

Table des matières

AVANT-PROPOS

Remerciements

Liste des figures

Liste des tableaux

Abréviations et acronymes

Introduction générale1

Chapitre1 : Présentation de l'entreprise d'accueil.....2

1	Groupe DELPHI	3
1.1	Présentation du Groupe	3
1.1.1	Evolution du Groupe :	4
1.1.2	Structure du Groupe.....	5
1.2	DELPHI Maroc.....	6
1.2.1	Delphi Automotive System Maroc (DASM)	6
1.2.2	Politique de Delphi DASM	9
1	Flux de production.....	12
1.1	Processus de production	12
1.1.1	Zone de production	13
2	Terrain de travail :	14
2.1	Département Ingénierie :	14
2.2	Département Production :	15
2.2.1	Documents utilisés dans la chaine de production :.....	16
3	Présentation du projet PSA (Peugeot Société Anonyme) :	17
3.1	Chaîne de montage :	18
3.1.1	Description du travail :	19
3.1.2	Produit fabriqué : Câbles d'automobile	19
4	Cahier de charges	20
4.1	Problématique	20
4.2	Contexte pédagogique	21
4.3	Description du projet :	21
4.4	Démarche du projet :	22
4.5	Contraintes à respecter	23
5	Planning du stage	24

1	DMAIC 1ère Etape : Définir	26
	<i>Introduction</i>	26
1.1	Expression du besoin.....	26
1.1.1	Définition des 5M.....	26
1.1.2	Analyse fonctionnelle	26
1.2	Etude de l'existant :.....	29
1.2.1	Descriptif :	29
1.2.2	Scénario :	30
2	DMAIC 2ème Etape : Mesurer.....	31
2.1	Description du flux de production du projet B78:la famille IP (Chaine 24) :.....	31
2.1.1	Composition de la chaine :	31
2.1.2	Processus d'assemblage :	33
3	DMAIC 3ème Etape : Analyser.....	34
3.1	Analyse préliminaire.....	34
3.1.1	Choix du logiciel et du langage de programmation :.....	35
3.1.2	Présentation du logiciel de développement : Microsoft Office Excel (MS Excel)	35
3.1.3	Choix des éléments de la Partie Commande.....	36
3.1.4	Composition de la carte Arduino.....	38
3.1.5	Alimentation de la carte Arduino	39
3.1.6	Logiciel de programmation de la carte :	40
3.2	Type de la liaison qui relie l'interface de commande au circuit électronique :	42
3.3	Acquisition des données sur le port série RS232 :	42
3.3.1	Choix de la liaison.....	42
3.3.2	CONTRAINTES D'UTILISATION :	42
3.3.3	SOLUTION :	42
3.4	Analyse du fonctionnement du variateur de vitesse	43
3.4.1	Régulation de fréquence	43
3.4.2	Etude du variateur KEB.....	43
3.4.3	Branchement du variateur avec le circuit électronique :	46
3.4.4	Schéma de Commande et de Puissance :	47
4	DMAIC 4ème Etape : INNOVER	47
4.1	Mise en œuvre du nouveau système	48
4.1.1	Architecture proposée.....	48
4.1.2	1ere étape : Conception de l'IHM	49
4.1.3	Les données à envoyer vers le circuit.....	51
4.2	Conception & Programme :	52
4.3	Calcul de la vitesse de rotation de la chaine	53
4.3.1	Réducteur	53
4.3.2	Moteur asynchrone	54
4.3.3	Variateur de vitesse.....	54

5	DMAIC 5ème Etape : Contrôler	56
5.1	Teste de la liaison RS232 :	56
5.2	Simulation :	57
5.3	Exploitation des données	58
5.3.1	Existant :	59
5.3.2	Calcule des indicateurs de performance :	59
5.3.3	Démarche d'utilisation	60
5.3.4	Commande CDO : Collaborative Data Object.....	60
1	Simulation.....	63
1.1	Accueil	63
1.2	Marche / Arrêt du moteur.....	63
1.2.1	Marche	63
1.2.2	Arrêt.....	64
1.3	Affichage des données par LCD.....	65
1.3.1	Affichage de la référence en cours de production	65
1.3.2	Comptage et Affichage du nombre des câbles en cours de production	66
1.4	Commande CDO :	67
1.5	Variation de la vitesse :	67
	Conclusion Générale.....	68
	Bibliographie & Neto graphie.....	69

Annexes

Liste des figures

Figure 1: Clients majeurs de Delphi.....	4
Figure 2: Fiche technique de la société.....	7
Figure 3: Organigramme de la société.....	8
Figure 4:Flux de production.....	12
Figure 5: la machine de coupe Komax.....	13
Figure 6:chaîne d'assemblage.....	14
Figure 7:Organigramme du département Ingénierie.....	15
Figure 8:Organigramme du département Production.....	15
Figure 9: Manifest.....	16
Figure 10 : Le projet PSA au terme de l'année 2016.....	17
Figure 11: Circuit des câbles dans une voiture.....	18
Figure 12: Produit fini.....	19
Figure 13: faisceau électrique en cours d'assemblage.....	19
Figure 14:Démarche DMAIC.....	22
Figure 15:Planning du projet.....	24
Figure 16:Diagramme Bête à cornes.....	27
Figure 17: Diagramme Pieuvre.....	28
Figure 18: Diagramme SADT.....	29
Figure 19: Matériel pour l'assemblage.....	30
Figure 20: Système existant.....	31
Figure 22:Composition de la chaîne 24.....	32
Figure 21:Lay Out de la chaîne 24.....	32
Figure 23:Processus d'assemblage.....	33
Figure 24:Types de chaînes utilisées pour l'assemblage.....	34
Figure 25: Architectures de commande de la machine.....	37
Figure 26: Carte Arduino MEGA2560.....	39
Figure 27:Architecture de la liaison du circuit.....	40
Figure 28: Interface de programmation de la carte Arduino.....	41
Figure 29:Type de variateurs utilisés dans la chaîne de Production.....	44
Figure 30:Carte de Commande du variateur de vitesse.....	45
Figure 31:Installation du variateur avec le circuit de puissance.....	46
Figure 32: Entrée analogique du variateur.....	46
Figure 33: Schéma de commande et de Puissance(sous le logiciel WinRelais).....	47
Figure 34:Architecture proposée du système.....	49
Figure 35:Architecture matérielle.....	49
Figure 36:Configuration des paramètres du MSComm.....	51
Figure 37:Base de données sur Excel.....	52
Figure 38: Interface Homme Machine.....	53
Figure 39: calcule des tensions de commande.....	56
Figure 40:Configuration du terminal série.....	57
Figure 41: choix du Port Série.....	58
Figure 42: tableau du suivi de la production journalière.....	59
Figure 43: Configuration de la commande CDO.....	61

Figure 44: Page d'accueil	63
Figure 45: Mise en marche de la chaine.....	63
Figure 46: Arrêt de la chaine	64
Figure 47: Comptage du nombre de câbles produits.....	66
Figure 48: Affichages des données sur LCD, nombre de câbles et référence en cours de production	66
<i>Figure 49: gestion des arrêts</i>	65
Figure 50: Commande CDO pour les messages d'alerte	67
Figure 51: Variation de la vitesse via le bouton de commande	68

Liste des tableaux

Tableau 1 : Principales innovation de Delphi	3
Tableau 2 : Evolution du Groupe	4
Tableau 3: Caractéristiques principales de l'Arduino MEGA2560.....	39
Tableau 4:Description du bornier de commande X1	45

Liste des abréviations

API	: A utomate P rogrammable I ndustriel
CC	: C ontrôle de C ontention
CE	: C ontrôle E lectrique
CPN	: C ustmer P art N umber
DASM	: D elphi A utomotive S ystems M aroc
DMAIC	: D éfinir, M esurer, A nalyser, I nnover, C ontrôler
DPN	: D elphi P art N umber
HC	: H ead C ount
IHM	: I nterface H omme M achine
KPI	: K ey P erformance I ndicator
KO	: K itting O rdre
LCD	: L ight C ontrol D isplay
MS Excel	: M icrosoft O ffice E xcel
OR	: O ccupation R ate
PDP	: P lanche D e B ord
PSA	: P eugeot S ociété A nonyme
ROB	: R ing O ut B oard
SOS	: S ystème d' O opération S tandard
UART	: U niversal A synchronous R eceiver T ransmitter
μC	: M icro C ontrôleur
μP	: M icro P rocesseur
US	: U ltra S onic
WAM	: W ork A rea M ap

Introduction générale

L'arrivée de nouveaux concurrents sur le marché industriel a poussé le secteur automobile vers un développement exceptionnel de plus en plus rapide sur le volet technique aussi bien que sur le volet de gestion. La fabrication des faisceaux électriques qui est l'un des secteurs qui connaît depuis un bon bout de temps une forte compétitivité, le client, devenu très exigeant en termes de qualité, de délai, et de coût possède maintenant une grande plateforme de choix entre les différentes usines. Ainsi au Maroc, plusieurs usines ont été installées à Tanger.

Delphi passant pour être l'un des leaders de son secteur a adopté depuis sa création une culture d'amélioration continue. Dans une optique financière et dans le cadre d'optimiser le temps de production et contrôler le déroulement du processus d'assemblage des faisceaux électriques, je me suis penché lors de mon stage de projet de fin d'études à mettre en place un système qui commande la marche et contrôle l'arrêt de la chaîne d'assemblage selon les références à produire, ce système reflète l'image réelle de tout ce qui se déroule dans la chaîne de production.

Les différents chapitres du rapport s'articulent sur tout d'abord une présentation de l'entreprise d'accueil en premier chapitre, ensuite une description du contexte général du projet dans le deuxième chapitre, puis une étude détaillée du projet dans le troisième chapitre présentant les différents travaux élaborés et les résultats obtenus selon la démarche « DMAIC » respectivement dans ses différentes étapes enfin une simulation du projet dans le dernier chapitre. Une conclusion générale et des perspectives clôturent ce rapport mettant l'accent sur ce qui a été réalisé lors de ce stage ainsi que les éventuelles actions pouvant être menées dans l'avenir.

Chapitre1 : Présentation de l'entreprise d'accueil

Le présent chapitre présente la société accueillante à travers son domaine d'activités, ses ressources humaines et matérielles et ses moyens de production. Ainsi la politique adoptée par l'entreprise.

1 Groupe DELPHI

1.1 Présentation du Groupe

Delphi est un groupe multinational américain. C'est l'un des fabricants d'équipements les plus modernes dans le monde, travaillant essentiellement dans le domaine d'automobile et l'industrie du transport, et dont la clientèle s'étend de plus en plus vers des secteurs de haute technologie comme les télécommunications, le matériel médical, l'informatique et ses périphériques. L'origine de Delphi remonte à la création de la New Departure Bell Company à Bristol. La société fut créée en 1888 pour fabriquer le premier carillon de porte d'entrée. En 1897, l'entreprise commença à contribuer à l'histoire des transports en donnant le jour au premier frein de bicyclette à rétropédalage. C'était là le coup d'envoi de toute une série de "premières" qui allaient émailler l'histoire de Delphi. Aujourd'hui, Delphi est l'équipementier automobile dont la gamme de composants et de systèmes est la plus diversifiée. Il est également le fournisseur le plus inventif sur le plan technique. Chaque jour, plus d'une invention sont créées par les ingénieurs Delphi, et c'est un nouveau produit ou un nouveau procédé qui est créé chaque semaine. D'année en année, tous ces génies de l'invention ont fini par bâtir une tradition bien ancrée, plutôt que de se contenter de répondre aux besoins exprimés par le client, ils ont bouleversé le monde des transports pour en faire celui que nous connaissons aujourd'hui. Les Principales innovations de Delphi :

Tableau 1 : Principales innovation de Delphi

Année	Innovations
1912	Premier démarreur électrique
1929	Premier chauffage automobile
1936	Premier autoradio au tableau de bord
1951	Première direction assistée
1963	Premier régulateur de vitesse
1973	Premier fournisseur d'airbag de série

1975	Premier pot catalytique
1993	Premier système d'alerte anticollision
2002	Lancement en série du premier autoradio à réception des bandes satellite

DELPHI possède 171 unités de fabrication à travers le monde dont 49 aux Etats-Unis et Canada, 61 à l'Europe, le Moyen-Orient et l'Afrique, 47 au Mexique et l'Amérique du Sud et 14 à l'Asie Pacifique. Et ceci dans 41 pays différents.

Le groupe multinational DELPHI emploie plus de 205.700 personnes à travers le monde dont la majorité se concentre au Mexique et l'Amérique du Sud. Parmi eux on trouve environ 16.000 ingénieurs.

Delphi compte plus de 120 fournisseurs de matières premières à travers le monde. Il est le fournisseur de plus de 30 marques de voitures.

Voici ci-dessous une liste de ses clients majeurs :



Figure 1: Clients majeurs de Delphi

1.1.1 Evolution du Groupe :

Tableau 2 : Evolution du Groupe

1988	ACG Worldwide est un secteur spécial au sein de GM
1995	ACG Worldwide devient Delphi Automotive Systems
1998	Delphi devient filiale de General Motors Corporation
1999	Le 5 février. Mise en bourse de Delphi à New York (DPH)
1999	Le 28 mai. Delphi devient totalement indépendant de GM
2000	Acquisition de l'activité Diesel de Lucas (Delphi Diesel Systems)
2000	Acquisition de AutomotiveProducts Distribution Services [AP Lockheed]
2001	Acquisition de Eaton VS/ED (Delphi Mechatronic Systems)
2002	Delphi Automotive Systems devient Delphi Corporation
2002	Delphi Aftermarket devient Delphi Solutions Produits& Services
2003	Acquisition de Grundig Car InterMedia Systems (Delphi Grundig)
2004	Acquisition de Dynamit Nobel AIS GmbH Automotive Ignition Systems
2004	Acquisition de Peak Industries (matériel médical)

1.1.2 Structure du Groupe

Chez Delphi, on distingue six divisions selon le produit. Ces divisions sont le résultat du regroupement de sociétés plus petites, dont la création remonte à plus d'un siècle et qui n'ont cessé d'évoluer. Leurs noms se calquent souvent sur l'histoire de l'automobile, et sont synonymes d'inventivité: Packard, Remy, Kettering, Champion, Harrison.

Les différentes divisions de DELPHI sont :

- 1. Delphi Packard Electric** : qui produit les faisceaux électriques (câblage pour voiture).
- 2. Delphi Thermal & Interior** : qui fabrique les systèmes de contrôle du climat automobile, les systèmes de refroidissement, les modules du poste de pilotage, les produits intérieurs tels que les tableaux de bord, les systèmes de sac à air et les systèmes de la fermeture intégré.
- 3. Delphi Product & Service Solutions** : appelé aussi service center qui lie les clients avec les autres divisions de production de DELPHI.
- 4. Delphi Energy&Chassis** : qui produit les systèmes de gestion des moteurs, les systèmes des freins complets, les systèmes de contrôle des freins et châssis.
- 5. Delphi Steering** : qui produit les systèmes de contrôle de voiture et les systèmes drive line.

6. Delphi Electronics&Safety : qui produit les contrôleurs de pouvoir, les sondes et les modules du pouvoir, les radios satellites etc.

Ces divisions appartiennent à deux différentes branches:

- **Branche Dynamique Véhicule, Propulsion, Thermique moteur et Habitacle** : comprenant les activités de Delphi Energie & Châssis, Delphi Systèmes de Direction et Delphi Thermique & Habitacle.

- **Branche Electricité, Electronique & Sécurité** : comprenant les activités de Delphi Electronique & Sécurité, Delphi Packard Electric et Delphi Solutions Produits & Services.

DELPHI DASM de Tanger appartient à la division Packard Electric qui produit des faisceaux électriques. Ces faisceaux sont les premiers composants qui se fixent sur la carrosserie et dont le rôle est d'alimenter électriquement tous les composants et les options de la voiture.

1.2 DELPHI Maroc

Le groupe Delphi dispose de trois sites de production au Maroc :

Delphi Automotive Système Maroc à tanger, où j'ai effectué mon stage PFE, le site Delphi Packard de Tanger (DPT) à la Zone Franche et le nouveau site Delphi Packard à Kénitra (DPK).

1.2.1 Delphi Automotive System Maroc (DASM)

Implantée à Tanger depuis 1999, DELPHI Automotive System Maroc (DASM) est filiale de l'une des six divisions du groupe DELPHI. Cette dernière, dont la direction centrale se trouve à Warren, Ohio, aux États-Unis, est le leader mondial des systèmes de distribution de signaux électriques pour véhicules. Elle est localisée dans l'entrée de la ville de Tanger sur une surface totale de 70000 m².

DASM est spécialisée dans la fabrication de faisceaux électriques pour voitures, et emploie plus de 5000 personnes. Parmi ses principaux clients, on peut citer de grands constructeurs automobiles tels que les groupes OPEL, PEUGEOT-CITROEN, RENAULT-NISSAN et LAND ROVER. DASM est certifiée ISO 9001 vs 2000 et 2002, ISO 14001 vs 2000 & ISO TS 16949 vs 2003.

Forme juridique	société anonyme	
Date de création	1999	
Nationalité	Multinationale	
Capital	83 000 000	

social	DH
Siège	Km 7 route de rabat_ Tanger
N° TEL	0539329800
N°CNSS	6044268
Patente	50267205
Superficie	70000 m²
Effectifs	Environ 5300 personnes
Secteur	Industrie Automobile
Activités	la fabrication des faisceaux électriques pour les voitures



Figure 2: Fiche technique de la société

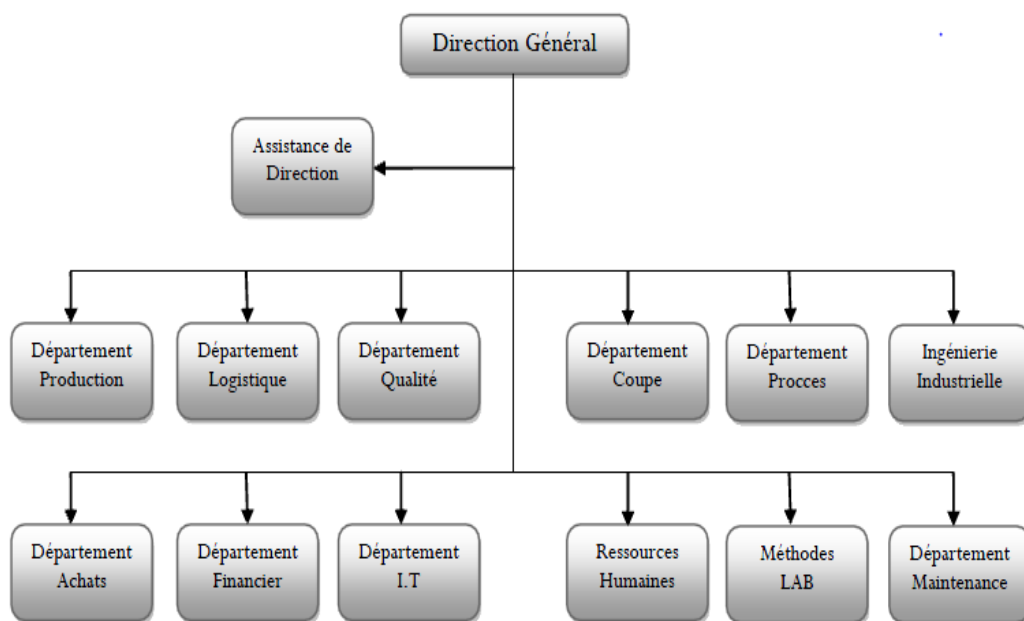


Figure 3: Organigramme de la société

1.2.1.1 Organisation de différents départements

Direction financière

Se charge de la gestion financière de l'entreprise, de ce fait elle assure tout ce qui est paiement du personnel, facturation, règlement des impôts par la gestion de la trésorerie.

Le département Qualité et Fiabilité

Vu que la qualité joue de plus en plus un rôle primordial dans le domaine concurrentiel de l'industrie, ce département se charge du contrôle des différents produits finaux afin de garantir aux clients la qualité de leurs produits avec leurs propres exigences. Le contrôle se fait au niveau du produit fini ainsi que par validation et supervision des différents processus de fabrication.

Département IT

C'est le département qui se charge du contrôle des applications et des programmes utilisés par le personnel ainsi que par la gestion du réseau téléphonique interne de l'entreprise.

Direction des ressources humaines

S'occupe de la gestion administrative du personnel ainsi que de leurs charges sociales, sécurité et gestion des horaires. Le recrutement, la gestion des carrières, la formation ainsi que la communication interne font partie des missions accomplies par cette Direction.

Département logistique

C'est au niveau de ce département que s'effectue l'ensemble des opérations d'approvisionnement et de planification des commandes. De ce fait le département logistique forme l'une des unités cerveaux internes à DELPHI vu son implication directe dans la satisfaction du client via une bonne gestion des délais.

Département Achats

Sa mission se résume dans la négociation et la sélection des fournisseurs afin de procurer des biens et services couvrant ainsi les besoins des différents départements.

Département production

Comme son nom l'indique ce département est responsable de la production des câbles, et donc de la transformation de la matière première en produits finis. Il se charge, donc, de la fabrication des produits conformes dans les délais déjà planifiés et aux moindres coûts.

Département maintenance

Se charge de la maintenance dans les différentes zones de l'usine, il s'occupe donc de l'ensemble des actions permettant de maintenir ou de rétablir les biens dans un état spécifié et en mesure d'assurer leurs service et fonctions déterminées. Deux types de maintenance sont faites : Une maintenance préventive et une maintenance corrective.

Département coupe et préparation

S'occupe de l'alimentation des chaînes de production en fils, il se divise en deux zones : une pour la coupe et l'autre pour la préparation.

Département ingénierie

Ce département est divisé en trois unités : ingénierie de Processus, ingénierie Méthode et ingénierie industrielle.

1.2.2 Politique de Delphi DASM

Delphi est régie par trois politiques de base : la politique de Qualité, la politique de l'environnement et la politique de Sécurité et Hygiène.

1.2.2.1 Politique de Qualité

Pour faire face à la compétitivité et dans le but de fabriquer un produit avec zéro défaut pour dépasser les attentes du client, Delphi Packard a développé un système de Management de la Qualité appelé DBS Delphi Business System. Ce système répond aux perspectives du client et aux exigences de normes comme ISO 9001, ISO TS 14001 et ISO TS 16949.

1.2.2.2 Politique de l'environnement

Afin de participer à la protection des ressources naturelles et d'environnement, l'entité a imposé quelques normes d'environnement dont tout le personnel de Delphi est invité à les respecter. Ces normes se développent dans la politique ci-dessous :

- Accomplissement de toutes les normes de l'environnement ;
- Protection de la santé des personnes
- Réduction des déchets et des contaminations
- Conservation des ressources naturelles.

1.2.2.3 Politique de sécurité et hygiène

La priorité absolue de Delphi est la protection de la santé et de la sécurité de chaque employé. Dans ce cadre, la compagnie impose des consignes concernant :

L'Hygiène : la porte des blouses et l'interdiction de fumer en dehors des zones des fumeurs.
La Sécurité : la porte des gants et des lunettes est obligatoire pour les opérateurs.

La Santé : une structure d'assistance médicale est prête à intervenir en cas d'urgence, ainsi un suivi médico-social est mis en place afin de détecter l'évolution de santé du personnel.

Chapitre 2 : Contexte général du Projet

Le présent chapitre décrit le contexte général du projet, à travers un descriptif global du département au sein duquel ce travail a été réalisé. Ensuite nous développerons le processus de fabrication adopté dans la chaîne d'assemblage. Enfin, nous décrivons le contexte général de notre projet en détaillant la problématique, les objectifs, le cahier des charges et la démarche suivie.

1 Flux de production

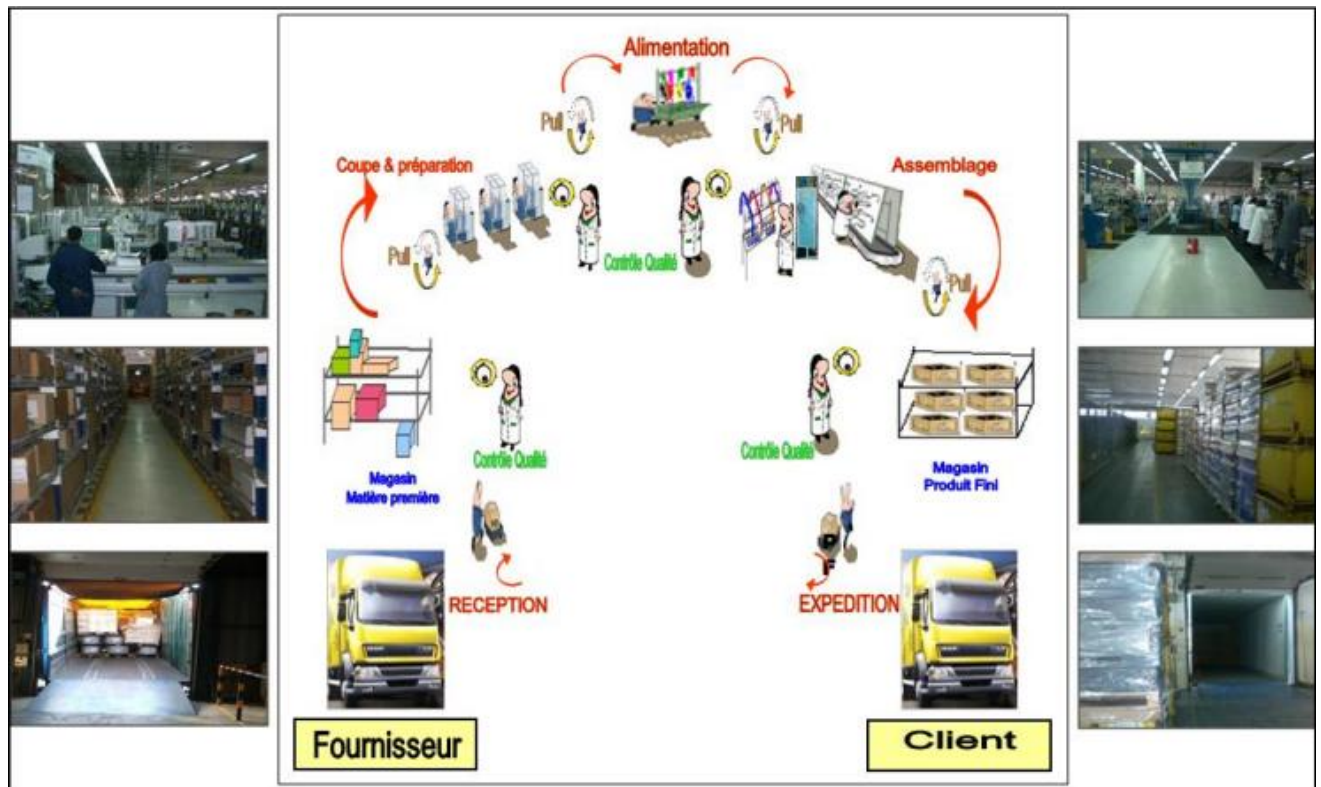


Figure 4:Flux de production

1.1 Processus de production

La matière première venant du fournisseur passe par le laboratoire du contrôle de qualité pour subir un contrôle de réception avant d'être stockée dans le magasin de la matière première. Le stock de la matière première est géré par un système pull qui prépare un stock de 24 h prochaine de production. Le stock quotidien passe à la zone de préparation (la coupe) qui est gérée par le système KANBAN. A ce niveau les alimentateurs sont préparés pour passer à la zone d'assemblage où les faisceaux électriques sont assemblés et enrubbannés. Ensuite les faisceaux passent au contrôle électrique où on vérifie la continuité électrique entre les différentes extrémités du circuit et la présence des éléments secondaires (sécurité des connecteurs, passe-fil etc.). De là, les faisceaux subissent un dernier contrôle qui est celui de contention au cours duquel les différentes côtes sont vérifiées avant l'étiquetage, l'emballage et l'envoi au client.

1.1.1 Zone de production

1.1.1.1 Zone de coupe et préparation :

La zone de coupe et de préparation est considérée comme un fournisseur de matière première des chaînes d'assemblage. Il leur fournit les fils en quantité et qualité demandées et au moment convenable. La coupe est équipée par des machines automatiques qui coupent les fils selon les longueurs demandées, au sertissage et à l'épissure. Les fils de grosse section ou qui nécessitent un traitement particulier sont acheminés vers la zone de préparation où on travaille avec des machines semi-automatiques.



Figure 5: la machine de coupe Komax

1.1.1.2 Zone d'assemblage :

C'est la zone où les fils sertis venant de la coupe sont assemblés. L'assemblage se fait soit sur des tableaux fixes pour les câbles de petites dimensions soit sur des tableaux roulants, avec un temps cycle bien défini, dans les chaînes de montage pour les câbles longs. Et ceci suivant le schéma fourni par l'ingénierie de process.

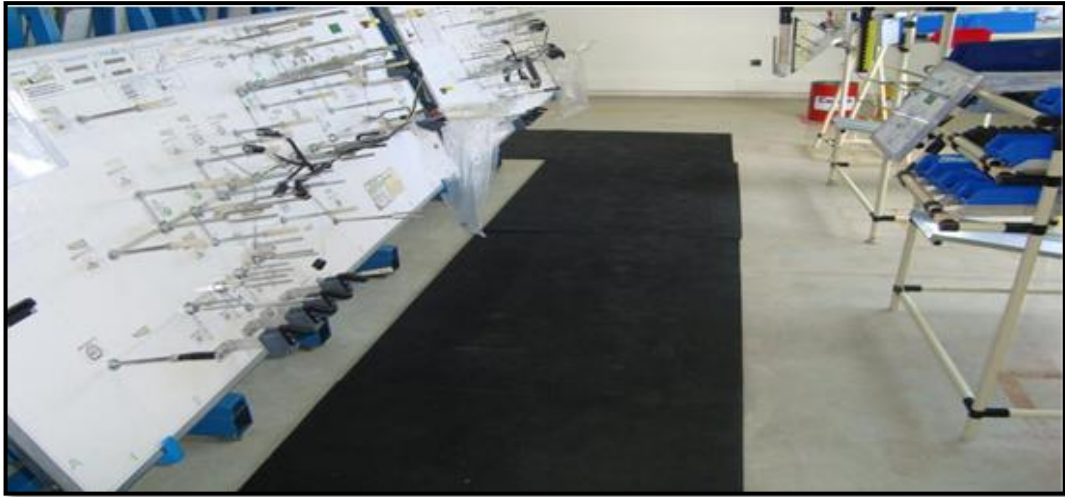


Figure 6: chaîne d'assemblage

Le nombre de postes dépend du câble, il est déterminé par l'Ingénierie Industrielle. Plus le câble est chargé plus le nombre de postes est grand. Ces postes peuvent être composés en deux types :

-On appelle les premiers postes : postes d'encliquetages où on réalise l'épissure, les isolations, l'encliquetage et la séparation des fils.

-Les derniers postes sont appelés postes de bandages où on effectue l'enrubannage et on met les brides. Les chaînes de montages sont entourées par des tableaux fixes ou une sorte de chariot, par des cellules appelées cellules des kits dont le rôle est de préparer des parties de câble déterminées par l'Ingénierie Industrielle qui seront par la suite rassemblées sur la chaîne et ceci afin de réduire les dimensions des tableaux ainsi pour que ces tableaux soient à la portée des opérateurs.

2 Terrain de travail :

2.1 Département Ingénierie :

Le département ingénierie industrielle, dans lequel je me suis affecté, est chargé de gérer les projets liés aux flux de fabrication, il se divise en plusieurs groupes chacun est responsable d'un projet différent. On distingue trois parties :

- Ingénierie de process : Responsable de la gestion et du suivi des équipements techniques.
- Ingénierie Industrielle :
 - Changement : chargé de l'étude de faisabilité de changement des options de produit.
 - Méthode : chargé de l'étude lors de la phase de pré-planning (démarrage de nouveau projet) et de l'amélioration continue lors de phase de production série.

- Chiffrage : transforme les temps définis par le client, en un temps d'assemblage de chaque câble, à partir d'un catalogue préalablement défini.

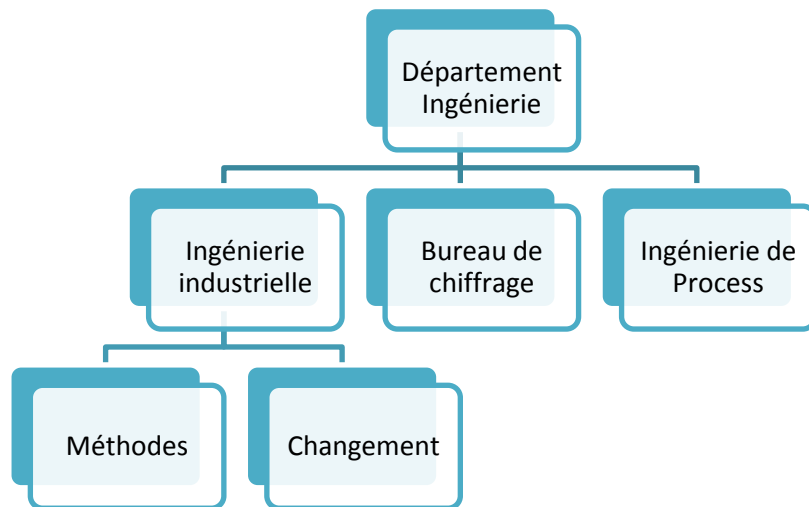


Figure 7: Organigramme du département Ingénierie

2.2 Département Production :

Le département Production est chargé de suivre la production et veille au bon déroulement de la production et le respect du temps et du milieu de travail par les opérateurs. Le département de production travaille au niveau des zones d'assemblages.

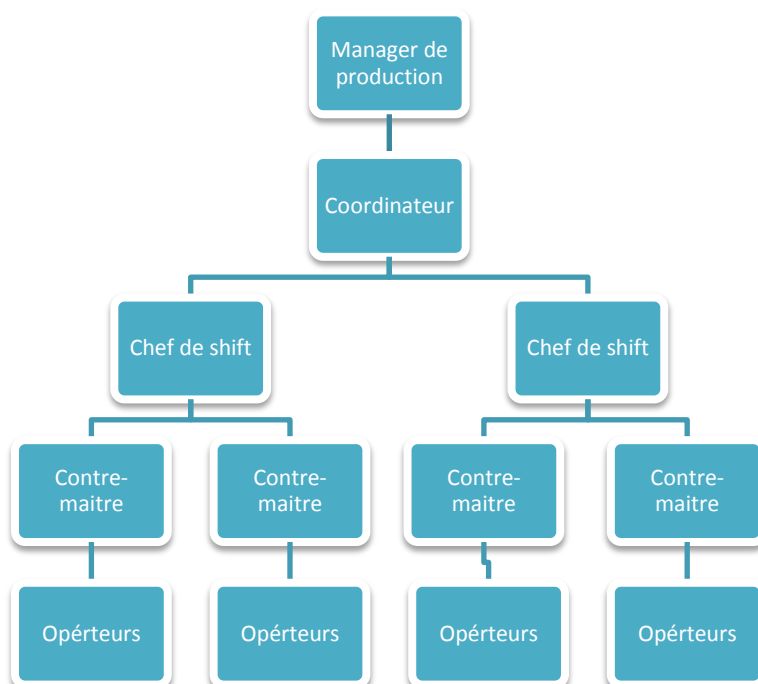


Figure 8: Organigramme du département Production

2.2.1 Documents utilisés dans la chaine de production :

Se sont des documents définis par l'ingénierie. Pour déterminer la tâche de l'opérateur et suivre les étapes exactes du déroulement du processus de production :

- **kitting order :**

Le kitting order est un document qui détermine les options qui rentrent dans la fabrication du kit (première partie fabriquée dans un câble , il rassemble les fils avec les terminaux) , il contient des spécification telles que : la date ,la quantité, numéro de série , l'option , noms de Kits intervenants...

- **Manifest :**

Manifeste ou bien (Ordre de Fabrication), est un document établi par le département logistique pour déterminer la quantité des câbles à produire ainsi la référence demandée, et précise aux opérateurs les spécifications concernant les éléments de câble ainsi que les codes : DPN, CPN , serial number..




Serial Number 606		Conveyor Line / Stationary Board B78_MAIN		PRODUCTION ORDER (Manifest)		Family B78_Main	
 *1552860200000606*				B78PPL0508 		Value Stream B78_MAIN	
1 24	2 3	3 4	5 30	6 39			
7 2	9 1	11 1					
Shipping Information 27-May-2014 Tuesday		Production Information 26-May-2014 Monday		15528602 			

Figure 9: Manifest

- **SOS :**

System opération Standard, contient les opérations à réaliser par ordre durant un Shift (8h). (Voir Annexe2)

- **Mode opératoire :**

C'est un document de description de poste qui contient les références et les Kits à réaliser. (Voir Annexe2)

● **Aide visuel :**

Document contenant des images pour aider l'opérateur à réaliser une nouvelle tâche ou faciliter la tâche pour un nouveau opérateur.
(Voir Annexe2)

3 Présentation du projet PSA (Peugeot Société Anonyme) :

Le projet PSA couvre environ 70% de l'usine actuelle, il comprend deux projets *BVH2* et *T8*. Le projet BVH2 intègre deux projet B78 et T9 , B78 qui se divisent en plusieurs familles :

			
❖ <u>Nom du projet</u>	B78	T9	X8
❖ <u>Familles</u>	All	Main; Body, Ss caisse	Main, Ss caisse
❖ <u>Clients</u>	PSA (Vigo @ Spain).	PSA (Sochaux & Mulhouse @ France)	PSA (Rennes @ France).
❖ <u>Voiture</u>	CITROEN C4 Picasso	PEUGEOT 308	CITROEN C5
❖ <u>Durée de vie</u>	until 2016	until 2016	Until 2016
❖ <u>SOP Client</u>	B785 04/03/2013 B787 01/07/2013	T91 17/06/2013 T92 16/09/2013	X8 16/06/2014
❖ <u>SOP Delphi</u>	B785 04/01/2013 B787 01/05/2013	T91 17/04/2013 T92 16/07/2013	X8 16/04/2014

Figure 10 : Le projet PSA au terme de l'année 2016

Pour bien cerner la problématique et trouver des solutions efficaces, une description du terrain de travail dans la zone d'assemblage bien détaillée est impérative. Donc, il s'agit de rassembler toutes les informations pour situer la problématique dans son contexte. Nous allons décrire dans cette première partie comment s'effectue le travail dans la chaîne d'assemblage :

Delphi prend en main plusieurs projets. Ces projets concernent la production d'un certains types de câbles dans différentes parties d'automobile qu'on appelle les familles. Ces familles sont généralement :

Principale : c'est la partie moteur d'automobile.

Habitacle : c'est la partie corps d'automobile.

Les portes : ce sont les portes d'automobile.

Le volet : c'est le coffre ou l'endroit pour ranger les bagages.

Le Toit : c'est la partie mobile ouvrant partiellement le pavillon d'une voiture.

Le IP : c'est la planche de bord.

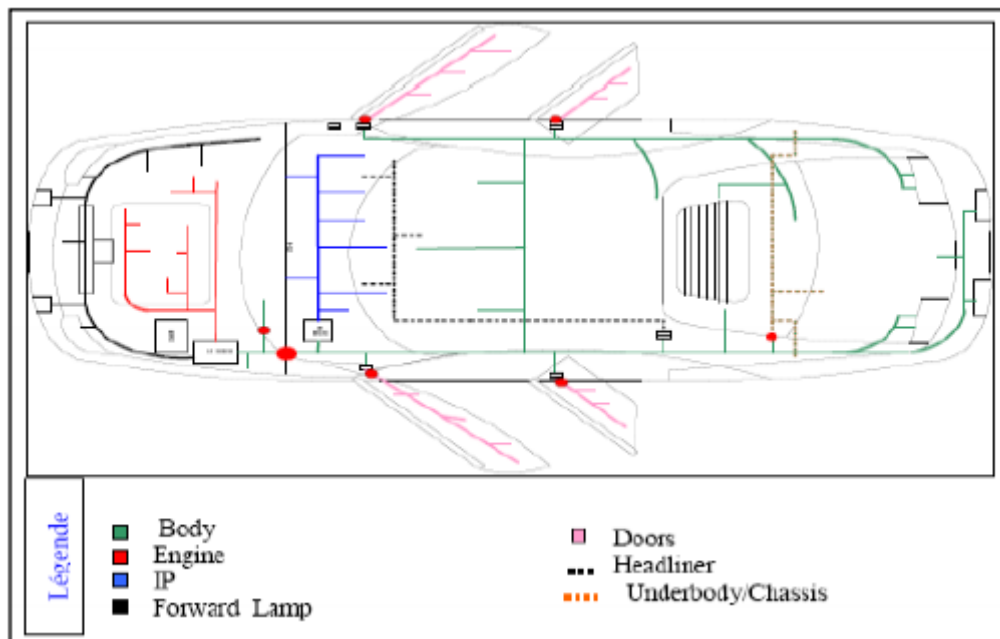


Figure 11: Circuit des câbles dans une voiture

Les petites familles ou Smalls : lave vitre, émetteur embrayage, sous-caisse...etc.

La fabrication d'un câble d'une famille précise d'un type d'automobile déterminé se fait soit sur la chaîne d'assemblage soit dans des postes fixes ou individuels.

Nous nous intéressons aux câbles qu'on fabrique sur la chaîne d'assemblage.

3.1 Chaîne de montage :

Dans une chaîne de production, on distingue entre **les cellules**, **les postes** et **la chaîne** :

Les cellules : appelées aussi **cellules des kits** dont le rôle des opérateurs est de préparer des parties de câbles qui seront par la suite rassemblés sur la chaîne de montage. En tête de la ligne des cellules, on trouve les cellules d'encliquetage où on réalise l'épissure, les isolations, l'encliquetage des fils. Et à la fin de la ligne, on trouve les cellules de bandages où on effectue l'enrubannage et on met les brides.

Les postes : ce sont les postes occupés par les opérateurs qui se trouvent devant les tableaux de montage.

La chaîne de montage : où s'effectue l'assemblage des câbles sur des tableaux fixés sur un support roulant avec un temps cycle bien défini.

3.1.1 Description du travail :

Pour chaque cellule ou un poste, l'opérateur travaille avec un mode opératoire précis qui lui décrit les étapes à suivre pour effectuer certaines tâches.

Pratiquement, les opérateurs travaillent à l'aide du kitting Order.

Sur la chaîne de montage, le premier opérateur commence à effectuer la première tâche d'assemblage du câble sur le tableau de montage roulant pendant une durée bien précise. Car le même tableau quitte son poste pour arriver au 2ème opérateur qui doit effectuer de son tour la deuxième tâche et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il arrive au dernier opérateur de la chaîne qui finalise l'assemblage du câble par la dernière tâche.

Dès qu'on libère le câble de la chaîne de production, on le transmet au banco électrique. Ensuite à la contention et finalement à l'emballage.

3.1.2 Produit fabriqué : Câbles d'automobile

Les câbles d'automobile ou les faisceaux électriques sont les premiers composants qui se fixent sur la carrosserie et dont le rôle est d'alimenter électriquement tous les composants et les options de la voiture.

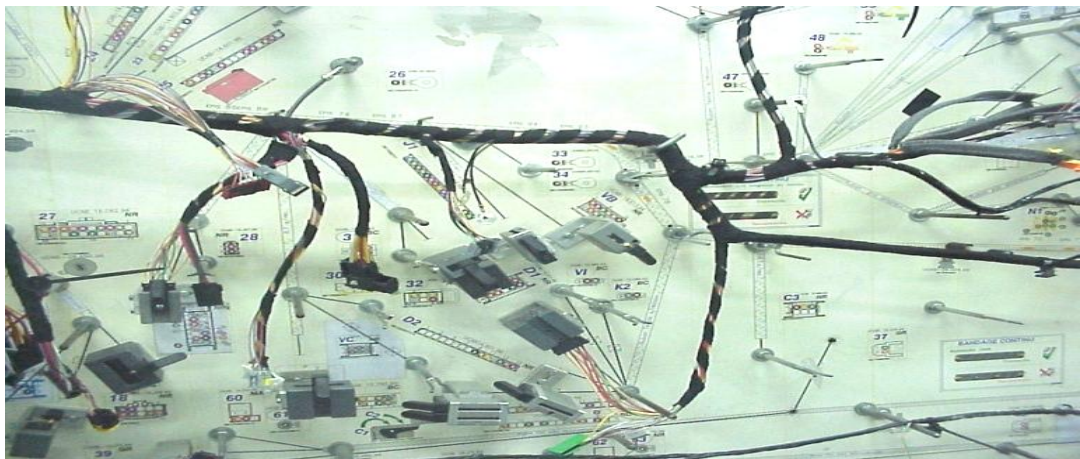


Figure 13: faisceau électrique en cours d'assemblage



Figure 12: Produit fini

4 Cahier de charges

4.1 Problématique

La société DELPHI DASM de Tanger connaît une perpétuelle évolution suite à la demande croissante du marché et la diversification des gammes imposées par ses clients, cela a nécessité l'augmentation de la production.

La cadence de travail dans la zone d'assemblage dépend essentiellement du niveau de formation des opérateurs de leur standard de travail sur le champ ainsi du nombre et de la diversité des câbles à produire pendant la journée.

Alors l'existence de plusieurs problèmes lors de la fabrication gêne le bon déroulement de la production et affecte par la suite les facteurs de qualité d'efficience et peut engendrer un retard par rapport aux dates de livraison ou des réclamations de non conformité de la part des clients.

Ces problèmes peuvent être dus aux plusieurs facteurs directs ou indirects liés aux pannes, arrêts imprévus de la chaîne de montage, absentéisme, non conformité de la matière première ...Ce qui met les responsables en action pour remédier à ces problèmes et réduire les longs délais de fabrication ,le nombre de câbles défectueux et le temps de réglage effectué lors de changement de références tout en respectant l'environnement du travail : milieu sain et sécurisé.

En particulier, la zone d'assemblage est mise sous pression de plusieurs facteurs :

- Elle doit répondre aux exigences calculées par le département d'ingénierie.
- Elle doit rester en harmonie avec la diversité des câbles à produire.
- Elle doit répondre aux quantités imposées par les responsables de logistiques (clients).
- Parfois, la zone doit traiter plusieurs références simultanément.

Ces facteurs engendrent plusieurs dysfonctionnements, tels que :

- La chaîne de montage est en désordre total.
- Plus de Câbles défectueux produits.
- Mauvaise exploitation du temps de réparation.
- Mauvaise gestion de production

C'est dans cette vision qu'une partie de l'amélioration de la productivité de la zone d'assemblage s'inscrit mon projet de fin d'étude qui a pour thème : Mise en place d'un système de commande et de control de la chaîne de production, pour but de contrôler le processus de la fabrication et suivre son avancement sur la chaîne d'assemblage : Chaîne 24 B78 IP .

4.2 Contexte pédagogique

Ce projet est réalisé dans le cadre des projets de fin d'études pour obtenir le diplôme d'ingénieur d'état à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès.

Acteurs du projet

Maitre d'œuvre : élève ingénieur la FSTF

Cordonnées : Faculté des Sciences et Techniques de Fès

Route d'Imouzzer Fès

Tél : 0535608014

Site : www.usmba.ac.ma

Maitre d'ouvrage : Société DELPHI DASM –Tanger.

Le projet a été proposé par **M. Ben Haddi Tarik** « Car leader » de projet « PSA » au sein du département d'ingénierie Industrielle.

Cordonnées :

DELPHI DASM

Route de RABAT .Tanger

Tél : 0539329800

Tuteurs pédagogiques : Monsieur **Taj-edine LAMCHARFI** enseignant à la FST

4.3 Description du projet :

Le système de commande et de contrôle de la chaîne d'assemblage est un système qui intègre des différentes technologies pour faciliter la mise en marche de la chaîne de production selon les temps cycles définis par l'ingénierie ainsi que le contrôle de la production et la gestion des arrêts . Pour cela nous devons atteindre les objectifs suivants :

- Minimiser le temps de réglage de vitesse de la chaîne à chaque changement de référence.
- Mise en marche de la chaîne d'assemblage avec le temps cycle bien précis pour chaque référence de câble via une interface homme machine.
- Gérer les types d'arrêts de la chaîne et calculer le temps d'arrêt.
- Avertir les responsables de maintenance en cas de panne.
- Contrôler le flux de production par affichage du nombre des câbles produits ainsi la référence appropriée.
- Enregistrer les données et connecter l'application via un réseau LAN

Sur le plan technique le projet sera basé principalement sur une interface informatique programmée en Visual Basic pour application, et une carte électronique à base d'un microcontrôleur programmé en langage C le plus répandu dans les domaines de pilotage des systèmes électroniques et informatiques. Ce microcontrôleur va gérer les données reçues par l'interface et les envoyer au moteur de la chaîne pour la mise en marche ou arrêt, ainsi que la variation de sa vitesse en cas de besoin. A l'aide d'une base de données sous Excel on peut stocker tous les enregistrements des câbles produits avec l'heure et la date précises pour faciliter le contrôle aux responsables de production. Toutes ces techniques vont être exécutées selon les étapes globales suivantes :

- Faire une analyse fonctionnelle (Bête à corne, Pieuvre, SADT)
- Etablir un programme en VBA
- Etablir un programme en C
- Concevoir le schéma électronique sur un logiciel de simulation.
- Tester le programme
- Réaliser un prototype

4.4 Démarche du projet :

Elaboration des questions ' DMAIC '

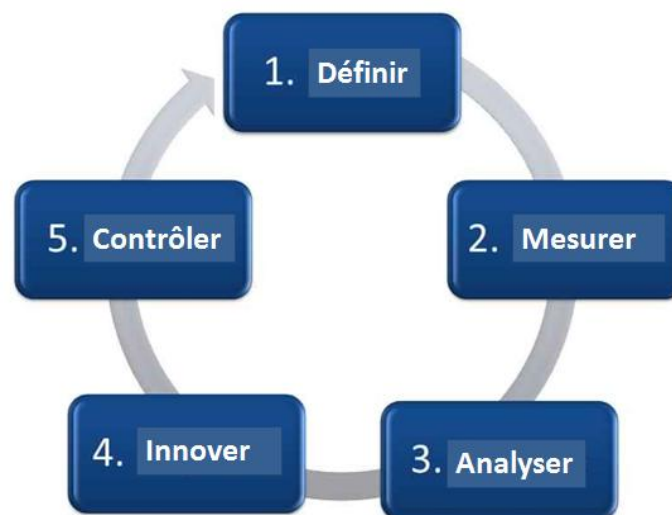


Figure 14:Démarche DMAIC

🚦 Définir:

- Quel est l'objectif du projet?
- Quel est le champ d'application (matériel et processus)?



-Quels sont les principales exigences?

Mesurer

-Quels sont les moyens et les mesures dont on dispose?

-Quelles sont les références?

-Quelles sont les mesures à recueillir et comment faire?

Analyser

-Quels sont les processus et les matériaux les plus critiques ?

-Quelles sont les causes racines et les impacts?

-Qui sont les responsables?

Innover

- Quels sont les meilleures solutions qu'on peut mener?

-Quel est l'impact de ces changements?

Contrôler

-Qui sont les responsables qui vont assurer le maintien?

- Comment ça va fonctionner après?

-Comment on va assurer le suivi de tous les processus sur les différents niveaux?

4.5 Contraintes à respecter

Le nouveau système à implémenter doit être fiable, maintenable et efficient, et l'investissement demandé doit être réduit au maximum possible et la solution proposée doit avoir des résultats faciles à interpréter pour un contrôle et une gestion efficace de la production.

5 Planning du stage

La planification est une étape indispensable pour réussir un projet. Afin d'affecter une durée à chaque tâche et de respecter le délai prédéterminé à la livraison du travail final, j'ai réalisé une planification du projet :

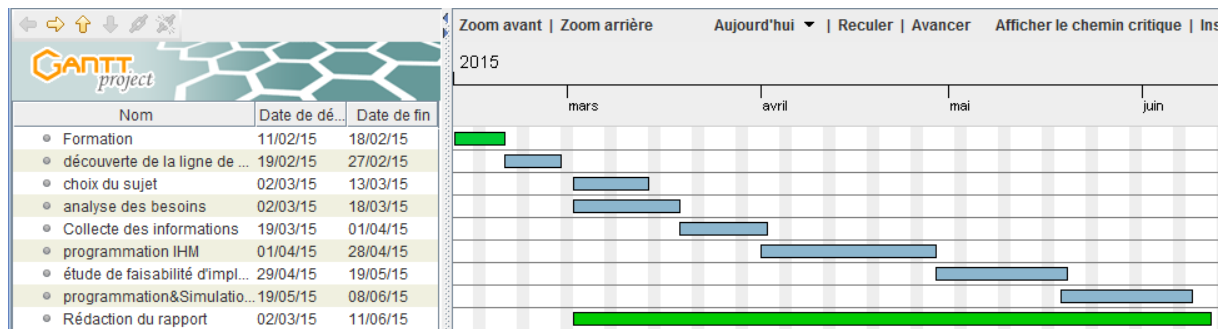


Figure 15:Planning du projet

Chapitre 3 : Etude détaillée du projet

Ce chapitre est consacré pour la conception du système étudié sur les deux parties : informatique et électronique, pour se faire, nous allons suivre la démarche DMAIC afin d'organiser le travail.

1 DMAIC 1ère Etape : Définir

Introduction

Bien avant de se lancer dans cette première étape « DEFINIR » de la méthodologie DMAIC, il serait fort utile de situer le projet dans son contexte global tout en s'intéressant en particulier sur la faisabilité et la fiabilité d'intégrer un tel changement dans le système de production.

1.1 Expression du besoin

Pour définir les besoins que le système va accomplir, nous procéderons par une définition des 5M ainsi une analyse fonctionnelle.

1.1.1 Définition des 5M

La Définition des 5M est basée sur un travail d'équipe (maintenance, production et ingénierie), les 5M dans notre cas sont défini comme suit :

Milieu :

Le milieu correspond à l'environnement de travail dans la zone d'assemblage.

Matériel :

Le matériel représente le moyen de production et précisément la chaîne mobile qui existent dans la zone d'assemblage. Ordinateur, scanner, moteur, variateur de vitesse, réducteur...

Méthode :

C'est la façon de faire, les modes opératoires, les instructions, les programmes, les procédés, écrits ou non. En résumé ce sont les procédures ou les modes opératoires utilisés.

Main d'œuvre :

C'est le personnel, les membres, la hiérarchie... toute personne qui contribue à la marche de l'entreprise : Responsable de production, Le contre maître de la chaîne, Les techniciens de la maintenance, Les opérateurs.

Matière : C'est tout ce qui est consommable, la matière première dans notre cas, les fils, les terminaux, le PVC, les tubes, les connecteurs...

1.1.2 Analyse fonctionnelle

1.1.2.1 Diagramme Bête à cornes

Le diagramme « bête à cornes » permet de représenter graphiquement l'expression du besoin, ainsi il permet la recherche et la caractérisation du besoin et l'identification de la fonction globale

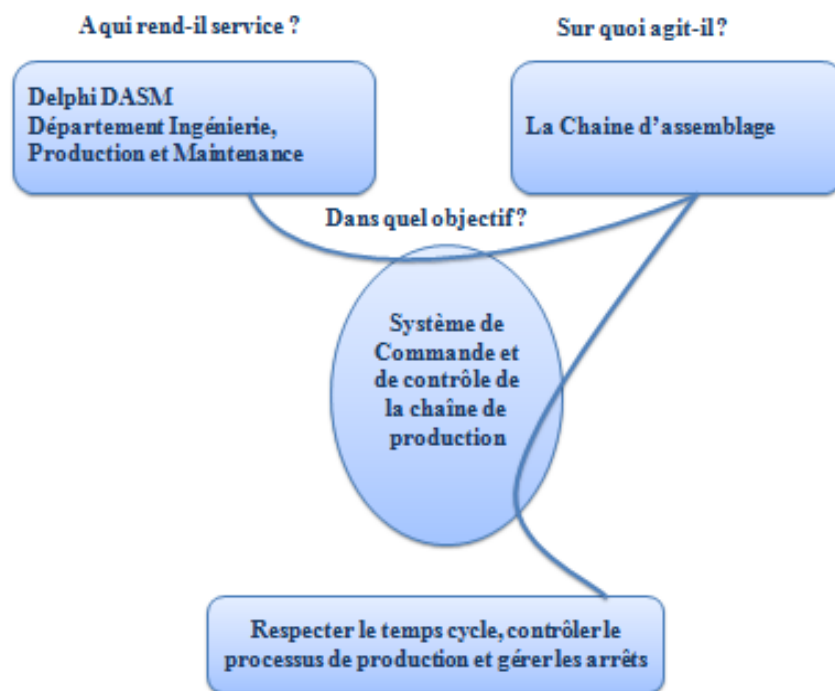


Figure 16:Diagramme Bête à cornes

1.1.2.2 Diagramme Pieuvre :

Le diagramme pieuvre nous permet de répertorier toutes les fonctions de notre produit. En effet, lors de la conception, les techniciens chercheront pour chaque fonction à satisfaire, la meilleure solution. Et c'est l'ensemble des solutions qui donnera le produit final.

On distingue deux types de fonction :

Fp = Fonction principale : lien entre le produit et 2 objets environnants.

Fc = Fonction de contrainte : lien entre le produit et 1 objet environnant.

La recherche de l'environnement du produit : l'identification et la caractérisation des interacteurs du système (les entités en relation avec le système pendant son cycle de vie).

Le système est pris comme une entité évoluant dans son environnement. La description de l'environnement (direct) commence par la liste des milieux extérieurs :

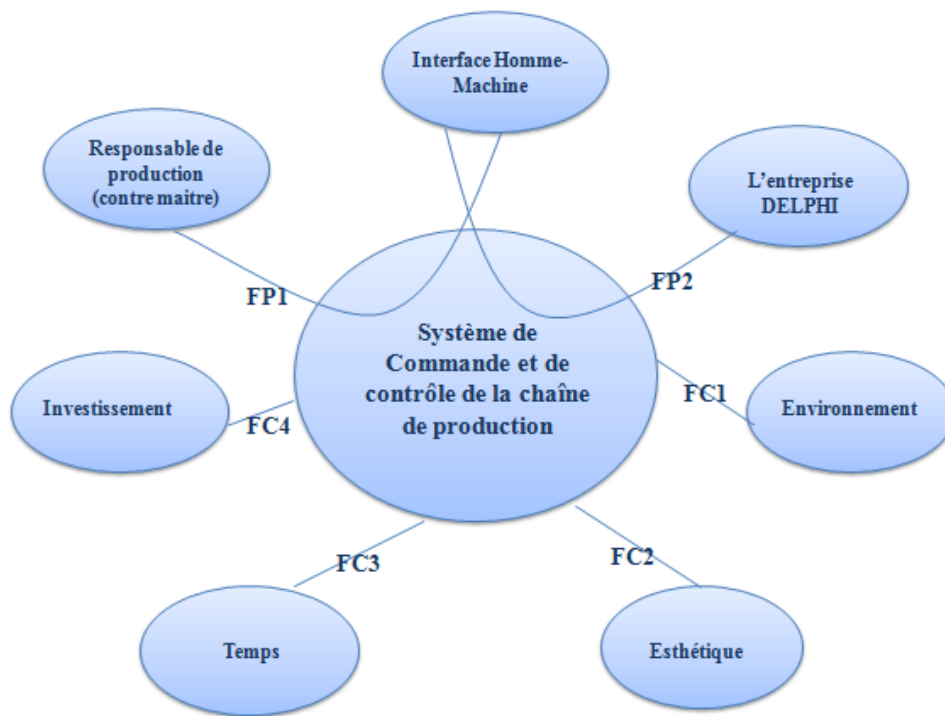


Figure 17: Diagramme Pieuvre

Fonctions principales:

FP1 : Apprendre utiliser le l'interface de commande

FP2 : implémenter un changement dans le processus de production de la société DELPHI

Fonctions de contraintes:

FC1 : Possibilité d'intégrer le système dans l'environnement du travail.

FC2 : Réduire l'espace de mise en place du système

FC3 : Respecter le temps de production

FC4 : Minimiser le coût d'investissement

1.1.2.3 Diagramme SADT (Structured Analysis and Design Technique)

SADT (en anglais *Structured Analysis and Design Technique*), connue aussi sous le label IDEFO (en anglais *Integration Definition for Function Modeling*), est une méthode d'origine américaine, développée pour *Softech* par Doug Ross en 1977 puis introduite en Europe à partir de 1982 par Michel Galiner. Elle se répandit vers la fin des années 1980 comme l'un des standards de description graphique d'un système complexe par analyse fonctionnelle descendante¹, c'est-à-dire que l'analyse chemine du général (dit « niveau A-

0») vers le particulier et le détaillé (dits « niveaux A_{ijk} »). SADT est une démarche systémique de modélisation d'un système complexe ou d'un processus opératoire.

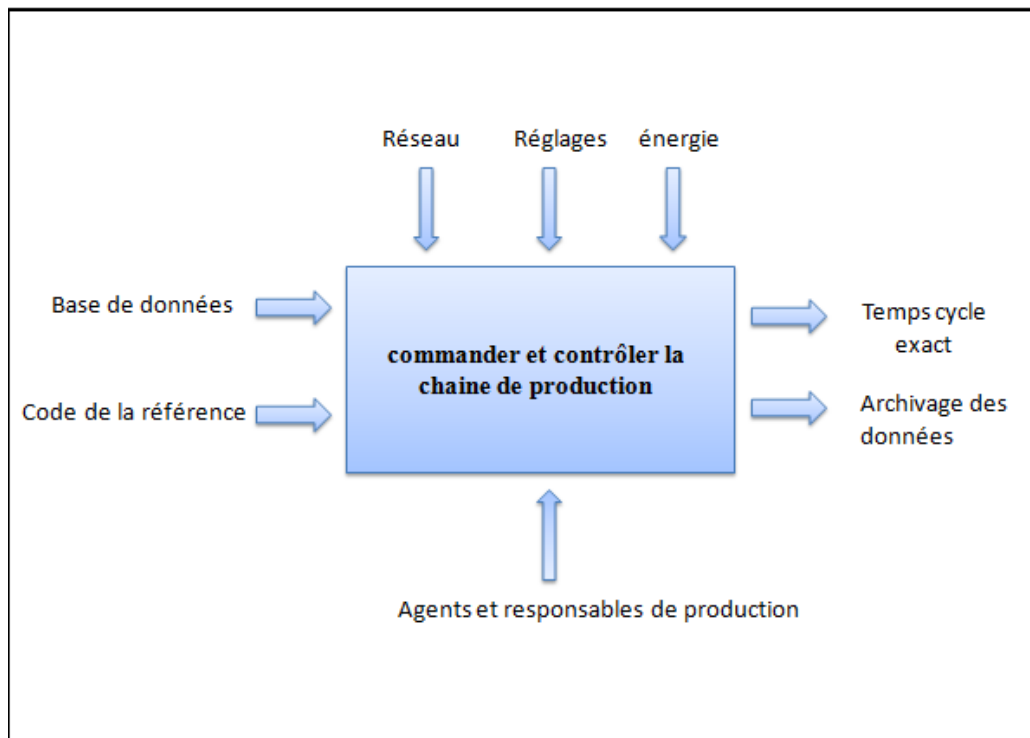


Figure 18: Diagramme SADT

1.2 Etude de l'existant :

1.2.1 Descriptif :

La chaîne d'assemblage dispose tout simplement d'un moteur asynchrone qui fait tourner la chaîne des tableaux et un variateur de vitesse lié à un potentiomètre.

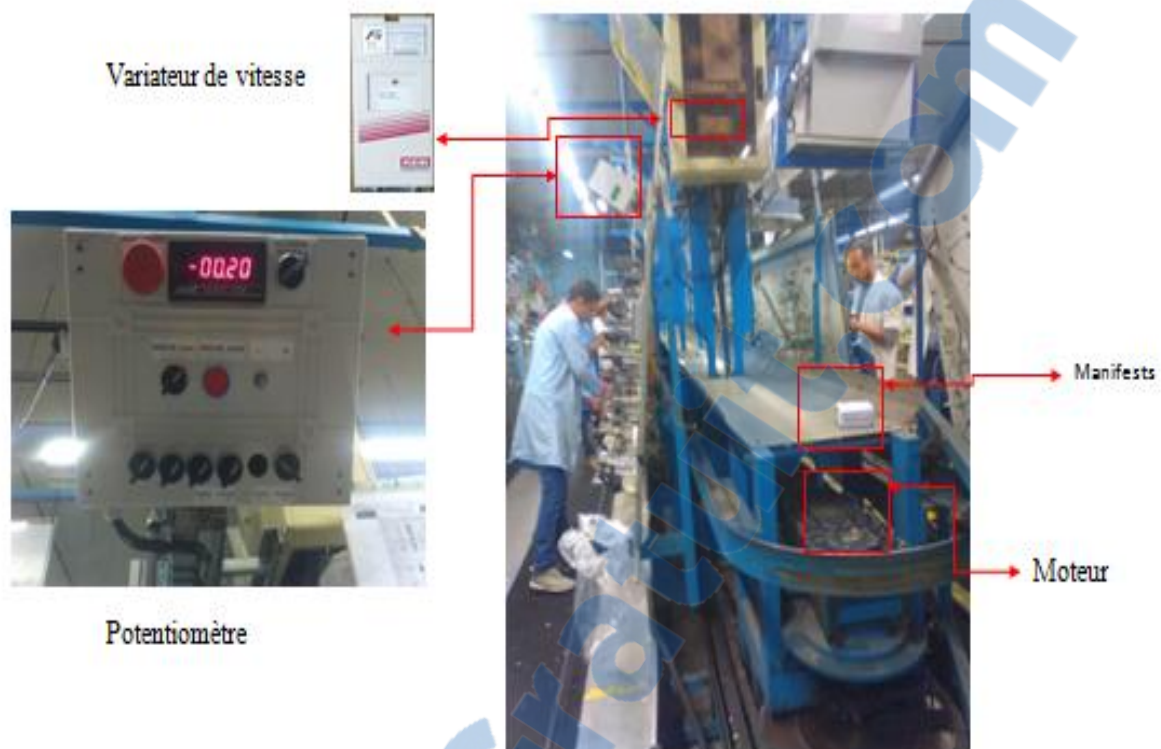


Figure 19: Matériel pour l'assemblage

1.2.2 Scénario :

Le département de logistique prépare les types de câble à produire selon la demande du client, il présente les Manifests aux responsables de production à chaque début du shift. Le contre maitre (responsable de la chaine) dispose d'un time liste (une liste contenant les temps cycle de chaque référence ainsi que les exigences demandées à produire.(Voir Annexe3). Il démarre la chaine pour faire un test : il point sur un point du tableau et avec un chronomètre il compte le temps de déplacement d'un tableau , il le compare avec le temps cycle demandé , si il est le même il commence la production , si non il modifie la vitesse approximativement via le potentiomètre au fur et à mesure qu'il atteint le temps cycle exigé. Et à chaque entrée d'une nouvelle référence, il refait le même scénario jusqu'à ce qu'il atteigne le temps cycle exact.

➤ Au cas de panne ou de pause :

Le contre maitre appui sur le bouton d'arrêt et avec son chronomètre, il compte le temps d'arrêt du soi aux pannes ou aux pauses.

A la fin de chaque heure de travail, il note tous ces résultats sur un tableau destiné pour chaque chaine (nombre de câble produits , temps d'arrêt, justification d'arrêt).alors les responsables peuvent à chaque fois consulter ce tableau pour contrôler les résultats de la production .

Le processus existant peut être résumé dans le schéma suivant :

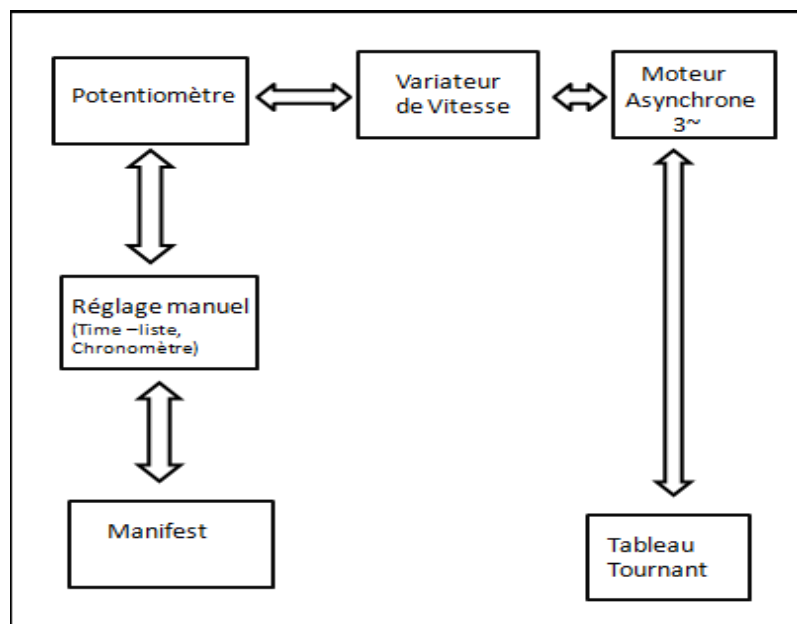


Figure 20: Système existant

2 DMAIC 2ème Etape : Mesurer

Introduction :

La première étape « DEFINIR » nous a permis de déterminer le cadre général du projet.

L'étape actuelle est la deuxième de la démarche DMAIC, son importance réside dans les mesures et les estimations données qui constituent l'étape primaire pour étudier et discuter la faisabilité d'implémenter notre système. L'ensemble des données obtenues lors de la recherche et la collecte des informations des autres départements vont nous servir comme une base à analyser dans l'étape à venir.

Ces mesures incluent principalement l'architecture de la chaîne d'assemblage sur laquelle l'étude sera appliquée, le nombre des tableaux roulants, nature de la chaîne, le moteur, le variateur de vitesse, matériel existant dans la chaîne (PC , Scanners, Câbles d'alimentation, réseau câblé...)

2.1 Description du flux de production du projet B78:la famille IP (Chaîne 24) :

2.1.1 Composition de la chaîne :

- 10 tableaux fixés sur un support (Chacun de ces tableaux dispose d'un seul câble d'une référence donnée)
- 8 cellules

- 3 postes US (Ultra Sonic)
- CE (Control Electrique ou ROB (Ring Out Board))
- CC (Control de Contention)
- EMB (Emballage)

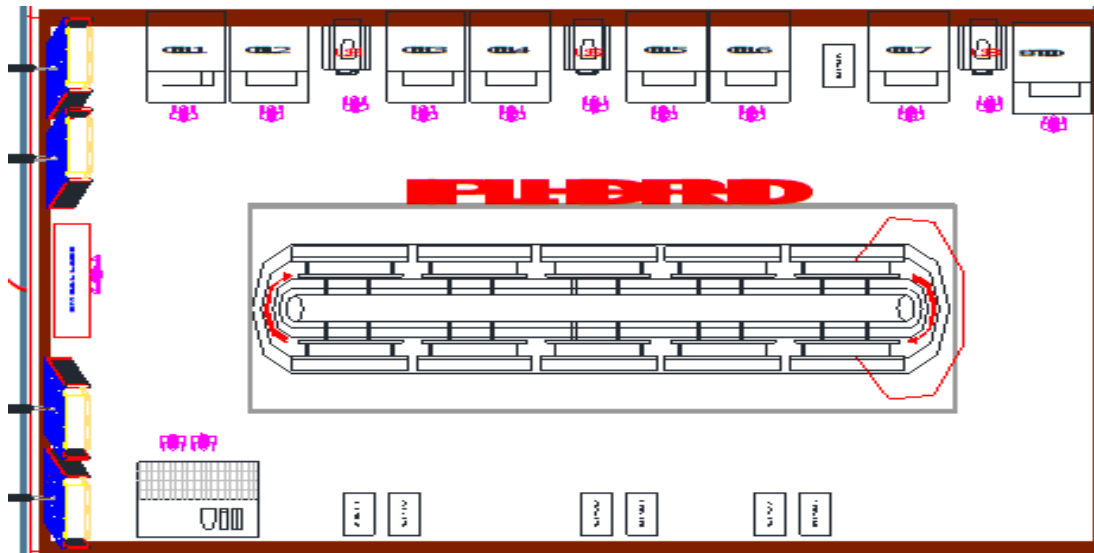


Figure 21:Lay Out de la chaîne 24

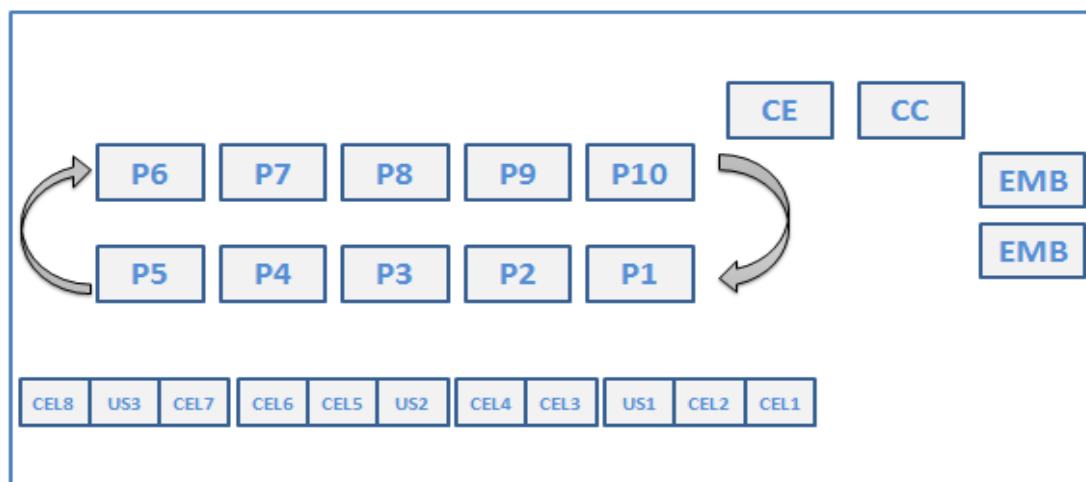


Figure 22:Composition de la chaîne 24

Cette chaîne contient 16 postes, chacun d'eux est assuré par un opérateur dont chacun se charge d'une tâche bien précise. Lorsqu'un tableau arrive devant un opérateur, celui-ci exécute la fonction qui lui est assignée selon un mode opératoire prédéfini.



2.1.2 Processus d'assemblage :

Sur la chaîne de montage, le premier opérateur commence à effectuer la première tâche d'assemblage du câble sur le tableau de montage roulant pendant une durée bien précise, car le même tableau quitte son poste pour arriver au 2ème opérateur qui doit effectuer de son tour la deuxième tâche et ainsi de suite jusqu'à ce qu'il arrive au dernier opérateur de la chaîne qui finalise l'assemblage du câble par la dernière tâche.

Une fois la chaîne roule, tous les tableaux tournent simultanément à la même vitesse. Et c'est la référence du câble qui détermine la vitesse à laquelle le contre maître doit régler la boîte à vitesse de la chaîne. Cette vitesse peut être exprimée en termes de temps cycle, c'est-à-dire, le temps que doit prendre le ou les opérateurs d'un poste pour achever une tâche bien définie.

le cas de la chaîne 24 IP, les opérateurs travaillent sur deux modes de câbles à volant différent :

LHD : Left Hand Driver

RHD : Right Hand Driver

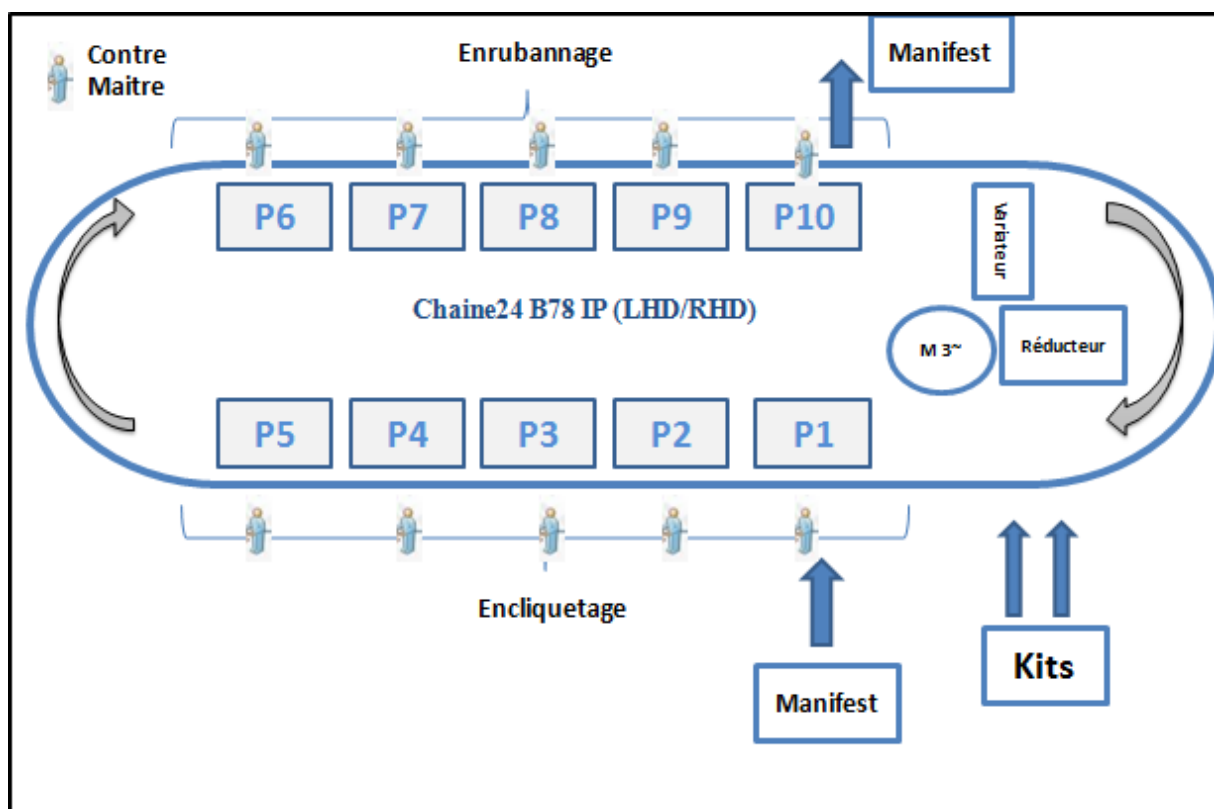


Figure 23: Processus d'assemblage



Figure 24:Types de chaines utilisées pour l'assemblage

3 DMAIC 3ème Etape : Analyser

Introduction

Dans le but de converger vers les solutions pratiques, il est primordial d'analyser tout le processus existant notamment les appareils mises en place pour décider entre les parties du système qui vont subir le changement et les parties qui vont être réexportées dans le projet. Les données collectées lors de l'étape précédente constituent systématiquement une base qu'il faut exploiter afin d'en tirer le maximum d'information et de constituer une autre base sur laquelle on va s'appuyer pour continuer notre démarche. Pour y arriver il est nécessaire de faire une étude de compatibilité entre matériel et logiciel d'un côté, et entre outils logiciels et ressources allouées à l'entreprise d'autre côté.

3.1 Analyse préliminaire

Cette partie d'analyse préliminaire a pour objectif de choisir le logiciel de programmation de l'IHM, ce dernier doit être compatible avec les logiciels de développement utilisés par les responsables de production. La première information qui semblait importante dans le cadre de cette analyse est de savoir comment remplacer le système existant par un autre système plus efficient, fiable et maintenable sans endommager ou perturber le déroulement du processus d'assemblage dans tous ses cotés (temps cycle, production au niveau des postes et des cellules, déplacement de l'opérateur et du contremaître, encombrement de l'espace par le nouveau matériel ...)

3.1.1 Choix du logiciel et du langage de programmation :

Les ressources en logiciels allouées à la société ne conviennent pas avec mon projet alors le choix du MS Excel vu que tous les responsables traitent les données en Excel et vu sa disponibilité.

Concernant le langage VBA.NET (framework0.4) c'est celui qui est compatible avec Excel extrait de VISUAL BASIC , en outre , je me base sur des données sous forme de tableau que MS Office me permet de les relier avec une interface graphique.

Avantages du logiciel choisi :

- Le logiciel Excel est un outil modifiable et évolutif qui permet d'afficher clairement les données sous forme de tableaux et de graphiques.
- Les modèles de calcul sont rapides à développer et à modifier
- Compatibilité (plus ou moins bonne) avec toutes les applications Windows : Access, Word, Excel, PowerPoint, Outlook... permet d'échanger entre applications.

3.1.2 Présentation du logiciel de développement : Microsoft Office Excel (MS Excel)

Microsoft Excel est un logiciel tableur de la suite bureautique Microsoft Office, développée et distribuée par l'éditeur Microsoft. La version la plus récente est Excel 2013.

Il est destiné à fonctionner sur les plates-formes Microsoft Windows ou Mac OS X. Le logiciel Excel intègre des fonctions de calcul numérique, de représentation graphique, d'analyse de données (notamment de tableau croisé dynamique) et de programmation, laquelle utilise les *macros* écrites dans le langage VBA (**Visual Basic for Applications**) qui est commun aux autres logiciels de Microsoft Office. Depuis sa création au début des années 1980 mais surtout à partir de sa version 5 (en 1993), Excel a connu un grand succès tant auprès du public que des entreprises prenant une position très majoritaire face aux logiciels concurrents, tel Lotus 1-2-3. La version actuelle du logiciel est *Excel 2013* sous Windows et *Excel 2011* sous Mac OS X ; dans ces deux environnements, Excel utilise des fichiers portant l'extension xls ouxlsx (à partir de la version 2007). Chaque fichier correspond à un *classeur* lequel contient des *feuilles de calculs* organisées. Chaque feuille correspond à un tableau de lignes et de colonnes pouvant contenir des valeurs (numériques ou non) ainsi que des formules permettant les calculs. Suivant les versions, les classeurs peuvent aussi inclure les éléments de programmation que sont les macros.

3.1.2.1 Langage de programmation: Visual Basic For Application (VBA)

Visual Basic for Applications (VBA) est une implémentation de Microsoft Visual Basic qui est intégrée dans toutes les applications de Microsoft Office. Il remplace et étend les capacités des langages macro spécifiques aux plus anciennes applications comme le langage WordBasic intégré à une ancienne version du logiciel Word, et peut être utilisé pour contrôler la quasi-totalité de l'IHM des applications hôtes, ce qui inclut la possibilité de

manipuler les fonctionnalités de l'interface utilisateur comme les menus, les barres d'outils et le fait de pouvoir personnaliser les boîtes de dialogue et les formulaires utilisateurs. Comme son nom l'indique, VBA est très lié à Visual Basic (les syntaxes et concepts des deux langages se ressemblent), mais ne peut normalement qu'exécuter du code dans une application hôte Microsoft Office (et non pas d'une application autonome, il requiert donc une licence de la suite bureautique Microsoft). Il peut cependant être utilisé pour contrôler une application à partir d'une autre (par exemple, créer automatiquement un document Word à partir de données Excel). Le code ainsi exécuté est stocké dans des instances de documents, on l'appelle également macros.

VBA est fonctionnellement riche et extrêmement flexible, mais il possède d'importantes limitations, comme son support limité des fonctions de rappel (callbacks), ainsi qu'une gestion des erreurs archaïque. Même si ces limitations rendent ce langage très peu utilisé par les développeurs informaticiens soucieux d'utiliser des outils avant tout performants, sa simplicité et sa facilité d'accès ont séduit certaines professions, notamment dans la finance.

3.1.3 Choix des éléments de la Partie Commande

3.1.3.1 Choix du langage de programmation et de l'unité de traitement des données :

Pour choisir l'unité de traitement des informations issues de l'interface Homme Machine, il faut de préférence chercher un outil compatible avec l'IHM, programmable de manière à répondre aux exigences du cahier de charge.

3.1.3.1.1 Choix de l'unité de commande

L'unité de commande doit lire les informations provenant de l'IHM, et commander le variateur de vitesse afin de bien gérer le fonctionnement du moteur. Nous avons proposé trois architectures pour cette tâche:

- Une unité de commande à base d'un Microcontrôleur (μC)
- Une unité de commande à base d'un Automate Programmable Industriel (API)
- Une unité de commande à base d'un Microprocesseur (μP)

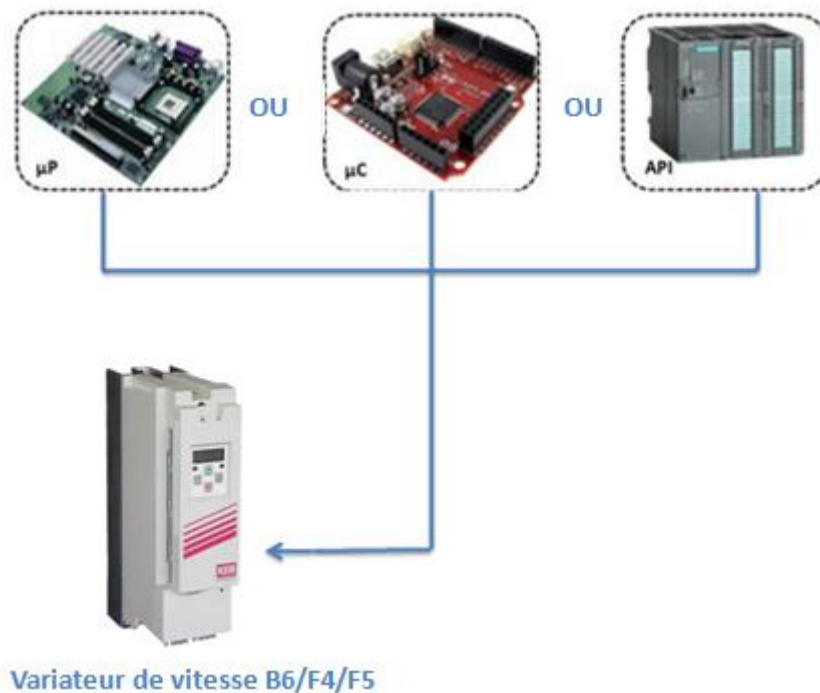


Figure 25: Architectures de commande de la machine



Arduino est un circuit imprimé en matériel libre sur lequel se trouve un microcontrôleur qui peut être programmé pour analyser et produire des signaux électriques, de manière à effectuer des tâches très diverses comme la domotique (le contrôle des appareils domestiques ,éclairage, chauffage, le pilotage d'un robot, etc).

En tenant compte des avantages et des limites de chaque unité de traitement, nous avons choisi comme architecture de commande, une carte Arduino à base du microcontrôleur ATMEGA, pour les raisons suivantes :

- La carte présente une panoplie d'avantages à un prix bas
- Le logiciel de programmation de la carte est multiplateforme et open source
- Le langage de programmation est (proche du langage C)
- La carte peut communiquer avec son environnement extérieur via divers protocoles de communication (UART2, TWI3, SPI4)
- Elle peut être aussi interfacée avec divers modules (WIFI, stockage externe GPRS, LCD, clavier...)

Généralités sur la carte Arduino

Le système Arduino est une plateforme open-source d'électronique programmée qui est basée sur une simple carte à microcontrôleur (de la famille AVR), et un logiciel de programmation, véritable environnement de développement intégré, pour écrire, compiler et transférer le programme vers la carte.

Elle est utilisée pour développer des objets interactifs, pouvant recevoir des entrées d'une grande variété d'interrupteurs ou de capteurs, et pouvant contrôler une grande variété de voyants, moteurs ou toutes autres sorties matérielles. Elle a aussi la possibilité de communiquer avec divers logiciel sur PC tels que Flash, Processing et MaxMSP, ou avec d'autres unités de traitement tel que des APIs ou des μ Ps.

3.1.4 Composition de la carte Arduino

La carte Arduino dispose d'un ensemble de composants à savoir :
Le Microcontrôleur : il s'agit du cerveau de la carte, il permet d'organiser d'une part les différentes relations entre la zone mémoire et les broches d'E/S et d'autre part de gérer les instructions du programme.

L'alimentation : Il assure la distribution d'énergie aux différents composants de la carte, elle peut être alimentée en 5V par le port USB ou bien par une alimentation externe qui est comprise entre 7V et 12V.

Les entrées/sorties(E/S) numériques : elles permettent de recevoir les informations en signal numérique.

Les entrées/sorties analogiques : elles permettent de recevoir les informations en signal analogique.

3.1.4.1 Choix de la référence de la carte Arduino :

Le choix d'une référence de la carte, dépend de la taille mémoire utilisée pour stocker le programme, ainsi que, le nombre et le type des entrées-sorties. Nous tenons compte, aussi de l'automatisation totale de la machine. Dans notre cas, les caractéristiques exigées par la partie commande sont :

Une capacité mémoire estimée à 64KO Un nombre de 17 E/S connectées à la carte:

Les entrées : une entrée pour la liaison série

Les sorties : une sortie analogique liée au variateur, des sorties pour l'affichage LCD

Selon ces critères, nous avons choisi une carte Arduino de référence **MEGA2560** à base du microcontrôleur **ATmega2560**, de caractéristiques :

Tableau 3: Caractéristiques principales de l'Arduino MEGA2560

Tension d'alimentation limite	6-20V
Broches E/S numériques(TOR)	54 (dont 14 disposent d'une sortie PWM ⁵)
Broches d'entrées analogiques	16 (utilisables pour E/S numériques)
Intensité maxi disponible par broche E/S	40mA (200mA cumulé pour tous les E/S)
Tension maxi disponible pour la sortie	5V
Mémoire Programme Flash	256KB
Fréquence d'horloge	16 MHZ

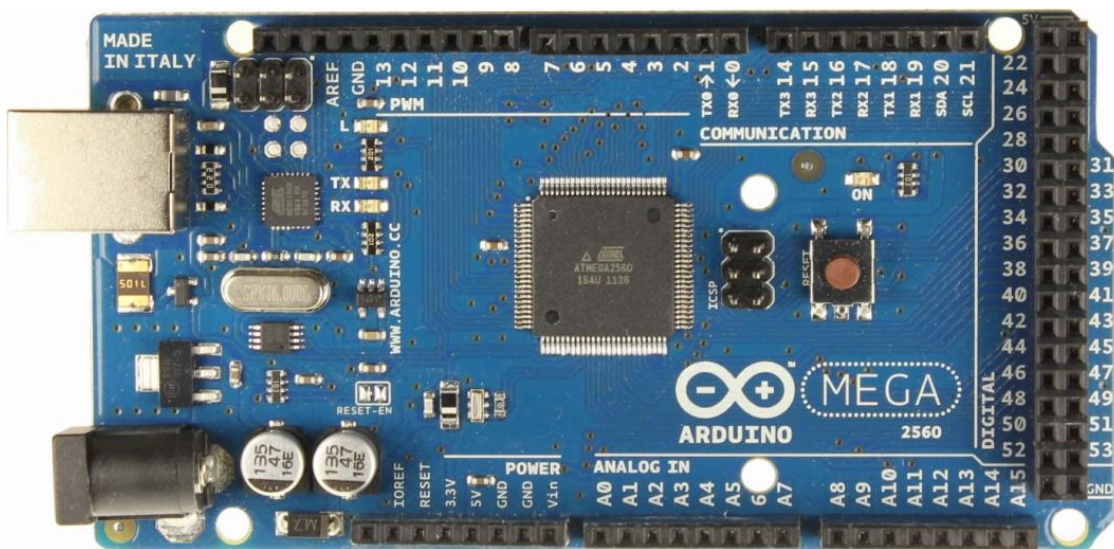


Figure 26: Carte Arduino MEGA2560

Cette carte nous offre ainsi une grande réserve d'E/S, à utiliser pour une future extension de la commande.

3.1.5 Alimentation de la carte Arduino

La carte Arduino Mega2560 peut être alimentée soit par la connexion USB (qui fournit 5V jusqu'à 500mA) ou à l'aide d'une alimentation externe. La source d'alimentation est sélectionnée automatiquement par la carte. L'alimentation externe (non-USB) peut être un adaptateur secteur (pouvant fournir typiquement de 3V à 12VDC)

Programmation de la carte Arduino :

La programmation de la carte Arduino nécessite l'utilisation des matériels suivants :

- Un ordinateur
- Logiciel Arduino
- Un câble de transferts de données : câble RS232



Figure 27: Architecture de la liaison du circuit

3.1.6 Logiciel de programmation de la carte :

L'environnement de programmation Arduino (IDE en anglais) est une application écrite en Java, elle permet d'écrire, de modifier un programme et de le convertir en une série d'instructions compréhensibles par la carte. Cet espace de développement intégré comporte:

- Une barre de menu comme pour toute interface graphique
- Une barre de bouton qui donne un accès direct aux fonctions essentielles du logiciel
- Un éditeur pour écrire le programme, avec onglets de navigation
- Une zone de message qui affiche l'état des actions en cours
- Une console texte qui affiche les messages concernant le résultat de la compilation du programme

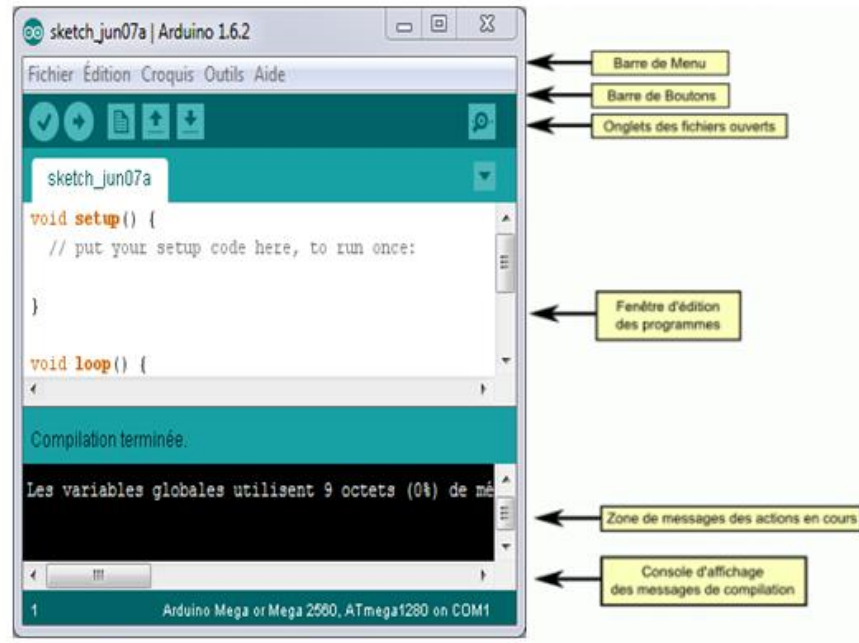


Figure 28: Interface de programmation de la carte Arduino

3.1.6.1 Conception du programme

Un programme Arduino est une suite d'instructions élémentaires sous forme textuelle. La carte lit puis effectue les instructions les unes après les autres, dans l'ordre défini par les lignes de code.

Structure globale du programme :

- Un programme Arduino comprend en général :
- Un entête déclaratif
- Une partie « configuration » qui ne sera exécutée qu'une seule fois (fonction `setup ()`)
- Une partie constituée d'une boucle sans fin que le programme répètera à l'infini (fonction `loop ()`) : c'est le cœur du programme

Déroulement du programme :

Le programme se déroule de la façon suivante :

Après avoir pris en compte les instructions de la partie déclarative, Puis après avoir exécuté la partie configuration (fonction `setup ()`), le programme bouclera sans fin (fonction `loop ()`), exécutant de façon répétée le code compris dans cette boucle..

3.2 Type de la liaison qui relie l'interface de commande au circuit électronique :

3.3 Acquisition des données sur le port série RS232 :

Pour envoyer les commandes et les données au microcontrôleur, on doit se servir d'une liaison plus fiable et assurant le transfert de données issues de l'interface de commande vers le microcontrôleur.

3.3.1 Choix de la liaison

La liaison série RS232 est la plus adaptée à notre circuit et pour la machine

De ce fait, il est primordiale de configurer cette liaison pour qu'elle soit compatible avec notre interface (UserForm), pour cela nous devons chercher un outil permettant de lier mon programme VBA avec le port série, pour l'envoi des données qui seront par la suite transférées au circuit via le câble RS232.

Solutions existantes

A l'aide des contrôles de communications intégrés dans le MS office , on peut envoyer les données directement via un bouton de commande , à noter que les contrôles qui existent sont de types : MSComm, NETComm, XLComm, CRComm ...

3.3.2 CONTRAINTES D'UTILISATION :

Problèmes de compatibilité avec la version de mon système d'exploitation (non compatibilité avec Win 64 bit) chose qui nécessite de chercher un autre système d'exploitation plus adaptées à cette fonction. D'où la recherche d'un contrôle de communication fonctionnant avec un éditeur de base de données.

3.3.3 SOLUTION :

- Implémentation d'un nouveau system d'exploitation (changer le système Win 64bits par Win 32bits)
- Choix de l'éditeur Excel pour le stockage des données
- Le contrôle MSComm est compatible avec MS Excel pour les versions Win 32 bits, puisque les données sont stockés dans un tableau Excel, et assurant la liaison vu la

compatibilité avec le Logiciel Visual Basic dont nous disposons



3.4 Analyse du fonctionnement du variateur de vitesse

3.4.1 Régulation de fréquence

A l'heure actuelle, le pilotage de la vitesse des moteurs asynchrones se fait électroniquement grâce à des variateurs de vitesse. Pour cette raison, on ne parlera ici que du contrôle de la fréquence qui de loin la plus courante.

Sans perte de puissance, on peut piloter la vitesse de rotation du moteur en faisant varier la fréquence car la vitesse de rotation du champ tournant au niveau du stator change. Pour conserver le couple moteur, il faut que la tension du moteur se modifie avec la fréquence dans un rapport constant.

➤ Avantages :

Le pilotage du moteur par un variateur de fréquence et de tension montre des intérêts certains; à savoir principalement :

- la limitation du courant de démarrage (de l'ordre de 1,5 fois le courant nominal);
- un couple relativement constant quelle que soit la vitesse du moteur.

3.4.2 Etude du variateur KEB

Le variateur de vitesse choisi pour cette action est un variateur KEB F4, vu qu'il est le même installé dans la chaîne où nous testons le système :

Ce type de variateur intègre une technologie haut de gamme, il est caractérisé par :

- ▲ vaste plage d'alimentation en 230V et 400V
- ▲ connexion AC- ou DC-possible
- ▲ 29 bornes de contrôle débrochables
- ▲ 2 entrées analogiques 0... 10 V, ± 10 V, 0/4... 20 mA
- ▲ 2 sorties analogiques programmables
- ▲ 8 entrées digitales programmables
- ▲ sorties programmables 2 relais, 2 transistors
- ▲ 4 entrées/sorties software programmables
- ▲ 8 jeux de paramètres peuvent être programmés avec des courbes en S, rampes d'arrêt, fonction Power-Off, freinage DC, régulateur PID, protection électronique du moteur, contrôle du frein, timer interne, entrée compteur, fréquence de sortie jusqu'à 1600 Hz, régulation de la tension sortie, fréquence de découpage jusqu'à 16 kHz, surveillance des phases de sortie.
- ▲ temps d'échantillonnage de 2 ms (commande)
- ▲ Connexion \pm directe sur le circuit intermédiaire, module de freinage intégré (en série jusqu'au boîtier H), sonde-CTP-moteur, contrôle du courant

hardware

- ▲ positionnement simple/comptage de pulsation
- ▲ optionnel: protection contre la remise en marche involontaire par désactivation hardware de l'alimentation aux bornes du moteur.
- ▲ interface série libre de potentiel



variateur KEB: B6



variateur KEB: F4



variateur KEB: F5

Figure 29: Type de variateurs utilisés dans la chaîne de Production

➤ **APPLICATION:**

Le variateur de vitesse COMBIBERT est intégré depuis de nombreuses années dans des domaines tels que :

emballage, textile, plastique, imprimerie / industrie du papier, travail et traitement du bois, compresseur, HVAC, pompage, technologie de transport, de stockage, ou industrie de l'ascenseur dans des modules software personnalisés ou hardware adaptés

Parmi les types de variateurs installé dans les chaîne de production, nous nous intéressons au variateur F4.C celui installé dans la chaîne 24 :

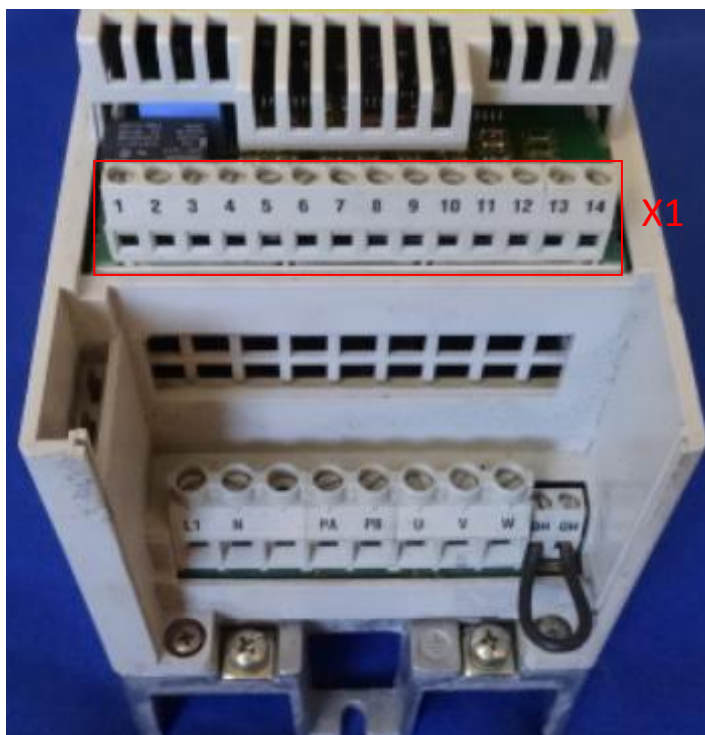


Figure 30: Carte de Commande du variateur de vitesse

Tableau 4: Description du bornier de commande X1

Borne	Fonction	Nom	Description
X1.1	Contact à fermeture	RLA	Sortie relais
X1.2	Contact à ouverture	RLB	Fonction voir paramètre CP.22
X1.3	Contact commun	RLC	(réglage usine: défaut variateur)
X1.4	Fréquence fixe 1	I1	X1.4 + X1.5 = fréquence fixe 3 aucune entrée = consigne analogique
X1.5	Fréquence fixe 2	I2	
X1.6	Masse	0V	Masse pour les entrées/sorties digitales
X1.7	+10V	CRF	Alimentation pour le potentiomètre de consigne (max. 4mA)
X1.8	Entrée de consigne	REF	0...10V pour consigne analogique
X1.9	Commun	COM	Masse des entrées/sorties analogiques
X1.10	Sortie analogique	AOUT	Sortie analogique de la fréquence de sortie 0...10VDC = 0...100 Hz
X1.11	15V	+15V	Tension d'alimentation pour les entrées/sorties digitales (max.100mA)
X1.12	Sens anti-horaire	R	Consigne de sens de rotation; le sens horaire est prioritaire
X1.13	Sens horaire	F	
X1.14	Activation variateur/ Reset	ST/ RST	Activation de la modulation; reset à l'ouverture

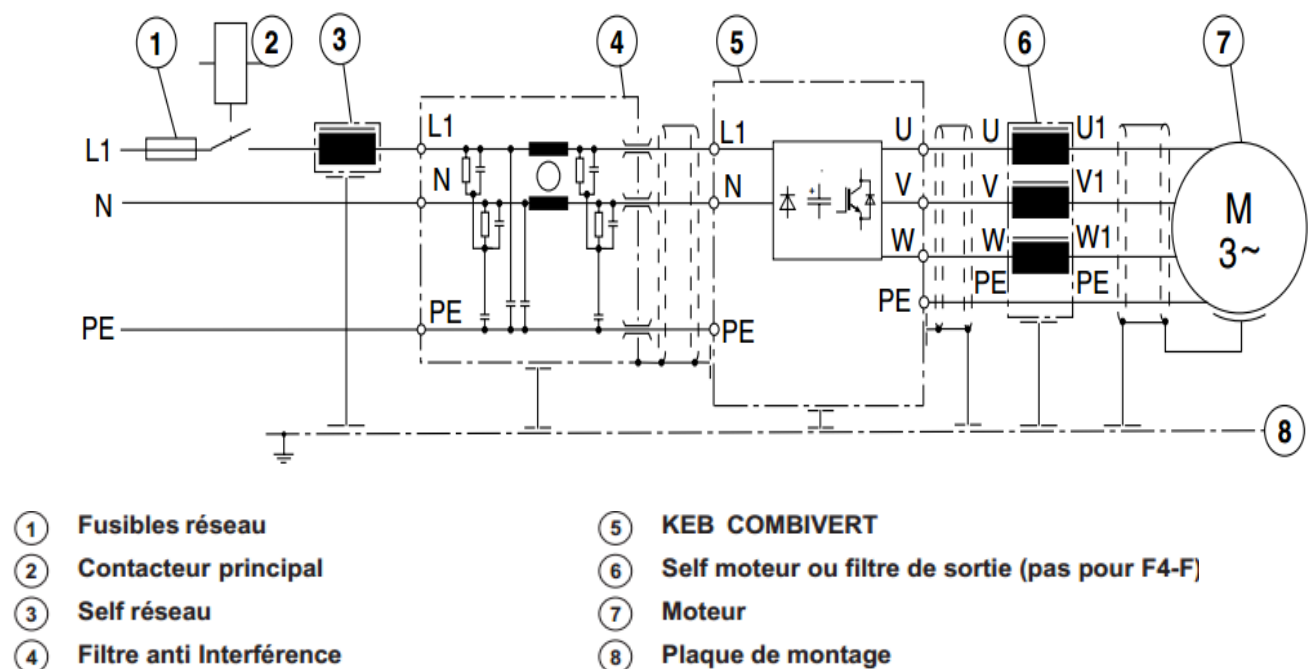


Figure 31: Installation du variateur avec le circuit de puissance

3.4.3 Branchement du variateur avec le circuit électronique :

Le variateur de vitesses COMBIVERT F4 dispose d'une entrée analogique allant de 0 à 10 V , c'est la branche la plus adaptée à notre circuit Arduino :

Consigne analogique 0...10V in-

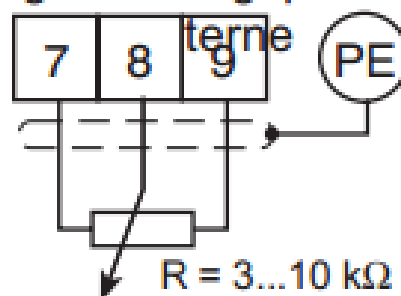


Figure 32: Entrée analogique du variateur

3.4.4 Schéma de Commande et de Puissance :

Le schéma suivant montre l'installation électrique du variateur de vitesse avec le moteur de la chaîne via les trois phases :

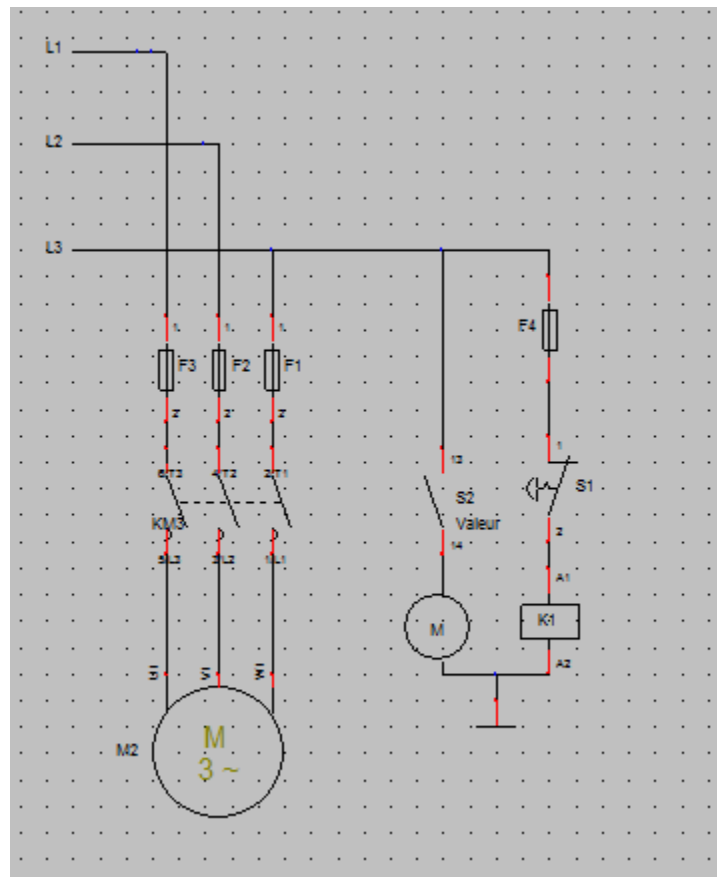


Figure 33: Schéma de commande et de Puissance (sous le logiciel WinRelais)

4 DMAIC 4ème Etape : INNOVER

Introduction

Le but de la partie innover est de générer et piloter l'utilisation des outils et des méthodes recherchés , analysés et étudiés pour les implémenter dans le système de commande et de contrôle pour la chaîne d'assemblage , ainsi tester le fonctionnement du système et en tirer les contraintes observées ou rencontrées lors de l'élaboration du programme pour l'IHM ou lors de la programmation du circuit. Toutefois, il est primordial de prendre en considération un ensemble de précautions, entre autres:

- La prise en compte des disciplines impliquées dans le processus.

- Veiller à ce que la solution mise en place ne gène pas de problèmes concernant le respect du temps de production, le déplacement de l'opérateur ou les tâches effectuées par le contremaître.
- Bien examiner les possibilités d'améliorer le système de temps en temps (amélioration sans limites)
- Veiller à ce que les actions de maintenances sur le système soient effectuées au minimum de cout.
- donner l'importance à réduire l'espace de mise en place du système

4.1 Mise en œuvre du nouveau système

Le système de commande et de contrôle de la chaine de production commande la chaine avec la vitesse appropriée à la référence du câble à produire, calcule le temps d'arrêt et stocke ces données dans une application, via laquelle les responsables de l'ingénierie et de production peuvent contrôler ces données instantanément.

4.1.1 Architecture proposée

Apes avoir définir et analyser des besoins, étudier le déroulement du processus de fabrication et la faisabilité d'intégrer notre système pour améliorer le processus existant, nous avons aboutir à la solution modélisée par l'architecture suivante :

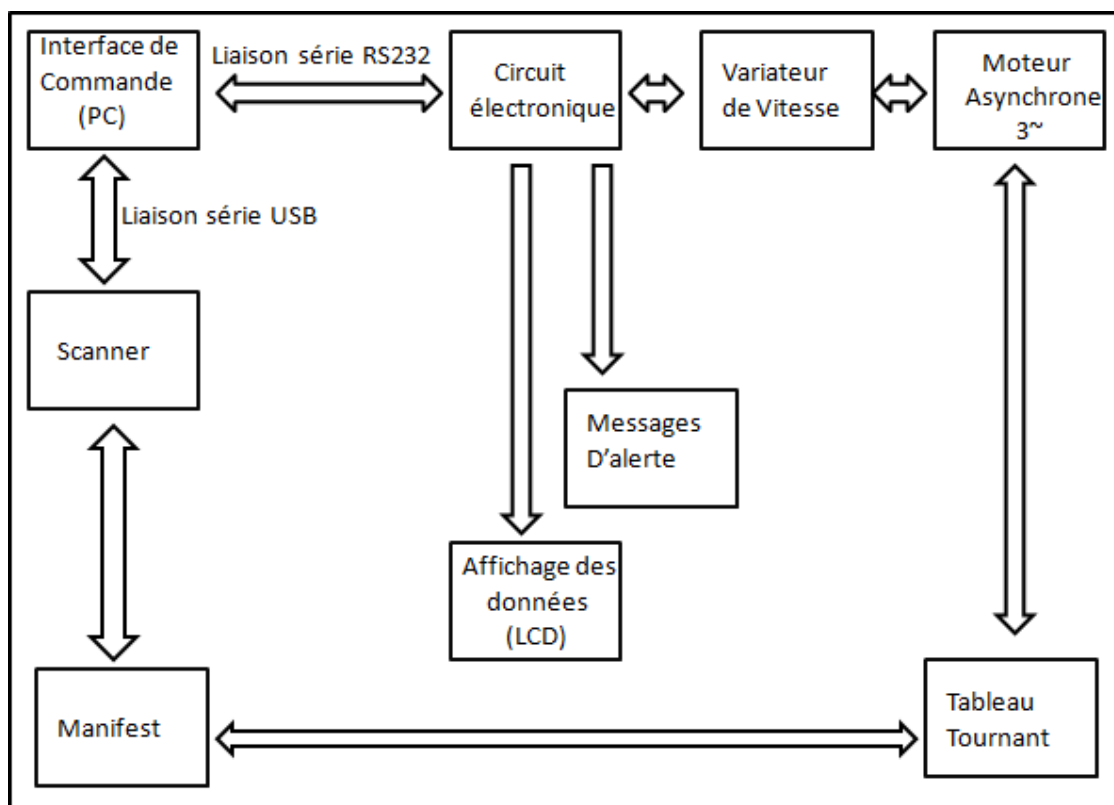


Figure 34:Architecture proposée du système

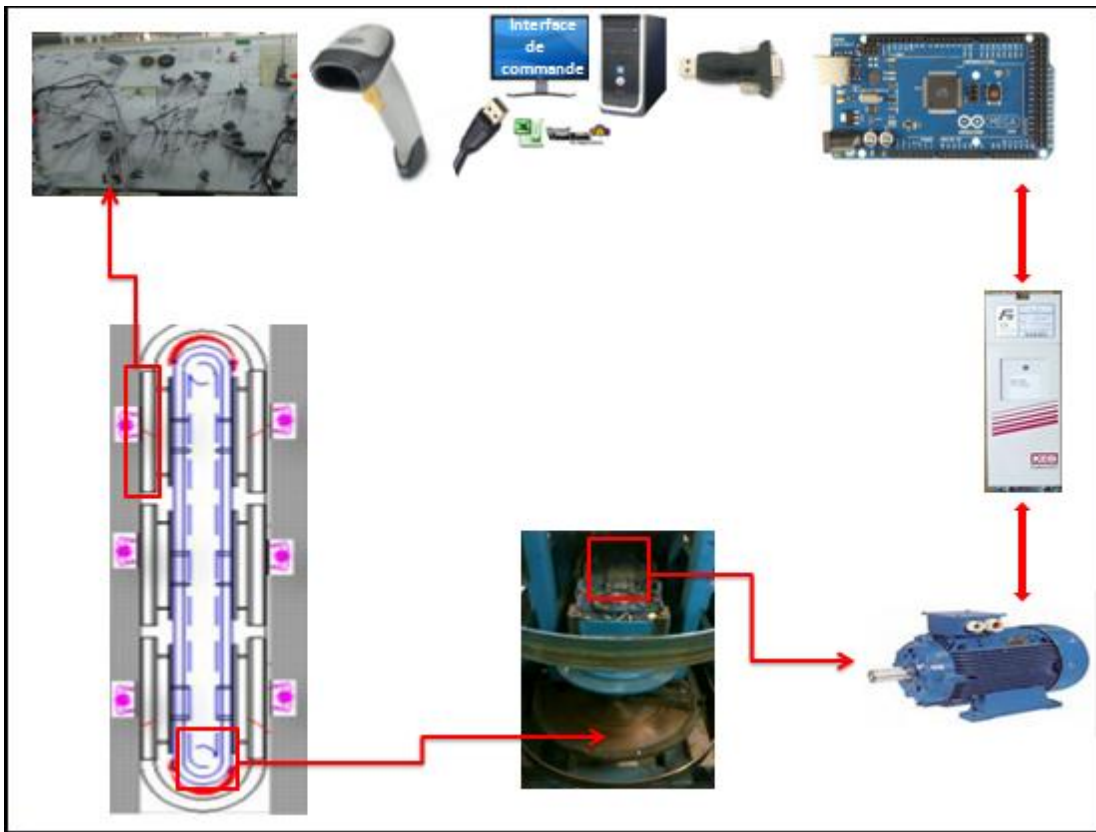


Figure 35:Architecture matérielle

4.1.2 1ere étape : Conception de l'IHM

4.1.2.1 Configuration

Pour gérer le port série, la meilleure façon est d'utiliser le Microsoft **Comm** Control distribué avec n'importe quelle édition de Visual Basic.

Le contrôle **Comm** dispose en effet d'un événement appelé **OnComm**, qui se déclenche lorsque des données arrivent sur le port série. Donc, on place notre code dans l'événement **OnComm** et on laisse faire le système.

Code utilisé pour mon application (Voir Annexe)

L'événement **OnComm** sert à plusieurs fonctions :

- A recevoir les données
- A repérer les erreurs
- A gérer les événements de signalisation arrivant sur la ligne
- A repérer la fin de la transmission

4.1.2.2 Les propriétés de base du Microsoft Comm Control

Une fois le contrôle de communication rajouté, il faut le paramétrer. Cela se fait avec les propriétés suivantes :

- **CommPort** : Cette méthode fixe ou retourne le port COM utilisé par le contrôle. La plupart des ordinateurs n'ayant qu'un ou deux ports COM, cette propriété vaudra donc le plus souvent 1 (port COM1:) ou 2 (port COM2:).

Settings : Cette méthode fixe les caractéristiques de la connexion, à savoir la vitesse de communication, l'utilisation ou non du bit de parité, le nombre de bits de données et le nombre de bits d'arrêt. Cette information est le plus souvent fournie par le constructeur de l'équipement avec lequel vous souhaitez communiquer. Elle est construite de la manière suivante : "vitesse, parité(Y ou N), bits de données, bits de stop"

MSComm1.Settings = "9600,N,8,1"

Cela signifie que la vitesse de connexion est de 9600 bauds/s, pas de contrôle de parité (**Non**), il y a 8 bits de données par octet de données (rappel : les Américains n'en utilisent souvent que 7, parce qu'ils n'ont pas les caractères accentués à gérer), et 1 bit de stop.

- **PortOpen** : cette méthode permet d'ouvrir le port si on la positionne à True et le fermer si on le positionne à False :

- **OutPut** : cette méthode permet **d'envoyer** des données au port. Bien entendu, il faut au préalable configurer et ouvrir le port. La chaîne envoyée doit être terminée par un retour chariot (Chr\$(13)) ou par un retour chariot + retour ligne (vbCrLf) en fonction de la connexion. Souvent, le seul moyen de savoir lequel choisir consiste à essayer les deux à prendre celui qui marche.

- **Input** : cette méthode permet **de recevoir** des données sur le port COM. Ici, une explication s'impose : le port série stocke les données arrivant au système dans une mémoire tampon interne qui vaut par défaut 1024 octets. Si la mémoire tampon est saturée et que de nouvelles données arrivent, celles-ci sont perdues. Il est donc impératif de recopier les données dans une chaîne de caractères.

- **InBufferSize** : cette méthode fixe ou retourne la taille de la mémoire tampon entrée (donc celle qui contient les données arrivant sur le système), elle vaut par défaut 1024 octets

OutBufferSize : cette méthode fixe ou retourne la taille de la mémoire tampon sortie (donc contenant les données envoyées par le système), elle vaut par défaut 512 octets:

- **HandShaking** : Cette propriété permet de fixer le mode de « poignée de mains », c'est-à-dire la façon dont la communication est établie *au niveau matériel*.

La plupart du temps, la nature du hand-shaking est imposée par le matériel, il faut donc fouiller le manuel de l'équipement ou faire des tests, il n'y a pas de règle universelle...

Configuration des paramètre du MSComm :

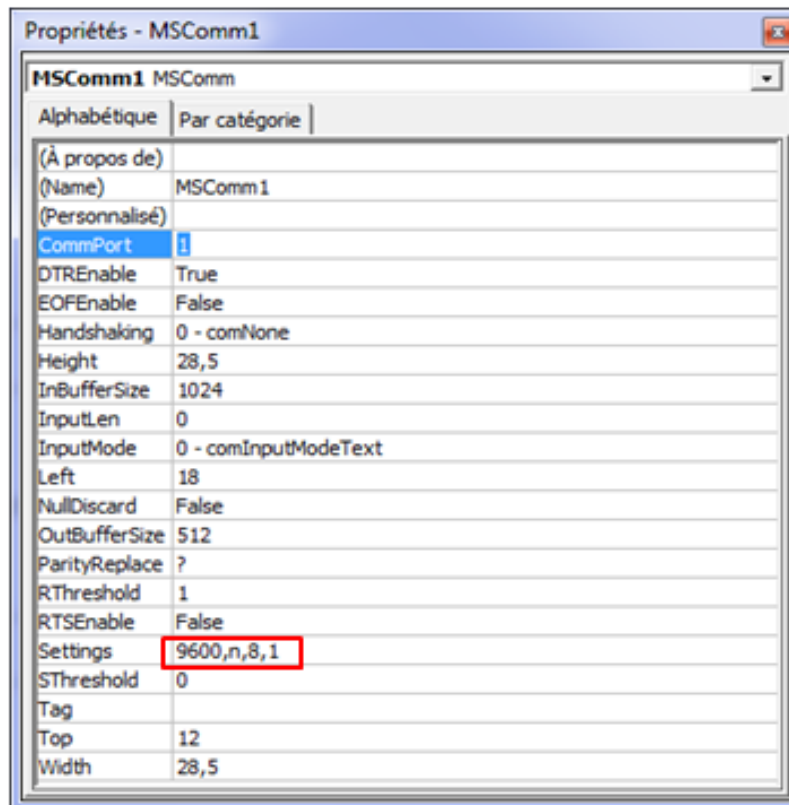


Figure 36: Configuration des paramètres du MSComm

4.1.3 Les données à envoyer vers le circuit

Les données à traiter seront enregistrées sous forme d'un tableau Excel , contenant la famille du projet , le code de la référence, le temps cycle et la vitesse de la chaine d'assemblage , la date et l'heure , le code scanné...

Colonne A : la famille (value stream) les famille sont divisées selon les parties séparées de l'automobile .

Colonne B : Le code de la référence est appelé DPN (Delphi Part Number), ce code est unique pour chaque câble. C'est le code contenu dans le Manifest (Voir annexe)

Colonne C : Famille ,exemple : Main , Engine, IP, Doors , Floor....(voir annexe)

Colonne D : temps cycle en secondes

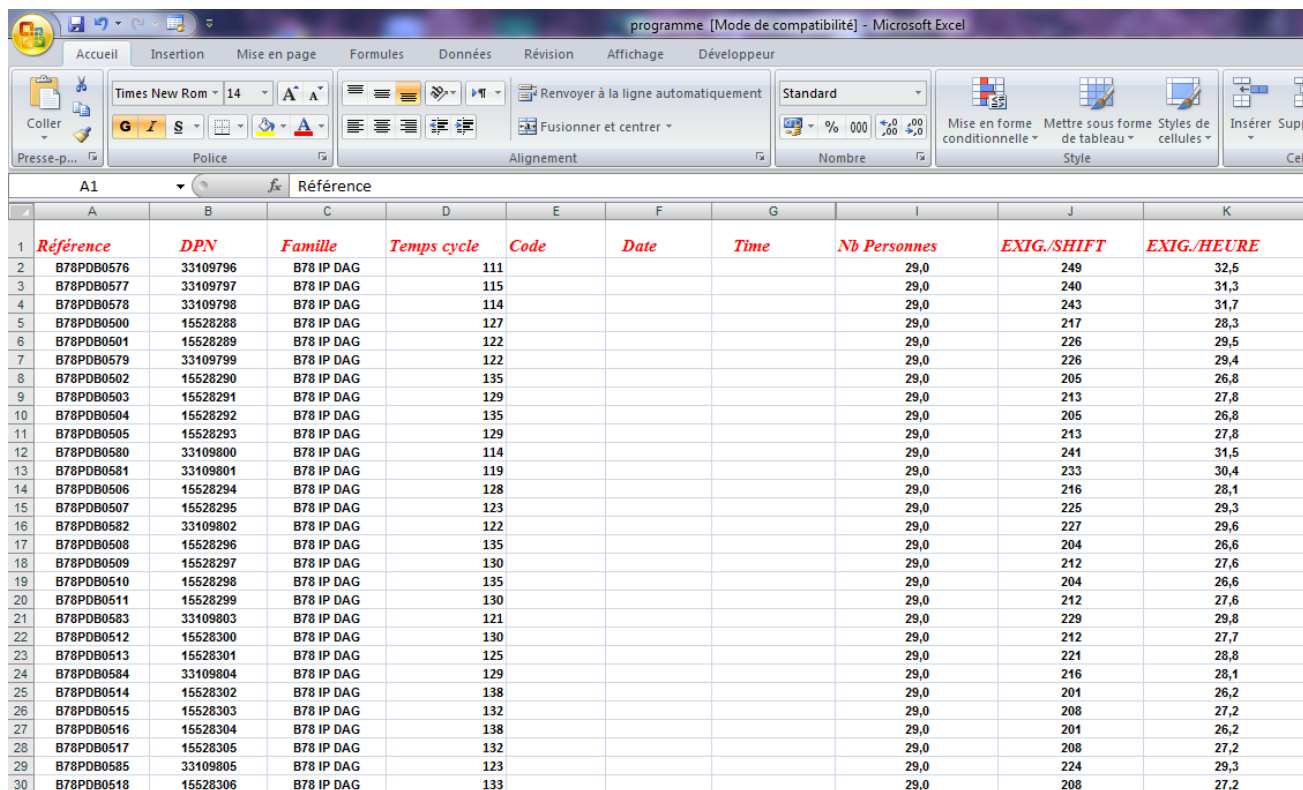
Colonne E : code de la référence entrant (en cours de production)

Colonne F : date du Scanne

Colonne G : heure instantanée

Colonne L: Vitesse de rotation de la chaine

Colonne I : Nombre des opérateurs



	A	B	C	D	E	F	G	I	J	K
	Référence	DPN	Famille	Temps cycle	Code	Date	Time	Nb Personnes	EXIG./SHIFT	EXIG./HEURE
2	B78PDB0576	33109796	B78 IP DAG	111				29,0	249	32,5
3	B78PDB0577	33109797	B78 IP DAG	115				29,0	240	31,3
4	B78PDB0578	33109798	B78 IP DAG	114				29,0	243	31,7
5	B78PDB0500	15528288	B78 IP DAG	127				29,0	217	28,3
6	B78PDB0501	15528289	B78 IP DAG	122				29,0	226	29,5
7	B78PDB0579	33109799	B78 IP DAG	122				29,0	226	29,4
8	B78PDB0502	15528290	B78 IP DAG	135				29,0	205	26,8
9	B78PDB0503	15528291	B78 IP DAG	129				29,0	213	27,8
10	B78PDB0504	15528292	B78 IP DAG	135				29,0	205	26,8
11	B78PDB0505	15528293	B78 IP DAG	129				29,0	213	27,8
12	B78PDB0580	33109800	B78 IP DAG	114				29,0	241	31,5
13	B78PDB0581	33109801	B78 IP DAG	119				29,0	233	30,4
14	B78PDB0506	15528294	B78 IP DAG	128				29,0	216	28,1
15	B78PDB0507	15528295	B78 IP DAG	123				29,0	225	29,3
16	B78PDB0582	33109802	B78 IP DAG	122				29,0	227	29,6
17	B78PDB0508	15528296	B78 IP DAG	135				29,0	204	26,6
18	B78PDB0509	15528297	B78 IP DAG	130				29,0	212	27,6
19	B78PDB0510	15528298	B78 IP DAG	135				29,0	204	26,6
20	B78PDB0511	15528299	B78 IP DAG	130				29,0	212	27,6
21	B78PDB0583	33109803	B78 IP DAG	121				29,0	229	29,8
22	B78PDB0512	15528300	B78 IP DAG	130				29,0	212	27,7
23	B78PDB0513	15528301	B78 IP DAG	125				29,0	221	28,8
24	B78PDB0584	33109804	B78 IP DAG	129				29,0	216	28,1
25	B78PDB0514	15528302	B78 IP DAG	138				29,0	201	26,2
26	B78PDB0515	15528303	B78 IP DAG	132				29,0	208	27,2
27	B78PDB0516	15528304	B78 IP DAG	138				29,0	201	26,2
28	B78PDB0517	15528305	B78 IP DAG	132				29,0	208	27,2
29	B78PDB0585	33109805	B78 IP DAG	123				29,0	224	29,3
30	B78PDB0518	15528306	B78 IP DAG	133				29,0	208	27,2

Figure 37:Base de données sur Excel

4.2 Conception & Programme :

Après avoir structurer l'architecture du système ainsi choisir le logiciel de programmation approprié pour les fonctions désirées, le programme en VBA est établi .

(Voir annexe)

The screenshot shows a software interface titled "B78 IP DAG/DAD". In the top right corner, there are two input fields displaying the date "24/06/2015" and the time "22:30:42". On the left side, there is a label "DPN" followed by an empty text box. Below this, there is a button labeled "ARRET" next to a dropdown menu. Further down, there is a button labeled "Reprendre" next to a vertical scroll bar and an empty text box. On the right side, there is a section titled "Production" containing three labels: "Référence", "Nombre d'opérateurs", and "Nombre de cables en cours", each followed by an empty text box. In the bottom right corner, there is a button labeled "QUITTER".

Figure 38: Interface Homme Machine

4.3 Calcul de la vitesse de rotation de la chaine

Le calcul préliminaire de cette vitesse se définit par la relation suivante :

$$V = \frac{L}{T \cdot N} = \frac{1}{\frac{T}{60} \cdot 10} = \frac{60}{T \cdot 10}$$

Avec :

V : Vitesse de la chaine

L : Nombre de tours

T : Temps cycle du câble (en seconde)

N : Nombre de tableaux de la chaine

Le système chaine d'assemblage est constitué d'un moteur asynchrone triphasé, d'un variateur de vitesse (à variation de fréquence), d'un réducteur et d'une poulie.

4.3.1 Réducteur

La vitesse avec laquelle tourne la chaine est égale à la vitesse de rotation du moteur atténuée par un facteur de réduction :

$$V = \frac{n}{R}, \text{ où :}$$

n : la vitesse de rotation.

R : Rapport de réduction du système de réduction global (axe de rotation , roue dentée , poulie)

4.3.2 Moteur asynchrone

Le moteur asynchrone est alimenté par un réseau d'alimentation triphasé et il produit un champ tournant à la vitesse de synchronisme :

$$n_s = \frac{f}{p}$$

Ainsi, en agissant sur la fréquence on peut modifier la vitesse de synchronisme et donc le point de fonctionnement du moteur :

$$n = n_s(1-g) = \frac{f(1-g)}{p}$$

avec :

n_s : est la vitesse du champ tournant

g : le glissement

f : la fréquence

p : le nombre de paire de pôles du moteur.

4.3.3 Variateur de vitesse

Le réglage de la vitesse des machines asynchrones triphasées est plus souvent obtenu par la variation de la fréquence des courants d'alimentation. Il existe alors pour chaque variateur un rapport Tension / fréquence résultant de la variation de la tension d'alimentation dans les mêmes proportions que la fréquence :

$$\frac{U}{f} = Cte$$

Calcul :

Etant donné :

$$g = 5.3 \%$$

$$n_s = 1500 \text{ Tr/min}$$

$$P=2$$

$$F=50 \text{ Hz}$$

$$R = 20 * 1417$$

$$\frac{U}{f} = 0.1 = Cte$$

D'après ces données , on calcule la vitesse du moteur :

$$n = V * R = \frac{60}{T * 10} * 20 * 1417$$

on cherche alors la fréquence f qui correspond à cette vitesse :

$$f = \frac{n * p}{1 - g} = \frac{V * 1417 * 20 * 2}{60 * (1 - 0.053)}$$

D'après la valeur de la fréquence on trouve la tension de commande du variateur :

$$U = f * Cte = \frac{V * 1417 * 20 * 2 * 0.1}{60 * (1 - 0.053)}$$

Après avoir calculer la tension nécessaire pour faire tourner le moteur avec la vitesse correspondante, nous traduisons cette tension en mot binaire qui sera envoyer au niveau du CNA.

Le CNA utilisé pour cette conversion est un CNA à 8 bits , alors la tension doit être adapté au pas du convertisseur , pour se faire , nous divisons cette tension pas le pas :

$$\text{Tension à envoyer} \approx \frac{U}{\frac{10}{2^8}}$$

L	M	N	O
<i>Vitesse (V)</i>	<i>Tension (U)</i>	<i>Décimal</i>	<i>Vitesse du moteur (n)</i>
0,054054054	5,393985345	138,0860248	1531,891892
0,052173913	5,206368463	133,2830327	1478,608696
0,052631579	5,252038362	134,4521821	1491,578947
0,047244094	4,714428136	120,6893603	1338,897638
0,049180328	4,907642404	125,6356455	1393,770492
0,049180328	4,907642404	125,6356455	1393,770492
0,044444444	4,435054617	113,5373982	1259,555556
0,046511628	4,641336227	118,8182074	1318,139535
0,044444444	4,435054617	113,5373982	1259,555556
0,046511628	4,641336227	118,8182074	1318,139535
0,052631579	5,252038362	134,4521821	1491,578947
0,050420168	5,031364481	128,8029307	1428,907563
0,046875	4,677596666	119,7464747	1328,4375
0,048780488	4,867742872	124,6142175	1382,439024
0,049180328	4,907642404	125,6356455	1393,770492
0,044444444	4,435054617	113,5373982	1259,555556
0,046153846	4,605633641	117,9042212	1308
0,044444444	4,435054617	113,5373982	1259,555556
0,046153846	4,605633641	117,9042212	1308
0,049586777	4,948201432	126,6739567	1405,289256
0,046153846	4,605633641	117,9042212	1308
0,048	4,789858986	122,62039	1360,32
0,046511628	4,641336227	118,8182074	1318,139535
0,043478261	4,338640386	111,0691939	1232,173913
0,045454545	4,535851313	116,1177936	1288,181818
0,043478261	4,338640386	111,0691939	1232,173913
0,045454545	4,535851313	116,1177936	1288,181818
0,048780488	4,867742872	124,6142175	1382,439024
0,045112782	4,501747168	115,2447275	1278,496241

Figure 39: calcul des tensions de commande

5 DMAIC 5ème Etape : Contrôler

Introduction

Cette phase a pour objectif de s'assurer que le processus restera sous contrôle après avoir implémenté le nouveau système et en enregistrant tous les références de câbles produits ainsi l'arrêt et la marche de la chaîne.

5.1 Teste de la liaison RS232 :

Puisque nous ne disposons pas de port série sur l'ordinateur et plus qu'une simulation est nécessaire avant l'implémentation du circuit, nous avons cherché des solutions Logiciel virtuelles pour remplacer cette liaison :

- L'émulateur VSPE (Virtual Serial Ports Emulator)

(Les données reçues par le terminal virtuel sont données sous format HexaDecimal)

5.2 Simulation :

Simulation de l'envoi de données par le Terminal Virtuel VSPE :

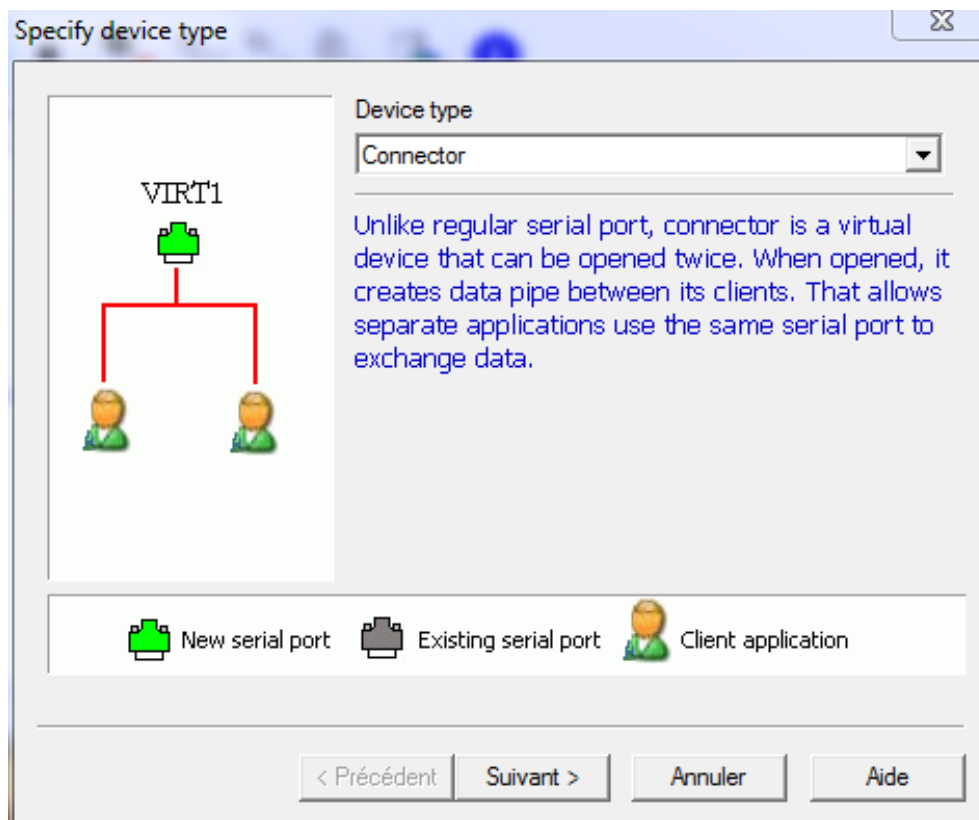


Figure 40: Configuration du terminal série

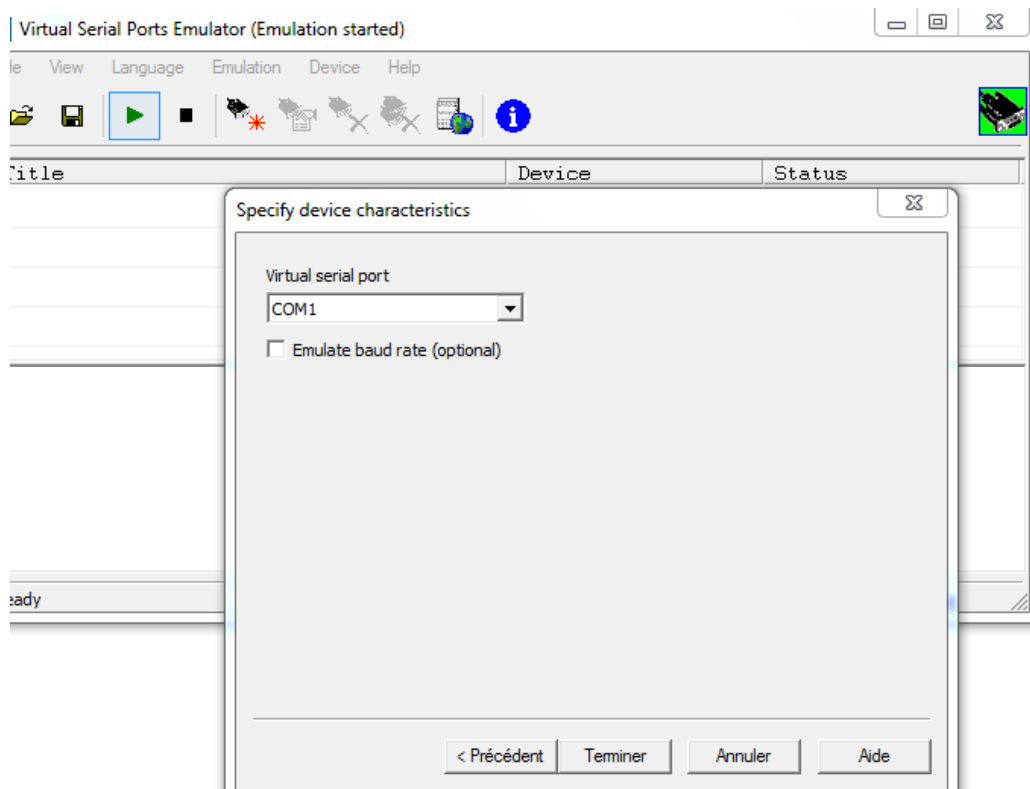


Figure 41: choix du Port Série

Récapitulatif :

La partie précédente a pour but de tester le fonctionnement du MSComm pour l'envoi des données de l'interface graphique au port série , le transfert a été bien effectué. Dans cete partie nous allons schématiser le circuit electronique avec lequel nous allons traiter les données sortant de l'interface graphique comme des entrées au circuit via le port RS232 , intégré dans le circuit réel et schématisé virtuellement par le simulateur Proteus. Nous voulons injecter dans le variateur de vitesse une tension analogique allant de 0 à 10 V (voir partie étude du variateur) la variation de la tension d'entée du variateur va générer une variation de la fréquence au niveau du moteur.

5.3 Exploitation des données

Après la commande de la chaine d'assemblage avec la vitesse appropriée à chaque référence , la poursuite des étapes de la production est nécessaire pour faciliter le control aux responsables de production ainsi que l'acquisitions des données pour analyser et exploiter les données afin de mesurer les indicateurs de performance , et suivre les démarches de changement dans les méthodes de travail, dans l'objectif d'augmenter *l'efficience* pour atteindre une amélioration continue

5.3.1 Existant :

Les responsables de production poursuivent la production tout au long du shift et notent les résultats concernant la quantité des câbles produits par rapport aux exigences, ainsi la durée et la cause des arrêts et le nombre des opérateurs absents après chaque heure de production, tous ces données sont notées sur un tableau dans la ligne de production pour que les responsables ingénierie peuvent en tirer les données nécessaires pour calculer les indicateurs de performance à la fin de chaque shift.

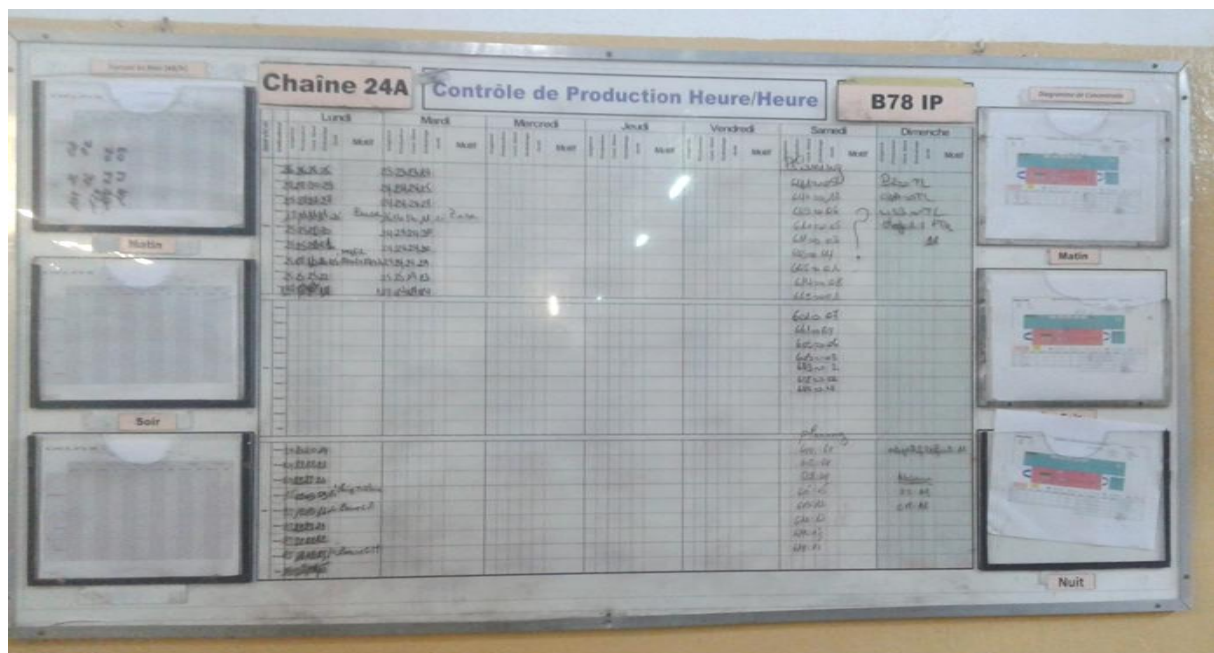


Figure 42: tableau du suivi de la production journalière

5.3.2 Calcule des indicateurs de performance :

Les indicateurs clefs de performance (ICP), ou en anglais Key Performance Indicators (KPI), sont des indicateurs mesurables d'aide décisionnelle.

Enjeux des indicateurs clefs de performance :

Un indicateur clef de performance permet de répondre aux objectifs suivants :

- évaluation
- diagnostic
- communication
- information
- motivation
- progrès continu

5.3.3 Démarche d'utilisation

Les indicateurs clefs de performance sont utilisés dans la présentation de tableaux de bord de gestion, ils doivent être régulièrement mis à jour. Les indicateurs clefs de performance trouvent également leur place dans les tableaux de bord stratégiques car ils évaluent généralement l'atteinte d'un objectif stratégique ou d'un élément qui y concourt.

L'efficacité étant définie par la formule suivante :

$$\text{Eff}(\%) = \text{Hc}(\%) * \text{Or}(\%)$$

Avec :

Hc (Head Count): le nombre des agents de production

$$\text{Hc}(\%) = \frac{\text{Nbr des opérateurs définit}}{\text{Nbr des opérateur présents}} * 100$$

Pour calculer le pourcentage nous nous basons sur la formule suivante :

Or (Occupation rate) : taux d'occupation

$$\text{Or}(\%) = \frac{\text{Nombre de cables produits}}{\text{Exigence}} * 100$$

Le taux d'occupation est affecté par plusieurs facteurs qui constituent un écart (Gap) important entre la quantité estimée à produire et la production réelle.

Ce Gap est dû principalement aux arrêts inattendus ou non programmés à cause des pannes liées au système de la Coupe ou de l'assemblage (pannes au niveau des Ultra Sonic, Control électrique, test fusibles ...) ou d'un manque des fils ou des composants ...

La succession des arrêts nécessite une gestion efficace qui facilite aux responsables l'analyse et l'intervention instantanée et sur le champ pour que la production s'achève rapidement et dans les conditions les plus favorables.

Le nouveau système va gérer en parallèle les arrêts de la chaîne, via l'enregistrement de tout type d'arrêt ainsi sa durée, il permet aussi d'avertir les responsables ou les techniciens concernés pour intervenir et reprendre la production dans les meilleures conditions.

Concernant la réclamation des arrêts, le système va agir en envoyant un message au responsable attribué pour chaque matériel. Cette fonction est assurée par une commande Microsoft CDO compatible avec Microsoft Excel.

5.3.4 Commande CDO : Collaborative Data Object

CDO ou objets de données de collaboration est la technologie de Microsoft pour la construction de messagerie l'ajout des fonctionnalités aux applications existantes. Et comme partie de la Microsoft Exchange Server Product, CDO a évolué à partir de ce que Microsoft anciennement appelé Object Linking and Embedding Messagerie et, plus récemment, Active

Messaging .en utilisant le serveur actif page(ASP) de la technologie avec CDO, un constructeur de site Web peut, par exemple, écrire un scénario qui va échanger des e-mail avec les utilisateurs ou avec d'autres sites Web, collaborer à des discussions sur d'autres sites Web, ou permettre aux employés de planifier des réunions avec plusieurs destinataires, examiner les nominations existantes, planifier de nouveaux événements, et ainsi de suite.

CDO est vraiment une interface de script supplémentaire à un modèle existant de messagerie : MAPI (messaging application programming interface). Les objets de données de collaboration sont mis à disposition à travers deux bibliothèques CDO. Ces bibliothèques vous permettent de rendre programmables vos objets de messagerie (y compris les dossiers, les messages, les adresses des destinataires, pièces jointes et d'autres composants de messagerie). Ces objets sont des extensions vers les objets programmables, tels que des formulaires et des contrôles, qui sont offerts dans le cadre de Microsoft Visual Basic comme un environnement de développement du programme. (Voir Annexe)

Le schéma suivant représente la fenêtre de configuration de la commande CDO sur Visual Basic :

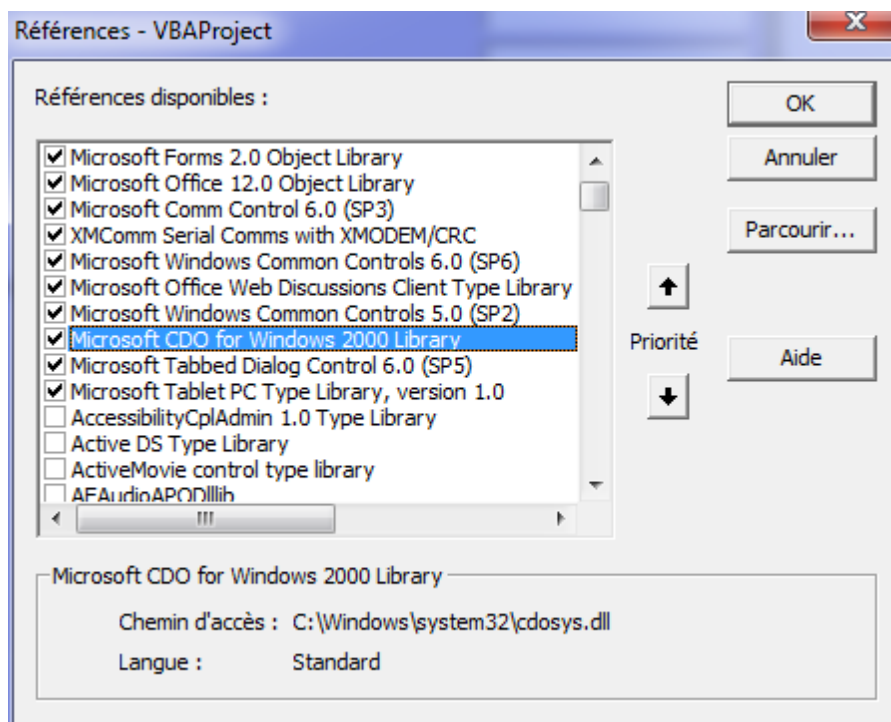


Figure 43: Configuration de la commande CDO

Chapitre 4 : Simulation du projet

Ce chapitre présente les résultats de la simulation du système ce qui explique facilement le déroulement du programme sur le circuit électronique et l'interface de commande VBA ainsi le stockage des données dans les tableaux Excel.

1 Simulation

1.1 Accueil

A l'ouverture du fichier Excel contenant tous les données de l'application, une page d'accueil apparait pour le l'ouverture de l'interface en cliquant sur le bouton accueil :

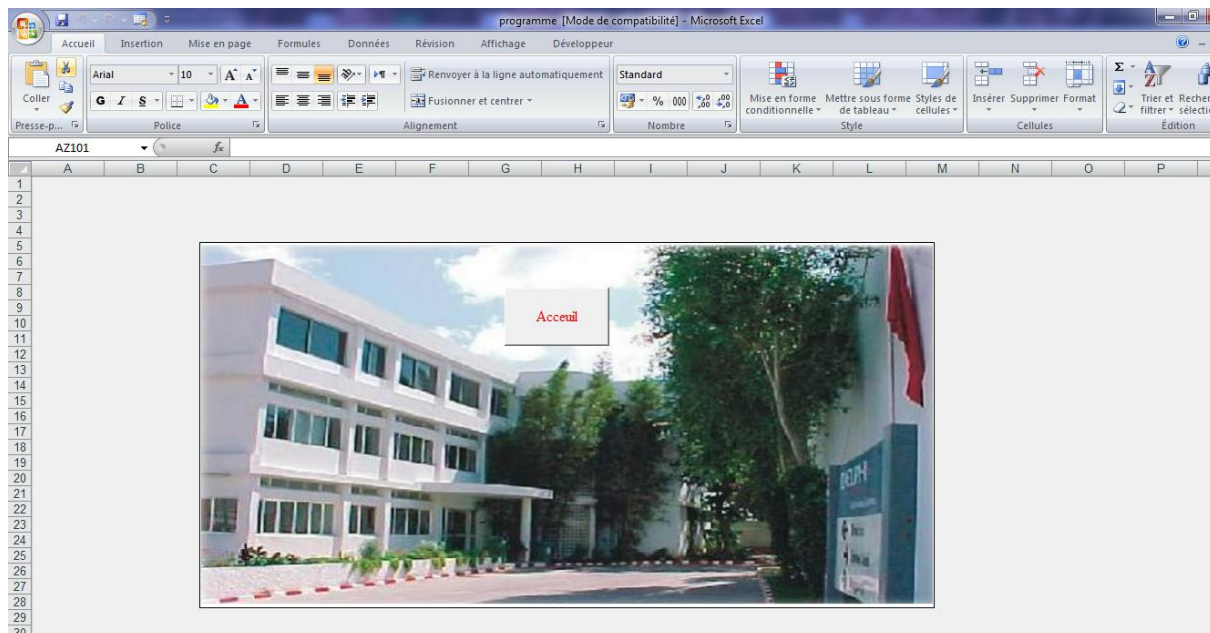


Figure 44: Page d'accueil

1.2 Marche / Arret du moteur

1.2.1 Marche

La commande de la marche du moteur s'effectue par le scan du code DPN approprié à la référence à produire, les données contenant le temps cycle, le nom de la référence ainsi le nombre des câbles sont envoyés via la liaison RS 232 vers l'unité de traitement :

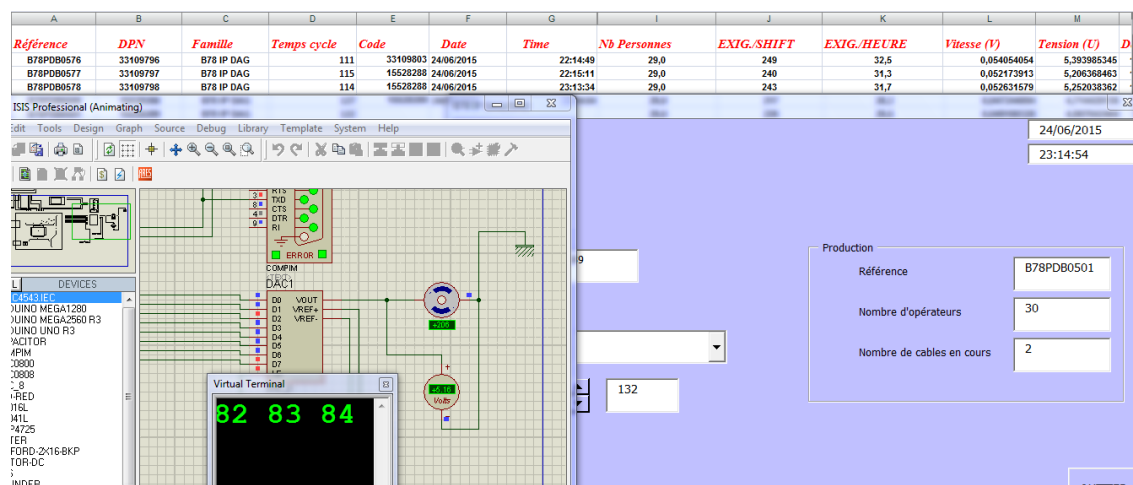


Figure 45: Mise en marche de la chaine

1.2.2 Arrêt

L'arrêt de la chaîne est commandé par un clic sur le bouton arrêt qui apparait sur l'IHM , nous remarquons que la tension de commande d'arrêt envoyée par la liaison est à 0V , comme le montre la figure suivante :

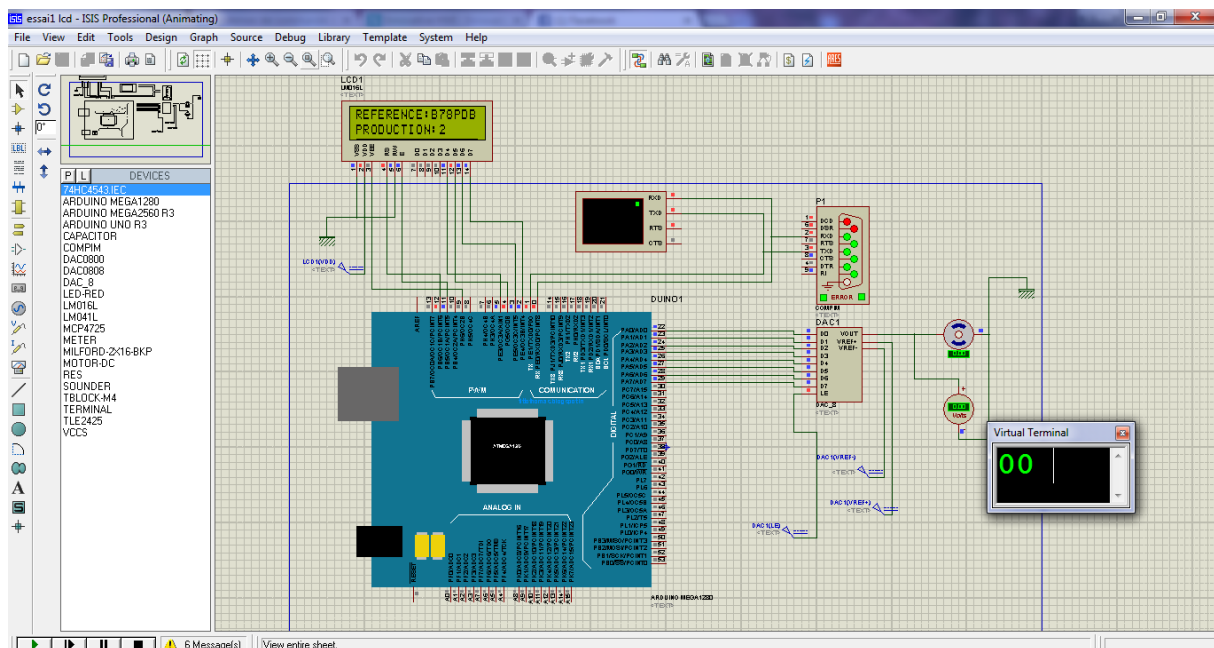


Figure 46: Arrêt de la chaîne

Lors de l'arrêt de la chaîne, l'agent de production doit cliquer sur le bouton d'arrêt et indiquer la cause de l'arrêt en choisissant un élément dans la liste enregistrée dans l'interface, à ce moment la durée de l'arrêt est enregistrée dans la feuille Excel correspondante ainsi le temps de reprise de la marche est indiqué.

	A	B	C	D
1	<i>Motif d'arrêt</i>	<i>Temps d'arrêt</i>	<i>temps reprise</i>	<i>Durée d'arrêt</i>
2	Ultra Sonic	15:28:50	15:29:17	00:00:27
3	Pause	22:10:31	22:11:10	00:00:39
4	Ultra Sonic	22:10:40	22:11:15	00:00:35

B78 IP DAG/DAD

24/06/2015

22:11:15

DPN

15528288

ARRET

Reprendre

Ultra Sonic

Ultra Sonic

CE

manque fil

Manque composant

Pause

Ultra Sonic

CE

Production

Référence

B78PDB0500

Nombre d'opérateurs

30

Nombre de cables en cours

1

Figure 47: gestion des arrêts

1.3 Affichage des données par LCD

L'affichage des données concernant le nombres de câbles produits ainsi la référence appropriée est nécessaire pour un contrôle à distance dans la chaine d'assemblage.

1.3.1 Affichage de la référence en cours de production

L'interface de commande contient les zones de texte associées au comptage et affichage des références, ainsi la zone de texte indiquant le nombre d'opérateurs présents :

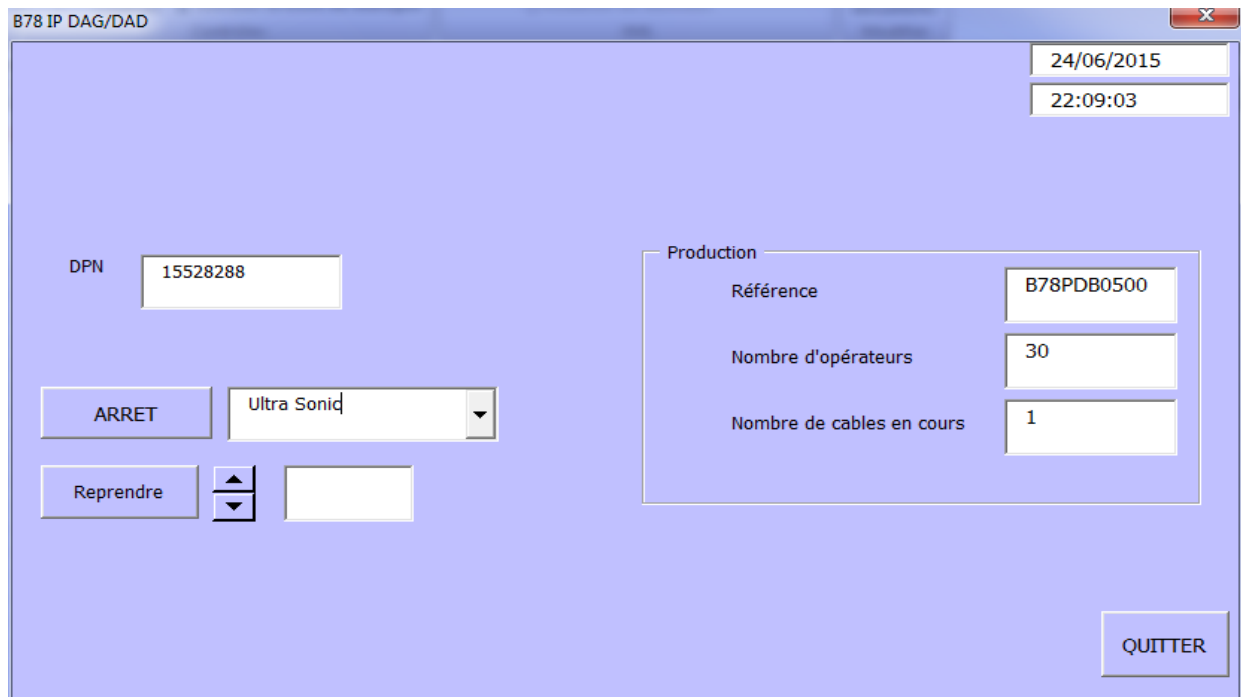


Figure 48: Comptage du nombre de câbles produits

1.3.2 Comptage et Affichage du nombre des câbles en cours de production

Au niveau du circuit de commande, la carte de commande reçoit les données provenant les zones de texte de l'interface pour les envoyer à l'écran LCD connecté avec le circuit, il permet l'affichage des données calculées :

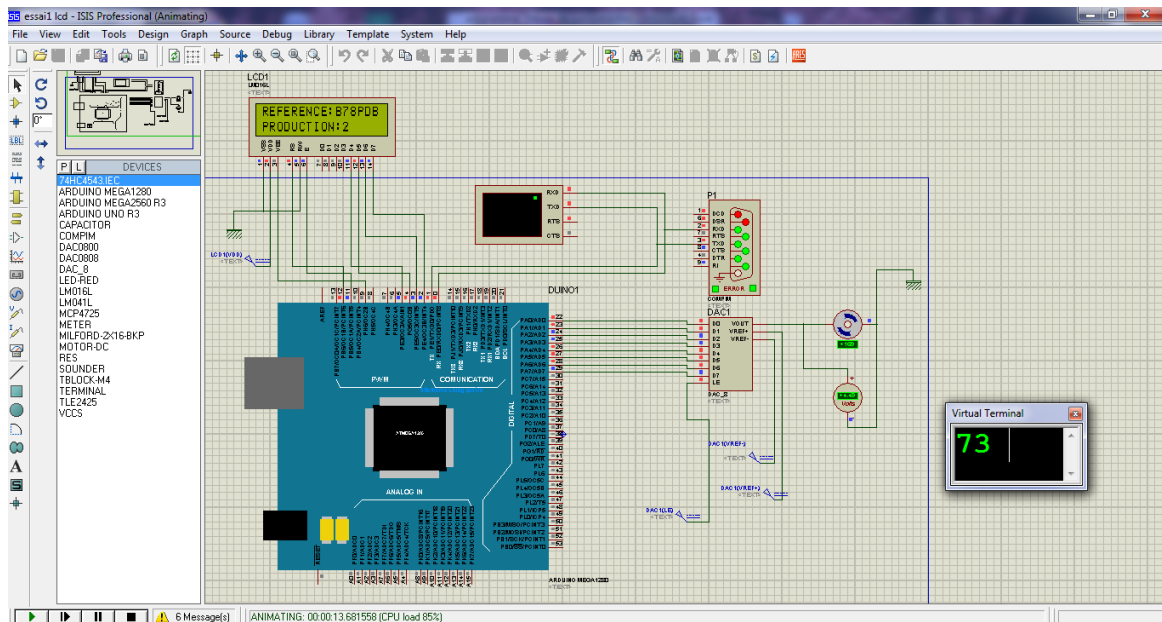


Figure 49: Affichages des données sur LCD, nombre de câbles et référence en cours de production

1.4 Commande CDO :

La commande CDO comme elle est indiquée dans la partie étude du projet, elle permet d'envoyer des messages lors de l'arrêt de la chaîne pour avertir les responsables en leur informant de la cause de l'arrêt pour intervenir au moment approprié.

La figure suivante montre un exemple de l'envoi de message via la commande CDO :



Figure 50: Commande CDO pour les messages d'alerte

1.5 Variation de la vitesse :

La variation de la vitesse de la chaîne s'effectue par le changement de la valeur qui apparaît sur la zone de texte, en incrémentant ou en décrémentant cette valeur via les flèches représentées sur la figure. Le changement de la vitesse du moteur est assuré par un changement au niveau de la tension de commande qui varie entre 0 et 10 V.

C	D	E	F	G	I	J	K
<i>Famille</i>	<i>Temps cycle</i>	<i>Code</i>	<i>Date</i>	<i>Time</i>	<i>Nb Personnes</i>	<i>EXIG./SHIFT</i>	<i>EXIG./HEU</i>
B78 IP DAG	111	33109803	24/06/2015	22:14:49	29,0	249	32,5
B78 IP DAG	115	15528288	24/06/2015	22:15:11	29,0	240	31,3

B78 IP DAG/DAD

24/06/2015

22:15:11

DPN

15528288

ARRET

Reprendre

▲

▼

122

Production

Référence

B78PDB0500

Nombre d'opérateurs

28

Nombre de cables en cours

2

QUITTER

Figure 51: Variation de la vitesse via le bouton de commande

Conclusion Générale

Compte tenu des défis relevés ces dernières années, Delphi Automotive Systems Maroc de Tanger surpasse toujours ses concurrents sur les terrains de la qualité, de la réactivité, de la flexibilité, du service client et de l'innovation. Afin de garder son avantage concurrentiel, elle développe continuellement sa performance en menant des actions d'amélioration dans tous les secteurs. Mon travail a consisté principalement en l'amélioration du processus d'assemblage en respectant les exigences en terme du temps cycle ainsi contrôler les arrêts non programmés de la chaîne pour but de réduire le Gap de production. J'ai réussi à répondre aux exigences demandées dans le cahier des charges notamment la commande de la chaîne ainsi la supervision du flux de production.

Ce stage de fin d'études m'a permis de découvrir le monde des services ingénierie, production et maintenance, les contraintes et les méthodes à mettre en œuvre pour répondre aux attentes du client.

Par ailleurs, ce stage m'a permis de développer mes connaissances au niveau technique ; j'ai pu mettre en pratique les connaissances acquises au cours de ma formation et les enrichir, ainsi il m'a permis de développer mes qualités personnelles, acquérir de nouvelles connaissances et d'entretenir des relations professionnelles et humaines et de découvrir la culture de Delphi qui est basée sur des valeurs à savoir : la transparence, l'engagement, la rigueur, l'ambition, l'excellence, la créativité et l'innovation. Ces principes sur lesquels tout le monde s'est mis d'accord pour renforcer la position de ce secteur avec une grande volonté de mieux servir l'industrie automobile.

Bibliographie

- [1] **MANUEL D'INSTRUCTION, COMBIVERT F4-Small et F4-Compact**, *Karl E. Brinkmann GmbH*
- [2] **Arduino pour bien commencer en électronique et en programmation**, *Eskimon et olyte*
- [3] **Communication par transmission série RS232**, *Laurent Rebuffie, académie de Rennes*
- [4] **Méthodologie et Outils pour Concilier Santé et Productivité dans l'Investissement Industriel**, *Jean-Yves Catta et Vincent StoCker*

Neto graphie

- [1] www.openclassrooms.com
- [2] www.excelabo.net
- [3] www.codeproject.com
- [4] www.developpez.com
- [5] www.forum.excel-pratique.com
- [6] www.forum.arduino.cc
- [7] www.technologuepro.com

Annexes

Sommaire

Annexe 1 : Programme VBA pour l'IHM.....	3
Annexe 2 : Documentaires nécessaires pour la production	6
Annexe3 : Time Liste de la famille PDP (IP)	10
Annexe 4 : Programme Arduino	16
Annexe5 : Matériel pour le projet	17
Annexe6 : Perspectives.....	18

Annexe 1 : Programme VBA pour l'IHM

```

Option Explicit
Dim Ws As Worksheet

Private Sub ComboBox1_enter()
Me.ComboBox1.AddItem "Pause"
Me.ComboBox1.AddItem "Ultra Sonic"
Me.ComboBox1.AddItem "CE"
Me.ComboBox1.AddItem "manque fil"
Me.ComboBox1.AddItem "Manque composant"
End Sub

Private Sub ComboBox1_change()
'Sub sendemail()
Dim myMail As CDO.Message
Set myMail = New CDO.Message
myMail.Configuration.Fields.Item("http://schemas.microsoft.com/cdo/configuration/smtpusessl") = True
myMail.Configuration.Fields.Item("http://schemas.microsoft.com/cdo/configuration/smtpauthenticate") = 1
myMail.Configuration.Fields.Item("http://schemas.microsoft.com/cdo/configuration/smtpserver") = "smtp.gmail.com"
myMail.Configuration.Fields.Item("http://schemas.microsoft.com/cdo/configuration/smtpserverport") = 25
myMail.Configuration.Fields.Item("http://schemas.microsoft.com/cdo/configuration/sendusing") = 2
myMail.Configuration.Fields.Item("http://schemas.microsoft.com/cdo/configuration/sendusername") = "halima.elarbi@gmail.com"
myMail.Configuration.Fields.Item("http://schemas.microsoft.com/cdo/configuration/sendpassword") = "*****"
myMail.Configuration.Fields.Update
With myMail
If ComboBox1.value = "CE" Then
.Subject = " Email from Production"
.From = "halima.elarbi@gmail.com"
.To = "etudiant.ing.set@gmail.com"
.CC = "halima.elarbi@gmail.com"
.BCC = ""
.TextBody = "le service production demande la maintenance pour la chaine 24 ,il y a une panne au niveau du ROB "
' & vbCrLf & ComboBox1.Text

'.AddAttachment "C:\Users\halima\Desktop\email-via-gmail.txt"

If ComboBox1.value = "Ultra Sonic" Then
.Subject = " Email from Production"
.From = "halima.elarbi@gmail.com"
.To = "etudiant.ing.set@gmail.com"
.CC = "halima.elarbi@gmail.com"
.BCC = ""
.TextBody = "le service production demande la maintenance pour la chaine 24 ,il y a une panne au niveau de l'Ultra Sonic "
End If
If ComboBox1.value = "manque fil" Then
.Subject = " Email from Production"
.From = "halima.elarbi@gmail.com"
.To = "etudiant.ing.set@gmail.com"
.CC = "halima.elarbi@gmail.com"
.BCC = ""
.TextBody = "le service production a besoin de l'alimentation pour la chaine 24 ,il y a un manque de fil "
End If
If ComboBox1.value = "Manque composant" Then
.Subject = " Email from Production"
.From = "halima.elarbi@gmail.com"
.To = "etudiant.ing.set@gmail.com"
.CC = "halima.elarbi@gmail.com"
.BCC = ""
.TextBody = "le service production a besoin de l'alimentation pour la chaine 24 ,il y a un manque de composants "
End If
End With

On Error Resume Next
myMail.Send
'MsgBox ("Mail has been sent")
'Set myMail = Nothing
Sheets("arrets").Activate
Range("A" & Range("A" & Cells.Rows.Count).End(xlUp).Row + 1).Select

```

```

End If
If Err Then MsgBox Error
MSComm1.Output = Chr$(TextBox8.value)
End Sub
Private Sub CommandButton1_initialise()
End Sub
Private Sub TextBox1_Change()
TextBox1 = Date
End Sub
Private Sub TextBox2_Change()
TextBox2 = Time
End Sub
Private Sub TextBox4_Change()
Set Ws = Sheets("Données")
If Len(TextBox4.Text) > 8 Then
MsgBox ("scannez le code exact")
End If
TextBox1 = Date
TextBox2 = Time
If Len(TextBox4.Text) = 8 Then
Static Compteur As Long
Compteur = Compteur + 1
TextBox7.value = Compteur
Sheets("Données").Activate
Range("E" & Range("E" & Cells.Rows.Count).End(xlUp).Row + 1).Select
ActiveCell.value = TextBox4.value
Range("F" & Range("F" & Cells.Rows.Count).End(xlUp).Row + 1).Select
ActiveCell.value = TextBox1.value
Range("G" & Range("G" & Cells.Rows.Count).End(xlUp).Row + 1).Select
ActiveCell.value = TextBox2.value
End If

'***** validation du code *****
Dim j As Integer
For j = 1 To 148
If TextBox4.Text = Cells(j, 2).value Then
TextBox5.value = Cells(j, 14).value
TextBox9.value = Cells(j, 1).value
End If
Next
End Sub
Private Sub TextBox5_Change()
On Error Resume Next
If MSComm1.PortOpen = False Then ' vérifier si le port est ouvert
MSComm1.PortOpen = True
End If
If Err Then MsgBox Error 'afficher le message d'erreur
MSComm1.Output = Chr$(TextBox5.value)
End Sub
Private Sub TextBox9_Change()
End Sub
Private Sub UserForm_Click()
End Sub
Private Sub UserForm_Initialize()
TextBox1 = Date
TextBox2 = Time
SpinButton1.Min = 0
SpinButton1.Max = 256
End Sub

```

```

Range("A" & Range("A" & Cells.Rows.Count).End(xlUp).Row + 1).Select
ActiveCell.value = ComboBox1.value
End Sub

Private Sub CommandButton6_Click()
Unload Me
End Sub

Private Sub Label4_Click()
End Sub

Private Sub CommandButton5_Click()
    TextBox1 = Date
    TextBox2 = Time
    On Error Resume Next

    If MSComm1.PortOpen = False Then
        MSComm1.PortOpen = True
    End If
    If Err Then MsgBox Error
        MSComm1.Output = Chr$(0)
    Sheets("arrets").Activate
    Range("B" & Range("B" & Cells.Rows.Count).End(xlUp).Row + 1).Select
    ActiveCell.value = TextBox2.value
End Sub

    Private Sub CommandButton7_Click()
        TextBox1 = Date
        TextBox2 = Time
        Sheets("arrets").Activate
        Range("C" & Range("C" & Cells.Rows.Count).End(xlUp).Row + 1).Select
        ActiveCell.value = TextBox2.value
    End Sub

Private Sub Label10_Click()
End Sub

Private Sub Label11_Click()

End Sub

Private Sub Label5_Click()
End Sub

Private Sub Label9_Click()
End Sub

Private Sub MSComm1_OnComm()
End Sub

Private Sub SpinButton1_SpinDown()
Static var As Integer
var = var - 1
TextBox8.value = Val(TextBox5.value + var)
End Sub

Private Sub SpinButton1_SpinUp()
Static vr As Integer
vr = vr + 1
    TextBox8.value = Val(TextBox5.value + vr)
End Sub

Private Sub TextBox10_Change()
End Sub

Private Sub TextBox6_Change()
Sheets("cal").Activate
If Len(TextBox6.Text) > 1 Then
Range("I" & Range("I" & Cells.Rows.Count).End(xlUp).Row + 1).Select
ActiveCell.value = TextBox6.value
End If
End Sub


Private Sub TextBox7_Change()
End Sub

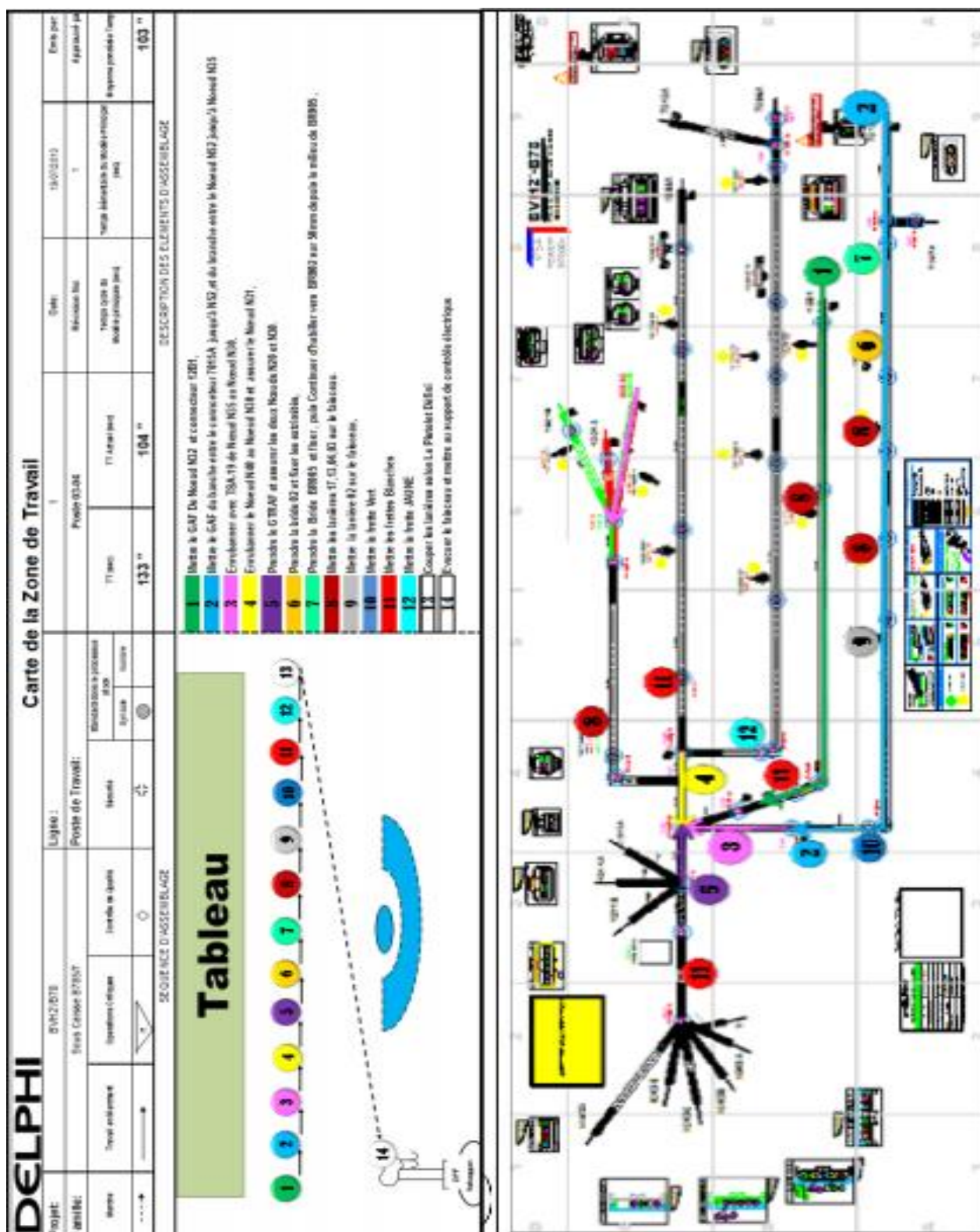
Private Sub TextBox8_Change()
    On Error Resume Next
    If MSComm1.PortOpen = False Then
        MSComm1.PortOpen = True
    End Sub

```




Annexe 2 : Documentaires nécessaires pour la production SOS : Exemple pour une cellule

DELPHI										FORMULAIRE DES OPERATIONS STANDARDS				
Projet:	BVH21B78		Cellule :		1		Date :	19/07/2013		Emis par :		H. Kassoua		
Famille:	Sous caisse B785/7		Poste :		1		Révision N° :	2		Approuvé par :		Oussama Abdelouadi		
Marche	Travail en Marchant	Operations Critiques	Contrôle Qualité	Sécurité	Standard dans le processus stock	TT (sec)	TT Actuel (sec)	Temps cycle du Modèle principale (sec)	Temps élémentaire du Modèle Principal (sec)	Moyenne précédente Temps cycle (sec)	Moyenne précédente Temps élémentaire (sec)			
----->	→	△	◇	+	Symbole Nombre	131"	154"			102"	100"			


	1	Prendre le Manifest et Lire puis Mettre au tableau de kit et mettre au tableau de kit ,
	2	Emballer les 6 fils (Torsade(7032/7031) et 4 fils de connecteur 7097A),
	3	Prendre le connecteur et encliquer les fils du connecteur 7097A,
	4	Prendre le connecteur et encliquer les fils du connecteur 7015A ,
	5	Enfiler les 6 fils à travers le Passe gaine et encliquer aux connecteurs ICK5A/ICK5B/ICK5F & ICK5D,
	6	Emballer les 6 fils (Torsade(7022/7021) et 4 fils du connecteur 7096A),
	7	Prendre le connecteur et encliquer les fils du connecteur 7096A,
	8	Prendre le connecteur et encliquer les fils du connecteur 7010A ,
	9	Pousser la tableau vers la cellule 02 .



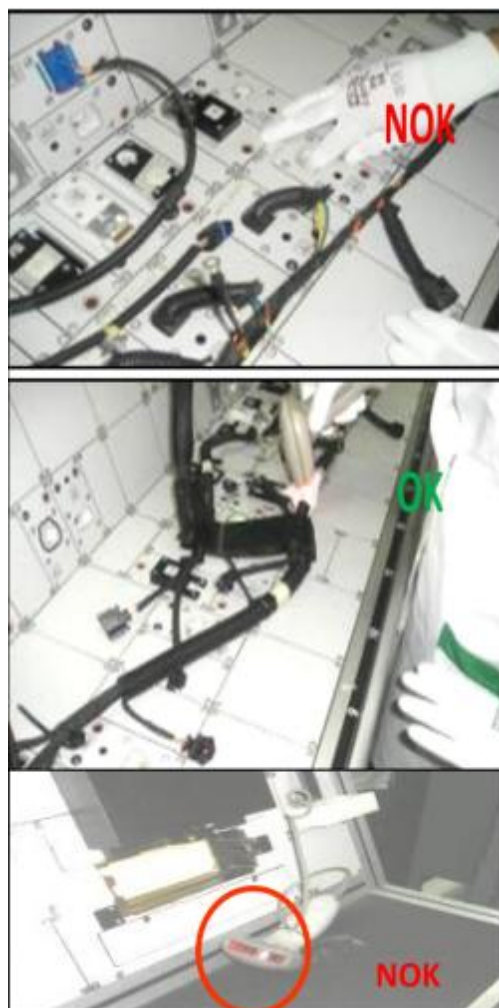
Manifest :

CPN + serial Number		DPN	
Serial Number 606 		CONVEYOR LINE / Stationary Board B78_MAIN PRODUCTION ORDER (Manifest) B78PP0008 	
Family B78_Main 26-05-2014 Value Stream B78_MAIN			
1	24	2	3
3	4	5	30
6	39	7	2
9	1	11	1
Shipping Information 27-May-2014 Tuesday		Production Information 26-May-2014 Monday	
		15529502 	
		CPN	

Kitting Order :

Cell		Kitting Order		Lot		Serial Number		Assembly Line / Workstation	
CELL 1		26/05/2014		39254		to		CELL 2	
								1	
								Value stream: B78_MAIN	
KIT 3		A		4		Hour			
KIT 5		A		4					
KIT 6		A		4					
Shipping Information 27-May-2014 Tuesday		Production Information 26-May-2014 Monday		5656.1252.39254.4 					

Aide Visuel :



L'opération du scan :



Annexe3 : Time Liste de la famille PDP (IP)

CARLINE	PV	DPV	FAMILLE	TEMPS CYCLE		NB PERSONNES	EXIG./SHIFT	EXIG./HEURE	NB CELLULES	EXIG.TOTALE/ SHIFT
B78	B78PDB0576	33109796	B78 IP DAG	1 min	51 sec	29,0	249	32,5	1	249
B78	B78PDB0577	33109797	B78 IP DAG	1 min	55 sec	29,0	240	31,3	1	240
B78	B78PDB0578	33109798	B78 IP DAG	1 min	54 sec	29,0	243	31,7	1	243
B78	B78PDB0500	15528288	B78 IP DAG	2 min	7 sec	29,0	217	28,3	1	217
B78	B78PDB0501	15528289	B78 IP DAG	2 min	2 sec	29,0	226	29,5	1	226
B78	B78PDB0579	33109799	B78 IP DAG	2 min	2 sec	29,0	226	29,4	1	226
B78	B78PDB0502	15528290	B78 IP DAG	2 min	15 sec	29,0	205	26,8	1	205
B78	B78PDB0503	15528291	B78 IP DAG	2 min	9 sec	29,0	213	27,8	1	213
B78	B78PDB0504	15528292	B78 IP DAG	2 min	15 sec	29,0	205	26,8	1	205
B78	B78PDB0505	15528293	B78 IP DAG	2 min	9 sec	29,0	213	27,8	1	213
B78	B78PDB0580	33109800	B78 IP DAG	1 min	54 sec	29,0	241	31,5	1	241
B78	B78PDB0581	33109801	B78 IP DAG	1 min	59 sec	29,0	233	30,4	1	233
B78	B78PDB0506	15528294	B78 IP DAG	2 min	8 sec	29,0	216	28,1	1	216
B78	B78PDB0507	15528295	B78 IP DAG	2 min	3 sec	29,0	225	29,3	1	225
B78	B78PDB0582	33109802	B78 IP DAG	2 min	2 sec	29,0	227	29,6	1	227
B78	B78PDB0508	15528296	B78 IP DAG	2 min	15 sec	29,0	204	26,6	1	204
B78	B78PDB0509	15528297	B78 IP DAG	2 min	10 sec	29,0	212	27,6	1	212
B78	B78PDB0510	15528298	B78 IP DAG	2 min	15 sec	29,0	204	26,6	1	204
B78	B78PDB0511	15528299	B78 IP DAG	2 min	10 sec	29,0	212	27,6	1	212
B78	B78PDB0583	33109803	B78 IP DAG	2 min	1 sec	29,0	229	29,8	1	229
B78	B78PDB0512	15528300	B78 IP DAG	2 min	10 sec	29,0	212	27,7	1	212
B78	B78PDB0513	15528301	B78 IP DAG	2 min	5 sec	29,0	221	28,8	1	221
B78	B78PDB0584	33109804	B78 IP DAG	2 min	8 sec	29,0	216	28,1	1	216

Time Liste de la famille PDP(IP) (Suite)

B78	B78PDB0533	15528281	B78 IP DAD	2 min	33 sec	27,0	181	23,5	1	181
B78	B78PDB0651	33157567	B78 IP DAD	2 min	26 sec	27,0	189	24,6	1	189
B78	B78PDB0534	15528282	B78 IP DAD	2 min	33 sec	27,0	181	23,5	1	181
B78	B78PDB0535	15528283	B78 IP DAD	2 min	27 sec	27,0	188	24,5	1	188
B78	B78PDB0536	15528284	B78 IP DAD	2 min	36 sec	27,0	177	23,1	1	177
B78	B78PDB0537	15528285	B78 IP DAD	2 min	36 sec	27,0	177	23,1	1	177
B78	B78PDB0652	33157568	B78 IP DAD	2 min	6 sec	27,0	219	28,6	1	219
B78	B78PDB0538	15528286	B78 IP DAD	2 min	18 sec	27,0	200	26,0	1	200
B78	B78PDB0653	33157569	B78 IP DAD	2 min	13 sec	27,0	208	27,1	1	208
B78	B78PDB0539	15528287	B78 IP DAD	2 min	27 sec	27,0	188	24,5	1	188
B78	B78PDB0632	33134008	B78 IP DAD	2 min	25 sec	27,0	191	24,9	1	191
B78	B78PDB0633	33134009	B78 IP DAD	2 min	25 sec	27,0	191	24,9	1	191
B78	B78PDB0634	33134010	B78 IP DAD	2 min	37 sec	27,0	176	23,0	1	176
B78	B78PDB0589	33109795	B78 IP DAD	2 min	2 sec	29,0	226	29,5	1	226
B78	B78PDB0548	15533744	B78 IP DAD	2 min	19 sec	29,0	199	25,9	1	199
B78	B78PDB0549	15533745	B78 IP DAD	2 min	20 sec	29,0	198	25,8	1	198
B78	B78PDB0550	15533746	B78 IP DAD	2 min	22 sec	29,0	195	25,4	1	195
B78	B78PDB0551	15533747	B78 IP DAD	2 min	24 sec	29,0	191	24,9	1	191
B78	B78PDB0556	15547868	B78 IP DAD	2 min	14 sec	29,0	206	26,8	1	206
B78	B78PDB0557	15547869	B78 IP DAD	2 min	16 sec	29,0	203	26,4	1	203
B78	B78PDB0558	15547870	B78 IP DAD	2 min	19 sec	29,0	199	25,9	1	199
B78	B78PDB0559	15547871	B78 IP DAD	2 min	19 sec	29,0	199	25,9	1	199
B78	B78PDB0560	15547872	B78 IP DAD	2 min	21 sec	29,0	196	25,5	1	196
B78	B78PDB0561	15547873	B78 IP DAD	2 min	24 sec	29,0	192	25,1	1	192
B78	B78PDB0571	33109790	B78 IP DAD	2 min	11 sec	29,0	211	27,5	1	211
B78	B78PDB0572	33109791	B78 IP DAD	2 min	12 sec	29,0	209	27,3	1	209
B78	B78PDB0573	33109792	B78 IP DAD	2 min	14 sec	29,0	206	26,9	1	206
B78	B78PDB0574	33109793	B78 IP DAD	2 min	17 sec	29,0	202	26,3	1	202

Time Liste de la famille PDP(IP) (Suite)

B78	B78PDB0622	33133998	B78 IP DAG	2 min	26 sec	27,0	189	24,6	1	189
B78	B78PDB0623	33133999	B78 IP DAG	2 min	11 sec	27,0	211	27,6	1	211
B78	B78PDB0624	33134000	B78 IP DAG	2 min	17 sec	27,0	202	26,3	1	202
B78	B78PDB0625	33134001	B78 IP DAG	2 min	20 sec	27,0	197	25,7	1	197
B78	B78PDB0626	33134002	B78 IP DAG	2 min	39 sec	27,0	173	22,6	1	173
B78	B78PDB0627	33134003	B78 IP DAG	2 min	33 sec	27,0	180	23,5	1	180
B78	B78PDB0628	33134004	B78 IP DAG	2 min	42 sec	27,0	171	22,3	1	171
B78	B78PDB0629	33134005	B78 IP DAG	2 min	35 sec	27,0	178	23,2	1	178
B78	B78PDB0630	33134006	B78 IP DAG	2 min	20 sec	27,0	197	25,7	1	197
B78	B78PDB0631	33134007	B78 IP DAG	2 min	20 sec	27,0	197	25,7	1	197
B78	B78PDB0660	33213155	B78 IP DAG	2 min	16 sec	26,0	203	26,5	1	203
B78	B78PDB0661	33213156	B78 IP DAG	2 min	24 sec	26,0	192	25,0	1	192
B78	B78PDB0662	33213157	B78 IP DAG	2 min	23 sec	26,0	193	25,2	1	193
B78	B78PDB0526	15528274	B78 IP DAG	2 min	17 sec	27,0	202	26,3	1	202
B78	B78PDB0527	15528275	B78 IP DAG	2 min	25 sec	27,0	190	24,8	1	190
B78	B78PDB0528	15528276	B78 IP DAG	2 min	30 sec	27,0	184	24,1	1	184
B78	B78PDB0648	33157564	B78 IP DAG	2 min	15 sec	27,0	204	26,6	1	204
B78	B78PDB0529	15528277	B78 IP DAG	2 min	22 sec	27,0	194	25,4	1	194
B78	B78PDB0649	33157565	B78 IP DAG	2 min	24 sec	27,0	192	25,0	1	192
B78	B78PDB0530	15528278	B78 IP DAG	2 min	31 sec	27,0	183	23,9	1	183
B78	B78PDB0531	15528279	B78 IP DAG	2 min	31 sec	27,0	183	23,9	1	183
B78	B78PDB0532	15528280	B78 IP DAG	2 min	24 sec	27,0	191	25,0	1	191
B78	B78PDB0650	33157566	B78 IP DAG	2 min	23 sec	27,0	192	25,1	1	192
B78	B78PDB0533	15528281	B78 IP DAG	2 min	33 sec	27,0	181	23,5	1	181



Time Liste de la famille PDP (IP) (Suite)

B78	B78PDB0605	33133981	B78 IP DAG	2 min	32 sec	27,0	182	23,7	1	182
B78	B78PDB0606	33133982	B78 IP DAG	2 min	25 sec	27,0	190	24,8	1	190
B78	B78PDB0641	33157577	B78 IP DAG	2 min	22 sec	27,0	195	25,4	1	195
B78	B78PDB0607	33133983	B78 IP DAG	2 min	32 sec	27,0	182	23,7	1	182
B78	B78PDB0608	33133984	B78 IP DAG	2 min	26 sec	27,0	190	24,7	1	190
B78	B78PDB0642	33157578	B78 IP DAG	2 min	13 sec	27,0	208	27,1	1	208
B78	B78PDB0609	33133985	B78 IP DAG	2 min	22 sec	27,0	195	25,4	1	195
B78	B78PDB0610	33133986	B78 IP DAG	2 min	19 sec	27,0	198	25,8	1	198
B78	B78PDB0643	33157579	B78 IP DAG	2 min	21 sec	27,0	196	25,6	1	196
B78	B78PDB0611	33133987	B78 IP DAG	2 min	29 sec	27,0	185	24,1	1	185
B78	B78PDB0612	33133988	B78 IP DAG	2 min	28 sec	27,0	187	24,4	1	187
B78	B78PDB0644	33157580	B78 IP DAG	2 min	21 sec	27,0	196	25,5	1	196
B78	B78PDB0613	33133989	B78 IP DAG	2 min	31 sec	27,0	183	23,8	1	183
B78	B78PDB0614	33133990	B78 IP DAG	2 min	28 sec	27,0	187	24,4	1	187
B78	B78PDB0615	33133991	B78 IP DAG	2 min	25 sec	27,0	190	24,7	1	190
B78	B78PDB0616	33133992	B78 IP DAG	2 min	22 sec	27,0	194	25,4	1	194
B78	B78PDB0617	33133993	B78 IP DAG	2 min	32 sec	27,0	182	23,7	1	182
B78	B78PDB0618	33133994	B78 IP DAG	2 min	30 sec	27,0	184	24,0	1	184
B78	B78PDB0619	33133995	B78 IP DAG	2 min	32 sec	27,0	181	23,6	1	181
B78	B78PDB0620	33133996	B78 IP DAG	2 min	26 sec	27,0	189	24,7	1	189
B78	B78PDB0645	33157581	B78 IP DAG	2 min	2 sec	27,0	227	29,6	1	227
B78	B78PDB0646	33157582	B78 IP DAG	2 min	4 sec	27,0	223	29,1	1	223
B78	B78PDB0621	33133997	B78 IP DAG	2 min	13 sec	27,0	207	27,0	1	207
B78	B78PDB0647	33157583	B78 IP DAG	2 min	13 sec	27,0	208	27,1	1	208

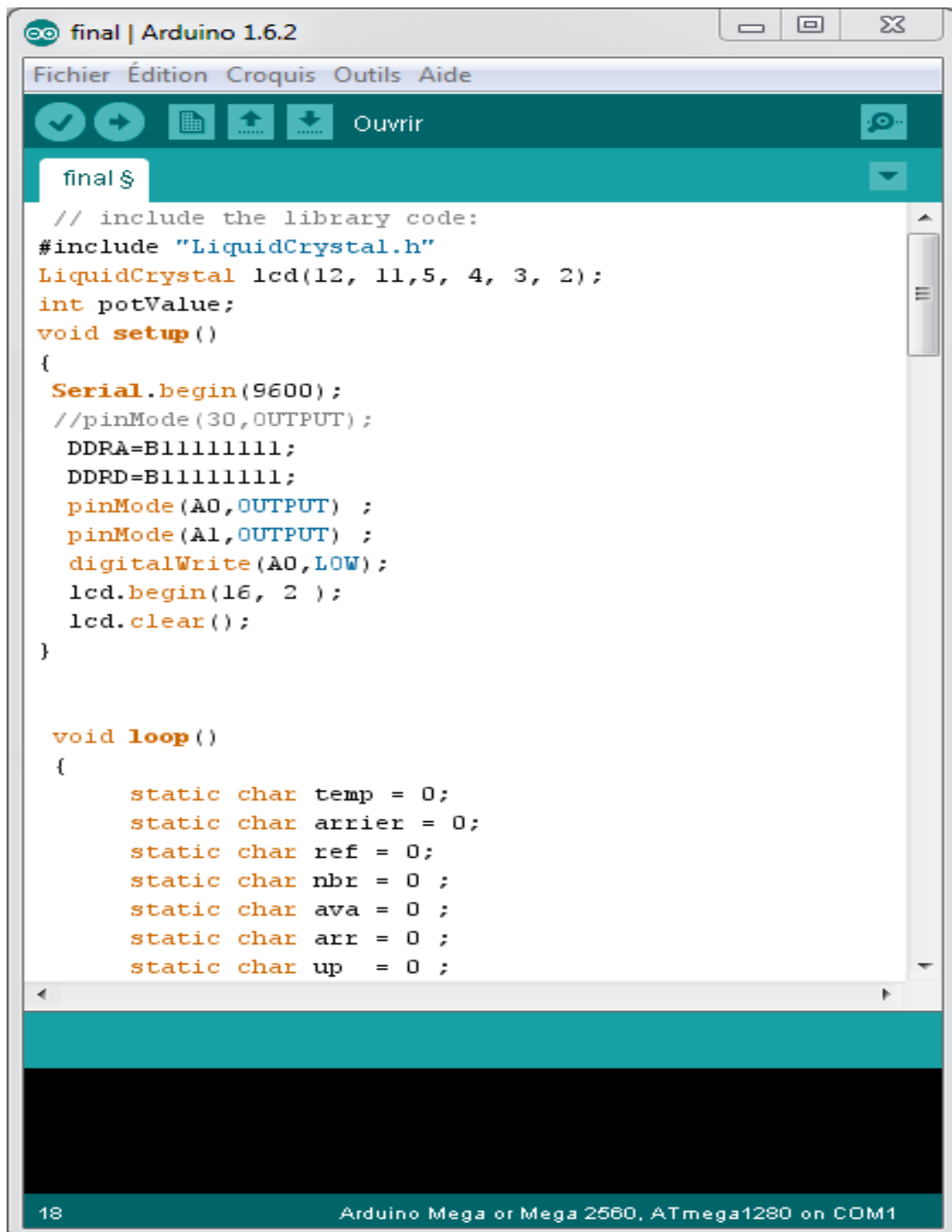
Time Liste de la famille PDP (IP) (Suite)

B78	B78PDB0552	15547864	B78 IP DAG	1 min	59 sec	29,0	232	30,3	1	232
B78	B78PDB0553	15547865	B78 IP DAG	2 min	4 sec	29,0	223	29,1	1	223
B78	B78PDB0554	15547866	B78 IP DAG	2 min	1 sec	29,0	228	29,7	1	228
B78	B78PDB0555	15547867	B78 IP DAG	2 min	6 sec	29,0	220	28,6	1	220
B78	B78PDB0562	33109809	B78 IP DAG	2 min	12 sec	29,0	210	27,3	1	210
B78	B78PDB0563	33109810	B78 IP DAG	2 min	7 sec	29,0	218	28,4	1	218
B78	B78PDB0564	33109811	B78 IP DAG	2 min	13 sec	29,0	208	27,2	1	208
B78	B78PDB0565	33109812	B78 IP DAG	2 min	7 sec	29,0	217	28,2	1	217
B78	B78PDB0566	33109813	B78 IP DAG	2 min	15 sec	29,0	205	26,7	1	205
B78	B78PDB0567	33109814	B78 IP DAG	2 min	10 sec	29,0	213	27,8	1	213
B78	B78PDB0568	33109815	B78 IP DAG	2 min	17 sec	29,0	201	26,3	1	201
B78	B78PDB0569	33109816	B78 IP DAG	2 min	12 sec	29,0	209	27,3	1	209
B78	B78PDB0570	33109817	B78 IP DAG	2 min	7 sec	29,0	217	28,4	1	217
B78	B78PDB0635	33157571	B78 IP DAG	2 min	7 sec	27,0	218	28,4	1	218
B78	B78PDB0600	33133976	B78 IP DAG	2 min	21 sec	27,0	196	25,5	1	196
B78	B78PDB0636	33157572	B78 IP DAG	2 min	17 sec	27,0	201	26,2	1	201
B78	B78PDB0601	33133977	B78 IP DAG	2 min	28 sec	27,0	187	24,4	1	187
B78	B78PDB0637	33157573	B78 IP DAG	2 min	18 sec	27,0	200	26,1	1	200
B78	B78PDB0602	33133978	B78 IP DAG	2 min	28 sec	27,0	187	24,3	1	187
B78	B78PDB0638	33157574	B78 IP DAG	2 min	5 sec	27,0	221	28,8	1	221
B78	B78PDB0639	33157575	B78 IP DAG	2 min	12 sec	27,0	209	27,3	1	209
B78	B78PDB0603	33133979	B78 IP DAG	2 min	24 sec	27,0	192	25,1	1	192
B78	B78PDB0604	33133980	B78 IP DAG	2 min	17 sec	27,0	201	26,3	1	201
B78	B78PDB0640	33157576	B78 IP DAG	2 min	19 sec	27,0	199	26,0	1	199
B78	B78PDB0605	33133981	B78 IP DAG	2 min	32 sec	27,0	182	23,7	1	182

Time Liste de la famille PDP (IP) (Suite)

B78	B78PDB0514	15528302	B78 IP DAG	2 min	18 sec	29,0	201	26,2	1	201
B78	B78PDB0515	15528303	B78 IP DAG	2 min	12 sec	29,0	208	27,2	1	208
B78	B78PDB0516	15528304	B78 IP DAG	2 min	18 sec	29,0	201	26,2	1	201
B78	B78PDB0517	15528305	B78 IP DAG	2 min	12 sec	29,0	208	27,2	1	208
B78	B78PDB0585	33109805	B78 IP DAG	2 min	3 sec	29,0	224	29,3	1	224
B78	B78PDB0518	15528306	B78 IP DAG	2 min	13 sec	29,0	208	27,2	1	208
B78	B78PDB0519	15528307	B78 IP DAG	2 min	7 sec	29,0	217	28,3	1	217
B78	B78PDB0520	15528308	B78 IP DAG	2 min	20 sec	29,0	197	25,7	1	197
B78	B78PDB0521	15528309	B78 IP DAG	2 min	15 sec	29,0	205	26,7	1	205
B78	B78PDB0522	15528310	B78 IP DAG	2 min	20 sec	29,0	197	25,7	1	197
B78	B78PDB0523	15528311	B78 IP DAG	2 min	15 sec	29,0	205	26,7	1	205
B78	B78PDB0586	33109806	B78 IP DAG	1 min	49 sec	29,0	254	33,1	1	254
B78	B78PDB0587	33109807	B78 IP DAG	1 min	53 sec	29,0	244	31,9	1	244
B78	B78PDB0524	15528312	B78 IP DAG	2 min	3 sec	29,0	225	29,3	1	225
B78	B78PDB0588	33109808	B78 IP DAG	2 min	0 sec	29,0	229	29,9	1	229
B78	B78PDB0525	15528313	B78 IP DAG	2 min	10 sec	29,0	212	27,6	1	212
B78	B78PDB0540	15533736	B78 IP DAG	2 min	19 sec	29,0	198	25,9	1	198
B78	B78PDB0541	15533737	B78 IP DAG	2 min	14 sec	29,0	206	26,9	1	206
B78	B78PDB0542	15533738	B78 IP DAG	2 min	20 sec	29,0	197	25,7	1	197
B78	B78PDB0543	15533739	B78 IP DAG	2 min	15 sec	29,0	205	26,7	1	205
B78	B78PDB0544	15533740	B78 IP DAG	2 min	22 sec	29,0	194	25,3	1	194
B78	B78PDB0545	15533741	B78 IP DAG	2 min	17 sec	29,0	201	26,3	1	201
B78	B78PDB0546	15533742	B78 IP DAG	2 min	25 sec	29,0	191	24,9	1	191
B78	B78PDB0547	15533743	B78 IP DAG	2 min	19 sec	29,0	198	25,8	1	198

Annexe 4 : Programme Arduino






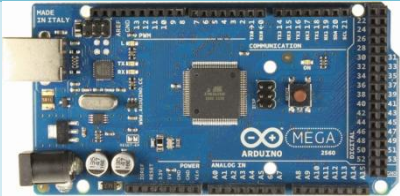


The screenshot shows the Arduino IDE 1.6.2 window. The title bar reads "final | Arduino 1.6.2". The menu bar includes "Fichier", "Édition", "Croquis", "Outils", and "Aide". The toolbar contains icons for opening files, saving, and other functions, with the text "Ouvrir" next to the open file icon. The main text area displays the following code:

```
// include the library code:
#include "LiquidCrystal.h"
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);
int potValue;
void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  //pinMode(30, OUTPUT);
  DDRA=B11111111;
  DDRD=B11111111;
  pinMode(A0, OUTPUT);
  pinMode(A1, OUTPUT);
  digitalWrite(A0, LOW);
  lcd.begin(16, 2);
  lcd.clear();
}

void loop()
{
  static char temp = 0;
  static char arrier = 0;
  static char ref = 0;
  static char nbr = 0;
  static char ava = 0;
  static char arr = 0;
  static char up = 0;
```

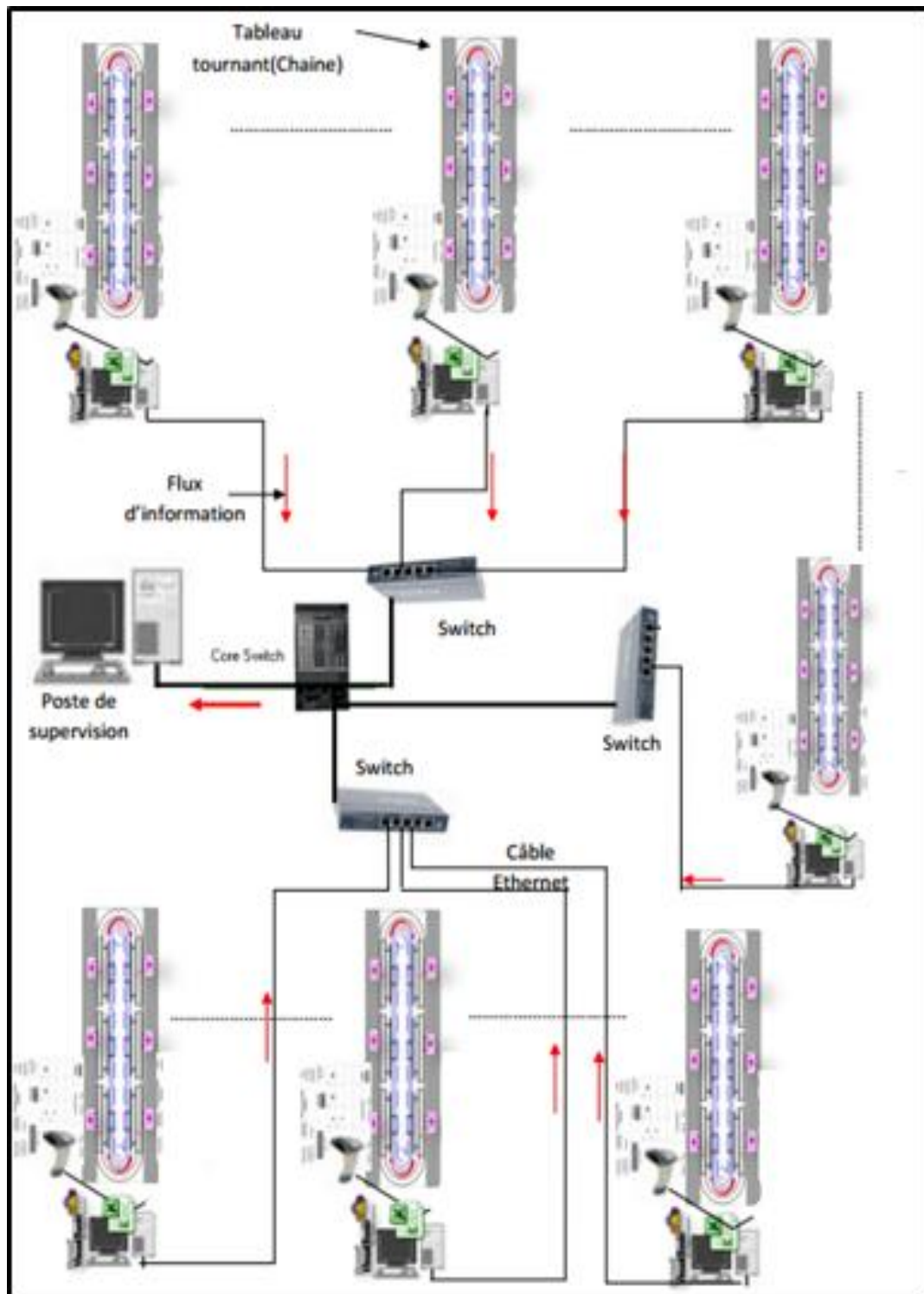
The status bar at the bottom indicates "18" on the left and "Arduino Mega or Mega 2560, ATmega1280 on COM1" on the right.

Annexe5 : Matériel pour le projet

Matériel	Prix unitaire	Quantité	Exemplaire
Ordinateur	4000 DH	1	
Scanner	3000 DH	1	
Câble RS23	100 DH	1	
Circuit ARDUINO	500 DH	1	
Afficheur LCD 16*4	100 DH		
Batterie & Câbles de Connexions	50 DH	1	
Totale	7750 DH		

Annexe6 : Perspectives

A l'issue de la réussite de ce projet, une généralisation du système au niveau de toutes les zones d'assemblage de l'usine est prévue, en connectant l'application via un réseau LAN (Local Area Network) pour faciliter la supervision du processus de production.



Résumé

L'objectif de ce travail est la conception d'un système lié à dans la chaîne d'assemblage des faisceaux électriques, pour commander la marche du moteur selon le temps cycle exigé pour chaque référence de câble à produire. Ce système va permettre aux responsables ainsi qu'aux agents de production de minimiser le temps lié à la mise en marche de la chaîne pour chaque changement de référence, ainsi le suivi de la production par les responsables de l'ingénierie notamment les arrêts et les pannes qui gênent le déroulement du travail selon les exigences demandées. Ce travail a commencé par une brève description de l'opération d'assemblage suivi de l'élaboration du cahier des charges. Par la suite, une étude de conception de l'interface Homme Machine (IHM), ainsi du circuit électronique de commande ont été entamé par le biais de l'analyse des besoins, pour en retenir enfin la meilleure architecture du système. Finalement, l'archivage de toutes ces données, permettra de générer un gain considérable en termes de supervision et contrôle de la production.

Abstract

The purpose of this work is the design of a system included in the chain assembly of wires, for controlling engine operation according to the cycle time required for each cable reference to produce. This system will enable engineers and the agents of production to minimize the time linked to the start of the sequence of production for each change of reference and monitoring of production by the head of engineering including stopping and failures that interrupt work flow according to the required demands. This work began with a brief description of the assembly operation followed by the development of the specifications. Subsequently, a design of a Human Machine Interface (HMI) and the electronic control circuit were initiated through the examination of needs, to finally select the perfect architecture of the new system. So the records of all this data will generate a significant gain in terms of supervision and control of production.