

*Faculté des Sciences et Techniques de Fès*



*Département de Génie Industriel*



*LST de Génie Industriel*

## **Projet de Fin d'Etudes**

*Etude AMDEC de la ligne de  
yaourt ARCIL*

**Lieu** : Domaines agricoles : Usine Wad Nja

**Référence** : 20 / 13 GI

**Préparé par :**

- Yasmina SEKKAT
- Salma LARHRISSI

**Soutenu le 15 Juin 2013 devant le jury composé de :**

- Pr A. Chafi (Encadrant FST)
- Pr A. Ennadi (Examineur)
- Pr F.Gadi (Examineur)

# Remerciements

Nous tenons à remercier dans un premier lieu Mr Fayçal BENSEDDIK le Directeur de l'usine Wad Naja, pour nous avoir accueilli au sein de son organisme afin d'y accomplir notre stage de fin d'études.

Nous remercions tout particulièrement et à témoigner toute notre reconnaissance Mr Jamal EL ALLAM chef du Pôle « Recherche et Développement ».

Nous remercions également notre encadrant, Mr. Saïd LAJOUAD pour son assistance ainsi que ses précieux conseils tout au long de notre séjour au sein de son équipe.

Nous remercions aussi Mr.Mounaim FAKKOS, agent bureau des méthodes service maintenance et tout le personnel de DOUIET pour leur sympathie et leur disponibilité qu'ils ont pu nous prodiguer au cours de ce stage.

Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude et nos sincères remerciements à notre encadrant, Mr.A.CHAFI pour son encadrement et ses précieuses consignes et recommandations. Nous ne saurons jamais oublier sa disponibilité et ses valeureux conseils qui nous ont énormément aidés durant toute notre période de stage.

Nos profonds remerciements aux membres de jury Mr.A.CHAFI, Mr.A.ENNADI et Mr.F.GADId'avoir accepté de juger et d'évaluer notre travail.

Nous tenons à remercier également Mr. ENNADI responsable de licence de nous avoir donné l'opportunité d'effectuer ce stage ainsi que les intervenants professionnels responsables de la filière GI pour avoir assuré notre formation.

Nos sincères remerciements iront aussi à tous les professeurs de GI pour les efforts qu'ils fournissent pendant ce cycle de formation.

Nous voudrions exprimer toute notre profonde reconnaissance à nos parents pour leur soutien moral et matériel.

**Tous nos sincères remerciements**

## Table des matières

REMERCIEMENTS .....	2
INTRODUCTION.....	4
LISTE DES FIGURES .....	6
LISTE DES TABLEAUX .....	8
CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE LA SOCIETE.....	9

<b>1. Les Domaines Agricoles :</b> .....	9
<b>2. Le Domaine DOUIET :</b> .....	9
2.1. Secteurs d'activités .....	10
2.2. Filières d'activités .....	11
2.3. Historique .....	11
2.4. Usine Wade Naja.....	12
2.5. Organigramme de la société .....	14
<b>CHAPITRE 2 : GENERALITES SUR LA MAINTENANCE ET LA DEMARCHE AMDEC.....</b>	<b>16</b>
A. LA MAINTENANCE .....	16
<b>1. Introduction</b> .....	16
<b>2. Les objectifs de la maintenance :</b> .....	17
<b>3. Définitions normatives du terme maintenance :</b> .....	17
<b>4. Les différents types de maintenance :</b> .....	18
<b>5. Les niveaux de maintenance :</b> .....	18
B. LA DEMARCHE AMDEC .....	19
<b>1. Introduction</b> .....	19
<b>2. Les étapes de mise en place d'une AMDEC :</b> .....	19
2.1. Conditions préliminaires : .....	20
2.2. Les principales étapes de la mise en place de l'AMDEC : .....	20
<b>3. La méthode AMDEC: Principes généraux</b> .....	21
<b>4. Historique de l'AMDEC :</b> .....	22
<b>5. Types d'AMDEC:</b> .....	22
<b>6. Avantages et inconvénients de l'AMDEC :</b> .....	23
<b>CHAPITRE 3 : APPLICATION DE L'AMDEC SUR LES EQUIPEMENTS LES PLUS CRITIQUES DE LA LIGNE ARCIL ...</b>	<b>24</b>
<b>1. Cahier des charges</b> .....	24
<b>2. Groupe de travail</b> .....	24
<b>3. Description du fonctionnement de la machine</b> .....	25
3.1. Présentation de la ligne ARCIL .....	25
3.2. Décomposition matériel de la ligne .....	26
3.3. Décomposition fonctionnelle de la ligne .....	28
<b>3.3.1. Arbre fonctionnel</b> .....	28
<b>3.3.2. Description du fonctionnement de chaque sous ensemble</b> .....	30
<b>4. Analyse qualitative des défaillances</b> .....	39
4.1 Diagramme d'Ishikawa.....	40
4.2 Diagramme PARETO.....	42
4.3. Décomposition des sous-ensembles critiques .....	44
<b>5. Etude AMDEC des équipements les plus critiques</b> .....	44
<b>6. Plan d'action</b> .....	53
6.1. Actions correctives.....	53
6.2. Actions préventives.....	55
6.3. Proposition d'amélioration .....	60
6.4. Etude économique.....	61
<b>CONCLUSION</b> .....	<b>62</b>
<b>ANNEXE 1</b> .....	<b>63</b>
<b>ANNEXE 2</b> .....	<b>65</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE</b> .....	<b>77</b>
<b>WEBOGRAPHIE</b> .....	<b>77</b>

# Introduction

La consommation des produits laitiers est évidente pour chaque individu, et puisque nous sommes dans un stade où l'offre est supérieure à la demande, la qualité reste le seul critère sur lequel le consommateur peut se baser pour choisir un meilleur produit ; et pour atteindre le meilleur taux de qualité, il est nécessaire de travailler dans les meilleures conditions. Un arrêt fortuit de quelques minutes a pour conséquence une perte importante de production. C'est pourquoi la maîtrise du système de production a toujours constitué le souci majeur des industries. Ceci passe incontestablement par une maîtrise de ses équipements.

La maintenance industrielle occupe de plus en plus une place prépondérante dans l'industrie moderne. Son impact sur la production et sa qualité ne cesse de prendre de l'ampleur avec les développements de la technologie.

De nos jours les équipements de production sont automatisés et deviennent plus compacts et plus complexes, les entreprises doivent alors nécessairement se doter d'agents de maintenance compétents et polyvalents pour veiller à la disponibilité et la fiabilité de ces équipements et installations.

Ainsi, face à une gestion parfois non rationnelle, plutôt intuitive ou par phénomène d'apprentissage, le service maintenance de l'usine de Wad Nja a voulu rompre avec cette manière de gérer la maintenance de son parc machine. Une solution a été adoptée comme outil puissant de qualité qui va nous permettre d'avoir une photographie des équipements afin d'assurer leur maintenance dans les meilleures conditions. La solution retenue est la réalisation de l'analyse des modes de défaillances de leurs effets et de leur criticités (AMDEC).

Le but de cette étude est de réaliser l'AMDEC des équipements les plus critiques de la ligne de yaourt ARCIL. Elle permet de mieux appréhender les risques de défaillances, ainsi de les éviter en mettant en place une maintenance préventive plus efficace et un diagnostic de pannes plus rapide.

L'objectif sera dans un premier temps, de déterminer le niveau de criticité des composants des sous-ensembles critiques de la ligne ARCIL, et dans un deuxième temps, nous les hiérarchisons afin de dresser les actions préventives et parfois mêmes correctives qui s'imposeront.

Pour ce faire, le travail est subdivisé en trois phases : la première porte sur la détection et le recensement de toutes les défaillances possibles au sein des sous-système, la deuxième sur la cotation de ces défaillances suivant des critères et des cotes définies dans une grille ,et la troisième phase sur la consignation des résultats obtenus dans un tableau de synthèse ou ils sont analysés et interprétés pour sortir les actions correctives et préventives qui s'imposent. Enfin nous élaborons un plan de maintenance corrective et préventive issu des résultats de l'application de la démarche AMDEC, et nous proposons l'intégration d'un système qui a pour objectif l'amélioration de la disponibilité de la ligne ARCIL.

# Liste des figures

1. Organigramme de l'usine Wade Naja.
2. Types d'AMDEC.
3. Ligne Yaourt ARCIL.
4. Différentes étapes de production.
5. Vues de face et de dessus de la ligne.
6. Arbre fonctionnel de la ligne ARCIL.
7. Dérouleur plastique.
8. Introduction plastique.
9. Boite de chauffe.
10. Presse de thermoformage.
11. Table de décoration.
12. Outil de thermoformage (partie basse et partie haute).
13. Hotte.
14. Doseur.
15. Plaque porte buses.
16. Bac de lavage.
17. Dérouleur bobine opercule.
18. Etirage opercule.
19. Datage opercule.
20. Infrarouge.
21. Outil de Soudure /Découpe.
22. Tapis de sortie.
23. Coupe déchets.
24. Circuit de thermostatage.
25. Tirage chaines.
26. Diagramme d'Ishikawa de la ligne ARCIL.
27. Pareto des durées des pannes en min.
28. Diagramme d'Ishikawa de l'indisponibilité des tobleronnes.
29. Diagramme d'Ishikawa de l'indisponibilité des lames.

30. Diagramme d'Ishikawa de l'indisponibilité des pignons.
31. Diagramme d'Ishikawa de l'indisponibilité de la boîte de chauffe.
32. Diagramme d'Ishikawa de l'indisponibilité de tirage chaînes.
33. Zéro mécanique.
34. Schéma descriptif du fonctionnement de système de lavage.
35. Dérouleur papier.
36. Bloc introduction papier.
37. Rotation moule.
38. Outil de tronçonnage.
39. Outil de festonnage.
40. Bandelettes découpées.
41. Entraînement des bandes.
42. Composants d'entraînement bandes.
43. Composants du rouleau.
44. Découpe triangle.
45. Bandelettes découpées.
46. Sous-ensemble découpe triangle.
47. Bâti.
48. Toblerone.
49. Porte-couteaux.
50. Fonctions du bloc d'introduction.
51. Composants de rotation moule.
52. Composants de la boîte de chauffe.
53. Principe de chauffe.
54. Composants de soudure/découpe.

# Liste des tableaux

1. Taille de lots produits avec 5000l de produit.
2. Composants de la ligne ARCIL.
3. Durées des pannes des sous-ensembles de la ligne ARCIL.
4. Grille de cotation.
5. Fiche AMDEC de la table de décoration.
6. Fiche AMDEC de la boîte de chauffe.
7. Fiche AMDEC de l'outil de la soudure/découpe.
8. Plan d'actions préventives de la table de décoration.
9. Plan d'actions préventives de la boîte de chauffe.
10. Plan d'actions préventives de l'outil de la soudure.
11. Plan d'actions préventives de tirage chaînes.
12. Historique des pannes.
13. Composants du rouleau d'entraînement.
14. Sous ensemble de la découpe triangle.



# **CHAPITRE 1 : Présentation de la société**

## **1. Les Domaines Agricoles :**

Créés en **1960**, Les Domaines Agricoles sont un groupe opérant dans les métiers de la production agricole et agro-alimentaire depuis plus de 50 ans. Présents sur l'ensemble des régions agricoles du Maroc avec de nombreux sites de production. Les Domaines disposent de plusieurs exploitations dont la plus célèbre celle de DOUIET dans la région de Fès, fournit le fameux Chergui.

## **2. Le Domaine DOUIET :**

C'est une exploitation agricole située à 15 Km au nord-ouest de la ville de Fès, qui s'étend sur une superficie d'environ 700Ha dont 330 Ha est cultivable et qui dispose de 2 forages «Ain Allah» ainsi que «Bourkaize, avec un débit de 160L/s et 60L/s, et un lac de 100ha protégé et abritant une faune riche et diversifiée.

Elle est constituée de divers secteurs de production animale, agricole et laitière. Elle emploie un effectif qui varie entre 700 et 1000 personnes selon les saisons, constituant le personnel administratif et de production. Il est composé de cadres supérieurs, cadres et assimilés, agents de maîtrise et assimilés, agents d'exécution et ouvriers, et a pour mission :

- la production,
- la transformation,
- la commercialisation des produits.

## 2.1.Secteurs d'activités

Le Domaine DOUEIT a plusieurs activités, à savoir :

- **Activités agricoles** : qui englobent la production d'aliments (fourrages et céréales), la production laitière (Elevage des bovins et caprins laitiers) et la production Horticole (maraîchage, arboriculture, vigne et floriculture).
- **Activités agro-industrielles** : il s'agit de la transformation laitière « CHERGUI », la conservation des fruits et le conditionnement des fruits et légumes.
- **Activités commerciales** : le Domaine commercialise ses produits laitiers et horticoles à travers le service de distribution directe et indirecte installé à Casablanca.
- **Secteur contrôle de qualité \recherche et développement (CQ\RD)** :Le secteur CQ/RD a pour mission de contribuer à l'amélioration continue de la qualité des produits du Domaine .En effet les activités du laboratoire, constituent un outil de contrôle des matières premières, des produits en cours de fabrication et des produits finis. Ceci est réalisé selon des plans de contrôle et d'échantillonnage établis dans le cadre du système H.A.C.C.P. Le laboratoire répond aux normes nationales et internationales par :
  - la mise en place des autocontrôles,
  - la mise en place d'un système H.A.C.C.P,
  - la mise en application de guides des bonnes pratiques (GBP),

- la participation dans les audits internes d'hygiène,
- la participation à l'élaboration de nouveaux produits laitiers, selon les besoins du marché et du consommateur.

## 2.2. Filières d'activités

- **Filière élevage –culture :**

Le secteur élevage a deux activités principales : l'élevage des bovins (jeunes bovins, vaches laitières génisses) et des caprins. Ce secteur est considéré comme la base de la production laitière car le volume et la qualité des produits laitiers sont tributaires de la quantité et de la qualité du lait collecté par jour. Le secteur comprend deux complexes (C1 et C2) placés sous la responsabilité du chef de départements.

Le secteur culture est scindé en trois zones : deux à Douiet et un à Ras alma/Wade Naja.

- **Filière de productions laitières :**

Le secteur production et transformation laitière a été créé en 1997 sur une surface de 2150 m<sup>2</sup> et il assure une production moyenne de 9000 L par jour soit une capacité de production de 24 millions de litres par an.

- **Filière horticulture :**

Le secteur d'horticulture a trois activités principales :

- culture maraîchère,
- arboriculture,
- floriculture.

## 2.3. Historique

- **1970** : Création de la ferme dont la production est destinée uniquement au propriétaire.
- **1997** : Construction de la nouvelle usine de la production laitière dans le but d'élargir le champ de commercialisation et de viser une nouvelle clientèle.
- **1998** : Création de trois départements distincts (élevage, horticulture et produits laitiers).
- **2000** : Mise en place du système HACCP.
- **2003** : Certification Iso 9001 qui vise à accroître la satisfaction de ses clients.
- **2007** : Rectification Iso 9001.
- **2007** : Certification Iso 22000 qui assure la sécurité du consommateur.

- **2010** : création d'une nouvelle usine à Wade Naja destinée à la production des yaourts, lait, leben et jus à base de lait ,dans le but d'augmenter la production, ainsi l'ancienne usine a été destinée à la production du fromage (fromage frais et affinés, crème fraîche et beurre) et deux sortes de Yaourt (LASSI et BICOUCHES).

## 2.4. Usine Wade Naja

Créé en 2010, le site de Wade Naja est une unité de production consacré pour les produits laitiers. Il est composé d'une infrastructure pour assurer la conformité des produits aux exigences des clients, constituée de :

- service laboratoire : composé d'un laboratoire d'autocontrôle microbiologique et physico-chimique pour le contrôle de qualité des produits tout au long de la chaîne de production,
- service maintenance : chargé de toutes les réparations au sein de l'usine afin d'assurer le bon déroulement de la production ainsi que le bon fonctionnement des équipements,
- un magasin : d'une superficie de 800m<sup>2</sup> pour le stockage des matières premières : lait en poudre, arômes, fruits, sucre, cartons, pots en plastique....
- une salle de reconstitutions : pour la préparation des mix et l'ajout des ingrédients,
- une salle de process : elle inclue les cuves de stockage, de maturation et tampon, les autoclaves et les écrémeuses,
- une salle de conditionnement : pour la transformation du lait, composée de trois lignes de production d'une capacité de 60.000 litres/jour :
  - **ligne carton** : Lait pasteurisé (entier et écrémé) et Leben (nature, raïb aromatisé et beldi),
  - **ligne yaourt** : Yaourt ferme : (nature, chèvre et aromatisé), Yaourt brassé fruités et Yaourt crémeux (aromatisés),
  - **ligne bouteille** : Jus de fruits lacté et yaourt à boire fruité (vanille, fraise, avocat, pêche et amande).

- des chambres chaudes pour la maturation des produits,
- des chambres froides pour le stockage des produits finis,
- une centrale des utilités : pour la production de la vapeur, l'eau glacée et l'air comprimé,
- des

<b>Ligne</b>	<b>Taille de l'unité</b>	<b>Taille de lot</b>
<b>Carton</b>	1L	4 500 Unités
	½ L	11 111 Unités
<b>SERAC</b>	250 g	20 000 Unités
	330 g	15 151 Unités
	750g	6666 Unités
<b>A R C</b>	110 g	45 454 Unités

camions de ravitaillements des zones,

- des camions de distribution,
- des équipements informatiques,
- des équipements de communication (téléphones, fax, radio, Email.....).

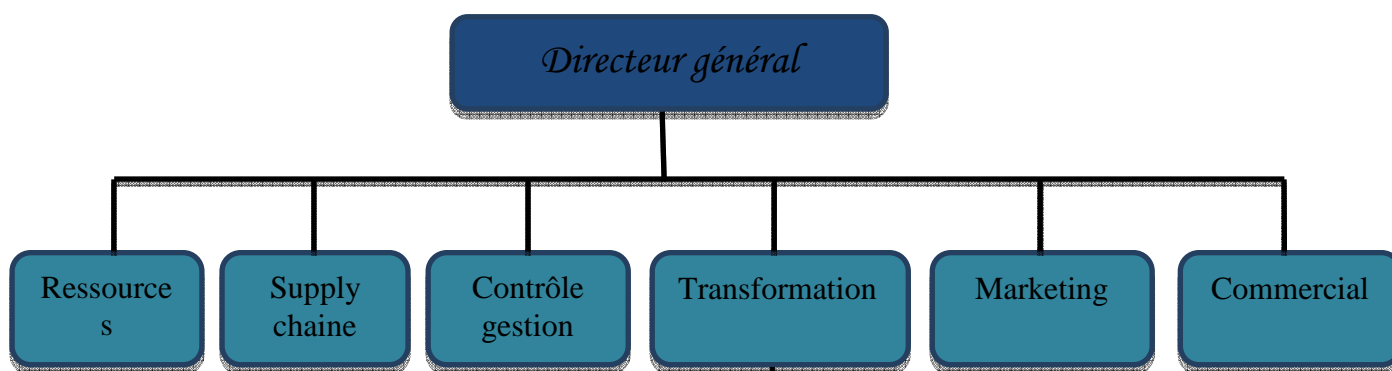
Le tableau 1 représente la taille de lots fabriqués à partir de 5000 L de produit selon la taille des unités :

	170 g	29 411 Unités
	90 g	55 555 Unités

**Tableau 1 : Taille de lots produits avec 5000L de produit**

## 2.5. Organigramme de l'usine Wad Naja

La figure 1 représente l'organigramme de l'usine Wad Naja. Nous avons effectué notre stage dans le service maintenance.



**Figure 1 : Organigramme de l'usine de Wade Naja**

# **CHAPITRE 2 : Généralités sur la maintenance et la démarche AMDEC**

## **A. La maintenance**

### **1. Introduction**

En industrie, la Maintenance est l'une des fonctions essentielles du système de production et dans les systèmes fortement automatisés, elle est une fonction capitale.

Parfois, la Maintenance constitue un élément stratégique de l'entreprise qui nécessite des moyens importants et beaucoup de dépenses.



Une Maintenance mal organisée, mal gérée ou mal exécutée, peut avoir des impacts néfastes sur le fonctionnement du système de production :

- arrêts multiples et indisponibilité des installations,
- surcoûts de production,
- grands risques de mauvaise qualité et d'indisponibilité des produits.

De même, une mauvaise Maintenance ou une Maintenance insuffisante, peut être parfois à l'origine d'importantes catastrophes (aéronautique, transport, nucléaire, ..) et peut mettre en danger l'existence même de l'entreprise.

## **2. Les objectifs de la maintenance :**

D'une manière générale, la maintenance a pour but d'assurer la disponibilité maximale des équipements de production à un coût optimal.

Les principaux objectifs que doit se fixer la fonction maintenance sont :

- contribuer à assurer la production prévue,
- contribuer à maintenir la qualité du produit fabriqué,
- contribuer au respect des délais,
- rechercher des coûts optimaux,
- respecter les objectifs humains : formation, conditions de travail et sécurité,
- préserver l'environnement et économiser l'énergie,
- conseiller la direction pour le renouvellement du matériel, et les responsables de fabrication pour une meilleure utilisation des équipements,
- améliorer les équipements de production pour faciliter la maintenance et augmenter la productivité.

## **3. Définitions normatives du terme maintenance :**

Une première définition normative de la maintenance fut donnée par l'AFNOR en 1994 (norme NFX 60-010), à savoir « l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir un bien dans un état spécifié ou en mesure d'assurer un service déterminé ».

Depuis 2001, elle a été remplacée par une nouvelle définition, désormais européenne (NF EN 13306 X 60-319) : « Ensemble de toutes les actions techniques, administratives et de management durant le cycle de vie d'un bien, destinées à le maintenir ou à le rétablir dans un état dans lequel il peut accomplir la fonction requise. »

## 4. Les différents types de maintenance :

Il existe deux façons complémentaires d'organiser les actions de maintenance :

- la **maintenance corrective**, qui consiste à intervenir sur un équipement une fois que celui-ci est défaillant. elle se subdivise en :
  - **maintenance palliative** : dépannage (donc provisoire) de l'équipement, permettant à celui-ci d'assurer tout ou partie d'une fonction requise ; elle doit toutefois être suivie d'une action curative dans les plus brefs délais,
  - **maintenance curative** : réparation (donc durable) consistant en une remise en l'état initial.
- la **maintenance préventive**, qui consiste à intervenir sur un équipement avant que celui-ci ne soit défaillant, afin de tenter de prévenir la panne. on interviendra de manière préventive soit pour des raisons de sûreté de fonctionnement (les conséquences d'une défaillance sont inacceptables), soit pour des raisons économiques (cela revient moins cher) ou parfois pratiques (l'équipement n'est disponible pour la maintenance qu'à certains moments précis). la maintenance préventive se subdivise à son tour en :
  - **maintenance systématique** : désigne des opérations effectuées systématiquement, soit selon un calendrier (à périodicité temporelle fixe), soit selon une périodicité d'usage (heures de fonctionnement, nombre d'unités produites, nombre de mouvements effectués, etc.),
  - **maintenance conditionnelle** : réalisée à la suite de relevés, de mesures, de contrôles révélateurs de l'état de dégradation de l'équipement,
  - **maintenance prévisionnelle** : réalisée à la suite d'une analyse de l'évolution de l'état de dégradation de l'équipement.

## 5. Les niveaux de maintenance :

Les opérations à réaliser sont classées, selon leur complexité, en cinq niveaux :

**1er niveau :**

Réglages simples prévus par le constructeur au moyen d'organes accessoires sans aucun démontage ou ouverture de l'équipement, ou échange d'éléments consommables accessibles en toute sécurité, tels que voyants ou certains fusibles.

**2ème niveau :**

Dépannage par échange standard des éléments prévus à cet effet et opérations mineures de maintenance préventive, telles que graissage ou contrôle de bon fonctionnement.

**3ème niveau :**

Identification et diagnostic des pannes, réparations par échange de composants ou d'éléments fonctionnels, réparations mécaniques mineures, et toutes opérations courantes de maintenance préventive telles que réglage général ou réalignement des appareils de mesure.

**4ème niveau :**

Tous les travaux importants de maintenance corrective ou préventive à l'exception de la rénovation et de la reconstruction. Ce niveau comprend aussi le réglage des appareils de mesure utilisés pour la maintenance, éventuellement la vérification des étalons de travail par les organismes spécialisés.

**5ème niveau :**

Rénovation, reconstruction ou exécution des réparations importantes confiées à un atelier central ou à une entité extérieure, fabrication de pièces de rechange.

## **B. La démarche AMDEC**

### **1. Introduction**

Dans le souci d'améliorer la qualité et la fiabilité des produits, des services et des systèmes, un outil puissant de la qualité, l'AMDEC (Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et leur Criticité) a été mis au point.

En effet, il nous permet d'identifier, d'évaluer et de maîtriser les risques en mettant en œuvre des méthodes de prévention rigoureuses.

Ce chapitre aura donc à présenter les principes généraux de l'AMDEC en passant par son historique, sa mise en place sans oublier ses avantages et ses inconvénients.

### **2. Les étapes de mise en place d'une AMDEC :**

## 2.1. Conditions préliminaires :

L'utilisation de l'AMDEC nécessite au préalable :

- la formation de tous les acteurs potentiels et de l'animateur de l'équipe,
- la formation de l'équipe à l'utilisation des outils de travail de groupe (PARETO, ISHIKAWA...),
- la désignation d'un pilote pour les actions AMDEC, directement rattaché à la direction,
- prévoir les moyens nécessaires : l'analyse AMDEC nécessite beaucoup de temps (8 à 40h) pour chaque intervenant ou participant, et le double pour l'animateur,
- la disponibilité des membres de l'équipe,
- la rigueur pour le respect de la procédure de référence et le suivi des actions correctives.

## 2.2. Les principales étapes de la mise en place de l'AMDEC :

- poser le problème : définir clairement l'objectif à atteindre et le champ d'application,
- constituer l'équipe AMDEC : composée de l'animateur qui est le pilote de la méthode AMDEC, et de représentants de différentes fonctions concernées,
- analyse fonctionnelle : le système est décomposé en sous-systèmes, et ceux-ci en composants élémentaires. pour chaque composant on détermine les fonctions principales,
- analyse qualitative des défaillances : établissement des modes de défaillance, des causes qui sont à l'origine et de leurs effets,
- analyse quantitative des défaillances : pour chaque mode de défaillance ; évaluer la gravité, la fréquence d'apparition, le risque de non-détection et calculer la criticité,
- déterminer la criticité : après la hiérarchisation des modes de défaillances selon leur criticité, on détermine la criticité au-dessous de laquelle il faut déclencher des mesures correctives,
- plan d'action : préparer un plan d'action pour supprimer les causes de défaillances .les actions peuvent être d'ordre préventif ou correctif,
- application et suivi du plan d'action : les responsables désignés sur le plan d'action sont chargés d'appliquer et suivre les mesures correctives ou préventives et d'enregistrer les résultats obtenues,

- vérification de l'efficacité des solutions : la mise en œuvre des solutions est suivie d'une vérification de leur efficacité.

### 3. La méthode AMDEC: Principes généraux

Selon AFNOR, AMDEC est une méthode inductive qui permet de réaliser une analyse qualitative et quantitative de la fiabilité ou de la sécurité d'un système.

Elle est avant tout une méthode d'analyse de système s'appuyant sur un raisonnement inductif (causes-conséquences) pour l'étude organisée des causes, des effets de défaillance et de leur criticité.

L'AMDEC est un système qui aide à prévoir pour ne pas être obligé de revoir. En appliquant une AMDEC dès la phase de la conception on peut apporter des modifications à un stade précoce.

L'Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité est une méthode structurée et systématique pour :

- détecter les défaillances (et leurs effets),
- définir les actions à entreprendre pour éliminer ces défaillances, réduire leurs effets et pour en empêcher ou en détecter les causes.

L'AMDEC est une méthode d'analyse préventive de la fiabilité d'un produit, d'un processus, d'un moyen de production ou d'un flux d'information. Elle permet de hiérarchiser les défaillances redoutées qui sont caractérisées par :

- F : fréquence d'apparition de la défaillance : elle doit représenter la probabilité d'apparition du mode de défaillance résultant d'une cause donnée,
- D : non-délectabilité de la défaillance : elle doit représenter la probabilité de ne pas détecter la cause ou le mode de défaillance avant que l'effet survienne,
- G : gravité des effets de la défaillance : la gravité représente la sévérité relative à l'effet de la défaillance.

Le produit mathématique de ces trois caractéristiques nous donne le niveau de priorité de risque appelé Criticité pour exploiter les systèmes ou sous-systèmes critiques et définir des actions préventives et/ou correctives pertinentes et efficaces pour but de :

- ✓ minimiser les risques,
- ✓ minimiser le cout de non qualité,
- ✓ minimiser les pertes de production.

$$\text{Criticité } C = G \times F \times D$$

## 4. Historique de l'AMDEC :

L'AMDEC a été développée par l'armée américaine le 09 Novembre 1949 sous la référence de MIL-P-1629 << Procédure pour l'Analyse des Mode de Défaillances, de leurs Effets et leurs Criticités >>.

En effet, cette méthode a été mise au point pour permettre à l'armée de mesurer la fiabilité d'un équipement ou d'un système. Les défauts étaient classés en fonction de leurs impacts sur le personnel et la réussite des missions.

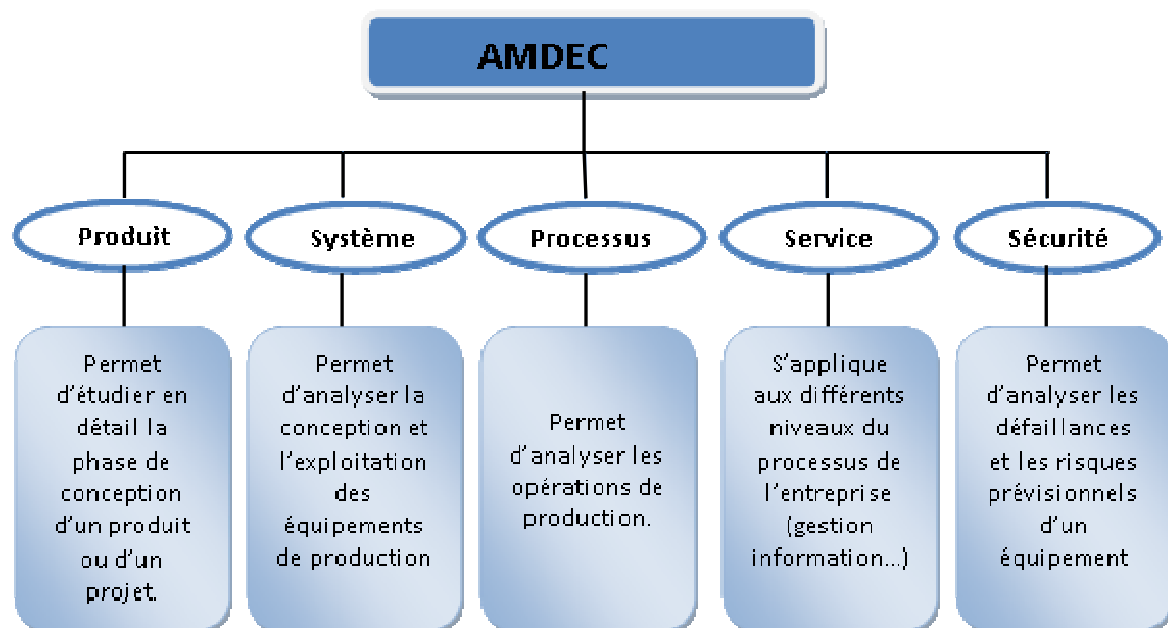
En 1988, un groupe de travail dont un membre, CHRYSLER, a développé le QS9000, équivalent d'ISO 9000 dans l'industrie automobile, pour standardiser les systèmes qualité des fournisseurs.

Les fournisseurs doivent utiliser l'AMDEC, qui fait partie intégrante de la planification de la qualité du procédé et dans le développement de leurs plans de contrôle.

En Février 1993, l'Automotive Industry Action Group (AIAG) et l'American Society for Quality Control (ASQC) émettent les normes relatives à l'AMDEC. Ces normes consignées dans un manuel ont été approuvées et soutenues par trois constructeurs automobiles. Ce manuel fournit les principes généraux de préparation de l'AMDEC.

## 5. Types d'AMDEC:

Il existe globalement cinq types d'AMDEC qui sont présentés dans la figure2.



## **Figure 2 : Les types d'AMDEC**

Le sujet de stage a pour but de mettre en place le 2ème type d'AMDEC (Système) vu que ce type permet de réaliser l'étude du moyen de production pendant sa phase d'exploitation afin de pouvoir analyser les causes réelles de défaillances ayant pour conséquence l'altération de la performance du dispositif de production.

### **6. Avantages et inconvénients de l'AMDEC :**

#### **○ Avantages :**

L'AMDEC présente plusieurs avantages :

- ✓ elle est utilisée dans beaucoup de secteurs,
- ✓ elle permet une bonne maîtrise des risques en permettant de mener des actions préventives c'est-à-dire résoudre les problèmes avant que ceux-ci ne se présentent,
- ✓ elle fournit une optimisation du plan de contrôle, une aide éclairée à l'élaboration de plans d'essais,
- ✓ elle permet aussi de mettre en commun les expériences des uns et des autres pour sortir les solutions meilleures.

#### **○ Inconvénients :**

Bien que puissante dans l'analyse de la qualité d'un système, elle présente quelques inconvénients :

- ✓ coûts souvent élevés en début d'application,
- ✓ ne permet pas parfois de prendre en compte la combinaison de plusieurs défaillances,
- ✓ parfois difficile à animer.

# **CHAPITRE 3 : Application de l'AMDEC sur les équipements les plus critiques de la ligne ARCIL**

## **1. Cahier des charges**

Notre cahier des charges est l'étude AMDEC de la ligne de yaourt ARCIL, il est constitué des points suivants :

- détermination des sous-ensembles critiques,
- calcul de la criticité des sous-ensembles critiques,
- élaboration des actions de maintenance corrective et préventive.

## **2. Groupe de travail**



Le groupe de travail de l'étude AMDEC est composé de :

- Sekkat Yasmina : stagiaire,
- Larhrissi Salma : stagiaire,
- MounaimFakkos : Agent bureau des méthodes,
- Fouad Anfar: Technicien de maintenance,
- Youssef Ait Alla: Technicien de maintenance,
- SaïdBoutchich : Conducteur de la ligne ARCIL.

### 3. Description du fonctionnement de la ligne

#### 3.1. Présentation de la ligne ARCIL

ARCIL est une machine de thermoformage intégrée destinée au conditionnement alimentaire de façon automatique des produits.



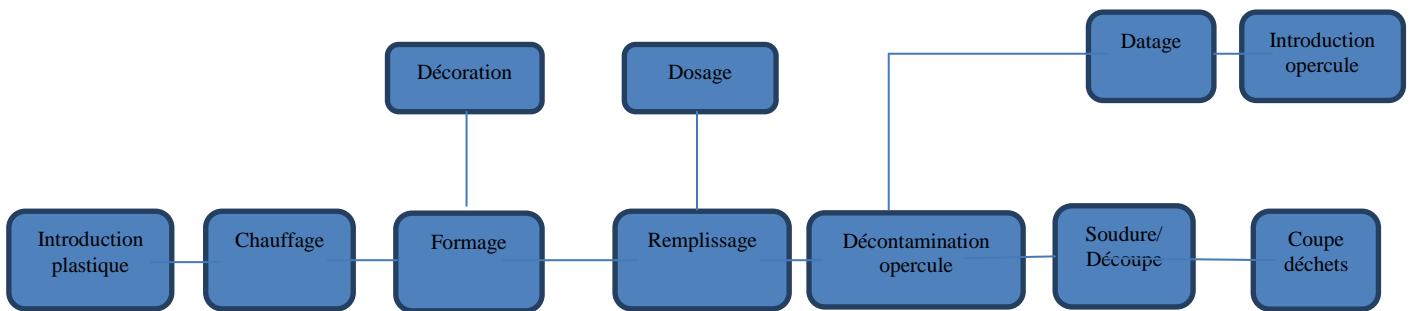
**Figure 3 : La ligne de yaourt ARCIL**

Pour mener à bien ce conditionnement, la machine réalise les opérations suivantes sous atmosphère contrôlée:

- Tirage de la feuille blanche polystyrène et chauffage de ses extrémités à l'aide de deux résistances ( $80^{\circ}$ - $90^{\circ}$ ) pour que les picots puissent la pénétrer.
- Découpe de la banderole en huit bandelettes qui se découpent à leur tour en unités pour le décor des pots.
- Formage à chaud de pots à l'aide de quatre boîtes de chauffe ( $140^{\circ}$ - $145^{\circ}$ ), la feuille blanche se dilate pour permettre le formage des pots avec l'outil de formage qui est composé du moule, de fond de pots et des poinçons.

- Dosage du produit dans un doseur et remplissage des pots avec le produit à l'aide des buses.
- Etirage du couvercle du pot en polyéthylène appelé opercule.
- Datage du film opercule.
- Décontamination du film opercule avec des rayons ultra-violet ou infra rouge.
- Soudure des pots c'est-à-dire la fermeture des pots à l'aide d'un outil de soudure (230°-240°).
- Découpe des pots en unités de vente (quatre par quatre) à l'aide d'un outil de découpe.
- Découpe des déchets à l'aide de la coupe déchets.

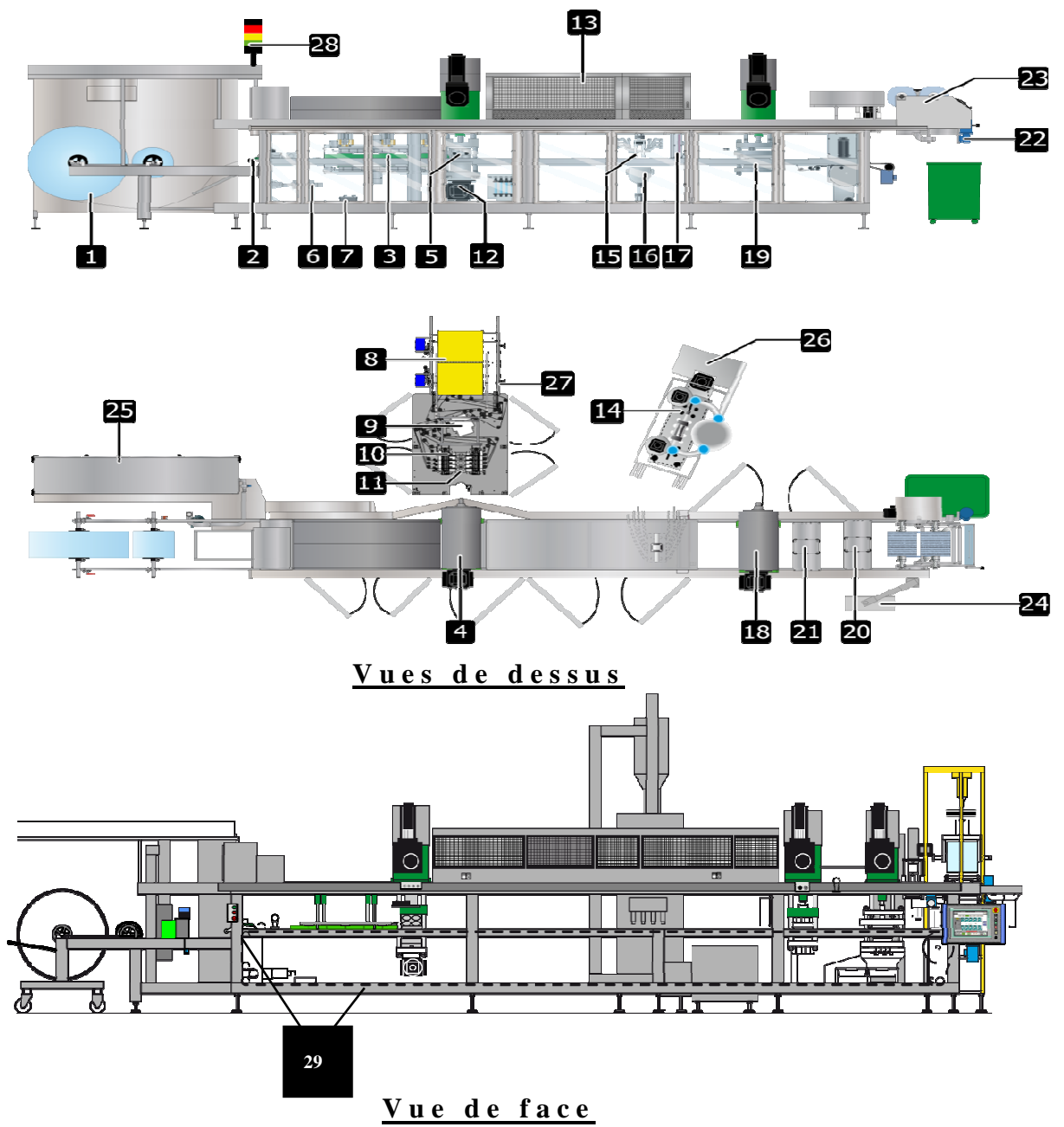
Ces opérations sont résumées dans la figure 4 :



**Figure 4:** Les différentes étapes de production

### 3.2. Décomposition matériel de la ligne

La figure 5 représente les différents composants de la ligne ARCIL.



**Figure 5 : Vues de face et de dessus de la ligne**

Le tableau 2 représente les différents composants de la ligne ARCIL

Numéro	Désignation	Numéro	Désignation
1	Dérouleur plastique	16	Bac de lavage
2	Introduction plastique	17	Infrarouge
3	Boite de chauffe	18	Presse de soudure / découpe
4	Presse de thermoformage	19	Outil de soudure / découpe
5	Outil de formage	20	Etirage opercule
6	Tension de chaines	21	Datage opercule
7	Huilage chaines par pinceaux	22	Coupe déchet
8	Dérouleur bobine décor 1	23	Dérouleur bobine opercule
9	Festonnage	24	Pupitre operateur
10	Découpe triangle	25	Armoire principale
11	Introduction décor	26	Armoire doseur
12	Rotation de moules	27	Thermostatage
13	Hotte à flux laminaire	28	Vérine
14	Doseur	29	Tirage chaine
15	Plaque porte buses		

**Tableau 2 : Composants de la ligne ARCIL**

### 3.3. Décomposition fonctionnelle de la ligne

#### 3.3.1. Arbre fonctionnel

La figure 6 représente l'arbre fonctionnel de la ligne ARCIL.

# ARCIL

Système introduction plastique

Boite de chauffe

Table de décoration

Outil de formage

Doseur

Système introduction opercule

Outil de datage

Outil de décontamination

Outil de Soudure/Découpe

Coupe déchets

Axes portes bobines

Guides refroidis

Dérouleur papier

Contre moule

Courroie

**fonctionnel de la ligne ARCIL**

Poinçons et couteaux

Lames

Rouleau de guidage

Electrodes

Introduction dérouleur papier

Moule

Chauffe de bords

Douilles de guidage

Rotation de moule

Plaque fond de pots

Système de picotage

Plaque porte pionçons

Matrice

### 3.3.2. Description du fonctionnement de chaque sous ensemble

**Dérouleur plastique :** (Représenté par le chiffre 1 dans la figure 5)

Le dérouleur plastique est constitué d'un châssis mécano-soudé et comprend deux positions de bobine : une position bobine pleine (à l'extérieure du châssis) et une position fin de bobine (près de l'ensemble d'introduction).



**Figure 7: Dérouleur plastique**

**Introduction plastique**(Représenté par le chiffre 2 dans la figure 5)

Le système d'introduction plastique permet l'introduction de la bande plastique ainsi que le picotage de celle-ci. Il se compose d'un guidage, d'une chauffe des bords, d'une détection et d'une zone de picotage.



**Figure 8: Introduction plastique**

### **Boîte de chauffe**(Représenté par le chiffre 3 dans la figure 5)

La boîte de chauffe permet la mise à température progressive de la bande plastique. La mise du film thermoplastique à température de formage est obtenue par le contact de plaques chauffantestéflonnées. Chaque plaque, appelée aussi électrode, a une résistance moulée à régulation individuelle. Ces électrodes sont situées au-dessus et sous la bande plastique. L'ensemble de chauffe est composé de plusieurs électrodes de chauffe supérieures et inférieures. Les plaques sont usinées de façon à chauffer les zones qui auront à subir une déformation.



**Figure 9 : Boîte de chauffe**

### **Presse de thermoformage**(Représenté par le chiffre 4 dans la figure 5)

Cette machine comprend 2 presses pour les opérations de formage, thermoscellage (soudure) et découpe. Ces presses, suspendues sur un châssis, sont indépendantes. Chaque presse est constituée d'un arbre à cames qui possède sa propre motorisation. La presse de formage est fixe par rapport au bâti. Elle est la référence. On la positionne en butée sur les vis coté boîte de chauffe, et contre le rail côté opposé conducteur. En revanche la presse de soudure/découpe est mobile.



**Figure 10 : Presse de thermoformage**

### **Table de décoration**(Représenté par les chiffres 8;9;10;11;12 dans la figure 5)

Pour la mise en place des décors dans le moule, le système est divisé en quatre opérations :

- Le premier module (dérouleur papier), qui se trouve sur un châssis extérieur, comporte le tronçonnage des bobines de papier (découpe des bandelettes).
- Le second module (découpe festonnage) + la découpe triangle permettent la découpe au format du papier.
- Le troisième module (bloc d'introduction papier), permet la dépose de la bandelette dans le moule.
- Le quatrième module (rotation des moules) permet d'amener les papiers qui se trouvent dans les moules sous le poste de thermoformage.



**Figure 11 :Table de décoration**

### **Outil de Formage**(Représenté par le chiffre 5 dans la figure 5)

L'outil de formage est composé de :

En partie haute **1**, d'un contre-moule dans lequel manœuvrent des poinçons de formage.

En partie basse **2**, d'un moule équipé de fonds de pots.

#### **Principe de fonctionnement**

La bande plastique chauffée arrive sous la presse de formage.

La presse se verrouille, ce qui a pour conséquence de figer la bande.

Les poinçons descendent.

Envoi d'air de formage pour former le plastique.

L'air prisonnier entre le plastique et le moule s'évacue par les fonds de pots.





**Partie basse**Partie haute



**Figure 12 : Outil de thermoformage partie basse /partie haute**

### **Hotte à flux laminaire**(Représenté par le chiffre 13 dans la figure 5)

Une hotte est implantée entre la presse de formage et la presse de thermoscellage afin d'assurer la propreté de l'atmosphère à laquelle sont exposés contenant et contenu.

Elle est constituée :

- d'un châssis dans lequel prend place les préfiltres et le filtre absolu,
- de moto ventilateurs centrifuges dont le débit d'air (m<sup>3</sup>/h) est fonction du type de hotte.



**Figure 13 : Hotte**

### **Doseur**(Représenté par le chiffre 14 dans la figure 5)

Le doseur est sur un châssis extérieur à la machine. Entre l'arrivée du produit et le piston, se trouve un disque qui fait office de vanne d'admission. Ce disque obstrue soit

l'arrivée produit, soit le départ vers la plaque porte buses. Le mouvement de ce disque est donné par un vérin et une crémaillère.

Les vitesses de chargement et d'éjection sont tributaires du produit à doser.



**Figure 14 : Doseur**

**Plaque Porte Buses**(Représenté par le chiffre 15 dans la figure 5)

Cette plaque, située sur la machine, supporte les buses, mais aussi le bac de lavage. Elle est le complément logique du doseur. La plaque porte buse est réglable dans le sens du défilé. Elle possède également un réglage de niveau. Les buses, sont reliées au doseur par l'intermédiaire de tuyaux. Dans le cas de produit liquide, les buses sont animées d'un mouvement de monte et baisse pour éviter les éclaboussures et les phénomènes de mousse. Le mouvement du monte et baisse est

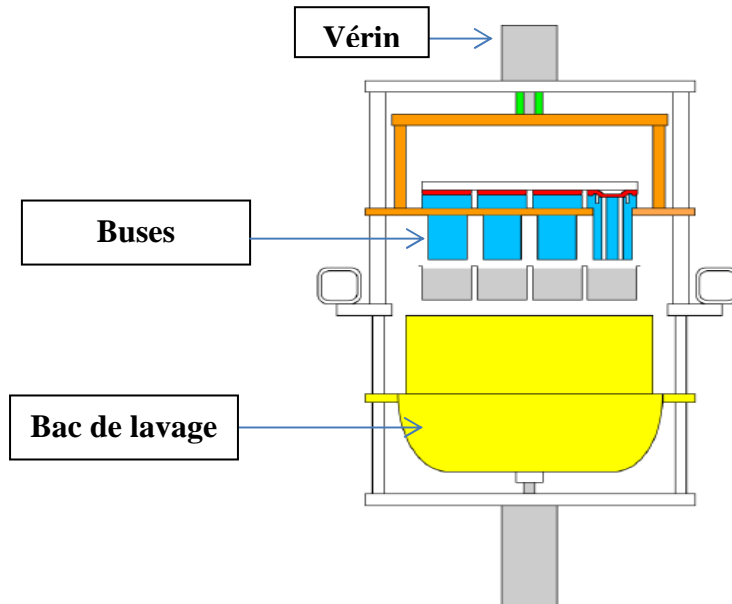
donné par un vérin, déplaçant toute la plaque porte buses.



**Figure 15 : Plaque Porte Buses**

**Bac de lavage**(Représenté par le chiffre 16 dans la figure 5)

Lors du lavage, un bac vient se fixer sous la plaque, afin de récupérer les produits de nettoyage. La montée du bac de lavage est actionnée par un vérin. Par contre, la fixation du bac sur la plaque pour le nettoyage, est manuelle, et est réalisée par des vis.



**Figure 16 : Bac de lavage**

### **Dérouleur bobine opercule**(Représenté par le chiffre 23 dans la figure 5)

Le dérouleur se situe en partie supérieure de la machine au-dessus du tapis de sortie. Il comprend 2 postes pouvant recevoir chacun alternativement une nouvelle bobine. L'opercule passe dans un système de bras de tension par gravité, qui régule, grâce à des détecteurs de position, la

marche du moteur de déroulage des bobines. L'opercule passe ensuite devant une table de rabotage pour les raccordements de bobines, qui est renvoyé à l'intérieur de la machine ; il défile devant 1 cellule de détection de spot de repérage du pas d'impression.



**Figure17 : Dérouleur bobine opercule**

### **Etirage opercule**(Représenté par le chiffre 20 dans la figure 5)

L'opercule passe ensuite dans le système d'étirement et continue à travers les colonnes des presses de découpe et de thermoscellage. Il est alors plaqué contre la bande plastique et revient dans l'outillage de soudure où il sera thermocollé à la bande plastique.



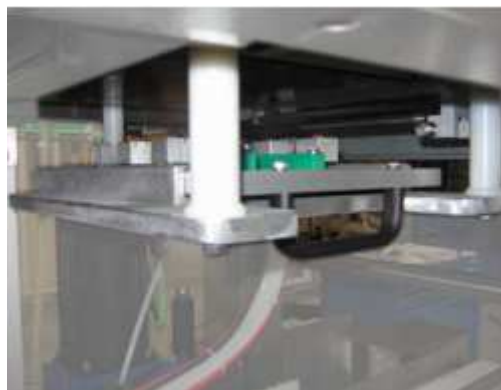
**Figure 18: Etirage opercule**

**Datage opercule** (Représenté par le chiffre 21 dans la figure 5)

Le poste de datage (marquage de la Date sur les opercules) est placé entre l'étirage à chaud et la presse de soudure.

Le système de datage comprend 2 mouvements mécaniques :

- 1 mouvement de translation horizontale d'une série de tampons encreurs,
- 1 mouvement de translation verticale de la plaque support caractères.



**Figure19 : Datage opercule**

**Infrarouge**(Représenté par le chiffre 17 dans la figure 5)

Le module infrarouge comprend 6 lampes à émission infrarouge d'ondes courtes. Il sert à désinfecter et stériliser le papier opercule avant de souder celui-ci sur les pots. La désinfection est réalisée par émission de chaleur. Pour cela, le papier lorsqu'il redescend pour être souder à la bande

plastique, passe dans le caisson et la désinfection est réalisée. Ainsi, le module réalisera, en sortie, un papier stérilisé et chauffé.



**Figure 20 : Infrarouge**

### **Outil de soudure/découpe**(Représenté par le chiffre **19** dans la figure 5)

**Soudure** : Le thermoscellage consiste à faire adhérer un film (opercule), enduit d'un matériau scellable, par pression et par transmission de température d'une électrode chauffante sur la bande plastique, soutenue par une contrepartie appelée contre-électrode.

**Découpe** : La fonction de l'outil de découpe est de séparer la bande plastique en unité de vente : barquettes de 8 pots



**Figure 21 : Outil de Soudure/Découpe**

### **Tapis de sortie**

Après la presse de découpe, les packs sont repris sur un tapis en sortie machine. La vitesse d'avance des chaînes est légèrement supérieure à la vitesse de transfert pas à pas de la bande plastique. Le tapis est réglable en hauteur, et en longitudinal.



**Figure 22** : Tapis de sortie

**Coupe déchets**(Représenté par le chiffre 22 dans la figure 5)

A la sortie de l'outil de découpe, la grille est dépicotée. Elle passe au-dessus du tapis de sortie, et est entraînée par deux rouleaux dans la guillotine.

La découpe de la grille est réalisée par une lame actionnée par un vérin. La lame est guidée verticalement par deux douilles à billes. Les déchets sont récupérés dans une goulotte située au-dessus du tapis et sont évacués.



**Figure 23**: Coupe déchets

**Thermostatage**(Représenté par le chiffre 27 dans la figure 5)

Le thermostatage ARCIL permet une régulation précise de la température d'un fluide secondaire qui va lui-même permettre de refroidir ou de contrôler avec précision la température de certains organes, notamment le ou les moules de formage, à partir d'un fluide primaire client qui absorbe les calories par l'intermédiaire d'un échangeur à plaques.



**Figure 24 : Thermostatage**

**Pupitre opérateur** (Représenté par le chiffre **24** dans la figure 5)

L'afficheur est un écran tactile, à partir duquel on démarre les différents postes de la machine. Il permet également d'accéder aux différents sous menus de gestion, d'entretien et de paramétrage. Les messages apparaissent sur cet afficheur.

**Tirage chaînes** (Représenté par le chiffre **29** dans la figure 5)

Deux chaînes, dont l'aller et le retour sont dans un même plan vertical, prennent en charge la bande plastique et assurent son transfert. Ces chaînes comportent des picots. Tout le long de la machine, les chaînes sont guidées dans un profilé en matériau antifriction.

L'entraînement des chaînes est assuré par les roues avant et par les roues de renvoi à l'arrière sur lesquelles on exerce la tension des chaînes par deux vérins.



**Figure 25 : Tirage chaînes**

## **4. Analyse qualitative des défaillances**

## 4.1 Diagramme d'Ishikawa

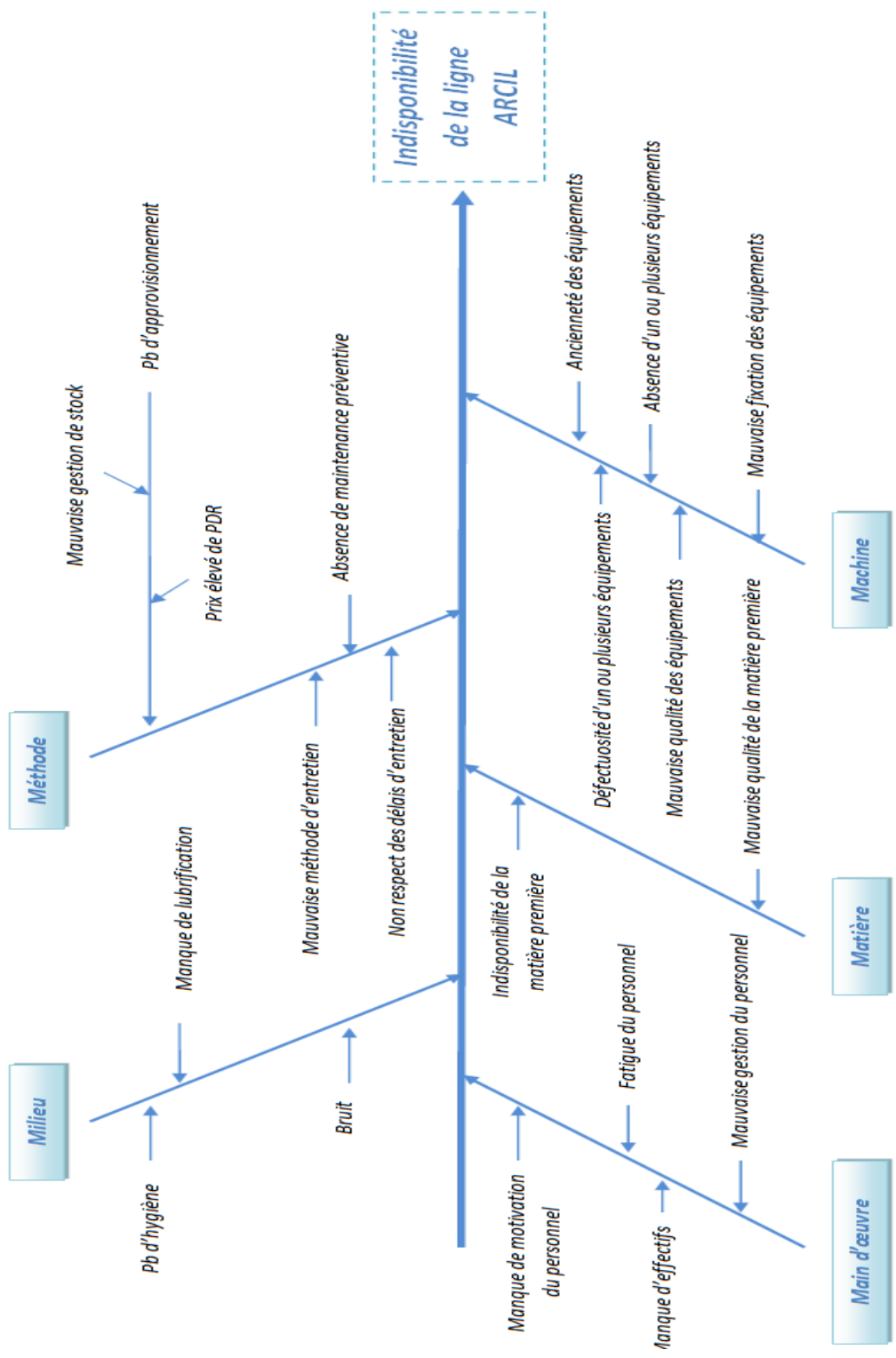
Le diagramme d'Ishikawa est un outil qui permet d'identifier les causes possibles d'un effet constaté et de déterminer les moyens pour y remédier.

L'outil se présente sous la forme d'arêtes de poisson classant les catégories de causes inventoriées selon la loi des 5M (matière, main d'œuvre, matériel, méthode, milieu).

La figure 26 présente le diagramme d'Ishikawa prenant comme objectif de l'étude l'amélioration de la fiabilité et la disponibilité de la ligne ARCIL.

**Figure 26 :**  
**Diagramme d'Ishikawa de la ligne ARCIL**





**Figure 26:** Diagramme d'Ishikawa de l'indisponibilité de la ligne

## 4.2 Diagramme PARETO

Lorsqu'on est confronté à un problème, il est important de réagir au plus vite pour que celui-ci ne prenne pas trop d'importance. Il convient alors d'agir rapidement sur les problèmes principaux et répétitifs afin de les limiter au maximum. Dans cette optique le **diagramme Pareto** semble être un très bon outil.

### Etapes de réalisation :

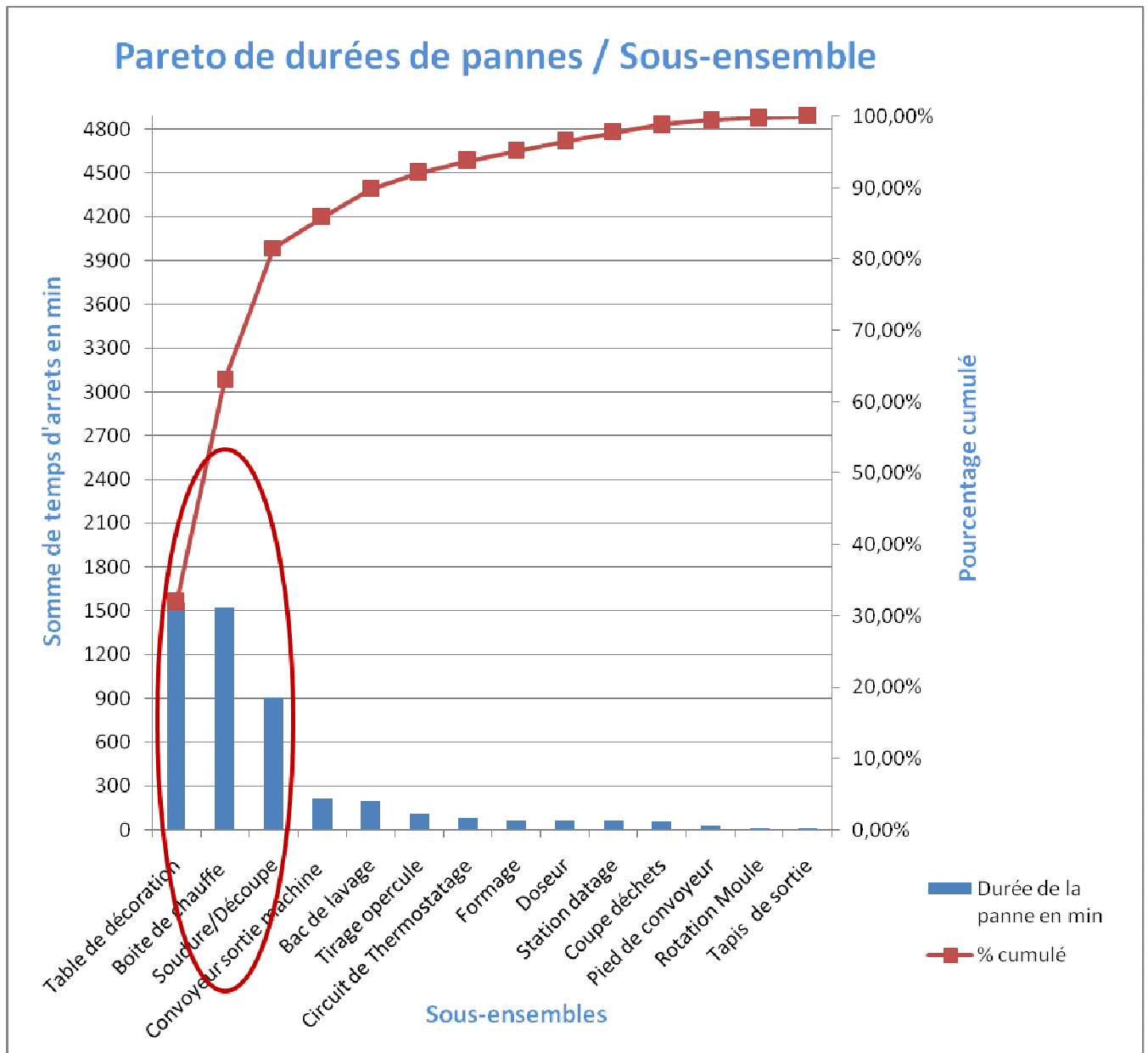
- a-Le diagramme Pareto repose sur la loi des « 20% - 80% ». Il s'agit d'identifier les pannes principales de la ligne ARCIL afin de les réduire au maximum.
- b-la 2<sup>ème</sup> étape consiste à lister tous les sous-ensembles qui engendrent l'arrêt. Afin de n'en oublier aucun on s'est basé sur les rapports des techniciens durant les derniers 6 mois ainsi que l'historique que nous avons pris durant notre période de stage (voir annexe 1)
- c-On classe alors les valeurs obtenues par ordre décroissant et on les reporte sur un histogramme dans cet ordre puis on représente les pourcentages cumulés.

Le tableau illustre les différentes étapes de création de **diagramme PARETO**.

Equipements	Durée de la panne en min	% de durées d'arrêts	% cumulé
Table de décoration	1560	31,93%	31,93%
Boite de chauffe	1520	31,11%	63,04%
Outil de Soudure/Découpe	904	18,50%	81,54%
Convoyeur sortie machine	210	4,30%	85,84%
Bac de lavage	196	4,01%	89,85%
Tirage opercule	110	2,25%	92,10%
Circuit de Thermostatage	82	1,68%	93,78%
Outil de formage	67	1,37%	95,15%
Doseur	66	1,35%	96,50%
Station datage	60	1,23%	97,73%
Coupe déchets	55	1,13%	98,85%
Pied de convoyeur	30	0,61%	99,47%
Rotation Moule	15	0,31%	99,77%
Tapis de sortie	11	0,23%	100,00%
Total	4886	100,00%	

**Tableau 3 : Durées des pannes des sous-ensembles de la ligne ARCIL**

Après le remplissage du tableau, vient la phase de la représentation du diagramme Pareto afin d'en sortir les équipements critiques. La figure 27 représente le diagramme Pareto obtenu à partir du tableau 3 :



**Figure 27 : Pareto des durées de pannes en min**

D'après la courbe Pareto et selon la loi 20/80, on trouve que 3 sous-ensembles (Table de décoration, Boîte de chauffe, Outil de Soudure/Découpe) parmi les 14 représentent plus que 80% de la durée cumulée des pannes. Donc notre étude AMDEC sera consacrée pour ces 3 sous-ensembles.

### 4.3. Décomposition des sous-ensembles critiques

Après avoir déterminé les sous-ensembles les plus critiques de la ligne, nous procédons à la décortication de ces derniers afin de mieux comprendre le fonctionnement de chaque sous-ensemble ainsi que ses composants (voir ANNEXE 2).

## 5. Etude AMDEC des équipements les plus critiques

### Cotation de la criticité

D'après la discussion avec les techniciens de la maintenance et la consultation d'historiques des pannes, nous avons établi la grille de cotation représentée dans le tableau 4 pour déterminer la criticité.

	Fréquence	Gravité	déteçtabilité
1	Rare	Mineure	Alarme de la machine
2	Peu fréquent	Significative	Détection par l'opérateur
3	Fréquent	Moyenne	Détection par les agents de la maintenance
4	Très fréquent	Majeure	Difficile à détecter

---

**Tableau 4: Grille de cotation**



## Fiche AMDEC Système

Ligne : ARCIL

Réalisé par :Sekklat Yasmina

Service : Maintenance

Ensemble: Table de décoration	Criticité				Actions Correctives					
	Indice nominaux			Effet						
	F	D	C							
Equipement	Mode de défaillance	Causes	Effet							
Découpe triangle	Manque de verin découpe triangle	Manque des pièces de rechange	Arrêt de la machine	1	3	2	6	Changement de verin découpe triangle		
	Bandelettes mal coupées	Lames et tobiérones non nettoyés		4	2	1	8		Nettoyage des lames avec alcool	
	Donner le profil intérieur de la bandelette	Entassement de déchets sur la table	Blocage de la bande de déchets (triangles)	Bourrage	1	2	1	2	Elimination du blocage et nettoyage des déchets de triangle	
		indisponibilité de la découpe triangle	Verin découpe triangle défectueux		1	3	2	6		Changement de verin défectueux
		Fuite d'air de verin tobiérone	Mauvaise qualité du verin		1	3	2	6		Changement de verin découpe triangle
	Dériveur papier	Pignon de fixation de rotation pistons cassé	Coupure de courant	Arrêt de la machine	2	1	4	8	Changement de circlips	
Banderole non conforme		Problème au niveau de stock ( humidité )	Bourrage	2	1	3	6	Nettoyage des lames et découpe triangle avec l'alcool		
Décalage spot banderole		Détecteur de spot décalé	Produit non conforme	3	2	1	6	Changement de photocellules de petits décors au grands décors		
Bloc introduction	assurer un enroulement des bandelettes et une introduction de ces dernières dans le moule	Bloc d'enroulement des bandelettes non centré	Bourrage	1	2	1	2	Centrage et serrage de bloc d'enroulement		
Rotation moule	Déplacement des papiers qui se trouvent dans le moule sous le poste de thermoformage	Désserrage des écrous des détecteurs à cause de la vibration de la machine	Décalage de la machine	2	1	3	6	Réglage du détecteur de position du moule, forçage du distributeur de verin de positionnement du moule, Réglage du détecteur de formage		

Après avoir calculé la criticité et trouvé les éléments critiques, le diagramme d'ISHIKAWA nous donne les différentes causes probables qui mènent à l'indisponibilité des composants.

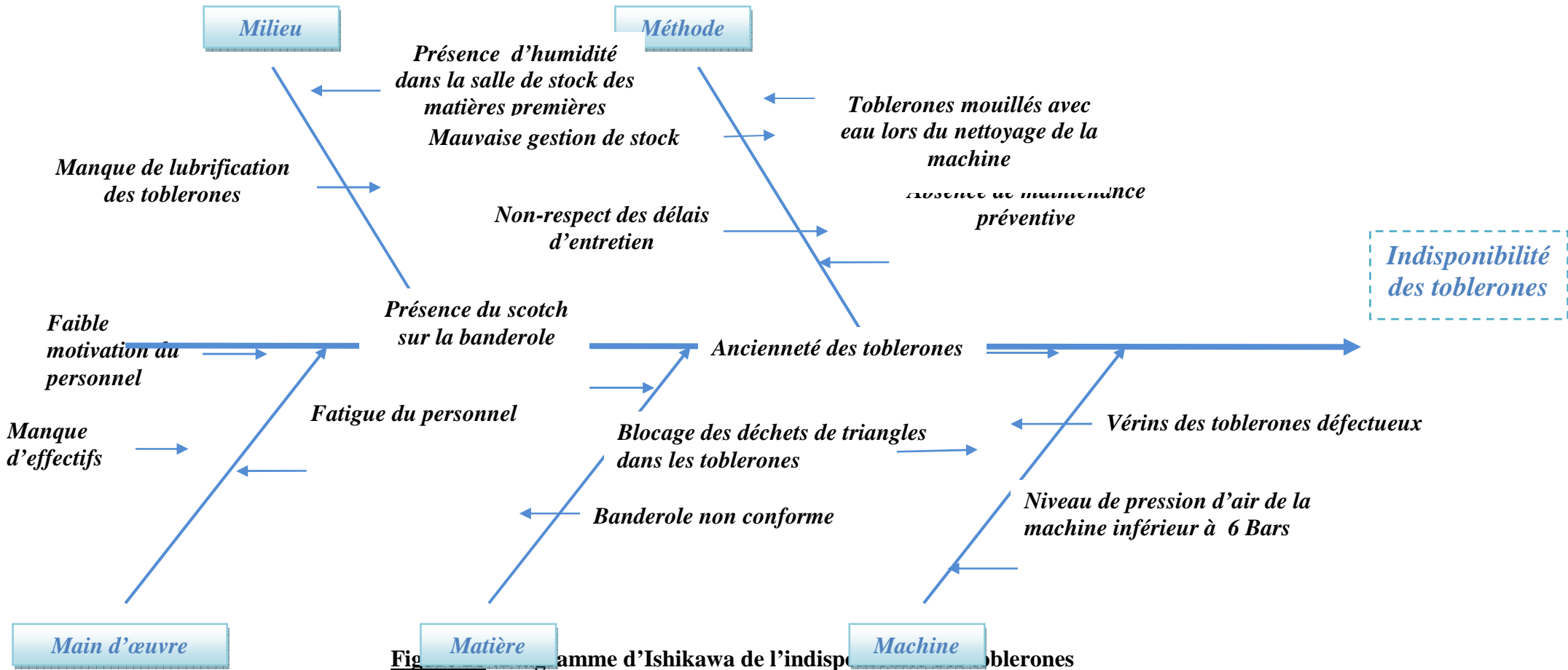
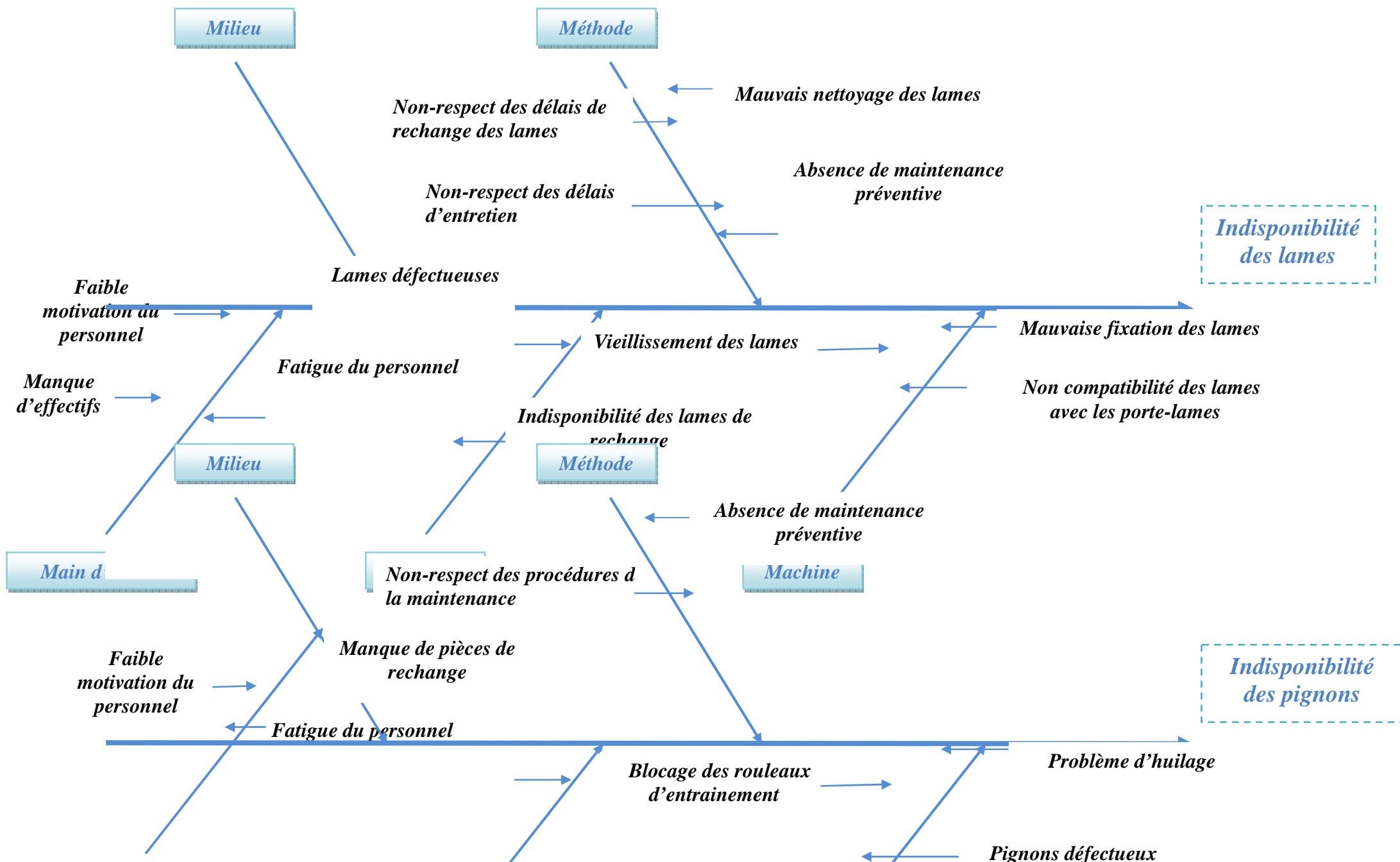


Fig. 1. Diagramme d'Ishikawa de l'indisponibilité des toberones



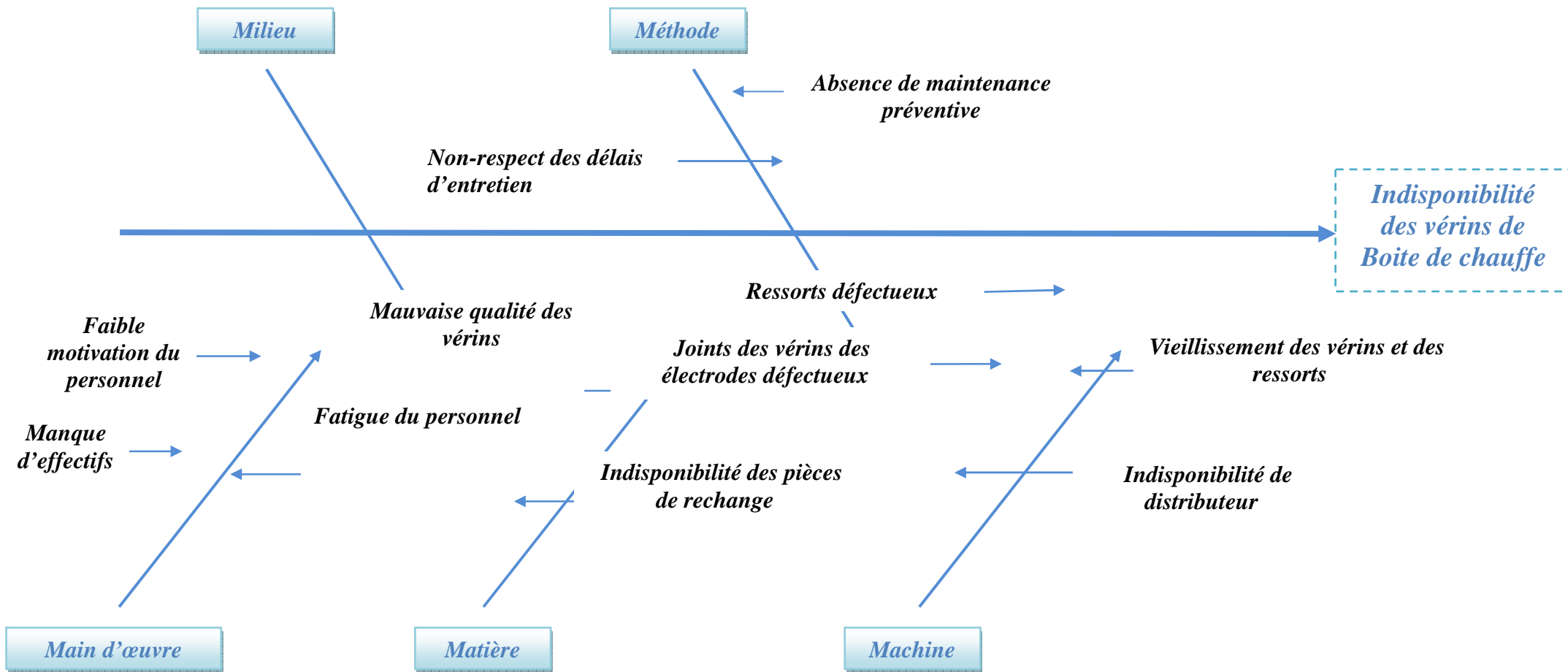
*Main d'œuvre*

← *Bandelettes mal festonnées*



Fiche AMDEC Système										
Ligne : ARCIL										
Ensemble: Boite de chauffe	Réalisé par : Larinssi salma & Sekkat Yasmina	Service : Maintenance	Fonction	Mode de défaillance	Effet	Causes	Criticité			Actions Correctives
							Indice nominaux			
Equipement							F	D	G	C
Plaque de chauffe	Chauffer la bande plastique	Blocage de verin de boite de chauffe	Arret de la machine	Problème d'air comprimé (mélangé avec l'huile)	2	2	3	12		Forçage de distributeur de verin de boite de chauffe extérieur coté formage
Disjoncteur de température	interrompre le courant électrique en cas d'incident sur un circuit électrique	Disjoncteur de température d'une boite de chauffe déclenché	Arret de la machine	court circuit de l'alimentation des résistances	1	1	4	4		Changement d'un cable d'alimentation et de résistance de boite de chauffe/changement de régulateur de
Sonde de température	transformer l'effet du réchauffement sur ses composants en signal électrique.	Instabilisation de la température	pots déformés	Sonde défaillante	3	1	2	6		Changement de la sonde de température de boite chauffe intérieure n° 2

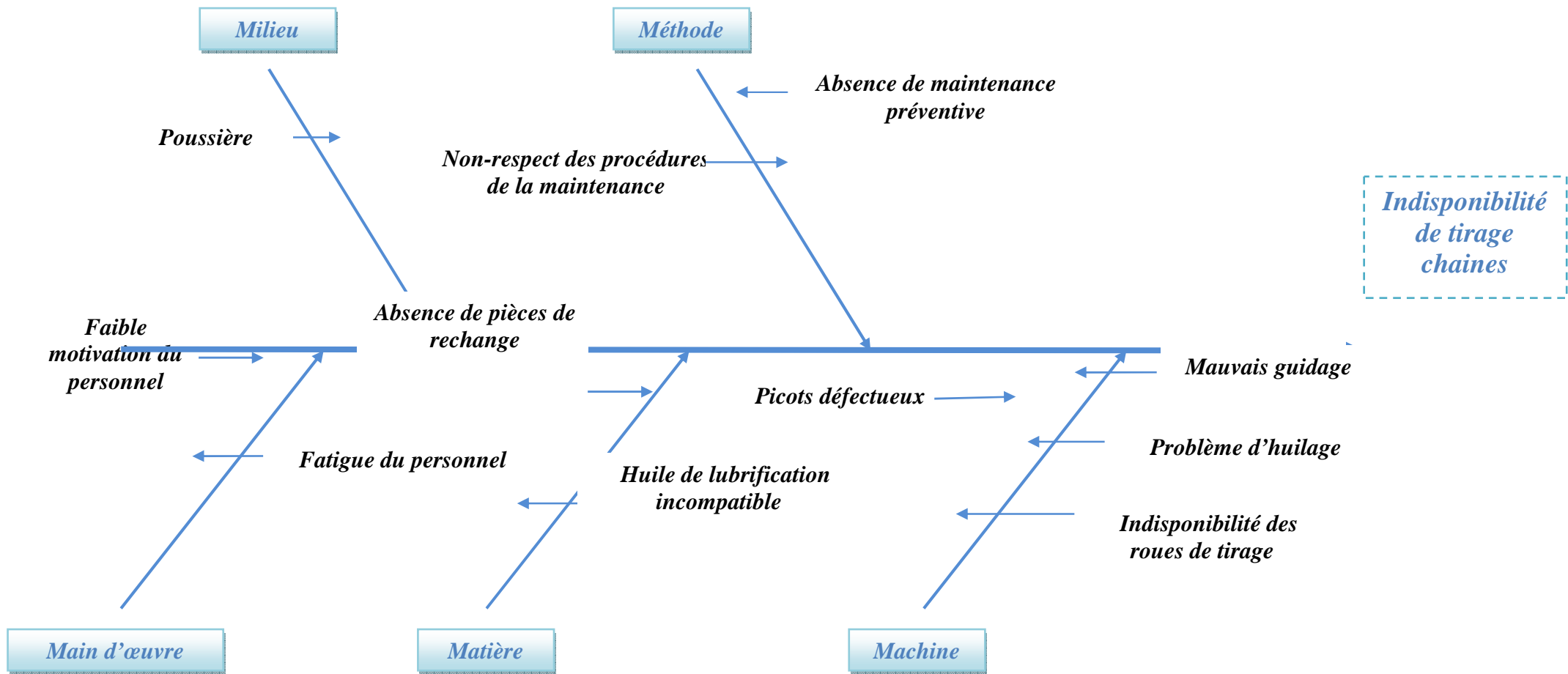
Table  
au 6 :  
Fiche  
AMDE  
Cde la  
boite  
de  
chauf  
fe



**Figure 31** : Diagramme d'Ishikawa de l'indisponibilité des vérins de boite de chauffe

Fiche AMDEC Système									
Ligne : ARCIL									
Ensemble: Outil de Soudure/Découpe	Réalisé par: Sekkat Yasmina & Larhissi salma			Service : Maintenance			Criticité		
	Fonction	Mode de défaillance	Causes	Effet	F	D	G	C	Actions Correctives
Equipement			Fuite au niveau de la capsule	Problème de scellage	2	3	3	18	Centrage de la bobine plastique
			plastique collé sur la soudure	Pots déformés	3	2	3	18	Nettoyage de la découpe avec TOPAX et eau. Démontage de la soudure et débranchement de l'alimentation. Nettoyage des bouts de plastique sur la soudure. Montage de la soudure et vérification de la température
Outil de Soudure	Fermeture des pots	Mauvaise soudure	Système de nettoyage n'est pas installé	Chaîne sale et soudure non nettoyée	4	4	4	64	Nettoyage de la soudure Nettoyage de la chaîne de tirage
			Décalage de la bobine plastique	Décalage des pots au niveau de la soudure/découpe	1	3	2	6	Nettoyage de la chaîne avec l'eau et l'air Centrage de la découpe et la soudure Changement des paramètres de tirage chaîne
Outil de Découpe	Découpe des pots en unités de vente	L'un des quatre pots découpés est percé	Problème d'air comprimé	Blocage de verin de soudure	1	2	2	4	Forçage de distributeur de verin de la soudure
			le cercle de soudure coté buse n°2 est déformé	Pots déformés	1	2	1	2	Changement de la soudure d'Arcil 2 Au Arcil 1 (cablage et montage)
			Mauvaise conduite	Produit non conforme	2	2	1	4	Démontage de la découpe Nettoyage de la découpe Montage de la découpe Démarrage de la machine à vide pour essais

Tableau 7 : Fiche AMDEC de l'outil de soudure/découpe



**Figure 32** : Diagramme d'Ishikawa de l'indisponibilité de tirage chaines

Une fois cette étape est terminée, nous passons à la hiérarchisation des criticités afin de tenter de donner des actions préventives s'ils s'avèrent nécessaires et des actions correctives qui s'imposent.

## **6. Plan d'action**

Le groupe de travail a décidé de considérer la valeur maximale de la criticité des composants de chaque sous ensemble comme criticité de tout ce dernier. Pour remédier aux problèmes rencontrés, le groupe a proposé un plan de maintenance corrective. Nous avons aussi proposé de vérifier l'état de fonctionnement des sous-ensembles critiques suivant une démarche de maintenance préventive systématique et conditionnelle, et d'installer un système de lavage au niveau de tirage chaînes qui peut mener à l'amélioration des performances de la ligne ARCIL.

### **6.1. Actions correctives**

#### **Table de décoration Lames et toberones**

Après que la défaillance survienne, les techniciens de la maintenance interviennent pour la corriger en suivant ces étapes :

1. Démontage des portes- couteaux
2. Démontage de toberone
3. Nettoyage avec alcool
4. Montage des porte-couteaux
5. Montage de toberone
6. Démarrage semi-automatique de la table pour faire des essais qui testent le bon fonctionnement
7. Validation du bon fonctionnement de la table de décoration

#### **Pignons de fixation de rotation pistons**

Après que la défaillance survienne, les techniciens de la maintenance interviennent pour la corriger en suivant ces étapes :

1. Introduction de la tige d'indexage dans les trous des pistons pour les rendre au même niveau



**Figure 33 : Zéro mécanique**

2. Démontage des circlips des pignons
3. Vérification de l'état des pignons
4. Montage des circlips
5. Recalage des pistons à l'aide d'un bouton qui se trouve sur le pupitre
6. Retirage du zéro mécanique
7. Démarrage semi-automatique de la table pour faire des essais qui testent le bon fonctionnement
8. Validation du bon fonctionnement de la table de décoration

## **Boite de chauffe**

### **Vérin de boîte de chauffe**

Après que la défaillance survienne, les techniciens de la maintenance interviennent pour la corriger en suivant ces étapes :

1. Forçage du distributeur manuellement
2. Retour de la boîte de chauffe à sa position initiale
3. Enlèvement du plastique collé sur les plaques de chauffe

4. Démarrage de la machine

## **Outil de soudure/découpe**

### **Chaîne de tirage**

Après que la défaillance survienne, les techniciens de la maintenance interviennent pour la corriger en suivant ces étapes :

1. Desserrage des vis des carters
2. Démontage des carters
3. Nettoyage de la chaîne avec topax et l'eau à l'aide d'une brosse
4. Séchage de la chaîne avec un tuyau d'air
5. Montage des carters
6. Démarrage de la machine
7. Huilage de la chaîne
8. Validation du bon fonctionnement de la chaîne

## **6.2. Actions préventives**

Vu l'apparition des défaillances sur les éléments critiques de la ligne ARCIL, nous avons proposé des actions préventives de façon à intervenir avant que les défaillances surviennent.

Table de décoration														
Conducteur de la machine	Equipe de maintenance	Désignation de l'opération	Périodicité de l'intervention											
			20h	100h	200h	300h	400h	850h	1500h	2500h	5000h	7500h	10000h	12500h
	x	Changement joints rouleaux d'entrainement												x
	x	Changement joints vérin(coupe triangle)												x
x		Nettoyage des lames triangle et toblerone	x											
	x	Affutage lame de coupe triangle										x		
	x	Affutage contre- lame de coupe triangle										x		
	x	Changement joints vérin introduction										x		
	x	Vidange huile réducteur bloc introduction décor											x	
	x	Changement joints vérin commande piston							x					
	x	Vérification de l'alimentation en air	x											
	x	Vérification de l'état des couteaux	x											
	x	Vérification de l'état du vérin		x										
x		Vérification de la pression de contact sur les couteaux	x											
	x	Changement des pignons coniques										x		
	x	Changement des lames et toblerone										x		
	x	Changement des raccords des porte-couteaux										x		
	x	Changement des pignons de rotation piston										x		
	x	Changement des pistons										x		

**Tableau 8 : Plan d'actions préventives de la table de décoration**

Boite de chauffe		
r de de ma int	Désignation de l'opération	Périodicité de l'intervention



			20h	100h	200h	300h	400h	850h	1500h	2500h	5000h	7500h	10000h	12500h	18000h
	x	Vérification des ressorts					x								
	x	Vérification de l'état de teflonnage					x								
	x	Changement joints vérin électrode inf et sup												x	
	x	Vérification de l'état guide refroidi		x											
	x	Vérification de la position des électrodes par rapport au picotage		x											
	x	Vérification des vérins		x											
x		Vérification des lubrificateurs d'air	x												
	x	Vérification de l'outil (empreintes des électrodes)		x											
x		Vérification de l'état de la connectique (fils non dénudés)	x												
	x	Vérification de l'état des tuyaux d'alimentation en air du vérin	x												
x		Vérification de la température de consigne	x												
x		Vérification de la température affichée	x												
	x	Vérification si la sonde est bien fixée		x											
x		Vérification de la propreté des électrodes	x												

**Tableau 9 : Plan d'actions préventives de la boîte de chauffe**

## Outil de soudure

Conducteur de la machine	Equipe de maintenance	Désignation de l'opération	Périodicité de l'intervention														
			20h	100h	200h	300h	400h	850h	1500h	2500h	5000h	7500h	10000h	12500h	18000h		
	X	Nettoyage des excès de graisse	X														
X		Vérification des températures: Température affichée Température de consigne	X														
	X	Nettoyage des détecteurs					X										
	X	Vérification de l'état des électrodes					X										
	X	Vérification de l'état des contre-électrodes					X										

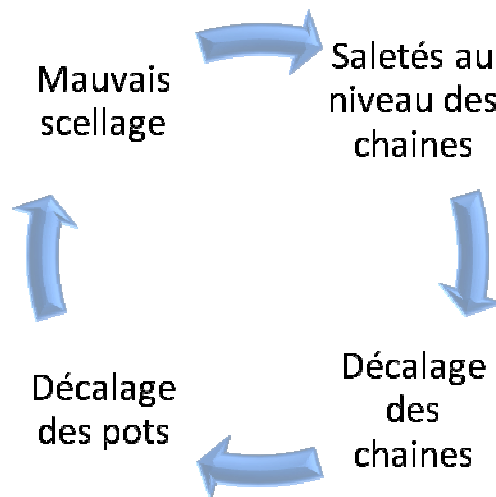
**Tableau 10 : Plan d'actions préventives de l'outil de soudure**

<b>Tirage chaines</b>														
Conducteur de la machine	Equipe de maintenance	Désignation de l'opération	Périodicité de l'intervention											
			20h	100h	200h	300h	400h	850h	1500h	2500h	5000h	7500h	10000h	12500h
	X	Contrôle de niveau de réservoir huilage chaines	X											
	X	Contrôle de niveau d'huile réducteur		X										
X		Nettoyage des roues de tirage					X							
X		Nettoyage du guide chaines							X					
X		Lavage des chaines		X										
	X	Vidange huile réducteur											X	
	X	Nettoyage des carters		X										
	X	Changement du pinceau huilage							X					
		Huilage des chaines	Automatique après un lavage											
		Changement des chaines	Toute variation cyclique du pas de la chaines, du fait par exemple de procédures de nettoyage et de lubrification non respectés, n'est pas forcément corrigeable et implique le changement du jeu de chaines											

**Tableau 11: Plan d'actions préventives de tirage chaines**

### 6.3. Proposition d'amélioration

Après avoir terminé les étapes de notre étude, nous avons trouvé que le problème de nettoyage reste parmi les plus importants qui mènent à l'indisponibilité de la ligne, et surtout au niveau de tirage chaînes.



Afin d'améliorer les performances de notre Ligne, le groupe a proposé l'installation d'un système de lavage, et pour ce faire nous avons besoin du matériel suivant :

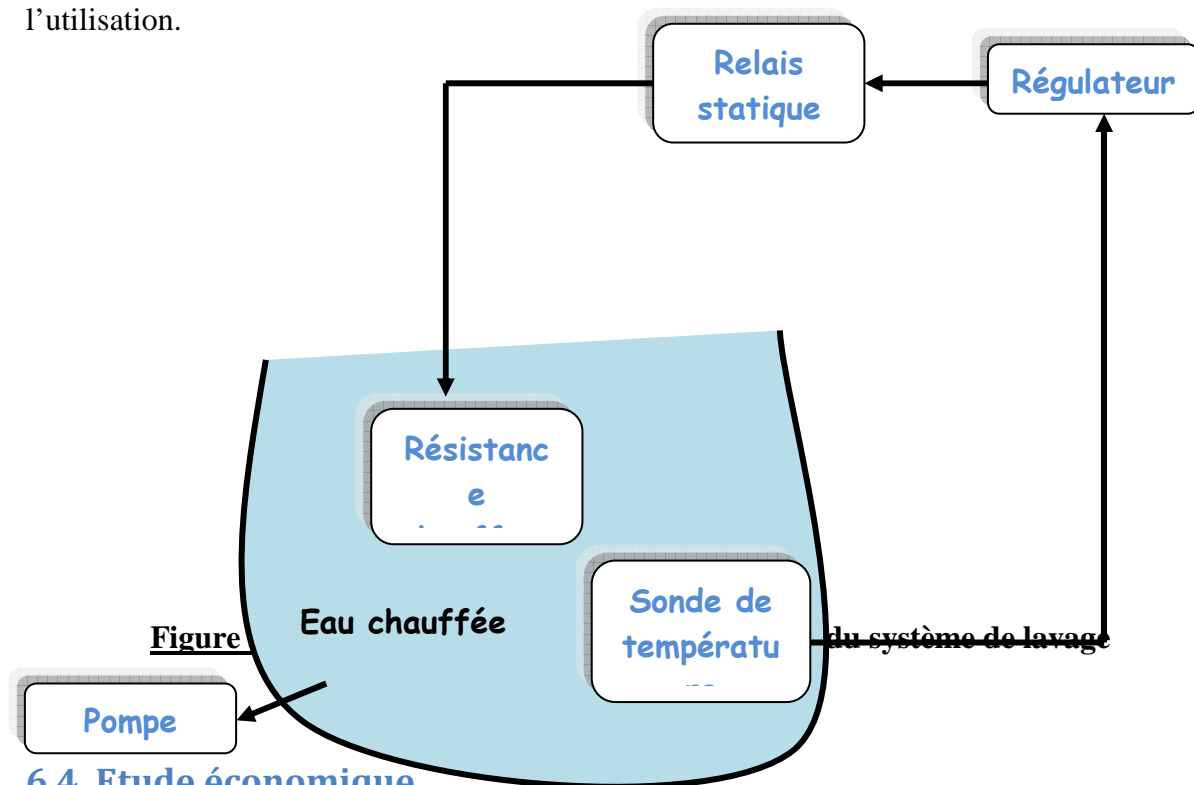
- Réservoir(200l)
- Pompe
- Résistance chauffante (6000W)
- Régulateur WEST 6100+
- Sonde de température
- Relais statique
- Commutateur
- Disjoncteur
- Goulotte
- Voyant ver
- Raille oméga
- Coffret
- Câble souple
- Prise
  - Fiche mal

## Fonctionnement du système :

L'eau sera chauffée dans le réservoir à l'aide de la résistance chauffante qui sera commandée par le régulateur via le relais statique.

La température de l'eau doit être égale à 60°C, chose qui sera captée par la sonde de température. Cette dernière transmet l'information au régulateur sous forme d'un signal continu, le régulateur analyse cette valeur et la compare par rapport à la consigne (60°C dans notre cas), si cette dernière est déjà atteinte il commande la mise hors tension de la résistance chauffante, sinon il délivre encore un signal carré dont la fréquence varie en fonction de la correction de la température à apporter jusqu'à l'obtention de la valeur souhaitée.

Une fois nous lisons le degré de la température souhaitée sur l'afficheur du régulateur, on commande la marche de la pompe manuellement qui débite l'eau d'une pression de 3 bars mesurée à l'aide d'un manomètre installé en amont de la tuyauterie conduisant l'eau aspirée vers l'utilisation.



Actuellement, le lavage de tirage chaînes se fait manuellement et nécessite un arrêt de production. La périodicité de l'intervention est 1 fois/mois et la durée de chaque intervention est 1h.

Donc la durée des interventions durant une année est 12 heures /an.

La cadence de la machine est : 27.7 coups/min, on a :

$$27.7*12*60=19944 \text{ coups/an}$$

Sachant que : 1 coup = 8 pots, on a :

$$19944*8=159552 \text{ pots / an}$$

Le prix d'un pot est : 1.2dhs

Les pertes de production sont :  $1.2*159552=191462 \text{ dhs/an}$ .

Avec le système de lavage que nous avons proposé, le lavage de tirage chaînes va se faire automatiquement lorsque la machine est en ligne sans arrêt de production avec une périodicité de 2fois/mois et la durée de chaque intervention est 20min.

Avec notre amélioration, la productivité de la ligne va augmenter de :



Le montant du matériel nécessaire pour l'installation de ce système de lavage est : 3054 dhs sachant que la pompe et le réservoir sont déjà disponible dans le magasin.

Donc la société va faire un gain de :

$191462-3054=188408 \text{ dhs}$  après l'installation du système pour cette année, et **191462 dhs** pour les années d'après.

## Conclusion

Ce stage de fin d'études vient de compléter nos compétences et notre savoir-faire en nous permettant, outre de fréquenter le milieu de travail, de réaliser une étude technique et de mettre en pratique nos connaissances théoriques.

Ce projet avait pour objectif l'application de la démarche AMDEC sur les éléments les plus critiques de la ligne ARCIL dont le but était l'élaboration d'un plan de maintenance corrective ainsi que préventive afin d'améliorer la disponibilité de la ligne de production.

Nous avons entamé ce projet par le découpage arborescent des équipements de la ligne de production ainsi que leur description et leur analyse fonctionnelle. On a également effectué une analyse qualitative et quantitative des défaillances des sous-ensembles, en analysant l'historique des pannes dont le but est de déterminer les composants critiques en les classifiant au moyen du diagramme Pareto et en dégagant les causes principales qui pénalisent le bon fonctionnement de la ligne à l'aide du diagramme d'ISHIKAWA. Le résultat de cette classification nous a permis d'établir une étude AMDEC sur les équipements critiques uniquement.

Afin de déterminer le niveau de criticité des composants des sous-ensembles critiques de la ligne ARCIL, nous avons procédé à la cotation des défaillances suivant des critères et des cotes définies dans une grille, après nous avons consigné les résultats obtenus dans un tableau de synthèse où ils étaient analysés et interprétés. Enfin nous avons élaboré un plan de maintenance corrective et préventive issu des résultats de l'application de la démarche AMDEC, et nous avons proposé l'intégration d'un système de lavage au niveau de tirage chaînes dans l'objectif d'améliorer la disponibilité de la ligne ARCIL afin de répondre aux exigences de la production.

Ce stage nous a été d'une grande utilité. Nous espérons par ce modeste travail avoir contribué à apporter une valeur ajoutée pour améliorer la disponibilité de la ligne ARCIL, exploitant ainsi ce que nous avons acquis durant notre formation à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès.

## ANNEXE 1

### Historique des pannes

Date des pannes	Défaillances	durée de la panne	nombre de fois
14/05/2013	Bourrage décor	4h15min49s	52
	Arrêt d'urgence décoration	19min8s	5
	Défaut position soudure	2min13s	2
	Défaut position fromage	2min13s	2
	Boite de chauffe position très basse	13min39s	4
	COD, fromage/Prog, rot	33s	1
	Arrêt d'urgence doseur	23s	1

	Arret d'urgence régulateur	4min21s	5	
	Défaut recette /course poincons	15s	1	
	Bouton frein doseur	8min49s	1	
13/05/2013	Bouton frein doseur	18s	1	
	Bourrage décor	1h33min45s	55	
	Thermostatage moule	1min14s	2	
	Boite de chauffe position très basse	19s	1	
	Défaut position formage	4min28s	1	
	Défaut position soudure	3min	2	
	COD, formage/Prog, rot	51s	1	
	Arret d'urgence décoration	19min8s	5	
	12/05/2013	Bourrage décor	18min52s	19
		Arret d'urgence décoration	10s	1
Thermostatage moule		2min11s	1	
Bouton frein doseur		24s	1	
11/05/2013	Bouton frein doseur	2min3s	2	
	Thermostatage moule	2min14s	2	
	Bourrage décor	53min45s	21	
	Arret d'urgence décoration	18s	1	
10/05/2013	Bouton frein doseur	5min30s	1	
	Thermostatage moule	8min7s	4	
09/05/2013	Défaut recette /course poincons	27s	1	
	Bouton frein doseur	50s	2	
	Thermostatage moule	9min1s	1	
	COD, formage/Prog, rot	38s	1	
	Défaut position formage	30s	1	
	Défaut position soudure	30s	1	
	Bourrage décor	52min54s	32	
08/05/2013	Arret d'urgence décoration	4min27s	2	
	Défaut position soudure	6min17s	1	
	Défaut position formage	14s	1	
	Bourrage décor	59min41s	32	
03/05/2013	Défaut recette /course poincons	14s	1	
	Arret d'urgence décoration	16s	1	
	Bourrage décor	1h15min4s	38	
	Thermostatage moule	9min3s	3	
	Bouton frein doseur	2min33s	1	
02/05/2013	Arret d'urgence décoration	4min39s	1	
	Bourrage décor	1h5min46s	26	
	Thermostatage moule	7min42s	2	
	Bouton frein doseur	11min12s	1	
29/04/2013	Arret d'urgence décoration	4min25s	1	
	Bourrage décor	41min27s	24	



	Thermostatage moule	23min43s	2
28/04/2013	Bourrage décor	40min17s	20
	Thermostatage moule	11s	1
	Arret d'urgence décoration	8min40s	4
27/04/2013	Défaut position soudure	47min15s	20
	Défaut position formage	55min56s	16
	Bourrage décor	1h30min42s	21
	Boite de chauffe position très basse	1min23s	3
	Défaut détecteur moule/décteur formage	50s	2
	Absence tirage	10min57s	2
	COD, formage/Prog, rot	18s	1
	Arret d'urgence régulateur	4min47	4
	Thermostatage moule	5min48s	4
	Arret d'urgence doseur	3min20s	1
	25/04/2013	Arret d'urgence décoration	31s
Bourrage décor		1h33min19s	38
24/04/2013	Arret d'urgence décoration	36min51s	4
	Bourrage décor	2h27min29s	42

**Tableau 12 : Historique des pannes**

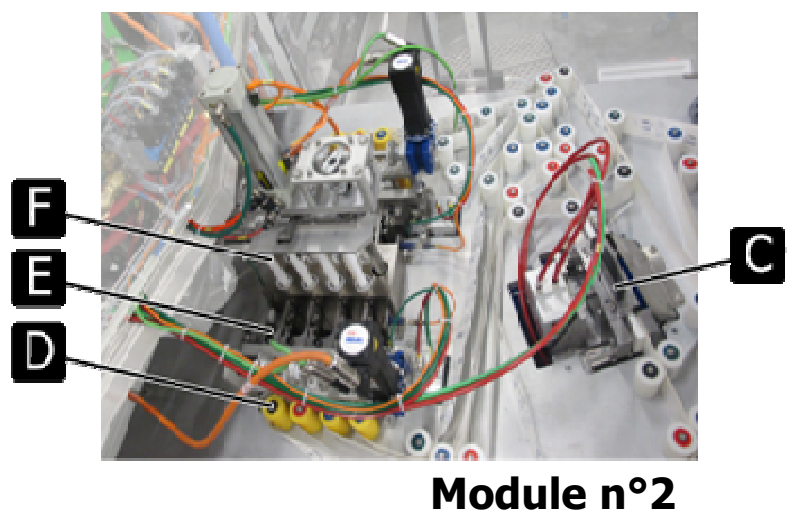
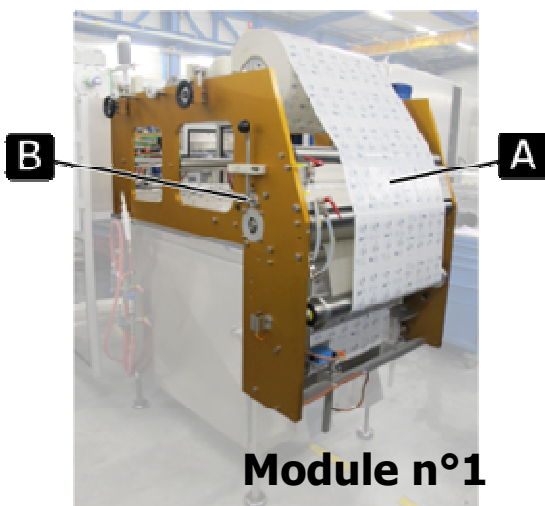
## Annexe 2

### Décomposition des sous-ensembles critiques

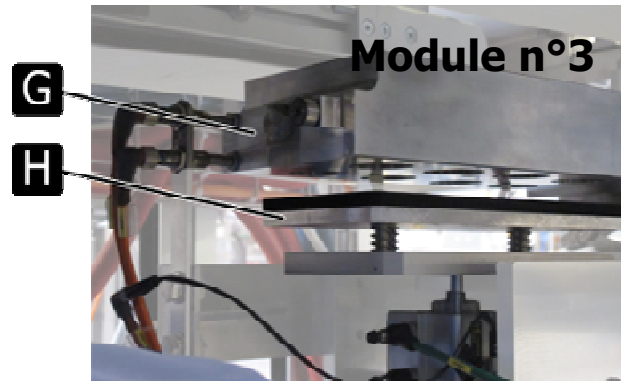
#### Table de décoration

Ce poste sert à dérouler la feuille de la bobine et à l'introduire dans les moules.

Il est composé de plusieurs postes :



**Figure 35 : Dérouleur papier****Figure 36 : Bloc introduction papier**



**Figure 37 : Rotation moule**

- Un premier module « dérouleur papier » (A) se trouvant sur un châssis extérieur, comporte un système de « tronçonnage » (B) des bobines de papier (découpe en bandelettes).
- Un second module « bloc d'introduction papier » permet la dépose des bandelettes dans le moule, constitué:
  - d'un « festonnage » (C)
  - d'un « entrainement des bandelettes » (D)
  - d'une « découpe triangle » (E)
  - d'une « introduction décor » (F).
- Un troisième module « rotation de moules » permet d'amener les papiers qui se trouvent dans le moule sous le poste de thermoformage.

## **Module 1**

### **Dérouleur papier**

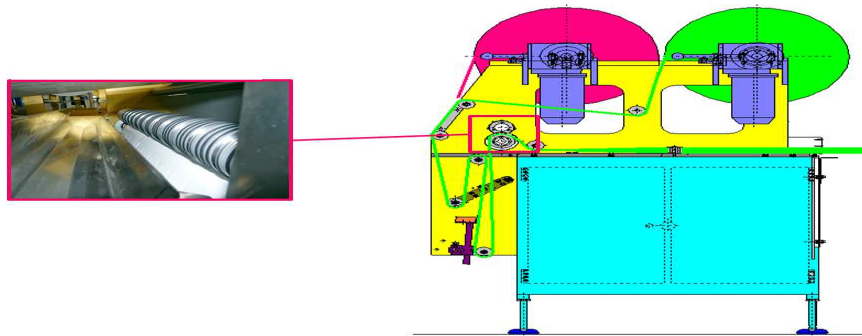
Un module décor est utilisé pour alimenter en bandelettes huit pots. Ce module comprend deux postes pouvant recevoir, chacun, alternativement une nouvelle bobine. Chaque poste possède

sa propre motorisation. L'opérateur peut régler la position latérale de la bobine papier au niveau des axes porte-bobine grâce à un volant.

## **Tronçonnage**

Le tronçonnage permet de couper les bandelettes en largeur identique. Pour cela, le papier passe entre deux rouleaux :

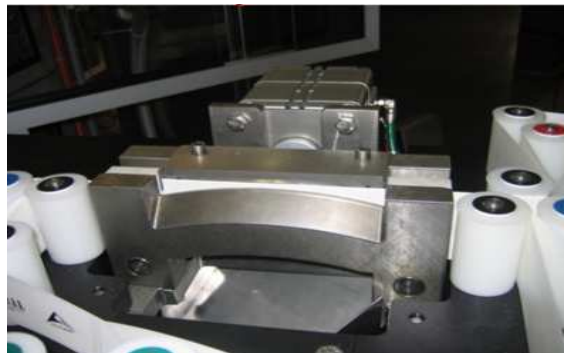
- Un rouleau inférieur motorisé sur lequel sont montées les contre-lames.
- Un rouleau supérieur sur lequel sont montées les lames, ainsi que des joints d'entraînement.



**Figure 38: Outil de tronçonnage**

## **Module 2**

### **Le Festonnage**

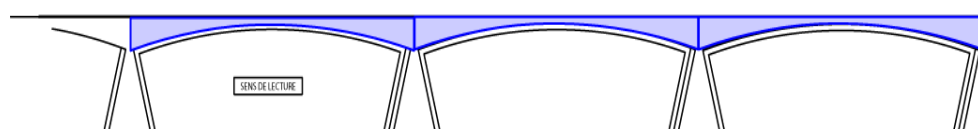


**Figure 39 : Outil de festonnage**

Une fois tronçonnées les bandelettes se rejoignent pour passer par l'outil de découpe "festonnage". Cette découpe, effectuée par cisaillement, donne le profil extérieur de la bandelette.

Partie découpée de la bandelette

Festonnage



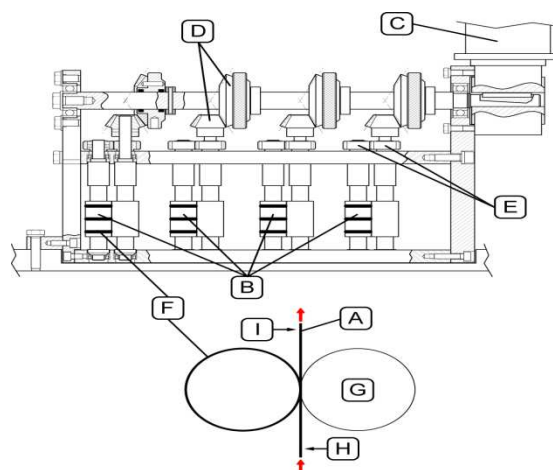
**Figure 40 : Bandelettes découpées**

## Entrainement des bandes



**Figure 41 : Entrainement des bandes**

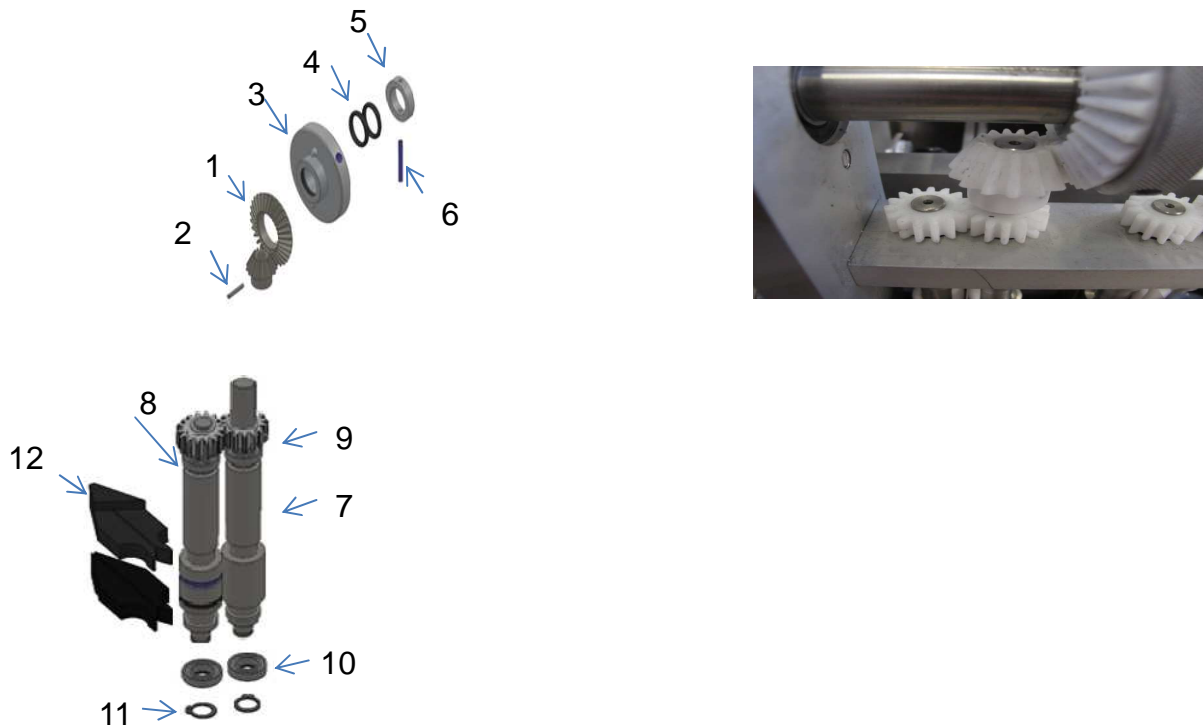
La planche décoration est équipée de deux blocs d'entraînement de bande, symétriques (un bloc gauche et un bloc droit) chacun entraînant quatre bandelettes festonnées. Les blocs d'entraînement servent à introduire les bandelettes jusqu'au bloc d'introduction en passant au travers de la découpe triangle.



**Figure 42 : Différents composants d'entraînement des bandes**

Les bandelettes festonnées (A) passent à travers un système de rouleaux d'entraînement composé d'un rouleau lisse (G) et d'un rouleau (B) muni de joint (F). La motorisation (C) est utilisée pour la rotation des pignons (D). La rotation de rouleaux (B et G) est ainsi assurée par la rotation du moteur entraînant des pignons (D) eux-mêmes entraînant les pignons (E).

Le rouleau (B) est équipé de joints pour assurer l'entraînement du papier.



**Figure 43 : Composants du rouleau d'entraînement**

Le tableau 5 représente les composants du rouleau d'entraînement.

Numéro	Désignation	Numéro	Désignation
1	Couple conique	7	Rouleau d'entraînement
2	Goupille	8	Rouleau d'entraînement
3	Molette	9	Pignon
4	Joint torique	10	Roulement
5	Rondelle	11	Circlips
6	goupille	12	Guide papier

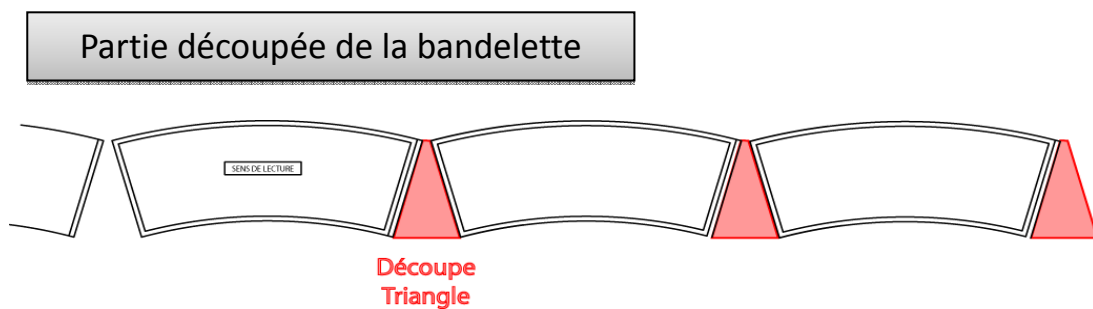
**Tableau 13: Composants du rouleau d'entraînement**

## Découpe Triangle



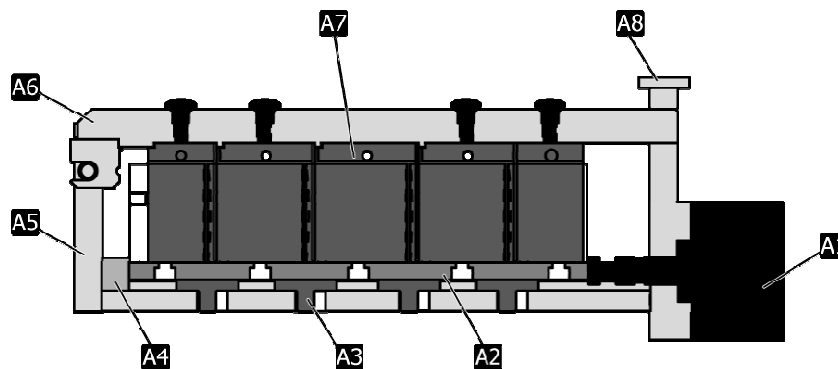
**Figure 44 : Découpe triangle**

La machine est équipée de deux « découpes triangle », chacune située entre l'entraînement des bandelettes et le bloc d'introduction. Cette découpe effectuée par cisaillement, donne le profil intérieur de la bandelette. Une soufflette décolle la partie découpée pour l'évacuer vers le bas.



**Figure 45 : Bandelettes découpées**

Chaque découpe triangle est composée des sous-ensembles suivants :



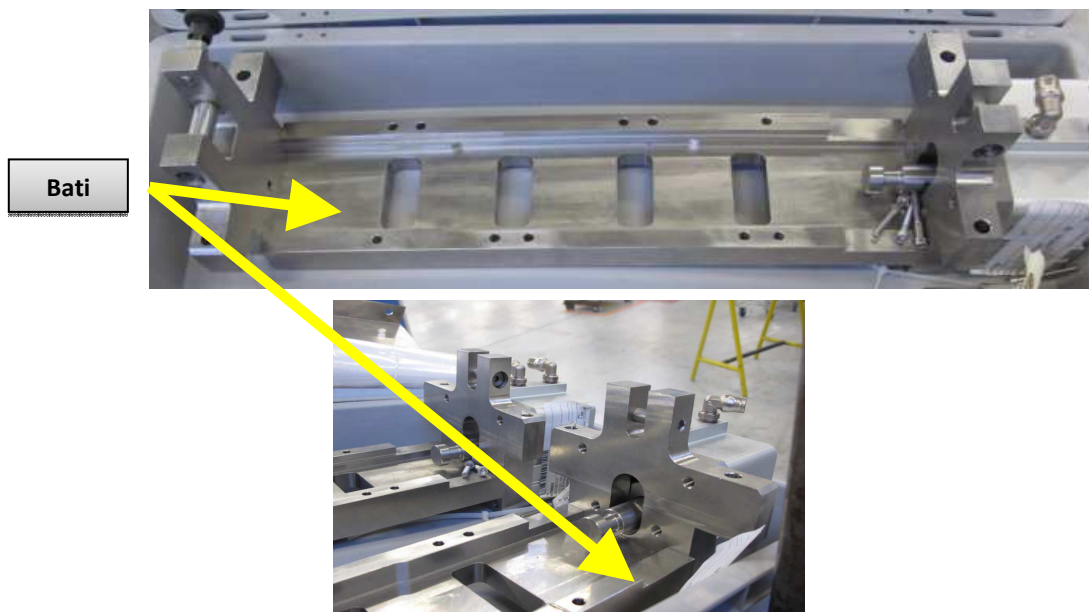
**Figure 46: Sous-ensembles de la découpe triangle**

Code	Désignation	Code	Désignation
A1	Vérin	A5	Bâti

A2	Toblerone	A6	Barre mobile
A3	Patin	A7	Porte couteaux
A4	Butée	A8	Molette de serrage

**Tableau 14 : Sous-ensembles de la découpe triangle**

- un bâti : c'est le berceau recevant le support contre-lame et dans lequel celui-ci va coulisser, grâce au vérin. Il supporte aussi la barre mobile servant à maintenir en place et en pression les porte-couteaux sur les portes contre-lames (Toblerone),



- un support Contre-lame ou "Toblerone": Le support contre-lame (Toblerone) supporte les contre-lames, en forme de triangle et glisse dans son berceau sur des patins (parties de couleur bleue), grâce à un vérin,



**Figure 48 : Toblerone**

- des Porte-Couteaux: viennent chapeauter les contre-lames (toblerone) et sont fixes pendant le fonctionnement. Ils sont démontables individuellement. Chaque porte-



coupeaux supporte deux lames de coupe et un guide bande amovible. Chaque porte-couteau a un emplacement donné.



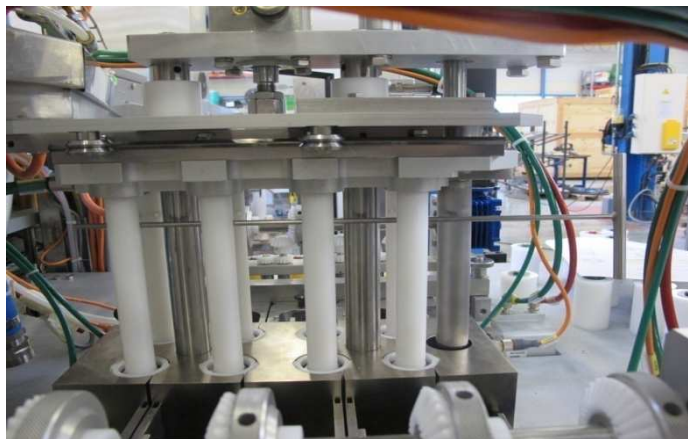
**Figure 49 : Porte- couteaux**

## **Bloc d'Introduction**

Le bloc d'introduction assure deux fonctions :

- un enroulement des bandelettes,
- une introduction des bandelettes dans le moule.

Le bloc d'introduction est alimenté en bandelettes, au nombre de quatre, de chaque côté.

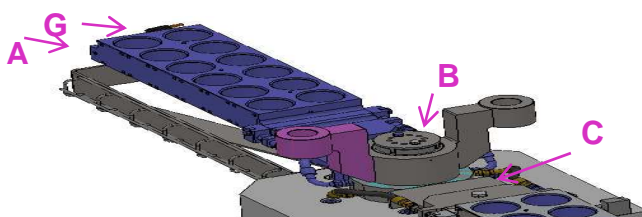


**Figure 50 :Fonctions du bloc d'introduction**

## **Module 3**

### **Rotation moules**

La rotation de moules permet d'amener les papiers qui se trouvent dans le moule sous le poste de thermoformage.



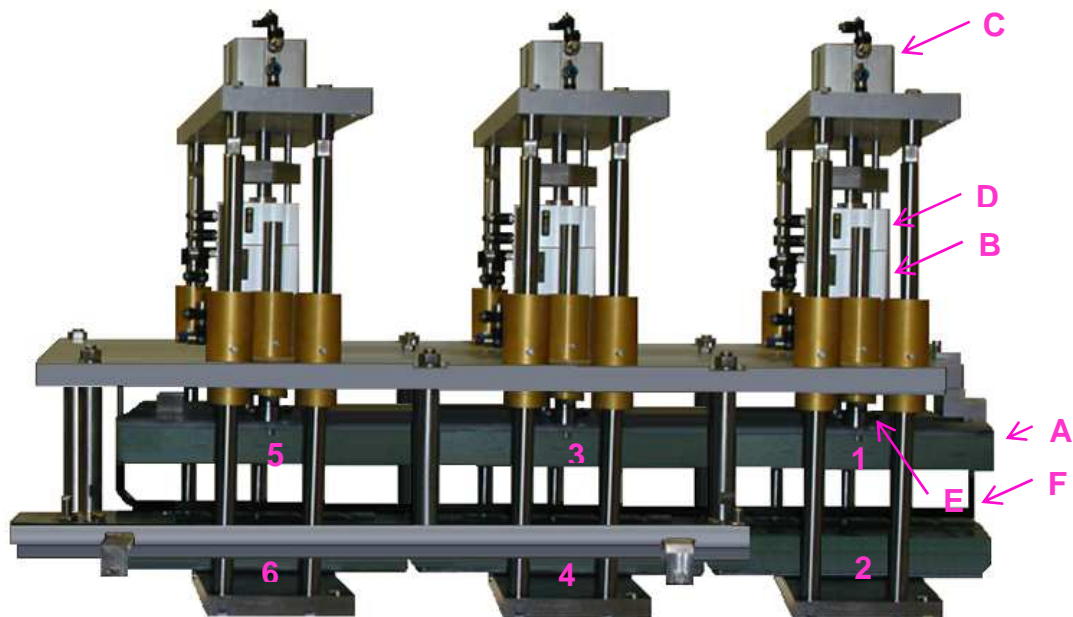


**Figure 51 : Composants de rotation de moule**

La rotation est équipée de deux moules **A** positionnés à 180°. Ils sont fixés sur la partie supérieure d'un arbre **B** tournant, au moyen d'équerres **C** ajustables. Sur la partie basse de l'arbre, un motoréducteur **D** permet la rotation des moules et un raccord tournant **E** permet d'alimenter en eau les différents moules afin d'assurer un bon collage des banderoles. Un détecteur **G** contrôle le bon positionnement des moules avant la fermeture de la presse.

#### Boîtes de chauffe

La boîte de chauffe permet la mise à température progressive de la bande plastique. Cette chauffe est obtenue par le contact de plaques chauffantes **A** téflonnées.



**Figure 52 : Composants de la boîte de chauffe.**

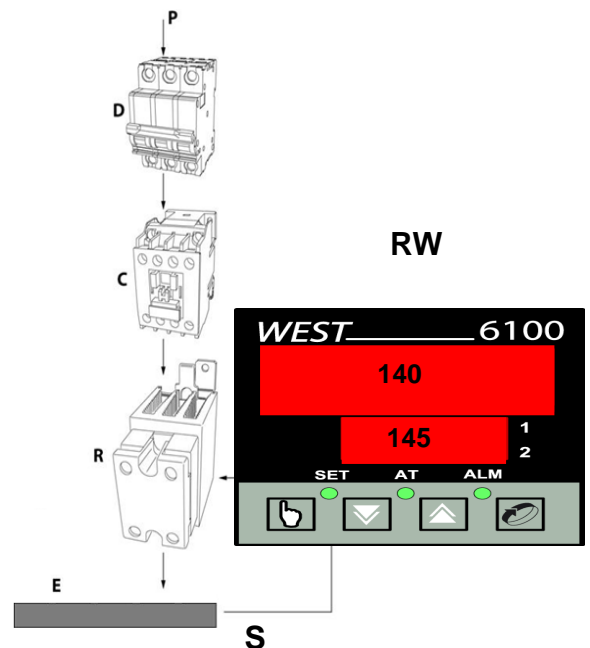
Les plaques de chauffe supérieures sont actionnées par un vérin **B**. Les plaques de chauffe inférieures sont actionnées par deux vérins **C** et **D**. L'activation du vérin **C** seule, permet d'amener celles-ci en position sécurité, afin de permettre la rotation des moules. Un ressort **E** est monté sur

les plaques supérieures afin d'assurer une pression de contact sur les plaques inférieures. En général, 6 pas de chauffe sont nécessaires pour chauffer le plastique (2 pas de chauffe par plaque). Les plaques de chauffe 1, 2, 3 et 4 sont usinées de façon à chauffer uniquement les zones qui auront à subir une déformation. Elles sont appelées plaque de chauffe alvéolées. Les plaques de chauffe 5 et 6 sont usinées de façon à chauffer la quasi-totalité de la bande plastique. Elles sont appelées plaque de chauffe plane. Chaque plaque de chauffe a une résistance moulée à régulation individuelle. Des guides refroidis **F** ainsi que des soufflettes sont installés afin d'éviter toute déformation de la bande plastique lors des phases d'arrêt machine.

### Principedechauffe

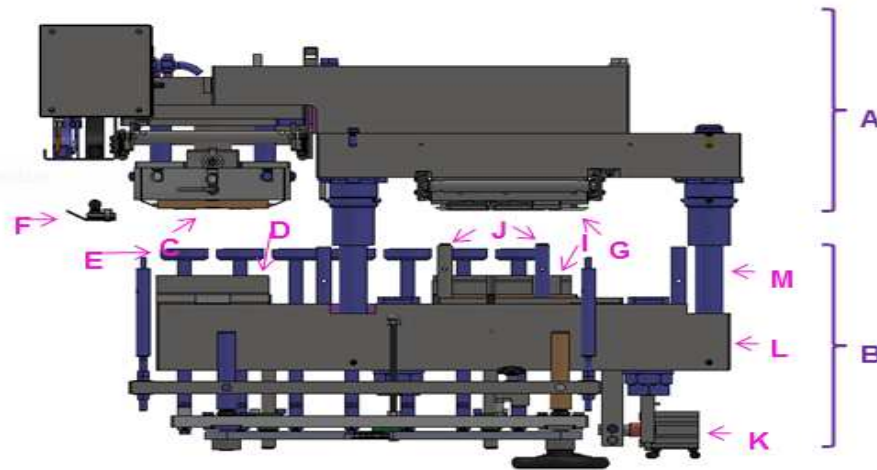
Chaque élément chauffant est muni d'une sonde de température reliée à l'automate. Le régulateur commande le relais statique afin d'obtenir une température souhaitée.

- P - Puissance
- D - Disjoncteur
- C - Contacteur
- R - Relais statique
- E - Élément chauffant
- S - Sonde
- RW - Régulateur WEST



**Figure53** : Principe de chauffe

[Soudure / découpe](#)



**Figure 54 : Composants de la soudure/ découpe**

L'outil fonctionne sur trois pas :

1. soudure
2. pas de transition
3. découpe

La **soudure** comprend :

- en partie haute **A**, des électrodes en bronze à cordons **C** sont chauffées par un bloc dans lequel se trouve une résistance électrique. L'ensemble est monté sur rail afin de permettre une maintenance plus facile,
- en partie basse **B**, une contre-électrode **D**, dans laquelle s'insèrent les pots, servant de contrepartie aux cordons de soudure de l'électrode supérieure. Un jeu de support pots **E** permet de maintenir les pots dans le plan de défilé lors de l'avance des chaînes.

Une soufflette **F** envoie de l'air sur l'opercule lors des arrêts machine avec plastique.

La **découpe** comprend :

- en partie haute **A**, un « cœur d'outil » **G** comprenant des poinçons, des couteaux de découpe et prédécoupe ainsi que des dévêtisseurs permettant de dégager le plastique des poinçons et couteaux lors de l'ouverture de la presse. Le « cœur d'outil » est monté sur rails afin de permettre une maintenance plus facile,
- en partie basse **B**, une matrice **I**, dans laquelle s'insèrent les pots, servant de contrepartie aux poinçons et couteaux (découpe et prédécoupe). Un jeu de support pots permet de maintenir les pots dans le plan de défilé lors de l'avance des chaînes.

La découpe peut être activée ou non grâce aux colonnettes **J** actionnées par un vérin **K**.

La traverse inférieure **L** est équipée de colonnes **M** assurant le centrage de la partie haute avec la partie basse.

# Bibliographie

- ✚ Jean FAUCHER: Pratique de l'AMDEC
- ✚ Jean Heng : Pratique de la maintenance préventive
- ✚ François Monchy : Maintenance : Méthodes et organisation
- ✚ Cours de gestion de la maintenance LST génie industriel : Mr. Chafi

# Webographie

- ✚ [http://fr.wikipedia.org/wiki/Analyse\\_des\\_modes\\_de\\_d%C3%A9faillance, de leurs effets et de leur criticit%C3%A9](http://fr.wikipedia.org/wiki/Analyse_des_modes_de_d%C3%A9faillance,_de_leurs_effets_et_de_leur_criticit%C3%A9)
- ✚ <http://www.maintenance-preventive.com/methode-amdec-30.html>
- ✚ <http://erwan.neau.free.fr/Toolbox/AMDEC.htm>