



Mémoire de Projet de fin d'étude

Préparé par

LAMKADAM Youssef

Pour l'obtention du diplôme

Master Sciences et Techniques

Electronique, Signaux et Systèmes Automatisés

(E.S.S.A)

Intitulé

Amélioration des machines de coupe et sertissage des fils: KOMAX433 et Schleuniger

Encadré par :

Pr BOUYAD Mfadel

Mr LOUIZI Hamid (SEWS Maroc)

Soutenu le 18 Juin 2018 à 9h30, devant le jury composé de :

Pr BOUAYAD MFADDAL: Encadrant

Pr ECHATOUI NOR-SAID..... : Examineur

Pr LAMCHARFI TAJEDDINE.....: Examineur

Dédicace :

A mes très chers parents

*Dont les sacrifices quotidiens ont fait de moi ce que je suis.
Aucun mot, aucune expression ne pourra témoigner de ma
reconnaissance Et ma gratitude ou le profond amour que je vous porte
pour les sacrifices Que vous avez consentis pour ma réussite
Vous m'avez soutenu et encouragé tout au long de mon
Parcours Vous avez supporté mes états d'âme
Que Dieu vous préserve bonne santé et longue vie.*

A mes frères et ma sœur

*Jamais un jour ne passe sans que je remercie Dieu de vous avoir
toujours à mes côtés, partageant mes plaisirs et mes peines.*

A mes chers professeurs

Pour votre soutien

A mes tous les membres de ma famille

*Avec qui j'ai partagé de bons moments, qui m'ont offert l'occasion
De sentir la valeur de la véritable vie.*

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

Je leur dédie ce modeste travail

Remerciement :

Je ne saurais commencer ce rapport sans remercier DIEU le tout puissant, le tout miséricordieux, qui m'a donné Grâce et bénédiction pour mener à terme ce projet.

Je tiens à exprimer mon profond respect à mon encadrant industriel Mr. Hamid LOUIZI, ingénieur en amélioration continue à SEWS Maroc, qui m'a soutenu pendant la période de stage, par ses orientations et ses conseils qui m'ont aidé à réaliser ce projet de fin d'étude.

Je tiens aussi à exprimer ma gratitude à Mlle. Sanae BERNAG, pour son aide judicieux et ses efforts afin de réussir mon rapport de fin d'étude.

Je voudrais aussi remercier tout particulièrement mon encadrant Monsieur Mr.Mfadel BOUYAD, non seulement pour son encadrement de très haut niveau, ses précieux conseils et orientations, mais également pour sa disponibilité et son dévouement.

Je remercie Messieurs les membres du Jury pour avoir accepté de juger mon travail de fin d'études.

Je voulais également exprimer ma gratitude envers le cadre professoral et administratif de la faculté des sciences et techniques de Fès (FSTF) qui m'ont offert une formation de qualité durant ces trois ans d'études.

Enfin, je ne peux que saluer l'esprit d'équipe de SEWS Maroc, qui n'a pas cessé de m'apporter son soutien. Je m'adresse à chacun mes remerciements les plus vifs.

Avant-propos :

❖ Nom et prénom de l'auteur :

LAMKADAM Youssef, Etudiant en cycle Master en électronique, signaux et systèmes automatisés (ESSA).

❖ Intitulé de travail :

Conception et réalisation d'une carte électronique, pour commander un enrouleur de papier et analyse de risque de la machine de coupe "Schleuniger".

- ✓ **Etat actuel** : Arrêts fréquents de la machine KOMAX, Accumulation de papier dans la terre (non-respect des 5S), Non sécurité de la fermeture de capot de protection dans la machine "Schleuniger".
- ✓ **Etat souhaité** : Diminuer les arrêts, respect des 5S, assurer la sécurité de travail.

❖ Maître d'ouvrage : Etablissement d'accueil

L'entreprise d'accueil, SEWS Maroc Kenitra

Adresse : 177, Z.I. Bir Rami, Kenitra 14000, Maroc

Téléphone : 0530-774000

Site web : www.sews-e.com

❖ Service :

Ingénierie : Amélioration continue

❖ Maître d'œuvre :

La faculté des sciences et techniques de Fès (FSTF)

❖ L'encadrant dans l'établissement d'accueil :

Mr. LOUIZI Hamid : Ingénieur en Amélioration continue

❖ L'encadrant pédagogique :

Mr. Mfadel BOUYAD : Enseignant chercheur à la FST de Fès

Résumé :

Ce mémoire de fin d'étude issu d'un stage dans une multinationale japonaise SEWS Maroc, pour l'obtention du master en *électronique, signaux et systèmes automatisés*.

Après une semaine d'analyse et de contact avec les techniciens dans la zone de coupe (CST), j'ai remarqué qu'il y a beaucoup d'arrêts dans les machines de coupe des fils KOMAX à cause de dysfonctionnement de l'enrouleur papier de la bobine des terminaux pendant l'opération de sertissage automatique.

Pour proposer une solution, j'ai commencé l'étude sur la machine KOMAX 433, pour bien comprendre son fonctionnement et pour choisir une solution adéquate et moins chère au même temps, Pour cela j'ai fait une analyse AMDEC de la machine pour diminuer les pannes et augmenter la durée de disponibilité afin proposer une solution à l'enrouleur de papier.

Dans la deuxième phase j'ai effectué une analyse de risque des nouvelles machines de coupe et sertissage "Schleuniger" importés dans la zone de CST, dont le but de proposer une solution pour la protection des personnes lors de la fermeture verticale du capot.

Les solutions d'améliorations proposées vont diminuer le temps d'arrêt de production des machines de coupe dans la zone de CST, et rendre le risque d'accident faible et assurer la sécurité au travail.

Mots clés : CST, Komax433, AMDEC, Schleuniger, enrouleur, Terminal, sertissage, 5S, sécurité.

Abstract:

This project is obtained from an internship in the Japanese multinational SEWS Morocco, to obtain the master's degree in electronics, signals and automated systems.

After a week of analysis and contact with the technicians in the cutting area (CST), I noticed that there are many stops in the KOMAX wire cutting machines because of the malfunction of the winder paper from the terminal coil during the crimping operation.

To propose a solution, I started the study on the machine KOMAX 433, to understand its operation and to choose a suitable and cheaper solution at the same time, which I made a FMECA analysis of the machine to reduce failures and increase the duration of availability to provide a solution to the paper reel.

In the second phase I made a risk analysis of the new "Schleuniger" cutting and crimping machines imported into the CST zone, whose aim is to propose a solution for the protection of people when closing the hood vertically.

The proposed improvement solutions will reduce the production downtime in the CST area, and make the risk of first-time buyers low and ensure safety at work.

Keywords: CST, winder, safety, Terminal, KOMAX433, Schleuniger, 5S, AMDEC, setting.

Liste des figures :

FIGURE 1 : ORGANIGRAMME DE GROUPE SUMITOMO ELECTRIC INDUSTRIES	14
FIGURE 2 : PRINCIPAUX CLIENTS DE SEWS-E	15
FIGURE 3 : PLAN DE LA NOUVELLE USINE	16
FIGURE 4 : ORGANIGRAMME DE LA SOCIETE SEWS-MAROC (KENITRA)	17
FIGURE 5 : EXEMPLE D'UN FAISCEAU ELECTRIQUE	19
FIGURE 6 : ETAPES PRINCIPALES DE PRODUCTION DE FAISCEAU	20
FIGURE 7 : PLANNING DU PROJET	27
FIGURE 8 : DIAGRAMME DE GANTT	27
FIGURE 9 : LAY-OUT DE LA ZONE CST	29
FIGURE 10 : MACHINE DE COUP KOMAX 433	29
FIGURE 11 : VUE DESSUS DE LA MACHINE KOMAX 433	30
FIGURE 12 : FONCTIONNEMENT DES UNITES KOMAX 433	30
FIGURE 13 : DIAGRAMME DE CAUSES A EFFETS (ISHIKAWA)	32
FIGURE 14 : COURBE DE PARETO	35
FIGURE 15 : STATION DE PRESSE (SERTISSAGE)	37
FIGURE 16 : ENCOMBREMENT DU PAPIER APRES SERTISSAGE	38
FIGURE 17 : TERMINAUX ENDOMMAGES	38
FIGURE 18 : DIAGRAMME DE BETE A CORNES	38
FIGURE 19 : DIAGRAMME DE PIEUVRE	39
FIGURE 20 : DIAGRAMME FAST	40
FIGURE 21 : BOBINE 1	42
FIGURE 22 : BOBINE 3	42
FIGURE 23 : BOBINE 2	42
FIGURE 24: POTENTIOMETRE.....	42
FIGURE 25 : CHRONOGRAMME DE FONCTIONNEMENT D'ENROULEUR	43
FIGURE 26 : ARDUINO NANO	44
FIGURE 27 : MOTEUR PAS A PAS (24V)	44
FIGURE 28: CIRCUIT INTEGRE ULN2803	45
FIGURE 29 : CREATION DU CHAMP TOURNANT	45
FIGURE 30 : SCHEMA ELECTRONIQUE FINAL	46
FIGURE 31 : SWITCH DE COMMANDE DE CARTE ELECTRONIQUE	47
FIGURE 32: ESSAI DE MONTAGE DANS LA MAQUETTE	48
FIGURE 33 : IMPLANTATION DU PROJET DANS LA MACHINE	48
FIGURE 34 : MACHINE DE COUPE ET SERTISSAGE AUTOMATIQUE	50
FIGURE 35 : COMMANDE DE CAPOT DE SCHLEUNIGER	52
FIGURE 36: CAPOT FERME	53
FIGURE 37 : CAPOT OUVERT	53
FIGURE 38 : GRILLE D'ADR.....	53
FIGURE 39 : STANDARD POUR SENSIBILISER OPERATEUR	54
FIGURE 40 : MODELISATION DE FERMETURE DE CAPOT	55
FIGURE 41 : MODELISATION D'OUVERTURE DE CAPOT	55
FIGURE 42:SCHEMA D' INTEGRATION D'UN RELAIS.....	56
FIGURE 43 : CIRCUIT DE COMMANDE	57
FIGURE 44: AOP COMPARETEUR	58
FIGURE 45 : SCHEMA DE FONCTIONNEMENT DU COMPARETEUR A SEUIL.....	58

FIGURE 46 : TRANSISTOR NPN	59
FIGURE 47 : RELAIS MAGNETIQUE	59
FIGURE 48 : MINI CAPTEUR PIR.....	61
FIGURE 49 : PRINCIPE DE DETECTION THERMIQUE	62
FIGURE 50 : SCHEMA INTERNE DU CAPTEUR PIR.....	62
FIGURE 51 : FIXATION DU CAPTEUR.....	63
FIGURE 52 : SWITCH 3 ENTRES VERS UNE SORTIE	64
FIGURE 53 : DEMARCHE POUR APPLIQUER AMDEC	66
FIGURE 54 : DISTRIBUTEUR 5/3// PUT YOUR SETUP CODE HERE, TO RUN ONCE:.....	69
FIGURE 55 : DISTRIBUTEUR 5/3.....	71
FIGURE 56 : DISTRIBUTEUR 5/3.....	71
FIGURE 57:SCHEMA DE DISTRIBUTEUR 5/3	71

Liste des tableaux :

TABLEAU 1 : HISTORIQUE DU GROUPE SUMITOMO LTD.....	13
TABLEAU 2 : FICHE SIGNALÉTIQUE DE SEWS-MAROC DE KENITRA	17
TABLEAU 3 : METHODE QQQQCP	25
TABLEAU 4 : GRILLE D'AMDEC	34
TABLEAU 5 : CLASSEMENT DE CRITICITE	34
TABLEAU 6 : LES FONCTIONS SERVICES DU PROJET.....	39
TABLEAU 7 : VITESSE DE ROTATION DES BOBINES.....	42
TABLEAU 8 : ORDRE D'ALIMENTATION DES BOBINES DU MOTEUR	45
TABLEAU 9: LES RISQUES DE LA MACHINE SCHLEUNIGER	51
TABLEAU 10 : SIGNIFICATION DES COULEURS DE LA TUYAUTERIE	56
TABLEAU 11 : MATRICE DE PONDERATION.....	60
TABLEAU 12 : MATRICE DE PUGH	61
TABLEAU 13 : ESTIMATION DE COUT DE PROJET.....	64
TABLEAU 14: COTATION DE FREQUENCE D'ARRET	67
TABLEAU 15: : COTATION DE GRAVITES DES PANNES	68
TABLEAU 16: COTATION DE NON-DETECTION DES PANNES.....	68
TABLEAU 17 : LES 5S.....	70

Liste de quelques abréviations :

AMDEC : Analyse mode de défaillance, effets et leurs criticités

ADR : Analyse de risque

AOP : Amplificateur opérationnel

BP : Bouton poussoir

CAO : Conception assisté par l'ordinateur

CST : Coupe, sertissage et Torssadage

DC : Descend du capot

FET : Field Effect Transistor

MC : Monte du capot

OHSAS: Occupational of Health and safety assessment series

PIR : Pyroélectrique Infra Red

QQOQCP : Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Pourquoi ?

Table des matières :

DEDICACE :	0
REMERCIEMENT :	1
AVANT-PROPOS :	2
RESUME :	3
ABSTRACT:	4
Liste des figures :	5
Liste des tableaux :	7
Liste des abréviations :	8
Introduction générale :	11
Chapitre I : Présentation de l'organisme d'accueil et Processus de production	12
I. Présentation d'organigramme d'accueil.....	13
1. Groupe Sumitomo Electric Industries (SEI)	13
2. Présentation de SEWS-Europe	15
3. Présentation de SEWS-Maroc	15
II. Processus de Production des faisceaux électriques	18
1. Définition d'un faisceau électrique	18
2. Processus de production :	19
Chapitre II : Cadre générale de projet	23
I. Cadre générale du projet.....	24
1. La problématique	24
2. Cahier des charges	25
3. Planification du projet.....	27
II. Etude de la Machine KOMAX et l'environnement du travail.....	28
1. Environnement de Travail	28
2. Etude et description de la machine KOMAX 433 :	29
3. Choix d'outil d'analyse	31
III. Application de la méthode AMDEC sur KOMAX 433	31
1. Généralités sur AMDEC	31
4. Résultat de l'AMDEC :	35
Chapitre III : Etude et réalisation de la solution proposée	36
I. Analyse de l'existant :	37
1. Etude de la station de presse et diagnostique du problème :	37
2. Analyse fonctionnelle :	38
II. L'étude Technique	41
1. Synchronisation entre l'enrouleur et la bobine (estimation du rapport de vitesse).....	41
1. La solution proposée pour la synchronisation :	42
2. Organigramme de fonctionnement après l'intégration d'enrouleur	43
III. Simulation et réalisation de la carte électronique	44

1. La phase de conception (software)	44
2. La réalisation (Hardware):	44
3. Travail réalisé	46
Chapitre IV : Analyse des risques de la machine Schleuniger	49
I. Situation Actuelle	50
1. Identification des taches de la machine Schleuniger	50
2. Identification des risques	51
3. Evaluation du risque	53
II. Plan d'action	54
1. Poka-yoke : Aide visuel.....	54
2. Solution Technique.....	55
Conclusion générale :	65
Webographie :	72

Introduction générale :

L'industrie automobile marocaine a connu ces dernières années un essor très remarquable, confirmé par l'accroissement des flux d'investissement étrangers et les performances réalisées sur le plan des exportations, en particulier pour le câblage et la construction. L'activité du câblage reste toujours le déterminant fort de l'industrie automobile avec un chiffre d'affaires représentant près de 59% des exportations totales du secteur.

Le câble automobile a connu une concurrence avec plusieurs entreprises qui opèrent dans le même secteur, donc c'est pour cela l'entreprise SEWS Maroc vise la politique de l'amélioration continue pour satisfaire les clients et pour garantir une bonne qualité de produit et d'un autre côté assurer la sécurité de ses personnels qui est indispensable.

Dans ce cadre se situe mon projet de fin d'études au sein de l'entreprise SEWS Maroc dans le département ingénierie précisément au service d'amélioration continue. Notre projet est réparti en deux problèmes, le premier qui vise à améliorer la machine Komax433 en proposant une solution à l'enrôleur de papier et le deuxième qui consiste à évaluer les risques de la nouvelle machine de coupe et sertissage 'Schleuniger'.

Avant d'entamer notre projet je vais commencer par la présentation de l'organisme d'accueil et le processus de production dans le premier chapitre, ensuite je vais détailler le contexte général du projet dans le deuxième chapitre, en outre, le troisième chapitre est dédié à l'étude de la première problématique et finalement le dernier chapitre où j'ai traité la deuxième problématique.

Chapitre I : Présentation de l'organisme d'accueil et Processus de production

Introduction : Dans ce chapitre je vais commencer par présenter la société SEWS Maroc, ensuite je vais détailler un peu son processus de production.

I. Présentation de l'organisme d'accueil

1. Groupe Sumitomo Electric Industries (SEI)

La société Sumitomo Electric Wiring System (SEWS), filiale du groupe Japonais Sumitomo Electric Industries est présente au Maroc à travers cinq sites de production de faisceaux de câbles automobiles : à Casablanca, Berrechid, Tanger, Ain Aouda, Kenitra et MFZ qui soustraite la partie câblage pour plusieurs constructeurs automobiles Internationaux.

L'histoire du Groupe d'entreprises Sumitomo remonte à plus de 40 ans. Aujourd'hui, Sumitomo compte plus de 267.000 collaborateurs à travers le monde et enregistre un chiffre de ventes annuel dépassant les 400 milliards de dollars. Ce groupe faisant partie des groupes d'entreprises les plus importants du Japon et du monde, est présent dans les industries les plus diversifiées, notamment l'électronique, l'automobile ... Elle est spécialisée plus précisément dans la production des systèmes électriques et électroniques et des systèmes de freinage, fabriqués et distribués par l'intermédiaire d'un réseau mondial présent dans plus de 30 pays. Voici brièvement un historique du groupe :

Février 1917	Fondation de « Tokai Electric Wire Works » pour démarrer la fabrication et la vente de fils dénudés et de fils blindés.
Décembre 1917	Réorganisation du travail et fondation de « Tokai Electric Wire Co., Ltd »
Juillet 1931	Entrée en alliance technologique et de capital avec Sumitomo Electric Wire & Câble Works (aujourd'hui Sumitomo Electric Industries, Ltd)
Février 1959	Lancement de la production de harnais électriques pour les véhicules à deux roues
1960	Lancement de la production de harnais électriques pour les véhicules à trois roues
Janvier 1961	Lancement de la production de harnais électriques pour les véhicules à quatre roues.
Avril 1985	Changement de la dénomination commerciale en Sumitomo Wiring System, Ltd
2002	Début des réformes structurelles pour reconstruire le système de la production locale et pour se concentrer sur le secteur automobile

Tableau 1 : Historique du groupe Sumitomo LTD

Le groupe Sumitomo Electric Industries détient vers 25% des parts du marché International de l'automobile et emploie une force salariale qui dépasse les 60.000 employés dans le monde entier.

L'organigramme ci-dessous schématise la structure du groupe et situe clairement sa filiale WS-Maroc, dont je fais mon stage de fin d'études.

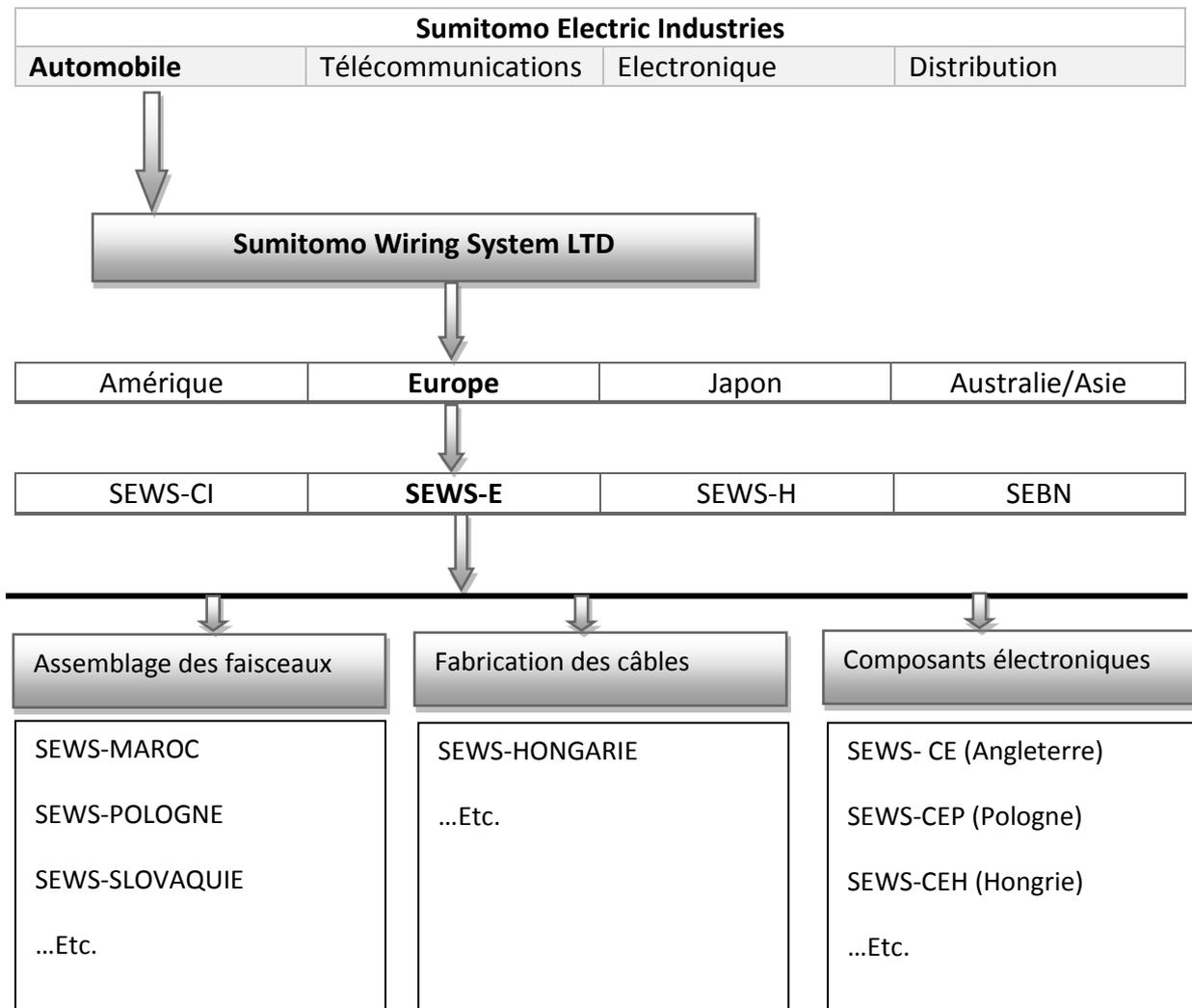


Figure 1 : Organigramme de groupe Sumitomo Electric industries

2. Présentation de SEWS-Europe

Depuis 1919 le groupe Sumitomo n'a cessé de se développer en ouvrant des usines et des bureaux techniques dans différents pays Européens tels que la Slovaquie et le Royaume-Uni jusqu'en 1999 où il a formé SEWS-Europe.

SEWS-Europe a comme activités principales la conception, la fabrication et la fourniture de boîtiers de fusibles et de l'électronique, du câblage et des connecteurs à la plupart des constructeurs automobiles du premier rang en Europe.

Travaillant en étroite collaboration avec les ressources du groupe au Japon, SEWS-Europe poursuit une dynamique de recherche et une stratégie de développement pour produire des produits innovants et de haute technologie. Son engagement envers la qualité des produits inégalés, un service de qualité, une valeur imbattable et la satisfaction des clients fait de SEWS-Europe le choix naturel pour l'industrie automobile Européenne.

SEWS-E (dont le siège est basé à Staffordshire en Angleterre) travaille avec plusieurs Constructeurs automobiles mondiaux dont les fondamentaux sont : Honda, Toyota, Nissan, Peugeot-Citroën et Mini (figure 2).



Figure 2 : Principaux clients de SEWS-E

3. Présentation de SEWS-Maroc

a) Situation géographique

Kenitra se situe à 40 km de Rabat, 110 Km de Casablanca et 240 km de la ville de Tanger. Cette ville est d'une superficie de 4,745km² et d'une population de 1,2million. Kenitra est la quatrième ville industrielle du Maroc.

b) Démarrage de l'usine de Kenitra

Le démarrage a commencé à la ville de Kenitra en Mars 2007 dans une usine provisoire à 10 km de la nouvelle. La surface de l'usine est de 2700 m², les 20 premiers opérateurs ont été formés à SEWS de Casablanca. Le site est à 700 kilomètres loin de l'usine de Valence de Renault (Durée de transport par camion est 48h).

La nouvelle usine est construite sur une surface de 30000 m² dont 17000 m² de bâtiments et aménagée comme suit :

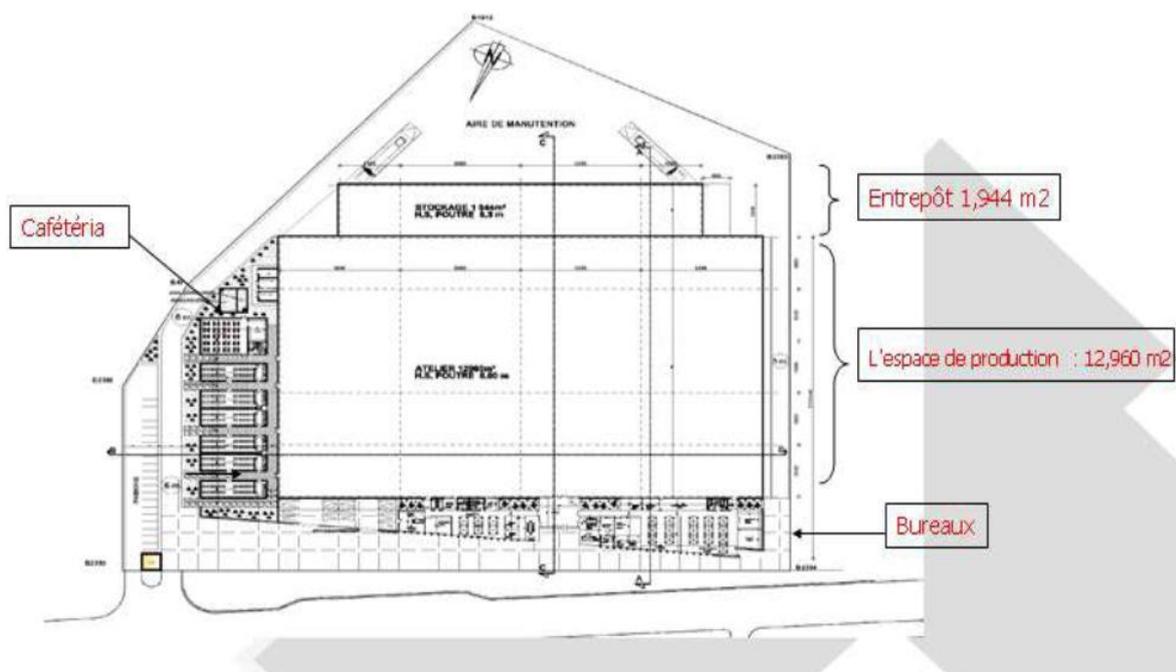


Figure 3 : Plan de la nouvelle usine

L'usine est constituée de :

- ✓ **Entrepôt** : Il est à la fois magasin de matières premières (côté droit) et produits finaux (côté gauche).
- ✓ **Cafeteria** : Espace où les employés peuvent faire des petites pauses.
- ✓ **Bureaux** : Cette partie contient plusieurs départements : Ingénierie, Qualité, Production, Logistique, Maintenance, Finances, Bureau d'études, IT et Ressources Humaines.

- ✓ **Espace de production** : Espace où la matière première est assemblée pour construire le câblage automobile prêt à être livré au client.

c) Fiche signalétique :

Raison Sociale	SEWS-Maroc
Forme juridique	S.A.R.L (Société à responsabilité limitée)
Siège sociale	177, Z.I. Bir Rami, Kenitra 14000, Maroc
Date de création	Mars 2007
Ville	Kenitra
Effectifs	3210 employés
Produits	Faisceaux électrique pour l'automobile
Principaux clients en Europe	 

Tableau 2 : Fiche signalétique de SEWS-Maroc de Kenitra

d) Organigramme de SEWS-Maroc :

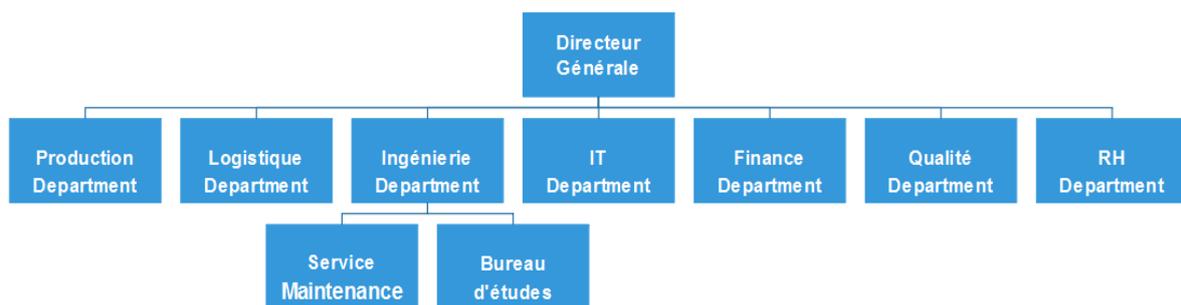


Figure 4 : Organigramme de la société SEWS-MAROC (Kenitra)

Chaque département a une mission principale à aborder, comme elles sont expliquées c'est dessus :

- ✓ **Département ingénierie** : Ce département a pour mission d'adapter les procédés de fabrications conformément aux règles définies par les Directions Engineering et Qualité du groupe.
- ✓ **Département Qualité** : C'est le garant de la politique et du système qualité de l'entreprise à travers l'implantation d'un système qualité fiable qui répond aux exigences des clients afin d'atteindre le niveau de qualité escompté sur le plan du processus et des produits.
- ✓ **Département Production** : Qu'est pour mission de la réalisation des programmes de production tout en assurant une bonne qualité du produit en respectant les détails fixés au préalable et en optimisant les performances.
- ✓ **Département IT** : Son rôle est d'animer et d'assurer la cohérence des divers systèmes traitant l'information et les mettre à la disposition des utilisateurs, il est chargé également de l'outil informatique de gestion des réseaux.
- ✓ **Département RH** : Sa mission principale est assurer une gestion performante individuelle et collective du personnel par la formation.
- ✓ **Département Finance** : Assure les fonctions financières et comptables de l'entreprise, développe et implante les pratiques, les procédures financières et le contrôle de gestion qui affectent la santé financière de la compagnie tout en veillant à la préservation du patrimoine financier de l'entreprise.
- ✓ **Département Logistique** : A pour objectif de La mise en place et le lancement des programmes de fabrication tout en assurant une gestion optimale du stock et une expédition à temps aux clients.

II. Processus de Production des faisceaux électriques

1. Définition d'un faisceau électrique

Le faisceau électrique d'un véhicule a pour fonctions principales d'alimenter en énergie ses équipements de confort (lève-vitres,) et certains équipements de sécurité (Airbag, Eclairage),

mais aussi de transmettre les informations aux calculateurs, de plus en plus nombreux avec l'intégration massive de l'électronique dans l'automobile.



Figure 5 : Exemple d'un faisceau électrique

Le faisceau électrique se compose de :

- **Fil Conducteur** : conduit le courant électrique d'un point à un autre.
- **Terminal** : Assure une bonne connexion entre deux câbles (l'un est une source d'énergie, l'autre est un consommateur d'énergie).
- **Connecteur** : Ce sont des pièces où les terminaux seront insérés, ils permettent d'établir un circuit électrique débranchable, établir un accouplement mécanique séparable et isoler électriquement les parties conductrices.
- **Accessoires** : Ce sont des composants pour faire la protection et l'isolation du câblage.
- **Matériel de Protection (Fusibles)** : sont des pièces qui protègent les équipements électriques et câblage de la surcharge du courant qui pourrait l'endommager.
- **Clips ou agrafes** : Les clips sont des éléments qui permettent de fixer le câblage à la carrosserie de l'automobile. Sans les clips le montage serait impossible, le câblage restera détaché provoquant des bruits et exposé aux détériorations à cause des frottements.

2. Processus de production :

Pour satisfaire les exigences de client, la production des faisceaux se passe par plusieurs étapes et plus plusieurs tests qu'on va expliquer ci-dessus :

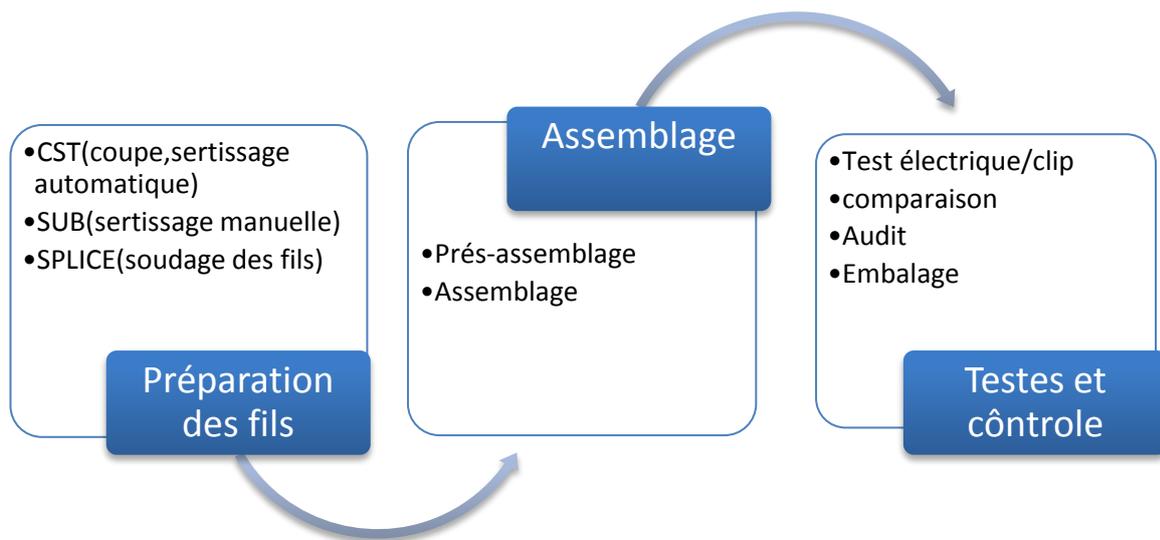


Figure 6 : Etapes principales de production de faisceau

a) Préparation des fils :

- ✚ **CST** : “coupe et sertissage automatique” où les bobines sont découpées en plusieurs fils de longueur bien déterminée, dénudées ou pré dénudées, ainsi que le sertissage automatique des connexions sur leurs extrémités.
- ✚ **SUB** : Dans cette zone on trouve les opérations suivantes :
 - **Sertissage manuelle** : Elle est conçue pour faire les tâches qu’elles s’estiment non réalisables par les machines de coupe automatique KOMAX.
 - **L’étamage** : C’est l’opération qui consiste à déposer de l’étain sur les cosses, pour offrir une bonne conductibilité électrique et améliorer la soudabilité.
 - **Twiste manuel (Torssadage)**: C’est l’assemblage en tournant deux fils l’un autour de l’autre en hélice circulaire à un pas (tour complet) constant dans le même sens.
- ✚ **SPLICE** : “Soudage ultra-sonique” C’est l’opération de soudage des fils pour construire un nœud. Son principe est de placer les extrémités à souder dans un siège d’enclume qui assure l’énergie de soudage (température et pression).

b) L'assemblage :

- ✚ **Prés-Assemblage** : Pour faciliter le travail, le faisceau électrique est décomposé en plusieurs sous-éléments réalisés séparément dans des postes de pré-bloques.
- ✚ **Assemblage des faisceaux** : Elle se fait généralement sur des carrousels formés de plusieurs planches fixées sur un support roulant et tournant avec une vitesse et un temps programmé appelé : « le Takt time ». A tours de rôle, chaque opérateur met un ensemble de fils dans sa propre place en respectant le « Board plot » sur la planche et ainsi de suite jusqu'à l'assemblage d'un faisceau complet.

c) Les Tests/contrôles :

- ✚ **Teste clip** : Consiste à vérifier le bon emplacement des agrafes dans le faisceau, à l'aide d'un logiciel de supervision(WINTESTEM).
- ✚ **Teste électrique** : Pour faire ce test, il y a des appareils, appelés Banc Off Line, sur lesquelles on trouve les emplacements de chaque connexion du faisceau comme sur le véhicule à laquelle il est destiné, dont le test vérifié la continuité, l'étanchéité et l'inversion des connecteurs.
- ✚ **Comparaison** : C'est une opération faite par des opératrices qui consiste à comparer le faisceau avec un autre faisceau échantillon appelé le Master.
- ✚ **Audit** : C'est un test fait visuellement par le département qualité qui vérifie le dimensionnement ainsi que toute anomalie non détectable par les autres tests comme l'excès d'enrubannage, le manque d'une pièce auxiliaire, les connecteurs cassés.
- ✚ **Emballage** : Cette opération vise à positionner le câblage dans un contenant normalisé (carton, bague plastique ...) afin de le protéger et de faciliter sa manutention chez le client final.
- ✚ **Expédition** : A la fin de la chaîne on rassemble tous les cartons qui ont un visa du service qualité en termes de quantité et de qualité afin de les expédier vers les clients.

Conclusion :

Ce chapitre été consacré pour la présentation du groupe Sumitomo Wiring system (SWS), particulièrement le site inauguré à Kenitra, ainsi son processus de production qui me permet de synthétiser la problématique de mon projet de fin d'études, que je vais traiter dans le chapitre suivant.

Chapitre II : Cadre général du projet

Introduction : Le but de ce chapitre est de présenter la problématique, et élaborer un cahier des charges pour passer au plan d'actions.

I. Cadre générale du projet

1. La problématique

Dans le cadre de mon projet de fin d'études, après une semaine d'observation et d'analyse dans la zone de coupe CST, j'ai remarqué qu'il y a plusieurs arrêts dans les machines de coupe KOMAX, précisément dans le côté de la presse qui réalise le sertissage des câbles à cause de l'embrouillage de papier de la bobine avec terminaux qui entraîne l'arrêt de la machine KOMAX pendant l'opération de sertissage automatique.

Après deux mois de ma période de stage, SEWS-Europe a réalisé un transfert des deux projets (TOYOTA et SUZUKI) de la Roumanie vers le site de Kenitra, pour cela ont apporté des nouvelles machines de coupe qui s'appellent SCHLEUNIGER, ces derniers ont un problème de sécurité pendant la fermeture de capot de protection dans ce contexte s'articule la deuxième partie de mon projet.

Pour éclairer les choses, j'ai utilisé la méthode QQQQCP pour décrire ma problématique dans le tableau suivant :

- Définition de QQQQCP :

La méthode QQQQCP permet sur toutes les dimensions du problème d'analyser une activité, décrire une situation en adoptant une attitude interrogative systématique en posant les questions : Qui ? Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Pourquoi ? Ces questions élémentaires sont très commodes pour mettre de l'ordre dans les idées. Elles sont utilisées à différents moments dans la démarche de résolution de problème :

- pour poser un problème,
- pour rassembler des informations sur un système,
- pour chercher des idées de causes possibles, de solutions possibles,
- pour préparer un plan d'action.

Source : [Http://gii.polytech.up.univ-mrs.fr/deuterium/page_guide.php?num_page=442](http://gii.polytech.up.univ-mrs.fr/deuterium/page_guide.php?num_page=442)

Donnés d'entrées : Arrêts fréquents de la machine KOMAX, Non sécurité de capot de protection de la machine SCHLEUNIGER pendant la fermeture.	
Qui ? qui est concerné par le problème ?	Les départements : Ingénierie et sécurité d'environnement
Quoi ? c'est quoi le problème ?	- Arrêts de la machine qui entraîne l'augmentation du temps d'arrêts de production. -Non-respect des 5S à cause de l'accumulation du papier dans la terre.
	Non sécurité de la fermeture du capot de protection de la machine SCHLEUNIGER risque de causer un accident à des techniciens pendant la maintenance de la machine et aux personnels autour.
Où ? Le lieu de problème ?	La zone de coupe CST
Quand ? quand apparait le problème ?	Dès le mal fonctionnement de l'enrouleur de papier
	Quand l'entreprise apporte des nouvelles machines de coupes
Comment ? comment mesurer le problème afin de trouver des solutions ?	Fréquence d'interventions au niveau de la presse
	Analyse de risque de la nouvelle machine
Pourquoi ? pourquoi on doit résoudre ces problèmes ?	-Augmenter la productivité. -Assurer la sécurité de personnels.
Résultats de sorties : - Diminuer le temps d'arrêt de la machine KOMAX - Réduction de risque d'accident causé par la machine SCHLEUNIGER	

Tableau 3 : Méthode QQOQCP

2. Cahier des charges

a) Contexte pédagogique

Ce projet s'inscrit dans le cadre de projet industriel de fin d'études qui va me permettre de compléter ma formation acquise à la faculté des sciences et techniques de Fès (FSTF), pour l'obtention du diplôme de master en spécialité électronique, signaux et systèmes automatisés.

b) Vision et objectifs du projet

Mon projet de fin d'études s'articule sur deux volets homogènes qui se reflètent dans l'amélioration continue des machines de coupe et sertissage des câbles, dont on trouve :

- ✚ **Le 1^{er} volet :** Consiste à trouver un moyen de contrôler l'enrouleur de papier de la machine de coupe KOMAX, afin de diminuer les arrêts fréquentes de la machine.
- ✚ **Le 2^{ème} Volet :** Vise à analyser les risques de la nouvelle machine de coupe et sertissage implanté dans la zone de CST, et proposition d'une solution optimale à l'arrêt de la fermeture verticale du capot de protection de la machine pour éliminer le risque d'exposition à un accident.

c) Les Limites de l'étude

Lieu : Dans la zone de coupe CST, SEWS-Maroc.

Durée : 4 mois (du 16 février 2018 jusqu'au 16 juin 2018).

d) Equipe de Travail

Le groupe de travail est composé de :

- ✚ Youssef LAMKADAM : Stagiaire
- ✚ Hamid LOUIZI : Ingénieur en amélioration continue
- ✚ Les techniciens de la zone CST
- ✚ Les opérateurs de la zone CST

3. Planification du projet

Pour bien organiser mon travail, j'ai divisé les tâches qu'il faut faire dans un temps spécifié, et le diagramme de GANTT représente un bon moyen pour la gestion du temps.

Nom	Date de début	Date de fin
• Découverte de l'organigramme d'accueil	15/02/18	20/02/18
• Assimilation du processus	21/02/18	22/02/18
• Choix du sujet	23/02/18	26/02/18
• Formation sur la machine KOMAX	27/02/18	01/03/18
• Choix d'outil d'analyse : AMDEC	01/03/18	01/03/18
• la phase de conception	01/03/18	05/03/18
• Application de la méthode AMDEC	05/03/18	16/03/18
• Essaie pratique et réalisation	15/03/18	28/03/18
• compréhension du 2ème problème	29/03/18	02/04/18
• Etude et compréhension de la machine SCHLEUNIGER	03/04/18	04/04/18
• Analyse de risque de la machine SCHLEUNIGER	05/04/18	13/04/18
• début du rédaction de rapport de stage	11/04/18	29/05/18
• compréhension du fonctionnement du contrôle de capot	17/04/18	23/04/18
• Choix de solution pour pour le capot	20/04/18	20/05/18
• simulation de la solution proposé pour SCHLEUNIGER	21/05/18	28/05/18

Figure 7 : Planning du projet

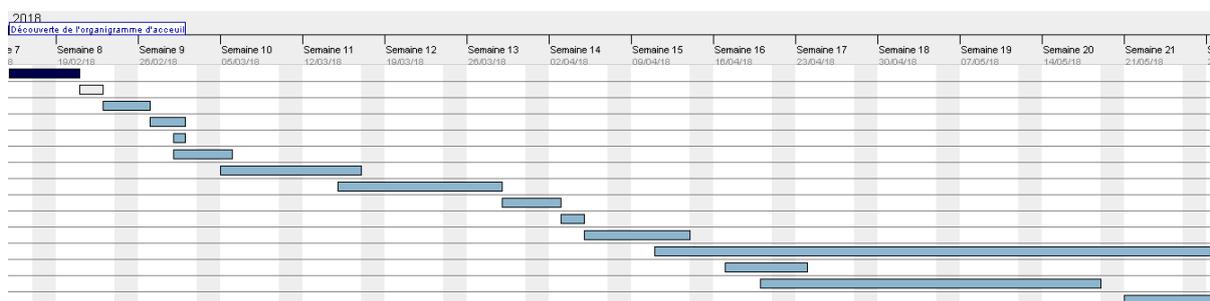


Figure 8 : Diagramme de GANTT

II. Etude de la Machine KOMAX et l'environnement du travail

1. Environnement de Travail

Mon stage s'est déroulé dans la zone de coupe (CST), qui s'occupe de la préparation de la matière semi-fini, dont des câbles de différentes sections préparer par des machines de coupe et sertissages automatique suivant la demande des clients, en dessous l'inventaire des équipements de la zone CST :

Type de Machine	Nombre	Fonctionnement
KOMAX Alpha 488	7	Coupe, Montage des douilles, Torsadage, sertissage, dénudage.
KOMAX Alpha 455	11	Coupe, Sertissage, double sertissage, dénudage, insertion des manches.
KOMAX Alpha 433	5	dénudage des câbles à grande section, sertissage, coupe.
KOMAX ALPHA 477	3	
SCHLEUNIGER	13	Coupe, sertissage, insertion des douilles, dénudage.

Tableau 4 : inventaire des machines dans la zone CST

Les machines sont servies de la matière première sous formes des bobines des fils ou des bobines des terminaux par des opérateurs appelés "Kitters" apportent des bleues jaunes, ils commencent l'opération d'approvisionnement par une communication verbale avec les opérateurs des machines pour connaître leur besoin, ensuivent ils cherchent dans le stock de la commande désirée.

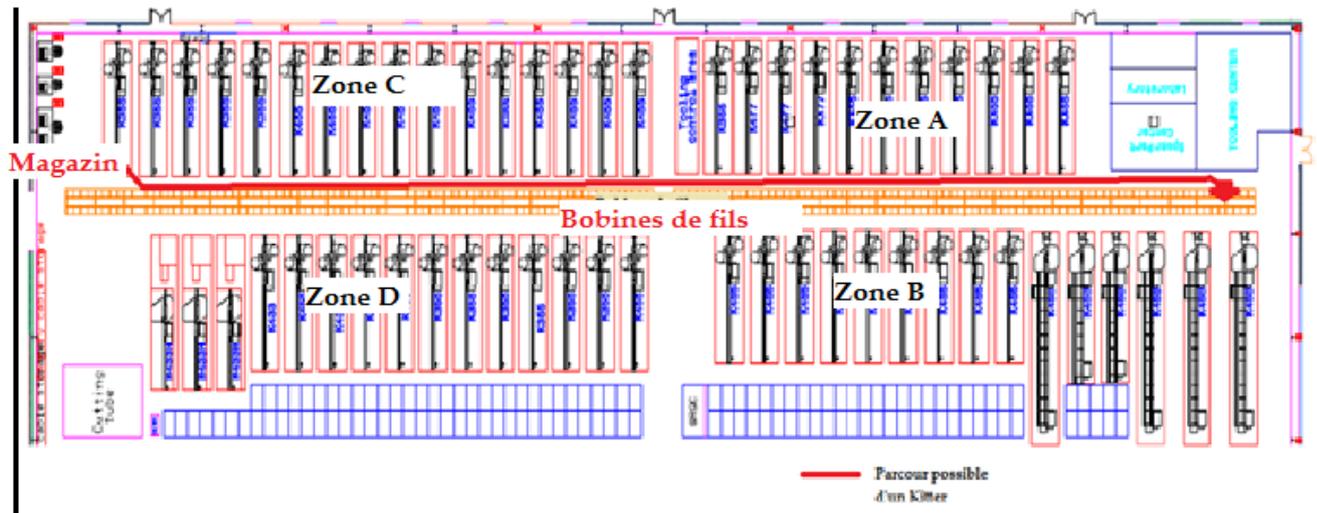


Figure 9 : Lay-out de la zone CST

2. Etude et description de la machine KOMAX 433 :



Figure 10 : Machine de coup KOMAX 433

La machine de sertissage automatique Alpha 433 est basée sur une technologie robuste et établie. Il est conçu pour le traitement des conducteurs individuels jusqu'à 16mm², ainsi que deux connexions à sertir.

En dessous la description détaillée de fonctionnement de la machine :

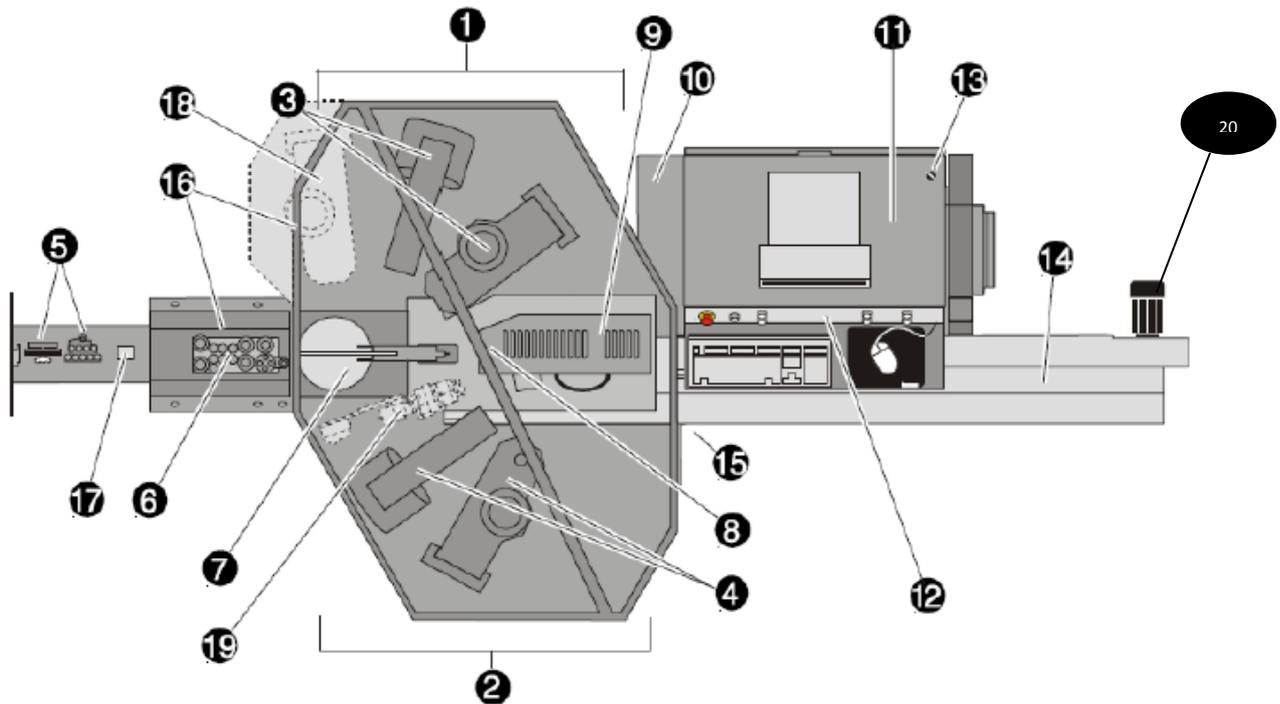


Figure 11 : vue dessus de la machine KOMAX 433

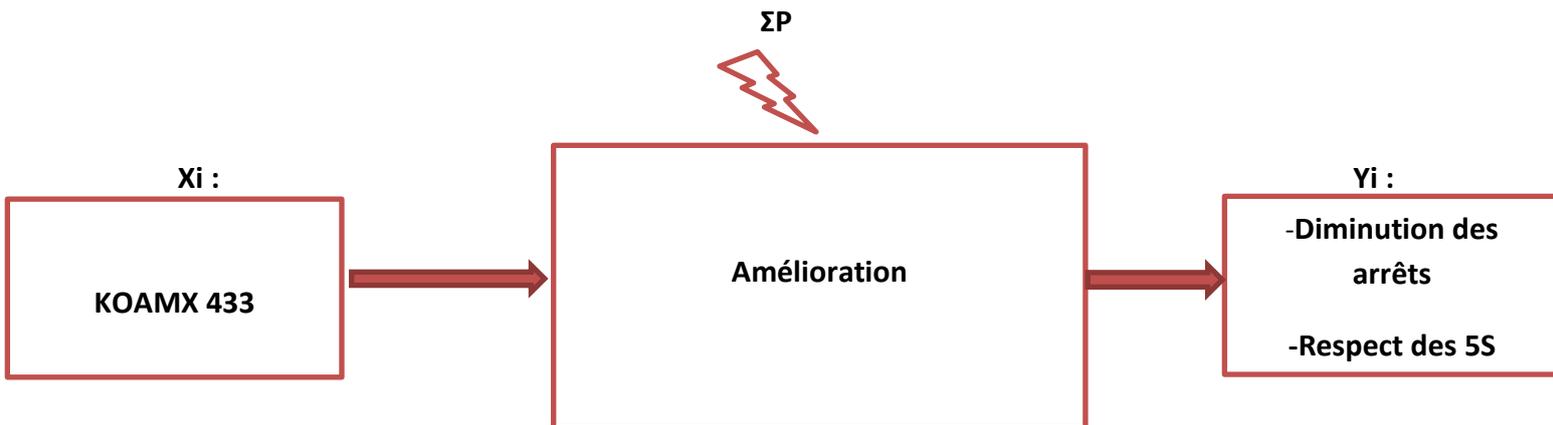
Numéro des parties	Fonctionnement	Numéro des parties	Fonctionnement
1	Face d'usinage du côté B du câble	11	Armoire de commande : Transformateurs
2	Face d'usinage du côté A du câble	12	Plaque d'outils de travail
3	Montage de station de presse pour le sertissage du côté B	13	-----
4	Montage de station de presse pour le sertissage du côté A	14	Bac de stockage de matière usiné
5	Unité de redressement du câble	15	-----
6	Mesure la longueur désirée du câble	16	-----
7	Pivotement du câble vers côté A	17	-----
8	Coupe et dénudage du câble	18	-----
9	Pivotement du câble vers côté B	19	-----
10	Armoire électrique : cartes BIO, CS	20	Moteur de commande du tapis du transport de la matière

Figure 12 : Fonctionnement des unités KOMAX 433

3. Choix d'outil d'analyse

Il faut choisir un outil qui va me permet de détecter les problèmes majorant dans la machine KOMAX433 qui causes des arrêts fréquents et d'une longue durée.

La figure ci-dessous montre les intervenants « Xi » appliqué sur la machine pour avoir les sorties Souhaitées « Yi » quel que soit les perturbations « ΣP » :



Pour avoir les résultats l'outil "AMDEC moyen" (applicable pour les machines) est considérée une méthode d'analyse qui peut détecter les problèmes majoritaires et fréquents dans la machine, c'est ce qu'on va appliquer dans l'axe suivant.

III. Application de la méthode AMDEC sur KOMAX 433

1. Généralités sur AMDEC

L'AMDEC a été créée aux Etats-Unis par la société Mc Donnell Douglas en 1966. Elle consistait à dresser la liste des composants d'un produit et à cumuler des informations sur les modes de défaillance, leurs fréquences et leurs conséquences. La méthode a été mise au point par la NASA et le secteur de l'armement sous le nom de FMEA pour évaluer l'efficacité d'un système.

2. Terminologie de l'AMDEC (VOIR L'ANNEXE)

3. Application de l'AMDEC sur la Machine KOMAX 433

a) Détection des problèmes de défaillance par le diagramme d'ISHIKAWA

C'est un outil graphique qui facilite l'analyse d'un problème notamment de qualité. Il fait apparaître de façon très visuelle l'ensemble structuré des causes du phénomène à étudier.

Ce diagramme a été utilisé pour relever toute cause ayant une relation avec la problématique avec un classement sur le même diagramme en combinaison avec une méthode dite de 5 M comme est montré en dessous.

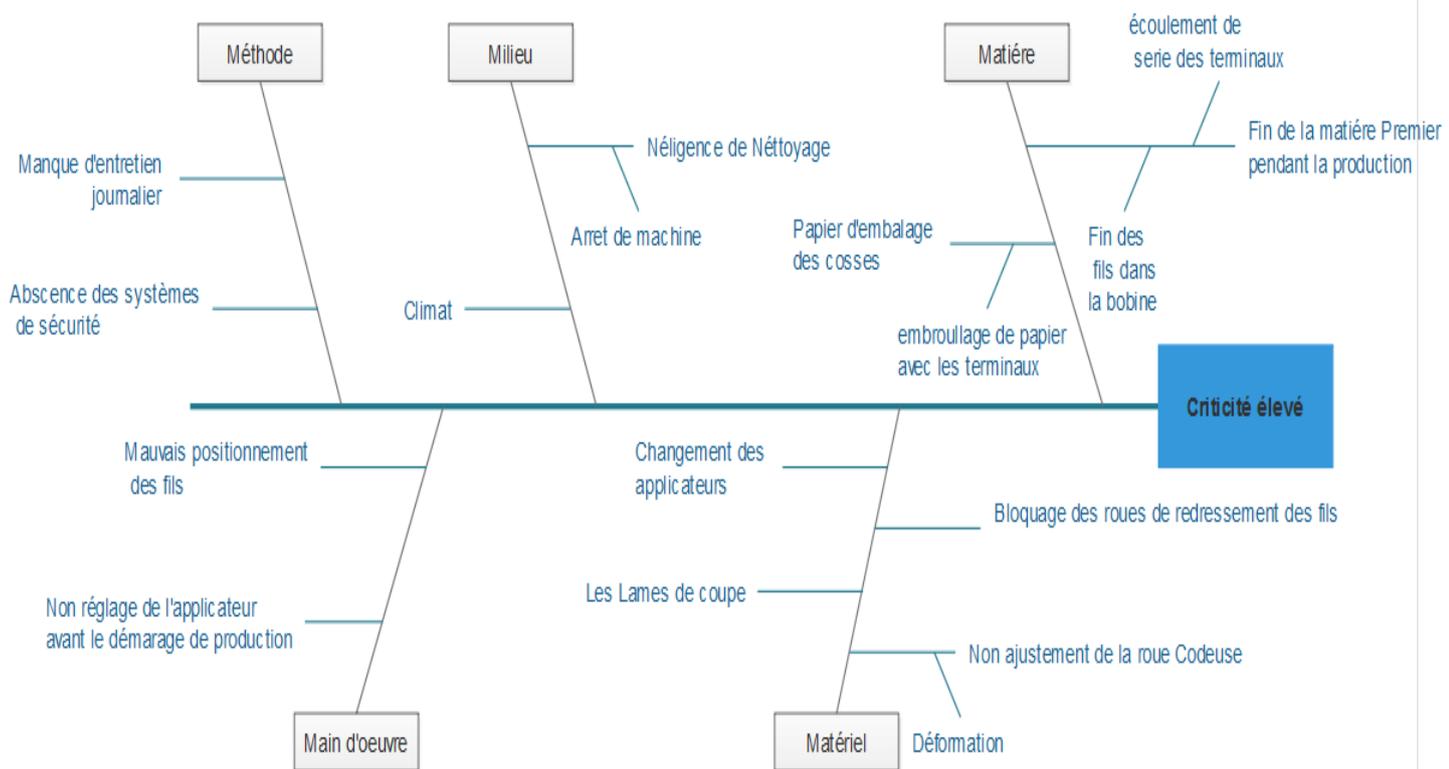


Figure 13 : Diagramme de causes à effets (ISHIKAWA)

b) Grille d'AMDEC

Après la détermination de tous les modes de défaillances possible de la machine, et l'évaluation de leur criticité suivant la méthode mentionné dans l'annexe, en dessous le résultat de l'AMDEC et le plan d'action.

Élément de la Machine	Fonction	Mode de défaillance	Causes	Effets	Criticité				Actions
					F	G	N	C	
Unité de redressement	Redresser et tender le câble	Coincement des roues de redressement	Manque de lubrification	Patinage De fil	1	1	2	2	Vérifier la mobilité des galets de dressage
Les roues codeuses	Mesurer la longueur de câble	Usure/déformation	- Changement des sections des câbles -Non ajustement de la roue	Non-respect de la longueur désiré	1	1	2	2	Changement de roue codeuse
Unité de pivotement et d'extraction	Transporter le câble du côté de dénudage à l'autre de sertissage	Surcharge couple de rotation	Usure de moteur	Arrêt de la machine	1	2	2	4	Changement du moteur
		Détection des anomalies par capteur	Non paramétrage des nouveaux câbles		1	1	2	2	Paramétrage de système
		Déconnexion de câble d'alimentation	Blocage		2	1	2	4	Réparation/ changement du câble
Module de coupe et de dénudage	Couper le câble à la longueur désiré et le dénuder	Fils mal dénudés	-Usure des lames -Mauvais réglage de hauteur coteau	-Mauvais dénudage -Mauvaise coupe	2	1	2	4	-Changement des Lames de coupe - vérification d'état du bloc de coupe
Station de presse	Sertissage des fils avec les terminaux	-Usure des applicateurs -Variation de la hauteur de griffe.	Dérégulation	- Terminaux déformés -Problème CFA (contrôle forme sertissage)	5	2	3	30	-Changement des applicateurs -Réglage de la griffe
Pince de câble	Maintien le câble pendant la coupe/dénudage	Lâchement du fil avant la fin de production	Coupe d'électricité	-Mauvaise qualité du câble -Scrap	1	4	3	12	Changement de la pince
Bouclant des pièces jointes	Insertion des bouchons d'étanchéité	Coincement	Les bouchons trop Huilé	-Arrêt de la machine -Sertissage sans joint	5	2	2	20	Nécessite un nettoyage
Armoire électrique	Assurer l'alimentation et	Transformateur grillé	-Cour circuit -Surintensité	Coupe d'alimentation	1	3	1	3	Changement du transformateur

	la sécurité de la machine	Relais magnétique endommagé	-Bobine grillé	Arrêt	1	2	3	6	Changement du relais
		Pannes Cartes : MRS, RCS	Surintensité	Arrêt	2	3	3	18	Réparation chez les sous-traitants
Distributeur /Electrovanne	Fournie l'énergie pneumatique	Usure	Duré de vie finie	Blocage fermeture/ouverture	2	2	3	12	Changement de distributeur/électrovanne

Tableau 5 : Grille d'AMDEC

c) La Hiérarchisation :

Les premières étapes de la démarche AMDEC m'ont permis d'établir la grille AMDEC, En se basant d'une part sur les catalogues de la machine et de l'applicateur, d'autre part sur l'expérience du responsable et des techniciens appartenant au service de la maintenance. Cette dernière étape consiste à analyser les résultats de l'analyse AMDEC.

Le tableau suivant représente le classement de la criticité :

Ordre d'éléments	Les éléments	Criticité	Criticité en pourcentage	Cumulé en pourcentage
1	Station de presse	30	26,55%	26,55%
2	Bouclant des pièces jointes	20	17,70%	44,25%
3	Pannes Cartes : MRS, RCS	18	15,93%	60,18%
4	Pince de câble	12	10,62%	70,80%
5	Distributeur /Electrovanne	12	10,62%	81,42%
6	Relais magnétique	6	5,31%	86,73%
7	Unité de pivotement et d'extraction	4	3,54%	90,27%
8	Module de coupe et de dénudage	4	3,54%	93,81%
9	Transformateur	3	2,65%	96,46%
10	Unité de redressement	2	1,77%	98,23%
11	Les roues codeuses	2	1,77%	100,00%

Tableau 6 : Classement de criticité

4. Résultat de l'AMDEC :

Le diagramme de Pareto permet de détecter 80 % des problèmes causés par les sous-ensembles de la machine KOMAX avec la projection sur la courbe du cumulé, comme est montré en dessus :

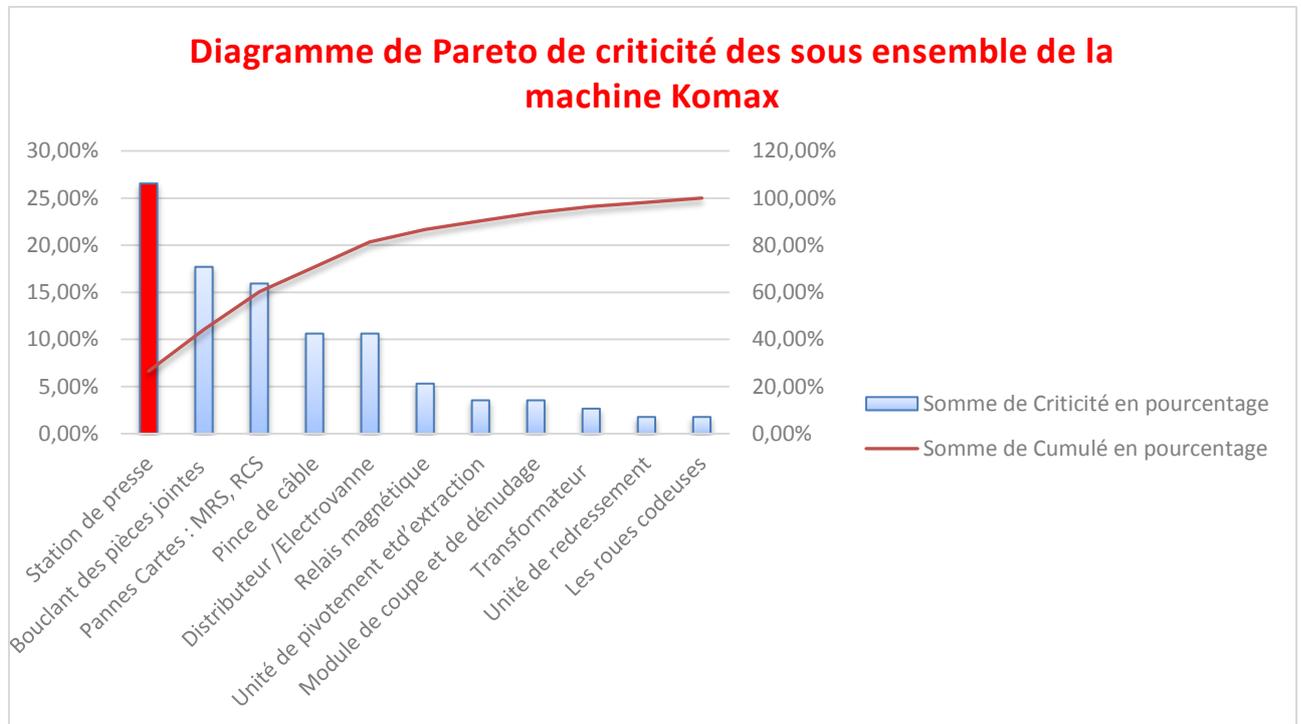


Figure 14 : Courbe de PARETO

Conclusion :

L'analyse des modes de défaillance de la machine KOMAX433, nous a permis d'identifier les problèmes critiques dans la machine qui sont engendrés par la station de presse, bouclant des pièces jointes, cartes et la pince du câble qui représente 80% des arrêts dans la machine c'est ce qu'on va traiter dans le chapitre suivant.

Chapitre III : Etude et réalisation de la solution proposée

Introduction : Dans ce chapitre nous allons étudier la solution à un des problèmes choisis, après une réunion avec l'équipe de travail, qui est la diminution des arrêts de la machine KOMAX à partir de la station de la presse.

I. Analyse de l'existant :

1. Etude de la station de presse et diagnostique du problème :

La station de presse permet de faire l'opération de sertissage par l'application d'une force qu'est configurable sur le terminal avec le câble à l'aide d'un applicateur géré par une carte électronique.



Figure 15 : station de presse (sertissage)

Les terminaux sont enroulés par du papier dans une bobine (figure 16), après le sertissage du terminal avec le câble un système de coupe bande sert à tirer et couper la bande et l'opération se répète.

Le papier enroulé sur la bande des terminaux cause des engorgements après sertissage. Cela oblige les opérateurs de le ranger à chaque fois qu'il s'accumule (figure 16).

D'un autre côté, le papier s'embrouille avec la bande des terminaux qui cause un arrêt de la presse de sertissage après le blocage de la fonction d'applicateur par le papier et d'une autre part l'endommagement des terminaux (figure17).

Nous devons concevoir un système pour enrouler le papier sans intervention des opérateurs. Prêt pour l'installer dans les machines KOMAX de la zone CST.



Figure 17 : Terminaux Endommagés

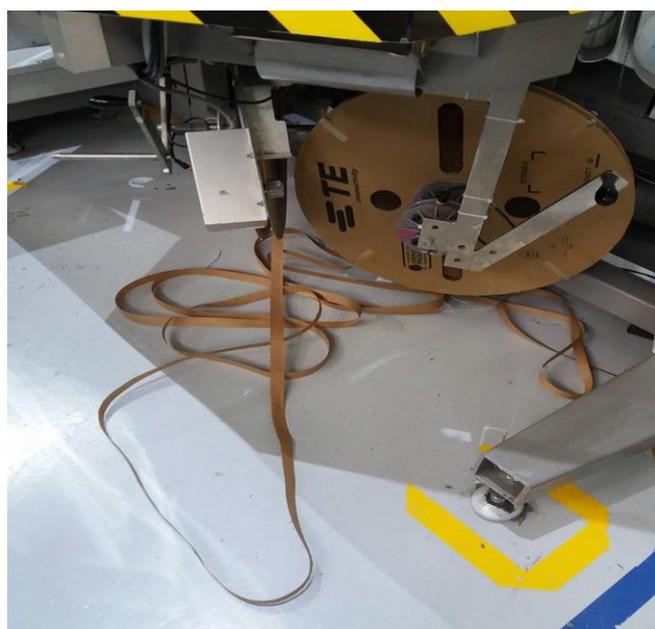


Figure 16 : encombrement du papier après sertissage

2. Analyse fonctionnelle :

Pour résoudre le problème, il faut analyser le besoin du projet, car un projet n'a de sens que s'il n'a pas satisfait le besoin. Pour ce faire, nous allons nous en servir du diagramme Bête à cornes.

a) Diagramme de bête à cornes :

A qui rend-il le service ?

De quoi s'agit-il ?

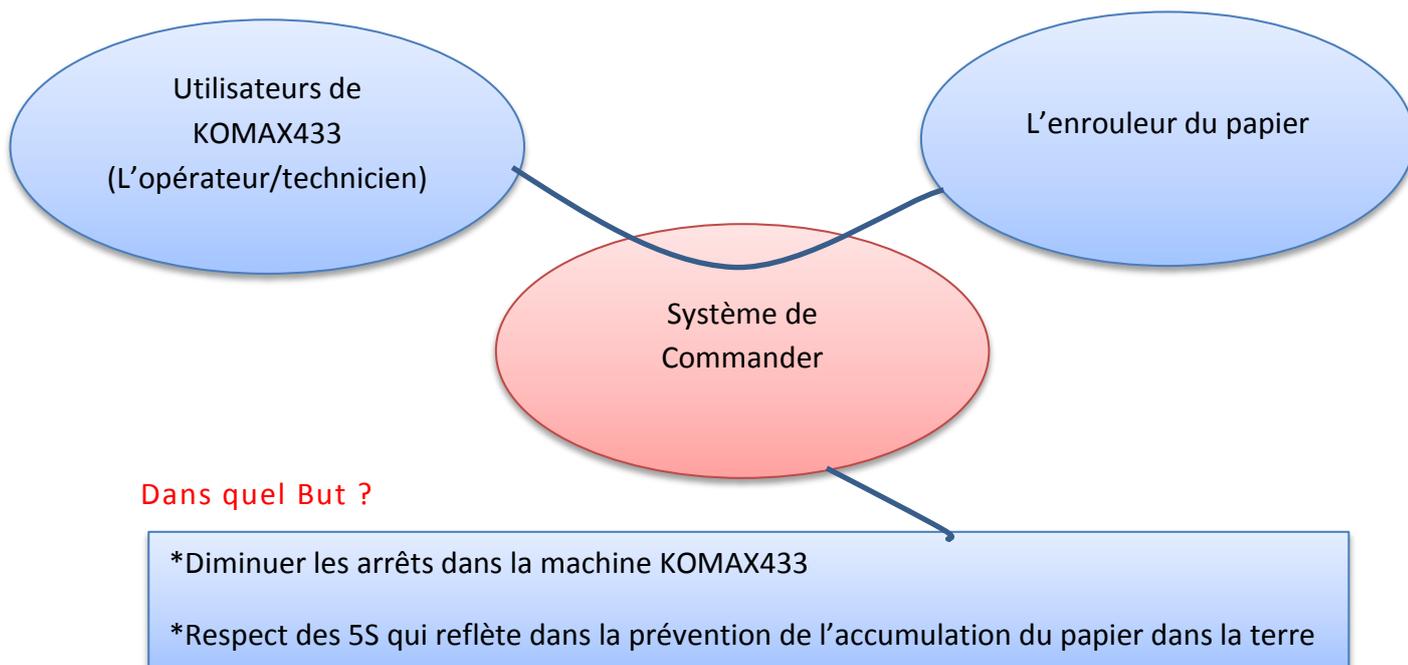


Figure 18 : Diagramme de bête à cornes

b) Diagramme de Pieuvre :

Le diagramme de pieuvre permet d'identifier les fonctions service d'un projet pour atteindre l'objectif principal : conception d'un système d'enroulement papier.

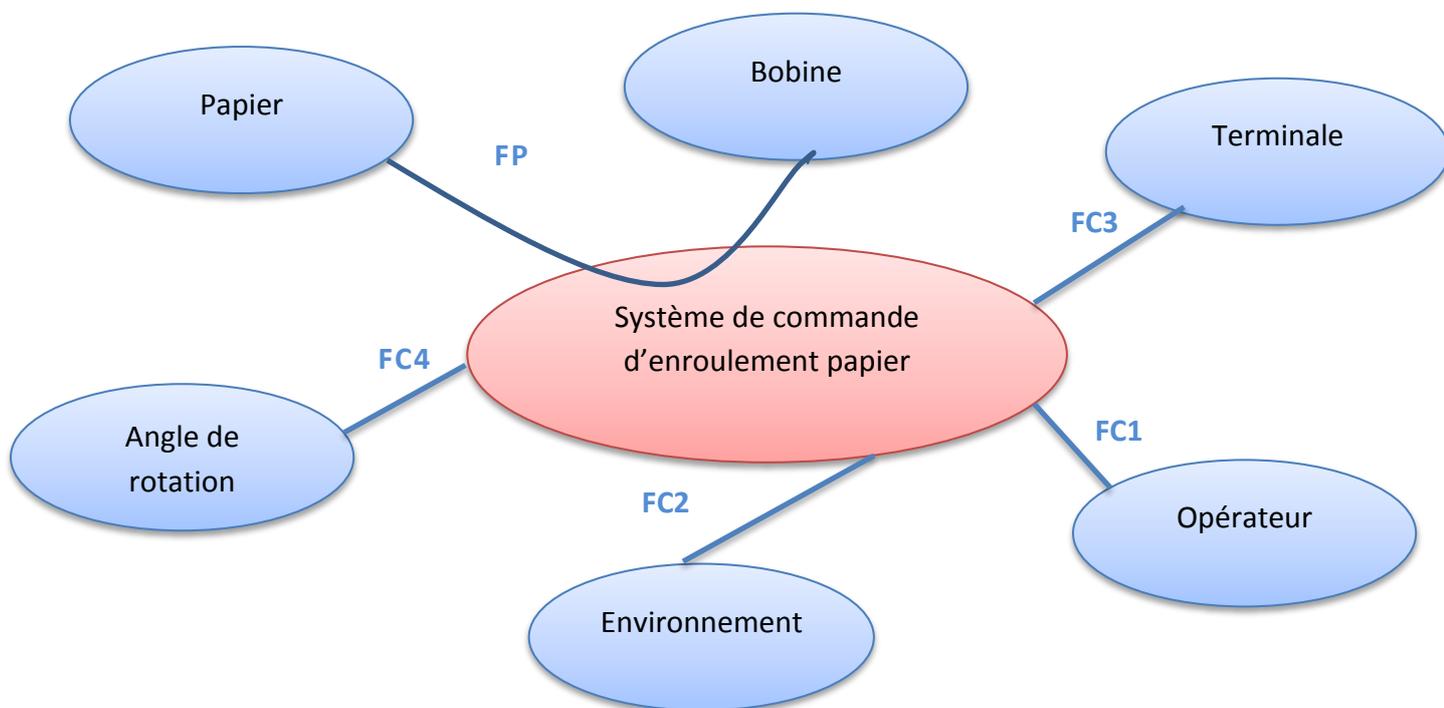


Figure 19 : Diagramme de Pieuvre

Notre système de commande doit assurer les fonctions suivantes :

Fonction

FP	Enrouler le Papier
FC1	Faciliter la tâche d'opérateur
FC2	Assurer la propreté d'environnement
FC3	éviter endommagement Des terminaux
FC4	synchroniser l'angle de rotation de l'enrouleur avec la bobine

Tableau 7 : Les fonctions services du projet

c) Diagramme FAST :

Le diagramme FAST permet d'identifier tous les méthodes et le matériel possible qui va nous permet de faire la conception de notre système, afin de faire un choix convenable.

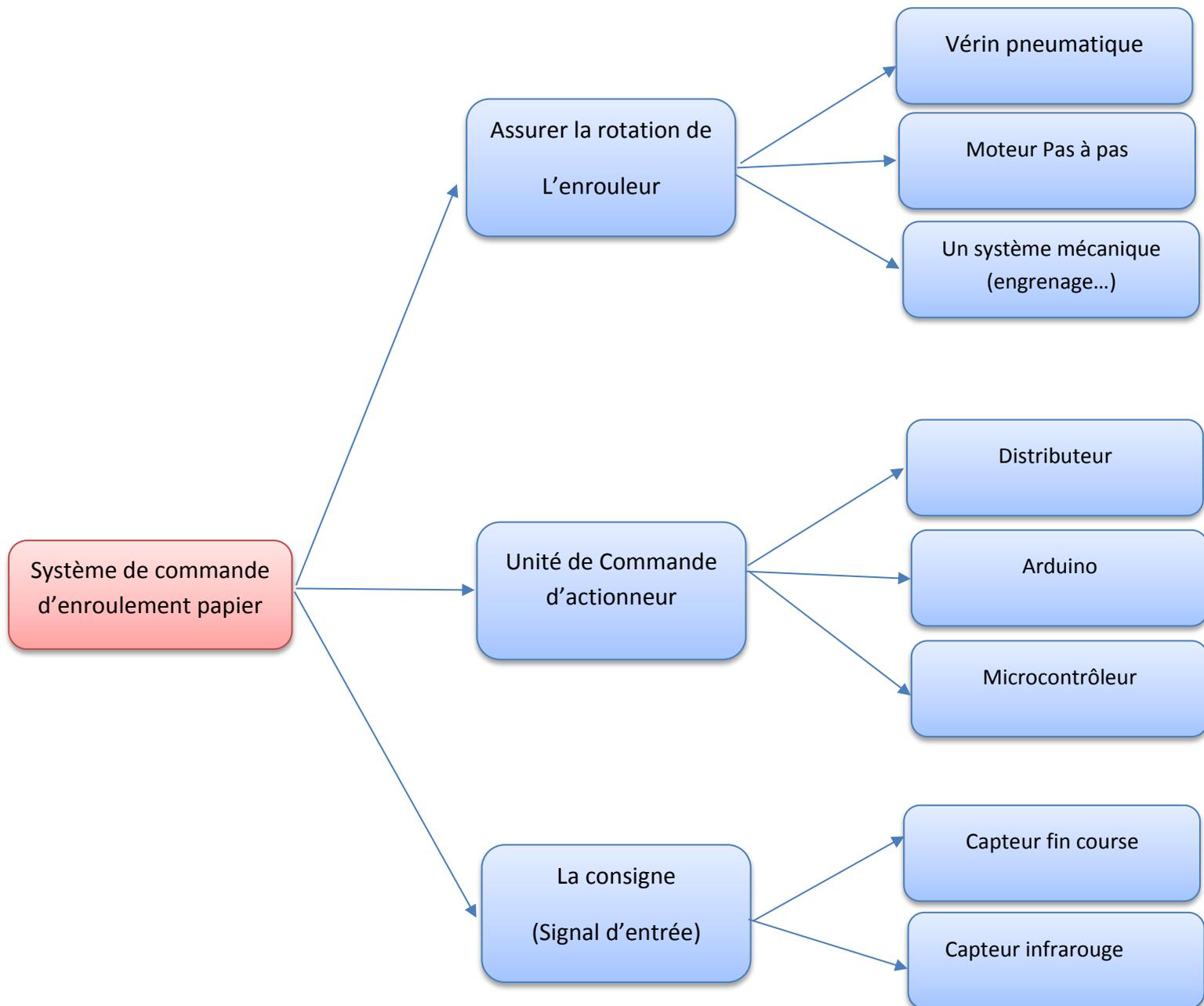


Figure 20 : Diagramme FAST

Après une réunion avec l'équipe de travail, on a choisi de commander l'enrouleur par un moteur pas à pas piloté par une carte électronique à base d'Arduino.

II. L'étude Technique

1. Synchronisation entre l'enrouleur et la bobine (estimation du rapport de vitesse)

Il faut estimer le rapport de vitesse entre l'enrouleur papier qu'est commandé par un moteur pas à pas pour le synchroniser avec la vitesse de rotation de la bobine de bande des terminaux.

Sachant que la vitesse linéaire s'écrit :

$$V = r \times \omega$$

Avec :

V_{enr} : Vitesse linéaire de l'enrouleur en m/s

r_e : Rayon de l'enrouleur en cm

N_e : Nombre de tour d'enrouleur en tr/min

ω : vitesse angulaire en rad/s

V_b : Vitesse linéaire de la bobine de terminal

r_b : rayon de la bobine

N_b : Nombre de tour de la bobine

ω : vitesse angulaire

On a la vitesse de moteur pas à pas $V_m = 150 \text{ tr/min}$ est la même que la vitesse de rotation de l'enrouleur de papier donc $V_m = V_{\text{enr}} = r_e \times \omega$ et $V_b = r_b \times \omega$

Pour remédier à la contrainte de synchronisation il faut qu'on ait :

$$V_{\text{enr}} = V_b \text{ donc } r_e \times \omega = r_b \times \omega \quad \text{sachant que :} \quad \omega = \frac{2\pi N}{60}$$

$$r_e \times \frac{2\pi N_e}{60} = r_b \times \frac{2\pi N_b}{60}$$

$$\frac{N_b}{N_e} = \frac{r_e}{r_b} \quad \text{Donc } N_b = \frac{N_e \times r_e}{r_b}$$

On a trois types des bobines de terminal dans le stock, (voir les figures 21,22 et 23)

Le rayon de l'enrouleur est fixé par : $r_e = 7.5 \text{ cm}$



Figure 21 : bobine 1



Figure 23 : bobine 2



Figure 22 : bobine 3

En dessous le nombre de tours de chaque bobine :

Type de bobine	Rayon en cm	Vitesse de rotation en tr/min
<i>Bobine 1</i>	28.5	39.5
<i>Bobine 2</i>	14.5	76.8
<i>Bobine 3</i>	31	36

Tableau 8 : vitesse de rotation des bobines

On a la vitesse de rotation des bobines varie en fonction du rayon, par contre la vitesse de l'enrouleur est fixe ($N_e \neq N_b$), donc on aura un problème de synchronisation.

1. La solution proposée pour la synchronisation :

Pour synchroniser la rotation de l'enrôleur et la bobine on va contrôler le nombre de pas effectué par le moteur à chaque fois on envoie un signal à la carte, c'est pour cela on va utiliser un potentiomètre à l'entrée pour la synchronisation et pour éviter le déphasage de vitesse entre l'enrôleur et la bobine du terminal.



Figure 24: Potentiometre

2. Organigramme de fonctionnement après l'intégration d'enrouleur

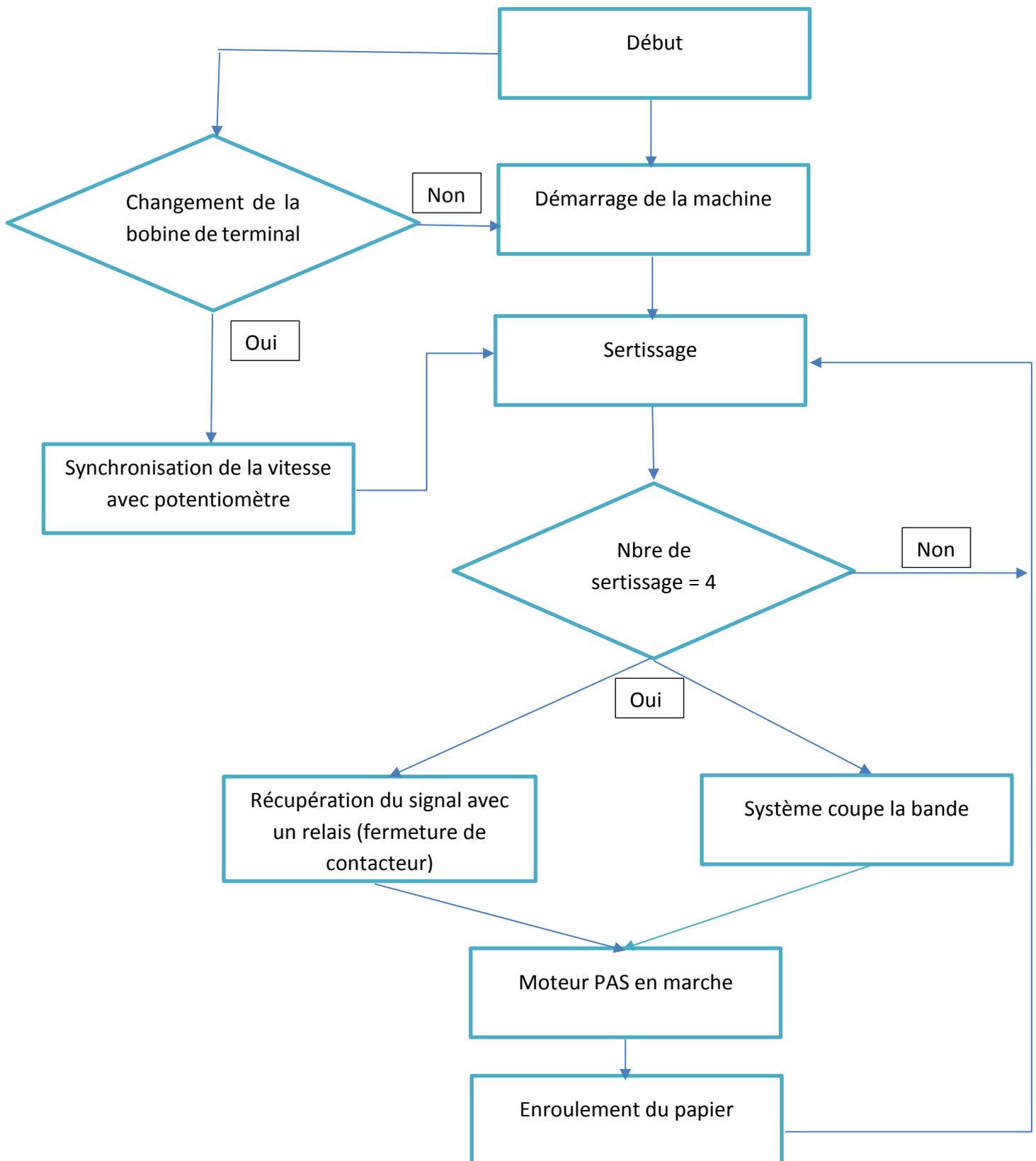


Figure 25 : Chronogramme de fonctionnement d'enrouleur

III. Simulation et réalisation de la carte électronique

1. La phase de conception (software)

a) ISIS Proteus :

Proteus est une suite logicielle permettant la CAO électronique éditée par la société Labcenter Electronics. Le logiciel permet également de simuler les schémas qui permettent de déceler certaines erreurs dès l'étape de conception.

b) Arduino-nightly :

Arduino-nightly est un espace de développement intégré qui permet d'écrire et de compiler le code en langage de programmation C++, par suite de l'envoyer sur la carte d'Arduino via le port USB.

2. La réalisation (Hardware):

a) Unité de traitement :

J'ai choisi l'Arduino pour commander mon moteur pas à pas car c'est une plateforme basée sur une interface entrée/sortie simple dans le pilotage et un élément idéal pour les systèmes embarqués ou pour des applications robotiques nécessitant du multitâches.



Figure 26 : Arduino Nano

b) Choix de moteur :

- Le moteur unipolaire dispose de six fils, dont quatre correspond aux phases des bobines et les deux autres à l'alimentation de 24v.
- Vitesse recommandée : $V=150$ tr/min
- Nombre de pas : la fiche technique du moteur indique que l'angle de pas égal 15° , donc le nombre de pas est :

$$N = \frac{360^\circ}{15^\circ} = 24$$

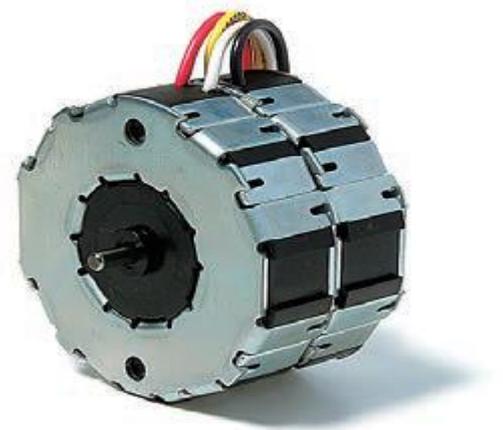


Figure 27 : moteur pas à pas (24v)

c) Pilotage de moteur :

Tant que j'ai utilisé un moteur pas à pas de type unipolaire, le circuit convenable pour le piloter est ULN2803

Ce circuit regroupe dans un même boîtier 8 Darlington. Ou dit plus simplement 8 interrupteurs commandés chacun par une broche du circuit. Chacun de ces 8 canaux peut être ouvert ou fermé indépendamment des autres et, dans le cas de l'ULN2803, est capable de piloter une charge jusqu'à 40V ou 500mA.

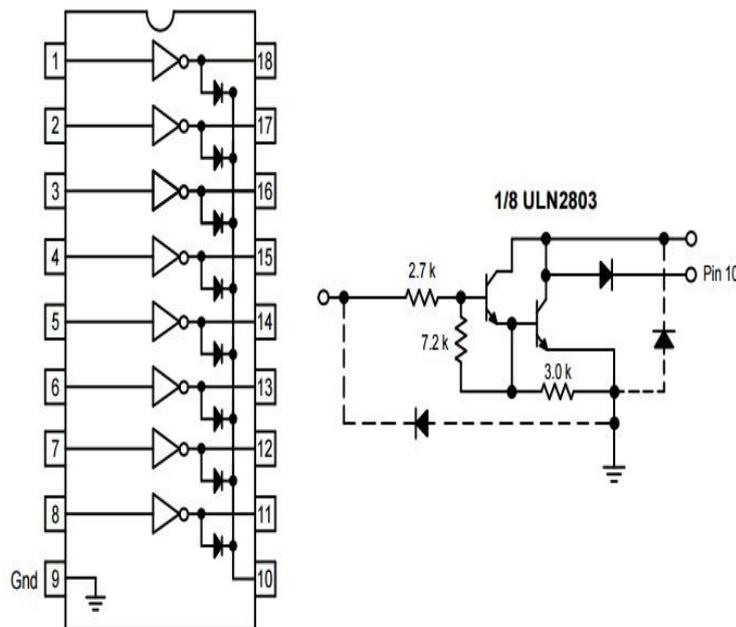


Figure 28: circuit intégré ULN2803

Pour ce moteur il suffit de piloter chaque bobine une à une, chacune leur tour. Je vais résumer tout cela de manière plus schématique comme est montré en dessous.

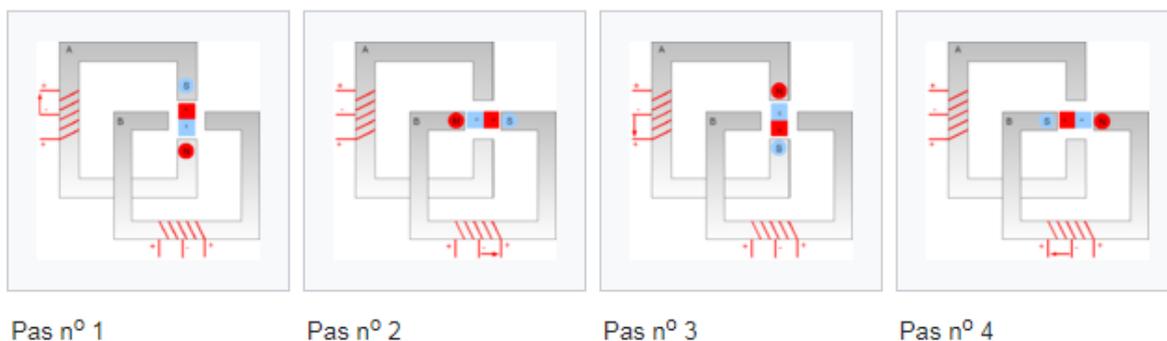


Figure 29 : création du champ tournant

Etapes	In1	In2	In3	In4
Pas n°1	1	0	0	0
Pas n°2	0	1	0	0
Pas n°3	0	0	1	0
Pas n°4	0	0	0	1

Tableau 9 : Ordre d'alimentation des bobines du moteur

3. Travail réalisé

a) Schéma de conception de la carte électronique

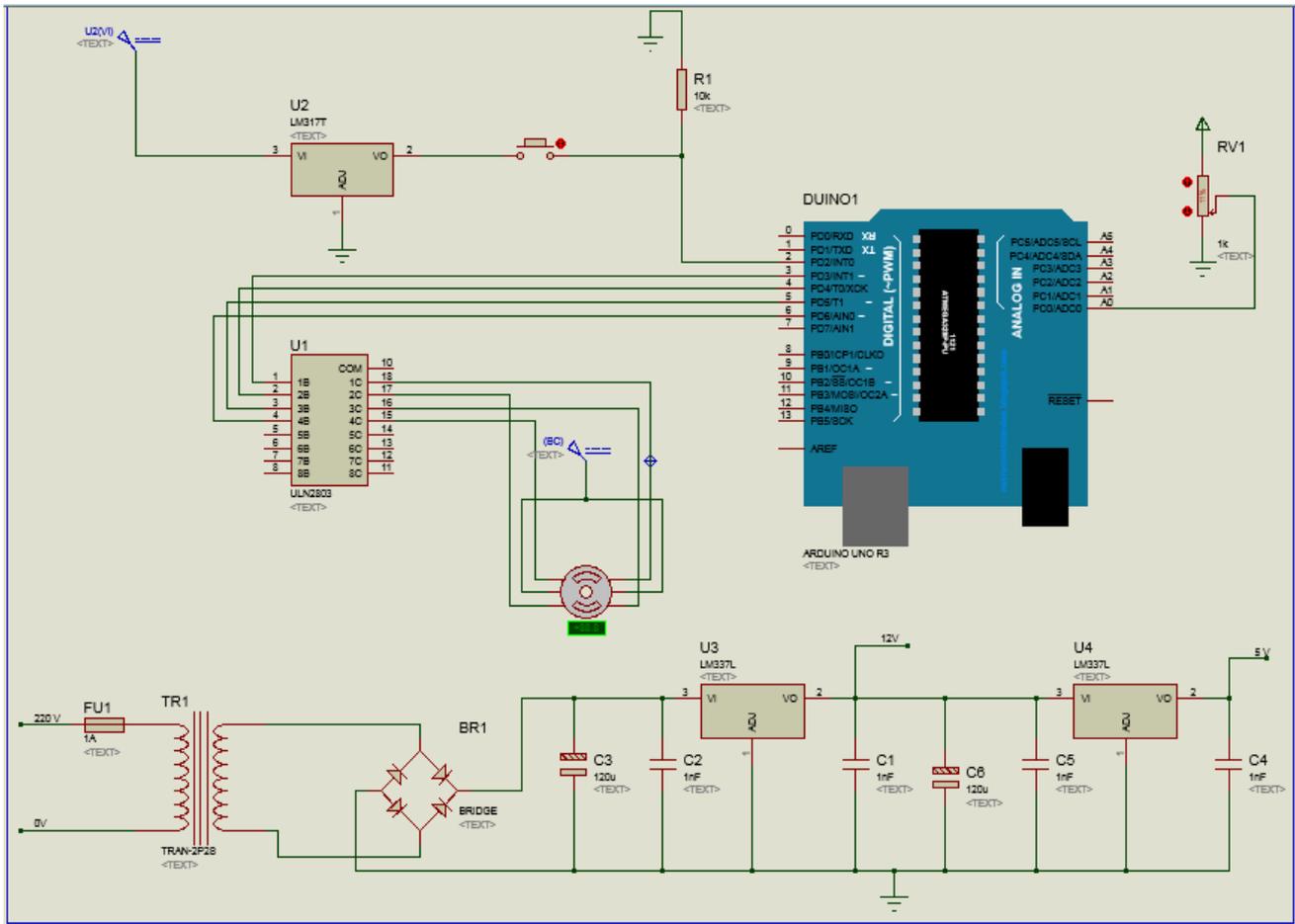


Figure 30 : schéma électronique final

❖ Explication de fonctionnement :

✚ **Circuit Redresseur** : le circuit permet de redresser l'alimentation à l'aide d'un pont de Graetz ensuite le filtrage assuré par des condensateurs afin que les régulateurs permettent de fournir une alimentation continue et stabilisé à la sortie pour alimenter le moteur pas a pas en 24 v et l'autre pour alimenter l'Arduino en 5 v.

✚ **Le potentiomètre** : A pour rôle de contrôler le nombre de pas désiré qu'on veuille effectuer par le moteur après l'acquisition de signal d'entrée pour enrouler le papier.

Pour bien contrôler le moteur on ajuste le quantum dans le programme pour tourner le moteur avec un nombre de pas important de tels sorts qu'il devient contrôlable avec le potentiomètre.

Sachant qu'on a un potentiomètre d'une valeur de 1KOhm

Avant la valeur $R_{pot}=10$ ohm le moteur tourne avec 10 Pas, on devise la valeur lue par le potentiomètre sur 10 pour que le moteur 10 ohm avec 1 Pas.

- ✚ **Résistance 10kOhm** : c'est une résistance de pull-down pour initialiser l'entrée à l'état bas par défaut.
- ✚ **Impulsion d'entrée** : Dans la simulation j'ai utilisé un bouton poussoir pour l'envoi d'un signal de l'état haut à l'Arduino pour déclencher le moteur pas à pas.

Dans le cas pratique il y a un système coupe bande dans la station de presse qui constitue un vérin piloter par une carte électronique qui a le rôle de couper la bande après le sertissage de quatre terminaux, on a pris le signal d'après ce système vers un relais qui va entrainer la fermeture d'un contacteur ce dernier va générer un signal de 24 volts qui va nous permettre de déclencher la rotation du moteur pas à pas à chaque fois le système coupe la bande.



Figure 31 : switch de commande de carte électronique

- ✚ **LM3177** : C'est un régulateur de tension qui permet d'abaisser le signal de pilotage récupérer d'après le système coupe bande de 24v à 5v pour non pas bruler la carte.

Remarque : Le code de programmation de la carte (VOIR Annexe 2)

b) Essaie et réalisation

Après la phase de simulation j'ai essayé et vérifié le fonctionnement de montage dans la planche d'essai, comme est indiqué dans la figure ci-dessous :

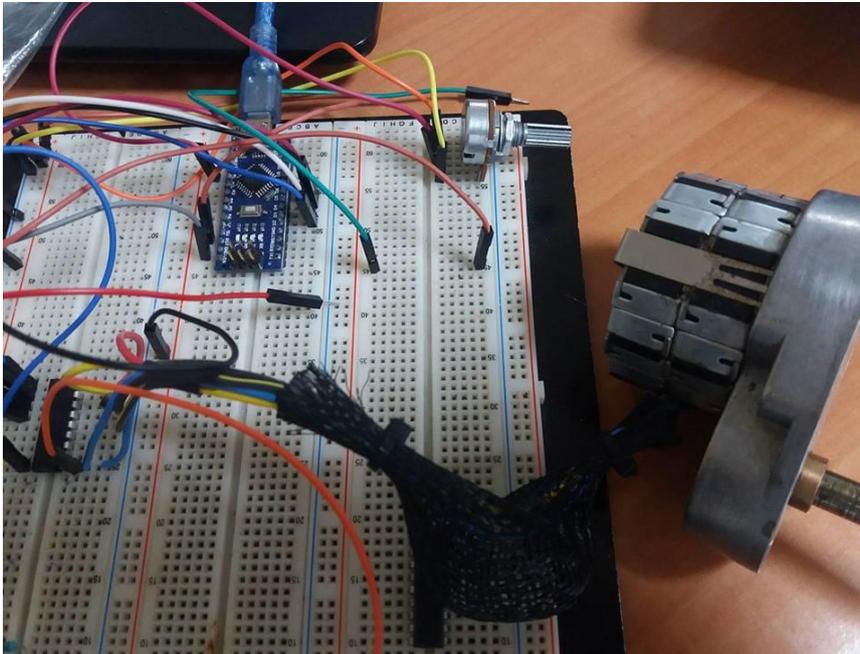


Figure 32: Essaie de montage dans la maquette

Maintenant il nous reste la phase finale qui est l'implémentation de la carte dans la machine KOMAX 433 pour atteindre l'objectif, comme est mentionné dans la figure suivant :



Figure 33 : implantation du projet dans la machine

Chapitre IV : Analyse des risques de la machine Schleuniger

Introduction : Dans ce chapitre je vais entamer le deuxième problème de mon PFE, pour cela nous allons faire une analyse de risque de la nouvelle machine de coupe importé par l'entreprise dans la zone de coupe CST, et nous allons proposer des solutions pour assurer la sécurité de personnel et les opérateurs pendant la production.

I. Situation Actuelle

1. Identification des taches de la machine Schleuniger



Figure 34 : machine de coupe et sertissage automatique

Dans le cadre de transfert des deux projets de SEWS-R (Roumanie) et SEWS-H (Hongrie) vers le site de Kenitra, l'entreprise apporte des nouvelles machines de coupe et sertissage dans la zone CST appelées Schleuniger, leurs fonctionnements ressemblent à celle de la machine KOMAX-433 dont j'ai fait l'étude dans le chapitre III, qui est limité dans la coupe, le dénudage, le sertissage automatique et la station des pièces joints pour l'insertion des douilles (Seal) cette fonction est intégrée par le service de l'amélioration continue.

2. Identification des risques

L'analyse des risques au poste de travail est considérée comme une composante indispensable pour toute démarche d'amélioration continue en matière de santé et sécurité au travail. Elle possède un aspect préventif visant à analyser tout accident ou incident, toute anomalie, tout écart, pouvant survenir lors de la pratique quotidienne des tâches. Elle a pour but, la détermination et la quantification des circonstances, des causes et des dangers courus, et d'en définir les actions permettant de prévenir l'occurrence de ces aléas.

Les accidents liés aux machines se produisent dans tous les secteurs d'activité à l'échelle de la province. Ils sont souvent causés par l'accès aux différentes zones dangereuses des machines et ils auraient pu être évités dans la plupart des cas, pour commencer l'analyse nous nous sommes basés sur la norme OHSAS pour en définir la méthodologie de notre travail pour déterminer les différents risques liés à la machine Schleuniger :

Les risques	résultat
Couvrez le corps principal de la machine à sertir et les pièces attachées, et empêchez l'insertion des mains ou des doigts dans la zone dangereuse.	O
Lors de l'utilisation du scanner laser, assurez-vous la fonction ne fonctionnera pas en dehors de la zone d'inspection.	_
Assurer l'arrêt du capot de protection pendant la fermeture, lors de l'existence du personnel en dessus.	_
Installation d'un bouton d'arrêt d'urgence	O
La production ne commence que lorsque le capot de sécurité est complètement fermé.	O

Tableau 10: les risques de la machine Schleuniger

Remarque :

Pour identifier le risque, on entre le code suivant : O → Pas de problème,

X → le problème existe,

_ → Système de sécurité Non-appliqué.

Après une réunion avec l'équipe de travail, on a choisi de travailler sur la sécurité de personnel (techniciens, opérateurs...) pendant la fermeture du capot de la machine Schleuniger que je vais expliquer en dessous :

L'opérateur appuie sur un bouton poussoir haut pour la monte du capot et s'ouvre verticalement (voir figure 35), en raison de maintenance de la machine ou bien la fin de cycle de production, et le bouton bas permet de la fermeture de capot (voir figure 34), pour commencer le cycle de production.



Figure 35 : Commande de capot de Schleuniger



Figure 37 : capot ouvert



Figure 36: capot fermé

3. Evaluation du risque

L'appréciation du risque est une analyse permettant d'identifier et d'estimer divers phénomènes de risques d'un équipement. Il est important, entre autres, de savoir reconnaître ce qui compose un risque c'est pour cela qu'il faut déterminer l'indice de risque, qui lui définira à son tour les mesures de prévention possibles. Quatre facteurs et 22 indicateurs permettent la détermination de l'indice de risque, selon la grille de l'ADR :

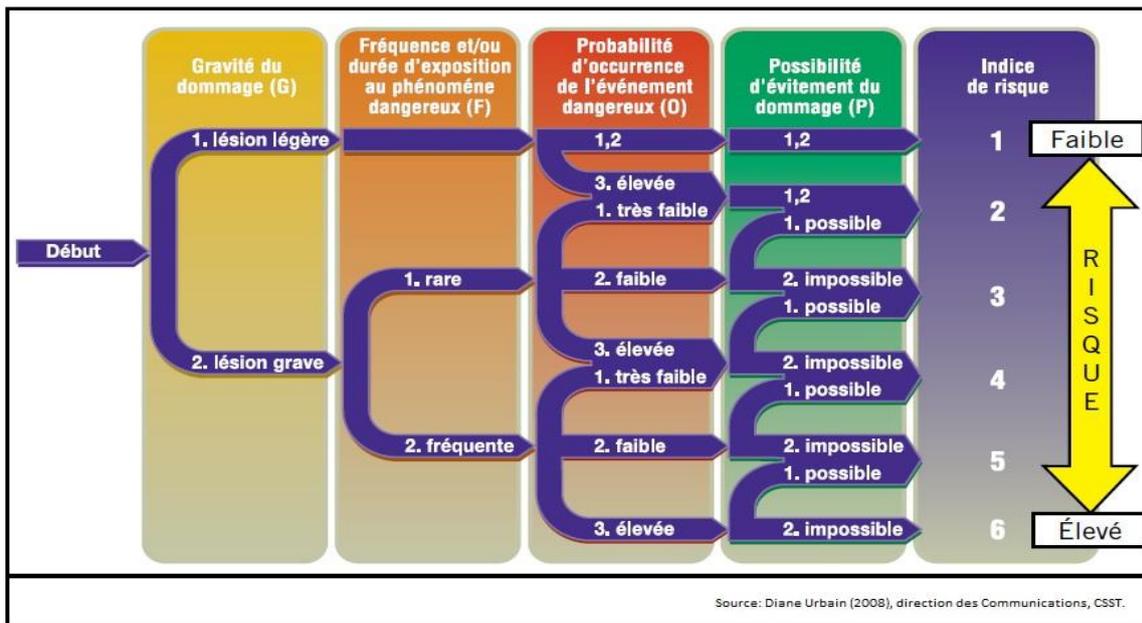


Figure 38 : Grille d'ADR

Pour évaluer le risque d'exposer à un accident par la fermeture de capot, on est basé sur la grille d'ADR en dessus, et nous avons trouvés que l'indice de risque est :

IR=4/6

Donc il y a une possibilité presque 60% d'exposer à ce risque, il faut fournir un moyen pour le diminuer au moins, qu'on va présenter dans l'axe suivant.

II. Plan d'action

1. Poka-yoke : Aide visuel

Poka-Yoke c'est de l'argot japonais qui signifie "systèmes anti-erreurs" pour éviter des erreurs involontaires qui a été formalisé par Shigeo Shingo, La modification du processus opérationnel, du poste de travail, des machines ou des outils pour prévenir les erreurs ou leurs impacts négatifs.

Pour cela on va utiliser des standards et on va les coller près de la machine de coupe Schleuniger pour prévenir l'opérateur du danger qu'il puisse contrôler avant de causer un accident.

Safety System - Work Instruction

1	Point Spécifique: Risque d'accident	Station: Schleuniger	
----------	--	----------------------	---

NOK



NOK



Ce que je dois faire

- 1 – Vérifier l'entourage du capot avant de fermer
- 2- vérifier que le technicien a fini la maintenance de la machine avant de fermer le capot

Risque de collision du capot de protection avec les passants

L'impact du non respect du Standard: Accidents graves

Formateur : A la fin de la formation, merci de confirmer la compréhension de l'opérateur avec les questions suivantes:

1) C'est quoi l'objectif de ce standard?	2) C'est quoi l'impact de cet aléa sur la sécurité au travail?	3) Qu'est-ce que vous devriez faire pour respecter ce standard?
--	--	---

Figure 39 : standard pour sensibiliser opérateur

Ce standard va permettre de sensibiliser l'opérateur du danger qui peut causer le capot de protection, afin de l'intégrer dans la formation.

Ces standards simples, peu coûteux, et sont mise en place auprès de l'origine des erreurs qui facilité leurs utilisations ; malgré ça peut être ignoré par l'opérateur, pour cela on va proposer une solution technique pour cet aléa.

2. Solution Technique

a) Simulation

J'ai exploité le logiciel FLUIDSIM pour simuler et modéliser le fonctionnement du capot de protection de la machine Schleuniger.

FluidSIM Pneumatique est un outil de simulation servant à l'acquisition des connaissances de base en pneumatique et l'électropneumatique ; le fonctionnement du capot représenté par les figures en dessous :

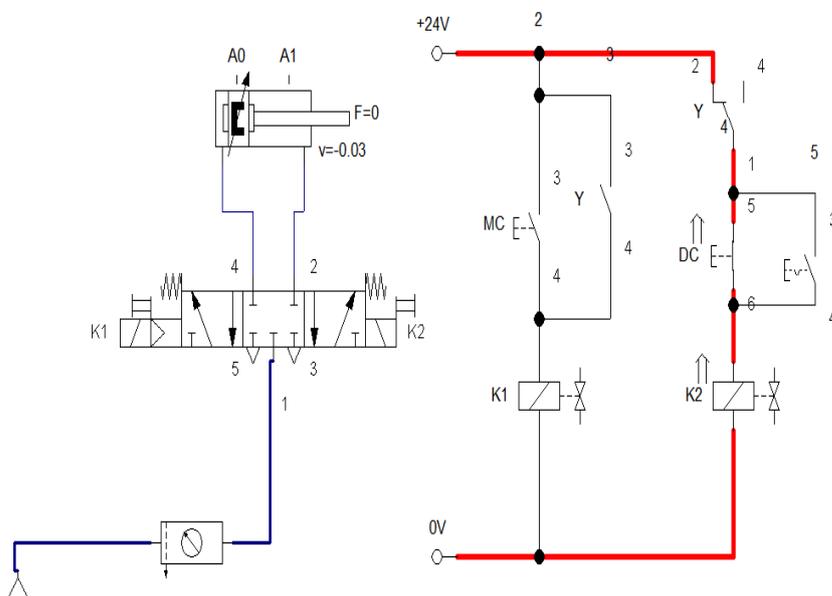


Figure 40 : modélisation de fermeture de capot

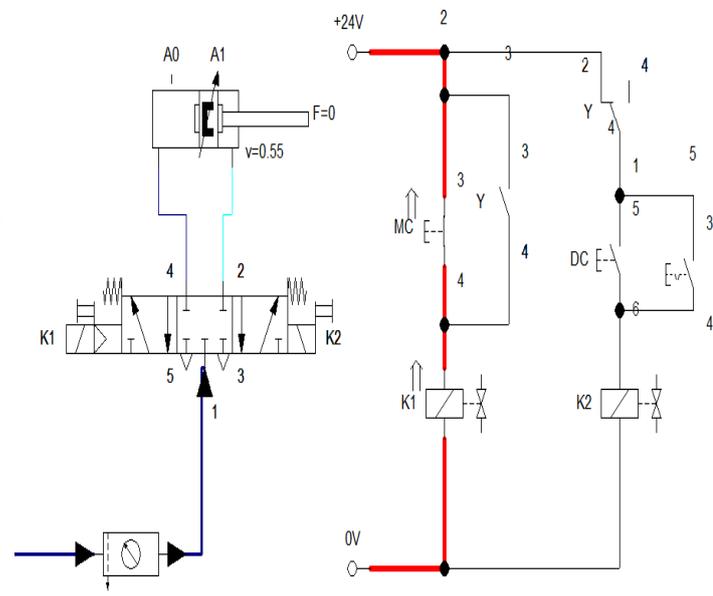


Figure 41 : modélisation d'ouverture de capot

Signification des couleurs dans le schéma :

couleur	signification
Bleu foncé	Tuyauterie pneumatique sous pression
Bleu clair	Tuyauterie pneumatique hors pression
Rouge	Câble électrique parcourus par courant

Tableau 11 : signification des couleurs de la tuyauterie

Notre schéma de puissance est composé d'un distributeur 5/3 (pour plus de détails voir annexe 4) et un vérin à double effet qui entraine l'ouverture et la fermeture du capot ainsi des bobines qui contrôlent le mouvement du tiroir de distributeur avec des boutons poussoirs pour exciter les bobines.

Lorsque l'opérateur clique sur le bouton MC (monte capot), le capot s'ouvre jusqu'à ce que le vérin atteinte le capteur de fin de cours A1 comme est montré dans la figure 39 en dessus, de la même façon le capot se ferme lorsque l'opérateur est appui sur le bouton DC (descend capot) et le vérin retour à sa position initiale A0 (voir figure38).

b) Mise en œuvre de la solution

Pour éliminer le risque et éviter la collision du capot avec le personnel de l'entreprise, on a décidé de mettre un capteur aux extrémités du capot pour détecter la présence d'une personne à la région de danger, ce dernier va envoyer un signal qui va permettre de fermer le contacteur Y dans la figure à côté, par conséquent le courant électrique passera et la bobine K1 va s'exciter et entrainera l'ouverture (Monte) de capot pour éviter la collision.

Le contacteur Y va être contrôlé par un relais magnétique selon le schéma de la partie suivant.

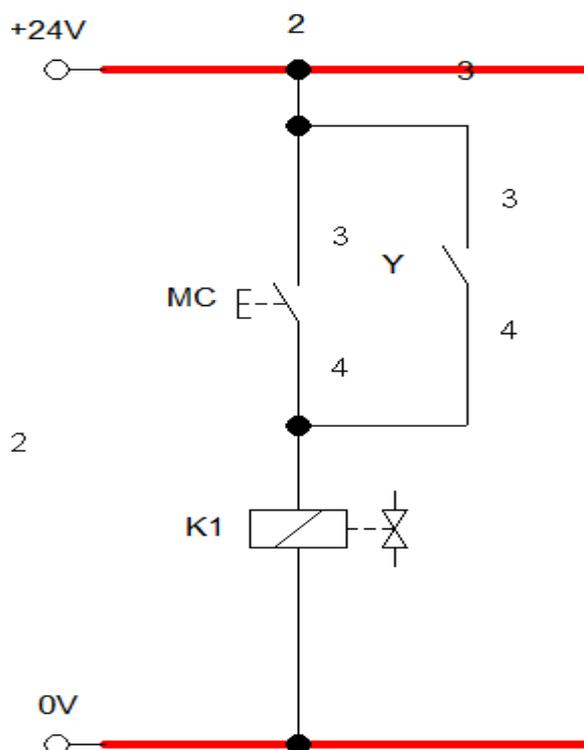


Figure 42:schéma d'intégration d'un relais

c) Carte de commande de circuit de puissance

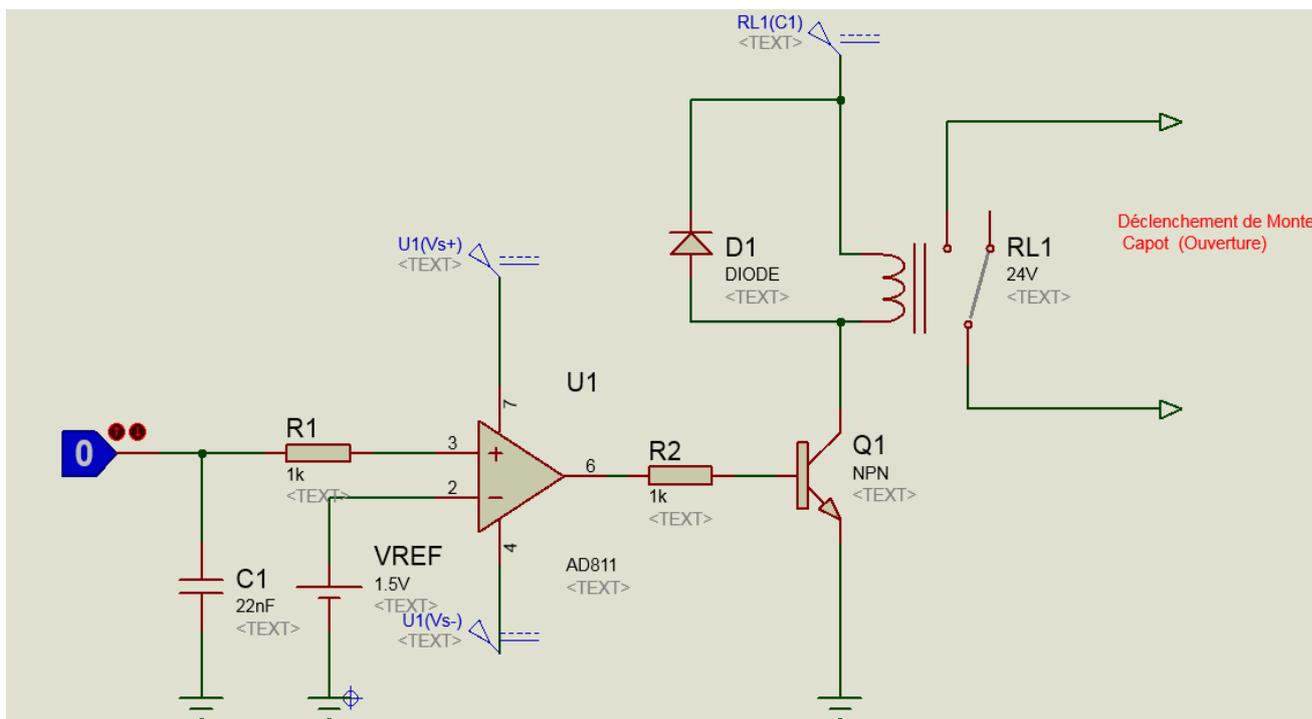
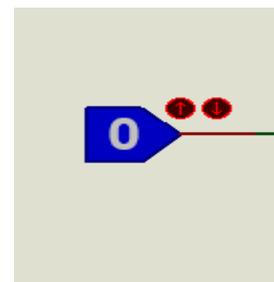


Figure 43 : circuit de commande

❖ **Explication du fonctionnement :**

✓ **Logic-stat :**

Sachant qu'on n'a pas un capteur de détection de présence dans le logiciel ISIS, on a le remplacer par l'état logique qui délivre un signal de 5v a la sortie.



✓ **Amplificateur opérationnelle (comparateur) :**

Un simple AOP sans boucle de contre-réaction constitue un comparateur de tensions. Compte-tenu de son gain en boucle ouverte très élevé, l'AOP seul fonctionne selon les équations suivantes :

- Si $V_+ > V_- \rightarrow V_s = + V_{sat} \approx +V_{cc}$
- Si $V_+ < V_- \rightarrow V_s = - V_{sat} \approx -V_{cc}$

Dans notre montage on a utilisé un comparateur à seuil positif ($V_{ref}=1.5v$). Sachant que $V_c= 5v$ est la tension délivrée par le capteur donc $V_c=V_+=5V$.

Nous appliquons deux tensions V_c et V_{ref} directement aux bornes des entrées inverseuse et non inverseuse. Lorsque la tension V_c est supérieure à V_{ref} la tension de référence de l'amplificateur opérationnel, la tension de sortie V_s est alors à son maximum. Au contraire, lorsque V_c est inférieure à V_{ref} , la tension de sortie de l'AOP est à son minimum, le fonctionnement est résumé dans les équations ci-dessous :

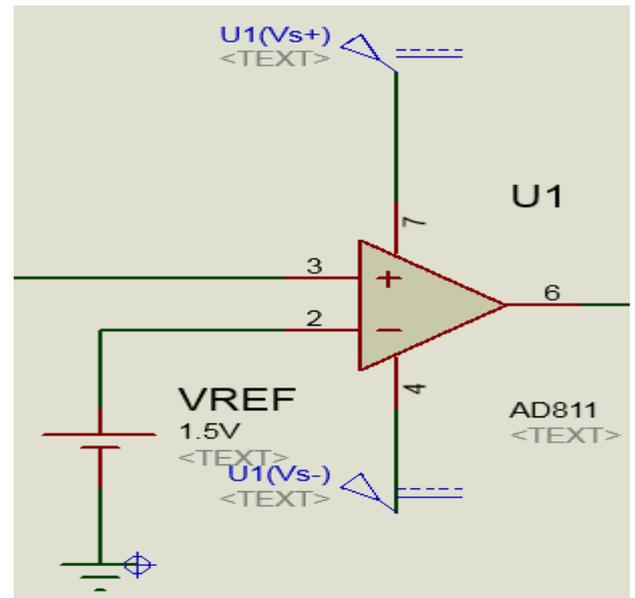


Figure 44: AOP comparateur

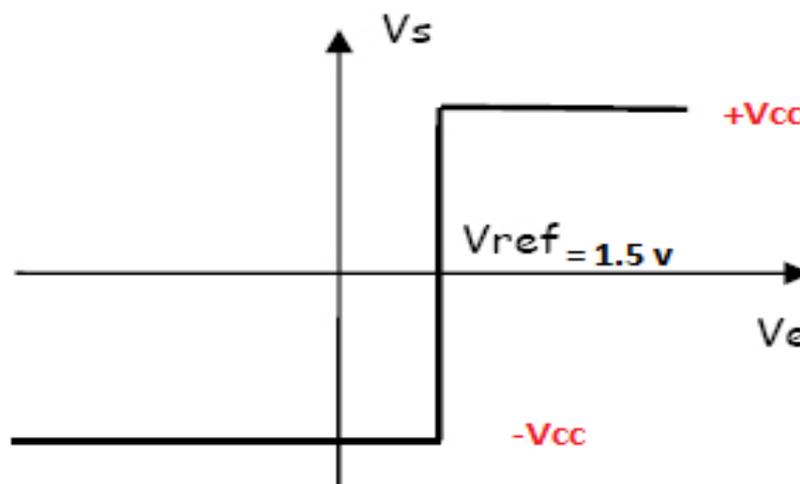


Figure 45 : schéma de fonctionnement du comparateur à seuil

- Si $V_+ > V_{ref} \rightarrow V_s = + V_{sat} \approx +V_{cc}$
- Si $V_+ < V_{ref} \rightarrow V_s = - V_{sat} \approx -V_{cc}$

✓ Transistor NPN :

Le transistor est en commutation joue le rôle d'interrupteur de courant, il faut appliquer une tension positive à la base ($V_{be} > 0.7\text{ V}$) pour exciter la bobine du relais magnétique.

R2 est une résistance de protection contre la surintensité.

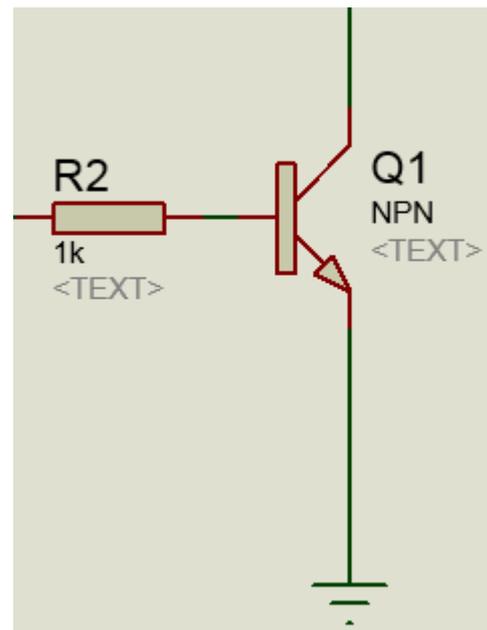


Figure 46 : Transistor NPN

✓ Relais magnétique :

On applique un signal de commande sur la base du transistor via la résistance.

Le transistor fonctionne alors comme un interrupteur qui relie la bobine du relais à la masse.

Cette dernière est ainsi parcourue par un courant, le relais est actionné.

La diode placée en parallèle de la bobine permet d'éviter de détruire le transistor lors de l'ouverture de ce dernier, on l'appelle "la diode de roue libre".

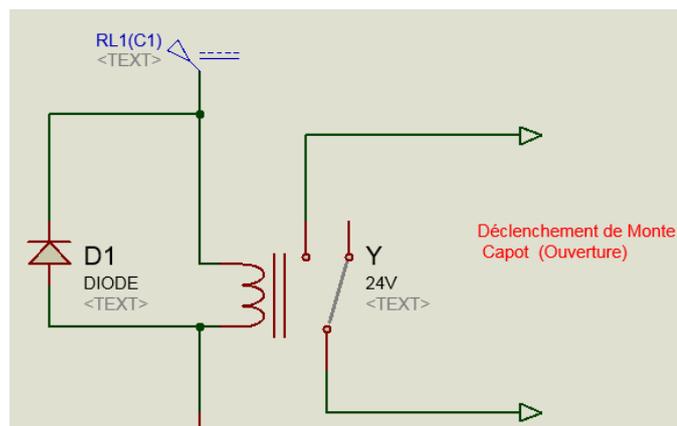


Figure 47 : Relais magnétique

Ce relais qui va entrainer l'ouverture (monte) de capot lors de détection de présence d'une personne par un capteur aux extrémités de danger, maintenant il reste le choix du capteur convenable pour envoyer un signal d'entre au amplificateur c'est ça ce qu'on va traiter dans l'axe suivant.

d) Choix du capteur

Pour détecter l'existence d'une personne à la région du danger lors de fermeture du capot, on va mettre 3 capteurs infrarouges aux extrémités du capot qui représente le danger sur les techniciens intervenant dans la machine et les opérateurs, pour faciliter le choix de type de capteur convenable on a recouru à la matrice de PUGH.

❖ Matrice de PUGH :

Elle permet d'évaluer différentes solutions qui seront les plus faciles à mettre en place, qui seront les moins coûteuses, les plus visibles, qui donneront les meilleurs résultats le plus rapidement.

Une pondération est affectée à chaque critère et la matrice permet d'obtenir une "note" pour chaque solution.

i. Définir les critères de choix de capteur :

Critère 1 : Zone de couverture en haut vers le bas intéressante (au moins 50 cm).

Critère 2 : Grand sensibilité de détection.

Critère 3 : Signal de sortie analogique : pour qu'on peut le connecter directement à l'AOP.

Critère 4 : Portée de détection réglable.

ii. Définir l'importance des critères :

	Critère 1	Critère 2	Critère 3	Critère 4	Pondération
Importance du critère 1 par rapport à :		1	0	1	2
Importance du critère 2 par rapport à :	0		0	1	1
Importance du critère 3 par rapport à :	0	1		1	2
Importance du critère 4 par rapport à :	0	0	0		0

Tableau 12 : Matrice de pondération

0 = importance égale ou inférieur

1 = importance supérieure

Critères de décisions	Pondération des critères	Solutions		
		Emetteur/récepteur infrarouge	Laser avec LDR	Mini capteur PIR
Zone de couverture en haut vers le bas intéressante (au moins 50 cm)	2	-1	-1	1
Grande sensibilité de détection	1	1	1	1
Signal de sortie analogique	2	-1	-1	1
Portée de détection réglable	0	1	1	1
Total pondéré		-3	-3	5

Tableau 13 : Matrice de PUGH

-1 = solution inférieure au critère désiré

0 = solution égale au critère désiré

1 = solution supérieure au critère désiré

$$Total\ pondéré = \sum_{i=1}^n \text{valeur de critère } i \times \text{pondération du critère } i$$

D'après la matrice de PUGH, le bon choix est tourné vers le Mini capteur PIR, qu'on va détailler en dessous.

- Alimentation: 5 à 9 Vcc
- Consommation: < 55uA
- Angle de détection: 60°
- Distance de détection max: 7 mètres
- Niveau de sortie: 0 V (état bas) et 3 V (état haut)
- Durée de maintien: 2 secondes
- Température de service: -10°C à 40°C
- Dimensions: 28 x 13 x 13 mm



Figure 48 : Mini capteur PIR

Le capteur PIR est un module pyroélectrique qui fonctionne par infrarouges, conçu pour détecter la présence de personnes et/ou animaux, en se basant sur la différence de température de ceux-ci par rapport à la température ambiante du moment. Le détecteur mini PIR 1011 incorpore une lentille Fresnel semi sphérique dans le module même, le principe de fonctionnement est en dessous :

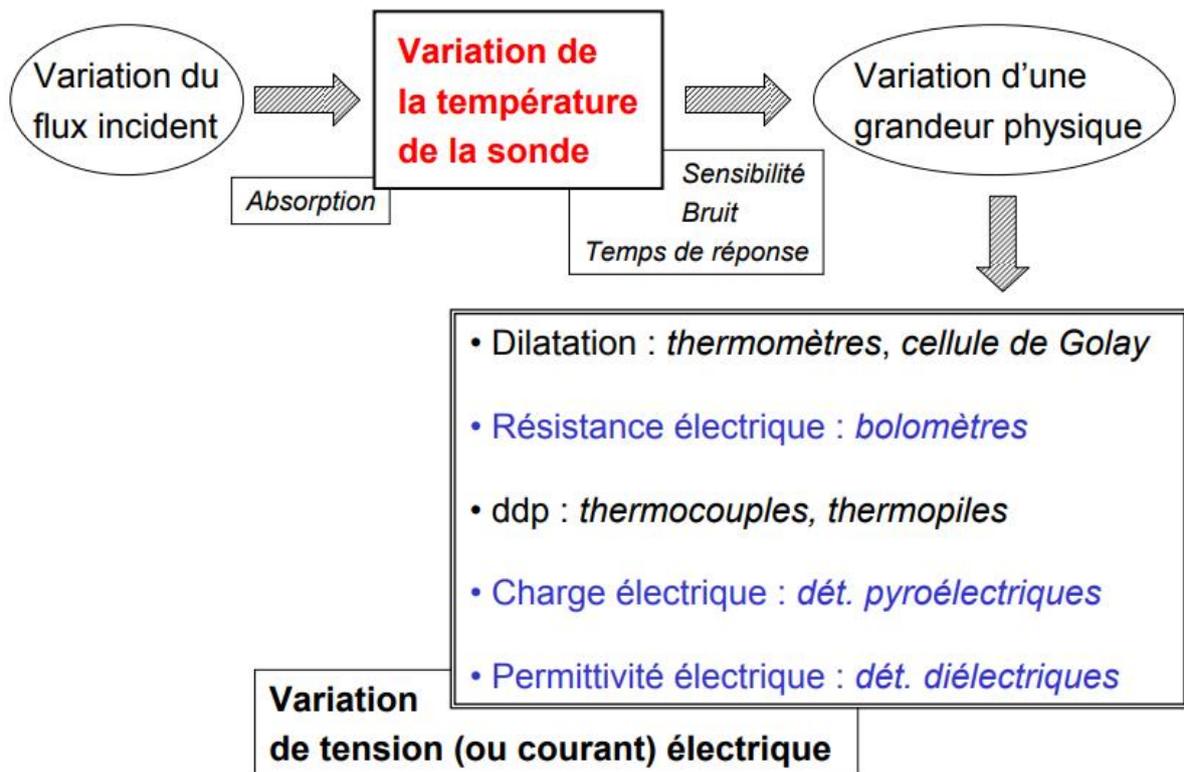


Figure 49 : principe de détection thermique

Il est important que l'objectif soit monté sur une focale longueur loin du détecteur PIR. Un Fresnel est utilisé car il est peu coûteux, il est facile de monter, et il peut être fait d'un plastique qui fait n'atténue pas les signaux IR.

Ce capteur est sensible à une large gamme de radiation. Pour optimiser la détection humaine, un filtre fenêtre est ajouté pour limiter le rayonnement entrant à une gamme de 8 μm à 14 μm .

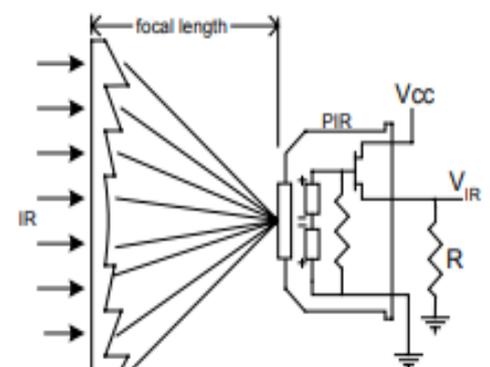


Figure 50 : Schéma interne du capteur PIR

Un capteur pyroélectrique est en matériau céramique qui génère une charge de surface lorsqu'il est exposé à rayonnement infrarouge. Lorsque la quantité des rayonnements frappant le cristal change la quantité de charge change également et peut alors être mesurée avec un transistor FET sensible dispositif intégré dans le capteur comme est indiqué dans la figure 47.

La résistance externe permet de convertir courant du transistor FET à une tension.

e) Implantation du capteur dans la machine Schleuniger

Pour diminuer le risque de collision des personnes avec le capot, il faut mettre les capteurs dans un lieu stratégique qui couvre la région de danger, c'est pour cela qu'on va mettre les trois Mini-capteurs PIR en parallèles aux extrémités du capot.

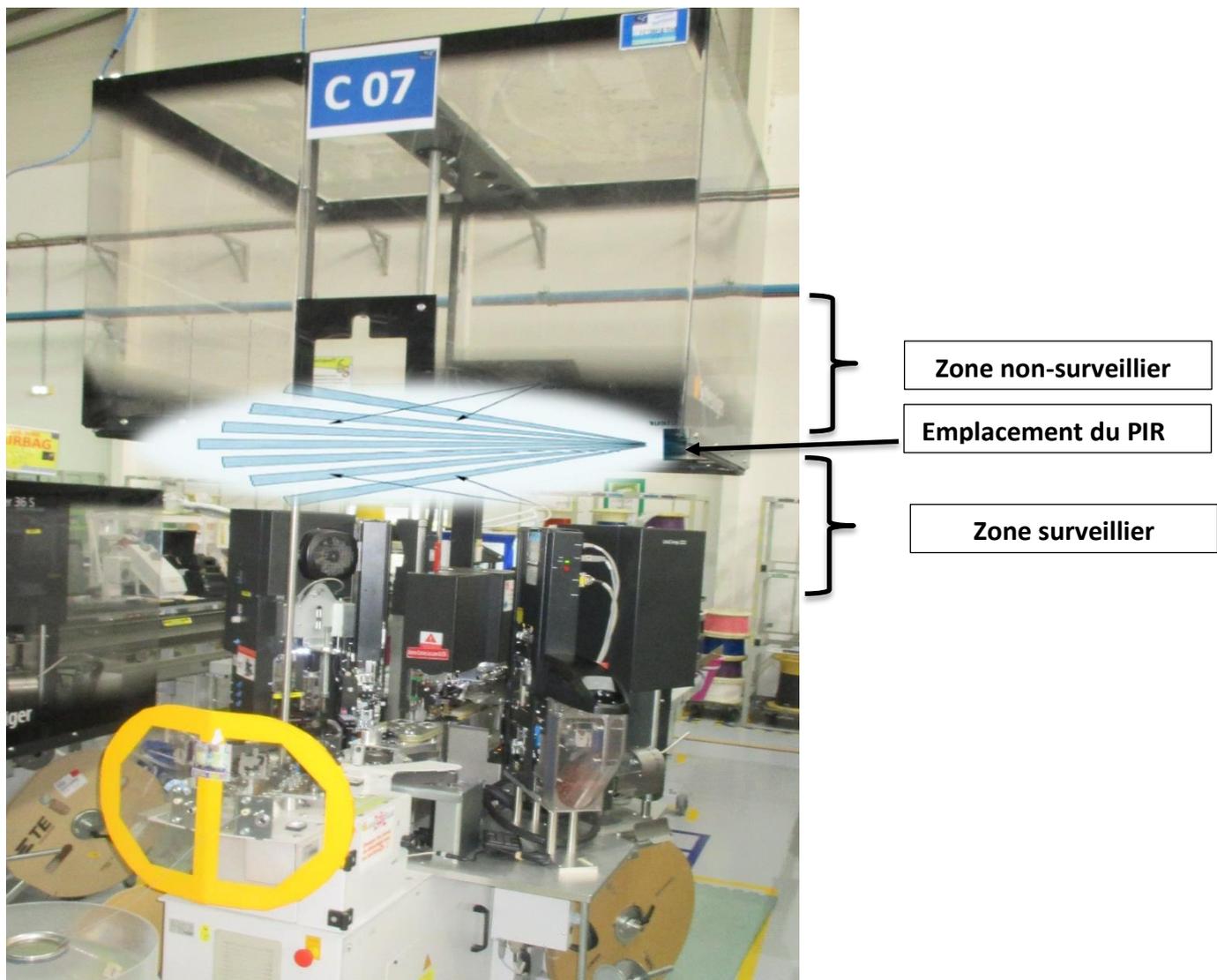


Figure 51 : Fixation du capteur

De la même façon dans la figure ci-dessus on va mettre trois capteurs en parallèles dans les trois extrémités du capot sachant que la quatrième extrémité ne représente pas un danger dont l'opérateur travail.

La récupération du signal se fait par un commutateur hub de trois entrées et une sortie, dès qu'un capteur au moins détecte une personne lors de la fermeture, il va envoyer un signal vers la carte de commande pour entrainer l'ouverture (monte) du capot.



Figure 52 : Switch 3 entrés vers une sortie

Remarque : On va choisir des capteurs d'un champ de détection réglable, pour régler la portée de détection à 1,4 m ; dans le but de ne pas détecter la zone hors danger.

1. Le coût estimé du projet

Pour élaborer cette étude, nous allons évaluer le prix de la solution en fonction des équipements utilisés :

Equipements	Quantité	Prix unitaire (€)	Prix totale (€)
Capteur PIR	3	6.20	18.6
Relais magnétique	1	1.99	1.99
Transistor	1	0.353	0.353
AOP	1	9.01	9.01
Commutateur Hub	1	12.99	12.99
résistances	2	0.06	0.12
Diode	1	0.22	0.22
Total			43.232

Tableau 14 : Estimation de coût de projet

Conclusion :

Dans ce chapitre nous a permis de faire une analyse de risque de la machine de coupe et sertissage 'Schleuniger', afin de proposer une solution pour diminuer le risque de collision du capot avec les techniciens pendant la maintenance de la machine et les opérateurs passants à côté de la machine.

Conclusion générale :

Ce projet de fin d'études m'a permis de mettre en œuvre mes connaissances théoriques et pratiques acquises pendant ma formation en master "*Electronique, signaux et systèmes automatisés*". En effet, j'ai pu forger une expérience remarquable qui me servira dans le futur quand j'intégrerai le marché du travail.

Pendant mon stage j'ai travaillé sur deux améliorations pour les machines de coupe et sertissage automatique des fils, la première concerne la machine KOMAX433 dont j'ai suivi la méthode AMDEC pour détecter les sous-ensembles de la machine dont la criticité est élevée et qui s'entoure dans la station de presse qui connaît un temps d'arrêts important à cause de l'embrouillage du papier avec les terminaux qui entraîne l'endommagement de ces derniers et le dérèglement d'applicateur, pour remédier à ce problème on a décidé de concevoir et réaliser un système qui va nous permettre d'enrouler le papier pendant le cycle de production, et comme résultat de ce projet on a plus l'encombrement du papier dans la terre qui s'engage dans le respect des 5S et la diminution de temps d'arrêt de la machine ce qui implique une baisse de la criticité.

Dans le cadre de transfert des lignes de production de SEWS-Hongrie vers le site de Kenitra, SEWS-Maroc a acquis des nouvelles machines de coupe de type Schleuniger qui concerne la deuxième partie de mon projet de fin d'études. En effet, cela se reflète par l'analyse de risque de cette machine afin d'assurer la sécurité des opérateurs et des techniciens pendant la maintenance de la machine, dans ce cadre on a proposé une solution pour éliminer le risque de collision du capot avec les gens existant à ses extrémités lors de sa fermeture.

Comme perspectives de mon travail je propose de :

- Généraliser l'amélioration pour toutes les machines qui ont le même problème d'enrouleur de papier dans la zone.
- Sensibiliser les opérateurs du danger de la fermeture de capot des machines "Schleuniger" et les former pour respecter les standards pour atteindre l'objectif zéro accident.

Annexe 1 : AMDEC

AMDEC est une abréviation de l'Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité, il existe six types d'AMDEC (Produit, moyen, organisation...) mais on a utilisé AMDEC moyen qui est convenable et applicable sur les machines et des équipements de mesures.

Pour appliquer l'AMDEC, il suffit de suivre la démarche dans la figure suivant :

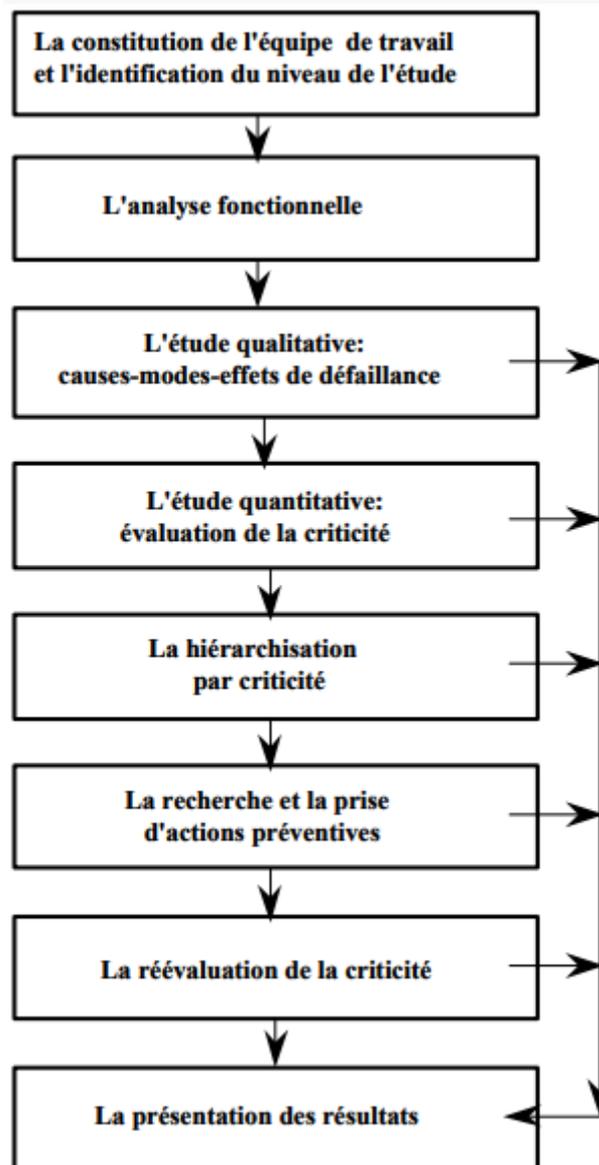


Figure 53 : Démarche pour appliquer AMDEC

La criticité se calcule en fonction de trois critères comme est montré ci-dessous :

$$C = F \times G \times D$$

Avec : **C** : criticité,

F : fréquence d'apparition de défaillance,

G : gravité de défaillance qui est évalué par une équipe de travail,

D : probabilité de non-détection

Les tableaux en dessous expliquent comment j'ai choisi les valeurs dont j'ai été basé pour construire AMDEC de la machine KOMAX433.

F	Probabilité d'apparition d'un arrêt
Pratiquement inexistant '1'	Un arrêt par six mois au plus
Possible : '2'	Un arrêt par mois à cinq mois
Certains : '3'	Un arrêt par quinze jours
Fréquente : '4'	Un arrêt par semaine
Très fréquente : '5'	Un arrêt par jour

Tableau 15: cotation de fréquence d'arrêt

G	Critères
Mineur : '1'	Arrêt mineur, ne provoquant qu'un arrêt de production inférieur à 10 minutes. Aucune dégradation notable du matériel.
Moyenne : '2'	Arrêt moyen, provoquant un arrêt de production de 10 à 30 minutes et nécessitant une remise en état ou une petite réparation sur place.
Critique : '3'	Arrêt important, provoquant un arrêt de production de 30 à 60 minutes ou nécessitant un changement du matériel défectueux.
Catastrophique : '4'	Arrêt grave, provoquant un arrêt supérieur à 1h ou affectant les dimensions de la pièce ou impliquant des problèmes potentiels de sécurité et de qualité.

Tableau 16: : cotation de gravités des pannes

D	Probabilité de non-détection
1	L'opérateur pourra éviter celle-ci par une action préventive.
2	Il existe un signe avant l'apparition de la défaillance mais il y a risque que ce signe ne soit pas perçu par l'opérateur.
3	Le signe avant l'apparition de la défaillance n'est pas facilement détectable.
4	Il n'existe aucun signe avant l'apparition de la défaillance.

Tableau 17: cotation de non-détection des pannes

Annexe 2 : Programme de pilotage du moteur PAP

```
// put your setup code here, to run once:

Serial.begin(9600); // initialisation du moniteur serie(debit de communication)

moteur.setSpeed(150); // vitesse de rotaion (tr/min)

pinMode(bouton,INPUT);

digitalWrite(bouton,LOW);

pinMode(POT,INPUT);

pinMode(Broche1,OUTPUT);
pinMode(Broche2,OUTPUT);
pinMode(Broche3,OUTPUT);
pinMode(Broche4,OUTPUT);

}

void loop() {

// put your main code here, to run repeatedly:

POT = analogRead(A0);

POT=POT*0.1; // Le Pas de commande

int boutonValue = digitalRead (bouton);

if (boutonValue == HIGH){

moteur.step(-POT);

}

// nombre de pas

moteur.step(0);

}
```

Annexe 3 : 5S

La méthode 5S permet d'optimiser en permanence les conditions de travail et le temps de travail en assurant l'organisation, la propreté et la sécurité d'un plan de travail.

Les 5S proviennent des cinq opérations qui constituent la méthode :

Mots japonais	Actionnes associés
Seiri	Trier, jeter, recycler, archiver, placer les outils de travail selon leur fréquence d'utilisation.
Seiton	Ranger, classer de manière à limiter les déplacements physiques ou le port d'objets lourds, optimiser l'utilisation de l'espace.
Seiso	Nettoyer, réparer.
Seiketsu	Ordonner les documents ou son poste de travail de manière à ce qu'une autre personne puisse s'y retrouver.
Shitsuke	Être rigoureux, appliquer les 4 opérations précédentes et les maintenir dans le temps.

Tableau 18 : Les 5S

Les 5S ont été inventés pour les ateliers, mais ils s'appliquent aussi bien dans les services et les bureaux.

Les avantages des 5S sont nombreux :

- Moins de pertes de matériel ;
- Moins d'accidents ;
- Environnement de travail plus agréable ;
- Ouverture vers des méthodes de qualité plus élaborées.

NB : La partie 'Seiton' colorer dans le tableau en dessus est le résultat du a la commande de l'enrouleur qui nous a permette de ranger le papier dans la terre et limiter le déplacement des opérateurs.

Annexe 4 : Distributeur 5/3

Un distributeur 5/3 est un distributeur particulier utilisé pour alimenter les vérins double effet.

Il est monostable : la position repos, stable, est la position centrale et deux pilotages permettent de basculer la distribution dans l'une ou l'autre des deux positions extrêmes du tiroir.

On rencontre trois types de distributeur 5/3 qui se distinguent par la configuration de la position centrale :

- Fermée au repos,
- A l'échappement au repos,
- Sous pression au repos.



Figure 55 : Distributeur 5/3

Figure 56 : Distributeur 5/3

Notre type de distributeur est : Distributeur 5/3 à commande électrique avec centre fermé au repos, en position de repos les chambres de vérin maintiennent leur pression.

5/3 signifie que le distributeur à 5 orifices et 3 positions comme est expliqué en dessous.

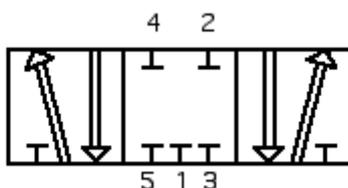


Figure 57: schéma de distributeur 5/3

Case (1) : Alimentation en pression

Case (2 ,4) : Tuyaux vers les chambres de vérin

Case (3, 5) : Echappement

Webographie :

L'étude AMDEC :

[http://www.academia.edu/13797677/Etude de cas m%C3%A9thode AMDEC](http://www.academia.edu/13797677/Etude_de_cas_m%C3%A9thode_AMDEC)

[http://www.academia.edu/13797677/Etude de cas m%C3%A9thode AMDEC](http://www.academia.edu/13797677/Etude_de_cas_m%C3%A9thode_AMDEC)

<http://neumann.hec.ca/sites/cours/6-510-96/AMDEC.pdf>

[Consultés en Avril 2018]

Commande de moteur PAS à PAS :

<http://colmard.com/Arduino-lecon17.html>

<http://eskimon.fr/290-arduino-603-petits-pas-le-moteur-pas-pas>

http://col2000.free.fr/pasapas/pap_mot.htm

<https://circuits.io/>

<http://idehack.com/blog/tutoriel-arduino-luln2803-et-stepper-28byj-48/>

<http://eskimon.fr/290-arduino-603-petits-pas-le-moteur-pas-pas>

<https://www.arduino.cc/en/Tutorial/DigitalPins>

<http://www.chicoree.fr/w/ULN2803>

https://en.wikipedia.org/wiki/Darlington_transistor

<https://openclassrooms.com/forum/sujet/calcul-couple-puissance-d-un-moteur-electrique-c>

[Consultés en Avril 2018]

ADR de la machine Schleuniger :

http://electronique.aop.free.fr/AOP_sature/1_comparateur_simple.html

<https://www.electronique-radioamateur.fr/elec/schema/commande-relais.php>

<https://robopoly.epfl.ch/files/content/sites/robopoly/files/demons/2008-2009/2008-2009%20-%205.%20Capteur%20IR.pdf>

<https://www.gotronic.fr/cat-infrarouges-1132.htm>

<https://jpdconseil.com/strategie-entreprise-pme/matrice-de-pugh/>

<https://cdn-learn.adafruit.com/assets/assets/000/010/138/original/an2105.pdf>

[Consultés en Mai 2018]