



Université Sidi Mohamed Ben Abdellah
Faculté des Sciences et Techniques de Fès
Département de Génie Industriel



Mémoire de Projet de fin d'étude

Préparé par

ALAMI BADAoui Kamal

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat

Spécialité : Ingénierie en Mécatronique

Intitulé

**Implantation de deux machines extrudeuses de câble
& la mise à niveau d'une ligne de production.**

Lieu : Société Nexans
Réf : 2 /IMT15

Soutenu le 3 Juillet 2015 devant le jury :

- Pr L.HAMEDI (Encadrant FST)
- Mr. BAKHOUCI (Encadrant Société)
- Pr. RJEBA (Examinateur)
- Pr. RZINE (Examinateur)



Nexans



Résumé



Dans un environnement économique orienté vers une concurrence justifiée par la mondialisation, l'excellence opérationnelle, la conquête de nouveaux marchés deviennent par conséquent des nécessités permanentes pour toute entreprise. Dans ce cadre, Nexans a décidé de lancer le projet ALOFOQ, dont l'objectif est de faire du site de Mohammedia, une des usines modèles du groupe et de consolider la position de leadership du groupe sur le marché marocain et africain.

Ce projet d'excellence d'une durée de deux ans conduira au renforcement de la sécurité, à la réduction des surconsommations, à l'amélioration du TRS, l'augmentation du volume de production, à la maîtrise des standards de production, à la simplification des process, et enfin à la performance individuelle et collective.

Dans ce contexte de volonté d'augmentation des volumes et d'optimisation des processus, le présent projet de fin d'études traite de ma participation dans le cadre de l'implantation de deux extrudeuses auxiliaires de câbles dans deux lignes de production IKO et B8, dans l'atelier d'unité de câble automobile au sein de Nexans Maroc – SIM, ainsi que la mise à niveau de la ligne de production B8 : l'implantation de ces extrudeuses permettra de produire des câbles Rhayflex extrudés avec deux couleurs vert/jaune pour répondre à une commande d'un client allemand, et la mise à niveau permettra d'améliorer le TRS de la ligne B8.

Abstract

Opening up to other market and win new customers trust, and achieve performance excellence is the vision of the whole competitive society.

It is in this challenge that Nexans has implemented a project to ALOFOQ make Mohammedia industrial site an exemplary site of the group in the world.

My mission is to implant two auxiliary cable extruders to respond to a request for a customer in Germany, which will open the doors to the European market.

The other task is to establish a continuous improvement of an insulation line within Nexans Morocco – SIM, is a strategic mission of transformation that aims to develop a culture of industrial excellence. Its main purpose is to act on performance brakes and can improve the TRS. For this, we need to work on the concept of value of project delivery model based, understand the business problem that Nexans wants to solve, seek management commitment to work and provide support to the resolution of the problem and get the result in a sustainable way, should define the current state and the goals and objectives that will define the success of the project in the management of the labor order to demonstrate commitment in terms of revising the structure and work on issues that climbing is beyond the control of the team working on the project.

Dédicace

A Dieu, Le Tout Puissant, Le Clément, Le Glorieux, Le Juste et Le Gracieux qui m'a accordé santé, force et courage pendant toutes mes années d'études.

A mes très chers parents

Mr. Mostapha et Mme Najat ALAMI BADAoui

En reconnaissance, rien au monde ne vaut les efforts fournis jour et nuit pour mon éducation et mon bien être. Ce travail est le fruit de vos sacrifices que vous avez consentis pour mon éducation et ma formation.

A mes chers frères

Driss et Noureddine

A mes deux sœurs

Jihane et Ghizlane

Vous êtes l'exemple de dévouement qui n'a pas cessé de m'encourager et de prier pour moi.

Puisse Dieu vous garder et vous préserver à moi.

A tous ceux qui me sont chers

Je dédie ce modeste travail

A toute ma famille,

A toutes mes amis,

Je vous remercie de votre patience, vous m'avez toujours soutenus et aidés à avancer pour devenir ce que je suis aujourd'hui.

A mes camarades de la FST de Fès,

A vous je dédie ce travail,

Que ce travail soit l'aboutissement de vos innombrables sacrifices et prières.

Remerciements

La réalisation de ce travail a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui je voudrais témoigner toute ma reconnaissance.

Je voudrais tout d'abord adresser toute ma gratitude au chef de ce travail, M. BAKHOUCI Aziz, pour sa patience, sa disponibilité et surtout ses judicieux conseils, qui ont contribué à alimenter ma réflexion.

Je voudrais aussi remercier M. AYYOUB Yassine de son aide précieux, sa disponibilité, son engagement ainsi que son encadrement, qui m'a beaucoup aidé pour réaliser ce projet.

Mes sincères remerciements vont à la Direction de Nexans Maroc – SIM pour m'avoir accordé l'opportunité de passer mon stage de fin d'étude en son sein.

Je remercie de tout cœur mon encadrant à la FST, M. HAMED Lhabibpour tout l'intérêt manifesté à l'égard du sujet, pour tout son riche apport ainsi que pour sa disponibilité et ses précieuses orientations.

Je désire aussi remercier mes professeurs du Génie Mécatronique, qui m'ont fourni les outils nécessaires à la réussite de mes études universitaires.

Je voudrais exprimer ma reconnaissance envers les amis et collègues qui m'ont apporté leur support moral et intellectuel tout au long de ma démarche. Un grand merci à LOUGHAOUI Mhamed, HADOUCH Abdel, KABRAOUI Abdallah et LAAMIRI Mohamed, OUADANE Rachid pour le soutien tout au long de ma période de stage, ils ont grandement facilité mon travail.

Je ne saurais passer sous silence le cadre convivial, l'accueil chaleureux et la grande attention que m'ont réservés tous les professeurs et tout le personnel du Génie Mécatronique de la FST. Je remercie vivement tous les membres du jury pour avoir accepté de juger mon travail.

Enfin, à tous ceux qui de près ou de loin m'ont apporté leurs soutiens, je tiens à leur témoigner toute ma gratitude.

LISTE DES ABREVIATIONS

ALOFOQ:	Nom du projet global
Rhayflex:	Sous-projet d'ALOFOQ
SIM:	Site industriel Mohammedia

B8:	Ligne de production de câble automobile
Iko:	Ligne de production de câble automobile
ITAL:	Ligne de production de câble automobile
AMDEC:	Analyse des modes de défaillance, de leurs effets et de leur criticité
TRS:	Taux de rendement synthétique
FIFO:	First in First out
SMED:	Single-Minute exchange of die
5M:	Matière, milieu, main d'œuvre, méthode, matériel

LISTE DES FIGURES

Figure 1:	Présence des usines Nexans dans le monde.....	8
Figure 2:	Organigramme du comité de direction Nexans Maroc.....	10
Figure 3:	Unité du site de Mohammedia.....	11
Figure 4:	Procédé de tréfilage.....	11
Figure 5:	Extrusion du câble industriel.....	12
Figure 6:	Assemblage du câble industriel.....	13
Figure 7:	Câble armé.....	13
Figure 8:	Diagramme bête à corne	16
Figure 9:	Démarche de qualification des indices.....	17
Figure 10:	État d'avancement réel.....	22
Figure 11:	L'état initial des deux extrudeuses auxiliaires.....	23
Figure 12:	L'état initial des extrudeuses auxiliaires avec la cotation réelle.....	24

Figure 13:	Etat des châssis avant modification.....	25
Figure 14:	Etat des châssis après modification.....	26
Figure 15:	Le Châssis après modification.....	26
Figure 16:	L'état initial de la ligne B8.....	27
Figure 17:	L'état initial de la ligne B8.....	27
Figure 18:	Implantation sur la ligne B8.....	28
Figure 19:	Etat initial la ligne B8.....	29
Figure 20:	Extrudeuse auxiliaire sur son nouveau châssis et implanté.....	29
Figure 21:	L'état initial IKO.....	30
Figure 22:	L'état initial IKO.....	30
Figure 23:	Implantation IKO.....	31
Figure 24:	Architecture électrique.....	32
Figure 25:	Résistance chauffante du corps.....	33
Figure 26:	La sonde de température.....	33
Figure 27:	Architecture de raccordement.....	34
Figure 28:	L'état avant (A) et après (B) de l'armoire électrique.....	34
Figure 29:	Régulateur eurotherme 94.....	37
Figure 30:	Régulateur ero-electronique.....	38
Figure 31:	L'armoire électrique (a) et le coffret de commande (b).....	40
Figure 32:	L'armoire électrique de la ligne IKO en preparation.....	43
Figure 33:	Explication du TRS.....	45
Figure 34:	Evolution TRS ligne B8.....	46
Figure 35:	Camembert de la machine B8 mois d'Avril.....	48
Figure 36:	Camembert de la machine B8 mois de Mai.....	49
Figure 37:	Graphe de Waterfall.....	49
Figure 38:	Graphe de Waterfall prévisionnel.....	52

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1:	AMDEC Projet.....	18
Tableau 2:	Plan d'action du service mécanique et électrique.....	19
Tableau 3 :	Plan d'action général.....	21
Tableau 4 :	Indicateur d'avancement	22
Tableau 5:	Caractéristique de l'extrudeuse auxiliaire.....	34
Tableau 6:	Equipement nécessaire à la commande du moteur.....	34
Tableau 7:	Liste des composants de l'extrudeuse auxiliaire B8.....	35
Tableau 8:	Eléments constituant l'armoire électrique B8.....	38

Tableau 9:	Liste des composants de l'extrudeuse auxiliaire IKO.....	40
Tableau 10:	Equipement constituant l'armoire électrique d'IKO.....	41
Tableau 11:	Détail du mois de Janvier.....	45
Tableau 12:	Détail du mois de Février.....	46
Tableau 13:	Détail du mois de Mars.....	46
Tableau 14:	Suivi des Non-TRS mois d'Avril et Mai.....	47

TABLE DES MATIÈRES

Dédicace.....	1
Remerciements.....	2
Liste des abréviations.....	3
Liste des figures.....	4
Liste des tableaux.....	5
Table des matières.....	6
Introduction Générale.....	7
<u>Chapitre 1 : Présentation de l'entreprise d'accueil.....</u>	8
1 Nexans Monde.....	8
2 Nexans Maroc.....	10
3 Processus de fabrication des câbles.....	11
<u>Chapitre 2 : Présentation du projet.....</u>	15
1 Introduction.....	15
2 Analyse du besoin.....	16

3 Analyse des risques.....	17
4 Plan d'action.....	19
4.1 Plan d'action mécanique et électrique.....	19
4.2 Plan d'action général.....	20
4.3 Avancement réel.....	22
<u>Chapitre 3 : Etude de l'implantation</u>	23
1 Etude et le suivi des actions mécaniques.....	23
1.1 L'état initial et modification des extrudeuses auxiliaires.....	23
1.2 Implantation sur la ligne B8.....	26
1.3 Implantation sur la ligne IKO.....	30
2 Etude et le suivi des actions électriques.....	31
2.1 Préparation de l'armoire électrique pour la ligne B8.....	31
2.2 Schéma électrique de l'armoire électrique B8.....	37
2.3 Préparation de l'armoire électrique pour la ligne IKO.....	39
2.4 Schéma électrique de l'armoire électrique IKO.....	41
<u>Chapitre 4 : Mise à niveau de la ligne B8</u>	43
1 Introduction.....	43
2 Etude et diagnostic de l'état actuel.....	45
2.1 Collecte de donnée.....	45
3 Analyse et diagnostic.....	46
4 Objectif.....	51
<u>Conclusion générale</u>	52
<u>Bibliographie</u>	53

Introduction générale

Le rôle de l'entreprise, et a fortiori l'entreprise industriel, est primordiale dans la croissance économique et le bien-être du corps social. Afin d'assurer ce rôle, l'entreprise doit continuellement mener des actions d'innovation, d'amélioration de la compétitivité et d'intelligence économique tout en assurant ses projets d'investissements futurs. La réussite de ces actions tient en l'existence d'une vision stratégique qui se décline en un portefeuille de projets qui doivent être gérés et suivis d'une manière efficace pour assurer leur réussite.

Dans un contexte de changement perpétuel de l'environnement technico-économique, de mutations technologiques et de mondialisation des échanges, l'entreprise contemporaine est devenue constamment soumise aux pressions conjuguées de la concurrence, de l'appareil de production et du client. Face à cette situation, la recherche de nouveaux marchés constitue un facteur clé permettant à une société d'être compétitive.

Dans ce contexte, mon stage de fin d'étude à l'usine Nexans de Mohammédia spécialisée dans le câblage a consisté à réaliser d'une part, une étude pour l'implantation de deux extrudeuses auxiliaires de câble afin d'assurer la réalisation d'une commande d'un client allemand dans le cadre du projet Rhayflex qui ouvrira les portes sur le marché européen, et d'autre part réaliser une analyse pour améliorer la performance de la ligne de production B8 par l'augmentation de son TRS qui permettra d'augmenter la performance de la ligne.

Par ce présent rapport, je présente le travail que j'ai accompli dans le cadre de mon stage de fin d'étude. Ce rapport est constitué de quatre chapitres : le premier est consacré à la présentation de Nexans Maroc et de son processus de fabrication dans l'objectif de mieux situer le cadre du travail entrepris. Le deuxième chapitre est dédié à la présentation du projet d'implantation des deux extrudeuses auxiliaires. Le troisième chapitre représente l'étude technique du projet. Et enfin le quatrième chapitre est consacré à l'analyse de la ligne B8 ainsi que la démarche de réalisation pour sa mise à niveau.

CHAPITRE I

Présentation de l'entreprise d'accueil

Introduction

Ce chapitre présente le groupe Nexans dans le monde et ces marchés principaux, ainsi que la présentation du groupe Nexans Maroc, ces différentes unités, et les processus de fabrication des câbles.

1. Nexans Monde

Inscrivant l'énergie au cœur de son développement, le Groupe Nexans est un acteur mondial des marchés d'infrastructures, de l'industrie, du bâtiment et des réseaux locaux de transmission de données.

Expert mondial de l'industrie du câble, le Groupe propose une large gamme de câbles et systèmes de câblage qui améliorent la productivité et la performance des entreprises, la sécurité et la qualité de la vie, et assurent la fiabilité à long terme des réseaux.

Etant positionné sur trois marchés principaux : infrastructure d'énergie (transmission et distribution), industrie et bâtiment, le Groupe Nexans apporte des solutions pour les applications les plus complexes et les environnements les plus exigeants, d'où sa présence dans les différents continents du monde. (Figure 1)



Figure 1 : Présence des usines Nexans dans le monde

À l'écoute de ses clients, opérateurs de réseaux, producteurs d'énergie, exploitants miniers, sociétés d'ingénierie, constructeurs d'équipements, d'infrastructures et de bâtiments, installateurs et distributeurs, Nexans développe des offres complètes par segment de marché.

Ses prestations couvrent toute la chaîne de valeur : étude, conception, production, installation, formation, services, surveillance et contrôle des installations. Leadership technologique, expertise mondiale, ancrage local : Nexans satisfait des besoins essentiels dans les meilleures conditions de sécurité, de performance, de respect des personnes et de l'environnement.

Les différents secteurs d'activités du Groupe Nexans :

- **Infrastructures**

Nexans propose une gamme complète de câbles et solutions de câblage pour la production, le transport et la distribution de l'énergie. Des technologies nouvelles permettent d'augmenter considérablement la capacité et réduisent les risques de saturation des réseaux.

Pour renforcer la sécurité et l'efficacité des infrastructures ferroviaires, Nexans propose des câbles spécialement adaptés à cet environnement exigeant.

- **Industrie**

Nexans propose une offre complète de câbles et de solutions destinés à des segments de marché aussi divers que les industries automobile, aérospatiale, navale, ferroviaire, pétrolière et gazière, ou encore la manutention des matériaux et les automatismes.

- **Bâtiment**

Nexans fournit des câbles et solutions réseau pour les constructions de tous types, depuis les résidences individuelles jusqu'aux bâtiments publics, aux bureaux et aux complexes industriels.

Le Groupe a mis au point des câbles performants au feu pour la sécurité publique, créé des solutions Ethernet industrielles pour rapprocher le bureau de l'atelier de production, et facilité le recyclage de ses produits.

Depuis les produits standards jusqu'aux solutions d'énergie renouvelable, Nexans contribue à la construction et la rénovation de « bâtiments durables ».

- **Réseaux locaux de transmission de données (LAN)**

Nexans fournit des câbles et systèmes de câblage pour les entreprises et organisations les plus consommatrices de bande passante : centres de données, services de sécurité et réseaux de stockage.

Les solutions sophistiquées de Nexans permettent de gérer les données, de protéger les systèmes, de transmettre à haut débit et de sauvegarder des informations vitales.

2. Nexans Maroc

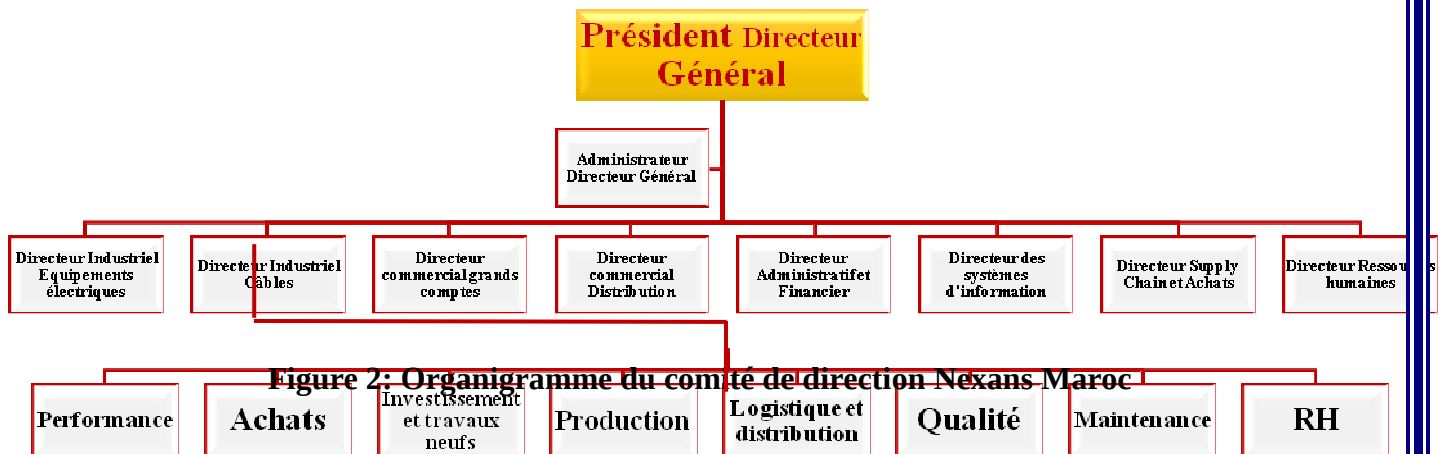
Fondé il y a plus de soixante ans, Nexans Maroc perpétue la diversité des métiers initiés par CGE Maroc sur le marché de l'électricité. Cette force développée sur le marché marocain lui permet d'élargir son savoir-faire autour des métiers du câble et de mener le leadership dans les secteurs de l'infrastructure, de l'industrie et du bâtiment.

2.1. Dates marquantes de Nexans Maroc

1947Création de CGE MAROC
1952Démarrage de l'activité Transformateurs
1963Démarrage de l'activité Batteries
1964Démarrage de l'activité des Tableaux et Équipements d'Énergie
1971Démarrage de l'activité des câbles téléphoniques.
1983Introduction à la bourse de Casablanca
1995 CGE Maroc devient ALCATEL ALSTHOM MAROC
1998ALCATEL ALSTHOM MAROC devient ALCATEL MAROC
2000Alcatel Maroc devient Nexans Maroc
2003Démarrage de l'activité des câbles automobiles
2009 Démarrage de l'activité des câbles aéronautiques

2.2. Organisation

Le comité de direction de Nexans Maroc est représenté comme l'indique la Figure 2.



2.3. Unités de fabrication Nexans Maroc

Pour l'exercice de ses activités, Nexans MAROC - SIM dispose des outils de production performants et évolutifs permettant d'assurer à tous ses produits et services la qualité qui répond aux exigences du marché et à celle de la norme en vigueur. Elle dispose également d'un encadrement humain compétent et d'une main d'œuvre qualifiée.

Le site de Mohammedia englobe six différentes unités :

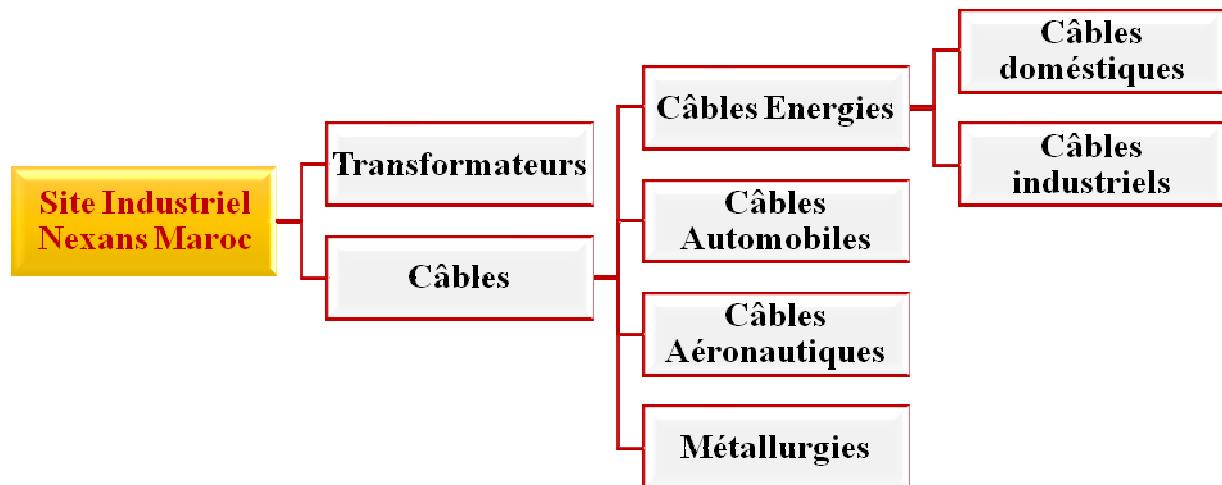


Figure 3: Unités du site de Mohammedia

3. Processus de fabrication des câbles

3.1. Conducteur

3.1.1. Tréfilage

C'est la première opération de fabrication d'un conducteur. Elle consiste en une déformation à froid du métal sans enlèvement de matière donc avec conservation de volume, qui assure la réduction de la section d'un fil en l'obligeant à s'étirer à l'aide d'un cabestan au travers d'un orifice calibré appelé « filière ». Sous l'effet combiné de l'application d'un effort de traction et d'un effort radial de compression crée par la filière, le fil en passant dans une succession de filière est étiré, réduit, allongeant autant sa longueur.

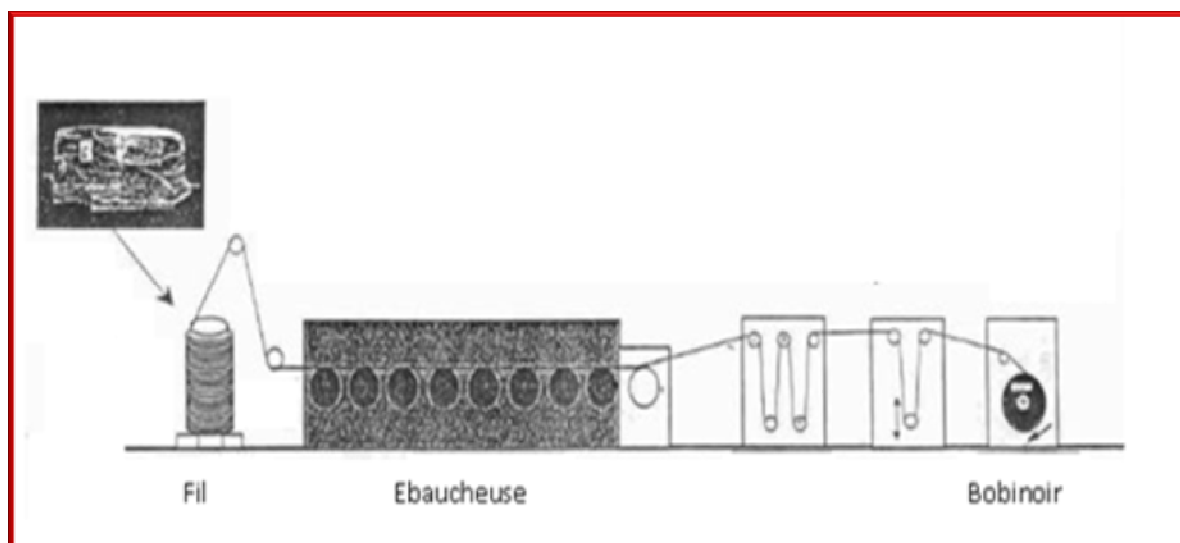


Figure 4: Procédé de tréfilage

3.1.2. Câblage

Après le tréfilage, les fils de cuivre recuit obtenus sont regroupés afin de former les conducteurs. Ce processus s'appelle câblage.

Dans le câblage, nous composons des conducteurs avec des sections très différentes, par exemple, aussi bien une section aussi petite que $0,5 \text{ mm}^2$ que d'autres de 240 mm^2 .

En fonction de la section de chaque conducteur, les câbles utilisés dans le processus varient.

3.2. Isolation

Le processus suivant dans la fabrication d'un câble électrique est l'isolation. Ici, nous allons poser un recouvrement isolant sur le conducteur afin d'éviter les fuites de courant à travers le procédé d'extrusion.

En fonction des caractéristiques du câble, les matériaux d'isolation peuvent varier. La qualité d'un matériau d'isolation est définie par deux propriétés de base : sa capacité d'isolation et son niveau thermique.

La capacité d'isolation du matériau et son épaisseur détermineront la tension maximale de service du câble. Un matériau d'isolation de meilleur niveau thermique permettra de transmettre une plus grande puissance pour une même section de conducteur.

Dans ce processus, le matériau d'isolation est fondu et s'applique sur le conducteur en continu afin d'éviter la fuite de courant par le procédé d'extrusion.

Les matériaux d'isolation peuvent être de différentes natures: PVC, PE... etc.



Figure 5: Extrusion du câble industriel

Contrôle intégrité électrique : Toute la longueur du câble est soumise à un contrôle de voltage afin de garantir que la couche d'isolation ne présente aucun défaut.

3.3. Assemblage

Le câblage de phases consiste à regrouper différents conducteurs isolés afin de former un câble multi- polaire. L'identification des phases peut être effectuée par une coloration ou par un numérotage de celles-ci.

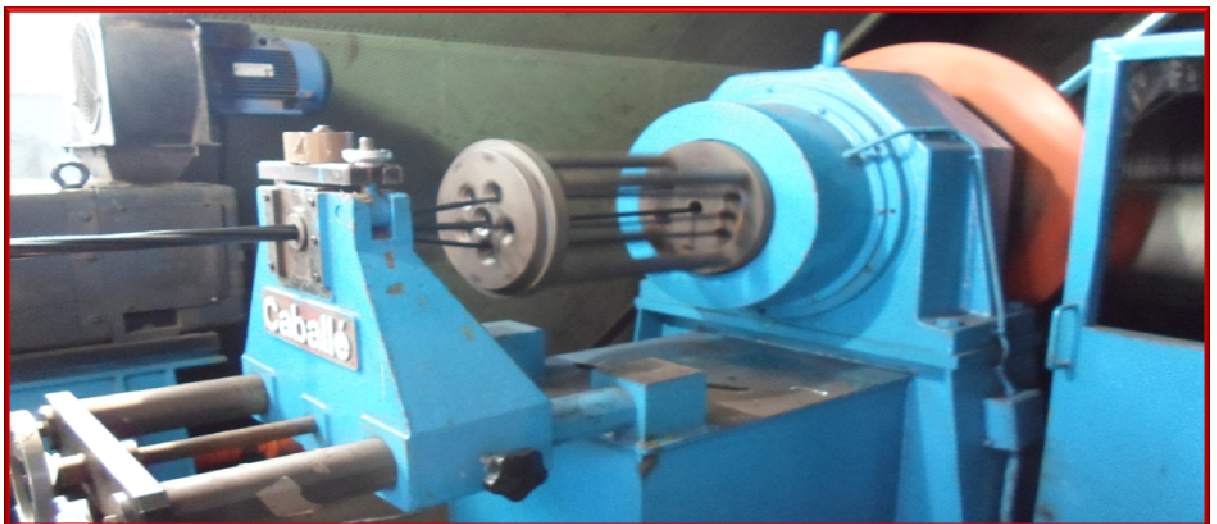


Figure 6: Assemblage du câble industriel

3.4. Protections supplémentaires

Les protections mécaniques, appelées armatures, protègent le câble des agressions externes telles que des chocs, des attaques de rongeurs, de la traction, etc. Les armatures sont

fabriquées en acier ou en aluminium et peuvent être en feuillard, couronne de fils ou tresse de fils.



3.5. **Figure 7: Câbles armés**

Souvent, les câbles portent un recouvrement polymérique extérieur pour leur protection. Appelé enveloppe extérieure. Cette enveloppe isole l'intérieur du câble d'éléments externes qui pourraient altérer ses propriétés électriques comme l'humidité et le protège des chocs qu'il peut recevoir durant son installation et utilisation.

Comme l'isolation, l'enveloppe extérieure peut être thermoplastique ou thermostable.

Dans ce processus, comme dans l'isolation, le matériau est fondu et appliqué en continu sur le noyau du câble. Le matériau de l'enveloppe peut être de nature différente en fonction du degré de protection requis, de la souplesse finale du câble, de l'environnement de travail, etc.

CHAPITRE II

Présentation du projet

1 Introduction

Le projet Rhayflex est mis en place par la direction de Nexans pour répondre à une nouvelle commande d'un client constructeur d'automobile en Allemagne, son but est de pouvoir produire des câbles Rhayflex extrudés en deux couleur vert/jaune. Pour cela, deux lignes de production de câble de l'unité de câblage automobile vont être modifiées, en déplaçant deux extrudeuses auxiliaires de la ligne ITAL et les implanter sur la ligne IKO et B8.

En premier lieu, la visite de l'unité de câble automobile est nécessaire pour l'identification des extrudeuses auxiliaires à déplacer et le lieu de leur nouvelle implantation.

Les deux extrudeuses auxiliaires sont implantées sur la ligne ITAL mais sont à l'arrêt depuis 4 ans, parce que cette ligne produit des câbles extrudés en une seule couleur. Le problème majeur c'est que la documentation sur les extrudeuses auxiliaires n'a pas été trouvée,

précisément les schémas électriques pour le raccordement en puissance et en commande, ce qui ramène à faire une étude pour ces schémas électriques.

Il m'a été demandé en plus de concevoir une armoire électrique propre à chaque extrudeuse auxiliaire pour la déplacer en cas de besoin, déréaliser les schémas électrique et donner une copie de sauvegarde pour le département investissement et travaux neuf et pour le département de maintenance.

Cahier des charges :

Stage (thème, travail à réaliser) : Etude et réalisation des plans et schéma pour l'installation d'une extrudeuse auxiliaire sur la ligne B8 et IKO.

Résultat attendus : Production des câbles V/J au niveau de la ligne B8.

Production des câbles Bi-couleur au niveau de la ligne IKO.

Stagiaires (niveau, spécialité, école) : Ingénieur d'état en mécatronique de la faculté des sciences et techniques de Fès.

Date de stage : du 01/03/2015 au 15/06/2015.

2 Analyse du besoin

Cette analyse consiste à identifier les spécifications de l'étude attendue par l'utilisateur. Elle permet également d'identifier clairement les éléments à étudier et les fonctions à assurer pour mieux répondre au cahier des charges. Pour cela j'ai commencé par mettre en place le diagramme présenté dans la figure suivante pour l'analyse du besoin.

A qui rend-il service ?

Nexans SIM

Sur quoi agit-il ?

Ligne d'isolation
IKO et B8

Figure 8: Diagramme bete à corne

3Analyse des risques

Pour le bon déroulement du projet nous avons travaillé avec la méthode AMDEC projet qui est une bonne évaluation des risques, l'AMDEC projet est une étude pour parvenir à maîtriser les risques du projet aussi bien au niveau organisationnel qu'au niveau technique, d'envisager les actions nécessaires à mettre en place, pour s'assurer de la réalisation de toutes les phases du projet d'implantation.

Dans cette analyse, la recherche des risques s'est faite par l'organisation de deux brainstormings successifs de quelques membres de l'équipe qui sont le chef de ce projet, le chargé de projet, le technicien électricien et technicien mécanicien.

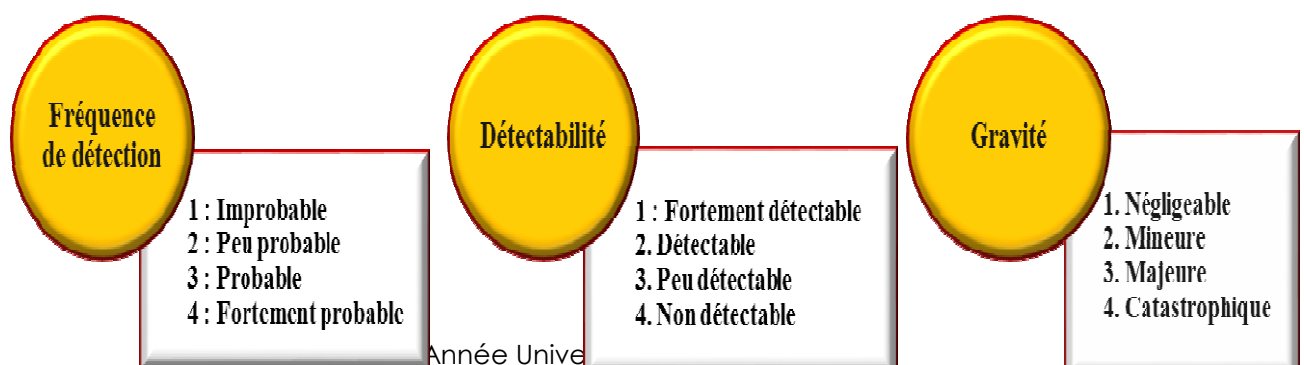


Figure 9: Démarche de qualification des indices

Le produit de ces 3 éléments donne alors la criticité du risque. Cette valeur sert à classer les différents risques, à dégager les aspects les plus critiques du projet, et à définir un ensemble d'actions préventives.

Figure 10: Démarche de qualification des indices [3]

Le tableau suivant présente les importants risques retenus lors des brainstormings.

Risques	Causes	Effets	Calcul de la criticité				Actions à engager
			G	F	D	Criticité	
Non-respect du planning	Aléas, négligence et travail sur plusieurs projets	Déraillement du planning	3	1	1	3	Vérification journalière des réalisations et fixation des objectifs serrés
Mal compréhension des tâches à réaliser	Manque de données	Perte de temps Travail	3	1	2	6	Suivi journalier avec l'encadrant, faire appel au personnel pour rechercher les informations.
Non coopération du personnel	Résistance au changement	Non applications des solutions	2	2	2	8	Argumenter et convaincre le personnel
Travaux externes au projet	Réalisation des tâches externes au projet	Non-respect du planning	2	4	1	8	Faire le suivie avec les sous-traitant
Manque d'informations à collectées	Surcharge de travail	Manque de fiabilité	3	1	2	6	Nouer des liens de confiance Utiliser les bonnes manières
Perte des documents	Panne de la machine	Retard considérable	4	1	3	12	Conserver des copies sur d'autre PC, sur une boîte E-mail ou un support amovible

Tableau 1 : AMDEC projet

4 Plan d'action.

4.1 Plan d'action mécanique et électrique

Après des brainstormings avec les membres de l'équipe, nous avons identifié les différentes tâches qui devront être effectuée par le service mécanique et le service électrique avec leurs durées estimées, ensuite nous avons mis en place les plans d'action des taches principales qui devront être suivies, avec le nombre de personne nécessaire pour intervenir.

Tableau 2 : Plan d'action du service mécanique et électrique.

Plan d'action : service électricité.									
	TACHES		DUREE (JOURS)	TACHES ANTERIE URES	NOMBRE D'OPERATEUR	Date début	Date fin	Etat d'avancement	Commentaire
A	Repérage des câbles de puissance et de commande pour	les deux extrudeuses auxiliaires	1	—	2	14/03/2015	14/03/2015	Terminé	
		armoire électrique	1	—	2	13/03/2015	14/03/2015	Terminé	
B	Débranchement des câbles cotés :	extrudeuse/ armoire électrique	1	A	2	19/03/2015	20/03/2015	Terminé	
		extrudeuse/ aspirateur.	1	A	2	18/03/2015	20/03/2015	Terminé	
C	Préparation de la nouvelle armoire électrique.		10	B	2	12/03/2015	30/03/2015	Terminé	
D	Préparation et tirage des câbles de l'armoire électrique vers l'extrudeuse.		2	L-M	3	01/06/2015	04/06/2015	Terminé	
E	Câblage des câbles de puissance et de commande coté.	extrudeuse	1	D	2	04/06/2015	08/06/2015	Terminé	
		armoire électrique	1			04/06/2015	08/06/2015	Terminé	
F	La mise en service et l'essai de fonctionnement.		2	E	2			en attente	

Plan d'action : service mécanique.

	TACHES		DUREE (JOURS)	TACHES ANTERIE URES	NOMBRE OPERATEUR	Date début	Date fin	Etat d'avancement	Commentaire
G	Séparation des aspirateurs et déplacement des extrudeuses pour relever les cotes.		1	A	3	18/03/2015	18/03/2015	Terminé	
H	Relève des cotes:	des extrudeuses auxiliaires.	1	G	2	19/03/2015	19/03/2015	Terminé	
		extrudeuse IKO	1	G	2	19/03/2015	19/03/2015	Terminé	
		extrudeuse B8	1	G	2	26/03/2015	26/03/2015	Terminé	
I	Etablir le plan de raccordement des têtes des extrudeuses et le plan d'implantation.	Pour la ligne IKO	2	H	2	20/03/2015	23/03/2015	Terminé	
		Pour la ligne B8	2	H	2	20/03/2015	23/03/2015	Terminé	
J	Contact fournisseur pour achat de la tête de raccordement.		7	I	2	01/04/2015	06/04/2015	Terminé	
K	Consultation et passation de commande et Réception de la tête de raccordement.		30	J	1	20/04/2015		en cours	
L	Implantation des extrudeuses.		2	K	3			en attente	
M	Pose et fixation des armoires électriques.		1	I	3	01/06/2015	03/06/2015	Terminé	
N	Changement des centrales hydrauliques des extrudeuses principales.		7	I	2			en attente	

4.2 Plan d'action général

Le plan d'action général comprend l'ensemble des taches depuis l'étude du projet jusqu'à la phase de l'industrialisation.

Le plan d'action général est mentionné en tableau 3.

Tableau 3 : Plan d'action général

NEXUS MOHAMEDIA

Plan d'action / Action plan

N° PA 1

Suivi par

Followed by

Plan d'action ouvert le

Action plan opened on

M, LOUGHAOUI

14/03/15

Mis à jour le

Updated on

Niveau de réalisation global

Implementation score

12/06/15

18%

Imprimé le

Printed on

Plan d'actions clos le

Action plan closed on

12/06/15

		p Plan				12/08/15				d Do				c Check		a A	
N°	Origine	Action	Définie	Pilote	Délai	25%	50%	75%	100%	Commentaires	Etat	Act					
	Origin		le	Leader	Deadline					Comments	POCA	Follow					
			Defined on								state	Next a					
1	Identification	• Démarrage de projet	16/02/2015	Bakhouchi	16/02/2015												
2		• Diagnostics et définition de besoin	16/02/2015	Bakhouchi	17/02/2015												
3		• Etude d'avant projet, (collecte des données)	16/02/2015	Loughaoui	28/02/2015												
4	Définition	• Etude préliminaire de projet,	23/02/2015	Loughaoui	27/02/2015												
5		• Adoption de la solution technique	23/02/2015	Loughaoui	18/03/2015												
6		• Relevé des cotes et vérification Extru auxiliaires / principales	23/02/2015	Loughaoui	19/03/2015												
7		• Elaboration des plans et schémas d'implantation B8	23/02/2015	Loughaoui	23/03/2015												
8		• Elaboration des plans et schémas d'implantation IKO	23/02/2015	Loughaoui	23/03/2015												
9		• Approbation et Vérification des plans ou de solution	23/02/2015	Bakhouchi	27/03/2015												
17	Exécution	• Réception de Livraison	14/03/2015	Bougassa	24/06/2015												
18		• débranchement des câbles Armoire + aspirateur	14/03/2015	Alami Badaoui	20/03/2015												
19		• Préparation nouvelle Armoire élec B8	14/03/2015	Ayyoub	24/03/2015												
20		• Préparation nouvelle Armoire élec IKO	14/03/2015	Ayyoub	30/03/2015												
21		• Séparation aspirateurs et déplacement Extrudeuses	14/03/2015	Alami Badaoui	21/03/2015												
22		• Modification hauteur des châssis auxiliaires	14/03/2015	Bougassa	21/03/2015												
23		• Implantation Extr auxi pour B8	14/03/2015	Alami Badaoui	21/06/2015												
24		• Implantation Extr auxi pour IKO	14/03/2015	Alami Badaoui	23/06/2015												
25		• Installation et branchement câbles électrique	14/03/2015	Ayyoub	08/06/2015												
26		• Modification et installation station hydraulique Extr B8	14/03/2015	Bougassa	14/05/2015												
27		• Modification et installation station hydraulique Extr IKO	14/03/2015	Bougassa	20/05/2015												
28		• Montage Ensemble raccordement + collier pour B8	14/03/2015	Alami Badaoui	09/07/2015												
29		• Montage Ensemble raccordement + collier pour IKO	14/03/2015	Alami Badaoui	21/07/2015												
30	Ramp up	• Teste elec	14/03/2015	Ayyoub	25/07/2015												
31		• Essais et mise en service (réception provisoire)	14/03/2015	Alami Badaoui	28/07/2015												
32		• Industrialisation et mise au point de fonctionnement de la															

Tableau 4 : Indicateur d'avancement

Indicateur d'avancement					Date	15-01	15-02	15-03	15-04	15-05	15-06	15-07	15-08	15-09	15-10	15-11	15-12	
Etape	%	Avancement %																
		25	50	75														100
1	10	avant-projet : Identification et définition			Prévu			50%	50%									
					réel			25%	25%	50%								
2	20	Lancement : préparation			Prévu				50%	50%								
					réel					85%								
3	30	Réalisation : exécution			Prévu						100%							
					réel						38%							
4	40	mise en service			Prévu						25%	25%	50%					
					réel							0%	0%	0%				

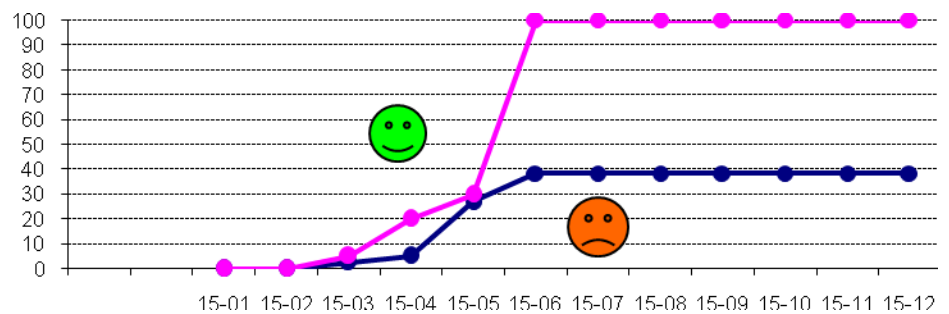


Figure 10 : état d'avancement réel

Jusqu'au 15/04/2015 le projet était bien lancé avec respect des délais, mais il a été bloqué pour la passation de commande pour la modification du châssis et pour la commande de raccordement entre l'extrudeuse auxiliaire et principale, le sous-traitant a demandé 4 semaines au minimum comme délais et pourtant les plans étaient déjà établis pour l'implantation mais le châssis n'était pas disponible ainsi que le raccordement pour implanter les extrudeuses auxiliaire, donc il fallait attendre la livraison des commandes pour continuer le projet.

Le 29/05/2015, nous avons reçu un seul châssis pour l'extrudeuse auxiliaire prévu pour la ligne B8, donc nous avons repris la réalisation des tâches, et ceci par la fixation de l'extrudeuse sur son nouveau châssis et la déplacer sur la ligne, en attendant le raccordement pour l'implanter définitivement sur la ligne.

Le 04/06/2015, nous avons reçu le deuxième châssis pour l'extrudeuse auxiliaire de la ligne IKO.

CHAPITRE III

Etude de l'implantation

Introduction

Ce chapitre présente l'étude technique menée pour l'implantation des deux extrudeuses auxiliaires qui comprend, l'étude des plans d'implantation, ainsi que la préparation des schémas électriques de puissance et de commande pour les armoires électriques.

1 Etude et suivi des actions mécaniques

1.1 L'état initial et modification des extrudeuses auxiliaires

Après consultation des états initiaux, les deux extrudeuses auxiliaires étaient regroupées sur le même châssis, d'où la nécessité de les séparer. Pour cela la société a contacté un sous-traitant pour préparer des châssis adéquat qui respectent deux aspects, le déplacement en hauteur ainsi que la possibilité que l'extrudeuse tourne par rapport à un axe.

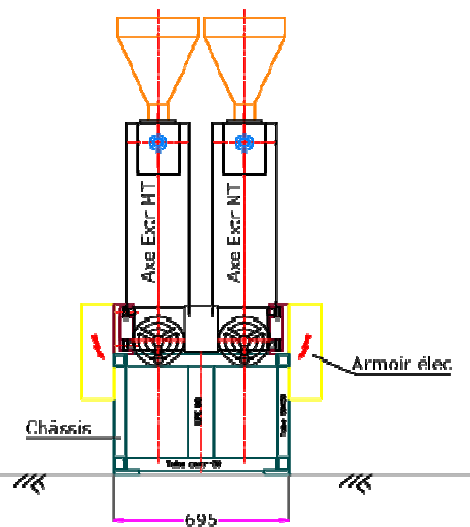
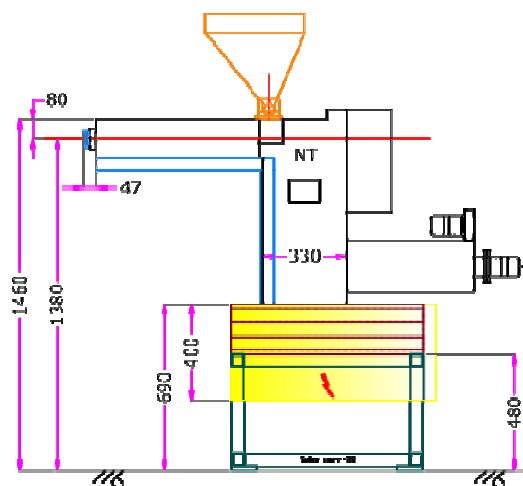
Pour mieux communiquer les plans au sous-traitant, nous montrons l'état initial des extrudeuses regroupés sur le même châssis en respectant les cotations réelles, l'état initial du châssis, et après sa modification.

Le dessin est fait par le logiciel DraftSight.

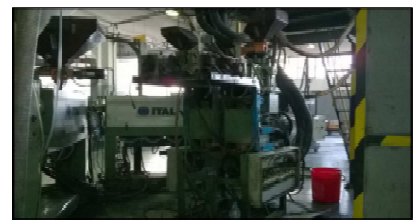
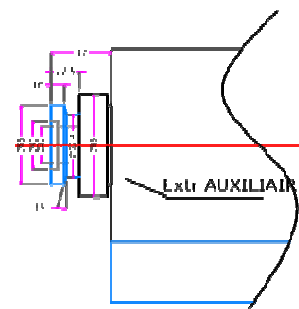
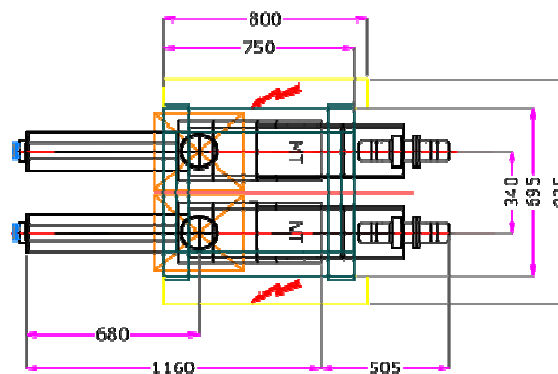


Figure 11 : L'état initial des deux extrudeuses auxiliaires

Vue de Face



Détail sortie Extr
Ech:x5



Rep	Nbr	Designation	Matiere	Unitaire Poids Kg	Total	Observations
Indice	Modification	Extrudeuse Auxillaire Ligne IKO				
A						
B		Echelle: 1/10	Client:	dessin par : ALAMI BADAQUI Kamal	Poids total: kg	
C			Extru avant modification		PLAN N° :	
D			Date : 26/03/2015			
E						

Année Universitaire 2014-2015

Les deux extrudeuses auxiliaires étaient fixées sur le même châssis, on doit les séparer pour que chaque extrudeuse soit implantée sur sa ligne prévue. Les modifications des châssis sont montrées sur les figures suivantes.

Châssis avant modification

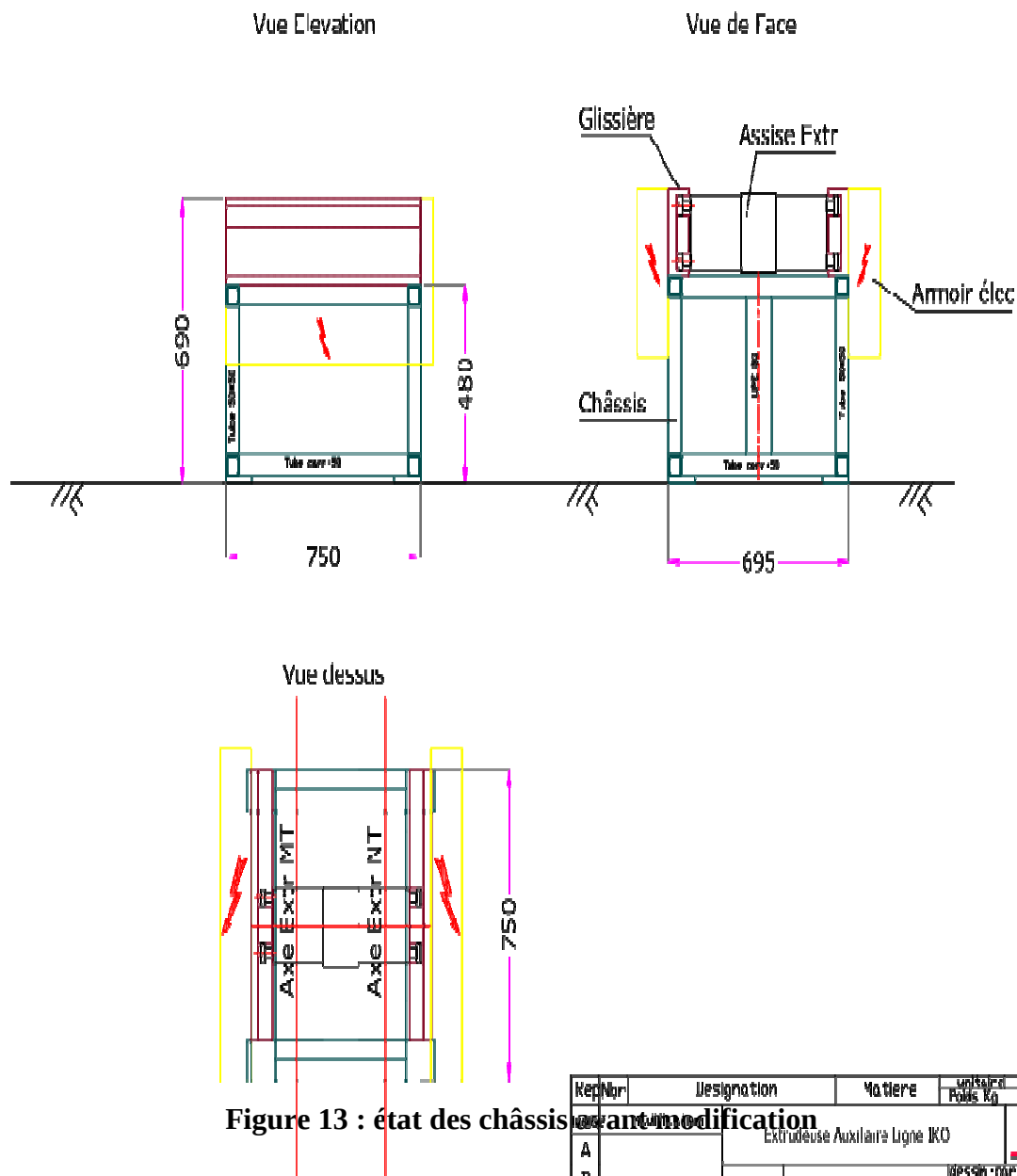


Figure 13 : état des châssis avant modification

Rep	Nbr	Designation	Matiere	Unite	Poids	Totale	Observations
A		Extrudeuse Auxiliaire Ligne IKO					
B							
C		Echelle: 1/10	Client:				
D							
E		Châssis avant modification	Date: 26/03/2015				

Nexan

Poles total kg

PLAN N° 1

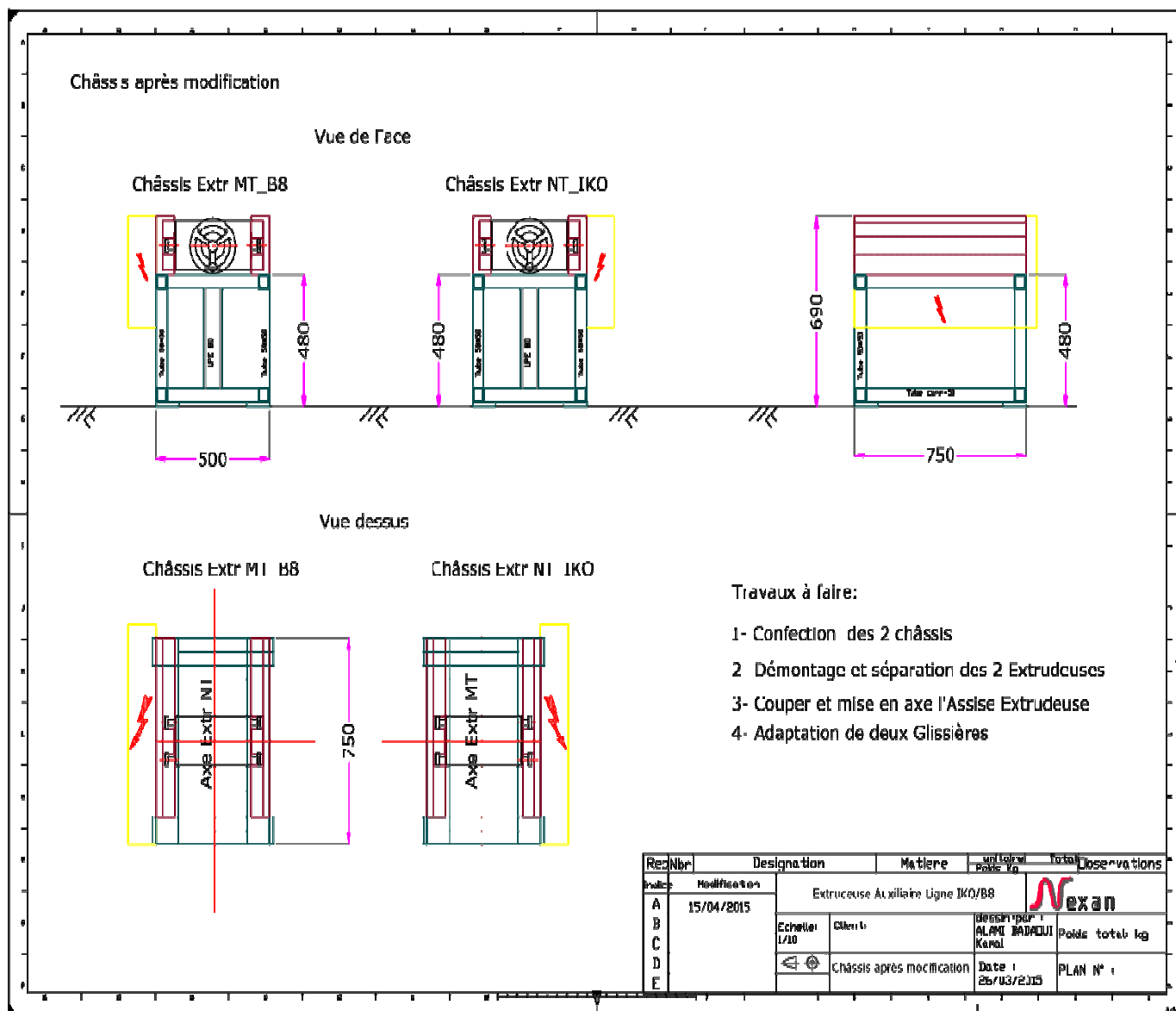
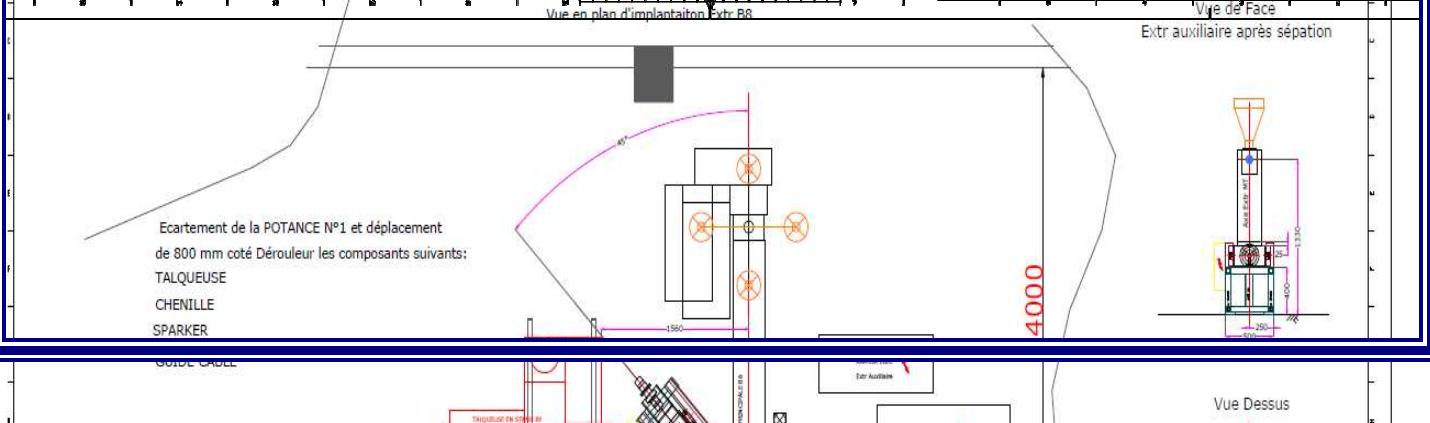


Figure 14: état des châssis après modification

La figure qui suit montre l'état du châssis après modification comme on la reçoit chez le sous-traitant.



Figure 15 : le châssis après modification



Vue de Face Extr Ligne B8

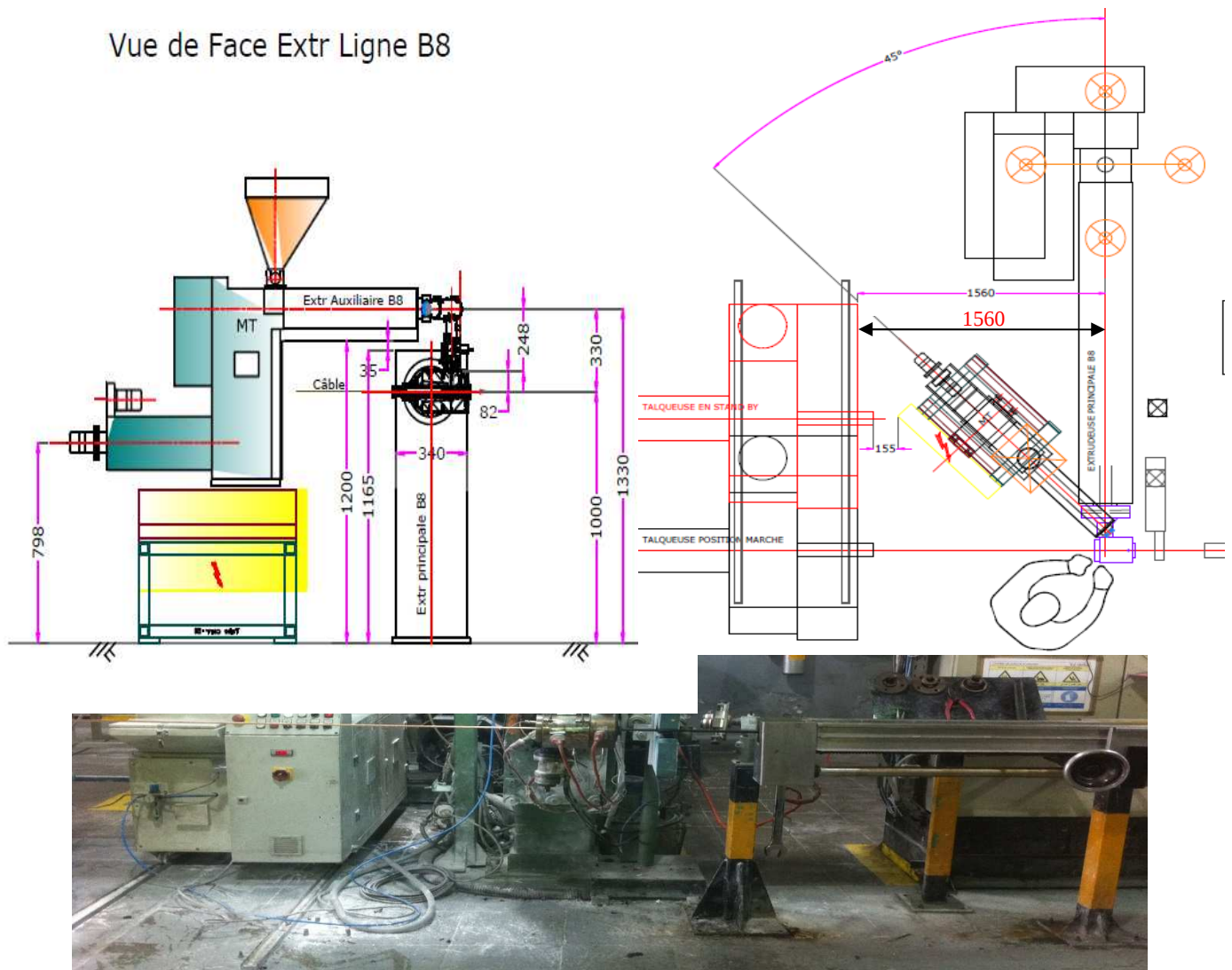


Figure19 : Etat initial ligne B8



Figure 20 : Extrudeuse auxiliaire sur son nouveau châssis et implanté

Les plans ont été confirmés avec le sous-traitant qui s'occupera du raccordement de la tête de l'extrudeuse auxiliaire et l'extrudeuse principale, avec une bride montrée en annexe N2, et un collier de serrage identique à celui déjà existant sur l'une des extrudeuses auxiliaires montrées en annexe N3.

1.3 Implantation sur la ligne IKO

Suivant le modèle d'étude réalisé sur la ligne B8, la même étude a été faite pour la ligne IKO, tout en consultant l'opérateur et le service de maintenance pour mieux mener l'étude.

L'état initial de la ligne IKO est représenté sur la figure suivante :

Figure 23 : Implantation IKO

2.Etude et suivi des actions électriques :

2.1Préparation de l'armoire électrique pour la ligne B8

Pour préparer l'armoire électrique de la ligne B8, nous avons commencé par identifié les différents éléments électriques que l'extrudeuse auxiliaire va commander.Ce qui rend la tâche

difficile c'est aller consulter les éléments sur l'extrudeuse auxiliaire, par manque de documentation.

Ensuite il faut comprendre le fonctionnement de l'extrudeuse et identifier les éléments à commander, voilà les architectures qui suivent le fonctionnement en détail.

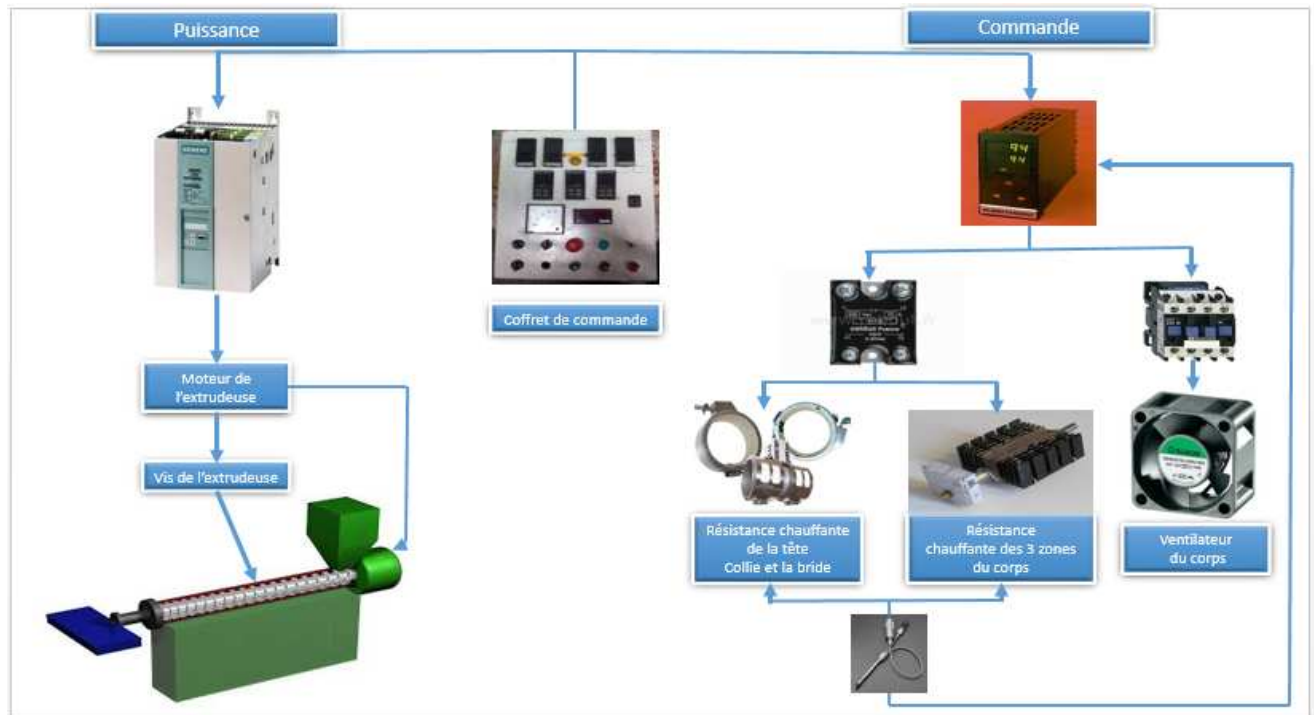


Figure 24 : Architecture électrique

Le coffret de commande agit sur le démarrage et la régulation, il comporte le bouton de marche de l'extrudeuse, le moteur de l'extrudeuse se met en marche par ordre du variateur qui permet aussi le changement de vitesse de rotation de la vis. Cette vitesse est mentionnée pour chaque type de câble et pour des sections différentes par les services méthode et qualité qui ont déjà réalisé les études.

Pour la supervision, le régulateur donne ordre de chauffer les 3 zones de corps ou il y'a la vis. Il y'a en effet 3 zones pour que les grains de PVC quand ils sont aspirés rencontrent des températures différentes qui augmentent en direction de la tête de l'extrudeuse. Si nous fixons une température haute le long de la vis, le risque c'est que les grains de PVC seront cramés à l'entrée et bloqueront le passage, ce qui nécessite une intervention du service maintenance pour nettoyer la vis.

Le chauffage couvre aussi la tête de l'extrudeuse par commande de l'opérateur qui mentionne en premier temps la consigne, c'est-à-dire la valeur de température qu'on veut maintenir pour la tête et ces composants (bride, collier de serrage, filière), et les 3 zones du corps de l'extrudeuse. La température varie entre 170° et 230° pour les différents câbles. Ensuite la

température est prélevée des zones ainsi que la tête par une sonde de température, il s'agit d'un thermocouple qui ramène l'information au régulateur qui par suite donne l'ordre de chauffer ou bien refroidir. Pour la tête et ces composants le refroidissement se fait juste par coupure d'alimentation sur les résistances chauffante, tandis que les zones du corps, elles sont refroidies par des ventilateurs.



Figure25: résistances chauffantes du corps



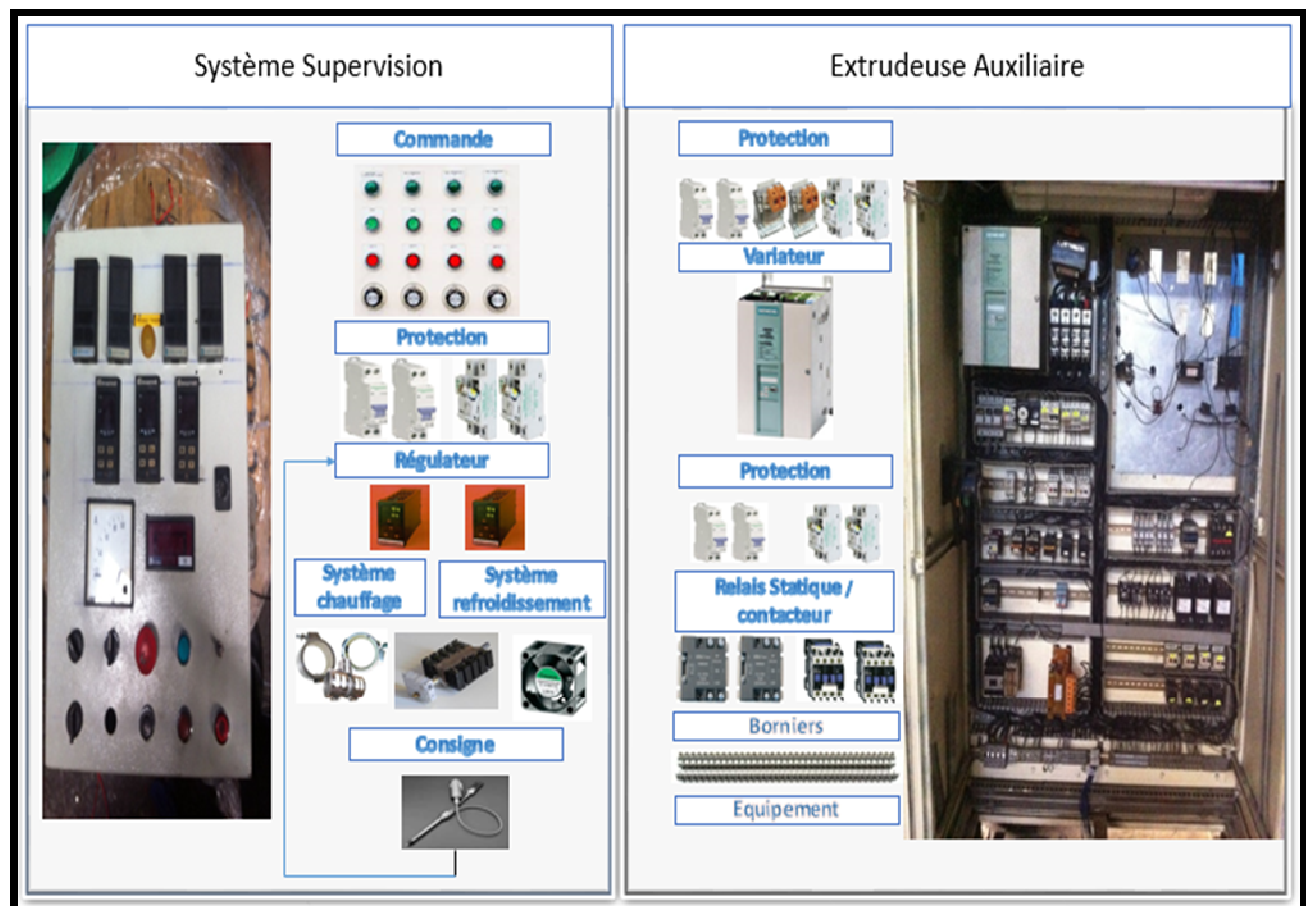


Figure 27 : Architecture de raccordement

En premier temps les régulateurs devraient être fixés sur l'armoire électrique, mais l'emplacement qui sera proche de l'opérateur pour effectuer les différentes commandes n'a pas été trouvé, d'où l'idée de préparer un coffret de commande qui est mobile et n'occupe pas trop d'espace pour éviter l'encombrement près de la ligne.

AB



L'état
ts élec
lément



Les informations sur la mise en marche de l'extrudeuse notamment le moteur sont présentées dans le tableau 5. C'est un moteur à courant continu.

Moteur :

Tableau5 : Caractéristiques de l'extrudeuse auxiliaire

Caractéristiques de l'extrudeuse auxiliaire					
Equipement		Caractéristiques			
		Tension (V)	Courant (A)	Puissance	Nombre tours
Moteur	Induit	420	28	9.80 kw	2780 tr/mn
	Excitation	310	1.10		
		190	0.72		
	Ventilateur	220	0.40	-	2890 tr/mn
		380	0.23		
	Tachymètre	0.6	-	-	10000 tr/mn

Choix de matériels :

La commande de ce moteur à courant continu pour la variation de la vitesse de rotation se fait par un variateur dont les caractéristiques sont montrées ci-dessus :

Tableau6 : Equipements nécessaire à la commande du moteur

Equipement			Caractéristiques			
			Tension (V)	Courant (A)	Puissance	Nombre tours
Variateur référence: 6RA70186DS22	Induit	Input	400	25	-	-
		Output	485	30	-	-
	Excitation	Input	400	5	-	-
		Output	325	5	-	-

Liste des composants de l'extrudeuse auxiliaire :

Le tableau 7 présente les équipements de l'extrudeuse auxiliaire dédié à la ligne B8 qui comprend l'ensemble des éléments chauffants comme les résistances chauffantes ainsi que le collie de serrage, et les autres équipements comme les sondes de température ou les sondes de pression, et leur état de disponibilité.

Tableau 7 : Liste des composants de l'extrudeuse auxiliaire B8

Liste des composants de l'extrudeuse auxiliaire B8		
Composants		Disponibilité
		Extrudeuse auxiliaire pour la B8
3 zones corps :	3 résistances chauffantes	oui
	3 ventilateurs corps	oui
Connexion sortie d'Extrudeuse	Collie de serrage	non
	résistance chauffante pour la bride	oui
	Deux prises de courant pour le collie	non
Six sondes de thermorégulateur		manque de deux sondes
Sonde de pression		non
Electrovanne		oui
Plasticolor	Moteur 1000	non
	Vis du moteur	non
	Capteur de présence de matière	non
Aspirateur de granulée (système complet)		non
Station hydraulique by-pass		non

Elaboration des schémas électriques de commande et de puissance pour la ligne B8:

Pour cela nous avons étudié les régulateurs dont le service dispose, les entrées et les sorties et les repérages des câbles.

L'extrudeuse auxiliaire nécessite 7 régulateurs pour le chauffage et le refroidissement de ces composants.

L'atelier de maintenance dispose de 4 régulateurs de type eurotherme 94 dont le schéma est le suivant :

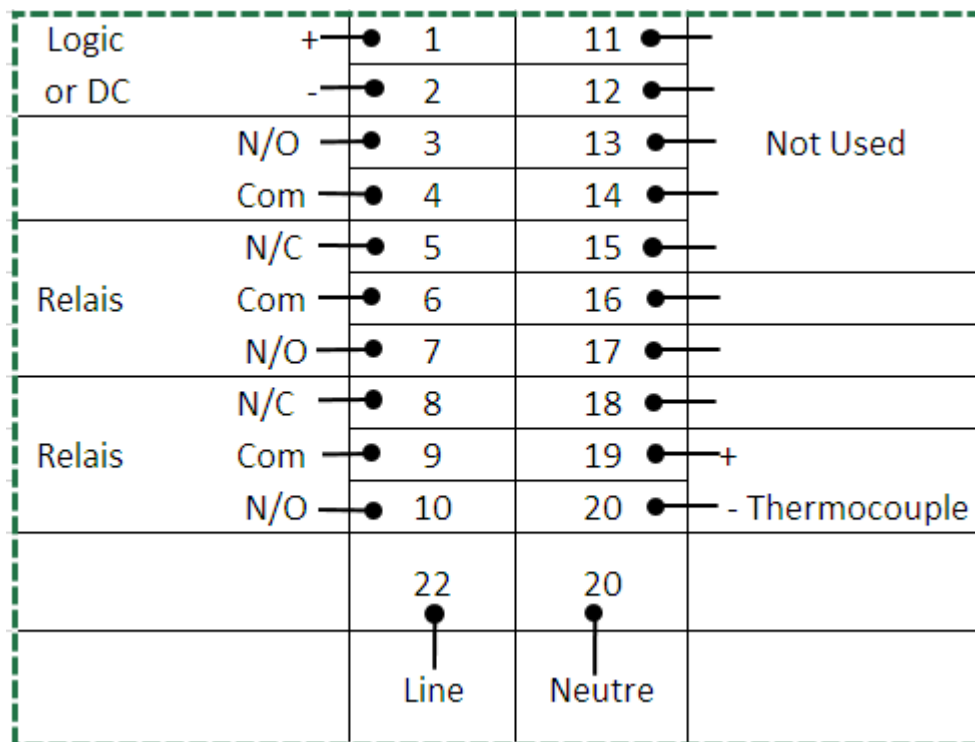


Figure 29 : Régulateur eurotherme 94

L'alimentation se fait par l'entrée 22 et 20

Pour l'information du thermocouple le régulateur la reçoit via les entrées 19 et 20

Pour la commande du relais statique c'est par les sorties 1 et 2.

Ce régulateur eurotherme va commander juste les résistances chauffantes des 4 composantes de la tête qui sont la bride, le collier de serrage, la filière et la tête de sortie.

Par contre pour les 3 zones de corps il faudra une régulation avancée qui donne l'ordre de chauffer et de refroidir.

Pour cette régulation avancée, les régulateurs de type ero-electronique dont le schéma est montré ci-dessus sont les mieux adaptés.

Power	12	1	+
Line	13		Thermocouple
AL1	14	3	-
	15	4	Rto
NO	16	5	
COM	17	6	
Main	18	7	IN -CT
SSR	19	8	
COM	20	9	
NO	21	10	C AL2
NC	22	11	NO

Figure 30 : Régulateur ero-electronique

Pour l'information du thermocouple le régulateur la reçoit via les entrées 1 et 3.

Pour l'alimentation c'est les entrées 12 et 13.

Pour la commande du ventilo de refroidissement c'est les sorties 15 et 14.

Pour la commande des résistances chauffantes du corps c'est les sorties 18 et 19.

2.2 Schéma électrique de l'armoire électrique de la ligne B8

Après avoir pris connaissance de type de commande pour l'extrudeuse auxiliaire, et étudié les différents éléments à commander, nous avons établi les schémas électriques de puissance et de commande.

La protection des éléments comme le variateur et le transformateur est obligatoire par la mise en place de système de sécurité comme les fusibles de protection ou des disjoncteurs.

Le tableau 8 montre la liste des équipements dont nous aurons besoin pour la connexion des différents éléments de l'extrudeuse auxiliaire avec les régulateurs et le variateur en précisant leurs disponibilités ainsi que la quantité, en coordonnant avec ce qui existe déjà en stock.

Tableau 8 : Eléments constituant l'armoire électrique B8.

Liste des équipements de l'armoire électrique de la ligne B8

Equipement	Caractéristiques	Quantité	Disponibilité	Commentaire
Disjoncteur général	100 A	1	Disponible	
Disjoncteur	10 A bipolaire	2	Disponible	
Disjoncteur	6 A bipolaire	2	Disponible	
Disjoncteur	2 A bipolaire	2	Disponible	
Disjoncteur	16 A bipolaire	7	Disponible	Pour le corps et le collie
Disjoncteur	4 A bipolaire	3	Disponible	Pour ventilateur de corps
Disjoncteur	0.63 - 1 A, 3poles	1	Disponible	
Disjoncteur	4 - 6.3 A, 3poles	1	Disponible	
Disjoncteur		1	Disponible	pour alimentation du variateur
Répartiteur	100A 3 phases/N	1	Disponible	
Transformateur	380/220 v	1	Disponible	
Transformateur	220/24 v DC	1	Non disponible	
Relais d'interphase	24v DC	4	Disponible	
Relais statiques		7	Disponible	
Contacteur de puissance	40 A	2	Disponible	
Contacteur de ventilateur		1	Disponible	ventilateur de l'armoire
Contacteur de pompe		1	Disponible	
Contacteur de variateur		1	Disponible	
Contacteur de ventilateur		1	Disponible	Ventilateur de corps
Porte fusible	3 phases	1	Disponible	
Porte fusible	1 phase	2	Disponible	
Variateur de vitesse		1	Disponible	
Self de variateur		1	Disponible	
Self d'excitation		1	Disponible	
Potentiomètre pour plasticolor		1	Disponible	
Carte module pour plasticolor		1	Non disponible	
Support de la carte module		1	En-cours	Recherche dans l'atelier
Régulateur de température		7	Disponible	
Afficheur ampèremètre		1	Disponible	
Afficheur vitesse		1	Disponible	
Câble de compensation pour la sonde			Non disponible	A déterminer après emplacement de l'armoire électrique

Schéma électrique B8 :

Les schémas électriques de puissance ainsi que de commande sont montrés en Annexe N3.
Les schémas ont été tracés par le logiciel Visio de Microsoft.

Fixation et câblage des éléments sur le coffret de commande et l'armoire électrique :

Les schémas électriques sont finalisés avec les modifications nécessaires, l'électricien a procédé à la fixation des différents éléments sur l'armoire électrique et la préparation du coffret de commande ou il y'a les régulateurs et les boutons de commande comme le montre les photos ci-dessus : (a)



Figure 31 : l'armoire électrique (a) et le coffret de commande (b)
Pour le câblage des éléments l'électricien respectera les schémas déjà préétablis.

2.3 Préparation de l'armoire électrique de la ligne IKO

Pour l'extrudeuse auxiliaire qui va être implanté sur la ligne IKO, elle a les mêmes caractéristiques que celle qui va être implanté sur la ligne B8, donc on aura besoin du même variateur pour la commandé de vitesse de rotation de moteur.

Le tableau 9 montre le constat actuel sur l'extrudeuse auxiliaire

Tableau 9: Liste des composants de l'extrudeuse auxiliaire IKO.

Liste composants des deux Extrudeuses auxiliaire ITAL

Composants		Disponibilité
		Extrudeuse auxiliaire NT-30 (G IKO)
3 zones corps :	3 résistances chauffantes	oui
	3 ventilateurs corps	oui
Connexion sortie d'Extrudeuse	Collie de serrage	oui
	résistance chauffante pour la bride	non
	Deux prises de courant pour le collie	oui
Six sondes de thermorégulateur		manque de deux sondes
Sonde de pression		non
Electrovanne		oui
Plasticolor	Moteur 1000	non
	Vis du moteur	non
	Capteur de présence de matière	non
Aspirateur de granulée (système complet)		non
Station hydraulique by-passe		non

Choix de la commande pour l'extrudeuse auxiliaire de la ligne IKO:

La supervision pour la ligne IKO se fera par les régulateurs. Nous avons utilisé la même conception de l'armoire électrique déjà faite pour la ligne B8.

Elaboration des schémas électriques de commande et de puissance pour la ligne IKO:

L'extrudeuse auxiliaire de la ligne IKO est la même extrudeuse auxiliaire de la ligne B8 sur laquelle l'étude a été faite, d'où le maintien des mêmes schémas électriques de commande et de puissance déjà préétablis.

Le tableau 10 montre la liste des équipements qui vont constituer l'armoire électrique de la ligne IKO, le problème c'est que la majorité des équipements dont dispose le service travaux neufs ont servi pour l'armoire électrique de la B8.

Tableau 10 : Équipements constituant l'armoire électrique d'IKO

Liste des équipements de l'armoire électrique de la ligne B8				
Equipement	Caractéristiques	Quantité	Disponibilité	Commentaire
Disjoncteur général	100 A	1	Disponible	

Fusible	10 A bipolaire	2	Disponible	
Fusible	6 A bipolaire	2	Disponible	
Fusible	2 A bipolaire	2	Disponible	
Fusible	16 A bipolaire	7	Disponible	Pour le corps et le collie
Fusible	4 A bipolaire	3	Disponible	Pour ventilateur de corps
Disjoncteur	0.63 - 1 A, 3poles	1	Disponible	
Disjoncteur	4 - 6.3 A, 3poles	1	Disponible	
Disjoncteur		1	Disponible	pour alimentation du variateur
Répartiteur	100 A 3 phases neutre	1	Non disponible	
Transformateur	380/220 v	1	Non disponible	
Transformateur	220/24 v DC	1	Non disponible	
Relais d'interphase	24v DC	4	Disponible	
Relais statiques + radiateur	50 A	10	Non disponible	
Contacteur de puissance	40 A	2	Disponible	
Contacteur de ventilateur		1	Disponible	ventilateur de l'armoire
Contacteur de pompe		1	Disponible	
Contacteur de variateur		1	Disponible	
Contacteur de ventilateur		1	Disponible	Ventilateur de corps
Porte fusible	3 phases	1	Disponible	
Porte fusible	1 phase	2	Disponible	
Variateur de vitesse		1	Disponible	
Self de variateur		1	Disponible	
Self d'excitation		1	Disponible	
Potentiomètre pour plasticolor		1	Non disponible	
Carte module pour plasticolor		1	Non disponible	
Support de la carte module		1	Non disponible	Recherche dans l'atelier
Régulateur de température		7	Non disponible	
Afficheur ampèremètre		1	Non disponible	
Afficheur vitesse		1	Non disponible	
Câble de compensation pour la sonde			Non disponible	A déterminer après emplacement de l'armoire électrique

2.4 Schéma électrique IKO

Les schémas électriques de puissance et de commande sont les mêmes que ceux de la ligne B8.

Fixation et câblage des éléments sur le coffret de commande et l'armoire électrique :

Pour la ligne IKO l'armoire électrique sera positionnée près de l'opérateur, nous n'aurons pas besoin de coffret de commande comme nous l'avons fait pour la ligne B8.

Les images suivantes montrent l'armoire électrique de la ligne IKO en préparation.

La place des régulateurs est faite ainsi que la fixation des différents éléments comme le variateur et les différents contacteurs et relais statique.

L'armoire électrique comporte les régulateurs et les boutons de commande.



Figure 32 : L'armoire électrique de la ligne IKO en préparation

CHAPITRE IV

Mise à niveau de la ligne d'isolation B8

1 Introduction

La présente mission a pour objectif la mise en place d'une démarche d'amélioration continue de la ligne de production B8, il s'agit d'un projet stratégique de transformation opérationnelle qui vise à développer une culture d'excellence industrielle. Son objectif majeur est d'agir sur les freins de la performance.

A la recherche d'une performance industrielle excellente, c'est dans cette quête, qui est celle de la transformation opérationnelle de l'usine, que Nexans Maroc a mis en route un certain nombre de projets dont la mise en place d'ALOFOQ, un projet majeur pour le site de Mohammedia. Cette transformation va demander non seulement aux opérateurs plus d'autonomie, d'animation et de communication, mais aussi aux services supports (qualité, maintenance, ressources humaines, méthodes...) plus de professionnalisme et de technicité. Ainsi, comme stagiaire j'ai pu contribuer à ce projet, le but majeur c'est de simplifier le travail à ce que chaque geste soit plus efficace, à ce que chaque kilogramme de matière soit bien exploité afin de minimiser les déchets et à ce que chaque personnel de Nexans soit satisfait car au bout de tout cela nous satisferons nos clients et nous pérenniserons l'activité du site.

Notre mission est de faire une analyse sur l'état actuel du TRS, et de proposer des solutions pour augmenter la performance.

Definition TRS :

Le TRS =	La quantité de produit conforme réellement produite
	La capacité théorique de l'équipement

Une définition simple du taux de rendement synthétiques est le rapport de production réelle par rapport à la production théorique.

En cas réel le calcul du TRS avec la grandeur de quantité est complexe, d'où la proposition par Nexans de convertir les quantités à leur équivalent du temps, et la formule devient :

Le TRS =	Le temps de marche produit conforme
	Temps d'ouverture

La ligne verticale montre les temps d'ouverture, de fonctionnement, et le temps de marche produit conforme ainsi que les différentes pertes.

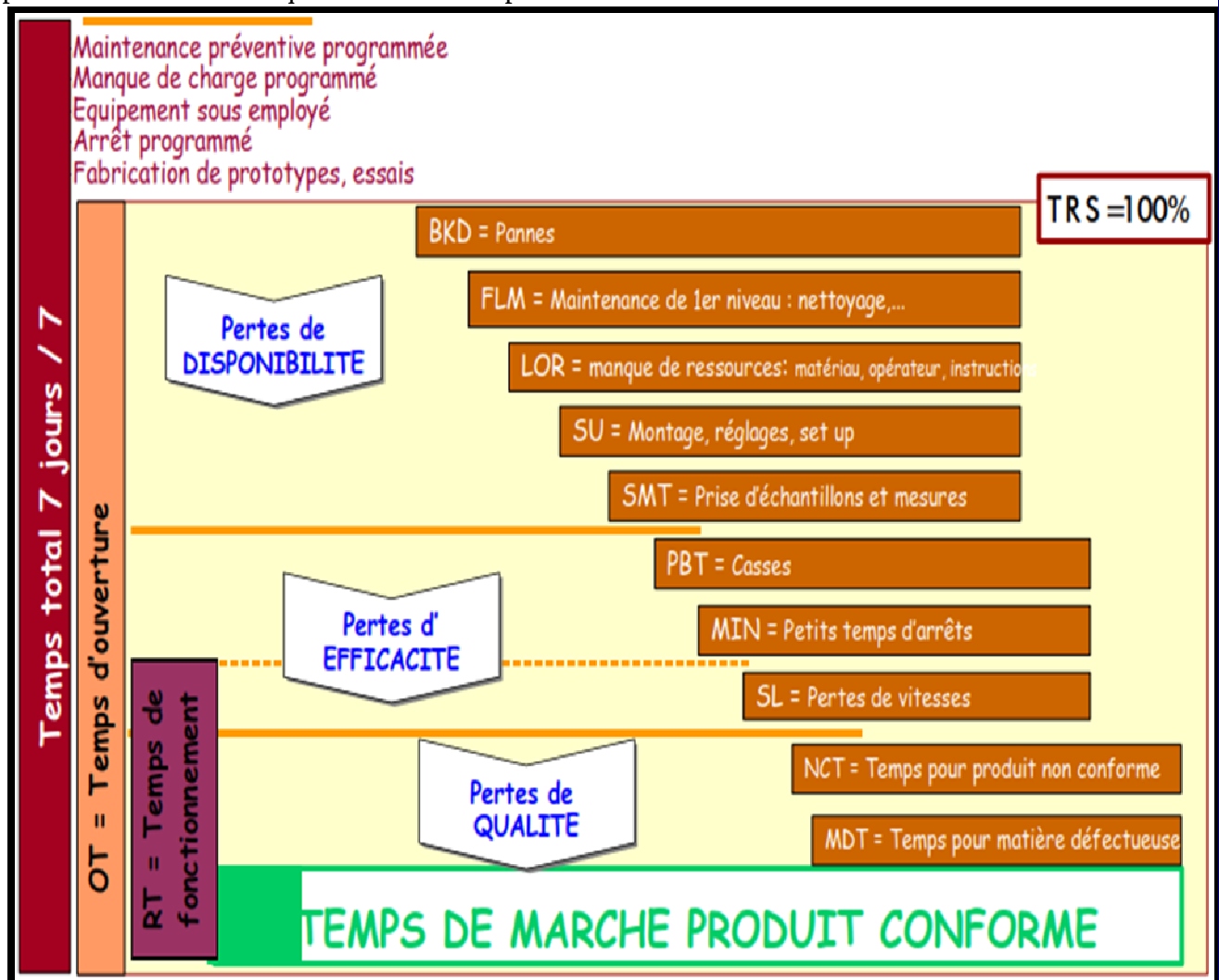


Figure33 : les pertes de TRS

2. Etudes et diagnostic de l'état actuel

2.1 Collecte de données

Historique :

Pour bien mener l'étude d'amélioration il faudra consulter l'historique du TRS, et voir son évolution depuis le début de l'année 2015, le service de production nous a donné l'historique

de TRS depuis le début d'année, avec les pertes de disponibilité, les pertes d'efficacité ainsi que les pertes de qualité.

Pour la ligne d'isolation B8 :

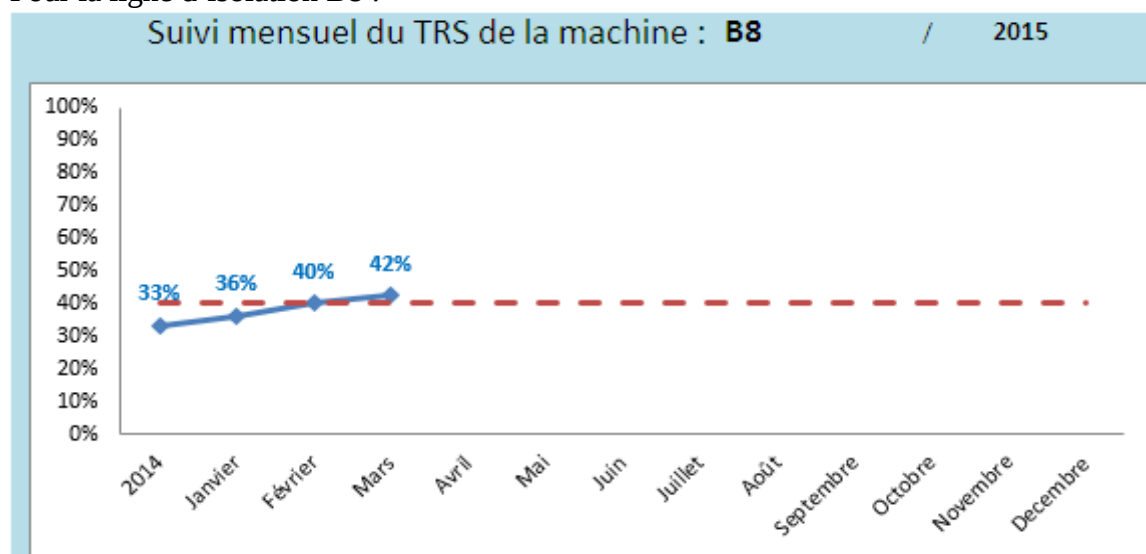


Figure34 : Evolution du TRS de la ligne B8

Détail de calcul :

Tableau 11 : Détail du mois de Janvier

Pertes de disponibilité	BKD	Panne	41%
	FLM	Maint. 1er Niveau; Netoyage	
	LOR	Manque de ressources, matière - humain	
	SU	Set-up montage - Réglage	
	SMT	Prise d'échantillons & mesures	
Pertes de performance	PBT	Casses	21%
	MIN	Petits arrêts	
	SL	Perte de vitesse	
	PI	Pertes inexplicables	
Pertes de qualité	NCT	Produit non conforme	3%
	MDT	matière défectueuse	

Tableau 12 : Détail du mois de Février

Pertes de disponibilité	BKD	Panne	35%
	FLM	Maint. 1er Niveau; Netoyage	
	LOR	Manque de ressources, matière - humain	
	SU	Set-up montage - Réglage	
	SMT	Prise d'échantillons & mesures	
Pertes de performance	PBT	Casses	24%
	MIN	Petits arrêts	
	SL	Perte de vitesse	
	PI	Pertes inexplicables	
Pertes de qualité	NCT	Produit non conforme	2%
	MDT	matière défectueuse	

Tableau 12 : Détail du mois de Mars

Pertes de disponibilité	BKD	Panne	29%
	FLM	Maint. 1er Niveau; Nettoyage	
	LOR	Manque de ressources, matière – humain	
	SU	Set-up montage – Réglage	
	SMT	Prise d'échantillons & mesures	
Pertes de performance	PBT	Casses	26%
	MIN	Petits arrêts	
	SL	Perte de vitesse	
	PI	Pertes inexplicables	
Pertes de qualité	NCT	Produit non conforme	2%
	MDT	matière défectueuse	

3 Analyse et diagnostique :

Après avoir recueilli ces données auprès du service production, nous avons remarqués que pour les Non-TRS, c'est à dire les pertes qui freinent le TRS ne sont pas bien expliqué, ils ont mis un taux regroupant toutes les pertes et ne mentionne pas de détail.

Ces données restent insuffisantes pour mener une analyse approfondie qui nous permet de cerner les causes racines des problèmes afin de les éradiquer. Par exemple le service maintenance a besoin de connaître les types d'arrêt de la machine et les pannes répétitives pour les minimiser.

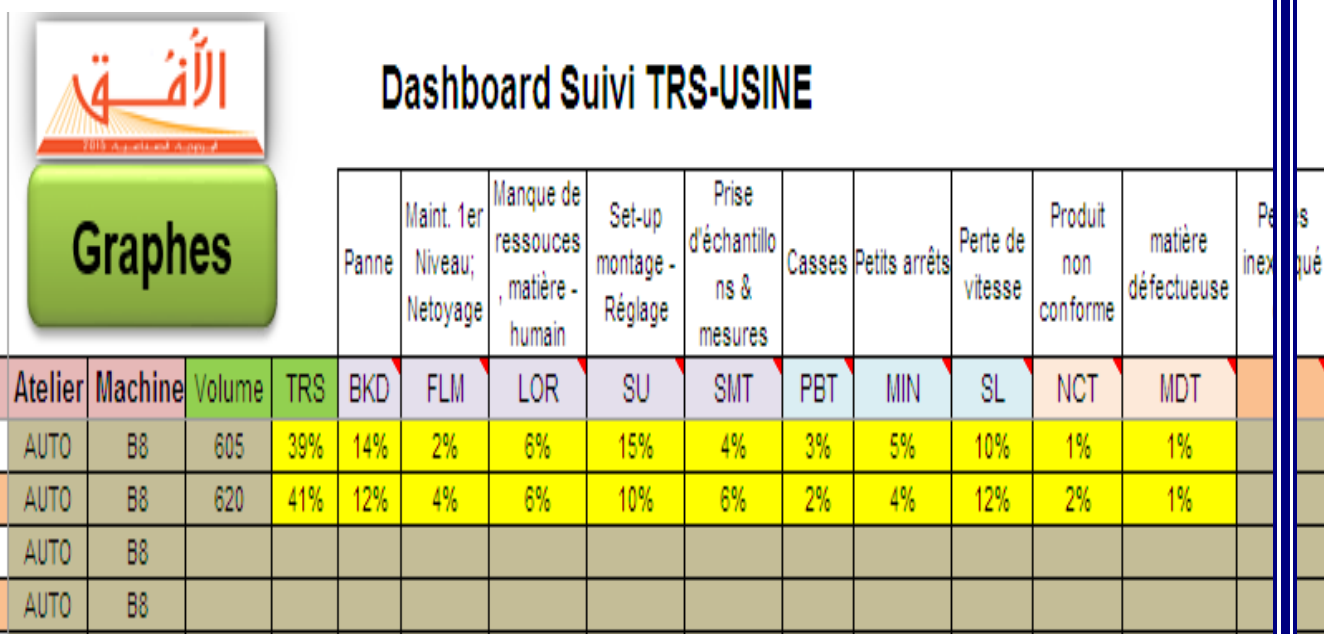
Nous avons proposé un canevas de suivi horaire pour relever les données concernant les Non-TRS et laisser une copie de sauvegarde au cas où un service veut consulter les pertes en détail.

Le modèle est mentionné en annexe N4.

Après distribution du modèle aux opérateurs, une intervention est nécessaire chaque matin pour faire le suivi et la collecte de donnée.

Le tableau suivant montre la collecte de données pour les mois d’Avril et Mai :

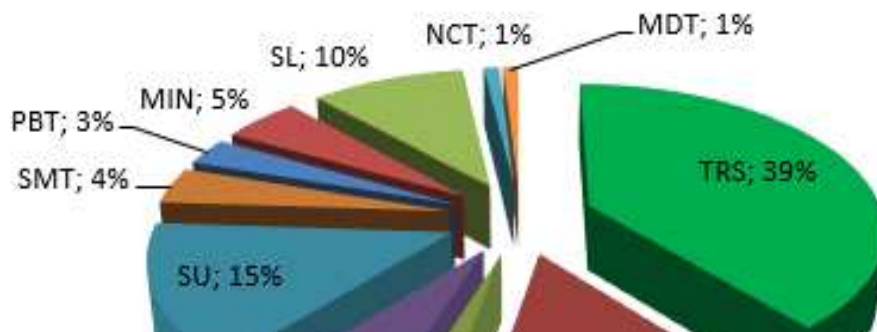
Tableau 14 : suivi des Non-TRSdes mois d’Avril et Mai



Le camembert montré en figure 35 illustre bien la répartition du TRS et les Non-TRS.

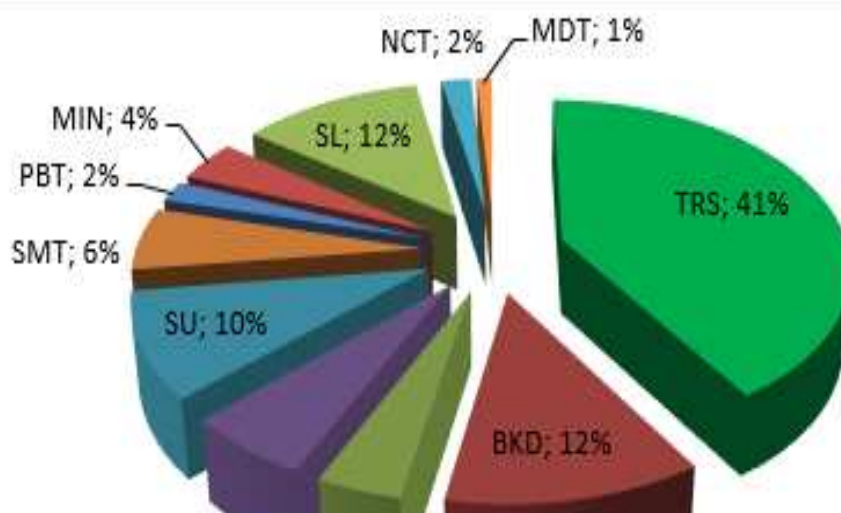
Camembert de la machine B8

Avril-2015

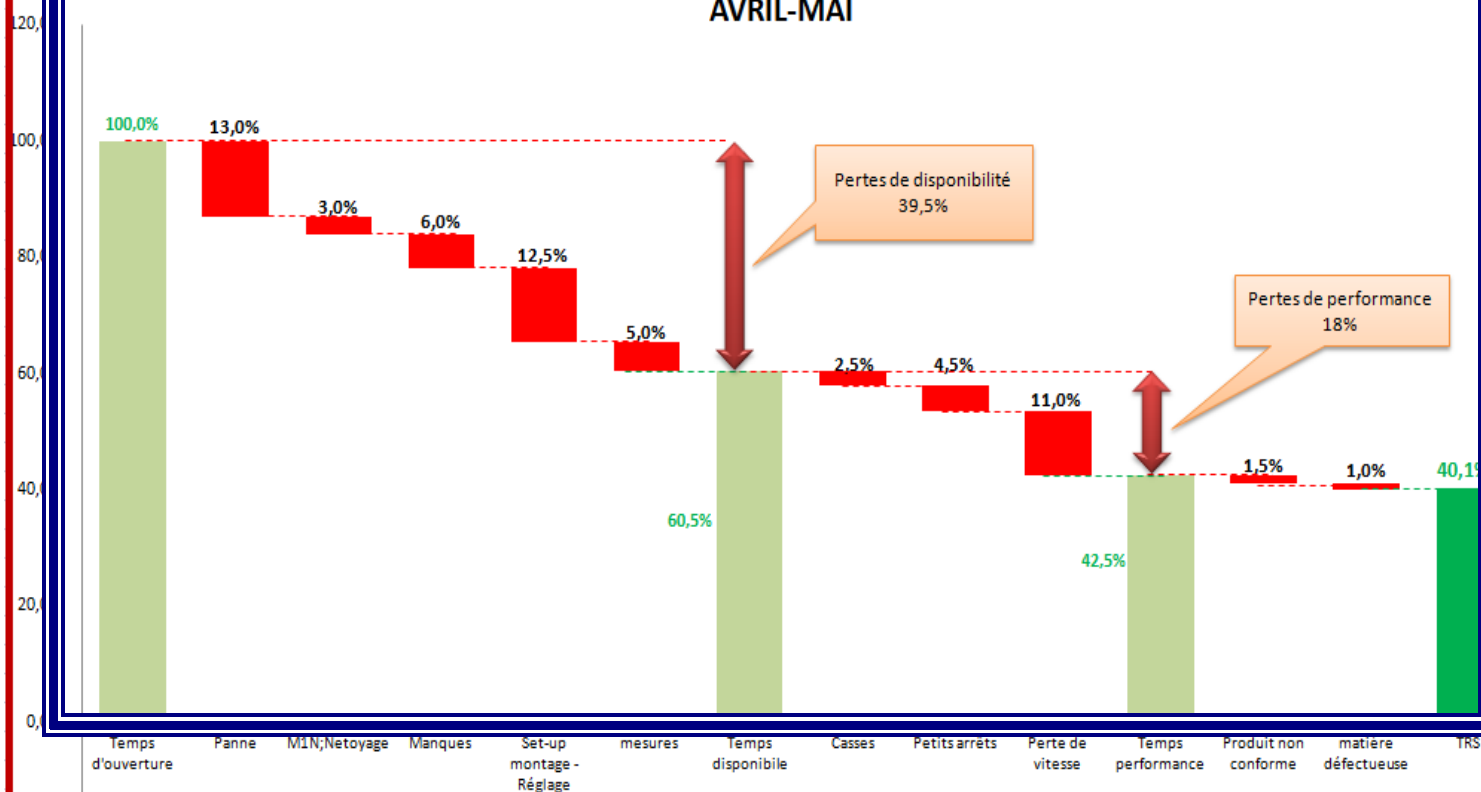


Camembert de la machine B8

Mai-2015



WaterFall actuel de la B8
AVRIL-MAI



Un diagramme waterfall (en anglais, waterfall chart) est un [diagramme](#) sur lequel on représente les différentes composantes (positives ou négatives) qui s'additionnent pour former un certain résultat.

Il permet ainsi de représenter l'évolution d'un indicateur dans le temps, en analysant les facteurs positifs et négatifs qui impactent cette évolution.

La lecture du graphe :

L'analyse du graphe waterfall actuel nous montre que les pertes majeures de notre TRS sont principalement liées au :

1) Pannes et Perte de vitesse à 24% : l'état actuel de la maintenance de la machine nous pousse à produire avec un ralentissement de vitesse de 11% à cause de :

- Système de trancannage en panne (le trancannage se fait manuellement)

Le trancannage est l'action d'enrouler de manière ordonnée un câble. L'action de trancanner consiste à enrouler [spire](#) par spire et [couche](#) par couche le câble sur un support appelé une bobine.

Le système de trancannage c'est l'enrouleur.

- chenille souvent défectueuse (perte de pression),
- Risque de casse du câble (système de détection casse-câble non fonctionnel)

2) Set-Up à 12.5% : le gaspillage du temps par les opérations de set-up et de démarrage tel que : Changement de bobine de réception, Chargement et déchargement des bobines d'émission.... est causé par:

- Pas de préparation de bobine d'alimentation, et de réception, d'outillage à temps masqué.

Le temps masqué c'est le temps durant lequel la machine produit des produits conformes, et l'opérateur peut réaliser d'autres tâches par exemple : le contrôle d'une pièce pendant l'usinage automatique de la pièce suivante.

- Beaucoup de déplacements inutiles.
- Manque d'un mode opératoire de set-up.
- Absence d'un Planning de fabrication (Pas de FIFO- l'opérateur cherche seul la bobine à consommer).

Analyse Système Opérationnel

• Constat- Taux de Pannes :

Définition: temps perdu suite à une panne machine par rapport au temps d'ouverture.

Sources de données: suivi horaire (Parfois non mentionnées) et données archivées par la maintenance.

Le temps perdu en raison de panne peut ne pas être entièrement consigné :

- Le temps de panne doit être consigné à partir de la minute où la machine s'arrête jusqu'à ce qu'elle produise un bon câble à la bonne cadence. La plupart du temps, la maintenance consigne uniquement le temps d'intervention des techniciens de maintenance
- Il est possible que certaines pannes soient uniquement partiellement identifiées, non déclarées ou évaluées
- Méfiance des solutions temporaires sans analyse ni étude d'impact sur la performance de la machine
- **Leviers identifiés :**
 - Chantier Pannes
 - Analyse des causes premières (Utilisation d'un diagramme de PARETO pour classement des pannes en termes de fréquence et de gravité)

- **Constat- Perte de Set-up :**

Définition: Temps perdu lié aux changements de série, calculé entre la dernière isolation de câble produite et la première nouvelle isolation de câble produite.

Sources de données: Journal de production et suivi horaire.

Parfois, les pertes dues à un changement de série sont pas totalement consignées:

- Changement pouvant ne pas être pris en compte pour le calcul du TRS, pas de mesure prise pour en réduire la durée.
- Si le changement a lieu juste avant un arrêt planifié, il est possible qu'il ne soit pas consigné.
- La durée consignée peut être inexacte :
 - Le temps est simplement évalué
- **Leviers identifiés :**
 - Techniques de changement rapide d'outils (SMED)

4 .Objectif :

Notre Vision d'amélioration cible la réduction du temps "NON-TRS" lié à ces deux facteurs (Panne&Set-Up) comme suite:

1) Chantier Pannes :

- Analyse des causes racines des pannes (par PARETO, et par les 5 M)
- Formation des équipes autonome maîtrisant la maintenance 1^{er} niveau,
- Passer d'une maintenance curative vers la maintenance préventif.

Ce chantier permettra une réduction des pertes liées aux pannes et pertes de vitesse de 30% :

Passer pour les pannes de 13% à 9%

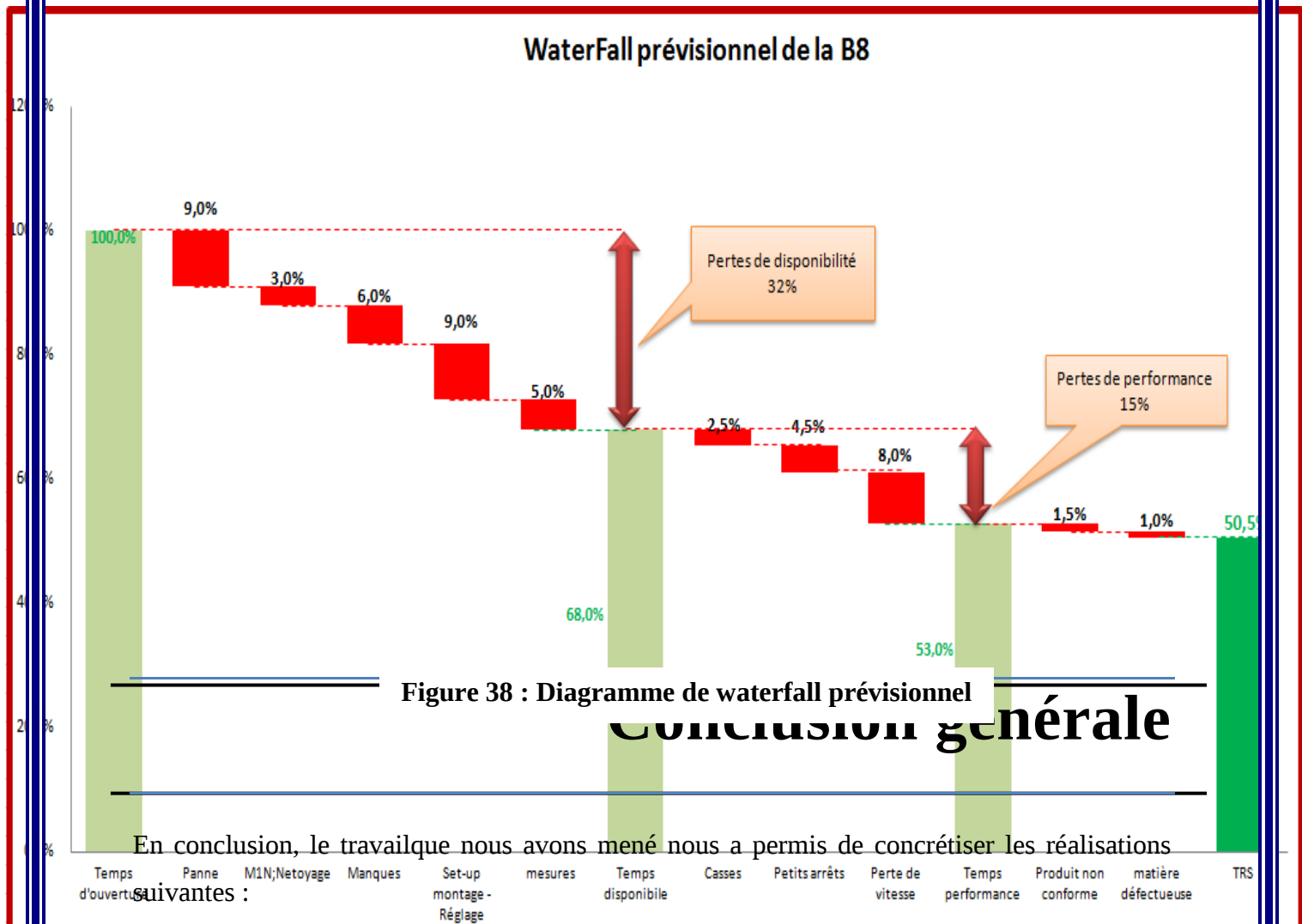
Passer pour les pertes de vitesse de 11% à 8%

2) SMED : Maîtrise de notre process, et recherche les opérations sans valeur ajouté à éliminer.

Ce chantier permettra une réduction des pertes de 25% :

Passer de 12.5% à 9%.

WaterFall prévisionnel de la B8 sera comme suite :



✓

Au niveau des deux lignes de production IKO et B8, nous avons mis à la disposition du service Investissement et Travaux neufs les plans d'implantation des deux extrudeuses auxiliaires ainsi que les schémas électriques qui accompagneront les armoires électriques.



Au niveau de la ligne de production B8, nous avons pu mener une analyse approfondie du taux de rendement synthétique de la ligne qui nous a permis de proposer les recommandations suivantes pour l'améliorer :



Mise en œuvre des chantiers phares pour la réduction des non TRS :



Chantier Pannes



Chantier SMED



Suivi des bonnes pratiques pour la résolution des problèmes de maintenance et de set-up :



PARETO/5M



SMED



Rapport journalier

L'étude d'implantation effectuée permettra au site industriel de Mohammedia de lancer les essais pour le projet Rhayflex après le raccordement des extrudeuses auxiliaires aux extrudeuses principales pour confirmation avec le client, et d'autre part l'analyse et les recommandations permettront d'augmenter le TRS de la ligne B8, et aider le projet ALOFOQ à bien se déployer dans tout le site de Mohammedia, à présent les différents services sont impliqués pour la réussite des nouvelles phases du projet.

Par la suite, les perspectives de continuité de ce travail se présentent dans le suivi et la mesure des performances, comment faire pour la mise en place des chantiers proposés sur le terrain, faire comprendre et gagner l'engagement des opérateurs, faire les audits internes pour bien mener le déploiement des chantiers proposés, sans oublier de faire une analyse et s'attaquer aux autres freins du TRS, ainsi que la combinaison des savoir-faire, savoir-être et faire savoir des individus.

Bibliographie

- http://www.nexans.ma/eservice/Morocco_fr_MA/navigate_147282_227_30_5578/Strategie.html.
- Documentation interne de Nexans SIM du Service ressources humains, Investissements et travaux neufs, service maintenance, service production, et le service de performance industriel.
- Cahier des charges fonctionnel de la ligne ITAL. N° 3123*2/91 REF JJI/MDV Date 29/Avril 1991.
- Cahier des charges fonctionnel de la ligne B8. N° 3021*2/00 Date 2000.
- Cahier des charges fonctionnel de la ligne IKO. N° 3034*2/00 Date 2000.