



Chapitre 1 : Présentation de la société d'accueil..... 13

1. Présentation de la Société AUTO HALL :	13
1.1 Identité :	13
1.2 Historique :	14
1.3 Organisation du groupe AUTO HALL :	14
2. Présentation de lieu de stage :	15
2.1 Présentation général :	15
2.2 Organigramme administratif :	15
2.3 Modèles fabriqués :	15
2.4 Description du processus d'assemblage :	16

Chapitre 2 : Analyse de l'état actuel du processus d'ordonnancement.....21

1. Description de l'état actuel du service ordonnancement :	19
1.1 Croquis de l'usine :	19
1.2 La logistique des caisses CKD :	21
1.3 Description des phases du processus d'ordonnancement :	22
2. Chronométrage du processus d'ordonnancement :	24
2.1 Méthodologie de chronométrage :	24
2.2 Résultats de chronométrage :	25
2.3 Les problèmes observés au cours du chronométrage :	27

Chapitre 3 : Réalisation de l'étude AMDE sur le processus d'ordonnancement.31

1. Généralités :	29
2. La constitution du groupe de travail :	29
3. L'analyse fonctionnelle du processus d'ordonnancement :	30
3.1 Définition de l'analyse fonctionnelle :	30
3.2 L'analyse fonctionnelle externe du processus d'ordonnancement :	30
3.2.1 Objectif de l'analyse :	30
3.2.2 Méthode de La bête a corne :	31



3.2.3	La méthode pieuvre :	32
3.3	L'analyse interne de processus d'ordonnancement	33
3.3.1.	Présentation de la méthode FAST :	33
3.3.2.	Technique graphique de modélisation :	33
3.3.3.	Application de la méthode FAST sur le processus d'ordonnancement:	33
4.	Réalisation de l'étude Qualitatif sur processus d'ordonnancement :	34

Chapitre 4 : Actions d'améliorations appliquées au processus

d'ordonnancement.....37

1.	Amélioration du procédé de déballage des Caisses CKD :	36
1.1	Analyse de l'existant :	36
1.2	Proposition de l'amélioration :	36
1.3	Objectif de l'amélioration :	37
1.4	Etude économique :	37
1.5	Réalisation du projet :	38
2.	Amélioration de la communication entre l'atelier de déballage et la Chaîne de montage .	40
2.1.	Analyse de l'existant :	40
2.2.	Problématique :	42
2.3.	Proposition de la solution :	42
2.4.	Conception de la solution :	44
2.5.	Etude économique :	45
2.6.	Validation de la solution :	46
3.	Achat d'un tracteur électrique pour l'alimentation des postes de montages:.....	47
3.1	Analyse de l'existant et formulation du problème :	47
3.2	Action d'amélioration :	48
3.3	Etude économique :	48
4.	Amélioration de la traçabilité du processus d'alimentation :	50
5.	Amélioration de la maintenance des chariots élévateurs :	53



5.1.	Problématique :	53
5.2.	Action d'amélioration :	53
6	Amélioration de la gestion de l'espace de stockage :	55
6.1	Analyse de l'existant :	55
6.2	Solution proposée :	55
7	Amélioration d'aménagement de l'atelier de déballage :	56
7.1	Analyse de l'existant :	56
7.2	Problématique :	57
7.3	Solution proposée :	57
8	Projet de dallage :	58
9	Installation d'un système de vidéo surveillance :	59
9.1	Proposition de la solution :	60
9.2	Estimation des pertes :	62
9.3	Validation de la solution :	62
10	Elaboration des consignes de sécurité de manutention :	63
10.1	Contexte général :	63
10.2	Consignes de sécurité :	64
11	Amélioration de suivi de prélèvement des pièces CKD :	66
11.1	Analyse de l'état actuel des prélèvements des pièces :	66
11.2	Élaboration du cahier de charge :	66
11.3	Réalisation de la solution :	67

Chapitre 5 : évaluation du nouveau cout d'ordonnancement après l'application des projets d'amélioration.....73

Conclusion.....	72
-----------------	----



Introduction

Auto Hall est l'une des premières entreprises du secteur de la distribution des matériels roulants au Maroc. Ceci, de part sa longue expérience et de part le haut niveau d'excellence atteint dans les métiers de l'assemblage industriel, de la commercialisation des matériels roulants ainsi que des services d'accompagnement et de suivi de ces matériels.

Dans le domaine des véhicules industriels, Auto Hall assemble et distribue au Maroc les camions de marque FUSO en provenance du Japon et produits par Mitsubishi Fuso Truck and Bus Corporation (MFTBC).

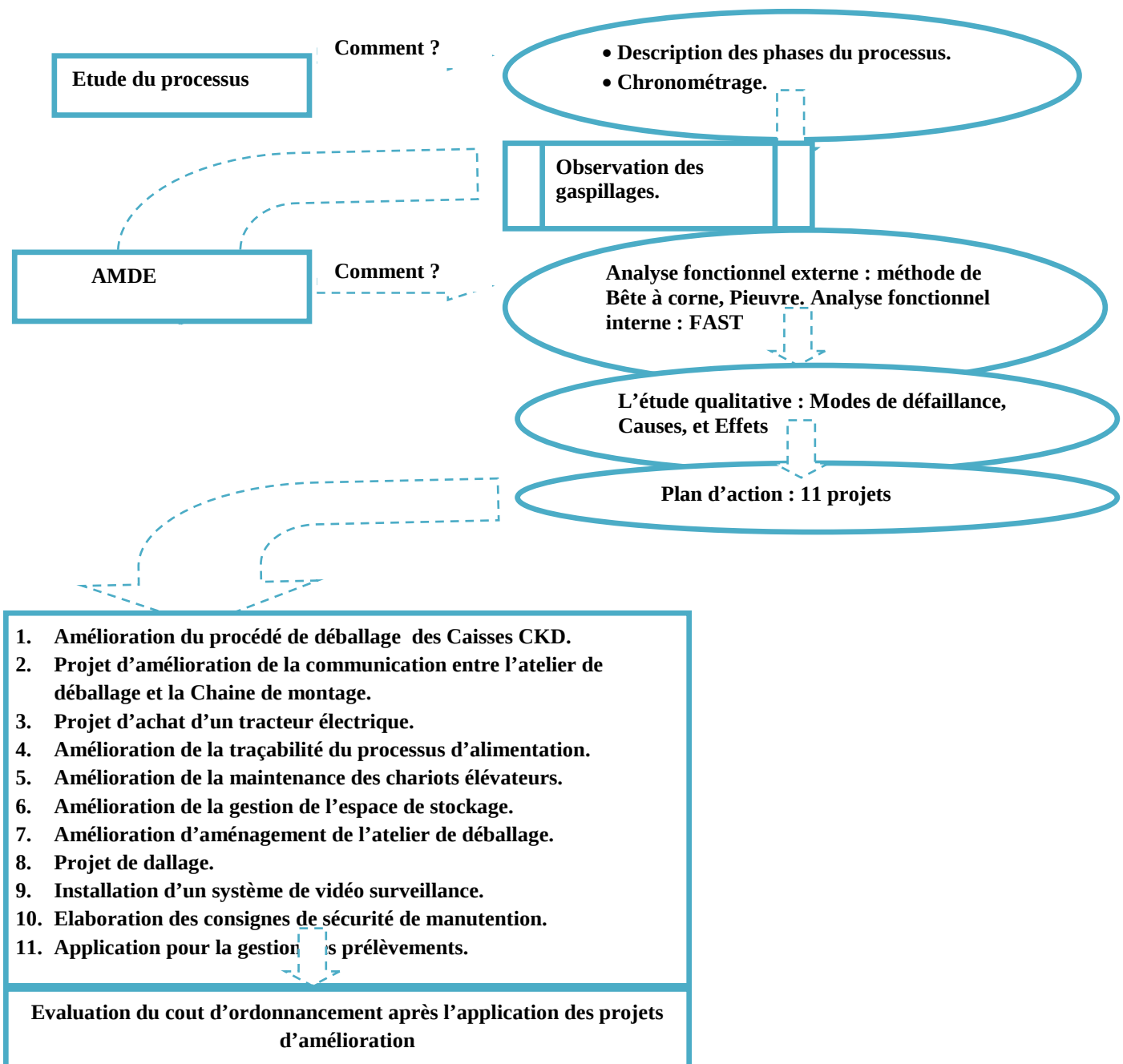
Pour asseoir sa position de leader dans un marché de plus en plus concurrentiel Auto Hall véhicule industriel s'est inscrite dans une démarche d'optimisation des coûts de production en agissant sur le processus d'ordonnancement interne de l'usine de montage des véhicules industriels.

Pour cela La société Auto Hall, nous a confié, dans le cadre de notre projet de fin d'étude d'optimiser le coût d'ordonnancement au sein de l'usine de montage.

Pour ce faire nous avons adopté dans notre projet une méthodologie qui s'organise de la manière suivante : dans un premier temps nous avons décrit de façon analytique les étapes d'ordonnancement de la production, dans le but d'estimer en heures. opérateur la quantité de travail nécessaire pour réaliser l'ordonnancement sur le terrain puis utiliser les temps consacrés au chronométrage des opérations pour relever tous les types de gaspillages, ensuite nous avons réalisé une analyse fonctionnelle afin d'identifier les fonctions principales et les fonctions contraintes relatives au service d'ordonnancement, et les décomposer en sous fonctions qui seront l'objet de l'étude AMDE qui permettra par la suite d'identifier les modes de défaillance possibles et essayer de les éliminer par la proposition d'une organisation adéquate des moyens humains et matériels sous forme d'un plan d'actions .

Enfin, nous avons mené une évaluation du coût d'ordonnancement après avoir réalisé une estimation des gains économiques dégagés par les actions proposées afin de convaincre les responsables à adopter notre démarche d'optimisation et lancer la réalisation de notre projet.

Démarche du travail :



Chapitre1 :



Présentation de la société d'accueil

Dans ce chapitre nous allons présenter le groupe Auto Hall, ensuite faire une description de la filiale AHVI qui présente l'entreprise d'accueil en commençant par la description de son squelette administratif puis détailler la gamme de fabrication et on finira par une explication du processus d'assemblage réalisé par cette entreprise .

1. Présentation de la Société AUTO HALL :

1.1 Identité :

Le groupe Auto Hall est un des piliers du marché automobile Marocain, il est le leader du secteur des véhicules industriels (75% de la part du marché marocain) grâce à sa filiale : Auto Hall Véhicules Industriels S. A (AHVI).

Entreprise de référence sur son marché, AHVI opère dans l'industrie et dans la distribution de véhicules de différentes catégories. La société dispose d'implantations industrielles à Ain Sebaâ, et coopère avec Auto Hall S. A. qui elle possède un réseau de succursales dans les principales villes du Royaume, pour vendre ses produits.

Représentant la marque MITSUBISHI FUSO depuis 1985, le groupe Auto Hall est doté d'une chaîne de montage des camions au sein de sa filiale AHVI, située à Ain Sebâa à Casablanca. Elle assemble des véhicules de haute qualité, conformes aux normes du constructeur MFTBC (Mitsubishi FUSO Truck and Bus Corporation).

Par ailleurs, le groupe allemand Daimler AG, qui est le leader mondial de la vente des camions avec environ 50% des ventes mondiales, détient 89,29% du capital de MFTBC. Les 10,71% restants appartiennent à Mitsubishi Group Companies.

C'est ainsi qu'épaulée par un géant du secteur, AHVI propose une large gamme de produits adaptés aux contraintes du marché marocain et répondent à des besoins diversifiés en matière de transport des personnes et des marchandises.

1.2 Historique :

Tout a commencé avec la création des Etablissements Gabriel Veyre en 1907, pour la représentation de la marque Ford au Maroc. Ils sont devenus en 1920, Auto Hall S.A. qui fût introduite en bourse de Casablanca dès 1941. L'activité d'assemblage des camions FORD a débuté à Auto Hall en 1974. Mais ce n'est qu'en 1985 que débuta le montage des camions MITSUBISHI FUSO.

En 1999, et avec la filialisation de certaines activités, le groupe Auto Hall a vu le jour, avec cinq filiales. Elles sont toutes certifiées aux normes qualité ISO 9001 : 2008.

1.3 Organisation du groupe AUTO HALL :

Le groupe Auto Hall est constitué de 6 filiales spécialisées dans les différents marchés des véhicules :

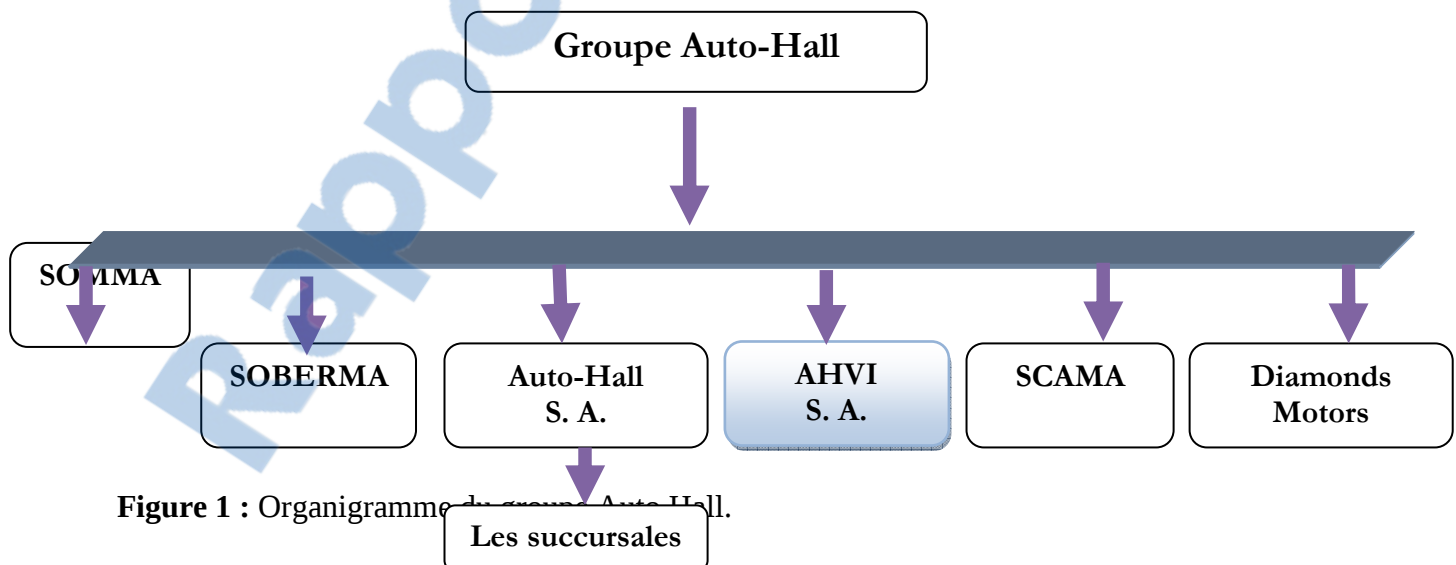


Figure 1 : Organigramme du groupe Auto-Hall.



2. Présentation de lieu de stage :

2.1 Présentation général :

L'usine d'AHVI assemble des camions depuis l'année 1974. Il a commencé d'abord par des camions FORD, et à partir de l'année 1985, AHVI a commencé l'assemblage des camions MITSUBISHI FUSO

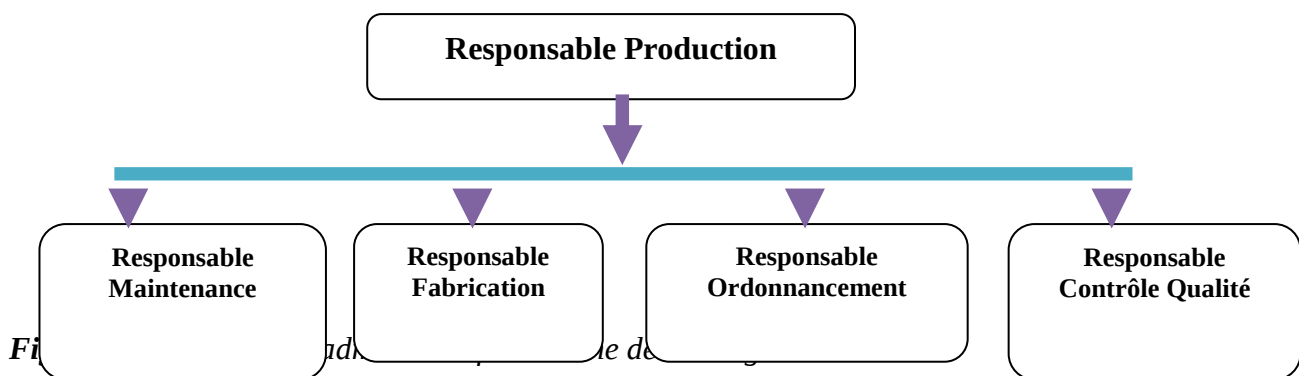
Actuellement, AHVI est leader du marché des camions de poids total en charge (PTC) allant de 3,5 à 24 tonnes, avec 50% de part de marché, largement devant son principal concurrent, ISUZU, qui ne représente plus que 13% de part du marché.

Plusieurs facteurs structurent l'environnement concurrentiel d'AHVI. En effet les droits de douane pour les camions importés en pièces détachées (Completely Knocked down (CKD)) sont 10 fois moins importants que pour les camions complètement assemblés (Completely Build-Up (CBU)).

A partir de mars 2003, date d'entrée de la loi 16/99 sur les transports, facilitant les démarches administratives pour l'acquisition des camions par des sociétés s'inscrivant au registre du commerce, la clientèle d'AHVI s'est élargie de façon significative.

Les principaux clients de l'AHVI appartiennent au domaine de l'agro-alimentaire avec 33%, le transport avec 18%, et le génie civil, qui a connu une croissance des grands chantiers ces dernières années, avec 11%.

2.2 Organigramme administratif :



2.3 Modèles fabriqués :

Chaque type de véhicule est caractérisé par ses dimensions, son moteur et ses dispositifs de sécurité comme présenté dans l'exemple au tableau suivant :



Tabl
2.4 I

		Type	Genre	Longueur	PTC	Puissance maxi	Couple maxi	Goujons/jante
Modèle	FE	FE71PBN4 L	châssis- cabine	3200	3500	106CV- 3200tr/min	251Nm- 1800tr/min	5 goujons
		FE783PE6L	châssis- cabine	4500	3500	106CV- 3200tr/min	251Nm- 1800tr/min	5 goujons
		FE85PG6L	châssis- cabine	5100	7200	115CV- 3200tr/min	289Nm- 1800tr/min	6 goujons
	FK	FK615HHL	châssis- cabine	5500	1400 0	160CV- 3000tr/min	432Nm- 1800tr/min	8 goujons
		FK615KHL	châssis- cabine	6200	1400 0	160CV- 3000tr/min	432Nm- 1800tr/min	8 goujons
		FK615EDH L	châssis- cabine	6200	1400 0	160CV- 3000tr/min	432Nm- 1800tr/min	8 goujons
	FM	FM657JSL	châssis-	6000	1750	255CV-	708Nm-	10 goujons

2. Traitement surface
de la cabine

3. Peinture cabine

4. Garnissage cabine

6. Peinture châssis

7. Poste suspension

8. Faisceau électrique

9. Tuyauterie

11. Lubrification et
graissage

10. Poste Moteur

12. assemblage
châssis/cabine

13. Poste final

Rapport-gratuit.com



Figure 3: processus d'assemblage des camions MITSUBISHI FUSO.

1. Assemblage cabine :

Les panneaux de la cabine sont assemblés par soudage par points (soudage par résistance)

2. Traitement de surface :

L'application d'une couche de phosphate de zinc sur la surface de la cabine lui permet d'avoir une résistance à la corrosion et un bon accrochage des couches de peintures qui seront appliquées par la suite.

3. Peinture de la cabine :

Elle est réalisée en deux temps : d'abord une couche de peinture 'apprêt', suivie d'une couche de peinture de finition brillante.

4. Garnissage cabine :

A ce niveau, les opérateurs utilisent les AOS (Assembly Operation Sheets) pour monter les différentes pièces composant la cabine : ceintures de sécurité, garnitures intérieures, tableau de bord, colonne de direction,...etc.

5. Assemblage châssis :

Les châssis sont assemblés par des rivets (déformés plastiquement par des C à river qui dispensent des efforts de 18 à 35 tonnes), après avoir mis en place par soudure différents renforts ainsi que les écrous qui recevront les pièces composant le châssis.

6. Peinture châssis :

Le châssis est peint en couleur noire. Un opérateur assure cette opération grâce à une cabine de peinture dédiée, qui assure une circulation d'air vers le sol, et un pistolet de peinture.

7. Poste suspension :

Au niveau de ce poste, la réception du châssis assemblé et peint est réalisée, pour le montage du pont arrière, de l'essieu avant, des ressorts et des amortisseurs.

8. Faisceaux électriques :

Le faisceau électrique du châssis, qui assure l'alimentation des feux arrière, du démarreur, etc., est monté au niveau de ce poste par l'intermédiaire de plusieurs supports et colliers, rendus solidaires au châssis grâce à des boulons.



9. Poste tuyauterie :

La tuyauterie de l'embrayage et du système de freinage, ainsi que celle du système d'asservissement de la direction sont assemblés au niveau de ce poste.

10. Poste moteur :

Après assemblage de la boîte de vitesses avec le moteur, reçues complètement montés de MFTBC, la pose de l'ensemble est réalisée grâce à un palan. Les opérateurs assurent sa fixation boulonnée, en contrôlant au préalable les couples de serrage, comme c'est le cas au cours de plusieurs opérations de montage critiques ; contrôles assurés par une équipe de contrôleurs.

11. Lubrification et Graissage :

A ce niveau le différentiel, la boîte à vitesses & le moteur reçoivent leurs huiles de lubrification adéquates. Les graisseurs existant à plusieurs niveaux du camion permettent de lubrifier différents paliers du châssis (exemple : les mains des ressorts à lames).

12. Pose cabine :

Après son garnissage, la cabine est posée sur le châssis à l'aide d'un palan électrique. Elle est ensuite fixée au châssis par l'intermédiaire d'une charnière qui permet son basculement.

13. Poste final :

A ce niveau, en particulier, les câbles de changement de vitesses et les roues avant sont assemblés.

14. Contrôle final :

Un contrôleur qualité effectue un dernier contrôle de toute une liste avant l'essai sur route systématique de chaque camion assemblé.

Par ailleurs, et après l'essai sur route, chaque camion subit un audit qualité par une personne expérimentée, qui le livrera à son tour au représentant client, relevant du commercial, qui effectuera à son tour toute une batterie de contrôles avant sa livraison au département commercial, et cela après d'éventuelles corrections réalisées au niveau d'un poste de finition, spécialement dédié à ces opérations.



Chapitre 2 :

Analyse de l'état actuel du processus d'ordonnancement

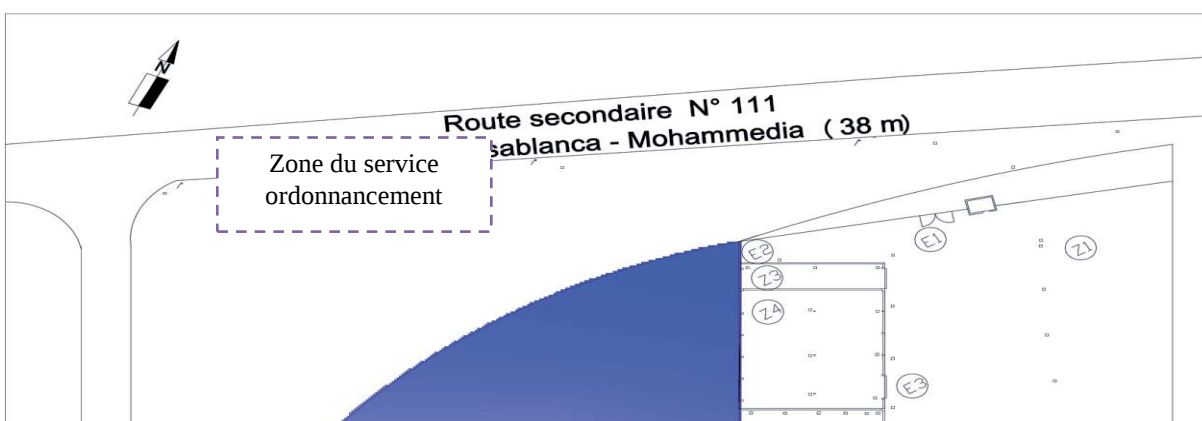
Dans ce chapitre nous allons Décrire de façon analytique les étapes d'ordonnancement et estimer la quantité de travail en heures. opérateurs nécessaire pour réaliser l'ordonnancement sur le terrain, depuis le déchargement des containers jusqu'à la mise à disposition des opérateurs d'assemblage des pièces CKD.

1. Description de l'état actuel du service ordonnancement :

Le service ordonnancement procède à la réception des caisses CKD (Contrôle quantitatif et qualitatif des caisses) suivant le planning d'arrivage CKD communiqué par le responsable du service logistique, il assure après la gestion du stock des caisses CKD.

En fonction du programme de production, le service ordonnancement assure la préparation des pièces CKD correspondant à un lot (12 camions/lot) afin d'alimenter des différents postes de travail en quantité et qualité demandées, dans le lieu prévu et dans les délais prescrits.

1.1 Croquis de l'usine :



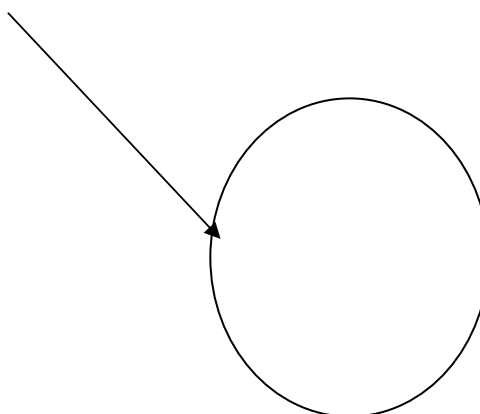
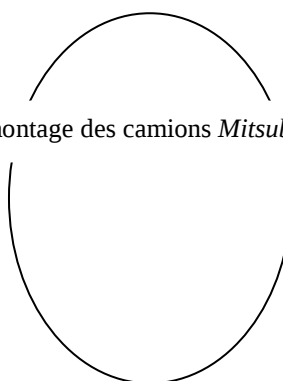


Figure 5 : Croquis montrant l'étendue de l'usine de montage des camions *Mitsubishi Fuso*





Zone	Signification
Z1	Parking des camions assemblés
Z2	Administration de l'usine
Z3	Service maintenance
Z4	Stock des pièces de rechange
Z5	Service ordonnancement
Z6	Finition des camions assemblés
Z7	Montage des camions
Z9	Bureau des contrôleurs
Z10	Peinture châssis
Z11	Jardin
Z12	Jardin
Z13	Atelier carrosserie
Z14	Poste électrique, compresseurs
Z15	Pièces CKD
Z16	Déballage de poubelle
Z17	Réservoir du propane
E1	E/S personnels, fournisseurs (pièces locales, pièces rechange)
E2	Accès au commercial
E3	Pièce de rechange
E4	Accès services après vente
E5	Flux des containers CKD, société sous-traitante

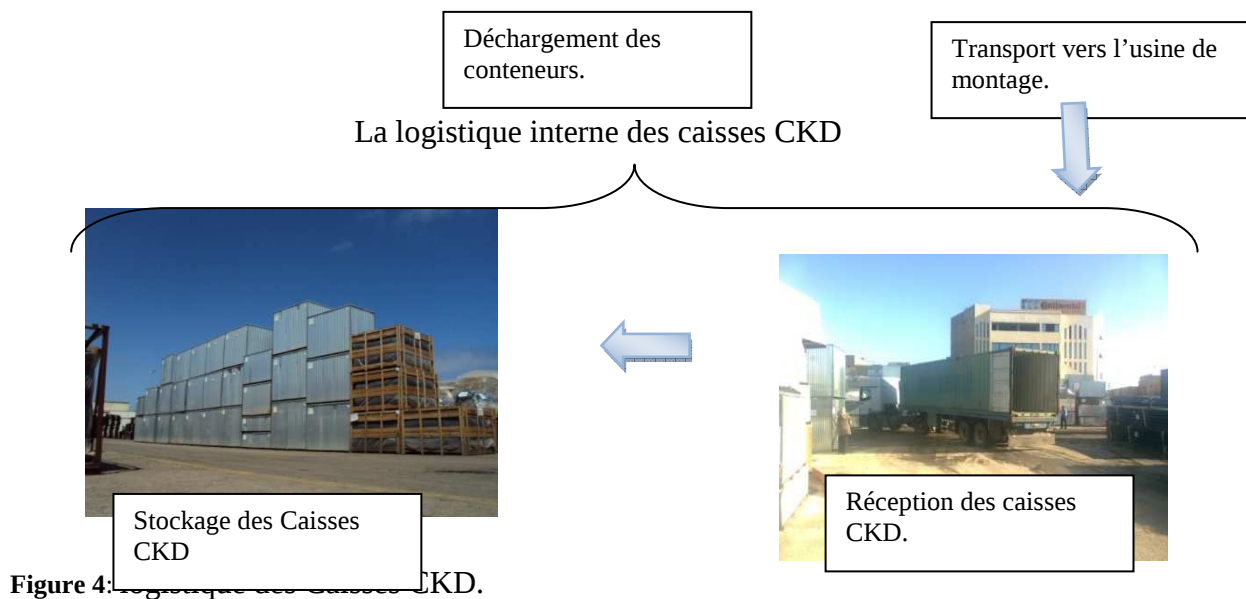
1.2 La
logist
ique
des
caiss
es
CKD
:
Le
schéma
ci-
dessous
présente
d'une
façon
grossièr
e la
logistiqu
e des
contene
urs qui

contiennent les Caisses CK

La logistique externe des caisses CKD



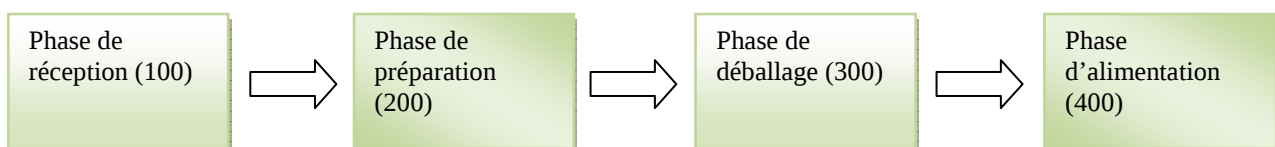
Transport des
conteneurs importés du
japon.



1.3 Description des phases du processus d'ordonnancement :

Dans le but d'identifier les différentes opérations au sein du service d'ordonnancement, et de déterminer le nombre d'heures. Opérateurs des postes de travail, Nous avons réalisé le chronométrage des opérations d'ordonnancement pour les trois modèles décrit précédemment (FE, FK, FM).

Dans cette partie nous allons décrire les différentes étapes du processus d'ordonnancement que nous avons schématisé ci-dessous :



- **Phase de réception (100) :**

Durant cette phase, 3 agents se chargent de la réception des caisses CKD (Contrôle quantitatif et qualitatif des caisses) suivant le planning d'arrivage CKD communiqué par le responsable du service logistique.

- ✓ Un cariste décharge le Contenaire.

- ✓ Le deuxième range les caisses déchargées.
- ✓ Un troisième opérateur se charge du contrôle de réception.



Photo 1: phase de réception.

• **Phase de préparation (200) :**

Dans cette phase les agents du magasin se chargent du déplacement des caisses de la zone CKD vers la zone de déballage ou bien directement vers la chaîne de montage (selon le type de la caisse).

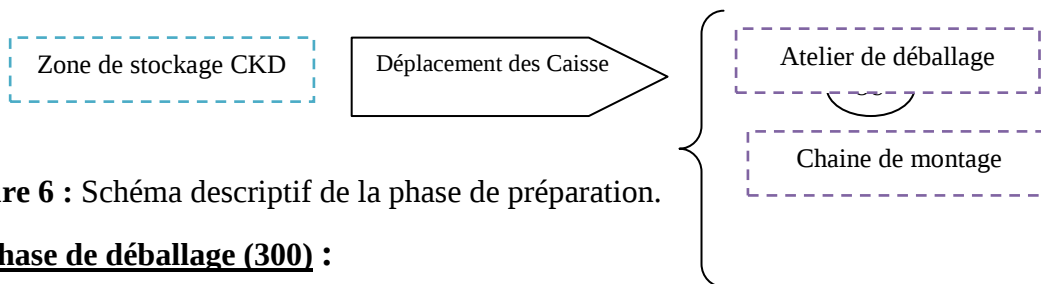


Figure 6 : Schéma descriptif de la phase de préparation.

• **Phase de déballage (300) :**

Durant cette phase les agents du magasin assurent le déballage des caisses et la vérification de la quantité et de la qualité des pièces CKD.



Photo 2 : description de la phase de déballage

Cet atelier est devisé en plusieurs zones dont chacune est réservée pour un type de caisse :

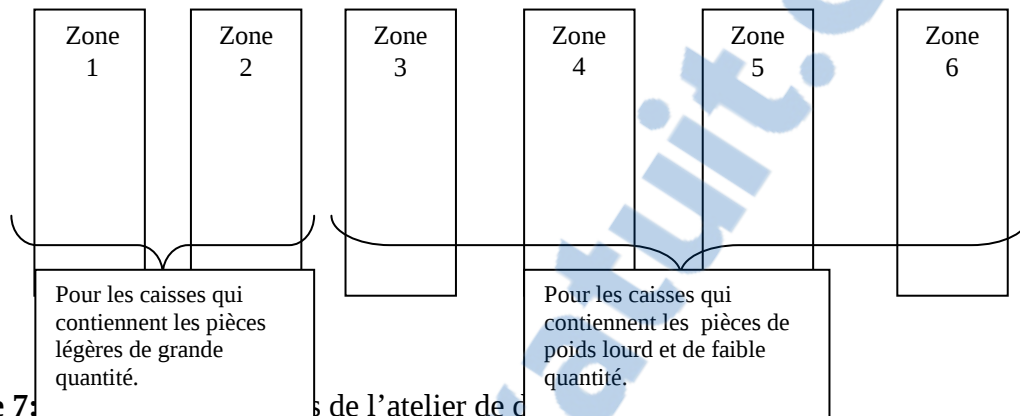


Figure 7 : Plan de l'atelier de déballage

• **Phase d'alimentation de la chaîne de montage (400) :**

Dans cette phase les opérateurs de déballage assurent l'alimentation des différents postes de la chaîne de montage en pièces CKD.

2. **Chronométrage du processus d'ordonnancement :**

Dans cette partie nous allons estimer la quantité de travail en heures*opérateur nécessaire pour réaliser l'ordonnancement sur le terrain, depuis le déchargement des contenaires jusqu'à la mise à disposition des opérateurs d'assemblage des pièces CKD

2.1 **Méthodologie de chronométrage :**

Après avoir recueilli toute l'information concernant les opérations du processus d'ordonnancement nous avons adopté la méthodologie représentée dans le tableau ci-dessous :



		Phase de réception	Phase de préparation	Phase de déballage	Phase d'alimentation
Eléments de chronométrage	• phase de réception	Phases			
		Réception	Préparation	Déballage	Alimentation
	FE	297	127	896	538
	FK	497	311	2242	845
Tableau	Modèles	FM	534	438	2758

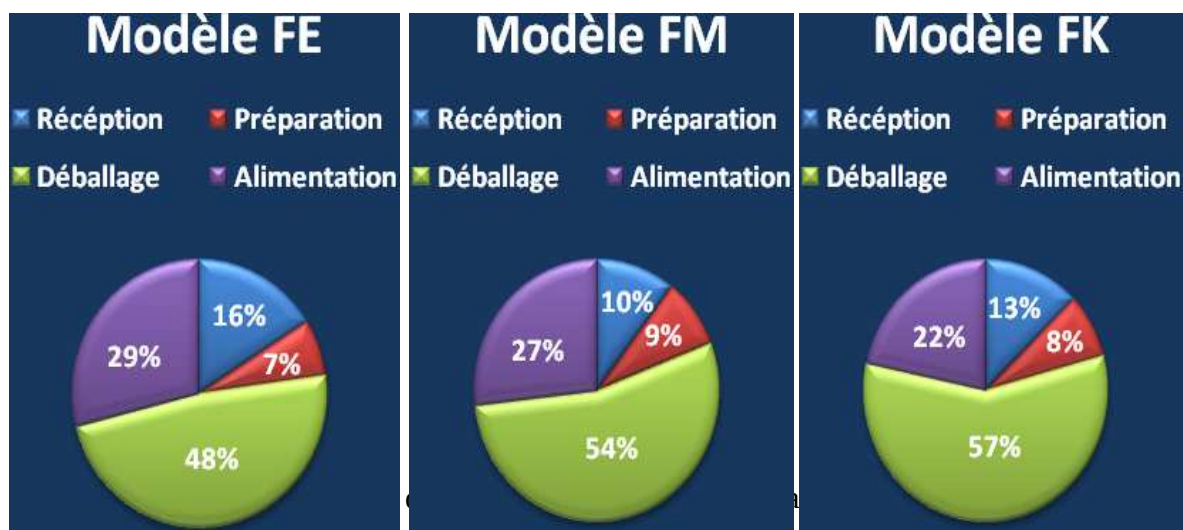
Description de la méthodologie du chronométrage.

2.2 Résultats de chronométrage :

Le tableau ci-dessous représente le temps en **minute**. **Opérateur** mis par le service d'ordonnancement pour le traitement d'un lot pour les trois modèles assemblés par l'AHVI :

Tableau 3 : Résultats du chronométrage en minute. Opérateur par Lot pour chaque modèle.

- Pour avoir une idée claire sur l'importance de chaque phase d'ordonnancement nous avons représenté les diagrammes ci-dessous :



ment.

• Exploitations des résultats :

On se basant sur le programme de production de l'année 2010 et sur les résultats du chronométrage nous avons trouvé les résultats suivants:

	Nombre des lots /mois	Durée d'ordonnancement (h.op/lot)	Charge mensuel (h. op)
FE	7	31	202
FK	5	65	298
FM	4	85	312
Total	16	181	811

Tableau 4 : charge mensuelle en (h.op) engendrée par chaque modèle.

• Calcul du taux d'efficacité :

Horaire journalier : 8,75 heures par jour.

Jours ouvrable mensuellement : 21 jours/mois.

Capacité mensuelle disponible pour un opérateur = $8,75 \times 21 = 183,75$ heures/mois

Rapport-gratuit.com



LE NUMERO 1 MONDIAL DU MEMOIRE



➡ Donc, pour préparer 16 lots qui sont la charge mensuelle d'un mois de l'année 2010 on a besoin de 5 opérateurs (811/183.75) dans le service ordonnancement.

$$\text{Le taux d'efficacité} = \frac{\text{Le nombre théorique d'opérateurs}}{\text{Le nombre réel d'opérateurs}} = 5/10 = 50\%$$

2.3 Les problèmes observés au cours du chronométrage :

Durant la phase du chronométrage nous avons constaté qu'il y a plusieurs gaspillages au niveau de processus d'ordonnancement.

- **Gaspillage de traitement :**

Exemples :

- L'opérateur prend beaucoup de temps pour faire le pointage des articles.
- Les moyens de manutention ne sont pas bien entretenus.
- Les conditions de stockage des caisses CKD ne sont pas conformes.

- **Gaspillage de déplacement :**

Exemple :

- L'agent de déballage se déplace plusieurs fois pour aller chercher les contenaires.
- Le terrain est endommagé, ce qui rend le déplacement des chariots, des transpalettes et même des chariots élévateurs difficile.

- **Gaspillage d'attente :**

Exemple :

- l'opérateur attend l'arrivée d'un opérateur supplémentaire vu que les pièces sont lourdes.
- Les opérateurs de la chaîne de montage ne reçoivent pas leurs pièces en délai prescrit (retards de livraison).

- **Gaspillage de transport :**

Exemple :

- L'alimentation prend beaucoup de temps.
- Les caristes ne respectent pas les consignes de sécurité.

L'optimisation du coût de service d'ordonnancement revient à l'élimination de tout type de gaspillage. En effet afin d'atteindre cette optimisation d'une façon logique et sensée, nous allons



suivre dans les chapitres suivants une démarche d'analyse et d'amélioration concernant le processus d'ordonnancement en utilisant l'outil AMDE.

Chapitre 3 :

Réalisation de l'étude AMDE sur le processus ordonnancement

Dans ce chapitre nous allons Faire une analyse fonctionnelle dans le but d'identifier les fonctions principales et les fonctions contraintes relatives au service d'ordonnancement, et les décomposer par la suite en sous fonctions qui seront l'objet de l'étude AMDE afin de déterminer les dysfonctionnements au sein du service ordonnancement, et d'identifier les causes qui dégradent sa performance.

1. Généralités :

L'AMDE processus est un outil d'analyse qualitative des défaillances : Recensement des modes de défaillance, des causes qui sont à l'origine (Causes de défaillance) et de leur effet (Effet de défaillances).

Dans ce chapitre nous allons adopter la démarche ci-dessous :

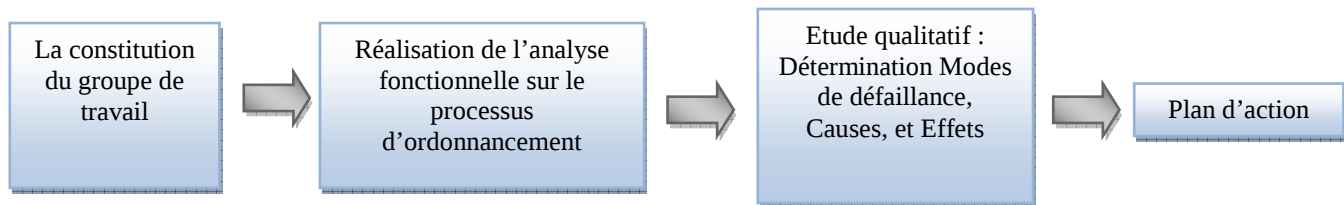


Figure 9 : démarche de réalisation de la méthode AMDE.

2. La constitution du groupe de travail :

L'AMDE étant une méthode prédictive, elle repose sur l'historique des dysfonctionnements et l'expérience du groupe de travail. C'est pour cela nous avons proposé au responsable d'ordonnancement de former un groupe de travail. ainsi nous avons collaboré avec les opérateurs et les responsables du service ordonnancement .en effet nous avons occupé la fonction d'animateur afin de conduire et d'orienter les débats, de rédiger l'AMDE et de planifier les réunions.



Tableau 5:

groupe de travail.

Groupe de travail
Responsable magasin et ordonnancement.
Elève ingénieur (animatrice des réunions)
Élève ingénieur (animateur des réunions).
Contre maitre magasin et ordonnancement.
Chef d'équipe de déballage.
Opérateur de déballage.
Opérateur de déballage
Agent d'alimentation de la chaine de montage.
Agent d'alimentation de la chaine de montage.
Agent d'alimentation de la chaine de montage.

présentation du

- Remarque : Les réunions durent au maximum une heure et sont planifiées :avec un rythme d'une réunion chaque jour pendant l'étude AMDE.

3. L'analyse fonctionnelle du processus d'ordonnancement :

3.1 Définition de l'analyse fonctionnelle :

D'après la norme AFNOR NF X 50-151, l'analyse fonctionnelle est une démarche qui consiste à rechercher, ordonner, caractériser, hiérarchiser et / ou valoriser les fonctions du produit (matériel, logiciel, processus, service) attendues par l'utilisateur.

Une fonction est l'action d'un élément constitutif d'un système exprimée exclusivement en termes de finalité (par ce qu'il « fait »).

Chaque fonction doit être exprimée formulée par un verbe à l'infinitif suivi d'un ou plusieurs compléments. Le processus est analysé sous ses aspects :

- ✓ **Externes** : relations avec le milieu extérieur (qu'est ce qui rentre, qu'est ce qui sort, ...).
- ✓ **Internes** : analyse des flux et des activités au sein du procédé.

3.2 L'analyse fonctionnelle externe du processus d'ordonnancement :

3.2.1 Objectif de l'analyse :

Notre objectif pendant cette analyse est de mettre en évidence :

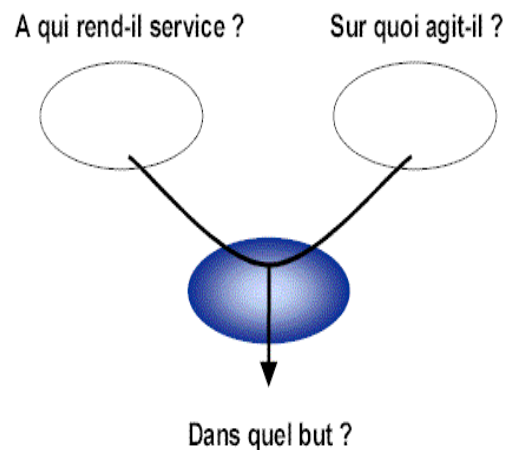
- les fonctions principales du processus
- l'objectif pour le quel le processus est créé
- les fonctions contraintes auxquelles le processus doit satisfaire.

3.2.2 Méthode de La bête a corne :

3.2.2.1 Présentation de La bête a corne :

Il s'agit d'un outil graphique mettant en relation les trois questions fondamentales entourant la création d'un produit :

- ✓ A qui le produit rend-il service ?
- ✓ Sur quoi le produit agit-il ?
- ✓ Dans quel but ?



3.2.2.2 Application de la méthode sur le processus d'ordonnancement :

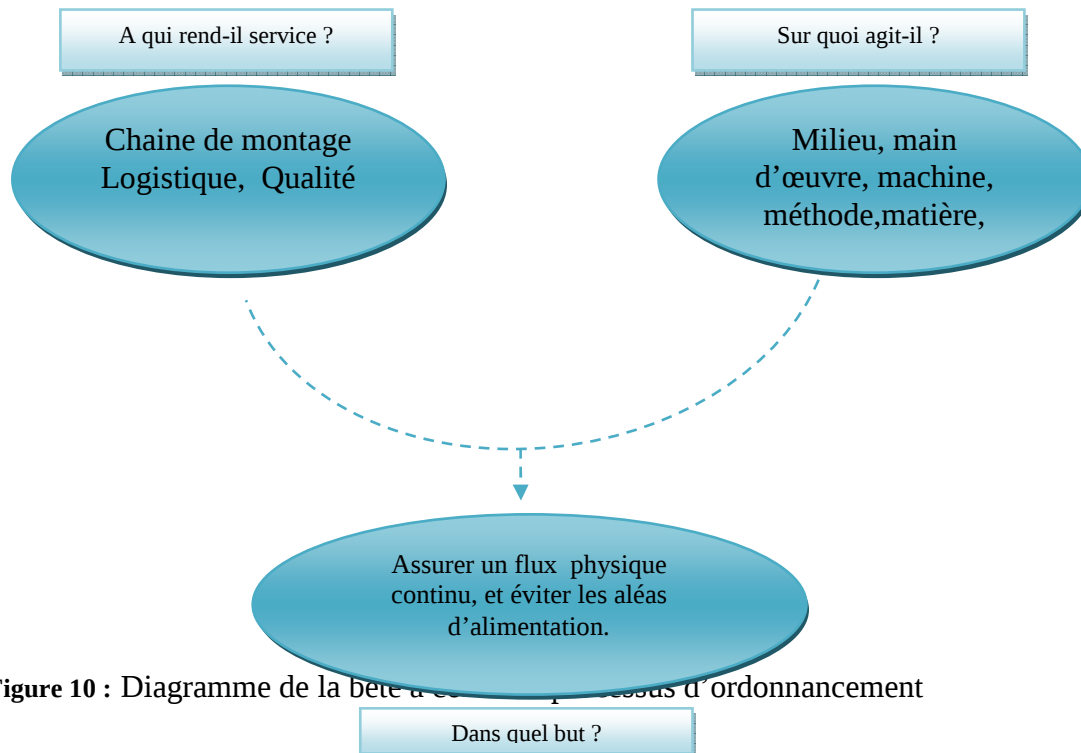


Figure 10 : Diagramme de la bête à corne sur le processus d'ordonnancement

3.2.3 La méthode pieuvre :

3.2.3.1 Présentation de la méthode pieuvre :

Il s'agit d'un outil de représentation des fonctions d'un objet ou d'un processus et de leurs relations, la méthode est présentée par un diagramme constitué du système et des éléments de son milieu environnant.

Cette méthode a pour but de :

- Identifier les milieux extérieurs et l'environnement avec lequel le système (service ordonnancement) est en relation.
- Déterminer les relations entre le système et les couples d'éléments du milieu extérieur. (fonctions principales).
- Déterminer les relations entre le système et chaque élément du milieu extérieur. (fonctions contraintes).

3.2.3.2 Application de la Méthode pieuvre :

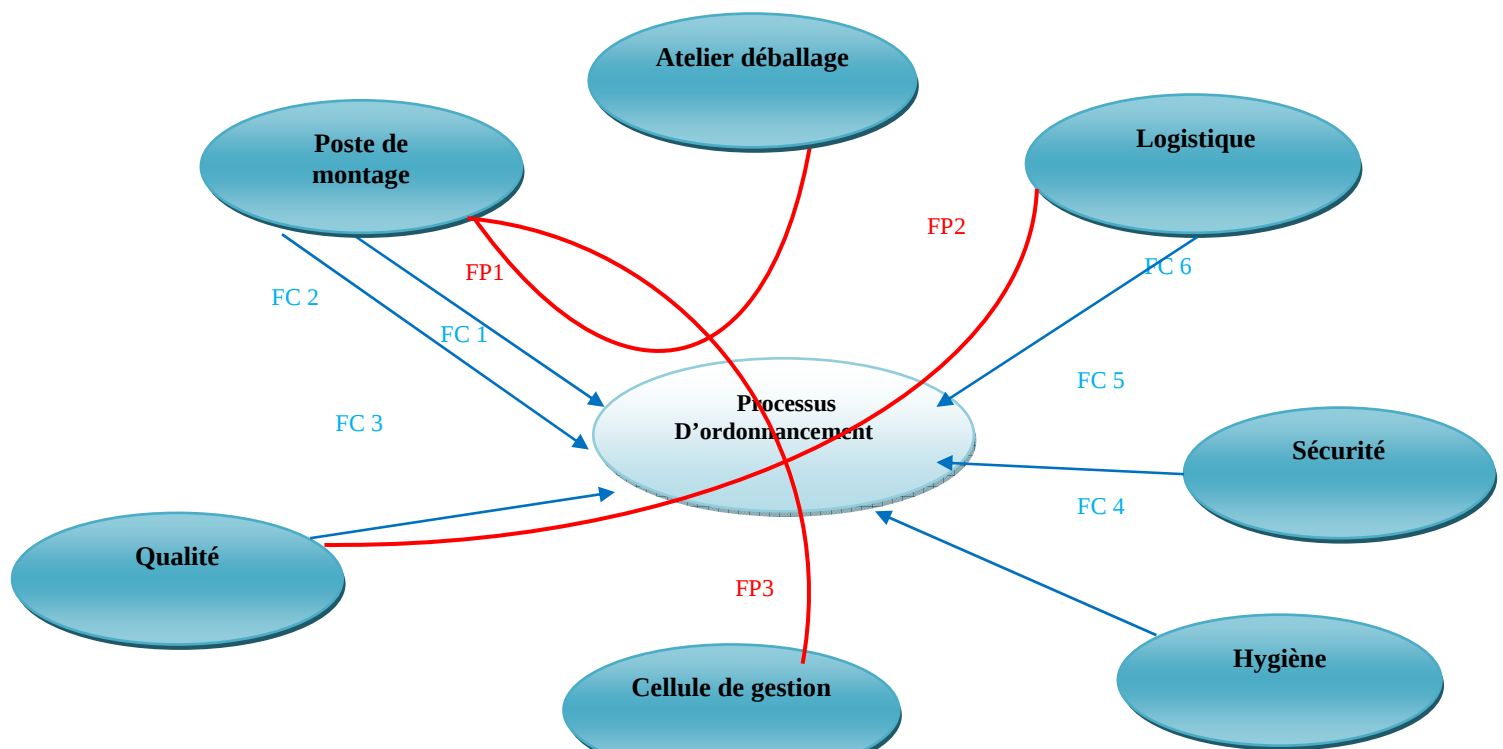


Figure 11: Diagramme de la pieuvre appliquée au processus d'ordonnancement.

FP1 : assurer l'alimentation des postes de fabrication en pièces CKD.

FP2 : faire le suivi et assurer la réception des pièces non conforme.



FP3 : facturer les camions produits sur le système.

FC1 : assurer l'alimentation des différents postes en Quantité dans les délais prescrits.

FC2 : assurer l'alimentation des différents postes en Quantité demandé.

FC3 : Assurer l'alimentation des postes de fabrication en qualité demandée.

FC4 : Assurer l'hygiène de travail.

FC5 : assurer la sécurité de travail du personnel du magasin

FC 6 : assurer la réception et le stockage des pièces CKD.

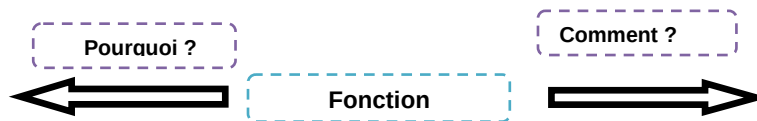
Remarque : par la suite nous s'intéresserons d'étudier que la fonction principale numéro 1 ,et les fonctions contraintes 1,2,3,4,5,et 6 .

3.3 L'analyse interne de processus d'ordonnancement :

3.3.1. Présentation de la méthode FAST :

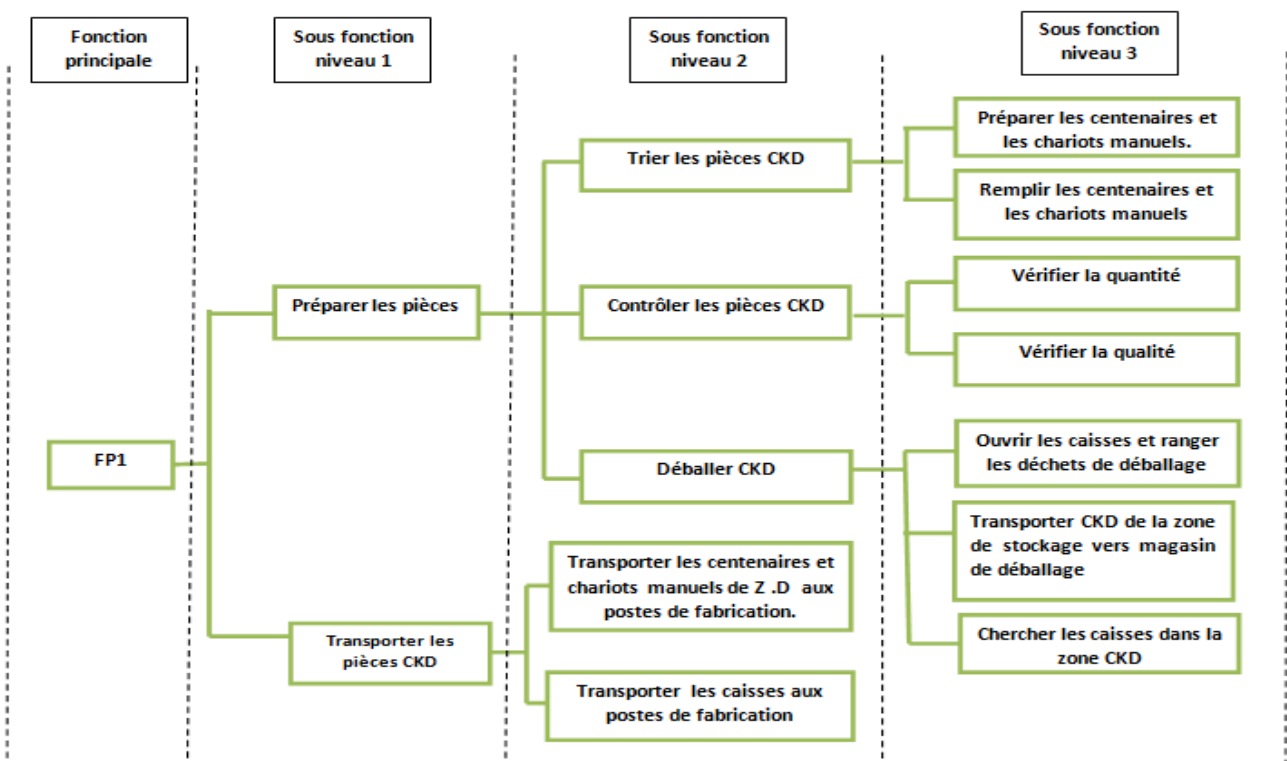
Cette méthode présente une traduction rigoureuse de chacune des fonctions d'un processus en fonction(s) technique(s). Le diagramme FAST se construit de gauche à droite, dans une logique du pourquoi au comment.

3.3.2. Technique graphique de modélisation :



3.3.3. Application de la méthode FAST sur le processus d'ordonnancement:

Afin de réaliser un découpage fonctionnel à l'aide de la méthode FAST, nous avons collecté toutes les informations et documentations nécessaires décrivant le processus d'ordonnancement. Ensuite, nous avons réalisé le diagramme FAST concernant la FP 1 qui comporte un découpage fonctionnel jusqu'au plus bas niveau (niveau 3) de la fonction principale 1 :





4. Réalisation de l'étude Qualitatif sur processus d'ordonnancement :

En se basant sur nos observations au cours de la phase du chronométrage, ainsi que les réunions avec le groupe de travail, nous avons collecté les informations nécessaires représentées sur les grilles du tableau AMDE, L'analyse est présentée en **Annexe1**, sous forme de tableaux structurés selon l'arborescence fonctionnelle et comportant :

- **les sous fonctions de niveau 1.**
- **Les sous fonctions de niveau 2.**
- **Les sous fonctions de niveau 3.**
- **Cause :** C'est l'anomalie qui conduit au mode de défaillance.
- **Mode de défaillance :** Il concerne la fonction et exprime de quelle manière cette fonction ne fait plus ce qu'elle est sensée faire.
- **Effet :** C'est la concrétisation de la conséquence du mode de défaillance sur la qualité du processus.
- **Action :** elle élimine ou minimisent les Causes potentielles de l'apparition du mode de défaillance.

Fonction principale	Sous fonction n°1	Sous fonction n°2	Sous fonction n° 3	Mode de défaillance	Causes	Effets	Action
FP 1 : Assurer l'alimentation des postes de fabrication en pièces CKD	Préparer les pièces	Trier les pièces CKD	Préparer les conteneurs et les chariots manuels				
			Remplir les conteneurs et les chariots manuels				
		Contrôler les pièces CKD.	Vérifier la qualité				
			Vérifier la quantité				
		Déballer les caisses CKD.	Ouvrir les caisses CKD et ranger les déchets de déballage				
			Transporter CKD de la zone stockage vers le magasin de déballage				
	Transporter les pièces	Transporter les contenaires et les chariots manuels de la zone de déballage aux postes de fabrication.	Chercher les caisses dans la zone de stockage.				



Tableau 6 : Exemple de tableau préparé pour l'étude AMDE appliqué à la fonction principale 1.

Chapitre 5 :

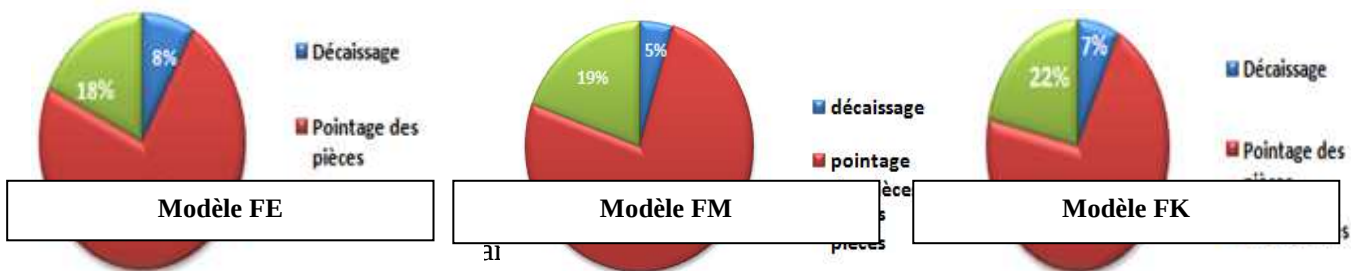
Actions d'améliorations appliquées au processus d'ordonnancement

Dans ce chapitre nous allons proposer des actions correctives qui éliminent ou minimisent les Causes potentielles des défauts rencontrées pendant l'étude AMDE qui a été appliqué sur le processus d'ordonnancement.

1. Amélioration du procédé de déballage des Caisses CKD :

1.1 Analyse de l'existant :

Durant la phase du chronométrage, nous avons remarqué que la phase du déballage prend plus de 50% du temps global d'ordonnancement des pièces au sein de l'usine. En effet environ 75% du temps du déballage est consacré pour l'opération du pointage (voir figure12) pour les trois modèles, cela est dû principalement au retard engendré par la grande quantité des références (de l'ordre de 800 références/ lot) qui doivent être vérifiées par les opérateurs, cette opération est faite manuellement c'est pour cela qu'elle prend beaucoup de temps.



1.2 Proposition de l'amélioration :

Pour faire face à cette problématique nous avons proposé à la société d'installer un système d'identification Automatique par les lecteurs de codes à barres.

En effet les pièces manipulées par l'entreprise sont déjà codifiées en codes 39 car les fournisseurs japonais disposent déjà du système proposé.

Les lecteurs de code à barre seront exploités par les opérateurs qui assurent l'opération de vérification et le tri des pièces. Lorsque l'opérateur vérifie le code de la pièce par le nouvel appareil plusieurs informations seront affichées sur l'écran de l'appareil :

- La désignation de la pièce.
- La quantité de la pièce.
- Le poste de montage au quel la pièce sera alimenté.





- La référence de la pièce.
- Le modèle au quel appartient la pièce.

Critères de choix :

- ✓ **Type d'usage** : Pour un usage industriel, il est préférable d'opter des lecteurs plus robustes.
- ✓ **Type de code à lire** : les appareils doivent lire le code 39.
- ✓ **Mode de lecture souhaité** : le lecteur code à barre doit être mobile, léger, de petit taille pour faciliter l'opération de pointage.

1.3 Objectif de l'amélioration :

L'amélioration proposée va rapporter plusieurs ajouts au procédé de vérification car elle permet :

- ✓ De réduire les actions manuelles et optimiser les travaux intensifs et donc l'amélioration de conditions de travail.
- ✓ De réduire les durées des opérations de saisie d'informations.
- ✓ La suppression quasi totale des erreurs de saisie commises par les opérateurs de déballage.
- ✓ L'élimination du problème du manque de polyvalence dans les postes de déballage car le procédé deviendra automatisé.

1.4 Etude économique :

L'étude économique est une partie déterminante en vue de la réalisation de ce projet, du fait qu'elle donne une idée sur le gain apporté à la société par le projet une fois mis en œuvre.

On se basant sur la production de l'année 2010 ainsi sur les résultats du chronométrage nous avons estimé les durées annuelles de déballage des Caisses pour les trois modèles fabriqués par l'entreprise :



Modèles		Durée de déballage d'un lot (heures. Op/lot)	Nombre de lots /an fabriqués en 2010	Durée annuelle de déballage (h. Op /an)	Tableau 7 : Durées annuelles
	FE	9,3	78	725,4	
	FK	7	55	385	
	FM	12	44	528	
	Total	-	-	1638	

elles de déballage des lots fabriqués en 2010.

D'après, les résultats obtenus dans la **figure 12**, nous avons calculé les durées de tri et de pointage pour chaque modèle pour l'année 2010 :

Modèles	Durée annuelle de déballage (heures. Op /an)	durée pointage+durée tri
FE	725,4	667,368
FK	385	358,05
FM	528	501,6
Total (h. Op)	1638	1527

Tableau 8:

Durées

annuelles de tri et de pointage par modèle pour l'année 2010.

Les experts dans ce domaine estiment que l'utilisation de ce nouveau système permet de diminuer plus de 60% de la durée de traitement manuel.

Donc, si on vient d'installer le système de lecture de code à barre la durée de traitement diminuera de 916 h. Op (0.6×1527).



Et donc un gain de : $916 \times 20 = 18320 \text{ Dh}$ (le cout d'une heure opérateur est 20 Dh).

1.5 Réalisation du projet :

Après avoir contacté plusieurs fournisseurs des appareils de lecteurs code à barres, un seul qui a été choisi, c'est la société AMALSOFT, avec laquelle nous avons effectué une réunion pour discuter leurs différents offres (voir PV en annexe 3).



Ci dessous le devis proposé par la société AMALSOFT :



161. Rés.Soundouss 5ème Etg N°20
Bd Bourgogne -Bourgogne-Casa
RC: 118145 - IF: 01622800

Téléphone : 05.22 20 67 79
Télécopie : 05.22 20 67 79

AUTO HALL

Devis

Cher Client,

Nous avons bien reçu votre demande de devis et nous vous en remercions.
Nous vous prions de trouver ci-dessous nos conditions les meilleures.

NUMERO	DATE	REFERENCE
DV000689	23/03/11	

Référence	Désignation	Qté	Px unitaire	Montant HT
PHL8212	PDA Opticon 8212	1,00	9 900,00	9 900,00
-	Logiciel de contrôle de la réception Marchandise. -Chargement de fichier au niveau du PDA. -Scane de la référence -Affichage de la désignation et du poste de destination. -Possibilité du saisi de la quantité. -Génération du fichier des écarts quantités (format EXCEL)	2,00	1 200,00	2 400,00
-	Installation et paramétrage et test sur site	1,00	900,00	900,00

Modalité de Paiement : 60% à la commande 40 à la livraison.

Nous sommes à votre disposition pour tout complément d'informations.

Nous vous prions d'agréer, Cher Client, nos sincères salutations.

Total HT	13 200,00
TVA	2 640,00
Total TTC	15 840,00



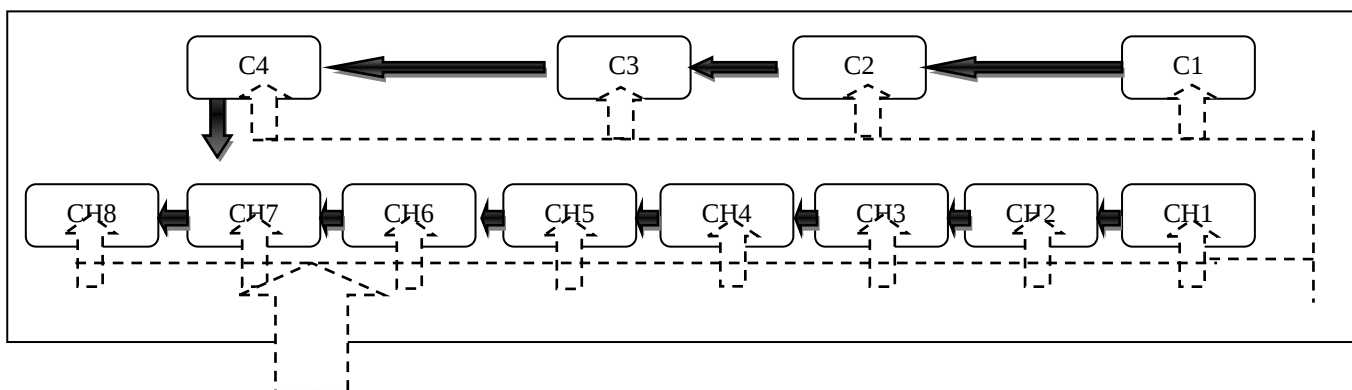
Tableau 9 : devis du lecteur code à barre.

2. Projet d'amélioration de la communication entre l'atelier de déballage et la Chaîne de montage :

2.1. Analyse de l'existant :

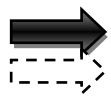
L'alimentation des postes de la chaîne de montage est l'une des principales fonctions assurée par le service d'ordonnancement, en effet lorsque le responsable d'ordonnancement reçoit le programme de production, il donne l'ordre de déballage du lot qui correspond au PDP, afin de pouvoir alimenter les pièces CKD nécessaires pour les différents postes de la chaîne de montages.

Ci-dessous un schéma explicatif pour les différents flux qui existe :





Atelier de déballage



: Flux physique de production.



: Flux d'alimentation.

Figure 13 : schéma explicatif pour les Flux physique de production et les Flux d'alimentation.

POSTE	DESIGNATION
CH1	POSTE RIVETAGE
CH2	POSTE SUSPENSION
CH3	POSTE FAISCEAUX
CH4	POSTE TYAUTERIE
CH5	POSTE LUBRIFICATION ET GRAISSAGE
CH6	POSTE MOTEUR
CH7	ASSEMBLAGE CHAISSIS ET CABINE
CH8	POSTE FINALE
C1	ASSEMBLAGE CABINE
C2	TRAITEMENT DE SURFACE
C3	PEINTURE CABINE
C4	GARNISSAGE CABINE

✓ Diagramme de Gantt des opérations d'alimentation :

Pour avoir une idée plus claire sur le déroulement du processus d'alimentation , Nous avons réalisé trois diagrammes de Gantt (pour les 3 modèles) qui modélisent concernant l'alimentation des pièces des trois modèle fabriquées par l'entreprise .

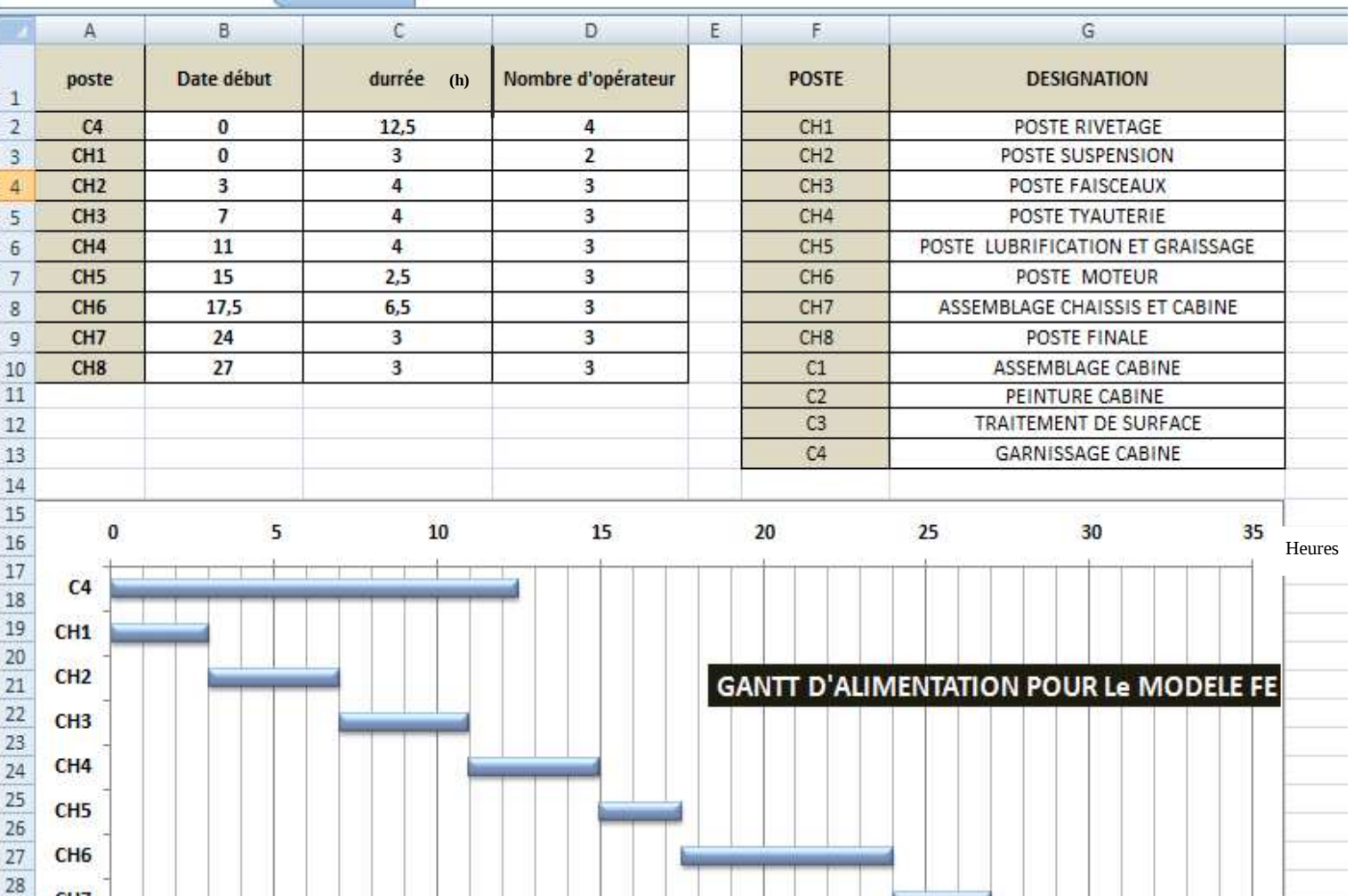




Figure 14: diagramme de GANT du processus d'alimentation pour le modèle FE.

(Pour FK et FM voir annexe2)

2.2. Problématique :

Pendant l'étude AMDE nous avons remarqué que les retards d'alimentation des postes de travail proviennent principalement par le manque de communication entre l'atelier de déballage et les différents postes de la chaîne de montage.

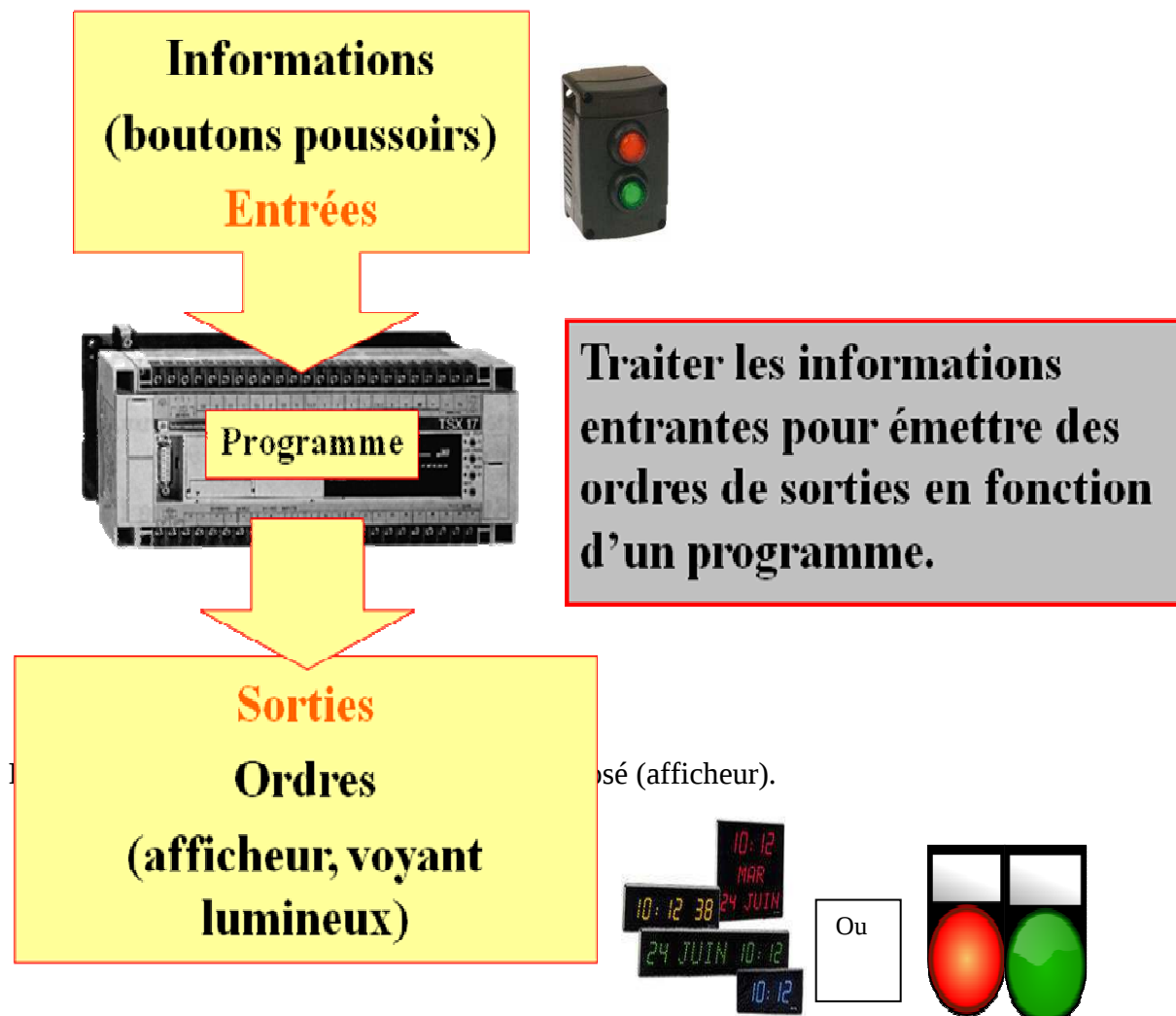
En effet lorsque un opérateur découvre dans son poste qu'il ya un manque ou une non-conformité des pièces livrées par l'agent d'alimentation, il quitte son poste de travail pour aller déclarer son problème au sein de l'atelier de déballage ce qui engendre un retard de production au niveau de ce poste et par fois l'arrêt de toute la chaîne de montage dans le cas des postes sensible(poste de garnissage cabine, poste châssis).

2.3. Proposition de la solution :

L'aléa cité précédemment est du principalement à la mauvaise communication entre les opérateurs de la chaîne de montage et les agents d'alimentation de l'atelier de déballage, c'est pour cela nous avons proposé d'installer un système d'affichage qui permet aux opérateurs de la chaîne de montage de déclarer leurs besoin sans quitter leurs postes de travail et par la suite éviter les arrêts dus à ce problème.



La figure ci-dessous décrit d'une façon globale la solution que nous avons proposée. Elle explicite les entrées/sorties du système, et le traitement de l'information acquise afin d'alerter les agents d'alimentation dans le cas d'un aléa d'alimentation dans un panneau de supervision qui sera implanter dans l'atelier de déballage des pièces CKD.



2.4. Conception de la solution :

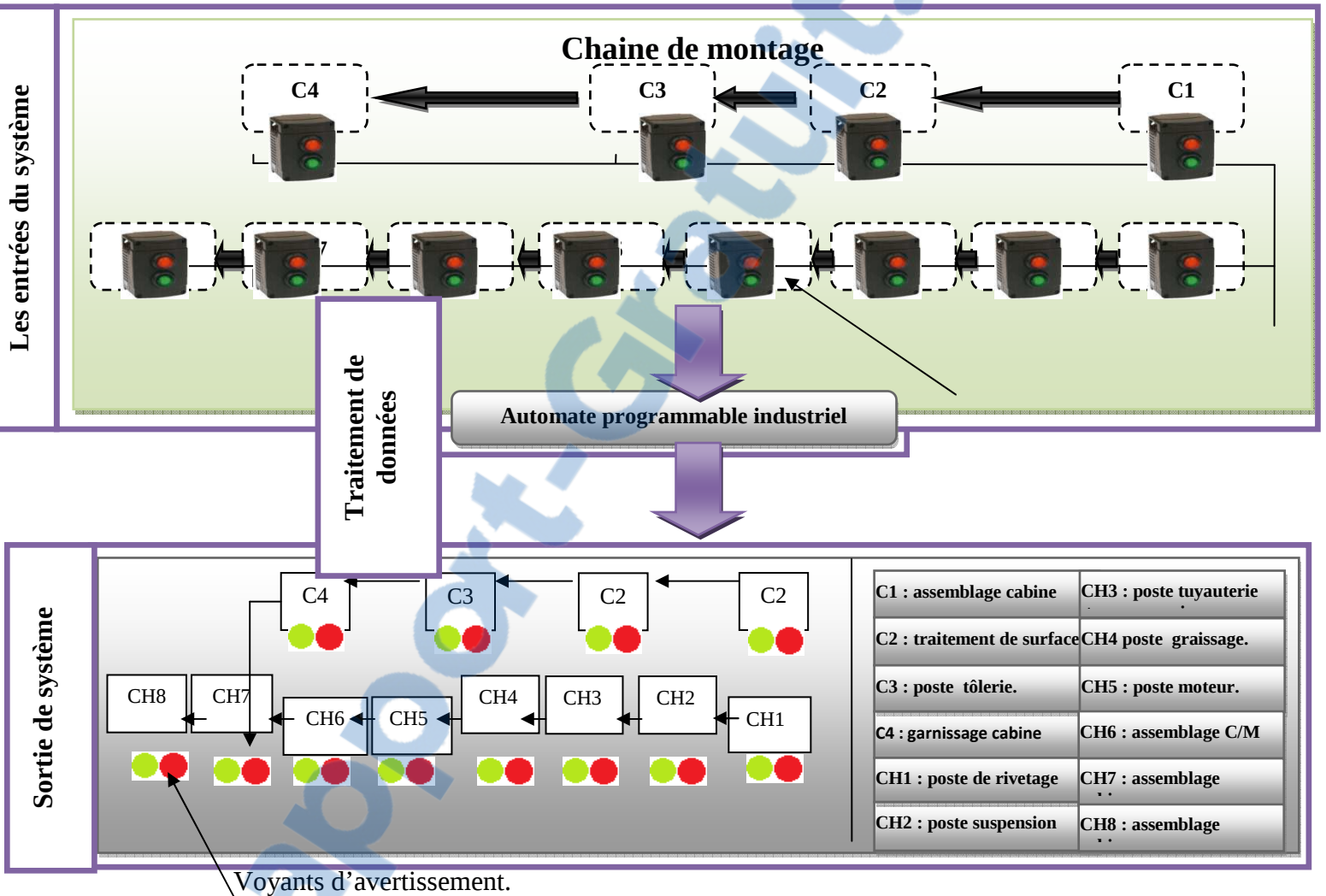


Figure 16: schéma explicatif de la solution (afficheur).

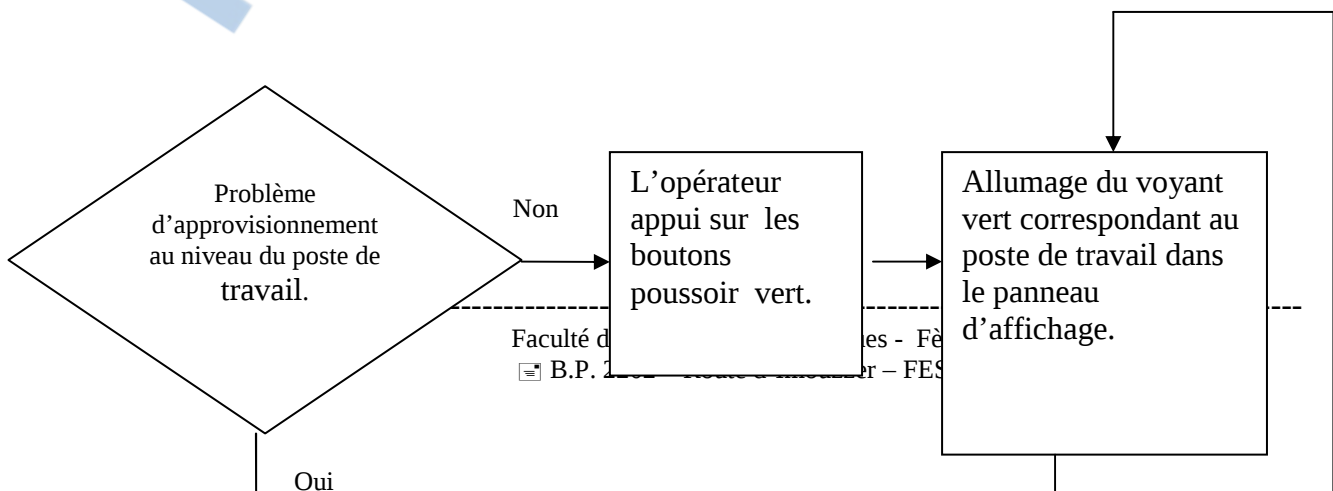




Figure 17: Diagramme fonctionnel de la solution proposée (afficheur).

2.5. Etude économique :

Afin d'avoir une quantification rigoureuse des pertes engendrées par ces aléas cités précédemment nous avons demandés aux chefs d'équipes de chaque poste de travail dans la chaîne de montage de nous fournir un historique de toutes les aléas d'alimentation qui correspond à l'année 2010.

Après avoir recueillir cet historique nous avons calculé le temps moyen perdu pour les aléas d'alimentation de l'année 2010 et il s'élève à **0.5 (h.op)**.



Tableau 10 : Durées des aléas d'alimentation par modèle pour l'année 2010.

Remarque : Durée totale par modèle = (Durée totale d'aléas par lot x Nombre de lots produits en 2010).

- Cout d'une heure .opérateur : 20 (Dh /heure).
- ➡ La Durée totale en heure opérateur de pertes : 1330 (h. Op).

Le cout de pertes causées par les aléas d'alimentation : $1330 * 20 = 26660$ (Dh)/ans.				d'aléa
	par lot	par lot (h. Op)	produits en 2010	par modele (h. Op)
FE	13	6,5	78	507
FK	14	7	55	383
FM	20	10	44	440
			Totale	1330

Validation de la solution :

Après avoir réalisé la conception de la solution, nous avons contacté plusieurs fournisseurs pour qu'ils puissent nous donner des offres de prix sur le projet proposé.

Le devis qui a été validé par l'entreprise est représenté ci-dessous :

TRIS NET S.A.R.L	
Rabat le. 29 Avril 2011	
Auto Hall Casablanca	
Objet : Offre de Prix	
Désignation	Qté
Automate siemens S7 300	1
Alimentation 24 V Delta	1
Disjoncteur 2 Pôles siemens	1
Coffret 620X500X200	1
Module d'entrée siemens	1
Module de sortie siemens	1
Connecteur 20 pins	1
Boutons d'arrêt d'urgence Schneider	12
Boutons poussoir	12
Signalisation lumineuse	12
Câble Profibus siemens	Selon le métrage
Connecteur DP	2
Câble 3X1,5	Selon le métrage



Le devis ci dessous ne tien pas en compte le prix du câblage électrique néssaicaire pour l'installation, pour cela nous avons contacté un expert dans ce domaine et il a l'estimé à : 15 000 DH.

Et donc le cout total de ce projet s'élèvera à 70000 Dh.

La solution proposée va permettre d'éviter les pertes annuelles engendrées par les aléas citées précédemment, et donc un gain de 26660 Dh/an, et donc l'entreprise récupéra sont cout d'investissement au moins de 3 ans.

3. Achat d'un tracteur électrique pour l'alimentation des postes de montages:

3.1 Analyse de l'existant et formulation du problème :

Comme décrit précédemment, l'usine dispose d'un magasin où sont stockées les pièces nécessaires au montage du véhicule industriel. L'état initial de fonctionnement du flux entre le magasin et la chaîne de montage est le suivant : Premièrement les pièces sont toutes préparées 2 jours avant le passage en chaîne de production des véhicules à fabriquer. Suivant le planning de production, lorsqu'un Lot passe en production, les pièces sont déballées et livrées, proche des postes concernés.

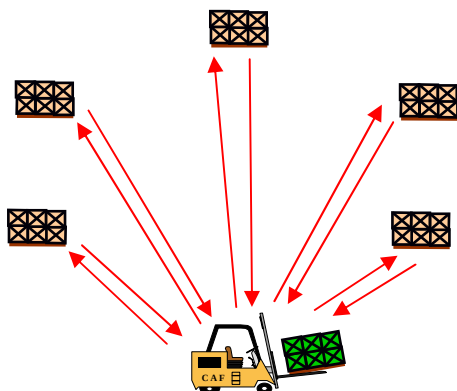
Pendant notre étude AMDE nous avons remarqué que la capacité des moyens de manutention pour assurer l'alimentation est insuffisante cela est du principalement au mode traditionnel d'approvisionnement durant lequel les livraisons sont très volumineuse, ainsi que l'ensemble

des pièces pour produire les véhicules d'un Lot (12 camions par Lot) sont livrées sur 2 chariots élévateurs.

3.2 Action d'amélioration :

Pour faire face à ces problèmes d'incapacité nous avons proposé à l'entreprise d'acheter un chariot tracteur qui est un train logistique composé par un tracteur auquel sont connectés plusieurs chariots. Chaque chariot doit pouvoir accueillir soit une palette de dimension standard (1200mm x 800mm) ou un meuble pour transporter des pièces dans des boîtes ou des cartons.

Comparons le chariot élévateur et le chariot tracteur :

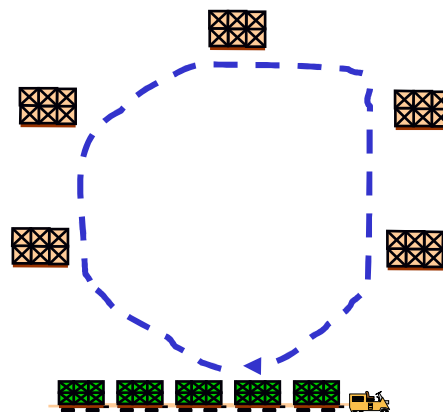


- Chariot élévateur :

- Fonctionne comme un "Taxi" (vous devez l'appeler).
- Coût d'équipement élevé et utilisation contraignante.
- Faible productivité et risque d'accident.

- Chariot tracteur :

- Arrive à chaque poste exactement au moment prévu (car le processus est le cyclique).
- Moins coûteux et plus facile à faire fonctionner.
- Productivité élevée et travail Standard
- Le chariot tracteur fait aussi circuler les informations de l'atelier.



Chariot tracteur

3.3 Etude économique :

Le but de cette partie est d'estimer le coût de pertes afin de chiffrer le financement de l'achat du chariot tracteur. En effet, le temps d'alimentation actuel déminera de 2/3 par l'utilisation du nouveau chariot tracteur car il va entraîner derrière lui au moins trois palettes ce qui est équivalent à la capacité de trois chariots élévateurs.

On se basant sur les résultats du chronométrage et les PDP de l'année 2010 nous avons calculé la quantité mensuelle (en h.op) pour assurer l'alimentation des différents modèles



	Nombre de lot /mois	Nombre h.op d'alimentation/lot	Total d'heure. Opérateur/mois
FE	7	9	63
FK	5	14	70
FM	4	23	92
Total	16	46	225

Tableau 11: Durés d'alimentation mensuelle par modèle (h.op) .

Temps global de l'alimentation = 225 h.op /mois

Par l'utilisation du chariot tracteur on réduisant 2/3 du temps globale de l'alimentation, c'est-à-dire de 150 h. op.

Le cout d'une h.op = 20DH.

⇒ Donc, le cout qu'on peut gagner par l'utilisation d'un chariot tracteur est:

3000Dh/ mois ⇒ 36 000 Dh/an.

➡ Validation de la solution :

Après avoir contacté plusieurs fournisseurs, un seul qui a été choisi, c'est la société **BT TOWING TRACTOR**, avec laquelle nous avons effectué une réunion (Voir PV en annexe 3). D'après le fournisseur le cout du tracteur électrique (voir fiche technique en annexe 4) est: **180 000Dh.**

L'entreprise va récupérer le cout d'investissement après 5 ans (180000/36000), Sachant que ce chariot élévateur est sera amorti après 10 ans d'utilisation.

Remarque : cette solution à été validé par l'entreprise .



4. **Amélioration de la traçabilité du processus d'alimentation :**

Pendant l'étude AMDE réalisée sur le processus d'ordonnancement nous avons remarqué qu'il y a un problème au niveau de la phase de l'alimentation qui se traduit par la non détectabilité des problèmes de la non-conformité des pièces alimentées de tel sorte qu'on ne sait pas est ce que la pièce a été endommagé avant ou après l'alimentation .

Pour faire face à ce problème décrit précédemment nous avons proposé au responsable d'ordonnancement d'élaborer une fiche de vérification de la qualité et la quantité de quelques pièces CKD qui ont une probabilité forte de s'endommager (pièce fragile) ou disparaître (pièce de petite taille).

➡ **Cette fiche va permettre d'avoir :**

- ✓ Une traçabilité dans le cas d'un endommagement d'une référence (c'est- à-dire on peut savoir à quel niveau la pièce à été endommagée).
- ✓ Une détectabilité d'aléas d'alimentation, car il s'agit d'une vérification de la qualité et de la quantité des référence alimentées.
- ✓ L'élimination des arrêts dus aux alimentations erronées.
- ✓ Une responsabilisation des alimentateurs et les opérateurs de la chaine de montage.

➡ **Cette liste de référence à été préparée en collaboration avec :**

- ✓ le responsable magasin et ordonnancement.
- ✓ Le chef d'équipe du poste garnissage Cabine.
- ✓ le chef d'équipe d'alimentation.

Pour avoir une idée claire sur cette fiche et sa mise en œuvre nous avons réalisé un exemplaire avec son processus de fonctionnement représentés dans les pages suivantes :



Auto hall véhicule industriel

Service magasin et ordonnancement

Fiche de vérification des pièces CKD alimentées

Modèle :

Lot :

Date :

	Désignation	Quantité		Qualité	
		C	N.C	C	N.C
Garnissage Châssis	RADIATEUR				
	MOTEUR				
	DISQUE EMBARILLAGE				
	PNEUS				
	PONT				
Garnissage Cabine	PAVILLON				
	CONDUITE D'AIRE				
	MOTEUR D'ESSUIES GLACE				
	PANNCAN DE PORTE				
	PARE SOLEIL				
	CACHE BOITE AVANT				
	SIEGE CONDUCTEUR				
	RETROVISEUR				
	BOITE A FUSIBLE				
	ESSUIES GLACE				
	PANNEAU DE PORTE				
	KIT CONTACTEUR				



Signature :

Opérateur déballage	de	Chef d'équipe d'alimentation	chef d'équipe garnissage cabine	chef d'équipe garnissage châssis

Figure 19 : fiche de vérification des pièces CKD.

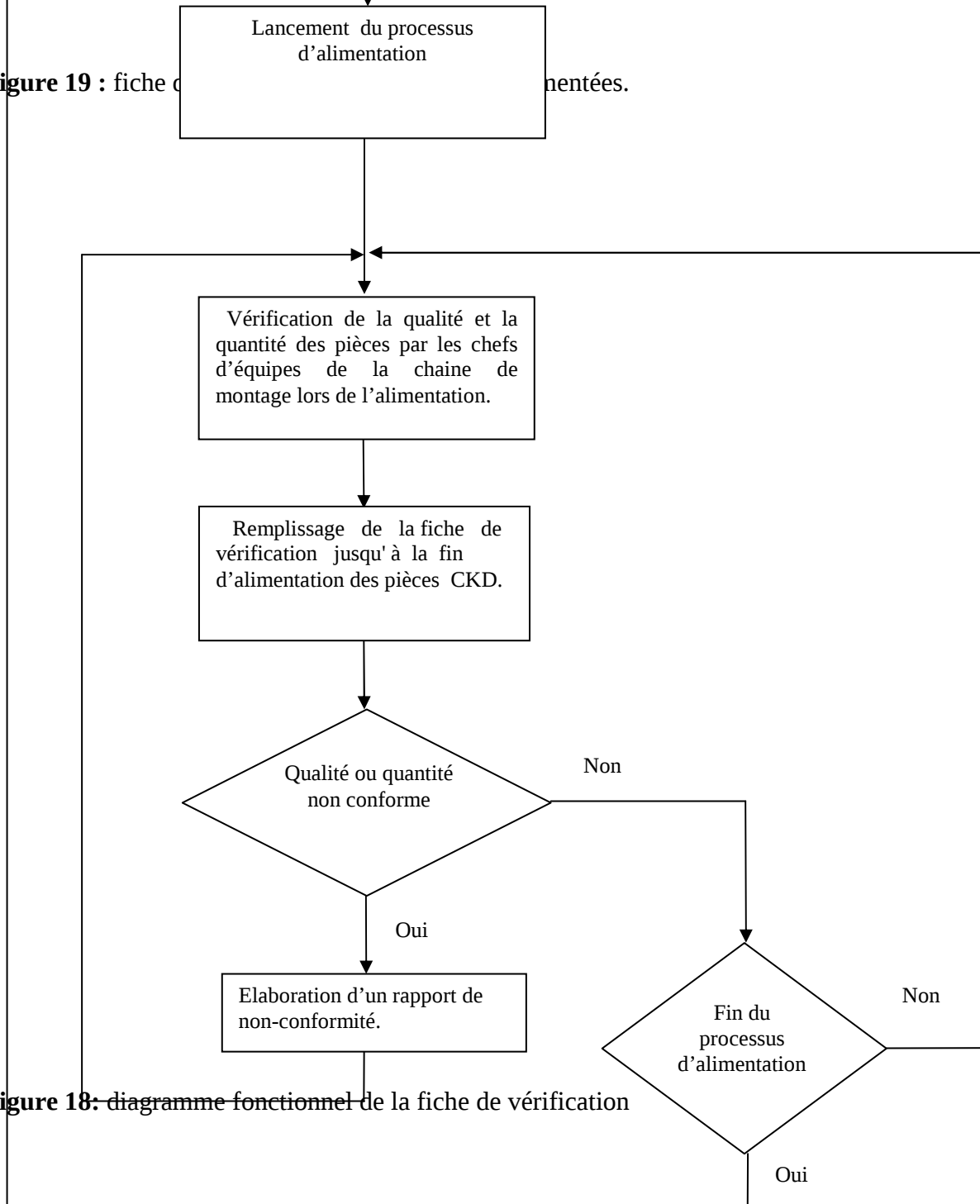


Figure 18: diagramme fonctionnel de la fiche de vérification



Remarque : Cette fiche à été validée par le responsable ordonnancement et elle est actuellement opérationnelle.

5. Amélioration de la maintenance des chariots élévateurs :

5.1. Problématique :

Les chariots élévateurs sont les moyens de manutention les plus importants pour accomplir la mission du service d'ordonnancement en effet pendant l'étude qualitatif du processus d'ordonnancement nous avons rencontré plusieurs modes de défaillance qui sont dus principalement aux pannes répétitifs des moyens de manutention ce qui dégradera par la suite la performance du processus d'ordonnancement.

5.2. Action d'amélioration :

Afin d'améliorer la disponibilité ainsi que la fiabilité des moyens de manutention, nous avons proposé à l'entreprise de réaliser une maintenance préventive des chariots élévateurs selon un programme d'entretien comprenant des inspections qui seront assuré par les techniciens du service maintenance.

Nous avons réalisé le programme sous la forme d'un planning de maintenance pour les différents chariots élévateurs représenté dans le tableau ci-dessous :

Equipement	Numéro de série	Fréquence de visite
LINDE	H2X393003037	Chaque Jeudi de 8h à 10h
TC M30	32M76230	Chaque mercredi de 8h à 10h
TCM 40	43E02968	Chaque mercredi de 14h à 16h
TCM 40	43E00968	Chaque lundi de 8h à 10h
TCM 40	43E04086	Chaque vendredi de 8h à 10h
TCM 40	43E04619	Chaque mardi de 8h à 10h

Tableau 10 : Planning de maintenance préventif des chariots élévateurs.



On se basant sur les manuels donnés par les constructeurs des différents chariots élévateurs nous avons proposé aux opérateurs de la maintenance de réaliser la liste des actions ci-dessous lors de leur réalisation de l'entretien préventif correspondant au planning cité précédemment :

- **Système mécanique :**

- ✓ Vidange de l'huile moteur
- ✓ Echange du filtre à huile moteur
- ✓ Contrôle de l'état et de la tension de la courroie de l'alternateur et du ventilateur
- ✓ Contrôle et réglage du jeu des soupapes
- ✓ Contrôle de l'étanchéité des collecteurs d'admission et d'échappement
- ✓ Contrôle du frein de parking.
- ✓ Serrage des écrous de roue.
- ✓ Contrôle de la pression d'air des pneumatiques
- ✓ Contrôle de l'état des pneumatiques et de l'absence de corps étrangers
- ✓ Contrôle du niveau d'huile et de l'étanchéité des réducteurs de roue
- ✓ Contrôle de l'étanchéité de l'essieu compact, des pompes, des soupapes,

- **Système hydraulique:**

- ✓ Contrôle conduites du système hydraulique.
- ✓ Remplacement des filtres à pression d'huile, d'aspiration, et reniflard Batterie.
- ✓ Contrôle de l'état, du niveau et du taux de l'électrolyte.
- ✓ Contrôle de l'état et du serrage des silents blocs du moteur.
- ✓ Contrôle de la fixation de la suspension du moteur, de l'arceau de protection, de l'essieu de direction et des réducteurs de roue .
- ✓ Nettoyage, graissage de l'essieu de direction.
- ✓ Graissage des paliers du mât et des vérins d'inclinaison.
- ✓ Mât d'élévation et chaînes de mât: contrôle de l'état et de la fixation
- ✓ Contrôle de la précontrainte des tuyaux jumelés pour équipements auxiliaires
- ✓ Nettoyage, réglage et lubrification des chaînes système de levage.

- **Système électrique:**



- ✓ contrôle de l'état et de la bonne fixation des câbles, des connecteurs et des colliers de fixation.
- ✓ Contrôle de la fixation des boulons des pivots de fusée et du vérin de direction.
- ✓ Purge du décanteur de l'alimentation en carburant

Remarque : ce planning a été validé et signé par le responsable de maintenance et il est en phase d'exécution.

6 Amélioration de la gestion de l'espace de stockage :

Analyse de l'existant :

Comme décrit précédemment la zone de stockage comporte les caisses CKD, qui vont servir comme matière première pour l'alimentation de la chaîne de montage après avoir les préparer dans la zone de déballage.

D'après notre analyse par l'étude AMDE, nous avons pu constater qu'il y a beaucoup de problèmes à cause d'une manque d'organisation standardisée de ces caisses dans la zone de stockage qui est du au manque d'espace (voir tableau AMDE représenté en annexe 1).

Solution proposée :

En effet la résolution du problème de l'organisation de la zone CKD est liée principalement à la gestion de son espace, pour cela nous avons analysé l'historique des entrées/sorties du stock et nous avons observé qu'à peu près 1/3 du total des caisses constitue un stock mort. Pour cela nous avons proposé de:

- Mettre en place un espace supplémentaire qui va contenir les caisses du stock mort pour libérer l'espace dans la zone de stockage.
- Organiser les caisses par modèle.
- Dans chaque zone du modèle les caisses doivent être organisées par lot.



Amélioration d'aménagement de l'atelier de déballage :

Analyse de l'existant :

En fonction du programme de production /livraison, le responsable du magasin de l'usine de montage assure la préparation des pièces et des produits consommables pour l'alimentation des différents postes de travail en quantité et qualité demandées, dans le lieu prévu et dans les délais prescrits. En effet pour répondre à cette contrainte, il faut travailler dans un environnement bien organisé. L'atelier de déballage comprend deux opérateurs qui ont la mission de déballer les Caisses CKD qui constituent un lot de 12 camions.

- Le schéma ci-dessous montre le croquis de l'atelier de déballage :

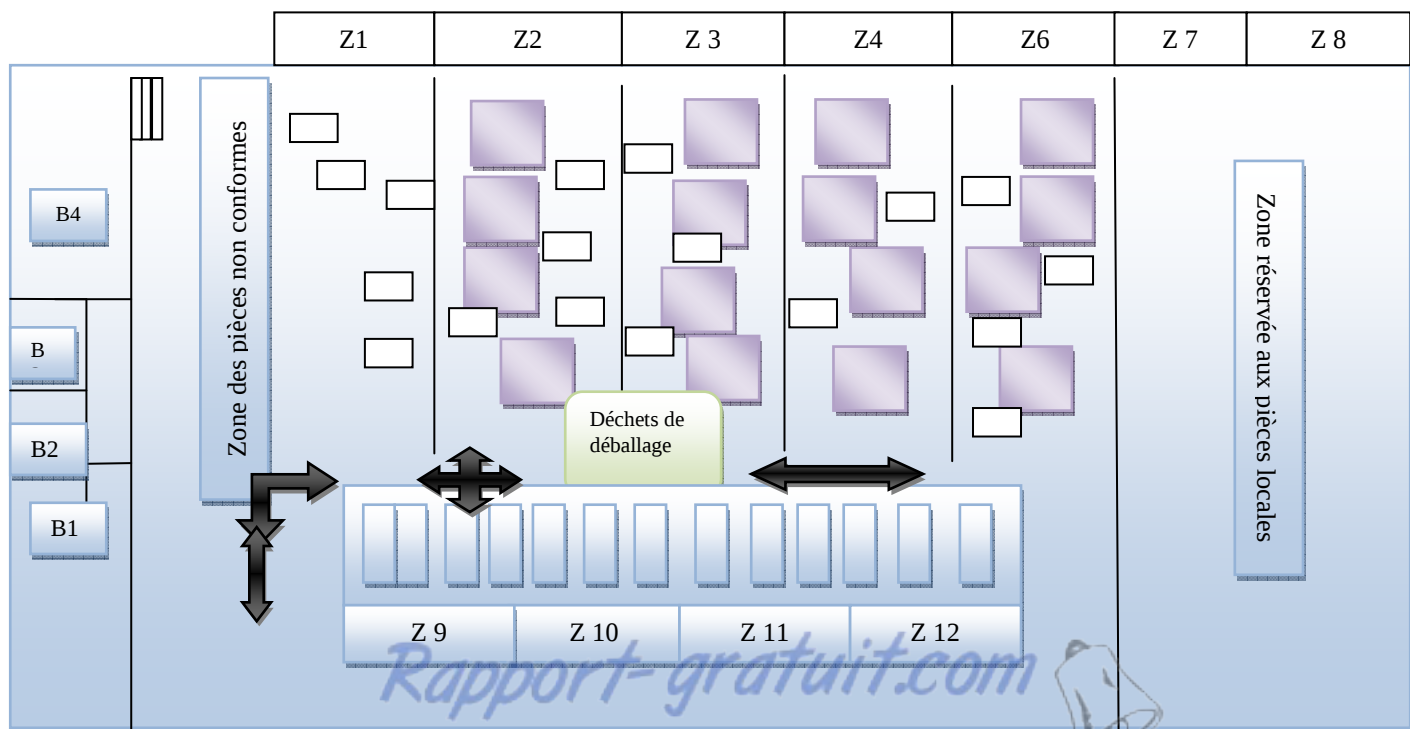


Figure 20 : Croquis de l'ancienne disposition du magasin de déballage.

Symbole	Signification
B1, B2, B3, B4	Bureaux
Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6	Zone de déballage des caisses
Z9, Z10, Z11, Z12	Zone des contenaires prêts pour l'alimentation

Problématique :

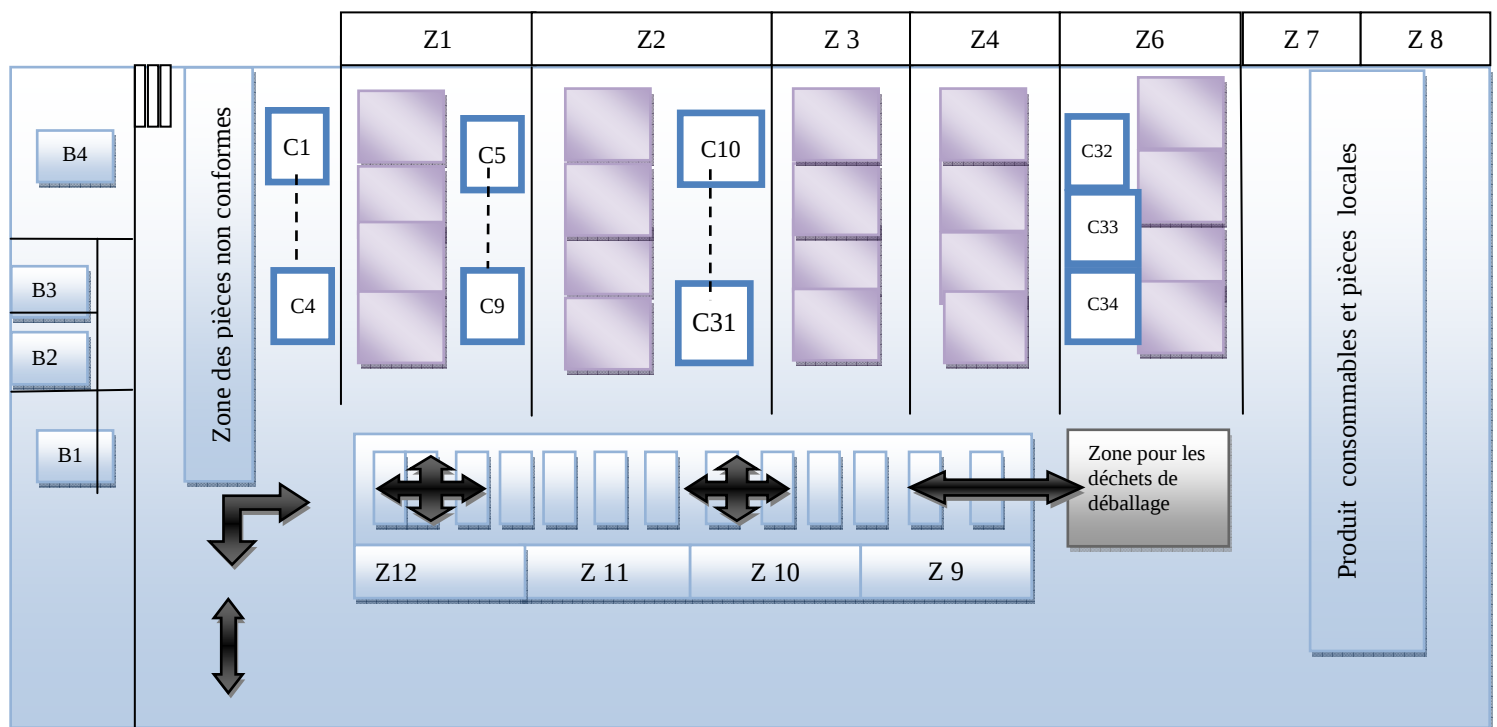
Au cours de l'étude AMDE, Nous avons constaté qu'il y avait plusieurs problèmes qui ont été enregistré au niveau de l'atelier de déballage, cela est du principalement au Mauvais aménagement des contenaires et de déchet au sein de l'atelier (voir tableaux AMDE présentés en annexe 1).

Solution proposée :

Afin d'éviter tous les problèmes cités précédemment nous avons proposé de faire :

- ✓ Un Traçage de zones réservées pour les contenaires dans l'atelier de déballage.
- ✓ Réservation d'une zone pour les déchets de déballage pour ne pas bloquer le passage des chariots élévateur.

Ci-dessous la nouvelle disposition proposée pour l'atelier de déballage :





Symbole	Signification
B1, B2, B3, B4	Bureaux
Z1, Z2, Z3, Z4, Z5, Z6	Zone de déballage des caisses
Z9, Z10, Z11, Z12	Zone des contenaires prêts pour l'alimentation
C1 → C9	Contenaires réservés pour la boulonnerie.
C 10 → C34	Contenaires réservés pour les pièces autres que la boulonnerie.
	Contenaire
	Caisse CKD

Remarque : ce projet a été validé et il est en phase d'exécution.

Projet de dallage :

Lors de notre étude AMDE sur le processus d'ordonnancement nous avons remarqué que l'endommagement des pièces est causé par les mauvaises conditions de leur manutention à



cause des secousses et les vibrations, chocs, chute....cela est du principalement au mauvais dallage.

Pour cela nous avons proposé de renouveler le dallage de l'usine pour éliminer toutes causes qui pourra engendrer les problèmes décrits précédemment (voir tableau AMDE).

Ci-dessous le devis que nous avons proposé après avoir contacter la société Promo Aménagement :

Promo Aménagement	
Travaux de bâtiment tout corps d'Etat	S.A.R.L.
Casablanca le 02.11.2010	
AUTO-HALL Avenue Ialla Yacout Casablanca	
Devis N° 405/10	
Objet : Travaux de redallage et renforcement Des armatures aux endroits endommagés Parc CKD DVI Ain Sebaa	
Travaux Comprenant :	
• Décapage de l'ancien béton de sol industriel jusqu'au blocage pour décaper l'ancienne couche de forme existant endommagé • Evacuation des déblais à la décharge publics • Renforcement de l'armature existante • Redallage en béton hydrofuge avec à adjonctions des produits Sika	
Soit 400 m ² x 220,00	= 88.000,00 HT
Arrêté le présent devis à la somme de : Quatre vingt huit mille dirhams HT	
PROMO - AMENAGEMENT S.A.R.L. 122, Bd Abdellah Ibn Yacine N° 13 Belvédère Casablanca Tél/Fax : 022.44.51.78	
Capital de 100.000 DHS 122 ; Boulevard Ibn yassine appt. N°13 Belvédère Casablanca Patente : 32510041-II° : 1623038- C.N.S.S : 6977659 RC 132503 GSM : 06 61 88 23 60 - 06 40 30 44 86 - FAX : 05 22 24 29 28	

de la traçabilité des pertes et la sécurité de la zone de stockage et donc l'échec dans le processus d'amélioration continu au niveau de la sécurité des pièces CKD.



Proposition de la solution :

Avant de proposer la solution, nous avons étudié soigneusement la géographie de l'usine dans le but de déterminer les différents points stratégique dans les quels seront installé les équipements de surveillance.

La Figure 23 montre l'emplacement des équipements de surveillance :

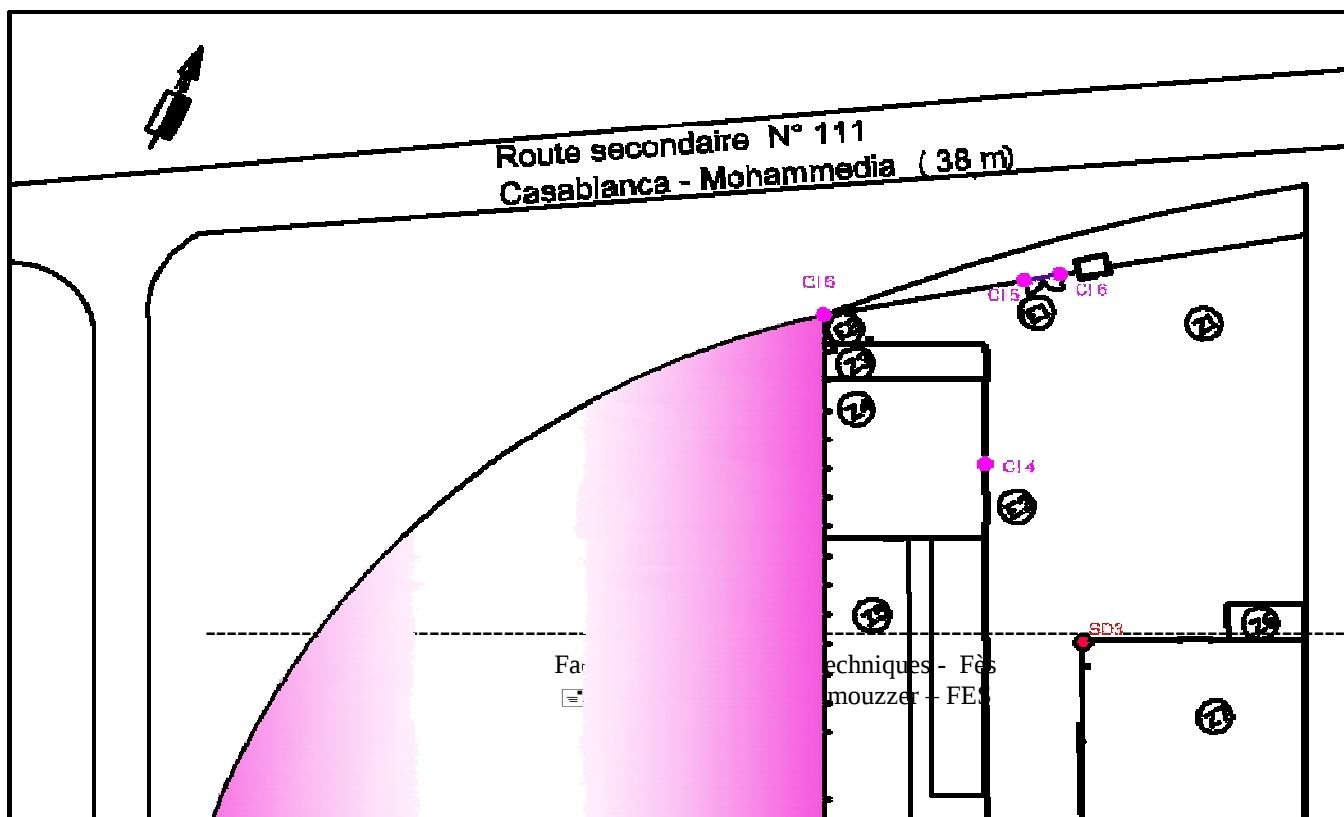




Figure 23 : Emplacement des équipements du système de sécurité -surveillance

s

Référence des caméras	Type
CM1	Caméra IR
CM2	Caméra IR
CM3	Caméra IR
CM4	Caméra IR
CM5	Caméra IR
CM6	Caméra IR
CM7	Caméra IR
SD1	Caméra speed dom.
SD2	Caméra speed dom.
SD3	Caméra speed dom.
BR	Barrière hyperfréquence

Tableau 15: Liste des caméras mises en place.

- **Critères de choix des équipements de surveillance :**

Le tableau suivant montre les critères sur lequel on s'est basé pour le choix des équipements de sécurité :



Equipements	Critères de choix
Les caméras IR	• Haute résolution. • Elles peuvent capturer les images claires dans l'obscurité car elles sont en mesure de capter la chaleur que les gens produisent, il y a aussi possibilité de détection d'incendie.
Les barrières hyperfréquence	• L'architecture du périmètre de l'usine exige d'utiliser des barrières hyperfréquence dans chaque cassure du mur de clôture. • Zone de détection importante. • Insensibilité au brouillard. • Portée jusqu'à 200m.
Caméra speed dôme	• L'angle de vue de la caméra est difficilement vu. • Caméra rotatif. • Zone de détection importante

Remarque : le projet a été signé par les responsables, et il est en phase de réalisation .

Estimation des pertes :

Nous avons réalisé une réunion avec le responsable de production dans le but de calculer les pertes qui sont dues au vol des pièces CKD au sein de l'usine de montage on se basant sur l'historique de l'année 2010, ces pertes s'élèvent à : **200.000 DH /ans.**

Validation de la solution :

Le tableau ci-dessous donne une idée globale sur les prix unitaires et les totaux des équipements nécessaires (sans tenir en compte du câblage) :

Equipement	Marque /Référence	Prix unitaire	Quantité	Total
Caméras mobiles	Speed dom digital 700	16 800.00	3	50 400.00
Clavier de contrôle Speed Dôme	Digital SDK505	3 500.00	3	10 500.00
Caméras infra rouge	Digital LIT90 EKSHQ	2 250,00	7	15 750.00
Barrière hyperfréquence	MRW50-F2	13 000.00	1	13 000.00
Total				89 650.00

Tableau 11 : Coût d'achat des équipements du système de surveillance de l'usine.



Elaboration des consignes de sécurité de manutention :

Contexte général :

Afin de tirer le meilleur parti du chariot élévateur, dans les conditions exigées par la norme de la sécurité et santé du travail, le cariste doit bien connaître les caractéristiques, et les capacités de l'équipement qu'il opère ainsi que les principes de sécurité qui entourent son utilisation.

Le travail du conducteur de chariot élévateur, que l'on appelle cariste, exige un niveau élevé d'attention, de concentration, et de coordination. Etant donné les conséquences souvent dramatiques des accidents associés à la conduite des chariot élévateur, la mise en œuvre de pratiques de conduite sécuritaire est d'une importance capitale. Ces connaissances s'acquièrent par la formation théorique, qui permet de comprendre la nature des risques liés à la conduite d'un chariot élévateur et les moyens de s'en prémunir, et aussi par de la formation pratique qui permet d'intégrer ces connaissances dans des habitudes et des façons de faire sécuritaires.

Pour cela nous avons proposé de réaliser une liste de consignes de sécurité de manutention afin d'éliminer le maximum possible toutes les causes qui peuvent générer soit des accidents de manutention ou bien endommagement des pièces CKD (voir étude AMDE représenté en annexe 1).



Consignes de sécurité :

Consignes de Manutention des caisses CKD
Avant de démarrer, vérifier s'il n'y a personne à proximité du chariot.
Circulez avec les fourches le plus près possible du sol (20 cm).
Ralentir et avertir aux croisements et autres endroits où votre vision est restreinte.
En cas de manipulation de charges lourdes qui restreignent votre vision, utiliser le chariot en marche arrière.
Chaque matin, assurer la maintenance 1 ^{er} niveau et ajuster les équipements physiques du chariot (rétroviseurs, siège).
Interdit de transporter une personne.
Eviter de pousser les pièces (longeron, pont, essieu) avec la fourche.
Conduisez à une vitesse permettant de garder un plein contrôle du chariot en tout temps.
Faire un arrêt complet aux intersections, klaxonner pour signaler sa présence si la vue est obstruée.
Eviter les arrêts dans les virages brusques.
Portez la charge basse.
Ralentissez aux surfaces glissantes (chemin entre la porte du rivetage et la porte de la chaîne de montage).
Ne pas se déplacer de la charge dans le cas d'un vent très fort.
Ne pas s'approcher du chariot élévateur lors du chargement de la charge.
Lors du chargement ajuster correctement l'espacement des fourches par rapport à la charge.
En cas de panne, ajuster correctement des fourches avec le pied.
Ne pas mettre les mains ou les pieds dans le système de manipulation de la charge.
Ne pas soulever une charge instable.
Ne pas tenir à la main des charges sur les fourches.
Respecter la capacité du Clark (voir tableau ci-dessous).



Figure 24 : liste des consignes de sécurité de manutention.

En restant toujours dans le cadre de la sécurité de manutention et on se basant sur les manuels des chariots élévateurs donnés par le constructeur nous avons déterminé le nombre nominal des caisses CKD qui peuvent être chargées pendant un seul chargement pour les différents modèles fabriqués par l'usine de montage :

Types de la charge de la caisse	Modèle	Quantité maximale des caisses pendant un chargement
Les Longerons	FM ou FE ou FK	1
Les moteurs	FM	1
	FE	2
	FK	1
les Ponts ou les essieux	FM	1
	FE	2
	FK	1

Tableau 12 :

Q

Quantité maximale des caisses CKD dans un seul chargement dans les chariots élévateurs.

Remarque : Les consignes de sécurité citées précédemment ont été validées par le responsable ordonnancement et vont être affichées dans les différentes zones de l'usine afin de sensibiliser le personnel. (Voir Annexe 5).



Amélioration de suivi de prélèvement des pièces CKD :

Analyse de l'état actuel des prélèvements des pièces :

L'action de prélèvement s'enclenche lorsque le responsable du magasin donne un ordre de prélèvement d'une pièce à partir d'une caisse en stock, en effet cette action de prélèvement est due à plusieurs causes :

- Remplacement d'une pièce endommagée dans la chaîne de production.
- Correction d'un manque de pièces pendant la phase de vérification des pièces.
- Réception d'un bon de commande auprès du service pièce de rechange.

Pendant la phase de réalisation de l'AMDE sur le processus d'ordonnancement, nous avons constaté qu'il y avait plusieurs modes de défaillances à cause de la mauvaise gestion des prélèvements car il n'y a pas une bonne traçabilité concernant ces opérations.

Élaboration du cahier de charge :

Pour faire face au problème cité précédemment nous avons proposé de réaliser une application informatique qui permettra d'avoir une bonne traçabilité et donc une gestion standardisée du processus de prélèvement.

Afin d'atteindre la traçabilité souhaitée, nous avons demandé au contre maître du magasin de nous indiquer toutes les informations qui peuvent être utiles à enregistrer après la réalisation d'un prélèvement, ces informations sont déterminées ci-dessous :

- Le numéro du prélèvement.
- La référence de la pièce prélevée.
- La quantité de la pièce prélevée.
- Le modèle du camion auquel appartient la pièce
- Le numéro du lot.
- Cause du prélèvement.
- La date du prélèvement.

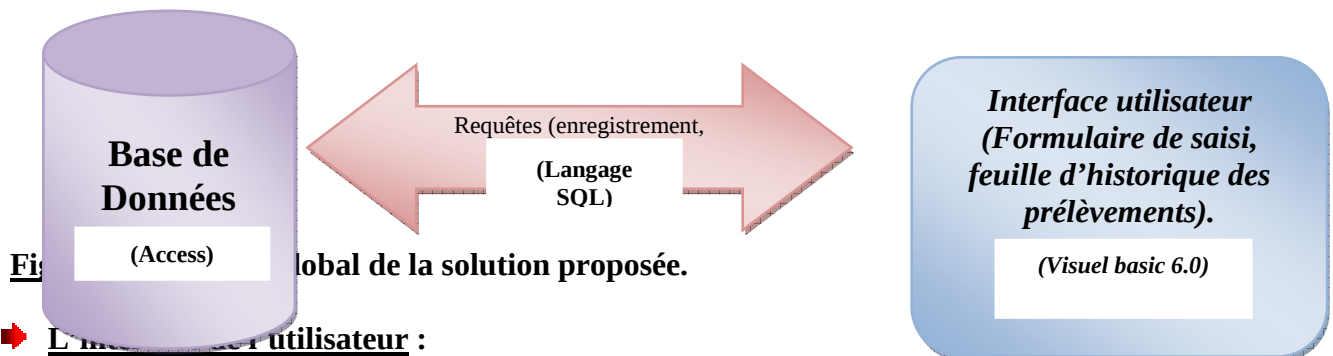




Réalisation de la solution :

La solution proposée est conçue de telle façon à avoir un système informatique dont le but est de maintenir les informations correspondantes aux prélèvements et de les rendre disponibles à la demande.

Nous avons schématisé le système informatique proposé ci-dessous :



➔ L'interface utilisateur :

L'interface utilisateur que nous avons réalisée permet aux utilisateurs d'exprimer des requêtes :

- ✓ pour définir de nouveaux prélèvements.
- ✓ pour interroger la base de données (en extraire des informations) pour avoir l'historique des prélèvements,
- ✓ pour apporter des modifications à ce qui a été enregistré.

Ci-dessous l'interface utilisateur que nous avons réalisé par le visuel basic version 6.0 :

Suivi de prélèvement des pièces CKD

Auto Hall Véhicule industriel

Usine de montage

Suivi de prélèvement des pièces CKD :

Numéro du prélèvement :

Référence :

Quantité prélevée :

Modèle :

Enregistrer le prélèvement

Afficher l'historique de prélèvement

Bouton de commande permet l'enregistrement du prélèvement dans la base de données.

L'utilisateur pour la définition d'un nouveau prélèvement.



Bouton de commande qui permet à l'utilisateur d'afficher l'historique de prélèvements enregistrés.

Bouton de commande qui permet de quitter l'application.

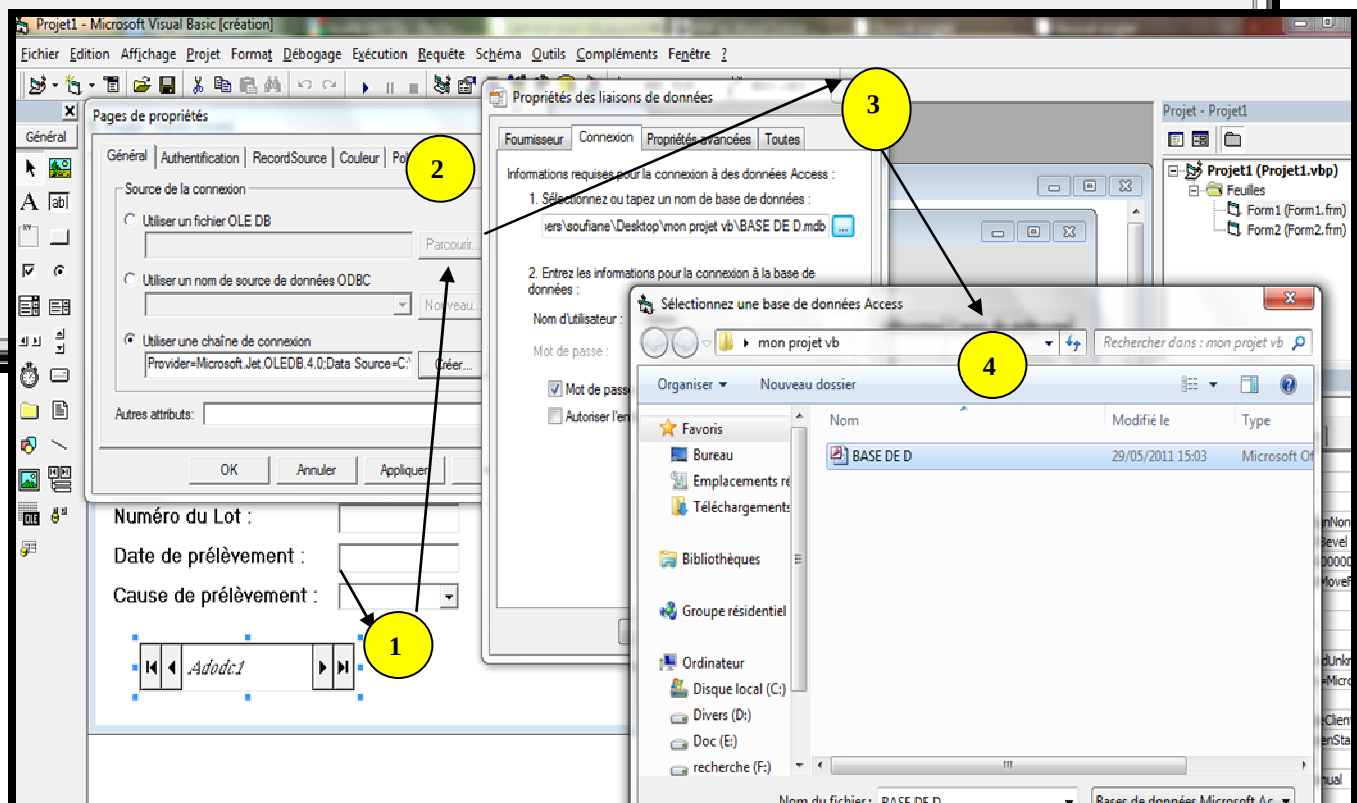
Suivi de prélèvement des pièces CKD

[Retour](#)

Historique de prélèvement des pièces CKD

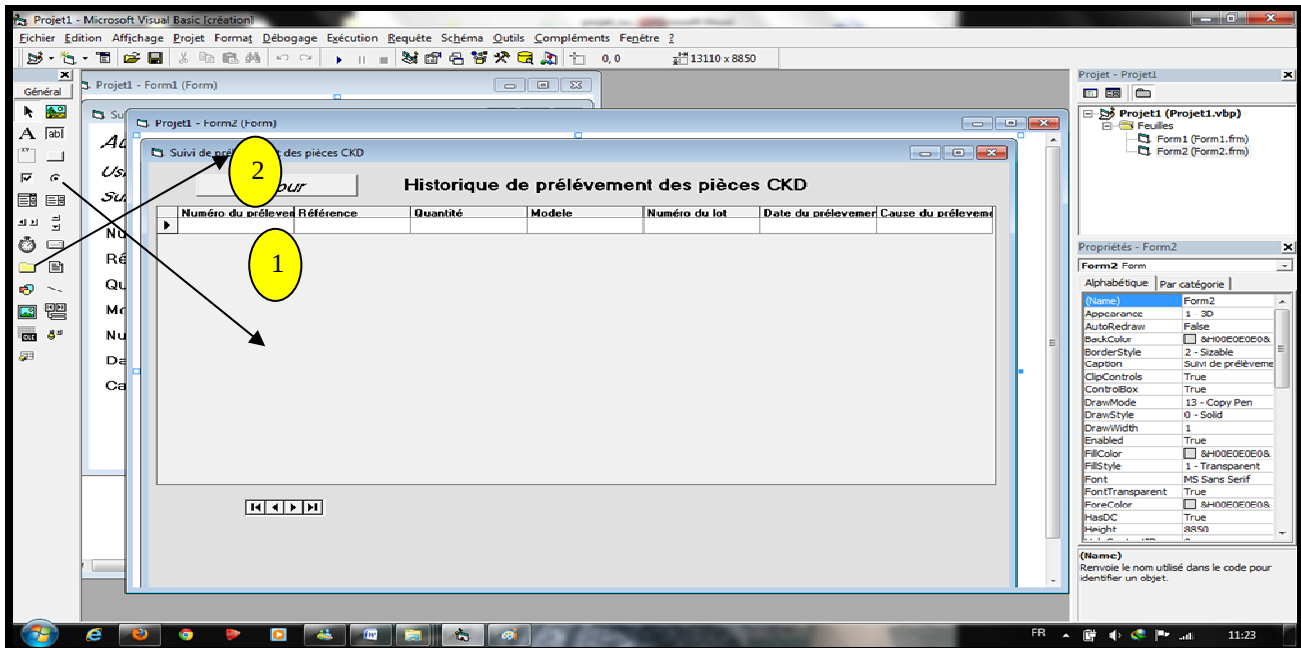
Numéro du prélèvement	Référence	Quantité	Model	Numéro du lot	Date du prélèvement	Cause du prélèvement
12/10	DFM23098	2	FE85PG6L	23	23/02/2011	Manque
13/11	ZERM234	10	FMJLS22	112	12/02/2011	service après ve
23/11	ZEDS234	12	FK615KHL	26	04/03/2011	Endommagement
22/10	DMP0009	6	PGHHL85	89	03/05/2011	vol
15	BGHY23	7	FK78HLK	25	12/03/2011	manque
19/10	FMPKQ1	34	FE783PE6L	109	23/05/2011	Service après ve
18/11	ZESD918	12	FE71PBN4L	12	23/03/2011	Service après ve
15/11	SDZA34M	1	FK615HHL	109	12/03/2011	Vol
*						

entre
es :





- **Requête d'affichage** : cette requête permettra à l'utilisateur de visualiser l'historique de prélèvement à chaque fois qu'il appuie sur le bouton afficher l'historique :



- Le numéro du prélèvement (**clé primaire**).
- La référence de la pièce prélevée.
- La quantité de la pièce prélevée.
- Le modèle du camion au quel appartient la pièce
- Le numéro du lot.
- Cause du prélèvement.
- La date du prélèvement.



Chapitre V

Évaluation du nouveau cout d'ordonnancement Après l'application des actions d'amélioration

Dans ce chapitre nous allons calculer les différents gains apportés par les actions proposées dans le chapitre précédent, ensuite nous allons faire une étude économique dans le but de chiffrer l'amélioration apportée au cout d'ordonnancement actuel.

1. Démarche de réévaluation du nouveau cout d'ordonnancement :

Dans ce chapitre nous allons calculer les gains apportés par la mise en service des projets qui ont été validés par les responsables et sont en phase d'exécution. Sachant que le cout d'ordonnancement actuel est :



Le cout actuel de l'ordonnancement est: **870 000 (Dh/an)**

Remarque: le cout d'ordonnancement a été donné par le service financier.

2. Réévaluation du cout d'ordonnancement :

Projet1 : Amélioration du procédé de déballage des Caisses CKD :

Si on vient d'installer le système de lecture de code à barre on aura un gain annuel de **18320 Dh.**

Le cout d'investissement d'après le devis (voir tableau 11) est de : **15840.00 Dh.**

La durée d'amortissement est de **dix ans.**

Donc, la charge annuelle d'amortissement s'élèvera à : $15840 / 10\text{ans} = \mathbf{1584 \text{ Dh/an}}$

Projet2 : Projet d'amélioration de la communication entre l'atelier de déballage et la Chaîne de montage.

La solution décrite précédemment va permettre à la société de gagner annuellement : **26 660Dh**

Le cout d'investissement d'après le devis est de : **55 000 Dh.**

La durée d'amortissement est **dix ans**

Donc, on aura comme charge annuelle d'amortissement $55\,000.00\text{Dh}/10\text{ans} = \mathbf{5\,500\text{Dh/an.}}$

Projet3 : Projet d'achat d'un tracteur électrique.

La solution décrite précédemment va permettre à la société de gagner annuellement : **36 000Dh.**

Le cout d'investissement **180 000Dh** est :

La durée d'amortissement est **dix ans.**

Donc la charge d'amortissement annuelle s'élèvera à $180\,000 / 10\text{ans} = \mathbf{18\,000 \text{ Dh /an}}$

Projet4 : Installation d'un système de vidéo surveillance

La solution décrite précédemment va nous permettre de gagner annuellement **200.000 Dh.**

Le cout d'investissement d'après le devis (voir tableau 16) est de : **89 650.00Dh**

La durée d'amortissement est **dix ans.**

Donc on aura comme charge annuelle d'amortissement $89\,650.00/10\text{ans} = \mathbf{8\,965\text{Dh/an.}}$

Récapitulation des résultats :

Actions	Gain annuelle en DH	Charge d'amortissement annuelle en DH
Amélioration du procédé de déballage des Caisses CKD	18320	1584
Projet d'amélioration de la communication entre l'atelier de déballage et la Chaîne de montage.	26 660	5 500
Projet d'achat d'un tracteur électrique.	36 000	18 000
Installation d'un système de vidéo surveillance	200.000	8 965
Totale	280980	25084

Tableau 13 : tableau récapitulatif des gains apporté par les projets d'amélioration.



D'où :

Le cout d'ordonnancement deviendra : $870\,000 + 25084 - 280980 = 623069 \text{ Dh/an.}$

Donc nous avons diminué ce cout de **30%**.

Remarque : Ce pourcentage peut augmenter par la mise en services des autres projets d'amélioration.

Conclusion

L'objectif de ce stage était d'optimiser le cout global d'ordonnancement de la production au sein de l'usine de montage des camions MITSUBISHI FUSO.

En ce sens, nous avons réussi à mettre en évidence les facteurs qui présentent un impact sur la performance du processus d'ordonnancement, et nous avons réalisé un plan d'action constitué de onze projets qui a abouti à minimiser le cout global d'ordonnancement de 30 % , améliorer sa performance, veiller à la sécurité de l'usine (puisque l'on vient de proposer un système de surveillance), et être en mesure de répondre aux exigences des normes internationales de qualité.

Ce stage nous a donné l'opportunité de mettre en pratique les connaissances théoriques acquises durant notre formation. De plus, nous nous sommes confrontés aux difficultés réelles du monde du travail et du management d'équipe.



Sur le plan personnel, cette expérience enrichissante a conforté notre désir d'exercer le métier d'ingénieur en assurant une bonne préparation à notre insertion professionnelle.



Bibliographie

✓ Sites web :

- <http://www.fr.wikipedia.org/wiki/Chrono-analyse>.
- <http://www.guideinformatique.com/ficheoptimisationdesstocks757.html>.
- http://www.unit.eu/cours/Module_Etage_3_synthese_49.html.
- http://www.azaquar.com/qa/index.php?cible=outils_amdec.html.
- http://www.crtavignon.com/dossiers/03_methodologie_AMDEC.html.
- http://www.fr.wikipedia.org/wiki/Analyse_fonctionnelle/processus.html.
- http://www.web-serv.univangers.fr/docs/etudquassi/AMDECAEEL_3.html.
- http://fr.wikipedia.org/wiki/Function_Analysis_System_Technique.

✓ Les Ouvrages :

- [« L'analyse fonctionnelle de la méthode aux outils », Auteur : "Pierre. SEVERIN "](#).
- [« Les outils de la performance industrielle », Auteur : "Jean Marc GALAIRE"](#).
- [« Méthodologie AMDE », Auteur : "CRTA Avignon "](#).

