussière maintenue en suspension dans le caisson par le souffleur est la refoule vers les chambres des filtres.

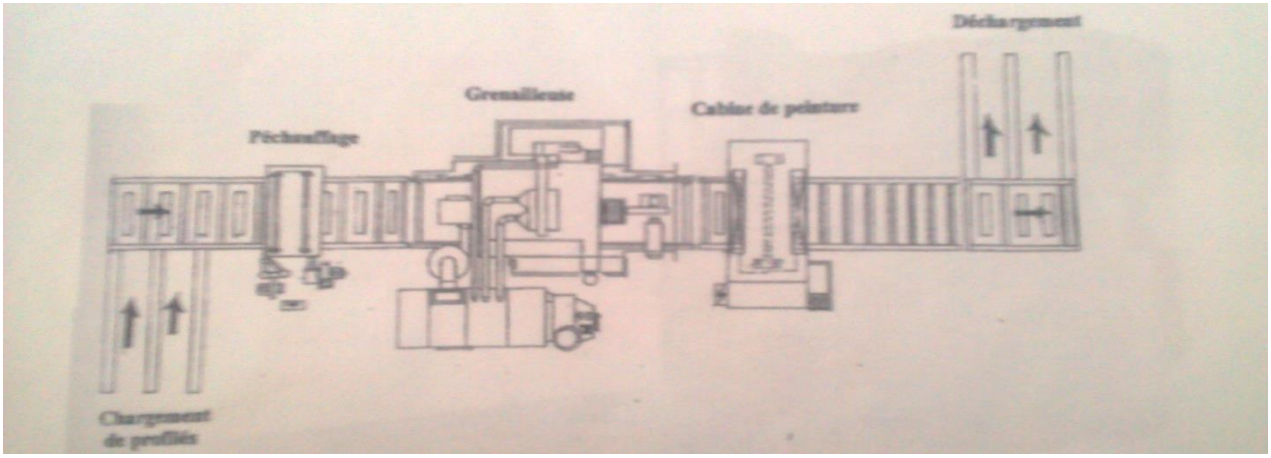


Figure.6 : La grenailleuse

- Après la sortie de caisson, c'est le compartiment peinture à l'intérieur la pulvérisation commence dès que les charges sont détectées par le radar (capteurs) installé à cet effet. L'opération cesse dès qu'il n'y a plus de charge sous les antennes de ces radars.

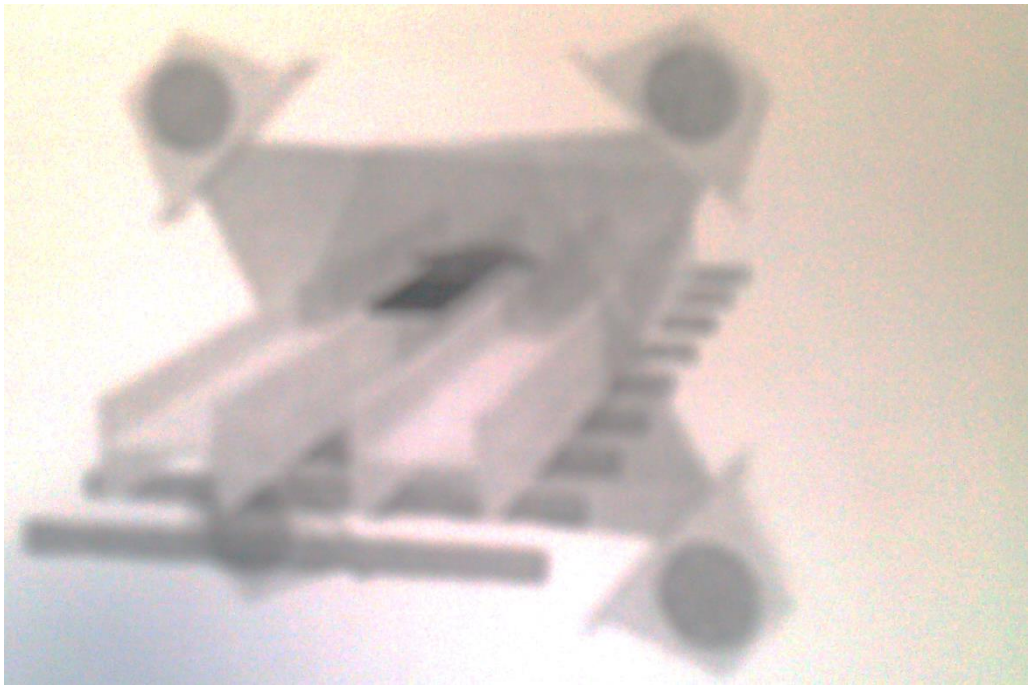


Figure.7 : jette de la grenaille

- A la sortie de compartiment de peinture, les charges s'engagent sur le convoyeur à rouleaux conçu de façon qu'il transporte sans abimer la couche de peinture en lui donnant le temps pour sécher. Après être séché, les charges s'engagent dans le segment de déchargement du convoyeur

principal puis transféré sur le support auxiliaire pour rempilage et l'expédition à la consommation.

3. Les organes essentiels de la grenailleuse :

Dans notre étude on s'intéresse à la partie grenaillage, cette partie est essentiellement constituer :

- Caisson forme l'enceinte de grenaillage avec un sac d'entrée et de sortie
- Dispositif de recyclage mécanique grenaille
- Epuration dépoussiéreur de la grenaille
- Six turbines de projection
- Une brosse
- Un ensemble de dépoussiérage
- Pupitre a commande

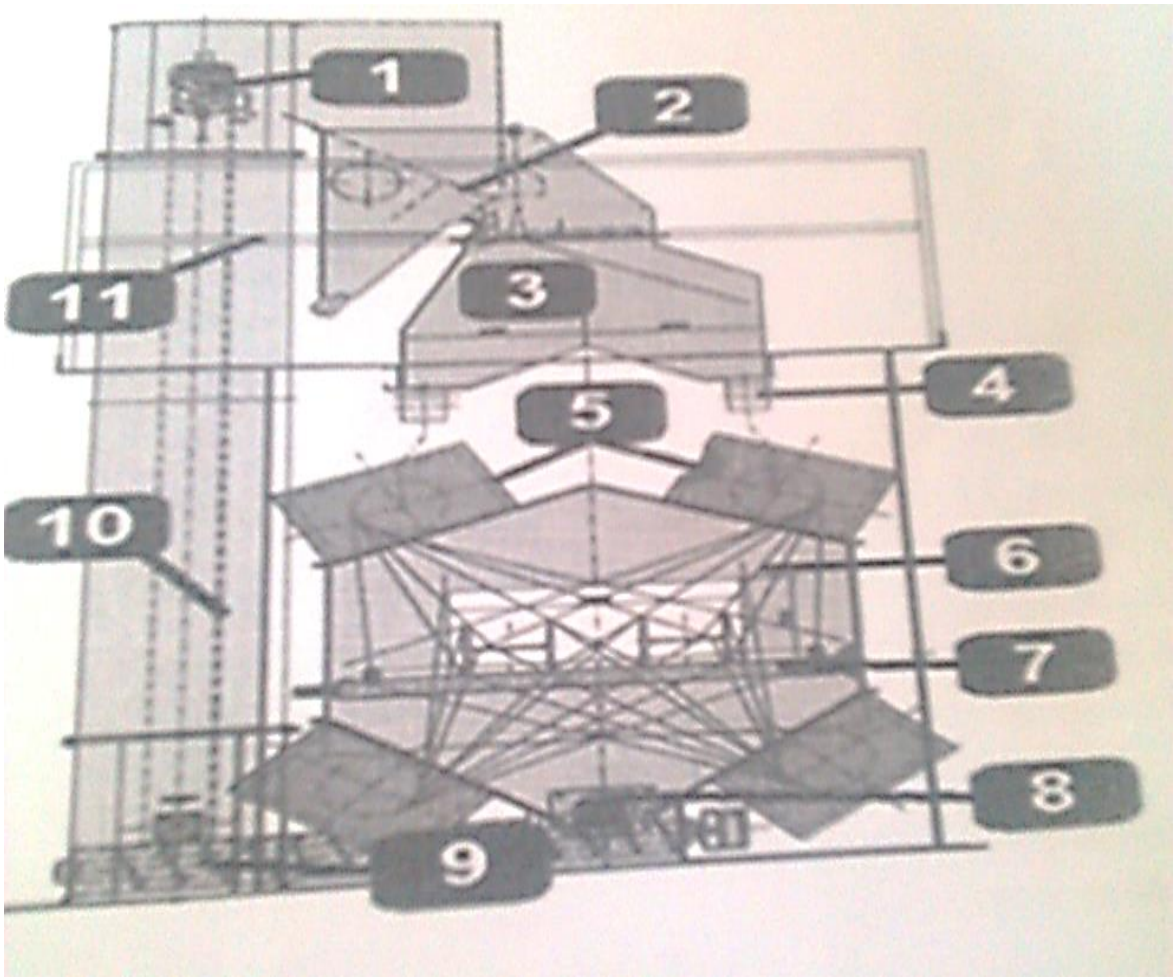


Figure.8 :schéma d'une grenailleuse

NUM	DESIGNATION
1	Moteur de l'élévateur
2	Plaque de réglage
3	Classificateur
4	Conduit d'alimentation des turbines
5	Turbine
6	Caisson
7	Transporteur a rouleaux
8	Vis d'Archimède
9	Abrasif
10	Chaine d'élévateur
11	Elévateur

3.1 Rôle des organes de la grenailleuse

1. Caisson :

Le caisson de la grenaille est de forme parallélépipédique. Il est sur 4 pieds en tôle pliée. Réalisation en forte tôles d'acier soudée il est blindé intérieure par des plaque de tôle en acier Spéciale à haut résistance à l'abrasion dans les zones soumises directement aux impacts de l'abrasif c'est -à-dire dans la zone de caisson recevant les turbines de projection.

Deux ouvertures munie des pots de détente avec chicanes sont aménagées, les pots de détente sont raccordés à l'intérieur du caisson pendant le dépoussière et permettent de créer légère dépression à l'intérieure du caisson pendant le traitement des charges cette dépression évite toutes émission de poussière à l'intérieure du caisson.

Les sas d'entrée et sortie sont munis de portes permettant un accès aisé à l'intérieur du caisson. Des rideaux d'étanchéité interdisent toute sortie de grain de grenaille pendant le traitement tout en laissant le passage des charges à traiter.

A l'intérieur du sas de sortie, sont implantés une installation de soufflage ainsi qu'un dispositif de brossage de façon à éliminer l'abrasif accumulé sur les produits après grenaillage.

Le fond du caisson forme de récupération de grenaille. L'abrasif est acheminé vers deux vis d'Archimède.

Ces deux transporteurs vibrant assurent l'acheminement de l'abrasif en sa partie inférieure vers la jetée de l'élévateur à godet. L'évacuation des gros déchets se faisant en partie supérieure.

Sur les faces supérieure et inférieure sont installées les turbines de projection d'abrasif. Elles sont au nombre de six.

A l'intérieur du caisson, des rouleaux servent à supporter les charges et à assurer leur translation. Le déplacement latéral des profils à traiter est rendu impossible par des guidages internes. Les rouleaux sont montés clavetés sur des arbres de commandes qui, eux-mêmes, sont montés sur des paliers à roulements à billes.

Ces paliers sont situés à l'extérieur sur les flancs du caisson. La mise en rotation des rouleaux est assurée par roues dentées et chaines sous carter tôle.

2. Groupe de dépoussiérage :

Le groupe de dépoussiérage est chargé d'aspirer les poussières produites dans le caisson pendant l'opération de grenaillage.

Les caractéristiques techniques de ce groupe ont été déterminées pour garantir une ventilation parfaite de la machine.

3. Suppresseur de soufflage :

Le suppresseur de soufflage est principalement constitué par :

• Un ventilateur

• Un caisson de soufflage

• Deux buses de soufflage en forme de queue de carpe

Le ventilateur est fixé sur le toit du caisson. Il est relié au caisson de soufflage de diriger un flux d'air à grande vitesse sur les produits à traiter à la sortie du caisson, La hauteur de ces buses est très facilement réglable en fonction des produits à traiter, grâce à un équilibrage parfait de tout l'ensemble, L'aspiration du ventilateur se fait directement dans l'air ambiant par l'intermédiaire d'un silencieux.

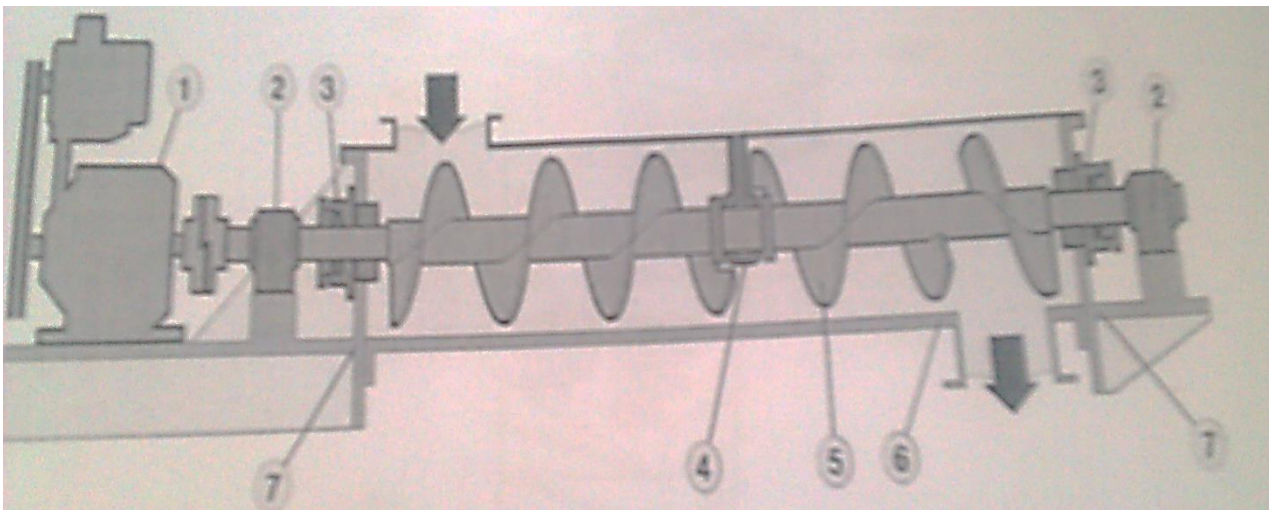
3.2 Dispositif de recyclage mécanique de la grenailleuse

1. Convoyeur à vis d'Archimède :

Montée à la place inférieur de la trémie de récupération, cette vis a pour but de collecter la grenaille (et les contaminants divers provenant des pièces) pour l'amener au transporteur vibrant, La commande de la vis est assurée par un groupe motoréducteur, Cette vis est constituée d'un tube sur lequel est enroulée une hélice en tôle d'acier résistant à l'abrasion. Le tube, manchonné à ses deux extrémités, est monté sur palier à bille étanche.

Nomenclature :

1- groupe motoréducteur : détermination 50000h, protection IP55, vitesse de sortie ajustable
2- palier extérieur à semelle, fonte ou acier
3- presse-étoupes d'étanchéité protégée par chicanes pour les produits très abrasifs
4- paliers intermédiaire à diabolo démontable et graissage extérieur
5- spires forgées à épaisseur constante
6- auge de forte épaisseur
7- abouts mécano-soudés démontables



Figue.9 : Convoyeur à vis d'Archimède

2. Elévateur à godets :

Cet appareil sert à remonter la grenaille à un niveau suffisant pour permettre l'alimentation par vis d'Archimède du classificateur et des turbines de projection.

Nomenclature :

Groupe de commande : détermination sur 50000h minimum. Service dur

1. coupleur hydraulique pour démarrage progressif.
2. anti-retours indépendants de haute qualité
3. capot supérieur démontable en deux éléments équipé de poignées et d'une prise de dépoussiérage
4. tôle d'usure et de réglage en creusabro32
5. palie de tête type à semelle, équipé de roulement à rotule sur deux rangées de rouleaux.
6. arbre de tête : taux de travail maxi 5DAN/m ; acier Rr=90daN/mm2
7. gaine métallique autoportante tôle forte épaisseur
8. palier de pied type semelle, équipé de roulement à rotule sur deux rangées de rouleaux
9. presse étoupe, pour une étanchéité parfaite
10. panneaux latéraux démontable largement dimensionnés pour accès et démontage du module de pied
11. portes de débourrage
12. face arrière démontable pour accès facile aux godets
13. godets tôle forte épaisseur avec bord d'attaque renfoncé
14. chaine ou bande, coefficient de sécurité minimum X 10

L'élévateur comprend essentiellement :

- L'élément de tête avec son groupe de commande
- L'élément de pied
- L'élément intermédiaire
- La courroie et les godets
- L'attache-courroie

3. Elément de tête :

Cet élément, dont la fonction première est de servir de carter à la courroie à godets, est constitué d'une gaine rectangulaire réalisée en tôle d'acier pliée.

L'élément de tête reçoit, en autre, les équipements suivants :

• Le groupe de commande de la courroie à godets
• La vis de réparation
• Une prise d'aspiration reliée au filtre par une gaine de section circulaire

Le groupe de commande est constitué d'un ensemble mécanique prémontré sur un support.

Cet ensemble comprend :

- 2 paliers supportant le tambour de tête par l'intermédiaire d'un arbre
- 1 groupe motoréducteur

Le dégauchissage du support permettant le centrage de la courroie est assuré par 2 tiges filetées et deux glissières situées de chaque côté de la tête d'élévateur

Note :

La partie supérieure de l'élément de tête est équipé d'une trappe de visite permettant l'accès au tambour de tête pour vérification :

• Du centrage correct de la courroie sur le tambour

• Du bon fonctionnement de la courroie (épure de jetée et remplissage normale des godets)

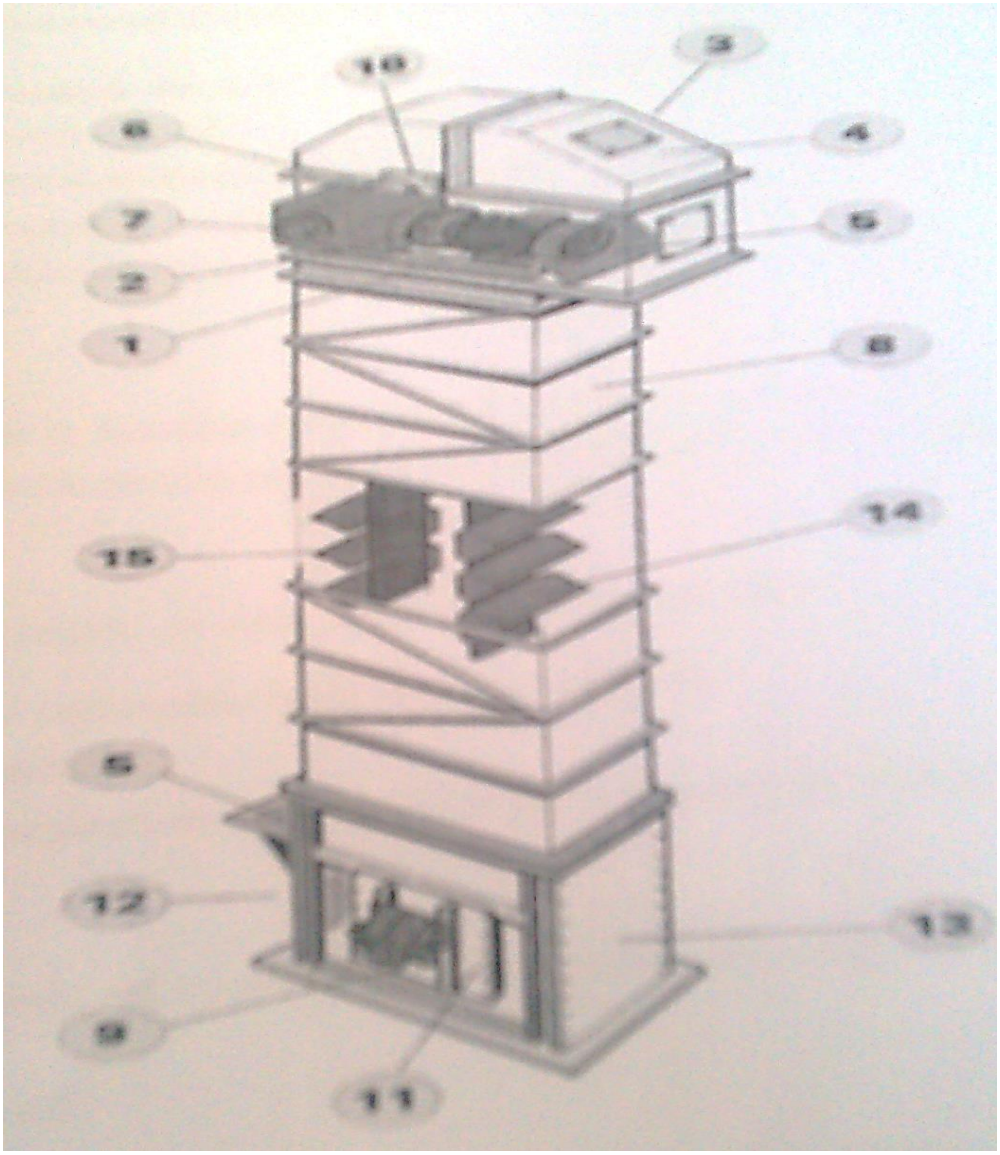


Figure.10 : élévateur godet

3.3 Epurateur et dépoussiéreur de grenaille :

La jetée d'élévateur est équipée d'un classificateur. Cet appareil est un séparateur-dépoussiéreur de l'abrasif.

A : épuration mécanique-vibrateur

B : épuration dynamique-classificateur

C : distribution de l'abrasif aux turbines

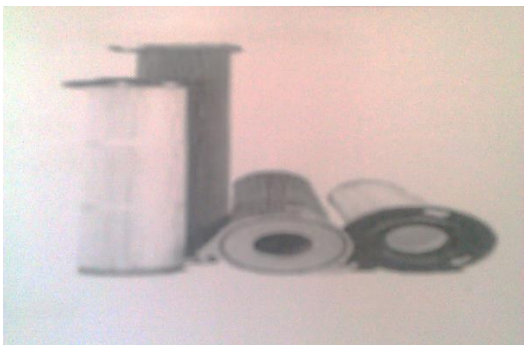
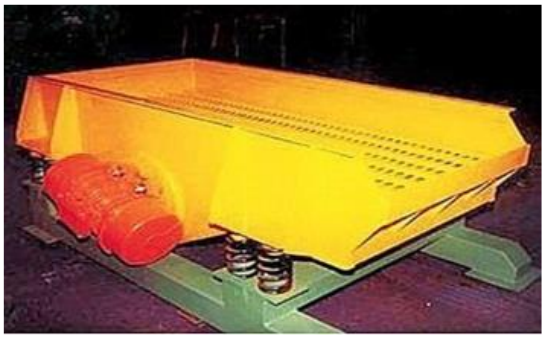


Figure.11 :filtres de poussière

A. Vibrateur :



La grenaille, mélangée aux contaminants provenant des pièces traitées (calamine, rouille, vieilles peinture, bavure, etc.…) est collectées par 2 vis d'Archimède elle est d'abord réceptionnée par vibrateur dont le rôle est d'effectuer une première et grossière épuration en retirant de la grenaille tous les gros déchets (plaque de calamine ou de rouille, bavures etc. …).

Pour remplir ce rôle, le vibrateur est constitué d'une tôle perforée animée d'un mouvement de va-et-vient permettant de :

• Eliminer les gros déchets inclus dans l'abrasif à la suite du traitement des produits (ces déchets sont d'évacuer en partie haute du vibrateur)

• Recycler la grenaille épurée des gros contaminants vers le pied de l'élévateur à godet

B. Classificateur

Epurateur dynamique :

Le problème est de retirer les contaminants de petite dimension restant dans la grenaille, cette opération s'effectue par déviation dynamique. Le principe utilisé est le suivant :

Le mélange/contaminant tombant en nappe est traversé par un courant d'air créé artificiellement par le ventilateur du filtre (auquel el classificateur est relié par une tuyauterie).

Ce courant d'air, judicieusement dosé, provoque la déviation des poussières, quand à la grenaille, de masse plus élevée, elle reste insensible à cette déviation et tombe en veine à peu près verticale vers une réserve pour une nouvelle projection.

La partie du classificateur effectuent l'épuration dynamique du mélange grenaille/contaminant comprend essentiellement :

• Deux tôles de répartition disposées obliquement

• Une arrivée d'air fait pourvue de deux réglages :

1. Un réglage d'épaisseur de la veine de grenaille
2. Un réglage de la vitesse d'air traversant la veine

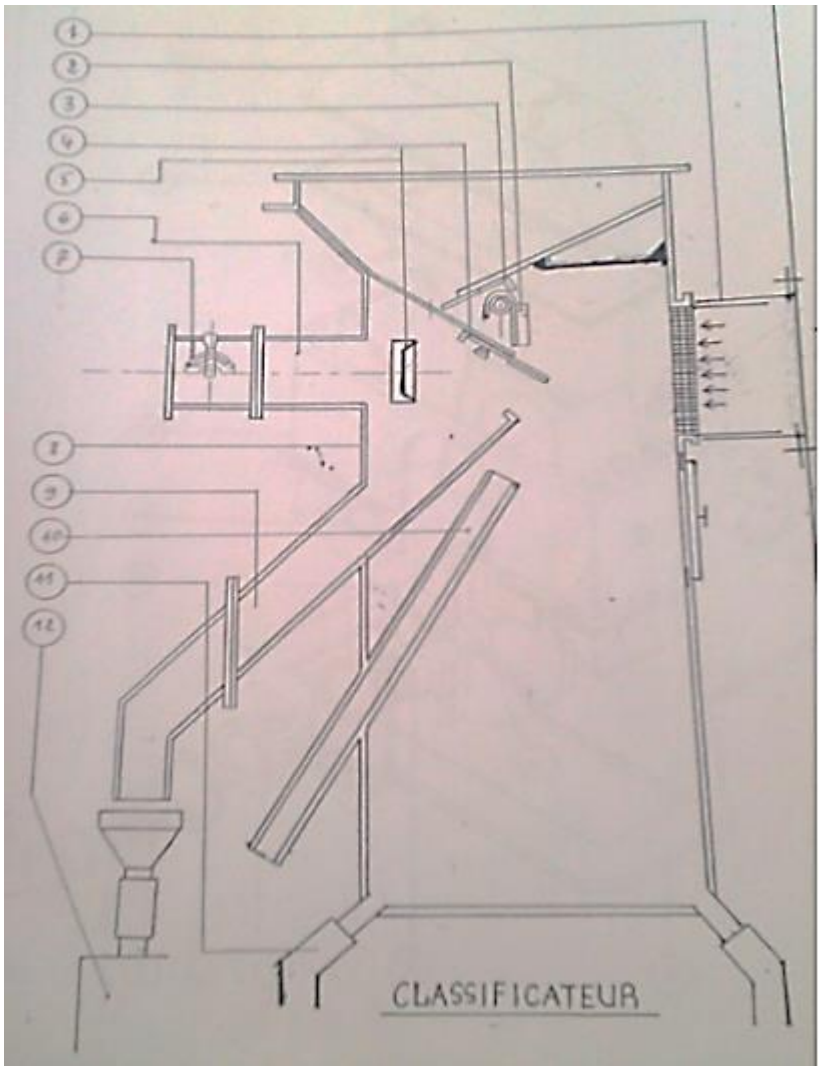


Figure.12 : classificateur

Nomenclature de classificateur

1- porte avec entre d'aire permettent l'aspiration
2- dispositif de réglage de la veine de grenaille
3- plaque de réglage
4- plaque de réglage
5- déflecteur
6- conduit d'aspiration des petits poussiers
7- Registre d'échelle
8- Classificateur
9- Conduit de gros poussiers
10- Tuyau de trop plein
11- Conduit d'alimentation turbine
12- Boit à refus

La partie basse du classificateur est constitué de :

•Un bac réception de grenaille épurée servant de réserve d'abrasif

•Un tuyau de trop plein relié au caisson de grenaille

•Un caisson de détente provoquant une réduction très sensible de la vitesse du courant d'air traversant le classificateur

Grace à cette détente d'air, les particules de poussière les plus lourdes tombent par gravité vers une boite à poussière située au sol et reliée au classificateur par un tuyau souple. Les poussières très fines, peu sensible à la détente, sont aspirées par le filtre et resteront prisonnières dans les manches filtrant.

4. Distribution de l'abrasif aux turbines

La partie inférieur du classificateur comporte, outre les orifices de déchets, et trop-plein, un dispositif d'alimentation des turbines commandé automatique par vérins pneumatiques.

Chaque alimentation de turbine comprend :

• Un vérin pneumatique

• Un corps soudé au classificateur

• Une cuillère actionnée par le vérin, avec vis de butée, permettant de régler le débit de grenaille

• Sous la cuillère est placé un entonnoir relié directement au tuyau d'alimentation des turbines

5. Turbine :

La turbine est l'ensemble mécanique servant à la projection de l'abrasif à grande vitesse sur les pièces à traiter.

Cet ensemble est constitué principalement de :

• Le carter de la turbine

• La turbine centrifuge monté sur un arbre

• Le boitier de transmission

• Le moteur d'entrainement

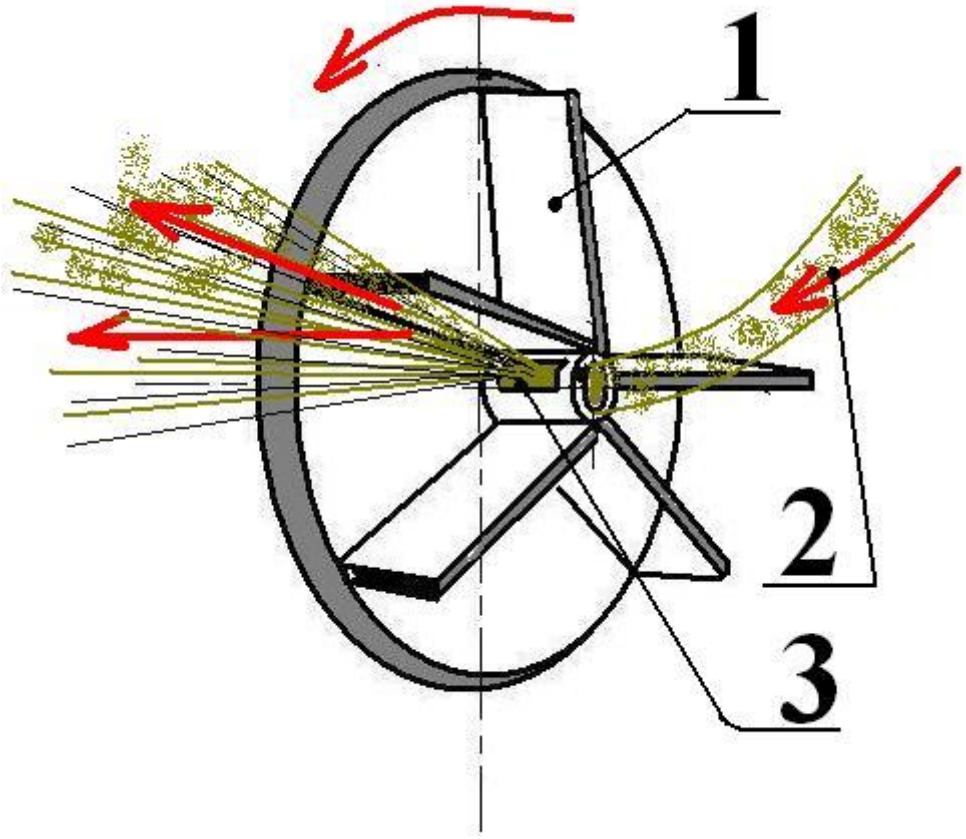


Figure.13 : turbine

1. palettes
2. chargement
3. éjection

Le carter, boulonné sur le socle, est en deux parties. La partie supérieure formant le couvercle, facilement démontable, permet un acier usé à la turbine pour vérification ou changement éventuelle des pièces.
Ce couvercle est muni d'un joint d'étanchéité ; ce couvercle et les flancs de carter sont garnies intérieurement de blindages à haute résistance à l'abrasion.
La turbine centrifuge : est constitué par un disque muni de pales de projection, d'une turbine auxiliaire, le tout étant monté sur un arbre de commande. Un distributeur d'abrasif est fixé sur le carter ; il est centré en abrasif par une goulotte.
Le boitier : muni de roulement à bille, supporte l'arbre de transmission. Ce boitier est boulonné sur un socle. Une poulie à 3 gorges est montée sur l'extrémité de l'arbre, côté opposé à la turbine.
Le moteur d'entrainement est monté sur glissières permettant le réglage de la tension des courroies.
La transmission s'effectue par poulies et courroies trapézoïdales sous carter de protection.

6. Emplacement des turbines et intervalle de projection :

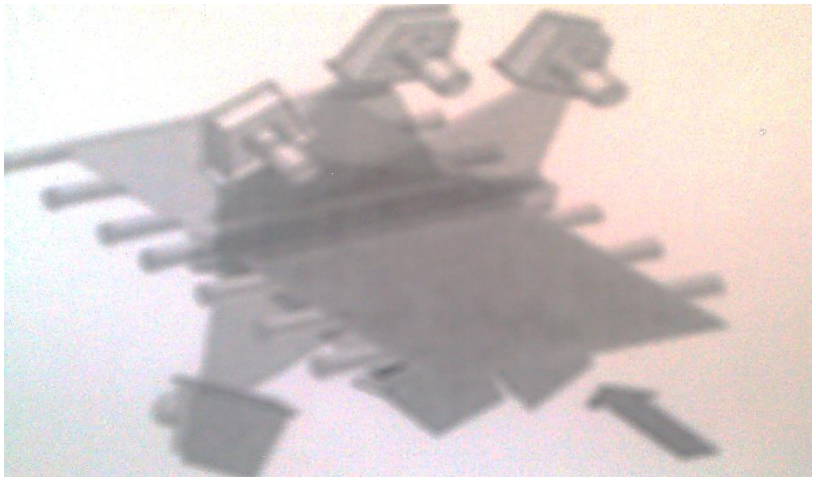


Figure.14

7. Transporteur à rouleaux :

C'est un convoyeur principal de profilés, qui est composé d'une série de rouleaux montés sur des paliers. C'est lui qui permet la facilitation de l'acheminement des profils vers le préchauffage.

Figure.15

Chapitre IV :

Les différentes étapes de la réalisation d'une pièce au niveau de la fonderie

1. 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, une pièce donnée (forme intérieure et extérieure) en limitant autant que possible les travaux ultérieurs de finition.

Les techniques employées dépendent de l'alliage fondu, des dimensions, des caractéristiques et des quantités de pièces à produire. C'est une industrie de sous-traitance très dépendante des secteurs acquéreurs : automobile, équipement industriel, matériel électrique, aéronautique, etc.

2. Processus de fabrication d'une pièce brute au niveau de l'unité fonderie

Cette partie a une grande importance, lors de la réalisation des pièces dans la fonderie, donc chaque opération technologique doit être soigneusement étudiée pour éviter les défauts et diminuer le taux des rebuts. La tâche principale de l'élaboration de processus technologique est le choix rationnel qui assure les indices technico- économiques retirés des pièces coulées. Pour cela il est nécessaire de diminuer le rebut et de faciliter le travail des mouleurs, de simplifier le processus technologique.

Le but essentiel de cette partie est de réaliser une pièce saine conforme, avec le procédé de fabrication de fonderie qui ne dépend pas seulement de la fabrication des pièces compliquées qui serait difficile ou impossible de réaliser par tout autre procédé, mais aussi par la production à prix de revient intéressant soit encore pour profiter des propriétés physique et mécanique particulières des divers métaux et alliages.

Le schéma synoptique technologie de fabrication des pièces montre toutes les opérations nécessaires pour la réalisation d'une pièce saine, en commençant par son dessin jusqu'à sa finition (obtention de la pièce saine).

Pour cela la fonderie se subdivise en unités qui se spécialisent en ces opérations:

- Le service méthodes
- L'UTS (unités de traitement de sable)
- Le laboratoire de contrôle
- Le service modelage
- Le service moulage & noyautage
- Le service fusion
- Le service parachèvement

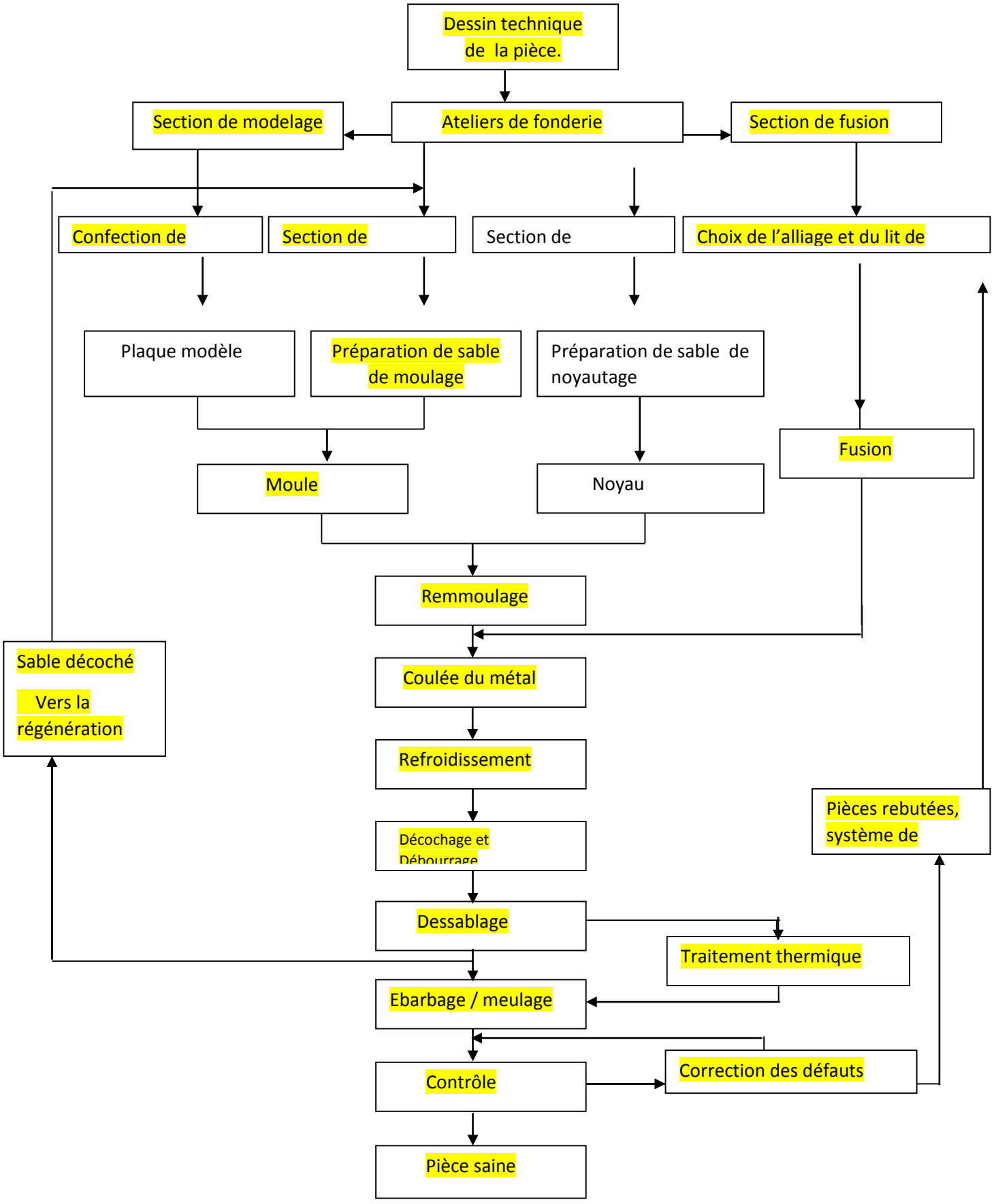


FIGURE .1 :PROCESSUS TECHNOLOGIQUES DE LA FABRICATION DES PIECES MOULEES DANS LES MOULES EN SABLE.

Dans ce qui suit, nous allons résumer les différentes étapes et services pour la conception et l'élaboration de cette pièce :

3. Service Méthodes d'outillage

La réalisation d'une pièce de fonderie nécessite d'abord tout un travail d'approche afin de prévoir la faisabilité de la pièce dans l'art du respect des normes et conditions exigée avec les capacités de l'entreprise, cela on étudiants toutes les caractéristiques (plans, nature de la forme, prix prévisionnel, délai de production). Lorsque la commande est définitive, le service commercial fixe un délai, en accord avec le client, pour présenter les premières pièces qui serviront ensuite de « pièces de référence ».

Une fois l'idée transmise au bureau des méthodes, l'équipe est chargé de validé le critère de choix du matériau de conception et savoir si la pièce est adapté à une mise en forme par moulage, pour ensuite passer au dessin de définition, il est important en second lieu de repérer les surfaces fonctionnelles qui doivent être usinées, cela est reporté sur un dessin pour prévoir des cotations des surépaisseurs et des dépouilles à prendre en considération.

En appliquant des critères pour les perçages (valeur minimum, compromis quantité de matière économisée par rapport au temps d'usinage, à l'usure des outils pour une série de bras donnée).

Le bureau des méthodes étudie alors la conception des outillages nécessaires et transmet les plans à un modeleur chargé de la réalisation de ces outillages.

Toute étude de moulage doit être faite, on tenant compte que les pièces, obtenues par coulée du métal dans le moule, soient saines et produites le plus économiquement possible.

La réalisation d'une pièce de fonderie nécessite diverses opérations qui doivent se suivre et cet opération sont citer 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.

4. Bureau de Méthode

Il représente la première opération de la chaine de fabrication d'une pièce. C'est une opération qui consiste à étudier toute la gamme de fabrication pour évalue par suite le prix de la pièce au marché.

Plan pièce :

C'est un plan qui décrit la pièce avec tous ces détailles

Plan brute :

A partir du plan pièce on réalise le plans brute, dans le qu'elle on prend en considération quelque facteur.

Examiner en détail le plan de la pièce pour comprendre les formes et les détails afin de pouvoir représenter la pièce dans l'espace.

Le retrait :

On sait que tous les matériaux métalliques s'allongent sous l'effet de l'élévation de la température, et rétrécissent sous la diminution de cette dernière. A cet effet, et après une série d'essais effectués par des technologues spécialistes en fonderie, ils ont remarqués que les dimensions des pièces moulées sont inférieures à celle du modèle ; et que cette différence dans les dimensions provient principalement du phénomène physique de retrait du métal au refroidissement.

Ajouté à cela, ils ont aussi constatés que le retrait se manifeste dans toutes les directions et varie avec la nature du métal et le volume de la pièce. Dans cette optique, les valeurs moyennes de retrait observées lors de l'expérimentation sont les suivantes :

- 10 millimètres par mètre (soit 1,0 %) pour les fontes.

- 12 millimètres par mètre (soit 1,2 %) pour l'aluminium et ses alliages.

5. Etablir le plan brut de moulage

Le plan de brut représente la pièce à obtenir après ébarbage. Il est réalisé à partir du plan d'usinage de la pièce.

Sur le plan doit apparaitre :

- Surépaisseur d'usinage
- Joint de moulage

a) **Surépaisseur d'usinage** :

Ce sont des excédents de matière nécessaires pour obtenir des surfaces propres en vue d'usages ultérieures (usinage)

1-Valeur de la surépaisseur d'usinage :

Leur importance est fonction de la qualité de surface obtenue après usinage et des dimensions

2- En générale ces valeurs sont :

Pour les surfaces :

- ✓ 2 à 3 mm pour les petites pièces dont la plus grande dimension est inférieure à 500mm.
- ✓ 4 à 5 mm pour les pièces moyennes.
- ✓ 5 à 8 mm pour les surfaces comprises entre 20 et 200 dm

- ✓ 8 à 12 mm pour les surfaces de dimensions supérieures.

Pour les alésages :

- ✓ 3 à 5 mm suivant l'importance de l'alésage.

Tous les trous de diamètre égal ou inférieur à 20 mm seront obtenus par perçage et non par noyautage.

3-Représentation de la surépaisseur d'usinage **:**

Les surépaisseurs d'usinage seront dessinées en rouge sur le plan de la pièce.

La valeur de la surépaisseur sera cotée sur le plan à couter du signe d'usinage.

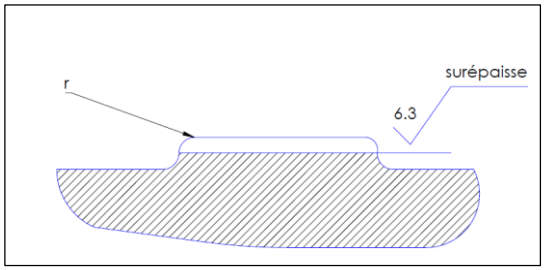


FIGURE.2 : REPRESENTATION DE LA SUREPAISSEUR

b) Joint de moulage :

Avant de positionner le joint de moulage, il faut rechercher le sens de moulage de la pièce

1-Détermination du sens de moulage :

Principe de la détermination du sens de moulage :

L'existence de trois dimensions définies par trois axes perpendiculaire entre eux, fait que toute pièce peut être moulée suivant six positions.

Chacun des sens de moulage doit être étudié systématiquement en examinant les problèmes posés à chaque étape de la fabrication. Le sens de moulage qui présentera le plus d'avantages par rapport aux inconvénients sera retenu.

Critère :

- ✓ Position des partie usinées (à mettre si possible dans le fond du moule ou verticalement).
- ✓ Position des parties massives (masselottes).
- ✓ Tenir compte des matériels de la fonderie.
- ✓ Forme du joint (éviter les joints de moulage complexe).
- ✓ Position des mottes dans le moule (à éviter en partie supérieure).
- ✓ Position du système de coulée et de masselottes.
- ✓ Supprimer les contre dépouilles.
- ✓ Eviter les parties minces en sable (bec de sable)
- ✓ Réduire le travail en ébarbage :
    - Découpe des masselottes
    - Casse du système de coulée
    - Bavures trop importantes

  L'outillage devra permettre une fabrication aussi économique qui possible.

2 - Représentation du joint de moulage sur le plan de brut :

Le plan de joint est représenté par un trait fort sur lequel sont positionnés deux drapeaux en croix. Le drapeau représente la partie supérieure du moule

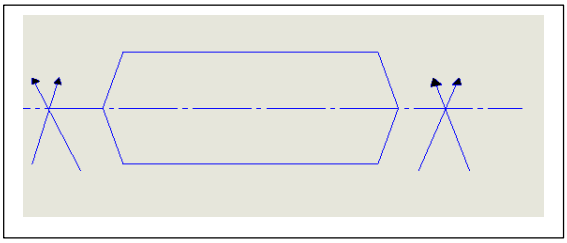


Figure 3 : Représentation du joint de moulage

6. Calcul du poids de la pièce

Le calcul du poids d'une pièce a pour base la décomposition de la pièce en solides géométrique élémentaire dont le volume est calculé par l'emploi des formules simples.

Principe de calcule du poids de la pièce :

- ✓ Décomposer la pièce en volumes géométriques simple.
- ✓ Faire la somme des volumes des masses.
- ✓ Déterminer le volume de la pièce par différence de ces deux sommes.
- ✓ Calculer le poids de la pièce en effectue le produit de son volume par sa masse volumique de l'alliage choisi.

Masse volumique des alliages :

alliages	Masse volumique en Kg/dm^3	alliage	Masse volumique en Kg/dm^3
A S 13	2.56	Acier	7.8
A S 10 G		Fonte grise	7.5
A S 4 G		Fonte G.S	7.2
A S 4 NT	2.8	Fonte lamellaire	
A U 5 GT		Bronze	9
A U 8 S		Cuivre	8.9
Cupro-aluminium	7.55	plomb	11.35

Poids de la pièce au moule = coef x poids du métal liquide (MPL)

Coefficient :

Fonte grise sphéroïdale = 2

Fonte gris lamellaire = 1.5

Fonte C 40= 1.3

Température de fusion :

Alliage	Température de fusion	alliage	Température en fusion
Acier	1300° - 1500°	chrome	1500°
fer	1525°	cobalt	1500°
Fonte blanche	1050°- 1100°	Cuivre	1080°
Fonte grise	1100°-1200°	Etain	230°
Aluminium	650°	nickel	1450°
Argent	1000°	plomb	327°
Or	1060°	platine	1700°
Bronze	900°	Zinc	420°

7. Les sections de système d'alimentation

Lors du refroidissement des pièces dans le moule, l'alliage métallique subit une diminution de volume.

- Soit un vide très important ou retassure.
- Soit des vides très petits mais beaucoup plus nombreux ou micro retassures.

Dans les deux cas ce phénomène se situe dans les parties massives se solidifiant en dernier.

Remède :

Pour éviter la formation de ces vides ou retassures dans la pièce, il faut prévoir un réservoir de métal liquide appelé « masselotte » qui fournira le métal nécessaire pour combler ces vides.

Conditions de masselotte :

- ❖ Etre placées au-dessus ou à côté « dit en pression » de la partie à alimenter.
- ❖ Donner suffisamment de métal liquide pour compenser la contraction totale du métal de la pièce à alimenter.
- ❖ Ne pas être solidifiées avant les parties ou elles sont attachées.
- ❖ Permettre l'écoulement du métal liquide entre la masselotte et la pièce.
- ❖ Etre facile à séparer à l'ébarbage.

Formes de masselottes

Pour un volume donné, la meilleure forme de masselotte est celle qui possède le module de refroidissement le plus élevé. Théoriquement, c'est la forme sphérique.

Deux types de masselottes son utilisés :

- La masselotte ouverte débouchant à l'aire libre (fig.3).
- La masselotte borne (fig.4), peut alimenter plusieurs pièces à la fois

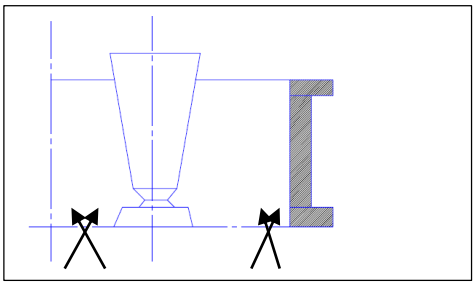


Figure.3

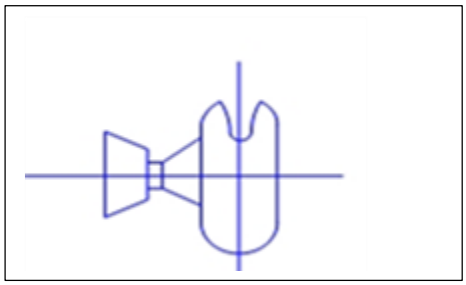


Figure.4

Calcule des dimensions de la masselotte :

Calcul du module de refroidissement de la partie de pièce à alimenter**.**

$$Mp = \frac{V}{S} \text{ (cm)}$$

V : volume de la partie de pièce à alimenter en cm^3

S : surface de la partie de pièce à alimenter en contact avec le sable (moulage ou noyautage) en cm^2.

Il faut, obligatoirement que la masselotte ait un module de refroidissement (Mm) supérieur à celui de la partie à laquelle elle est rattachée et qu'elle doit alimenter.

Pour cela le module pièce (Mp) est à majorer d'un coefficient de sécurité pour obtenir le module masselotte (Mm) satisfaisant à la loi de refroidissement.

$$Mm=Mp+ (Mp \times Coeff.de\ sécurité)$$

Démentions :

Diamètre de la masselotte= Module masselotte x 5

Hauteur de la masselotte : compris entre 1 et 1,5 fois le diamètre + les talons supérieur et inferieur.

Vérifications :

La masselotte définie suivant les règles précédentes doit fournir suffisamment de métal liquide pour composer le retrait de toute la zone qu'elle alimente.

Il est évident que la masselotte doit fournir autant de métal liquide que ce qui correspond au retrait volumétrique de la partie de pièce qu'elle alimente.

Si « r » est le coefficient de retrait volumétrique en % de l'alliage considéré et « Vp » le volume de la partie intéressée, le retrait en volume est de :

$$V=r \times Vp$$

Pour les valeurs de « r » voir le tableau.

Coefficient de sécurité

Acier à 0,35 de carbone …… 40%

Acier spécial…… 20%

Fonte grise (3 à 5% de carbone) ……. 6%

Fonte spéciale (2,5 à 2,7% de carbone)…… 10%

Fonte blanche pour malléable ……..14%

Cuivre ……7%

Bronze ……....15%

Laiton …… 12%

Alpax ……7%

En pratique : on prend pour coefficient de sécurité

• 20% pour la fonte.

• 40% pour l'acier et la fonte GS

Pendant le refroidissement qui suit la solidification, toutes les parties de la pièce subissent des changements de volume ou retraits dont l'importance varie avec la nature de l'alliage coulé.

Ce phénomène, d'apparence simple, a des conséquences complexes du fait que le refroidissement ne se fait pas partout en même temps. Une section de faibles dimensions termine son retrait plus tôt qu'une section de dimensions plus grandes.

La valeur du retrait constaté, exprimé en % de la dimension linéaire de l'empreinte, dépend, non seulement de l'alliage utilisé mais aussi des parties de pièces intéressées.

Retraits volumique globaux en % :

FERREUX		NON FERREUX	
Type d'alliage	**r%**	**Type d'alliage**	**r%**
Acier non alliés	7	Bronze courant	4,5
Acier fortement alliés	10	Laiton HR	7,5
Fontes blanches – malléables –GS	6	Laiton ordinaire	6,5
Fonte grise – C équivalent < 3,8%	2 à 3	Cupro-aluminium	4
Fonte grise – C équivalent 3,8 à 4,1%	1 à 2	Cuivres	4
Fonte grise – C équivalent > 4,1%	0,5à 1	Alliages légers avec Si de 10 à 13%	3,5
		Autres alliages légers	7 à 8
		Ultra légers	4,5
Ces valeurs approchées sont données pour une surchauffe de 150°, sauf pour les fontes grises où la surchauffe n'est que de 50°			

Le coefficient de retrait linéaire varie de :

- 0,50 à 1,20% pour la fonte grise
- 1,20 à 1,80% pour la fonte ductile
- 1,20 à 2,00% pour la fonte malléable
- 1,50 à 2,00% pour l'acier moulé
- 1,20 à 1,80% pour les alliages cuivreux
- 1,20 à 1,40% pour les alliages aluminium

Ø mm	Surface dm²	Volume dm^3	Poids kg	module
50	1,37	0,13	0,97	0,09
55	1,66	0,18	1,38	0,10
60	1,97	0,22	1,68	0,11
65	2,32	0,28	2,14	0,12
70	2,68	0,36	2,68	0,13
75	3,09	0,44	3,30	0,14
80	3,51	0,53	4,01	0,15
85	3,96	0,64	4,81	0,16
90	4,45	0,76	5,71	0,17
95	4,96	0,90	6,72	0,18
100	5,49	1,05	7,85	0,19

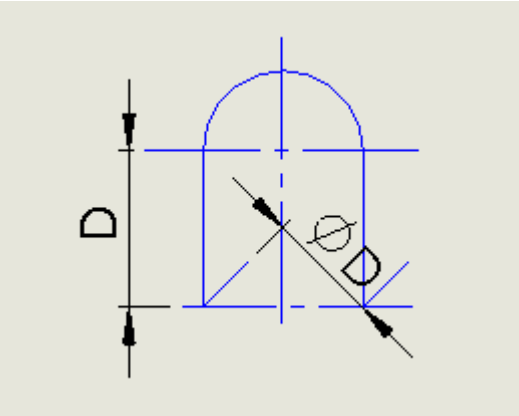


Figure.6 : Masselotte sans cul d'œuf

∅ mm	Surface dm²	Volume dm^3	Poids kg	module
50	1,6	0,16	1,22	0,10
55	1,9	0,22	1,62	0,11
60	2,3	0,30	2,11	0,12
65	2,6	0,35	2,68	0,13
70	3,07	0,45	3,37	0,14
75	3,53	0,55	4,13	0,15
80	4,04	0,67	5,00	0,16
85	4,52	0,80	6,00	0,17
90	5,08	0,95	7,14	0,18
95	5,66	1,12	8,40	0,19
100	6,78	1,30	9,01	0,20

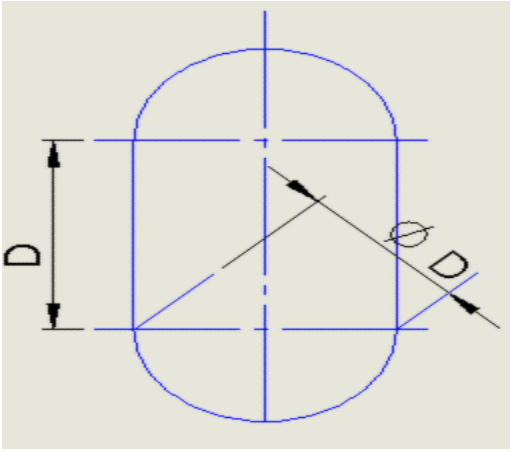


Figure.7 : Masselotte avec cul d'œuf

Tout le volume de la masselotte n'étant pas capable de fournir du métal liquide, il faut prévoir un coefficient de majoration « K » qui va de :

- 2 pour les masselottes exothermiques.

- 4 pour les masselottes ordinaires avec couvertes exothermiques.
- 6 pour les masselottes ordinaires borgnes**.**

Rappel des dimensions de la masselotte :

- **Croquis de deux (02) masselottes avec liaisons différentes**

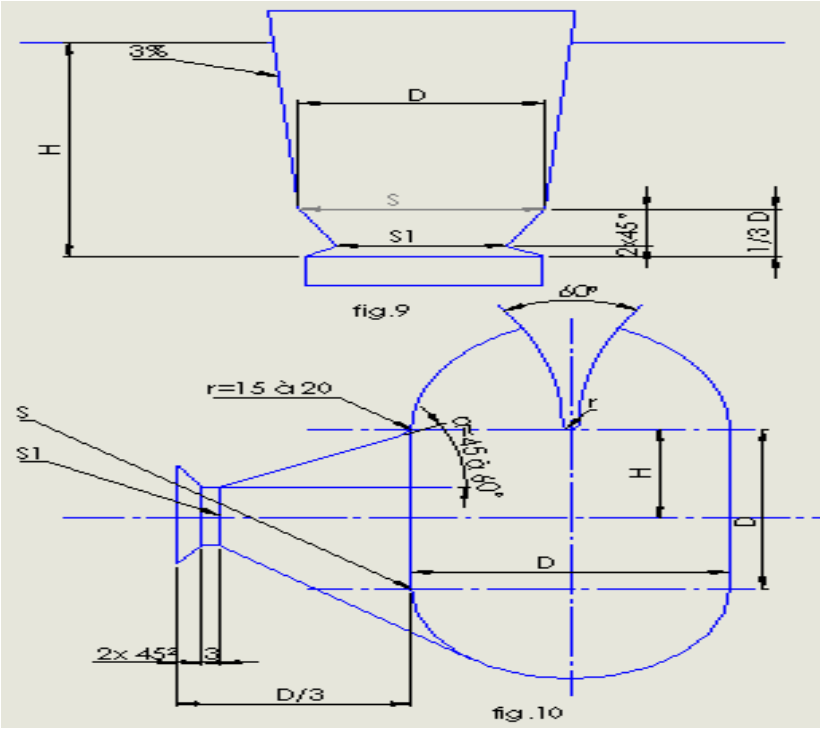


Figure. 9 et 10 : deux types de liaisons

Masselotte sable		Masselotte manchonnée		Poids	Gain
Type	Poids (kg)	type	Poids (kg)	En kg	En %
∅ 5.1	0.833	3.5 – 5 k	0.222	0.611	73.30
∅ 6.5	1.708	4 – 7 k	0.510	1.198	70.14
∅ 7.0	2.150	4 – 95 k	0.741	1.409	65.50
∅ 8.3	3.562	5 – 8 k	0.951	2.611	75.42
∅ 9.2	4.871	6 – 9 k	1.308	3.563	73.15
∅ 11.0	8.327	7 – 10 k	2.184	6.143	73.77
∅ 12.4	11.878	8 – 11 k	3.004	8.874	74.71
∅ 14.0	17.114	9 – 12 k	4.456	12.958	75.72
∅ 15.5	23.251	10 – 13 k	5.829	17.422	74.93
∅ 19.4	45.586	12 – 15 k	9.929	35.657	78.22
					X = 74.37

8. Système de remplissage

Rôle du system de coulée :

Introduire dans une empreinte toute la quantité d'alliage nécessaire à l'obtention d'une pièce bonne :

- En remplissant calmement le moule et en évitant la turbulence du métal.
- En arrêtant les corps étrangers et des laitiers.
- En assurant économiquement la séparation du système de la pièce.
- En évitant l'érosion du moule ou des noyaux.
- En évitant l'entrainement de l'air.

Composition du système de coulée

Un entonnoir ou bassin de coulée.

- Une descente.
- Une chambre a crasse ou pied de descente.
- De canaux de distribution de l'alliage appelé chenaux.
- Attaques de coulée
- Des évents.

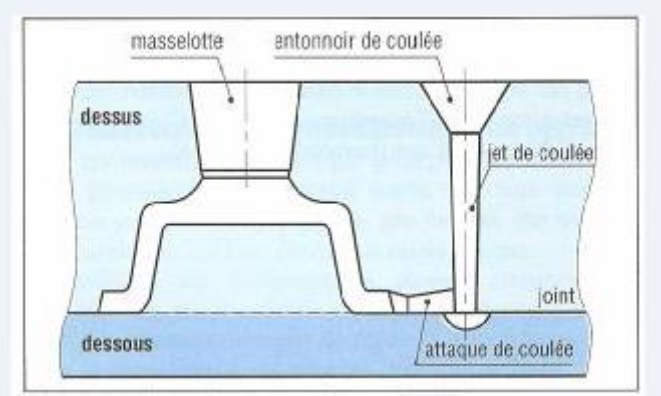


Figure. 11 : système de coulé

9. Entonnoir

Placé à la partie supérieure du moule, il permet au couleur de remplir le moule à l'aide de la poche de coulée. Il assure un débit constant.

Au moment de coulée, celui-ci doit être toujours plein afin d'éviter l'entrainement de l'air dans le moule.

Descente de coulée :

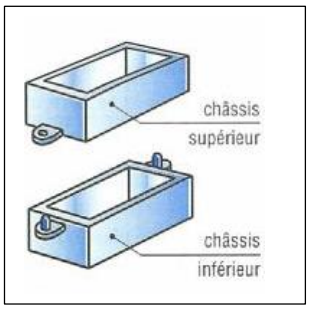
• Conduit vertical permettant à l'alliage d'arriver au chenal.

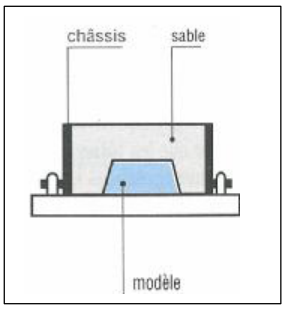
• Conditionne le débit du métal.

• La descente peut être percée ou venir par moulage

10. Les châssis utilisé : fiche technique ROUIBA

- ✓ Châssis 630 x 500 x 200/200
- ✓ Châssis 1000 x 800 x 400/400
- ✓ Châssis 1820 x 800 x 400/400





Pied de la descente :

• Arrête les crasses.

• Réduit la vitesse du métal.

• Permet l'inoculation (Augmente les caractéristiques mécaniques) en déposant dans sa portée un alliage incluant type VP205.

Attaques de coulée :

Elles permettent l'introduction du métal liquide dans l'empreinte de la pièce.

11. Events

Conduit d'aération permettant l'évacuation des gaz de l'empreinte et des noyaux.

Ils sont placés soit **:**

- ✓ Sur les parties hautes de la pièce.
- ✓ Aux parties les plus éloignées de la coulée.
- ✓ Aux endroits ou une poche de gaz comprimé est susceptible de se produire**.**

Sur le modèle, ils seront matérialisés par un petit téton en acier**.**

Détermination des sections du système de coulée :

Descente de coulée **:**

$$Sd = \frac{P}{\varepsilon\sqrt{2g\left(\frac{\sqrt{H}-\sqrt{H-h}}{2}\right).d.Tr}}$$ (mémoire bureau de méthode)

$Sd=\sqrt{P.M.L}$ x 100 (PML en kilogramme)

Sd : section de la descente

P : Poids de ou des pièces + poids de ou des masselottes.

ε : Coefficient de perte de charge.

0.4 Pour une pièce difficile

0.5 à 0.6 pour une pièce de forme simple.

g : Accélération de la pesanteur ; soit : 9.81 (m/s²)

Prendre 10 pour faciliter les calculs.

H : Hauteur de la charge metallostatique.

d : Masse volumique de l'alliage.

Tr : Temps théorique de remplissage :

Fonte : Tr =12.5 e2

Acier : Tr =4.5 e2

Aluminium : Tr = 6.5 e2

e : épaisseur mini de la pièce placée horizontalement en partie supérieure.

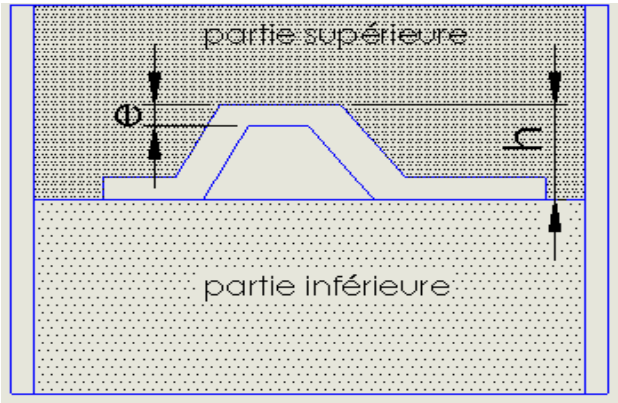


Figure. 11 : Châssis

• H : hauteur du châssis de dessus.

• h : Hauteur de la pièce en partie supérieure**.**

Diamètre de la descente :

$$\mathbf{Sd}=\frac{\pi d^2}{4} \qquad \mathbf{d}=\sqrt{\frac{Sd.4}{\pi}}$$

Etant donné les impératifs de la coulée (descente de coulée venant par moulage) un standard de descente a été prévu en fonction du type de châssis. (À utiliser uniquement pour la fonte).

L'échelonnement est le rapport des sections entre la descente, le chenal et les attaques (ceci en fonction du métal)

12. Chenal

Forme et dimensionnelle :

En règle la section du chanel est répartie dans les deux partie du moule de la façon suivant 2/3 dans le châssis de dessus et 1/3 dans le châssis de dessous.

Les canaux à section uniforme ont l'inconvénient d'être volumineux, on peut les remplacer par un chenal dégressif, afin de diminuer la masse de retours. A employer dans le cas de chenal long et comportant de nombreuses attaques.

Après chaque attaque la section suivant du chenal est réduite de la section de l'attaque.

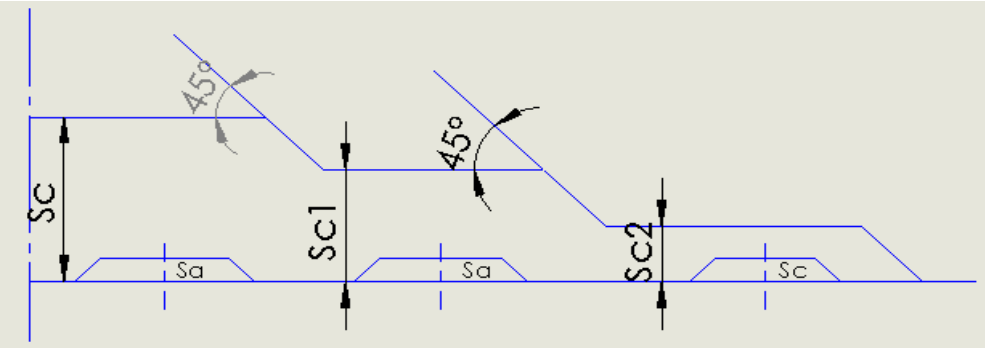


Figure.12 : chenal dégressif + attaques

Sc 1 = Sc – (Sa x 1)

Sc 2 = Sc 1 – (Sa x 1) ou Sc – (Sa x 2) cas des attaques identiques.

Détermination du type de portée :

Il faut 1 gr de vp par kg de métal de ou des pièces dans le moule.

Exemple :

Poids de la pièce est de 10 kg.

Nombre de pièce eu moule : 2

Il y a 20 kg de pièces dans le moule

Il faudra donc ce cas employé un Vp 205 :k20.

Attaque de coulée

Elles doivent être courtes et de faibles épaisseurs (3 à 5 mm). Un chanfrein à 45° de 1 à 2 mm est pratique à l'attaque pour faciliter la séparation du système de coulée de la pièce.

Dans le cas des attaques longues, on peut pratiquer des attaques dégressives**.**

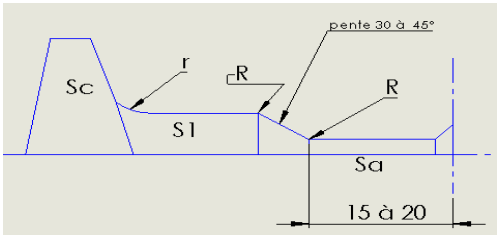


Figure.13 : Chenal dégressif + attaques

Sc= S1 r : 5 à 10 mm R : 10 à 20 mm.

Le raccord des attaques avec le chenal doit être réalisé par de gros congé : 8 à 15 mm.

Pour les pièces circulaires, les attaques peuvent être disposées dans l'axe des pièces ou en sens opposé à l'arrivée dans le chenal, pour éviter les turbulences.

13. Tolérances dimensionnelles et surépaisseur d'usinage

La norme traite d'un système de tolérances dimensionnelles et de surépaisseurs d'usinage pour la plupart des pièces moulées et leurs alliages.

Toutefois, un certain nombre d'alliages et de procéder de moulage spécifique conduisant à des tolérances dimensionnelles et de surépaisseurs d'usinage légèrement différentes à celles dans la norme.

C'est pourquoi, il est vivement recommandé avant que le dessin ne soit tracé définitivement ou la commande passée, que le client coopéra avec la fonderie pour convenir :

a) De l'adoption d'une autre norme ou d'une spécification dans un cas particulier ou la présente norme n'est pas acceptée.

b) Du tracé proposé et de la précision demandée.

c) Des exigences d'usinage.

d) De la méthode de moulage.

e) De nombre de pièces à réaliser

f) De l'outillage nécessaire.

g) De tous les exigences particulières, par exemple systèmes de référence et tolérances géométriques.

Surépaisseur d'usinage :

On désigne ainsi l'épaisseur de métal en excès réservée volontairement sur la partie de pièces et qui sera enlevé en cours d'usinage pour réaliser la forme prévue et l'état superficiel requis.

Les surépaisseurs du métal brut rendu nécessaires par les imperfections de forme de pièces moulées sont mentionnées sur le dessin destiné au producteur de la pièce brute.

Les surépaisseurs tenant compte de déformations pour causes diverses ou de la nécessité de définitions spéciales (rectification) sont fixées par les agents des méthodes et communiquées aux sources (ouvriers) intéressées au moyen d'un dessin d'opération.

Choix de la définition surépaisseur d'usinage :

Le choix des surépaisseurs d'usinage dépend de l'alliage, du procédé de moulage et des dimensions de la pièce. En générale, les surépaisseurs d'usinage sont valables pour la pièce brute dans sa totalité, c'est-à-dire qu'une valeur seulement est spécifiée pour outres les surfaces devant être usinées et le choix doit être fait fonction des dimensions appropriées par référence à la plus grande dimension de la pièce finie.

Si les surépaisseurs d'usinage, autres que celles appliquées à la totalité du restant de la pièce, sont nécessaires pour les surfaces particulières, par exemple en partie supérieur de la pièce, elles doivent être alors spécifiées sur le dessin.

Epaisseurs minimales en moulage sable :

- Pour les alésages : 3 à 5 mm suivant l'importance de l'alésage.
- Tous les trous ≤ 20 mm seront obtenus par perçage et non par noyautage sauf si ce noyau permet une meilleur stabilité ou facilité de débourrage.

14. Etudes des fontes

Classification d'après la structure et selon l'état du graphite dans les fontes on peut distinguer principalement

Type des fontes	Ferritiques	Cémentites	Perlitiques
Composition	Fer + graphite	Fer + carbone combiné (Fe3C)	Ferrite + cémentite
Dureté HB	80	700 - 800	200 - 250
Rt DaN/mm²	30	170 - 200	80
Allongement en %	12	2 - 5	8 - 10
Densité	8	7,8	8
Remarque	Résiliente, malléable, facile à usiner	Fragile, pratiquement inusinable aux outils courants	Facilement usinable, structure très rechercher pour la fabrication des pièces mécaniques de qualité

Tableau des caractéristiques des structures des fontes

Fonte de base :

Carbone total (Ct)	3,00 à 4,00%
Silicium (Si)	2,00 à 3,00%
Manganèse (Mn)	0,10 à 0,40%
Soufre (S)	≤ 0,020% (le plus bas possible)
Phosphore (P)	≤ 0,08%
Plomb (Pb)	≤ 0,002%
Antimoine (Sb)	≤ 0,010%
Bismuth (Bi)	≤ 0,002%
Titane (Ti)	≤ 0,040%
Aluminium (Al)	≤ 0,050%

Calcul de la quantité d'alliage au magnésium :

Pertes aux feux des éléments d'addition suivants :

Carbone 10 à 14 %.

Silicium 2 à 3%.

Manganèse 30 à 33%.

L'alliage de magnésium est composé de :

45% de Si.

6 à 8% de Mg.

50% de fer et des terres rares.

La symbolisation des alliages légers :

Le mode d'obtention et l'état du métal sont caractérisés par la lettre Y qui signifie que le métal a été mis en œuvre par moulage, suivie de 2 chiffres.

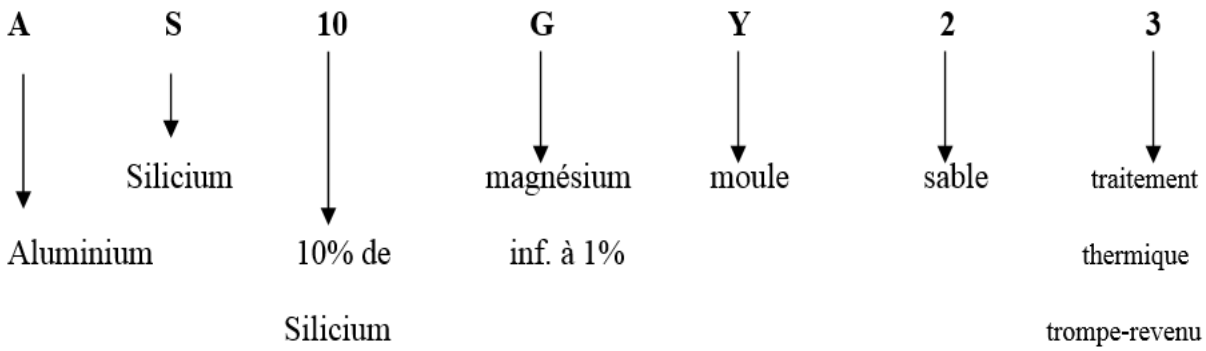
Le premier chiffre indique le procédé de moulage adopté.

Le second indique l'état du métal, c'est-à-dire le traitement thermique à effectuer sur la pièce.

Modes de moulage		Y=métal coulé	Traitement thermique	Etat
Non défini		Y0	Aucun traitement	
lingot		Y1	Non spécifié	0
moulage	sable	Y2	Recuit	1
	coquille	Y3	Trempé	2
	Sous pression	Y4	Trempé et revenu	3
			Trempé et mûri	4
			stabilité	5

Exemple :

Ainsi l'alliage AS 10 G Y 23 indique :



6. Sablerie

Unité de Traitement de Sable:

Dans la fonderie, on utilise un sable extra-siliceux pour le moulage et le noyautage. Par définition on appelle sable extra siliceux, un sable dont la teneur

en argile est inférieure à 1% (< 1%). Le sable extra - siliceux est obtenu à près traitement du sable brut provenant de la carrière.

Depuis son démarrage, le DFR exploite une carrière de sable pour ses besoins propres en sable siliceux, cette carrière se trouvant dans la commune de MENACEUR (W. TIPAZA).

Le sable brut est acheminé par camion jusqu'à notre site où, il sera traité dans notre unité de traitement de sable (U.T.S).

C'est après prospection et études géologiques sur plusieurs carrières, et après analyses sur des échantillons de sable prélevés sur ces carrières ; que la carrière de MENACEUR a été retenue pour alimenter la fonderie en sable brut, Son sable répond le mieux aux spécifications du cahier des charges D.F.R et C'est aussi la carrière la plus proche de la fonderie.

7. Moulage :

Le moulage en sable utilise un matériau réfractaire et qui se présente sous la forme de petits grains ; on peut donc lui donner la forme que l'on veut, et figer cette forme avec un additif. Cela en fait un matériau de choix pour la conception de moules ; cependant, c'est un moule à usage unique, mais que l'on peut fabriquer facilement de manière répétée. 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, la coulée du métal en fusion se fait sur le convoyeur même.

8. Fusion :

La fusion des métaux est la pratique ancestrale qui consiste à faire passer un métal de l'état solide à l'état liquide.

Préparation de la charge froide :

La préparation des charges est le secteur où arrive la matière première (minerai, lingots de matière, déchets métalliques récupérés, etc.).

Pour obtenir une matière coulée qui correspond aux exigences techniques de la pièce terminée, la préparation des charges a un rôle essentiel dans la fonderie.

- ✓ Prévoir l'approvisionnement en matières premières.
- ✓ Connaître exactement la nature du minerai présent.
- ✓ Faire les bons dosages.

- ✓ Connaître des résultats des essais sur les éprouvettes, transmis par le laboratoire, pour réajuster les dosages si besoin.
- ✓ Approvisionner les points de fusions (cubilots, fours).

En ce qu'il concerne la fonderie de fonte gris sphéroïdale (GS) et lamellaire (GL) la charge froide et constituée de 60% de fonte de première et deuxième fusion, 20% d'acier et 20% de déchet GS ou GL (les pièces rebutées et les systèmes d'alimentation).

Remplissage et fusion de la charge :

Dans les grandes fonderies le chargement se fait par des moyens, pilotés par informatique.

La fusion ce fait dans un four à arc. Ce type de four utilise l'énergie thermique de l'arc électrique établi entre une (ou plusieurs) électrode(s) de carbone et le métal pour obtenir une température suffisant à sa fusion.

Dans une enveloppe réfractaire (non fermée pour en évacuer les vapeurs), une forte tension électrique est appliquée entre des électrodes (graphite-carbone) et le métal à faire fondre. Cette tension fait jaillir un arc électrique. Les câbles électriques, l'enveloppe, le toit (ou la coupole) et certains éléments sont refroidis à l'eau ou un autre fluide caloporteur.

La température engendrée par l'arc dépasse 1800°C et peut atteindre les 3600°C. Une zone plus froide persiste entre les électrodes, problème qui est généralement résolu par des brûleurs gaz plus oxygène ou un brassage électromagnétique du métal en fusion.

Certains fours fonctionnent en courant continu et ne sont alors équipés que d'une seule électrode. Ces fours ne sont rentables qu'en utilisant des déchets métallurgiques. Le métal fondu et le laitier Sont récupérés par des ouvertures lors du basculement du four.

Figure.14 : Four a arc électrique

Maintien de fusion

Les fours électriques à poche ou four de maintien, de moindre puissance servent également à réchauffer et à maintenir le métal liquide à bonne température. Le four de maintien reçoit le métal en fusion au qu'elle on additionne des substances nécessaires qui lui conférera les caractéristiques mécaniques voulues et ça après analyse chimique au niveau du laboratoire.

Alimentation et coulée du métal

L'alimentation en métal se fait par la voie des poches ou louches basculantes (manuelle, semi manuelle ou manuelle). Les poches, remplies à partir des fours de maintien, sont acheminées le plus souvent, vers le lieu de coulée par un monorail aérien.

- ✓ Pour les pièces importantes, la coulée se fait directement dans le moule, soit par une manœuvre manuelle soir par un automatisme (cas le plus rare, vu le nombre de paramètres à considérer pour obtenir ne bonne coulée).

Démoulage ou décochage

Dans l'industrie métallurgique, le décochage consiste à séparer la grappe métallique [pièce moulée, système de remplissage (coulée), masselottes] du sable

de moulage qui l'entoure. L'opération qui consiste à évacuer le sable à noyaux de l'intérieur des pièces s'appelle le débourrage.

Dans certaines fonderies, notamment pour la réalisation de prototypes en alliage léger, cette opération est encore effectuée manuellement, à l'aide de marteaux, de masses et de marteau-piqueur.

Dans d'autres cas, elle est effectuée par vibration : on pose le moule sur une grille vibrante, le sable se décolle de la grappe et passe à travers la grille de décochage. La grappe reste sur la grille et peut-être évacuée vers le poste d'ébarbage où les pièces seront séparées des appendices de coulée (alimentation, masselottes, etc.), le sable sera régénéré pour une nouvelle opération de moulage.

- **Parachèvement** :

Le parachèvement est l'opération de finition d'une pièce, quel que soit son mode de fabrication, avant sa mise en fonction définitive ou avant de passer à l'étape de fabrication suivante.

- **Démasselottage** :

C'est une opération qui consiste à enlever la ou les masselottes et la descente de coulée, soit par chocs pour les pièces en fonte, soit par découpe pour les pièces en aluminium, acier et alliage de cuivre.

- **Ébarbage ou ébavurage** :

Il consiste à débarrasser la pièce brute des parties excédentaires (bavures, imperfections de surface). Selon les séries et le poids des pièces, cette opération s'effectue soit manuellement (burin et marteau, limes, meule, disque ou bande abrasive), soit mécaniquement sur des machines plus ou moins automatisées (machine transfert, table vibrante, centrifugeuse, tonneaux) et l'emploi de diverses techniques (chocs thermiques, jet d'eau, jets divers).

- **Meulage :**

C'est l'opération par laquelle on élimine d'une pièce métallique diverses imperfections de surface ; des meules de différents types sont employées pour lisser les pièces brutes de fonderie. Les meules sont montées soit sur des machines à bâti ou à socle, soit sur des machines portatives ou à montage pendulaire. Les tourets sur socle sont utilisés pour les petites pièces ; les meules portatives, les meules assiettes, les meules boisseaux et les meules coniques servent à diverses

opérations, notamment au lissage intérieur des pièces de fonderie évidées ; quant aux meuleuses pendulaires, elles servent surtout pour les grandes pièces, sur lesquelles il est nécessaire d'enlever d'importantes quantités de métal. En fonderie cette opération est pratiquement obligatoire pour éliminer les bavures du plan de joint.

- **Grenaillage** :

Est la projection de micros-billes métalliques ou non, sur la surface d'un objet pour en modifier la structure superficielle.

- **Sablage** :

Technique industrielle de nettoyage des surfaces en utilisant un abrasif (sable) projeté à grande vitesse à l'aide d'air comprimé au travers d'une buse, sur le matériau à décaper.

- **Brossage** :

Par brosses métalliques à fils d'acier, laiton ou nylon.

- **Polissage :**

Par toile émeri très fine, disque feutre et pâte spéciale.

- **Traitements thermiques** :

Le traitement thermique d'une pièce de métal consiste à lui faire subir des transformations de structure grâce à des cycles prédéterminés de chauffage et de refroidissement afin d'en améliorer les caractéristiques mécaniques : dureté, ductilité, limite d'élasticité, etc.

Ce procédé est souvent couplé avec l'emploi d'une atmosphère contrôlée lors de la mise en température de la pièce, soit pour éviter son oxydation, soit pour effectuer un apport ou changement moléculaire de surface (traitement de surface).

- **Trempe** :

La trempe est un refroidissement brutal de la pièce qui a pour objectif de figer la structure obtenue lors de la mise en solution. Dans certains cas, comme l'acier, ce

refroidissement s'accompagne d'une transformation allotropique. La séquence de traitement est la suivante :

✓ La mise en solution :

- Chauffage de la pièce jusqu'à une température suffisante (pour les aciers la température dite d'austénisation> 900 °C).

- Maintien en température pour homogénéisation et mise en solution solide des éléments d'alliage.

✓ La trempe :

Refroidissement rapide dans le fluide de refroidissement. Fréquemment par extension de langage, la séquence « mise en solution et trempe » est appelée « trempe ».

Les fluides utilisés par ordre de vitesse de refroidissement (de la plus élevée à la plus faible) sont :

- L'eau salée.

- L'eau.

- L'eau additive (polymère par exemple).

- L'huile.

- Le brouillard d'eau.

- Les gaz (air, argon, azote, etc.).

La vitesse de refroidissement est conditionnée par trois facteurs :

- Le transfert de chaleur dans le fluide de trempe.

- Le transfert de chaleur à l'interface métal-fluide de trempe.

- Le transfert de chaleur dans le métal.

- **Revenue** :

Le revenu se pratique après une trempe, pour réduire les contraintes internes créées durant celle-ci. Le revenu permet d'améliorer la résistance mécanique des pièces traitées, de rétablir les valeurs de résilience et de rendre l'acier moins fragile, plus ductile. La dureté diminue également quelque peu (Dissolution de certains composés fragiles tels que les carbures favorisés).

La méthode consiste à chauffer la pièce à une température inférieure à celle d'austénitisation, température déterminée en fonction du type de matériau, et de refroidir cette pièce très lentement.

- **Recuit** :

Ce traitement consiste à chauffer la pièce à une température appropriée et à traverser ensuite le domaine de transformation par un refroidissement lent effectué de préférence dans le four ou toute autre installation bien isolée thermiquement. Le refroidissement lent se poursuit généralement aux basses températures. Le but du recuit peut être d'affiner le grain, d'adoucir l'alliage, d'améliorer l'usinabilité.

Le recuit se fait après un traitement mécanique, une opération de soudage, etc. afin de rendre plus homogène le matériau et lui rendre une partie de ses propriétés antérieures. On a deux types de recuits :

- ✓ Soit on chauffe jusqu'à austénitisation totale de la pièce mais sans laisser les grains trop grossir, puis on laisse refroidir lentement, ce qui lui fait retrouver ses anciennes propriétés ; on « rejoue » en quelque sorte la solidification, les grains de ferrite et de cémentite sont recréés à partir de l'austénite.
- ✓ Soit on chauffe en dessous de la température d'austénitisation, juste pour activer la mobilité des atomes.

On le fait aussi pour diminuer les dislocations, et donc relaxer l'énergie élastique stockée pendant la déformation : en augmentant la température, on augmente aussi la diffusion et donc les dislocations vont disparaître. On fait un adoucissement du métal ; ce phénomène porte le nom de restauration. Si le taux de déformation est important et la température suffisamment élevée, on peut même avoir une recristallisation.

- **Maturation** :

C'est un chauffage modéré. Son but est de donner de la mobilité aux atomes pour leur permettre de former des précipités.

Le but de la maturation est de provoquer un durcissement structural. Il est utilisé sur les pièces à haute limite élastique dits.

- Normalisation :

Afin d'éliminer la ferrite aciculaire qui a pu se former lors de la solidification. Si l'on chauffe en dessous de la zone austénitique, on n'a pas de transformation austénitique. L'élévation de température augmente la mobilité des atomes et permet :

- ✓ D'éliminer les dislocations (restauration), on parle de recuit de dimensionnement ; cela élimine les contrainte accumulées lors des déformations (laminage, tréfilage, estampage) et adoucit la pièce (on élimine l'écrouissage).
- ✓ Eventuellement de former de nouveaux cristaux pour éliminer la texture de fibre résultant de la mise en forme (laminage, tréfilage, estampage), on parle de recuit de recristallisation ou les atomes de fer modifient leur position et se réorganisent selon un réseau ayant les mêmes propriétés (cubique centré) mais ayant une orientation différente, on a donc un acier isotrope.

- **Laboratoire** :

On peut deviser le laboratoire en quatre grands secteurs :

- **Laboratoire du sable** :

Pour s'assurer de la conformité du sable (de noyautage et de moulage) on lui fait subir les tests suivants :

- ✓ **La perméabilité de l'air** :

La perméabilité d'un matériau est une grandeur intrinsèque à ce dernier. Elle mesure sa capacité à laisser passer l'air donc la capacité d'infiltrations des gaz.

- ✓ **Le contrôle du taux d'humidité** :

C'est un contrôle qui permit d'éviter la formation de petites cavités sur la surface des pièces coulées qui sont dues à l'évaporation de l'eau (l'humidité) existante dans le sable.

- ✓ **L'essai de compression** :

Méthode pour caractériser le comportement d'un matériau soumis à une charge d'écrasement. L'éprouvette est comprimée, puis la déformation est enregistrée. La contrainte et la déformation de compression sont représentées graphiquement sous la forme d'une courbe de contrainte-déformation qui est ensuite utilisée pour déterminer :

- La limite d'élasticité.

- La limite de proportionnalité.

- Le point de transition élastique plastique.

- La contrainte au seuil d'écoulement et (pour certains matériaux) la résistance à la compression.

✓ **L'essai de cisaillement** :

Il se base sur le même principe de l'essai de compassion sauf que cette fois si le moment de compression s'accompagne d'un effort tranchant.

✓ **L'essai de flexion** :

La résistance à la flexion d'un matériau, sous forme de poutre principalement, peut-être mesurée par une machine sous différents types de mises en charge. Les mesures des déformations et des contraintes sont réalisées à partir de jauges d'extensomètre et affichées sur un banc de mesure.

- **Laboratoire d'analyse chimique** :

Elle permit de calculer le pourcentage du carbone en premier lieu et d'autres composés chimiques dans un métal. On procède comme suite :

- ✓ On broie une bague (échantillon du métal en fusion) à l'aide d'un marteau pour obtenir une poudre métallique.
- ✓ Cette poudre est mélangée avec un catalyseur de carbone puis introduite dans un petit four, qui l'amène à une température de fusion.
- ✓ Les donnes sont communiquées à un ordinateur qui nous donne le pourcentage du carbone.

L'analyse chimique des autres composés chimiques est lente alors en préfère la remplacer par l'analyse spectroscopique.

- **Laboratoire d'analyse spectroscopique** :

Elle permit de déterminer les pourcentages des éléments essentiels (Mn, Cu, Si, etc.) présentent dans les alliages de fontes.

Cette méthode présente l'avantage de rapidité mais montre ces limites lors de l'analyse du pourcentage du carbone (des résultats erronés).

- **Laboratoire d'essais mécaniques** :

Ce sont des expériences dont le but est de caractériser les lois de comportements des matériaux (mécanique des milieux continus). La loi de comportement établit une relation entre les contraintes (pression=force/surface) et les déformations (allongement unitaire sans dimensions). Il ne faut pas confondre une déformation avec un déplacement ou une dilatation.

Cependant, la déformation d'une pièce dépend de la forme de la pièce et de la manière dont sont exercés les efforts extérieurs sur cette pièce. Il faut donc normaliser les essais en utilisant des éprouvettes normalisées.

- **La traction** :

Une éprouvette est tenue en deux points (par une pince ou un crochet), reliés à des filins. L'éprouvette est alors étirée à vitesse constante, et on relève la force de traction nécessaire en fonction de l'allongement. Ces essais permettent de tracer une courbe dite de traction à partir de laquelle les caractéristiques suivantes peuvent être déduites :

- La déformation élastique en fonction de la force appliquée d'où on peut déduire, connaissant les dimensions de l'éprouvette, le module d'Young.

- La limite élastique souvent notée Re, ou bien la limite d'élasticité à 0,2% Re0,2.

- La déformation plastique.

- La résistance à la traction ou tension de rupture souvent notée Rm, qui est la contrainte maximale atteinte en cours d'essais.

- **La dureté** :

La dureté d'un métal est sa capacité à résister de manière élastique à une contrainte. On la détermine au moyen d'essais normalisés en mesurant la profondeur, le diamètre ou un autre paramètre de l'empreinte faite par un poinçon en fonction de l'essai.

L'échelle de Brinell mesure la dureté des métaux, par la compression d'une bille, généralement en acier, sur le matériau que l'on désire tester.

La méthode consiste à appliquer sur la surface du matériau dont on veut mesurer la dureté une bille en matériau dur d'un certain diamètre D avec force m donnée mesurée en kilogramme - force pendant une durée t. Après retrait, on mesure la taille de l'empreinte laissée, une calotte sphérique de diamètre d.

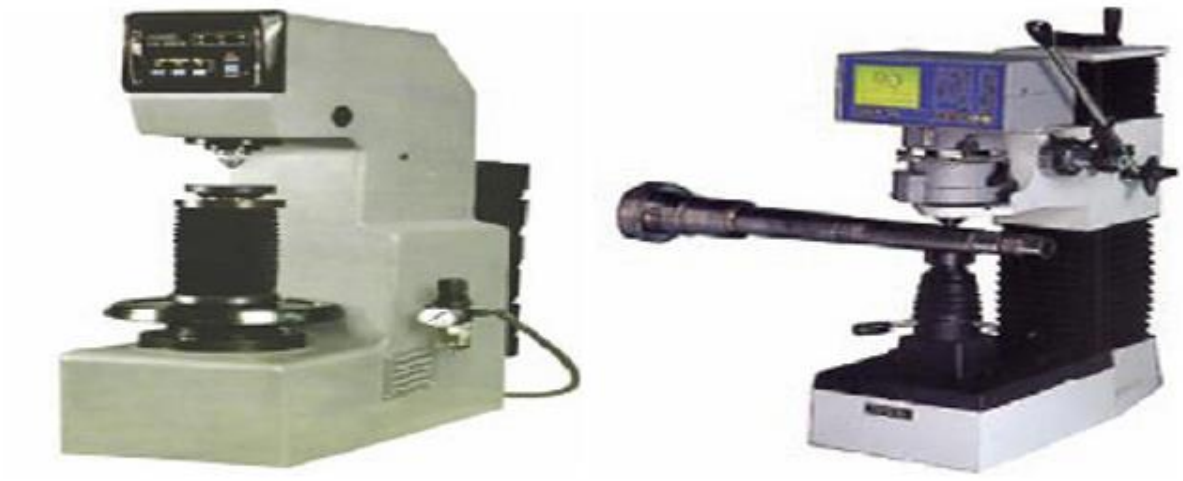
Les formules permettant d'obtenir une valeur sur l'échelle de Brinell sont les suivantes :

$$HB \cong 0,0649 \cdot \frac{F}{D \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

HB = Dureté Brinell.
F = Force appliquée. [N]
D = Diamètre de la bille. [mm]
d = Diamètre de l'empreinte laissée par la bille. [mm]

$$HB = \frac{2 \cdot F}{g \cdot \pi \cdot D \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2})}$$

HB = Dureté Brinell.
F = Force appliquée. [N]
D = Diamètre de la bille. [mm]
d = Diamètre de l'empreinte laissée par la bille. [mm]
g = Accélération terrestre. [m s^{-2}] (9.80665)



-Dureté Brinell-

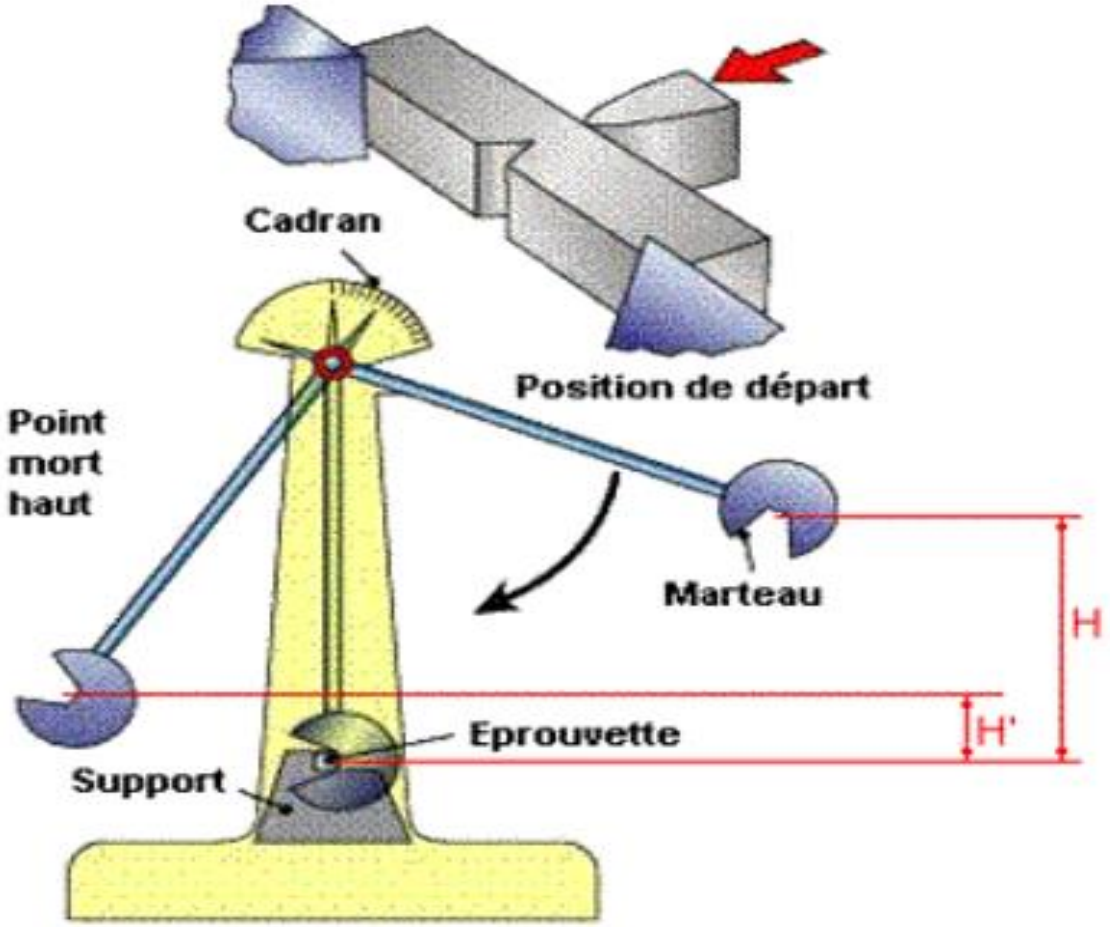
- ✓ **La résilience** :

L'essai de résilience est un complément à l'essai de traction. Cet essai est destiné à mesurer l'énergie nécessaire pour rompre en une seule fois une éprouvette préalablement entaillée. On utilise un mouton-pendule muni à son extrémité d'un couteau qui permet de développer une énergie donnée au

moment du choc. Cette énergie est classiquement, dans le cas de la norme européenne, de 300 joules.

L'énergie absorbée est obtenue en comparant la différence d'énergie potentielle entre le départ du pendule et la fin de l'essai. La machine est munie d'index permettant de connaître la hauteur du pendule au départ ainsi que la position la plus haute que le pendule atteindra après la rupture de l'éprouvette.

L'énergie obtenue (en négligeant les frottements) est égale à :



-Mouton Pendule-

$$K = m \cdot g \cdot h - m \cdot g \cdot h'$$

m = masse du mouton-pendule. [kg]
g = Accélération terrestre. [m s^{-2}] (9.80665)
h = hauteur du mouton-pendule à sa position de départ. [m]
h' = hauteur du mouton-pendule à sa position d'arrivée. [m]

$$K = m \cdot g \cdot (h - h')$$

m = masse du mouton-pendule. [kg]
g = Accélération terrestre. [m s^{-2}] (9.80665)
h = hauteur du mouton-pendule à sa position de départ. [m]
h' = hauteur du mouton-pendule à sa position d'arrivée. [m]

La graduation de la machine permet généralement d'obtenir directement une valeur en joule.

- **Contrôles finals** :

On peut les repartirent en deux grandes catégories :

- **Contrôles destructifs (CD)** :
  - ✓ Essai de duretés.
  - ✓ Les essais de traction.
  - ✓ Les essais de résilience.
  - ✓ La métallographie :

La métallographie est une science qui étudie la structure d'un métal en l'observant à l'aide d'un microscope optique. Ce qui permit de déduire de précieux renseignements sur la constitution, l'état physique et la composition chimique des métaux et des alliages, de plus elle nous renseigne sur le degré d'homogénéité de ces derniers. Tout cela est conditionné par une minutieuse préparation :

- **Prélèvement de l'échantillon** :

Il consiste à prendre un échantillon représentatif du matériau à étudier avec une forme géométrique préalable à l'aide d'une tronçonneuse.

- **Enrobage (à chaud ou à froid)** :

Cette étape consiste à couvrir l'échantillon d'une couche de résine polymérisable pour deux raisons précises :

- Faciliter la manipulation de l'échantillon.
- S'assurer que le travail s'effectue toujours sur la même face.

- **Polissage** :

Le polissage a pour but principale d'obtenir une surface plane de rugosité minimale, mais également l'éliminer les couches superficielles de l'échantillon dont la microstructure pourrait être invisible et ça à l'aide d'une polisseuse. Le polissage s'effectue en deux étapes :

- Décapage (l'attaque révélatrice de la micro structure) :

L'attaque a pour but de révéler les joints de cristaux, et de différencier les constituants de l'alliage. La méthode la plus répandue consiste à tremper la face de l'échantillon à attaquer dans un réactif choisi pendant un temps convenable (l'attaque à lieu généralement à la température ambiante).

- **L'observation au microscope optique** :

On conclut cette préparation par une observation des différents reliefs au microscope optique.

- **Contrôles non destructifs (CND)** :
  - ✓ **Le rayon X** :

Il fournit des informations directement exploitables sur l'intérieur des objets ou des matériaux. L'étape d'inversion peut être assez réduite et la résolution spatiale suffisamment bonne. Toutefois, l'interprétation des images demande un fort niveau d'expertise de la part de l'opérateur et demande des conditions de sécurité pour l'opérateur et l'environnement. Dans l'industrie lourde, le contrôle à l'aide des rayons X est utilisé notamment pour les soudures dans les centrales nucléaires et les chantiers navals et pétroliers, la corrosion des tuyaux, la structure des matériaux composites ou les fissures dans les pièces mécaniques complexes.

  - ✓ **Les ultrasons** :

Il est basé sur la transmission, la réflexion et l'absorption d'une onde ultrasonore se propageant dans la pièce à contrôler. Le train d'onde émis se réfléchit dans le fond de la pièce et sur les défauts puis revient vers le transducteur (qui joue le rôle d'émetteur et de récepteur). L'interprétation des signaux permet de positionner le défaut. Cette méthode présente une résolution

spatiale élevée et la possibilité de trouver des défauts en profondeur. L'étape d'inversion est simple, du moins pour les pièces géométriquement et matériellement simples. Par contre, c'est une méthode lente car il faut faire un balayage mécanique exhaustif de la pièce. Il est d'ailleurs souvent nécessaire de contrôler plusieurs surfaces de la pièce pour pouvoir faire une représentation tridimensionnelle des défauts.

- ✓ **La magnétoscopie :**

Cet examen consiste à soumettre une pièce à l'action d'un champ magnétique jusqu'à sa saturation (les pièces peuvent être aimantées par passage de champ ou par passage de courant); ce champ se trouve dévié s'il trouve un obstacle sur son parcours ; si cet obstacle est proche de la surface, les lignes de force du champ peuvent sortir à l'extérieur de la pièce en créant à l'endroit du défaut une sorte de mini aimant sur les pôles duquel peut s'accumuler une poudre magnétique très fine (utilisée à sec ou en suspension dans un liquide).Pour être révélés, les défauts doivent être perpendiculaires aux lignes magnétiques (ils sont indécelables lorsqu'ils sont parallèles aux lignes de champ).

Réalisation de la pièce avec déférentes étapes

Notre travail consiste à réaliser la pièce dite équerre de montage (Annexe 1), C'est une pièce qui assure le réglage du châssis de la grenailleuse avec le caisson.

Pour réussir cette réalisation, il faudra respecter toute une procédure, soit au niveau des services techniques, soit administratifs. Cette pièce est commandée par le département de carrosserie et sa fabrication sera prise en charge par le département de la fonderie de ROUIBA.

Un plan de cette pièce nous a été remis comme exemple qui fera l'objet de l'étude en respectant toutes les étapes conformes aux normes de la production des pièces fabriquées par l'unité de la fonderie.

Mon mémoire portera sur cette unité dans le but d'expliquer et de résumer le cycle et les étapes de sa production.

Dans ce travail, nous avons essayé avec le service carrosserie et le service méthode de la fonderie de fabriquer cette pièce au niveau de cette entreprise

à base d'un plan de référence (Annexe 1), disponible au niveau de cette fonderie afin de ne pas faire recoure à l'achat de ce produit à l'étranger.

La réalisation d'une pièce de fonderie nécessite diverses opérations qui doivent être suivies et sont citées comme suite :

La premier chose à faire par le service méthode c'est de désigner un FRTA (feuille de route travaux accessoire), son but est de saisir toute activité (ou produit) exécutée par les secteurs cités en vue d'une valorisation et d'un suivi (Annexe 4)

- **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.

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

1. Méthode

Bureau de méthode : Il représente la première opération de la chaine de fabrication de cette pièce, C'est une opération qui consiste à étudier toute la gamme de fabrication (PML, Sablerie, etc.) pour évaluer par la suite le prix de la pièce au marché.

Le plan pièce : C'est un plan qui décrit la pièce avec tous ces détails, ce plan (**Annexe 5**) a été déjà réalisé par l'entreprise des équipements traitements et finition des surfaces LUCHAIRE et ce plan même est servie comme exemple pour faire le plan brut.

Le Plan brute : à partir du plan pièce (**Annexe 1)** on réalise le plans brute, dans lequel on prend en considération quelques facteurs :

Le retrait :

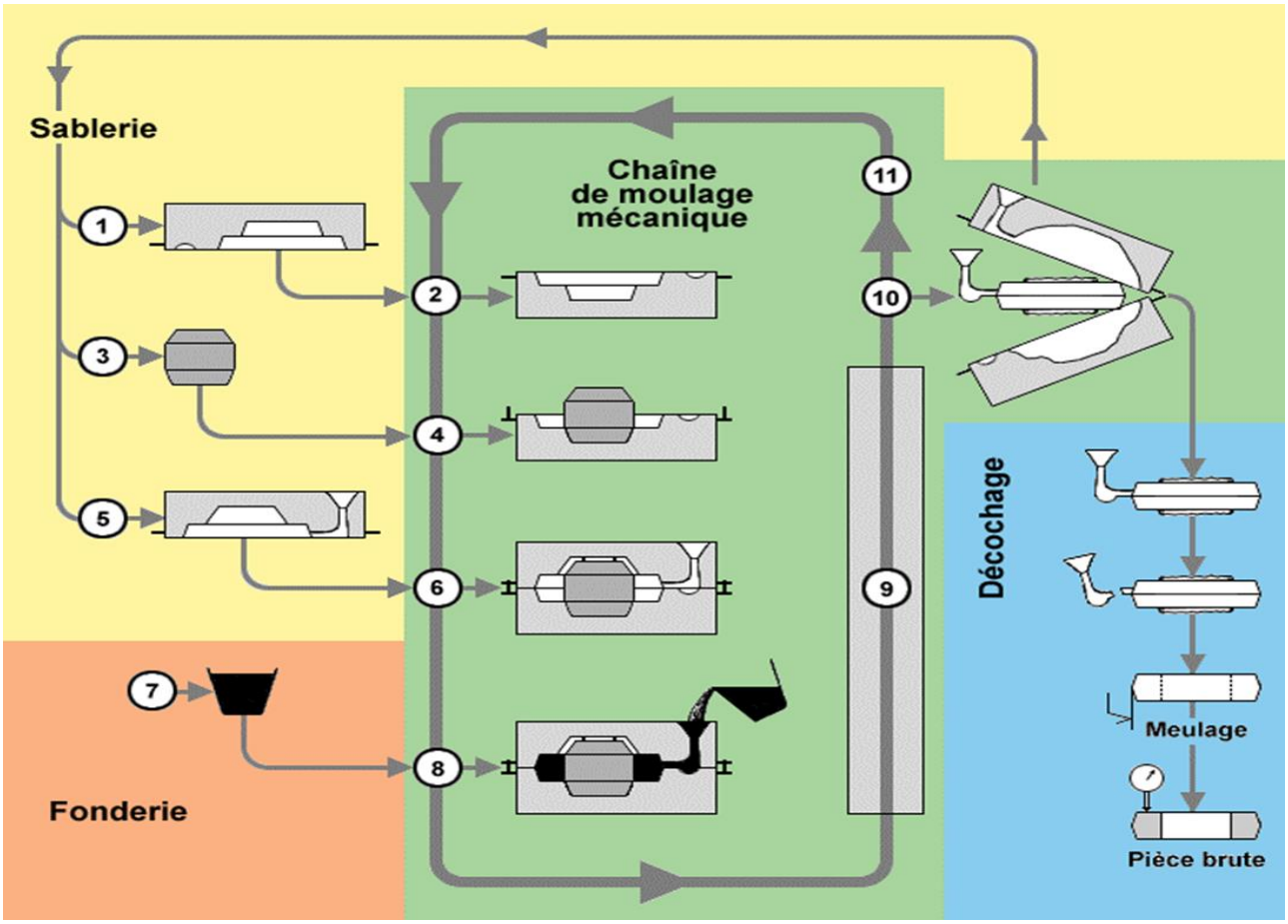
Les angles de retrait seront à 1°30 près, sauf indication contraire.

Les rayons de courbure seront à 2 près, sauf indication contraire.

Surépaisseur d'usinage : On adopte pour La valeur de la surépaisseur d'usinage à 3mm

On signale les dimensions de la surépaisseur d'usinage dans la pièce brute avec le rouge et la pièce usiné avec le bleu.

Plan de réalisation :



2. Modelage

Conception du model :

Premièrement on doit réaliser le model bois qu'on appelle le model mère. Ce modèle est utilisé pour la fabrication de cette pièce, pour réaliser ce modèle on doit passer par plusieurs étapes ;

1er étape : lecture du plan (brut, définition) avec un pied à coulisse **(figure -1).**

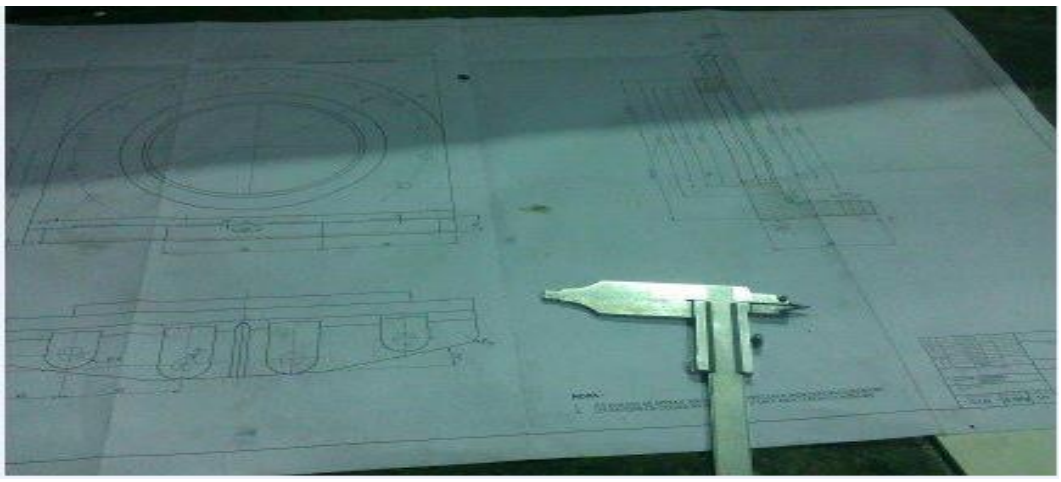


Figure .1 : plan.

2er étape : traçage de l'épure sur une planche.

Figure. 2 : traçage.

3er étape : après le découpage de l'épure, on passera à la réalisation des déférentes formes.

Figure. 3 : découpage.

4er étape : après la réalisation des déférentes formes, on passera à l'assemblage.

Figure. 4 : model.

5eme étape : rectification du model.

Une fois ces dernières achevées, on présente ce modèle pour le contrôler au niveau de laboratoire (contrôle des dimensions, de la géométrie, de la forme).

Carte technologique de la pièce

Fonte grise à graphite lamellaire non alliée, et à structure pérlétique définie par la résistance à la traction. Excellente usinabilité, forte résistance à l'usure par frottement à sec, grande capacité d'amortissement des vibrations, résistance élevée à la compression. Multiples applications en mécanique : bagues, brides, paliers, poulies, roues, semelles, tambours, pistons, disques de frein, turbines, variateurs, couronnes dentées, engrenages… Bonne résistance à la corrosion en milieux salins, acides et basiques

Résumé des caractéristiques

Les paramètres Rm, Re et A% constituent les principales caractéristiques mécaniques des matériaux, il est possible de déduire l'essai de traction en examinant la signification physique :

- Rm et Re, expriment la "solidité" du matériau et sa "résistance". Si les contraintes réelles

Provoquées par les forces extérieures dépassent ces valeurs, alors le matériau devient

Inutilisable car la structure réalisée avec ce matériau est sur la voie de la ruine, d'abord par des allongements et des déformations excessifs et permanents, ensuite par la rupture;

- A% exprime la "ductilité" du matériau, c'est-à-dire sa capacité de présenter des signes de déformation juste avant rupture.
- Poids de la pièce : il a été mesuré dans le département carrosserie (figure-4).

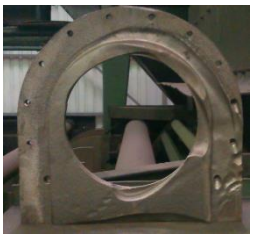


Figure.5 : pièce usée.

- Dépouille : les rayons de courbure avec les angles de dépouilles à 2° voir (annexe-3)
- PML (poids du métal liquide) si 15 kg on ajoute le poids de la surépaisseur d'usinage. Le volume de l'entonnoir, la descente de coulée la masselotte et le canal.
- Dimension du châssis : le châssis sera choisi par rapport au volume de la pièce et sa longueur.
- Procédé de serrage :

Dans notre cas, on a choisi le serrage par compactage et secousses avec marteau compresseur (figure.5) qui assure un serrage adéquat et homogène dans toutes les parties du moule selon la largeur, la hauteur et au voisinage du modèle.

Les moules, plus serrés, résistent mieux à la poussée du métal liquide qu'est un avantage important surtout avec la fonte GS dont la forte expansion

figure.6 : Marteau compresseur.

graphitique créée des retassures lorsque les parois du moule se déforment et nuisent à la précision des pièces.

- type de masselotte : d'après les démontions de la pièce on choisir le châssis 1000 x 800 x 400/400 (Fiche technique Rouiba) et pour, il nous faut une masselotte borgne.
- Temps de remplissage : pour le temps de remplissage on utilise le relevé de temps.

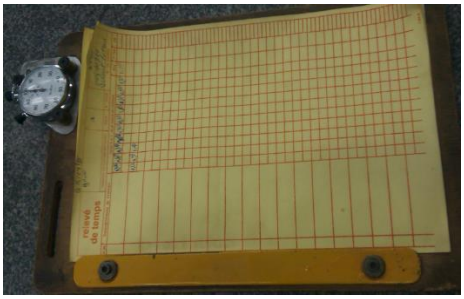


Figure.7 : Relevé de temps.

Nuance de l'alliage : AFNOR [FJL250] FT 25 :

Nom de la pièce	**Equerre de montage**
Nuance de l'alliage	FT 25
Résistance à la rupture (Rm)	250/350 N mm²
Limite élastique (Re)	228 mm²
Allongement A%	0.3/0.8 %
Poids de la pièce	8 Kg
PML	15 Kg
Dimensions du châssis	1000 x 800 x 400/400
Nombre de pièces par moule	1
Procédé de moulage	Moulage à main
Machine à mouler	Compactage et pression
Dépouilles	2°
Surépaisseur d'usinage	3 mm
Nombre et type de masselottes	1 masselotte borne
Temps de remplissage	8 s

Composition chimique de la pièce

Fiche technique de la FT25 (Annexe 3)

La pièce est obtenue à partir d'une fonte grise à graphite lamellaire non alliée de nuance FT 25 dont la composition chimique est la suivante :

nuance	T.TH	matrice	dureté	% carbone	% silicium	% Manganèse	% soufre
(FGL) FT 25	sans	Perlite ferrite<5% cémentite≤5%	187 HB 260 HB	3.25	1.65	0.8	≤ 0.10

% phosphore	% Magnésium	% équivalent	% C Saturation carbone	% cuivre	Autre Eléments chimiques
≤ 0.15	-	3.85	0.9	0.7	traces

3. Procédé de fusion

Notre fonte est élaborée dans un four à arc électrique qui se compose d'une cuve garnie de réfractaires. L'énergie nécessaire est fournie par des arcs électriques jaillissant entre des électrodes en graphite et la charge.

La composition de sa charge est de :

- 6 tonnes de retour de fonderie (masselotte, pièces rebutées, les chenaux et les jets de coulées).
- 2 tonnes de lingots de fonte émanant du CANADA appelé aussi fonte de première fusion sous forme de gueuse qui est une fonte neuve.
- 2 tonnes de tôles en acier.

Addition au four à arc :

Une quantité de graphite est ajoutée à la charge au fond du four avant son chargement. Cette quantité compense les pertes aux feux du carbone pendant la fusion.

L'opération de décrassage est exécutée avec l'épandage d'un agglomérant (slax) sur toute la surface du bain de métal. L'addition du slax est en moyenne de l'ordre de 3kg/tonne.

La piquée du métal se fait à 1450 °C dans une poche de transfert de 10 tonnes, suivie d'un deuxième décrassage et d'une prise de médaille pour contrôle de la composition chimique.

Figure.8 : Poche de 10 tonnes.

4. La composition de sable du moulage dans les conditions de ROUIBA:

- La Silice : 75%.
- Argile (bentonite) : 13%.
- Noire minéral : 4%.
- Humidité : 4 %.
- Eau : 3.8 à 4.2 %

Caractéristiques de notre sable de moulage (dans les conditions de ROUIBA) :

- Résistance à la compression : 15 N/cm².
- Résistance au cisaillement : 7 N/cm².
- Perméabilité : 170 U

- Noir minéral : 0.12 %
- Matières volatiles : 0.80 %
- Argile : 6,78 %

Il faut notamment prendre en considération :

- La facilité de préparation et de mise en œuvre des sables et des liants.
- La durée de vie des sables préparés.
- La bonne aptitude au stockage.
- La perméabilité des sables moulés.

Cette dernière permet une évacuation facile et rapide des gaz provenant de l'empreinte, du métal, des liants et des additifs éventuels.

La Réalisation :

Pour commencer le travail, sur place on a un pont roulon pour déplacer les châssis. Et un marteaux compresseur pour compacter le sable dans les moules.

- Déplacement du châssis inferieur :

Figure.9 : châssis.

- Mouler la partie inferieur : Remplir le châssis inferieur avec du sable

Figure.10 : sable.

- compactage du sable avec un marteau compresseur

Figure.11 : compactage.

- Remplir le châssis avec le sable pour faire l'empreinte

Figures.12 : remplissage des châssis.

- Prendre l'empreinte du modèle en bois en la recouvrant avec le noir minérale pour éviter que le sable colle sur le bois, après on fixe le modèle sur l'un des côté du châssis pour faire une empreinte sur le sable et la fixation de ce dernier sera faite avec un marteau, et dans ce cas on a deux parties on fixe la partie inférieure du modèle et le joint de moulage il sera entre le séparateur et la partie supérieure.

Partie inférieure partie supérieure assemblage

Figures.13 : assemblage des modules dans le châssis.

- L'emplacement de la masselotte sur le sable à côté du modèle en bois.

Figures.14

- Tracé l'attaque du coulé avec un tube conçue avec des normes ou niveau de Rouïba.

Figures.15

- déposer un autre tube verticalement pour faire la descente du coulé.

Figures.16

- ajouter du talk sur le sable pour éviter le coulage entre les deux châssis inférieure et supérieure, ajouter le châssis supérieure et faire remplir avec du sable et le faire compacter avec le marteau compresseur.

Figures.17

- après le compactage du sable c'est le décochage des châssis en deux parties, on commence à retirer le modèle en bois et la masselotte plus le tube en douceur pour faire un vide.

Figures.18

- faire les évents avec une petite pelle pour relier entre le volume pièce modèle, masselotte , la descente, et souffler l'empreinte pour enlever tous les grains de sable tombés dans le volume de coulée en ajoutant un joint pour que le liquide ne sort pas au moment de coulée

Figures.19

- Souffler la partie supérieure, Remouler le demi-moule pour les posés l'un sur l'autre et percer l'évent pour raccorder la descente avec l'entonnoir

Figures.20

- Fermer le moule et Agrafer.

- Métal liquide :

En provenance des appareils de fusion, le métal liquide devra être à la bonne température pour avoir une analyse correcte, être très propre, sans crasse et sans peaux d'oxyde ni autres impuretés qui pourraient compromettre la santé de la pièce.

D'où la nécessité de bien décrasser le métal à chaque transvasement, notamment dans la poche de coulée et au bec de celle-ci, à la naissance du jet de coulée, pour éviter tout entraînement de crasse dans le moule. L'emploi de la poche théière avec barrage est particulièrement recommandé pour assurer un bon décrassage du métal.

La coulée de la pièce au niveau de service fusion, la température initiale dans le four est de

T = 1408°C ici on a un thermomètre qui calcule la température a haut degré après le déplacement

De liquide pendant 3 minute dans la poche la température de coulée et de T = 1390°C.

Figures.21

Thermomètre

la poche

- La coulée :
    - Elle se fera en respectant un certain nombre de règles simples :

- bon centrage du jet de coulée dans le godet de coulée au départ pour éviter toutes projections du métal et risque de gouttes froides dans la pièce ;

- remplissage rapide du godet pour éviter la création de vortex risquant d'entraîner de l'air dans la pièce ;

- maintien d'un débit constant de métal liquide ;

- arrêt de la coulée en temps utile pour bien remplir le moule, en évitant tout débordement sur le dessus du moule, sur les châssis ou sur le carrousel de coulée entraînant également des risques pour le personnel ;

- allumage des gaz provenant de la distillation des agglomérant au cours de la coulée et pouvant créer des risques d'explosion.

- Injection de la FT25 dans les moules à une température de fusion T°= 1390°C et le temps de coulée T= 8s

Décochage des moules :

Figures.22

- Après avoir effectué l'opération de coulée, le métal va se refroidir dans les moules et passera de l'état liquide à l'état solide. À partir de ce stade, il devient possible d'extraire la pièce ou la grappe du moule. Cette opération est appelée décochage.

L'opération de décochage consistera à :

• séparer le châssis de la motte de sable et des pièces ;

• extraire les pièces et ses appendices de la motte de sable ou du moule métallique ;

• enlever le sable adhérent à la pièce (sable de moulage et de noyautage) ;

• séparer partiellement ou totalement les pièces de la grappe ;

• casser les mottes de sable.

Pour des raisons évidentes de réduction de temps du cycle et de coût d'investissement, on aura intérêt à décocher le plus tôt possible (à la température adéquate) après la coulée sans oublier que plus la température sera élevée plus il y aura risque de:

- déformation, fissuration ou de casse sous l'action des chocs ou de diverses manipulations ;
- modification de la structure métallurgique de certains alliages ;
- dégradation des conditions de travail : ambiance, chaleur.

Pour les pièces en fonte, il est recommandé de ne pas décocher au-dessus de 400°C.

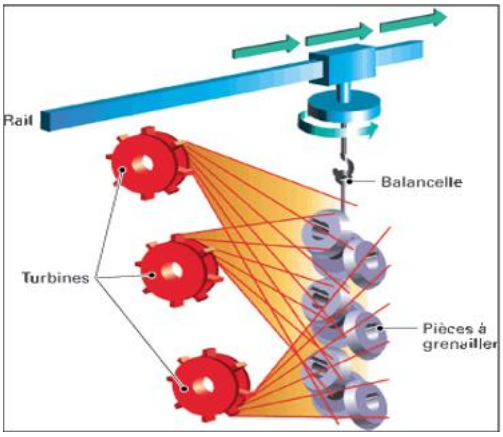
Figures.23 : Dessablage de la pièce

Les pièces provenant du décochage comportent des quantités de sable plus ou moins importantes selon principalement leur forme, la nature du matériau de moulage et la méthode de décochage. Avant de procéder aux travaux de démasselottage, d'ébavurage ou de traitement thermique, il est

utile et souvent nécessaire d'éliminer la totalité ou au moins la plus grande partie de ce sable par une opération de dessablage.

Dans la fonderie, on utilise plusieurs machines pour dessabler les pièces telles que les machines à grenailles. Dans ces appareils, les agitateurs projettent les grenailles d'acier contre les pièces moulées à une vitesse environ de 900km/h. Au cours de cette procédure, tout le sable de la surface et la couche d'oxyde sont supprimés.

Figures.24



Ébarbage et meulage

L'ébarbage sert à éliminer le réseau des canaux d'arrivée de la fonte liquide (Système de coulée et d'alimentation).

Figures.25

Les bavures (à la jonction des deux parties du moule), les excroissances du métal. On utilise pour cela des marteaux burineurs, ou toute une gamme de machines à meuler.

Brossage

Par brosses métalliques à fils d'acier, laiton ou nylon.

Polissage

Par toile émeri très fine, disque feutre et pâte spéciale.

Figure.26 : Machine de meulage

L'usinage de la pièce (département carrosserie):

Cette partie du travail est réalisable au niveau de département carrosserie d'où le travail du département fonderie se limite à la réalisation de la pièce brute

- Usinage et pressage des trous :

  La pièce passera au niveau de service de tournage pour l'usinage et pressage et toute rectification sur les surfaces

  Surépaisseur d'usinage 3 mm

  Les diamètres des trous ∅ 13

Le contrôle

Cette section est normalement indépendante par rapport aux autres sections parce que son travail intervient dans toutes les étapes de fabrication à partir de la fabrication des modèles jusqu'à l'obtention de la pièce fini.

Figure.27 : Le contrôle de la pièce

Traditionnellement, le contrôle dimensionnel d'une pièce de fonderie consiste à réaliser une pièce tracée, c'est-à-dire une pièce préalablement enduite d'encre de traçage (généralement bleue) sur laquelle, au moyen d'un marbre, éventuellement d'un trusquin métrique et muni du plan de pièce usinée, on trace toutes les cotes usinées, afin de s'assurer que la fonderie était suffisamment dimensionnée vis à vis de ces différents usinages.

Le contrôle non destructif

Ultrasons :

Le contrôle non destructif, le contrôle par ultrasons est utilisé pour contrôler les défauts internes de la pièce. Ce type de contrôle est basé sur la transmission et la réflexion des ondes ultrasons dans la matière sur une face de la pièce et sur un éventuel défaut. On compare à l'aide d'un système électronique le temps mis par la réflexion des ondes. S'il existe un défaut, il apparaît un « pic » sur l'écran de l'appareil entre le pic représentant la surface d'entrée des ondes et le pic représentant la surface opposée à la surface d'entrée. Cet appareil doit être calibré en fonction de la sonde utilisée et de l'alliage à contrôler car la vitesse de propagation des ondes est différente d'un alliage à l'autre pièce tracée au client.

La pièce finie

Apres tous contrôles dimensionnels et ultrasons de la pièce elle sera prête à être monté sur la machine (grenailleuse).

Figure.28 : Pièce finie

5. La solution apportée pour augmenter la longévité de la pièce :

Pour remédier à la longévité de la pièce (l'équerre de montage), on peut opter pour la cémentation de cette pièce sur la face intérieure du caisson.
Le traitement de cémentation appliqué aux aciers est un traitement Thermochimique superficiel d'enrichissement en carbone réalisé en phase austénitique (généralement 900 à 980°C). Il est destiné à obtenir après refroidissement un durcissement superficiel par trempe.
On sait que le durcissement superficiel d'un alliage fer-carbone par transformation martensitique est directement relié à sa teneur en carbone. La recherche d'une dureté maximale conduit à obtenir des teneurs superficielles en carbone comprises entre 0,7 et 0,9 % de carbone.
Appliquée sur un acier à faible teneur en carbone, la cémentation est un moyen de durcissement superficiel permettant d'assurer une forte mise en précontrainte de compression de la surface et une bonne résistance à l'usure grâce à l'obtention d'une martensite à haute teneur en carbone, tout en garantissant à cœur une bonne ductilité grâce à l'obtention d'une martensite à base carbone.
Les profondeurs de diffusion du carbone seront pratiquement limitées à 4 mm pour des raisons économiques évidentes.
Les fortes profondeurs seront réservées aux pièces de mécanique lourde, les profondeurs les plus courantes variant de 0,3 à 2,5 mm.

6. La solution :

Pour remédier à la longévité de la pièce (l'équerre de montage) , on peut opter pour la cémentation de cette pièce sur la face intérieure du caisson.

Le traitement de cémentation appliqué aux aciers est un traitement Thermochimique superficiel d'enrichissement en carbone réalisé en phase austénitique (généralement 900 à 980°C). Il est destiné à obtenir après refroidissement un durcissement superficiel par trempe.

On sait que le durcissement superficiel d'un alliage fer-carbone par transformation martensitique est directement relié à sa teneur en carbone. La recherche d'une dureté maximale conduit à obtenir des teneurs superficielles en carbone comprises entre 0,7 et 0,9 % de carbone.

Appliquée sur un acier à faible teneur en carbone, la cémentation est un moyen de durcissement superficiel permettant d'assurer une forte mise en précontrainte de compression de la surface et unebonne résistance à l'usure grâce à l'obtention d'une martensite à haute teneur en carbone, tout en garantissant à cœur une bonne ductilité grâce à l'obtention d'une martensite à base carbone (la transformation du cœur sera, selon la trempabilité de l'alliage et la section de la pièce à traiter, totale ou partielle).

Les profondeurs de diffusion du carbone seront pratiquement limitées à 4 mm pour des raisons économiques évidentes.

Les fortes profondeurs seront réservées aux pièces de mécanique lourde, les profondeurs les plus courantes variant de 0,3 à 2,5 mm.

Conclusion

Au final de ce travail réalisé en milieu industriel et au su de l'ensemble des informations recueillies et que nous avons traité dans les différents chapitres de ce mémoire ; nous concluons ce qui suit :

- Le moulage c'est une technique qui permet de fabrique la forme extérieure de la pièce mécanique.
- Le recyclage du sable de moulage se recycle aisément qu'on ajoutant le noir minérale.
- Dans le service de moulage on peut recycler les pièces s'il y a une déformation dans la surface de la pièce.
- Dans le service de moulage on peut fabriquer des formes très complexes autorisant une grande liberté aux designers.
- Coûts de fabrication compétitifs par rapport aux technologies traditionnelles.
- Mise en fabrications rapide.
- Du point de vue économique, la réalisation de cette pièce est dix fois plus rentable que son achat à l'étranger.
- Acquisition d'une main d'œuvre qualifiée pour la production de ce genre de pièce.
- Amélioration des techniques de maintenances industrielles au sein de la société.
- Gain de temps sur la réparation de la grenailleuse.
- Favorisation du produit national

A titre posthume, j'espère que ce modeste travail, fait tant bien que mal, apportera un effet positif à la productique nationale, et une avancée scientifique pour notre université.

Bibliographie :

- Précis de construction mécanique : 2 – Méthodes, fabrication et normalisation (chez AFNOR, NATHAN)
- Guide du dessinateur industriel, André Chevalier (Hachette Technique / Edition 2003-2004)
- traité des matériaux (corrosion chimie de surfaces des métaux)
- Réalisation des moules (pièce moyenne)
- Mémoire division fonderie Rouïba (service méthodes outillage) Mr. M.Benchelabi.
- Mémoire .Procédé à froid & procédé à chaud. Mr : N.BOUTAREK.
- Mémoire Processus De Fabrication Des Pièces Brutes Au Niveau De L'unité Fonderie De Rouïba (UFR) De La Société Nationale Des Véhicules Industriels (SNVI). Mr : N.BOUTAREK.
- Construction industriel, collection : H. longeot L. Jourdan (édition bordas paris 1982).
- Mémoire Etude de la corrosion de l'alliage Al2,5%Mg de fonderie dans une solution NaCl . Mr : N. ZAZI.
- TP préforme moulage sable mécanique. LEFEBVRE Benjamin BELLET Romain Licence Techno Méca 2002-2003.
- Cahier de charge de la fonderie Rouiba.