



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



Département de Génie Industriel

Ingénierie en Mécatronique



Mémoire de Projet de Fin d'Etudes

Préparé par

HADDI Yassine

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

Spécialité : **Ingénierie en Mécatronique**

Intitulé

***FIABILISATION, OPTIMISATION ET
AMELIORATION DE LA
PERFORMANCE DE LA LIGNE 05
D'EMBOUTISSAGE***

Lieu: **RENAULT-NISSAN EXPLOITATAION DE TANGER**

Réf: **PFE 17/2015**

Soutenu le 30 Juin 2015 devant le jury :

- Pr **GADI Fouad** (Encadrant FST Fès)
- Pr **TAHRI** (Examineur)
- Pr **CHAFI Anas** (Examineur)
- Mr. **FELLAINI Karim** (encadrant Renault Nissan)

Année Universitaire : 2014/2015

Dédicace

Je dédie ce travail

A mes chers parents : Aucune dédicace ne saurait exprimer le dévouement, le respect et l'amour que je porte à vous. Vous pouvez être fiers d'avoir réussi votre mission dans la vie.

A mon seul frère.

A mes encadrants pour leur serviabilité, leur soutien, leurs orientations et leurs encouragements.

A tous mes professeurs de la FST Fès, mes collègues, les élèves ingénieurs en Mécatronique de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, ainsi qu'à tout le personnel de l'usine Renault-Nissan de Tanger, pour le soutien, la patience et les immenses sacrifices dont vous avez toujours fait preuve tout au long de mes études.

Yassine HADDI 

Remerciements

En préambule à ce mémoire, je remercie ALLAH qui m'a aidé et m'a donné la patience et le courage durant ces longues années d'études.

Je souhaite adresser mes remerciements les plus sincères aux personnes qui m'ont apporté leurs aides et qui ont contribué à l'élaboration de ce rapport ainsi qu'à la réussite de ces années d'études.

J'exprime ma profonde gratitude à mes encadrants **Mr. BERKHIS de Renault et Mr. GADI FST Fès** pour leurs encouragements, leurs directives et leurs précieux conseils tout au long de mon stage.

Mes remerciements s'adressent également à Monsieur, **FELLAINI Karim** « *Chef d'Atelier Maintenance* », et **Mr. ROGER Martin** « *le chef de département emboutissage* ». Mes remerciements s'étendent également à tous mes enseignants durant les années d'études.

Je tiens à remercier toute personne qui a participé de près ou de loin à l'exécution de ce modeste travail.

Liste des abréviations

GP : **G**randes **P**resses **D**ouble **E**ffet.

TGSE : **G**randes **P**resses **S**imple **E**ffet.

CA : **C**hef d'**A**telier.

ACA : **A**djoint **C**hef d'**A**telier.

CUET : **C**hef d'**U**nité **E**lémentaire de **T**ravail

CHAFAB : **CH**angement de **FAB**rication.

ROD : **R**obot **D**épilleur.

ROP : **R**obot de **P**ositionnement.

SMP : **S**uivi des **M**oyens de **P**roduction

WL : Wait Load

WU : Wait UnLoad

BP: before pick

AD: after drop

OL: out load

OU: out unload

PMH : **P**oint **M**ort **H**aut

PMB : **P**oint **M**ort **B**as

RV : **R**endement de **V**itesse (Cadence)

RO : **R**endement **O**opérationnel

PMP : **P**lan de **M**aintenance **P**réventif

DIVD : **D**irection **I**ngénierie **V**éhicule **D**écentralisée.

GATM : **G**roupe d'**A**ssistance **T**echnique **M**aintenance.

Liste des Figures

<i>Figure 1 : Fiche signalétique</i>	13
<i>Figure 2 : Organigramme des départements</i>	13
<i>Figure 3 : Procédé général de fabrication.....</i>	14
<i>Figure 4 : l'Organigramme du département emboutissage</i>	15
<i>Figure 5 : Bobine d'acier</i>	16
<i>Figure 6 : La ligne de découpe</i>	16
<i>Figure 7 : flan — Stockage des flans.....</i>	17
<i>Figure 8 : Outils - Stockage des outils</i>	17
<i>Figure 9: les différents éléments d'un outil d'emboutissage.....</i>	18
<i>Figure 10 : : Ligne de fabrication des pièces automobiles : entrée et sortie de la ligne</i>	18
<i>Figure 11 : Schéma simplifié d'une ligne d'emboutissage</i>	19
<i>Figure 12: Presse mécanique à simple effet et ses composants</i>	20
<i>Figure 13 : Organigramme de l'atelier fabrication.....</i>	21
<i>Figure 14 : Organigramme de l'atelier maintenance</i>	22
<i>Figure 15 : Evolution de Non RO par métier ligne 05.....</i>	23
<i>Figure 16: triangle d'or.....</i>	26
<i>Figure 17: planning du sujet.....</i>	27
<i>Figure 18 : cartographie de la ligne</i>	31
<i>Figure 19 : Module dépileur</i>	32
<i>Figure 20: schéma d'un module dans la ligne d'emboutissage</i>	33
<i>Figure 21 : Diagramme de Pareto</i>	34
<i>Figure 22 : Exemples des défauts.....</i>	36
<i>Figure 23 : Vérification du fonctionnement des vacuums</i>	36
<i>Figure 24: Graphe des TBF</i>	37
<i>Figure 25:le 7ème axe du robot aspirant la pièce</i>	38
<i>Figure 26 : Dégradation de la ceinture du 7ème axe</i>	38
<i>Figure 27: dressage l'extrémité de 7ème axe</i>	39
<i>Figure 28: 7ème axe du robot après dressage</i>	39
<i>Figure 29: la bague de protection 7ème axe.....</i>	40
<i>Figure 30: calibre du robot.....</i>	40
<i>Figure 31: Codeur des cames</i>	44
<i>Figure 32: Schéma de position de Robot Interpresse</i>	45
<i>Figure 33 : Synchro Robot-Pressé</i>	46
<i>Figure 34 : Synchro robot-robot</i>	Erreur ! Signet non défini.
<i>Figure 35 : Interface Autostart sur le MOP de la ligne</i>	48
<i>Figure 36: diagramme d'ichikawa.....</i>	Erreur ! Signet non défini.

<i>Figure 37: diagramme 5 pourquoi</i>	49
<i>Figure 38 : synchronisation par module</i>	56
<i>Figure 39:La distance entre 7ème Axe du Robot et coulisseau de la presse</i>	61
<i>Figure 40:La distance entre 7ème Axe et le point le plus bas de la partie supérieure de l’outil au point BP</i>	62
<i>Figure 41 : La distance entre 7ème Axe et le point le plus bas de la partie supérieure de l’outil au point AD.....</i>	63
<i>Figure 42:schéma représentatif de détermination d'angle déchargement</i>	63
<i>Figure 43:schéma représentatif de détermination d'angle de protection</i>	64
<i>Figure 44: comparaison entre cadence avant et après synchronisation.....</i>	68
<i>Figure 45: capture écran de SMP.....</i>	69
<i>Figure 46: gain de RO après synchronisation</i>	69
<i>Figure 47: gain du temps de cycle</i>	70

Liste des tableaux

<i>Tableau 1: Les avantages et les inconvénients de chaque mode d'action</i>	<i>21</i>
<i>Tableau 2: Les objectifs envisagés par l'équipe du projet</i>	<i>27</i>
<i>Tableau 3: la situation jugée insatisfaisante (QQQCCP).....</i>	<i>28</i>
<i>Tableau 4: historique des défauts vaccums, fevrier et mars</i>	<i>36</i>
<i>Tableau 5: les TBF des vaccums.....</i>	<i>37</i>
<i>Tableau 6: standards safety-time et max time robot-presse</i>	<i>57</i>
<i>Tableau 7: standards safety-time et max time robot-robot</i>	<i>57</i>
<i>Tableau 8: standards Safety-Time Autostart :</i>	<i>57</i>
<i>Tableau 9: standards Load Auth synchro Robot-Robot:.....</i>	<i>58</i>
<i>Tableau 10: standards came controle presse.....</i>	<i>59</i>
<i>Tableau 11: standards angle de déchargement et angle de protection</i>	<i>59</i>
<i>Tableau 12: standards des points de la trajectoire du robot</i>	<i>60</i>
<i>Tableau 13: Tableau de suivi d'avancement d'optimisation des gammes</i>	<i>65</i>
<i>Tableau 14 : comparaison entre cadence avant et après synchronisation</i>	<i>68</i>
<i>Tableau 15: prix des pièces.....</i>	<i>70</i>
<i>Tableau 16: ecart entre avant et après synchronisation.....</i>	<i>71</i>
<i>Tableau 17: bénéfice en DH/Heure des gammes modifiées.....</i>	<i>71</i>
<i>Tableau 18: bénéfice hebdomadaire</i>	<i>71</i>

Liste des matières

Table des matières

Dédicace	1
Remerciements	2
Liste des abréviations	3
Liste des Figures.....	4
Liste des tableaux	6
Liste des matières	7
CHAPITRE I : PRESENTATION DE L'ENTREPRISE ET CADRE DU SUJET	11
1. Présentation du groupe RENAULT-NISSAN	12
1.1. Généralités sur le groupe RENAULT-NISSAN.....	12
a. Implantation de RENAULT-NISSAN au Maroc.....	12
1.2. Présentation des départements :.....	13
1.3- Procédé de fabrication :.....	14
1.4. Département emboutissage :.....	14
a. Gestion du département d'emboutissage :	15
b. Description du département emboutissage :	15
1.5. Les différents ateliers du département d'emboutissage	21
2. Cadre du sujet	23
2.1. PROBLEMATIQUE :	23
a. Définition du Non RO	24
b. Expressions des besoins et attentes.....	25
c. Les objectifs envisagés :	27
2.2. La démarche adoptée :.....	28
CHAPITRE II : FIABILISATION DE LA LIGNE L05 TGSE.....	30
1. Description de la ligne 05	31
2. Correction des anomalies :	34
2.1. App Mise à vide HS.....	34

a. Les vacuums :.....	34
b. Contrôle des vacuums :.....	35
2.2. Réparation du 7ème axe :	37
2.3. Calibration des robots ABB, IRB7600 :	40
CHAPITRE III : OPTIMISATION ET AMELIORATION DE LA PERFORMANCE DE LA LIGNE	
L05 TGSE	42
1. La synchronisation et ses paramètres :.....	43
1.1. Synchronisation :.....	43
a. Les paramètres de la synchronisation de la presse :.....	43
b. Les paramètres de la synchronisation du robot :.....	44
1.2. Les écarts de fonctionnement :.....	49
2. Les solutions proposées :	55
2.1. Introduction :.....	55
2.2. Standardisation :	56
a. Paramètres de synchronisation sur le MOP-LIGNE.....	56
b. Paramètres de synchronisation sur PANEL du ROBOT.....	58
c. Paramètre de synchronisation sur MOP-PRESSES	58
d. Paramètre des trajectoires sur PANEL du ROBOT.....	60
e. Paramètres des positions de 7ème axe de robot hors presse:.....	61
f. Paramètres des positions de 7ème axe de robot sous presse :.....	62
g. La méthode pour déterminer les angles de Presses :.....	63
h. Recommandations de la synchronisation	64
3. Mise en ouvres des solutions :	65
CHAPITRE IV : RESULTATS	
1. Validation des résultats.....	68
1.1. Mesure de la cadence :	68
1.2. Gain en temps de cycle :	70
1.3. Estimation de gain d'argent:	70
Conclusion générale.....	73
Annexes.....	74
[Annexe1]: tableau de 5 Pourquoi.....	74
[Annexe 2]: LUP_CHANTIER.....	77

[Annexe3]: indication de safety-time et Max-time sur le MOP LIGNE	78
[ANNEXE 4] : Les tests physiques pour les paramètres synch hors presse.....	79
[Annexe 5] : tableau de suivi d'application des standards	80
[ANNEXE 6] : Application Visual Basic des Paramètres.....	86
[ANNEXE 7] : tableau d'affichage des paramètres sur Excel	87
Bibliographie.....	88
Webographie	88
Résumé.....	89
Abstract	89

Introduction générale

Dans le cadre de mes études en Ingénierie en Mécatronique de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, j'ai effectué un stage de fin d'études sous le thème : « Fiabilisation, optimisation et Amélioration de la performance de la ligne d'emboutissage » au sein de l'usine RENAULT-NISSAN de Tanger, plus précisément dans l'Atelier Maintenance au département emboutissage vu que c'est une entreprise spécialisée en industrie automobile.

La problématique dans ce projet est que RENAULT-NISSAN de Tanger a une faible cadence dans la ligne 05 d'emboutissage surtout pour des gammes critiques qui sont trop demandées de la part de l'usines RENAULT CHENNAI de l'Inde, Il s'est avéré ainsi nécessaire d'améliorer sa performance en travaillant sur son indicateur clé de performance appelé RO (Rendement Opérationnel).

Afin de bien accomplir cette mission, mon rapport assemblera deux parties principales : la fiabilisation de la ligne 05 d'emboutissage et ensuite son amélioration.

La fiabilisation, est une étape primordiale et nécessaire car, afin d'avoir un résultat satisfaisant lors de l'amélioration, il faut tout d'abord s'assurer de la fiabilité des postes de la ligne, de leur justesse et de leur cohérence.

Ensuite, vient l'optimisation et l'amélioration, qui représente le noyau du travail, c'est à cette étape que nous allons améliorer la performance de l'entreprise.

Le rapport suivant est réparti en quatre chapitres, le premier est une présentation générale de l'entreprise avec le cadre du sujet, le deuxième est la fiabilisation de la ligne, le troisième est l'optimisation et l'amélioration de la performance, et enfin le quatrième chapitre dans lequel nous allons représenter le résultat du projet.

CHAPITRE I : PRESENTATION DE L'ENTREPRISE ET CADRE DU SUJET

Ce premier chapitre contient une présentation détaillée sur l'organisme d'accueil, son historique, ses raisons de s'implanter au Maroc, ses départements et son organigramme, et enfin le cadre du sujet où je mets la problématique.

1. Présentation du groupe RENAULT-NISSAN

1.1. Généralités sur le groupe RENAULT-NISSAN

Groupe Renault	
Origine	Française
Création	1898
Implantation mondiale	30 usines 55 filiales commerciales 5 centres d'ingénierie 5 centres de design
Mission	Concevoir et fabriquer des voitures de qualité centrées sur les besoins et les attentes de ses clients

a. Implantation de RENAULT-NISSAN au Maroc

Renault-Tanger Méditerranée :

À Tanger, après quatre ans de travaux acharnés a surgi la toute nouvelle usine du groupe Renault-Nissan, le nouveau site, installé sur un terrain de 300 ha dans la zone économique spéciale de Tanger Méditerranée, avec accès à la plateforme portuaire du port de Tanger Med, ce qui permettra de répondre à une demande croissante des modèles Dacia et à l'élargissement de sa gamme.

L'idée est simple : il s'agit de construire des véhicules à des conditions encore plus économiques qu'en Turquie ou en Roumanie. A une ou deux journées des côtes européennes par bateau. Pour cela, le Maroc a facilité l'implantation en prévoyant de nombreuses exemptions fiscales et mettant à disposition un vaste terrain de 300 hectares, plus un centre de formation. Autre argument de poids : les salaires des nouveaux ouvriers Renault ne dépassent pas 240 euros par mois.

La fiche ci-dessous(figure1) représente la carte d'identité de l'entreprise

Usine Renault Tanger	
Date de création	16 Janvier 2008
Produits fabriqués	Lodgy,Dokker, SANDERO,STEPWAY
Nombre de lignes d'emboutissage	5 lignes
Certification	Usine 100% zéro émission
Surface du site	300 hectares
L'effectif	6000 personnes en 2015
Capacité de production	Phase 1 : 200 000 véhicules/an Phase 2 : 400 000 véhicules/an

Figure 1 : Fiche signalétique

1.2. Présentation des départements :

Renault Tanger intègre plusieurs départements, ceux de la production sont répartis dans l'usine selon la gamme de fabrication à savoir : les départements emboutissage, tôlerie, peinture et enfin le montage qui s'alimente aussi par les départements « Sous ensemble » et « sièges ». La production est accompagnée d'une lourde logistique, une comptabilité, une finance, une gestion d'achat, un bureau APW et bien d'autres, réunis tous dans un bâtiment nommé X. De plus, Renault Tanger a consacré une grande surface au centre de formation qui s'occupe de l'intégration des nouveaux recrues et la formation des employés selon le besoin des postes de travail. la figure 2 présente l'organigramme des départements RENAULT Tanger.

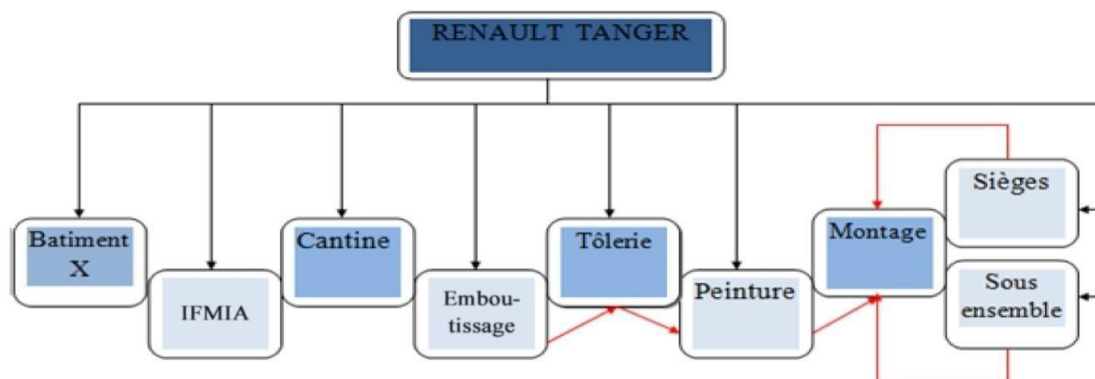


Figure 2 : Organigramme des départements

1.3- Procédé de fabrication :

Contrairement à la SOMACA qui reçoit toutes les parties du véhicule et a pour fonction principale le montage, la production d'un véhicule au sein de Renault Tanger se fait à travers la succession de centaines d'opérations réparties dans divers départements dont le montage est la phase finale.

Ceci dit, d'autres phases précèdent le montage, à savoir : l'emboutissage, la tôlerie et la peinture. Chaque phase se fait d'une manière indépendante dans un bâtiment et la liaison entre elles est assurée par la logistique.

De plus, pour une fiabilisation du produit marocain, les véhicules doivent être d'une performance et d'une qualité très élevées. Dans ce sens, le contrôle de la qualité prend une place importante et s'accroît pour satisfaire les attentes du client et le plus important assurer sa sécurité.

Nous présentons dans la figure suivante (Figure 3) les différentes étapes depuis les opérations d'emboutissage jusqu'à la livraison des véhicules.

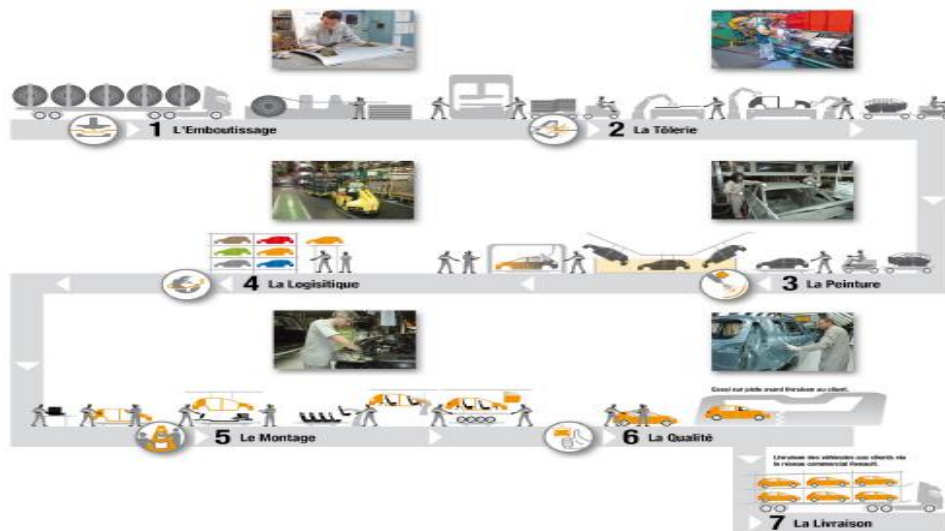


Figure 4 : Procédé général de fabrication

1.4. Département emboutissage :

L'emboutissage :

C'est un procédé de transformation qui consiste à la mise en forme à froid de métaux en feuille par déformation plastique permanente afin d'obtenir des pièces de formes plus ou moins complexes à partir d'une tôle plane (produit plat) par frappes successives.

La pièce est formée à partir d'estampes (poinçons et matrices), entre lesquelles est déformée une feuille de métal.

Les déformations engendrées par l'emboutissage conduisent en général à des modifications de l'épaisseur de la tôle. Certaines zones s'amincissent, alors que d'autres, soumises à la compression ou au rétreinte, ont tendance à s'épaissir légèrement. Mais le volume reste par contre constant.

a. Gestion du département d'emboutissage :

La gestion du département d'emboutissage est réalisée par les responsables des principaux services : Maintenance, outillage, Fabrication, progrès, DIVD, LOGISTIQUE.

La Figure 9 présente l'organigramme du département emboutissage.

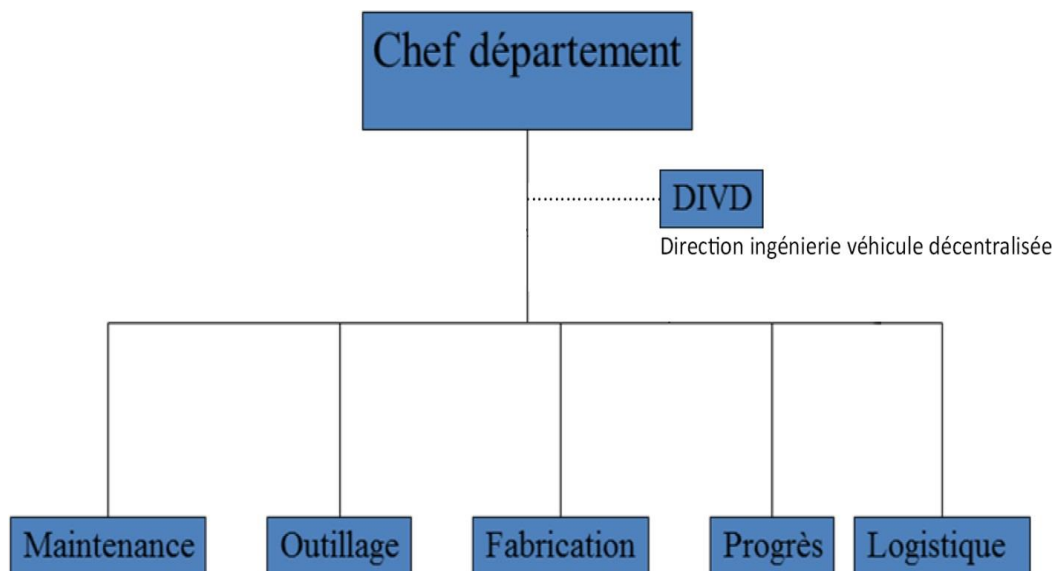


Figure 5 : l'Organigramme du département emboutissage

b. Description du département emboutissage :

L'emboutissage constitue le point de départ de processus de fabrication, la matière première arrive sous forme de bobines d'acier.



Figure 6 : Bobine d'acier

Celles-ci sont déroulées puis coupées et frappées pour obtenir des pièces embouties. L'emboutissage sert à la mise en forme d'acier.

Il existe dans le département emboutissage :

2 machines de cisailles qui déroulent et coupent la matière première (bobine d'acier) pour les rendre sous forme des morceaux aplaties appelées « flan ».

La figure 6 présente la ligne de découpe.

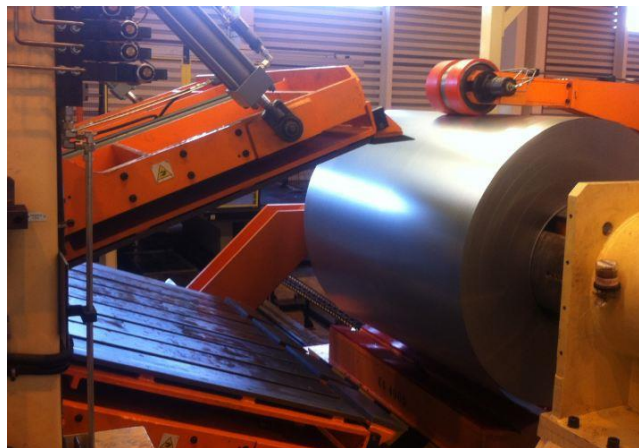


Figure 7 : La ligne de découpe

C'est une zone où ils sont stockés les outils de presse de découpage.

On reconnaît plusieurs outils selon la forme de découpe :

- Des outils pour l'obtention des formes simples et linéaires.
- D'autres outils pour l'obtention des formes spécifiques.

Un flan est issu d'une bobine prédécoupée aux dimensions et aux contours optimisés pour l'obtention de la pièce finie selon des essais de faisabilité d'emboutissage dans l'optique de la mise en forme de ce dernier.

Ces zones sont dédiés à stocker les flans selon leurs références.



Figure 8 : flan — Stockage des flans

- **Zones de stockage des outils des presses de lignes (zone 1, zone 2, zone 3)**

Ce sont des zones où on stocke les outils des presses. Les différentes opérations d'emboutissage et de reprise dans les lignes des presses sont assurées par ces outillages spécifiques selon l'opération à réaliser.

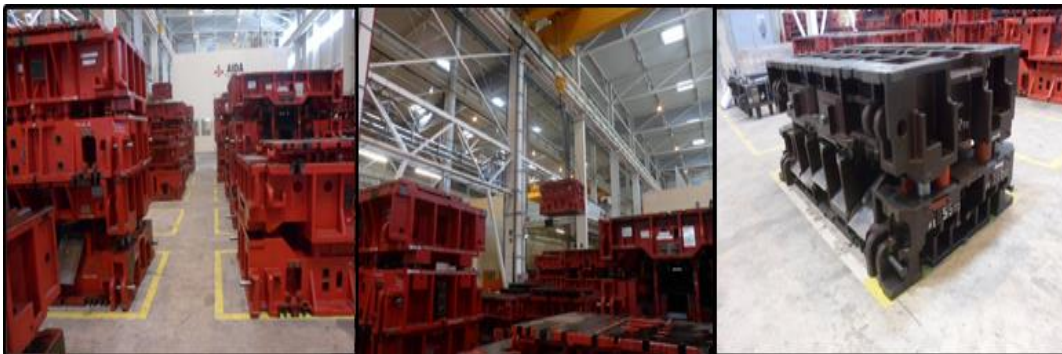


Figure 9 : Outils - Stockage des outils

L'outil d'emboutissage, comprend quasiment toujours trois parties principales :

- une matrice qui épouse à peu près la forme extérieure de la pièce à réaliser,
- un poinçon, ayant la forme intérieure de la pièce, qui va pousser dans la matrice le flan.

- Un serre-flan qui appuie le flan sur l'extérieur de la matrice pour éviter la formation de plis et réguler l'avalement du métal dans l'outil.

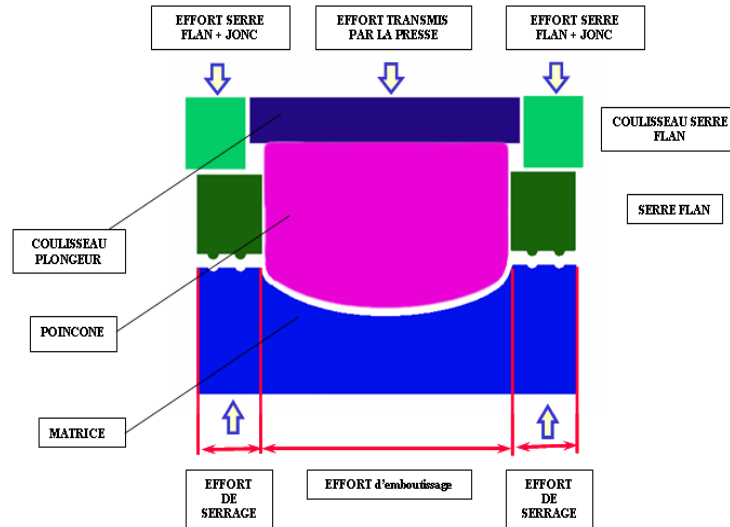


Figure 10: les différents éléments d'un outil d'emboutissage

- **Lignes de fabrication :**

Une ligne de fabrication est un processus où la mise en forme de la pièce s'effectue sur une succession d'outils montés sur des presses de reprise en ligne.



Figure 11 : : Ligne de fabrication des pièces automobiles : entrée et sortie de la ligne

Le schéma suivant (figure 11) montre les composants d'une ligne de fabrication des pièces automobiles :

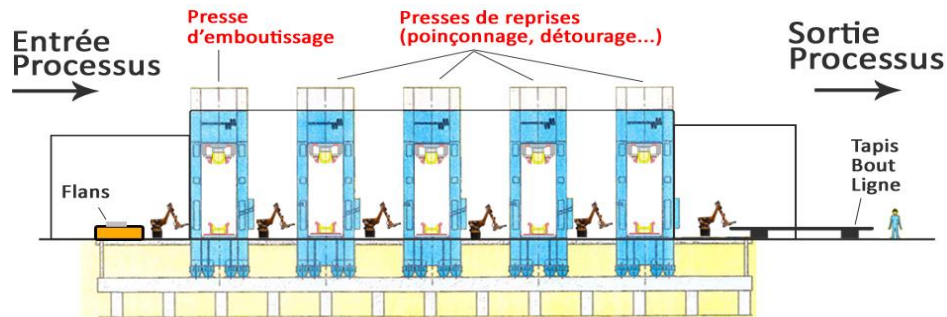


Figure 12 : Schéma simplifié d'une ligne d'emboutissage

On monte sur chaque presse un outil et à chaque coup de presse correspond une opération de transformation de la pièce.

Chaque ligne est composée d'une presse d'emboutissage en entrée plus des presses d'opérations de reprise, le nombre de ces presses de reprise correspond au nombre d'opérations de reprise nécessaires pour obtenir la pièce finie.

Ces lignes sont caractérisées par son groupe (GP, TGSE, GSE), la presse d'entrée et son nombre d'opérations de reprise.

Les presses utilisées dans l'atelier d'emboutissage de l'usine de Tanger sont des presses mécaniques. Ce sont les plus utilisées dans le cadre de fabrication en grande série.

Leur force peut varier de 0 à environ 1000T et leur cadence de travail est plus élevée que sur une presse hydraulique (de 20 à 500 coups/min).

Avant d'énoncer la problématique de notre sujet, nous donnons en premier temps une description sur la presse d'emboutissage TGSE.

Description de la presse d'emboutissage:

La presse d'emboutissage TGSE est une presse simple effet à coussin hydraulique, dont son mouvement est détecté par le codeur de position angulaire de l'excentrique.

On désigne sous ce terme (Simple Effet) les presses ne possédant qu'un coulisseau. Elles sont utilisées en opération d'emboutissage et en opération de reprise. Elles sont équipées d'un coussin inférieur destiné à assurer l'effet de serre flan.

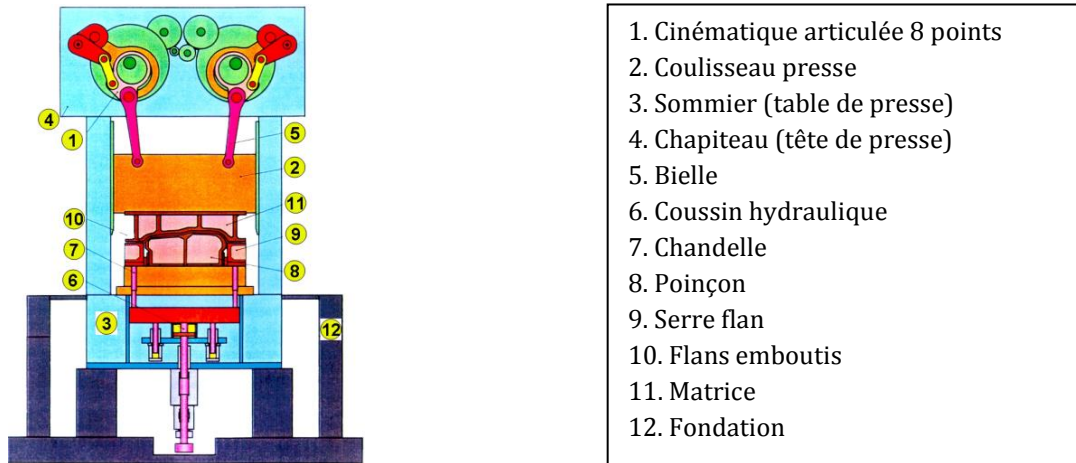


Figure 13: Presse mécanique à simple effet et ses composants

Pendant la descente, à une valeur angulaire donnée par le codeur de position angulaire, la vanne de pré accélération est activée. Elle commande le départ du coussin à une vitesse de moitié de celle du coulisseau, **l'asservissement se fait alors sur la vitesse**. Le coussin est accéléré dans le même sens que le coulisseau avant que l'outil supérieur ne touche la serre flan pour réduire la vitesse et limiter l'effet d'impact à l'accostage.

L'huile située dans les vérins est évacuée au travers d'une servovalve dont l'ouverture est commandée par le circuit de commande. La pression est calculée en fonction :

- De la position du coulisseau
- De la pression dans le vérin
- De la valeur requise dans l'automate

Les vérins hydrauliques assurent la remontée du coulisseau après la frappe et le vérin central régule la vitesse du coussin lors de sa phase de remontée.

Mode d'action

On peut distinguer deux modes d'action pour les presses :

Tableau 1: Les avantages et les inconvénients de chaque mode d'action

	Simple effet	Double effet
Les +	<ul style="list-style-type: none"> — Cadence plus élevée — Effort serre flan étagé — Coût moins élevé 	<ul style="list-style-type: none"> — Dépense Energie moins élevée — Meilleur centrage du flan
Les —	<ul style="list-style-type: none"> — Centrage du flan difficile — Consommation Energie importante 	<ul style="list-style-type: none"> — Cadence moins élevée — Coût supérieur

L'atelier d'emboutissages de Renault emboutissage contient 5 lignes qui emboutent les flans, les poinçonnent et les calibrent. A la suite de ces opérations, les pièces sont prêtes à être utilisées en tôlerie en tant que composants de la caisse (côtés de caisse, capot ...), les lignes se différencient selon leurs effets :

- GP (Grande presse double effet) (Ligne 1)
- TGSE (Très grande presse simple effet)(L2 et L5)
- GSE (Grande simple effet)(L3 et L4)

1.5. Les différents ateliers du département d'emboutissage

Dans le département d'emboutissage, on trouve trois ateliers — fabrication, maintenance et outillage — qui travaillent tous ensemble chacun de son côté pour le bon fonctionnement du processus de fabrication dans le département d'emboutissage

Atelier de fabrication:

Organigramme :

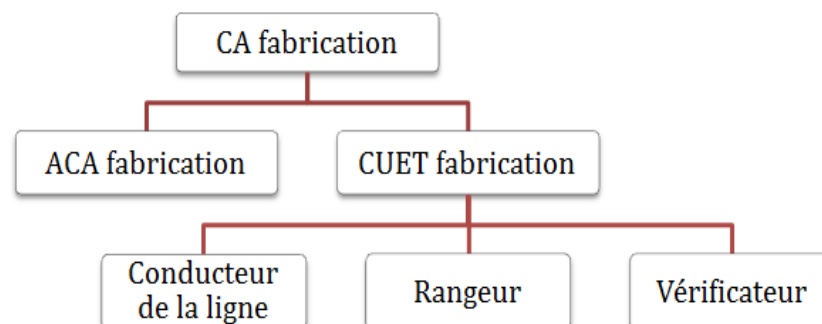


Figure 14 : Organigramme de l'atelier fabrication

Mission d'atelier fabrication :

La décision de produire une quantité de pièces embouties est déterminée au niveau de département chaque matinée, l'atelier de fabrication s'est chargé de suivre la production de la ligne suite à la décision de la direction de production, d'assurer la conformité des pièces, et le bon fonctionnement de la ligne, ainsi d'améliorer le rendement opérationnel de la ligne. En Collaboration avec les différents membres de l'atelier fabrication, chaque membre est sensé de remplir une tâche suivant les objectifs de l'atelier.

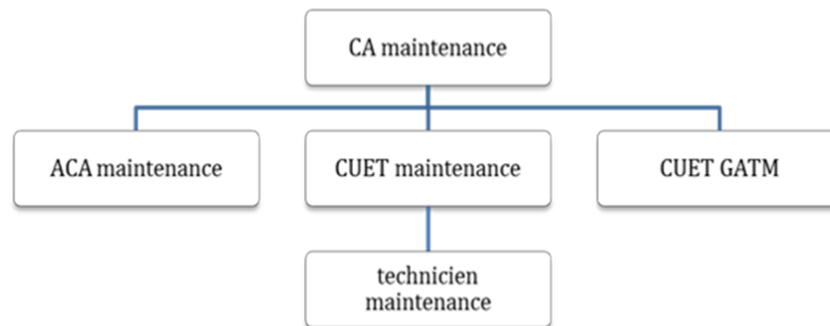
Atelier maintenance**Organigramme :**

Figure 15 : Organigramme de l'atelier maintenance

Missions d'atelier maintenance :

L'atelier de maintenance est un atelier clé du département d'emboutissage, parce qu'il est intolérable que la ligne s'arrête, vu l'importance de la ligne dans l'unité d'emboutissage. Afin d'assurer le bon fonctionnement de la ligne, l'atelier est chargé de veiller sur la fiabilité des presses d'emboutissage et des systèmes de changement de fabrication et d'assurer les objectifs d'amélioration du rendement opérationnel. Avec l'assistance du groupe technique de maintenance, l'atelier travaille sur l'amélioration du rendement des presses, la fiabilisation du système de changement de fabrication et l'amélioration de l'efficacité des travaux de maintenance.

2. Cadre du sujet

Nous allons présenter le sujet, la raison de choix et les méthodes à suivre pour traiter ce sujet, la problématique du sujet avec la situation actuelle, la situation souhaitée, le cahier des charges.

2.1. PROBLEMATIQUE :

Ce projet a été pris en urgence vu l'importance de l'activité de cette ligne de l'emboutissage dans le processus de production. Toute amélioration attribuée sur ce niveau va apporter un rendement important sur tout le département, et par conséquent sur tout le processus de fabrication, notamment il y a une nécessité de préparer un stock suffisant de quelques gammes dans la ligne 05, qui sera exporté vers l'usine de l'Inde environ le mois juillet 2015.

En outre, il ya un ralentissement dans la vitesse de la ligne or chaque ligne a son rendement opérationnel (RO). La ligne L05, et contrairement aux autres lignes, n'a jamais atteindre la cadence objective comme le montre la figure suivante :

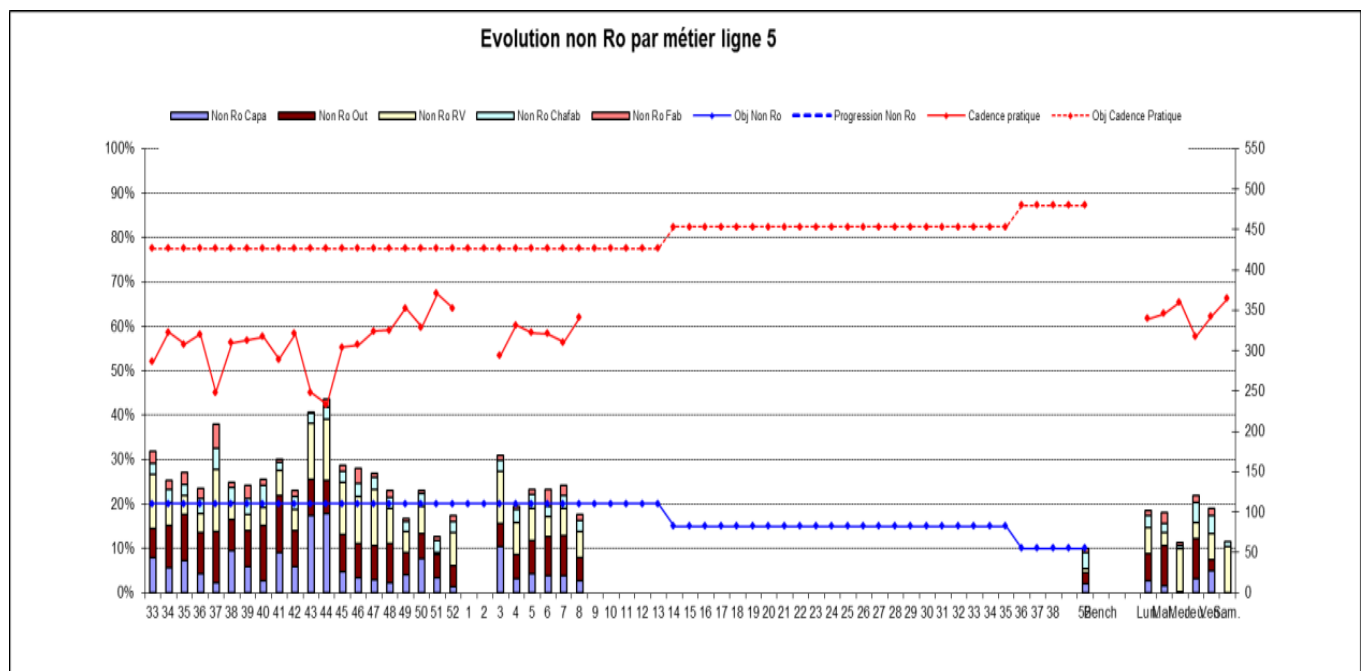


Figure 16 : Evolution de Non RO par métier ligne 05

Le constructeur impose une cadence à achever, alors que le service ingénierie chez RENAULT-Tanger met une étude sur les gammes existantes pour faire en sortir une cadence respectant les normes du constructeur -avec une marge de différence de plus ou de moins.

Dans le cas de la ligne L05 le constructeur impose une cadence de 500 coups par jour alors que le service ingénierie de Renault-Tanger a posé environ 490 coups par jour.

De même pour le Rendement Opérationnel (RO) Comme la figure 15 le montre le No Ro objectif (trait en bleue) est de 10 % c'est-à-dire que le Non Ro des trois ateliers ne doit pas dépasser ce pourcentage de 10% (No Ro Capacité + No Ro Fabrication + No Ro Outillage = 10%).

D'une part, on remarque bien qu'il existe une grande différence entre la cadence souhaitée (trait en rouge discontinu) et la cadence réelle de la ligne L05 (trait en rouge continu).

D'autre part, La désactivation de la synchronisation se fait après l'apparition des collisions entre robot-presse, pourtant la synchronisation a une grande influence sur le Rendement de Vitesse (RV) de la ligne et sa désactivation provoque un mauvais rendement de cette vitesse ce qui influence négativement sur la cadence.

Alors notre objectif est d'améliorer la cadence et par la suite le Rendement Opérationnelle en synchronisant la ligne L05 TGSE, et éradiquer les collisions entre robot presse, afin d'améliorer la cadence de la ligne.

a. Définition du Non Rendement Opérationnel :

Le Non RO (non rendement opérationnel) est choisi par l'alliance RENAULT-NISSAN département emboutissage comme indicateur clé de la performance de fabrication.

En effet, les objectifs du Non RO sont :

- Déterminer les meilleures performances.
- Diminuer les temps d'arrêt.
- Augmenter la cadence
- Etablir des cibles et des objectifs.

Pour le Rendement Opérationnel (RO) qui est défini par la relation suivante :

$$Ro = \frac{\text{Nombre de coup réalisé}}{\text{Nombre de coup objectif}}$$

Pour la simplification de calcul les ateliers travaillent avec le No Ro (le Non endement Opérationnel) qui égale :

$$\text{No Ro} = 1 - \text{Ro}$$

Pour calculer le No Ro d'un seul atelier (exemple d'atelier maintenance= capa), on utilise la formule suivante :

$$\text{No RO "capa"} = \frac{\text{temps d'arrêt capa}}{\text{TR}}$$

Avec :

$$\text{TR} = \text{TO} - \text{TNR}$$

TR : Temps Engagé

TO : Temps d'Ouverture

TNR : Temps Non Engagé = Pause + Maintenance Préventive + Maintenance Autonome + Arrêt planifié

b. Expressions des besoins et attentes

Afin d'atteindre un niveau performant de production, l'atelier de la maintenance étant maître d'ouvrage, nous a accordé la réalisation de ce projet comme étant le maître d'œuvre.

Le besoin exprimé par le maître d'ouvrage est de fiabiliser le Non RO pour ensuite l'améliorer pour atteindre une valeur plus que de 90% de RO dans un délai de 4 mois.

Cet objectif est alors de type SMART :

Spécifique : amélioration de la performance à travers (Non Ro, temps d'arrêt)

Mesurable : Non Ro =10%

Atteignable : possibilité de réalisation sous les contraintes définies dans 10%

Réalisable : repose sur la motivation, et l'adaptation aux changements.

Temporellement défini : 4 mois

Contraintes et exigences

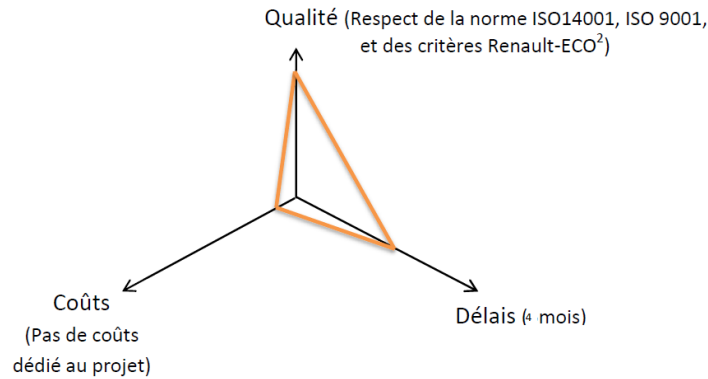


Figure 17: triangle d'or

- **L'équipe du projet :**

L'expérience accumulée par les employés du département d'emboutissage est un atout que nous ne pouvons pas mettre à l'écart, c'est pourquoi, le travail en équipe avec des gens qui ont une expérience va nous permettre de raccourcir le chemin vers la bonne information.

- CA maintenance
- CUET Maintenance
- Conducteur de la ligne 05
- Les opérateurs de la ligne 05 TGSE
- Techniciens maintenance de la ligne 05

Nous avons élaboré un planning sur Gantt Projet pour aboutir aux bons résultats

- **Planning de sujet :**

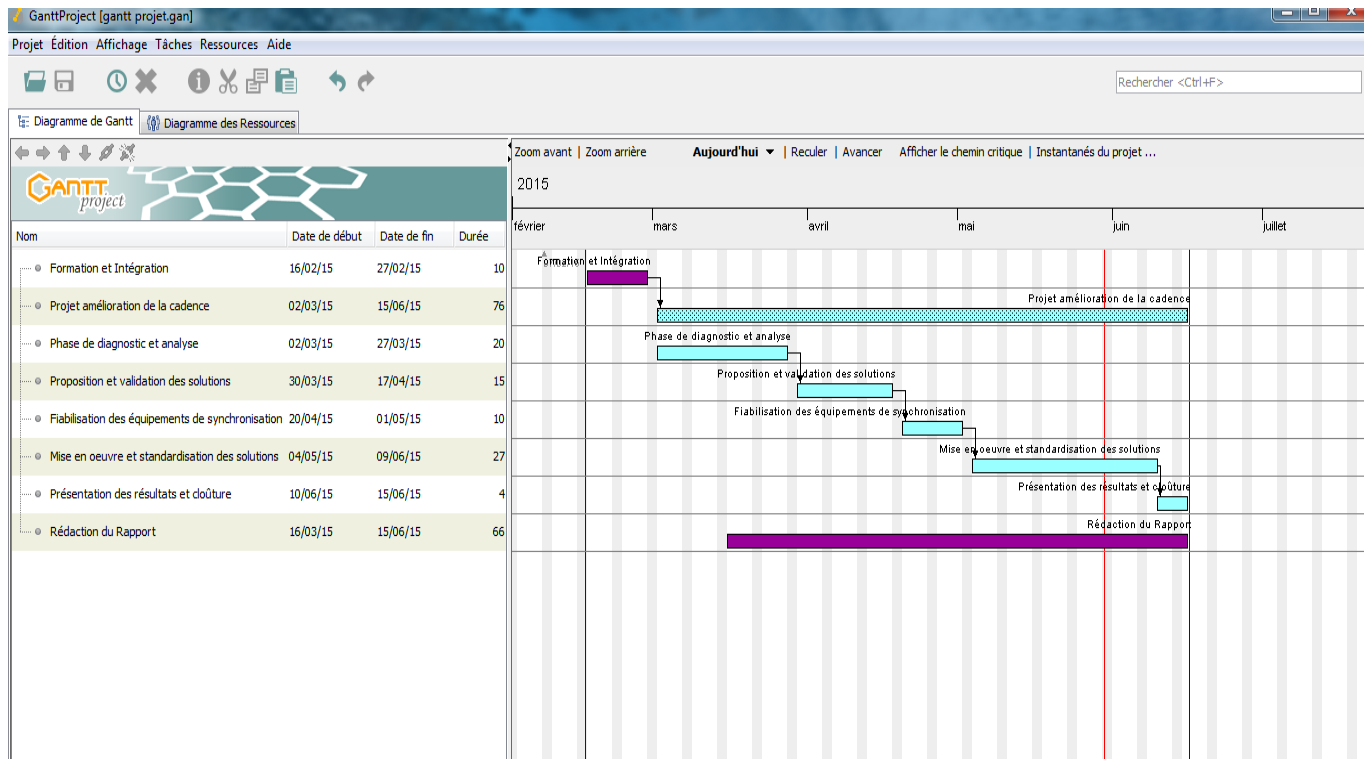


Figure 18: planning du sujet

c. Les objectifs envisagés :

Suite à une négociation avec le CA (Chef Atelier) Maintenance, nous avons fixé les objectifs attendus de cette optimisation par une répartition du Non RO et RO.

Les objectifs du chantier RV (Rendement Vitesse) que nous avons lancé pour ce fait sont comme suit :

Tableau 2: Les objectifs envisagés par l'équipe du projet

RO		Non RO	
Initial	Objectif	initial	Objectifs
69%	90%	31%	10%

Donc le travail que nous sommes chargés de le faire est de piloter le chantier vers les objectifs envisagés, en collaboration avec les groupes des différents métiers pour trouver les solutions efficaces qui nous permettent de mieux synchroniser la ligne, augmenter la cadence et pallier le non-rendement opérationnel actuel.

2.2. La démarche adoptée :

Pour bien mener notre projet, nous allons adopter une démarche PDCA. Cette démarche comporte 4 étapes permettant de présenter le problème, trouver ses causes, choisir des solutions, les mettre en œuvre, mesurer les résultats et finalement vérifier que les actions mises en place sont efficaces.

Elle se présente comme suit :

Plan

- Reconnaître les problèmes.
- Observer la situation actuelle.
- Analyser les causes.
- Proposer des améliorations

Do

- Lors de cette étape, il faut mettre en œuvre les solutions retenues : pour chacune des solutions retenues, définir son plan de mise en œuvre (besoins associés, pilote, délai).

Check

- Consiste à mesurer l'efficacité des solutions mises en œuvre :
 - Toutes les solutions retenues ont-elles été mises en œuvre?
 - Sont-elles correctement implantées?
 - Sont-elles efficaces ? Sont-elles documentées?

Act

- Implanter les nouveaux standards ou modifier les standards existants en corrélation avec les actions menées.
- Généraliser les solutions.

la situation jugée insatisfaisante (QQOQCCP)

Tableau 3 : la situation jugée insatisfaisante (QQOQCCP)

Qui : Usine Renault-Nissan Tanger- département Emboutissage

Quoi :	Optimisation et Fiabilisation de la ligne 5 d'emboutissage
Où :	A la ligne TGSE 5 de l'usine emboutissage
Quand :	DU 16 février 2015 au 10 Juin 2015
Comment :	Augmentation de la cadence par la synchronisation et amélioration du temps de cycle
Pourquoi :	La cadence et le rendement opérationnel de production sont faibles

La situation souhaitée (QOQCCP) :

Qui :	est concerné : entreprise Renault
Quoi :	La vitesse plus grande de la ligne
Où :	La ligne 05 Département emboutissage, Renault Tanger
Quand :	DU 16 février 2015 au 15 Juin 2015
Comment :	par l'intervention avec des solutions aux problèmes de synchronisation
Pourquoi :	pour mieux synchroniser les robots et les presses et par conséquent augmenter la vitesse de la ligne et obtenir une cadence plus qu'auparavant

Conclusion

Après avoir connu l'entreprise en détail, l'objectif du stage, le planning de mon sujet et les contraintes sous lesquelles nous allons travailler, le chapitre suivant sera consacré à la fiabilisation de la ligne L05 TGSE avant d'entamer le chantier RV.

CHAPITRE II : FIABILISATION DE LA LIGNE L05 TGSE

Avant de commencer l'optimisation, il faut d'abord s'assurer de la fiabilité de la ligne.

Dans ce chapitre, tout d'abord nous allons présenter les postes et le fonctionnement de la ligne 05 d'emboutissage où se déroule le sujet, puis nous entamons la fiabilisation où nous allons commencer par un diagramme de Pareto qui nous permet de mettre en évidence les causes les plus importantes, puis nous allons travailler sur ces anomalies pour les éliminer.

1. Description de la ligne 05

La ligne L05 fait partie de la famille des lignes

TGSE (Très Grande Presse à Simple Effet), c'est une ligne d'emboutissage constituée principalement d'une presse d'emboutissage, des robots et des autres presses de détourage, poinçonnage et calibrage.

Dans cette partie nous allons énoncer les différents composants des robots et des presses, ainsi que leurs rôles dans la ligne L05 TGSE.

La ligne L05 TGSE se constitue de 5 cellules réparties selon la forme suivante :

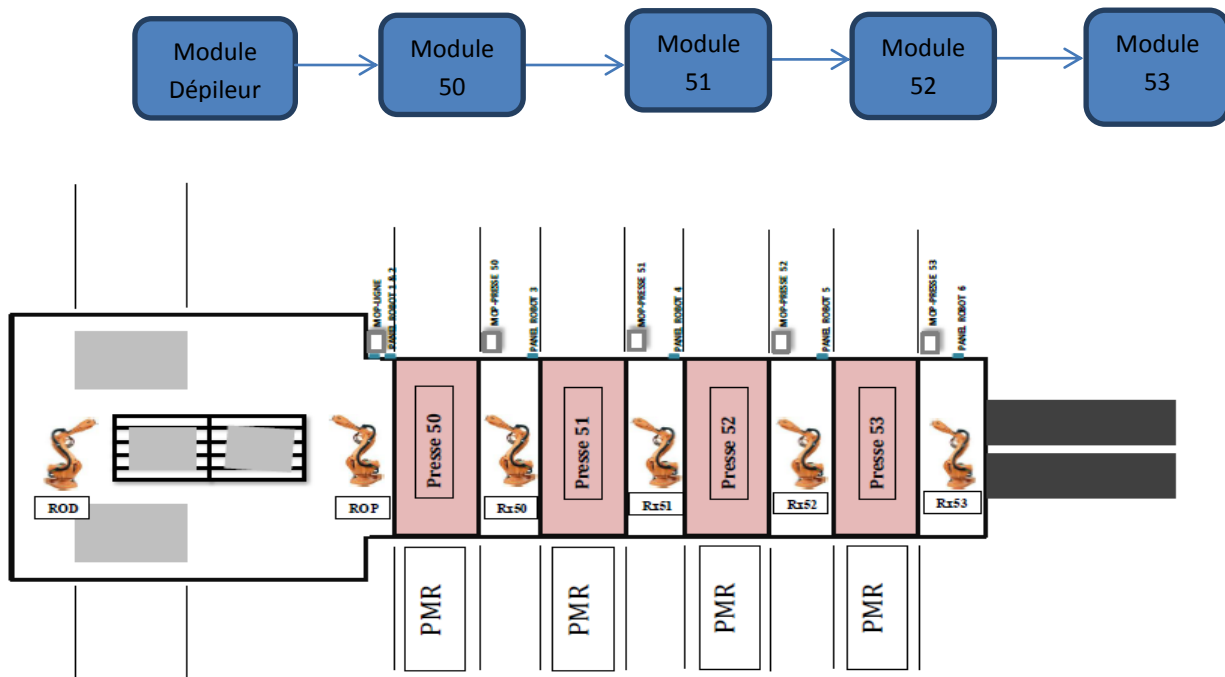


Figure 19 : cartographie de la ligne

La ligne 05 d'emboutissage TGSE se compose de :

- **ROD** : Faire le transfert des flancs de la table dépileur vers la table de centrage
- **Table d'alimentation** : la première table où le robot pose le flan
- **Table de vision** : la table qui suit la table d'alimentation
- **ROP** : Faire le transfert des flancs de la table de centrage vers la presse de tête

- **Presse de tête (Presse 50)** : Emboutir le flan (donner la forme 3D principale)
- **Quatre Robots inter presse** : Faire le transfert des flans d'une presse vers la suivante jusqu'au bout de ligne,
- **Trois Presses de reprise** : faire le détourage, le poinçonnage et la finition de la pièce

Ces postes se répartissent sur des modules selon leurs fonctionnements dans la ligne L05 TGSE, il y a trois grands types des modules :

Module Dépileur ou Front Of Line : est la première cellule de la ligne, elle alimente la ligne par des flans, et comporte deux tables de dépilage (DTK1 et DTK2) puis deux robots appelés (Robot dépileur et robot chargeur), le robot dépileur saisit les flans sur les tables pour commencer la production.

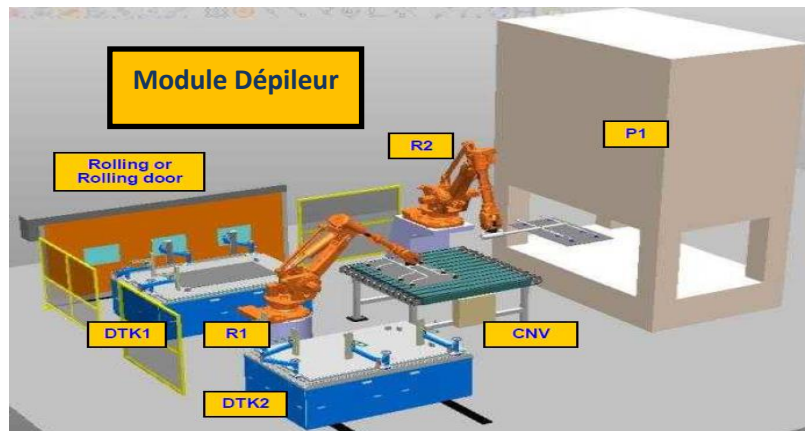


Figure 20 : Module dépileur

Nom et description des éléments :

DTK1, DTK2. : Table de dépilages 1 et 2

R1, R2 : Robot dépileur(ROD), robot extracteur

CNV : Convoyeur d'alimentation et de vision

P1 : Presse 1, presse TGSE

La caméra est montée sur un cadre en acier fixé au sol, recouvert de rideaux pour assurer des conditions stables de luminosité, le robot dépileur ROD laisse le flan sur le convoyeur d'alimentation, ce dernier se déplace vers la position de vision, électro-aimants en marche ; le capteur installé sur le convoyeur donne au PLC l'information d'arrêt du convoyeur. À l'arrêt du convoyeur, les électroaimants sont mis à l'arrêt pour permettre au robot R2 de saisir la pièce.

Module 50, 51, 52 : ou INTer-presse : Ces cellules sont composées des robots et presses, le premier robot dans chaque cellule appelé (Robot chargeur), celui de la cellule INT1 charge les flans du convoyeur et les pose sur la presse, cette dernière est la presse principale dans la ligne car à travers elle qu'on reçoit des flans emboutis, les autres presses servent seulement au détournage et poinçonnage comme illustre la figure suivante :

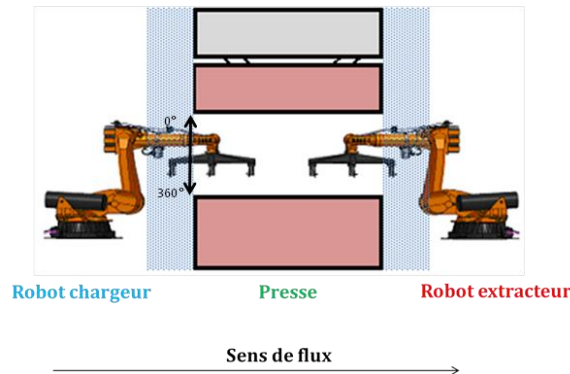


Figure 21: schéma d'un module dans la ligne d'emboutissage

Le changement de la forme des flans pressés, se fait par des outils de presse installés sur la ligne.

Ces outils sont interchangeables, ce qui permet de produire plusieurs pièces différentes sur une même installation. Le temps moyen de changement de fabrication est de l'ordre de 15 minutes.

Module 53 ou End Of Line : La cellule de fin de ligne est constituée d'un robot placé en fin de ligne, qui décharge la dernière presse et charge le convoyeur de sortie. À la fin de ce convoyeur, les opérateurs collectent et placent le matériel dans des conteneurs appropriés.

Après la description de la ligne, on montre les anomalies des postes de la ligne d'après le Pareto en se basant sur l'historique des arrêts pris par le SMP.

fréquence d'apparition

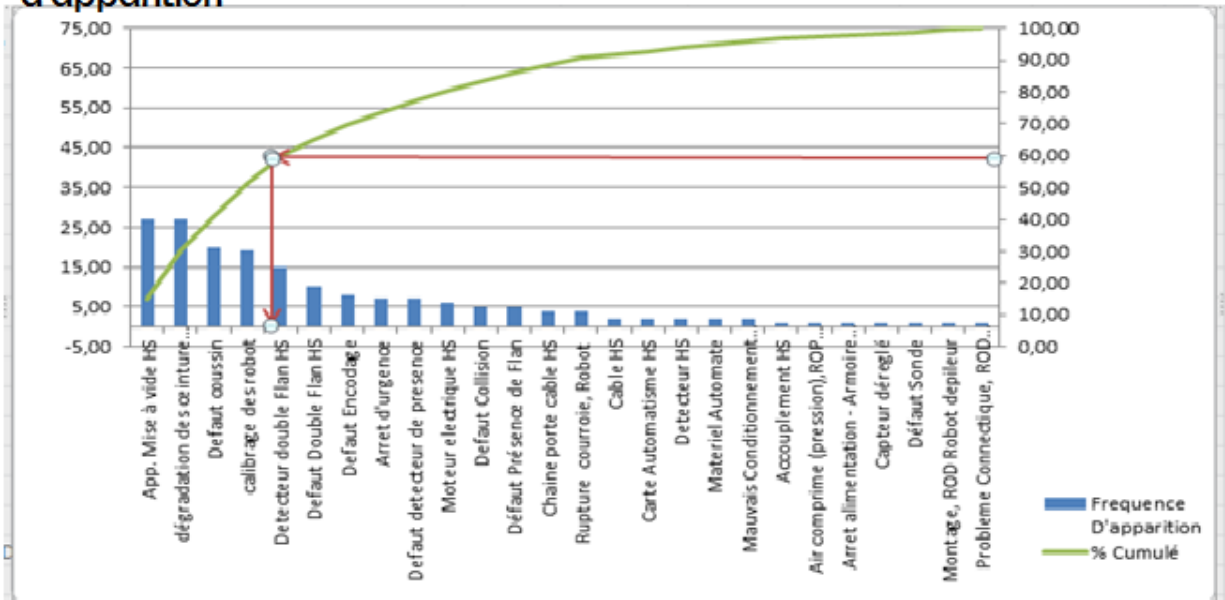


Figure 22 : Diagramme de Pareto

D'après le Pareto nous remarquons que 60% du problème sont générés par les trois premiers défauts, nous allons travailler ainsi sur les défauts : **App Mise à vide HS, dégradation des ceintures 7^{ème} axe robot ABB**, et éliminer ces anomalies d'une manière définitive ou provisoire.

2. Correction des anomalies :

2.1. Appareil Mise à vide HS

a. Les vacuums :

Le vacuum est conçu pour la manutention des pièces à l'aide du vide, il est alimenté en air comprimé et reçoit les commandes - de la génération du vide pour aspirer la pièce, ou de l'évacuation pour la déposer - par le robot.

- Génération du vide (Aspiration) :

Dès que le système est sous pression, la génération du vide est activée (éjecteur NC) ou désactivée (éjecteur NO) par une vanne intégrée à l'aide d'un signal de commande externe (aspiration). Le capteur intégré enregistre la valeur actuelle du vide du système et utilise cette valeur comme donnée de base pour l'affichage des états du système.

Selon la fonction de régulation sélectionnée, le système électronique met en service la génération du vide dès que la valeur-seuil déterminée par l'utilisateur est atteinte.

Le clapet anti retour de sécurité empêche toute chute du vide en présence de pièces à surface étanche. La génération du vide est à nouveau mise en service en cas de chute du vide en raison de fuites en dessous de l'hystérèse déterminée.

- **Evacuation (Dépose) :**

Le circuit du vide du système d'éjecteur est mis sous pression (air comprimé) dès que le deuxième signal externe (évacuation) est activé. Une chute rapide du vide, donc une dépose rapide de la pièce est ainsi garantie.

Deux autres fonctions d'évacuation sont disponibles en plus de la commande directe du signal d'évacuation. La durée d'évacuation désirée est ainsi réglée dans le système d'éjecteur. Une impulsion de commande externe à l'entrée déclenche le processus d'évacuation qui est mis automatiquement hors service à la fin de la durée pré-réglée.

En sélectionnant la fonction « évacuation automatique », le processus d'évacuation démarrera automatiquement après que le signal de commande externe **ASPIRATION ARRET** (éjecteur NO) est activé ou désactivé par le signal **ASPIRATION MARCHE** (éjecteur NC). Cette procédure est effectuée dans le laps de temps pré-réglé dans le système d'éjecteur.

b. Contrôle des vacuums :

Le diagnostic réalisé, sur les pannes de pertes des pièces, nous a conduits au problème de vacuums, ces derniers peuvent avoir plusieurs défauts au niveau des électrovannes et au niveau des joints et les membranes :



Figure 23 : Exemples des défauts

-Pour les joints et les membranes : il fallait les nettoyer

-Pour les électrovannes : il fallait les tester selon le type de chaque électrovanne et s'assurer de la bonne indication de leurs valeurs.

*Figure 24 : Vérification du fonctionnement des vacuums*

Pour déceler les conditions menant à la détérioration de cet équipement, une maintenance préventive a été programmée, nous nous sommes basé sur l'historique des défauts pour les vacuums.

Tableau 4: historique des défauts vaccums, fevrier et mars

Période	Zone	Localisation fine	Causes d'arrêt
15 déc 2014	801 - Z_L5	Robot inter-presse	Appareil mise à vide HS
16 déc 2014	801 - Z_L5	ROD Robot dépilleur	Appareil mise à vide HS
16 déc 2014	801 - Z_L5	ROD Robot dépilleur	Appareil mise à vide HS
05 févr 2015	801 - Z_L5	ROP robot chargeur	Appareil mise à vide HS
05 févr 2015	801 - Z_L5	ROP robot chargeur	Appareil mise à vide HS
06 févr 2015	801 - Z_L5	ROP robot chargeur	Appareil mise à vide HS
06 févr 2015	801 - Z_L5	ROP robot chargeur	Appareil mise à vide HS
24 févr 2015	801 - Z_L5	ROD Robot dépilleur	Appareil mise à vide HS

Donc le TBF (time between failures) est comme suite:

Tableau 5: les TBF des vaccums

Nombre de TBF	Durée par jours	Nombre de TBF	Durée par jours	Nombre de TBF	Durée par jours
TBF1	2	TBF5	7	TBF9	51
TBF2	11	TBF6	57	TBF10	1
TBF3	2	TBF7	3	TBF11	18
TBF4	22	TBF8	1		

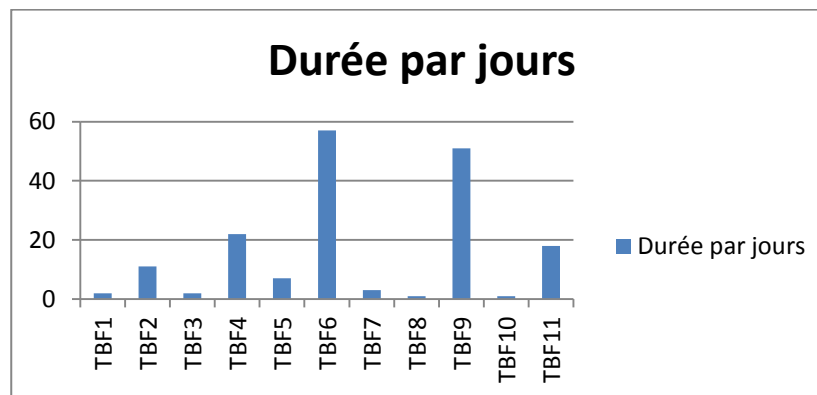


Figure 25: Graphe des TBF

Suivant le tableau ci-dessus, nous pouvons obtenir la moyenne de Temps de Bon Fonctionnement (puisque les vaccums sont identiques) qui égale à : 15,9 jours, d'où nous préciserons la durée de la maintenance préventive chaque : $MTBF = 15,9 * 0,9 = 14,3$ jours.

2.2. Réparation du 7ème axe :

Le 7ème axe existe juste dans les robots ABB de la ligne 05 TGSE d'emboutissage, il diminue le nombre des mouvements des robots sur leurs différents axes, entre le 6ème axe du robot et le 7ème axe se fixe un moteur qui déplace le 7ème axe dans différentes position du trajet du robot, comme illustre la figure suivante :

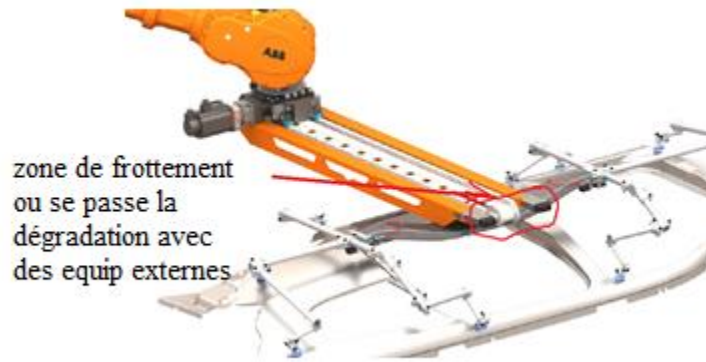


Figure 26: le 7^{ème} axe du robot aspirant la pièce

Il permet de transférer les pièces linéairement, ces mouvements linéaires évitent la rotation des préhenseurs durant leurs trajets et ainsi il y aura moins de problème de vibration ou de perte de la pièce.

Le problème était au niveau des ceintures de 7^{ème} axe, ces dernières se dégradent à cause des frottements avec des équipements externes du robot ou l'axe de la poulie, cela fait chuter le rendement des robots.



Figure 27 : Dégradation de la ceinture du 7^{ème} axe

Sujet à traiter : Problème de dégradation de la ceinture 7^{ème} axe.

Équipement : 7^{ème} axe des robots ABB

Analyse des risques :

Généralement le défaut se déclenche lorsque: l'axe de la poulie se frotte avec la ceinture ou frottement avec les presses.

Action :

Changement des ceintures dégradées.

Dressage de cet axe pour qu'il y ait un espace entre la ceinture et cet axe et faire une bague métallique devant la poulie pour annuler les frottements des ceintures comme illustre les figure suivante :



Figure 28: dressage l'extrémité de 7ème axe

Ce dressage pour annuler le frottement des ceintures au-dessous de 7ème axe, comme illustre la figure suivante du robot après cette solution :



Figure 29: 7ème axe du robot après dressage

Pour protéger les ceintures contre le frottement avec des équipements extérieurs notamment les presse TGSE, on a pensé à faire la solution suivante :

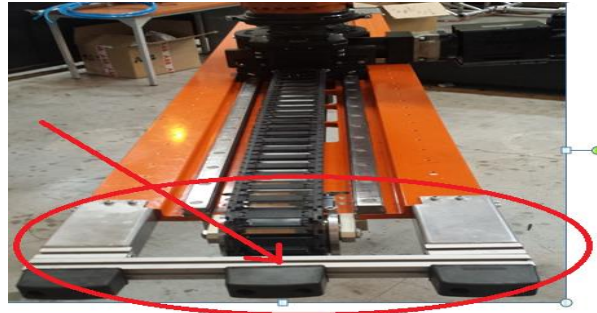


Figure 30: la bague de protection 7ème axe

Nous avons ajouté une bague de fer devant la ceinture pour la protéger contre les collisions avec les presses.

2.3. Calibration des robots ABB, IRB7600 :

A cause des mouvements répétitifs des robots, leurs axes et après l'arrêt du fonctionnement, le robot ne revient plus à sa position initiale exact indiquée par ABB, mais il y'aura un décalage pour les coordonnées d'arrêt du robot surtout pour l'axe 1 auquel s'est indiqué les coordonnées initiaux, cela influence sur le temps de cycle du robot, alors le travail fait est de calibrer les robots de la ligne où mettre les coordonnées initiaux celles indiquées par ABB, et éliminer le décalage et même le mouvement rotationnel :

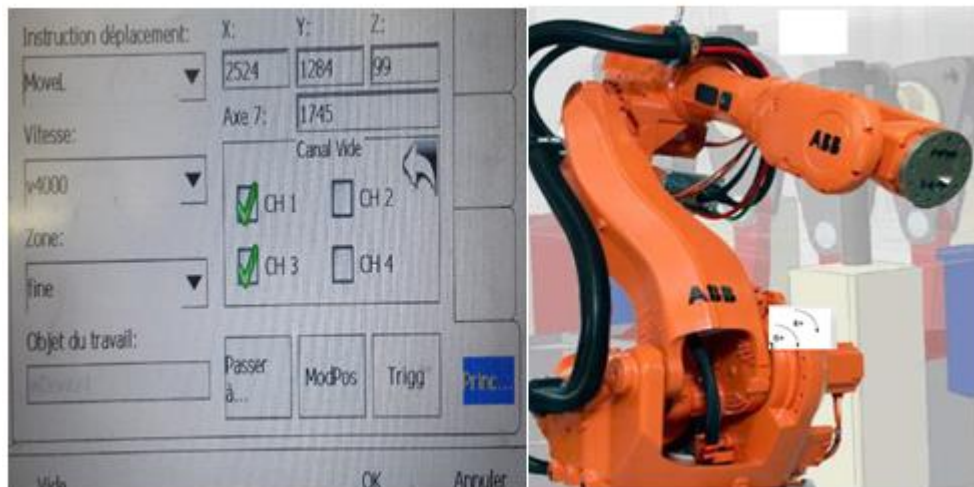


Figure 31: calibrage du robot

Conclusion :

Après avoir fiabilisé la ligne et s'assurer le bon fonctionnement des équipements qui étaient préalablement non fiable et corriger les anomalies, il est possible de passer à l'optimisation et l'amélioration, que nous allons voir dans le chapitre suivant.

CHAPITRE III :OPTIMISATION ET AMELIORATION DE LA PERFORMANCE DE LA LIGNE L05 TGSE

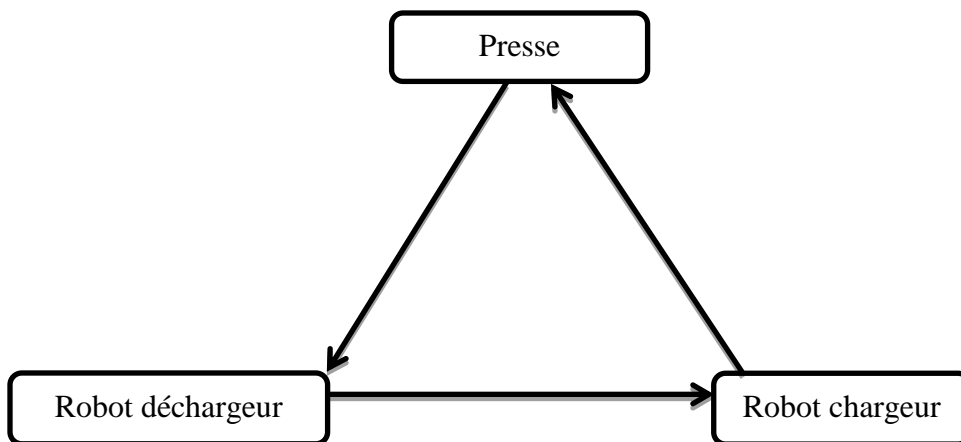
Dans ce chapitre, un chantier RV a été lancé dont son axe essentiel à traiter est la synchronisation, tout d'abord nous allons définir qu'est-ce que la synchronisation, ses types en expliquant ses paramètres, l'analyse de ces paramètres et la standardisation.

1. La synchronisation et ses paramètres :

1.1. Synchronisation :

Le premier défi de la synchronisation est le risque d'avoir une collision entre Robot-Robot ou Robot-Presses, or une simple modification dans les paramètres des angles ou de la vitesse peut provoquer des dégâts très chers à l'entreprise.

Le principe de la synchronisation Robot-Presses ou Robot-Robot s'appuie sur le cycle d'autorisation suivant :



Dont lequel le robot chargeur doit charger la presse, confirmer le chargement et donner l'autorisation à la presse de descendre tant qu'il n'est pas encore sorti de l'intérieur de la presse. La presse de son tour, après la frappe de la pièce doit donner l'autorisation de déchargement, pour que le robot déchargeur entre à l'intérieur de la presse avant qu'elle arrive au PMH et le robot déchargeur doit décharger la pièce et avancer l'autorisation au robot chargeur pour poser la pièce suivante à l'intérieur de la presse pour que ce dernier commence de son mouvement avant que le robot chargeur soit à l'extérieur.

a. Les paramètres de la synchronisation de la presse :

TDC (PMH : Point Mort Haut) indique la position dans laquelle se trouve la presse à l'arrêt en position haute (entre 350° et 10°)

BDC (PMB : Point Mort Bas) indique la position dans laquelle se trouve la presse à l'arrêt en position basse (entre 170° et 190°)

Came d'autorisation de déchargement : est l'angle de la presse selon lequel le robot de déchargement peut pénétrer dans la presse pour saisir la pièce tandis que la presse retourne de

BDC (entre 230° et 10° , une pénétration du robot dans un angle moins que 230° risque de causer une collision).

Came de Protection : est l'angle de la presse auquel le robot de chargement peut se trouver dans la presse sans générer des conditions d'arrêt de la presse. (Si le robot se trouve dans la presse alors que l'angle de la presse se trouve toujours dans l'intervalle de $[0^\circ, \dots, 60^\circ]$, il ne se passe rien, par contre si l'angle a dépassé 60° par exemple 61° , alors le PLC stoppe automatiquement la presse.)

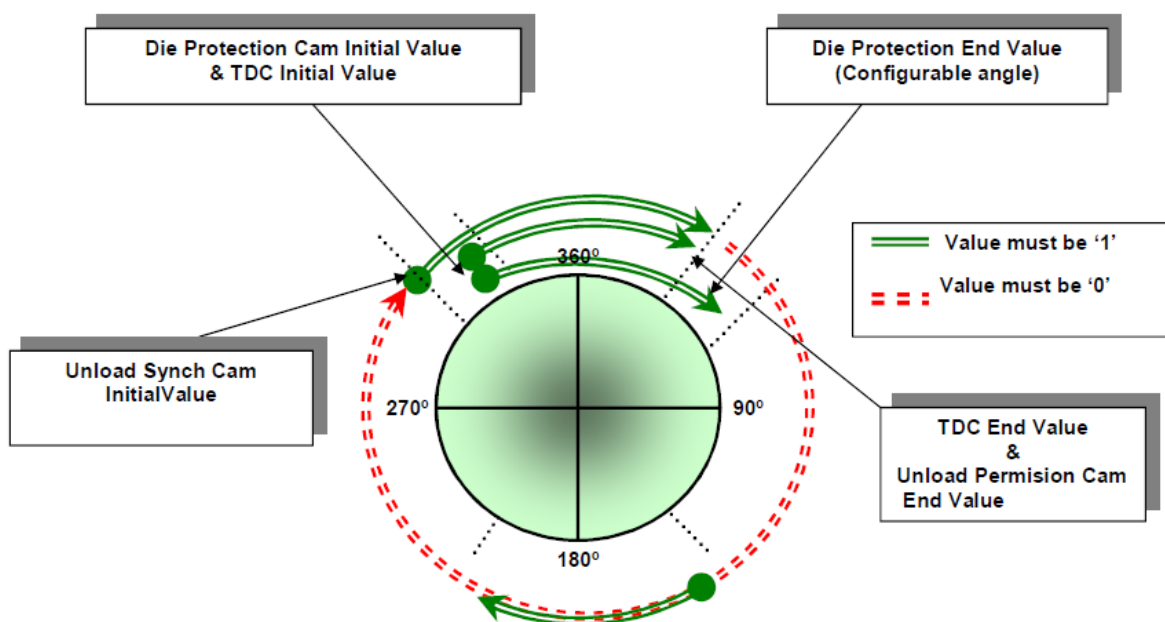


Figure 32: Codeur des cames

Les positions PMH et PMB sont fixées par la manufacture de la presse et ils sont inchangeables. Les positions Came de déchargement et Came de protection sont configurables pour chaque presse et pour chaque gamme.

b. Les paramètres de la synchronisation du robot :

La trajectoire : La trajectoire du robot se constitue de 12 positions, dont chacune d'elles comporte ses propres coordonnées (X, Y, Z), coordonnées de l'axe 7 et la vitesse de déplacement à la position suivante.

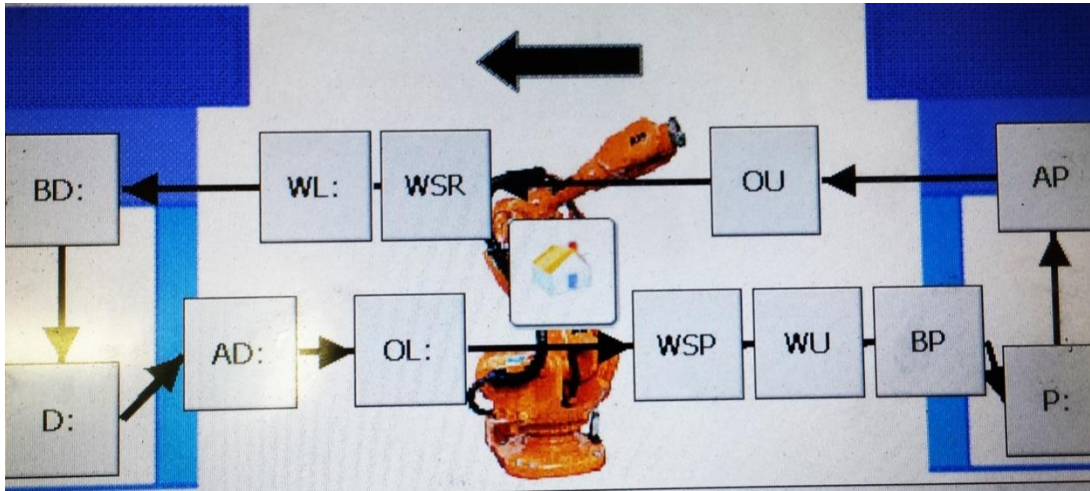


Figure 33: Schéma de position de Robot Interpresse

P	Pick Position
AP	After Pick
OU	Out Unload
WSR	Wait Synchronisation Robot
WL	Wait Load
BD	Before Drop
D	Drop
AD	After Drop
OL	Out Load
WSP	Wait Synchronisation Presse
WU	Wait Unload
BP	Before Pick

Les positions de la synchronisation sont WSR, WSP, car à partir de ces positions que le robot commence à ajuster sa vitesse pour qu'il soit synchrone avec la presse, comme expliqué dans les deux paragraphes qui se suivent :

Synchronisation Robot-Presses : Ce type de synchronisation se base sur l'adaptation du robot déchargeur avec le mouvement de la presse en haut. Le but est que le robot arrive au pWaitUnload simultanément avec l'autorisation de la presse pour la décharger. Le robot doit adapter sa vitesse sur la trajectoire de synchronisme afin de passer cette trajectoire précisément avec le temps indiqué par le PLC.

Le temps indiqué par l'automate se calcule de la manière suivante :

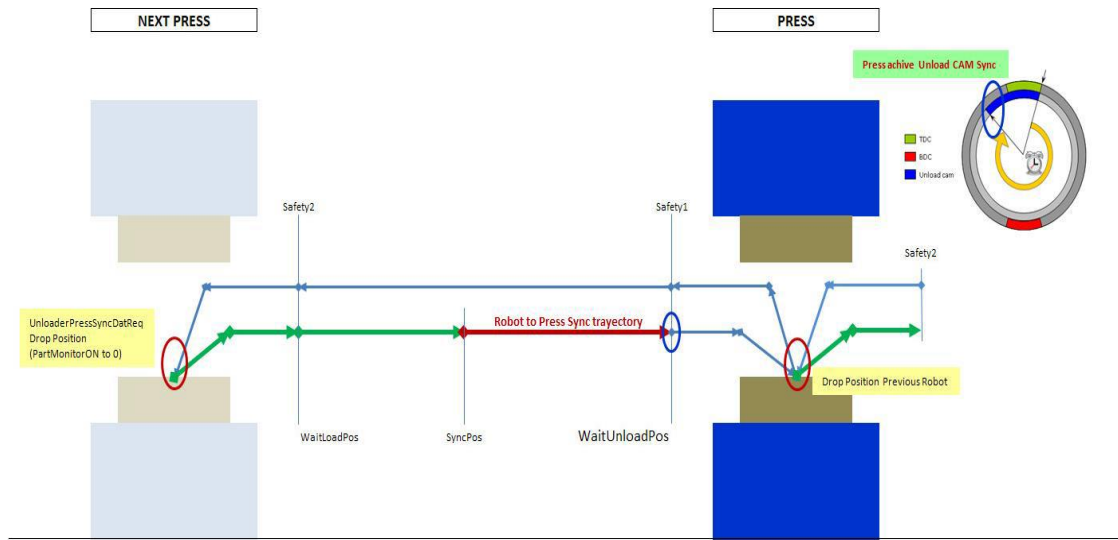


Figure 34 : Synchro Robot-Presse

- $T1$ = descente de presse de TDC au BDC puis remonté jusqu'à UnloadCam
- $T2$ = Quand la presse quitte TDC jusqu'à l'arrivée du robot à la position Drop de la presse suivante.
- $T3$ = de Drop Position jusqu'à SynchPos
- $T = T1 - T2 - T3$: le temps envoyé au PLC pour ajuster la vitesse du robot

La synchronisation est possible seulement si le robot chargeur arrive en position de chargement (Drop Position) avant que le robot déchargeur arrive à la sienne.

Synchronisation Robot-Robot : elle se base sur la synchronisation du robot chargeur avec le mouvement de sortie du robot déchargeur. Le but est que le robot chargeur arrive à pWaitLoad simultanément avec la déclaration de l'EndSyncPos par le robot déchargeur. Le robot chargeur doit adapter sa vitesse dans cette trajectoire de synchronisme afin de passer cette trajectoire avec le temps indiqué par le PLC.

Le temps indiqué par l'automate se calcule de la manière suivante :

- $T1$ = drop position(UR) jusqu'à LoadAutSRR
- $T2$ = drop position(UR) jusqu'à SynchPos(LR)
- $T = T1 - T2$: le temps envoyé au PLC pour ajuster la vitesse du robot

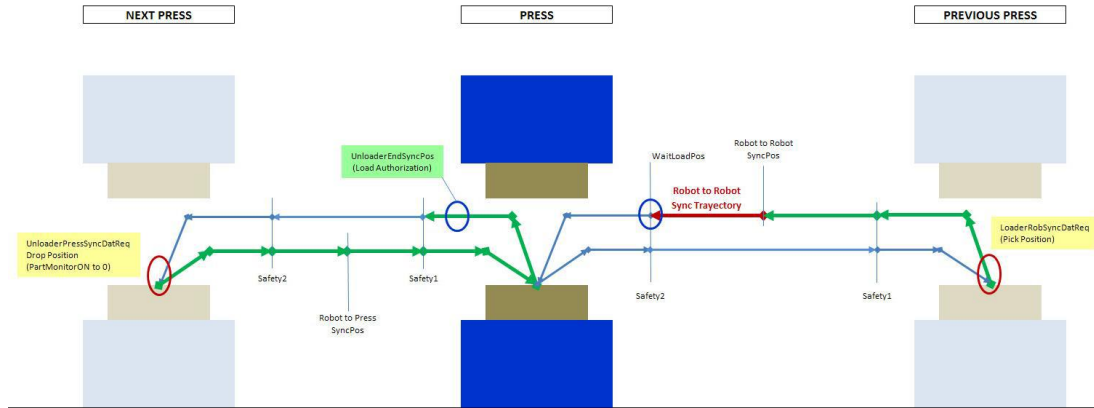
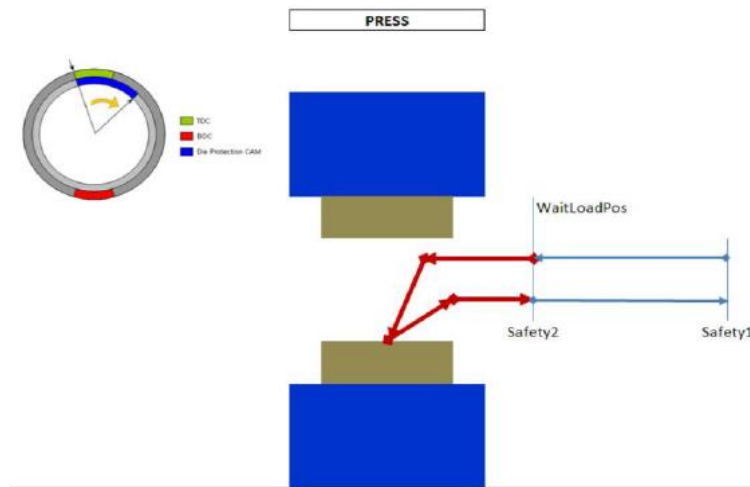


figure 35 : Synchro robot-robot

La synchronisation entre Robot-Robot est possible seulement si la position du chargement du Robot déchargeur est achevée avant que le robot chargeur arrive à la position de chargement (Pick Position).

AutoStart



Elle se base sur la synchronisation du robot chargeur avec la presse. Parmi les avantages de l'activation de l'AutoStart :

- Ajustement automatique de démarrage de la presse avec la came de protection actuelle pour toutes les presses sélectionnées.

- Une optimisation du démarrage de la presse au cas où il y avait un changement dans les valeurs de la came de protection.
- La sécurité, le risque d'avoir une collision et les arrêts de la presse sont prises en considération

Le but est d'activer l'autostart et minimiser sa valeur de Safety-Time pour toutes les presses.

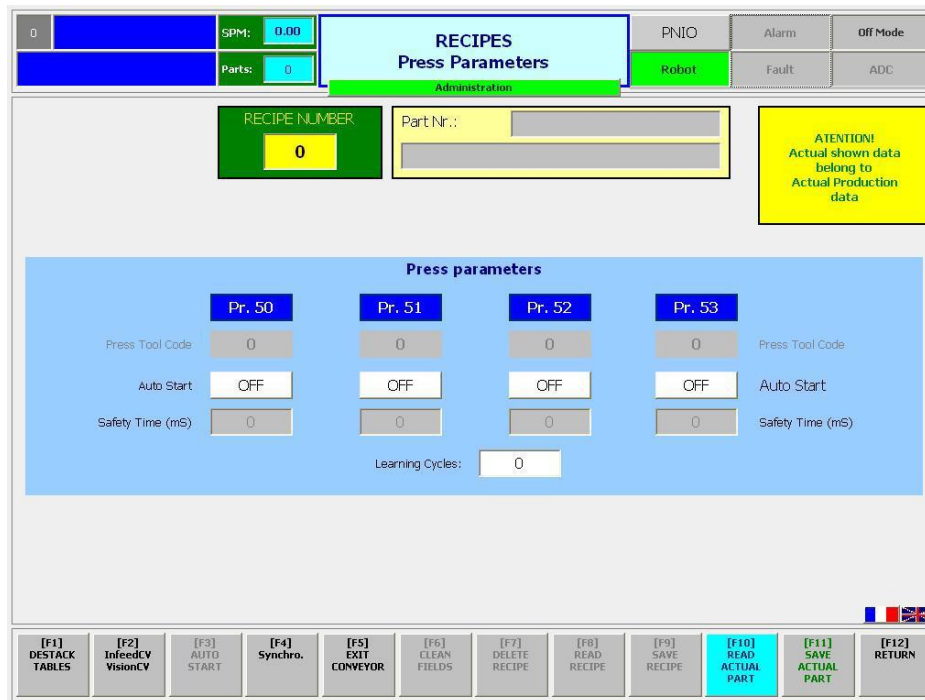


Figure 36 : Interface Autostart sur le MOP de la ligne

Load Authorization Robot-Robot : détermine la distance entre l'outil du robot chargeur et le robot déchargeur à l'intérieur de la presse.

Safety-Time Robot-Press : est le délai du temps qui s'ajoute au temps calculé par l'automate afin que le robot augmente le gap entre son outil et la presse. Ce temps de sécurité affecte sur le temps de cycle total de la pièce.

Safety-Time Robot-Robot : est le délai du temps qui s'ajoute au temps calculé par l'automate afin que le robot augmente la distance entre son outil et le robot déchargeur. Ce temps de sécurité affecte sur le temps de cycle total de la pièce.

Max-Time Robot-Robot : est le temps maximum que le robot doit arrêter à la position WSR pour attendre l'entrée du robot déchargeur à la presse suivante.

Max-Time Robot-Presses : est le temps maximum que le robot doit arrêter à la position WSP pour attendre la presse avant de commencer son mouvement.

1.2. Les écarts de fonctionnement :

Pour bien étudier et analyser les problèmes de la ligne L05 TGSE, et savoir les causes racines qui influencent sur la synchronisation et le ralentissement de la vitesse, nous avons choisi de traiter les problèmes par l'outil de 5 Pourquoi ([Annexe-1](#)), et diagramme cause/effet

Pour les analyses des causes de collision, nous avons fait ce diagramme qui détermine les causes racines des collisions.

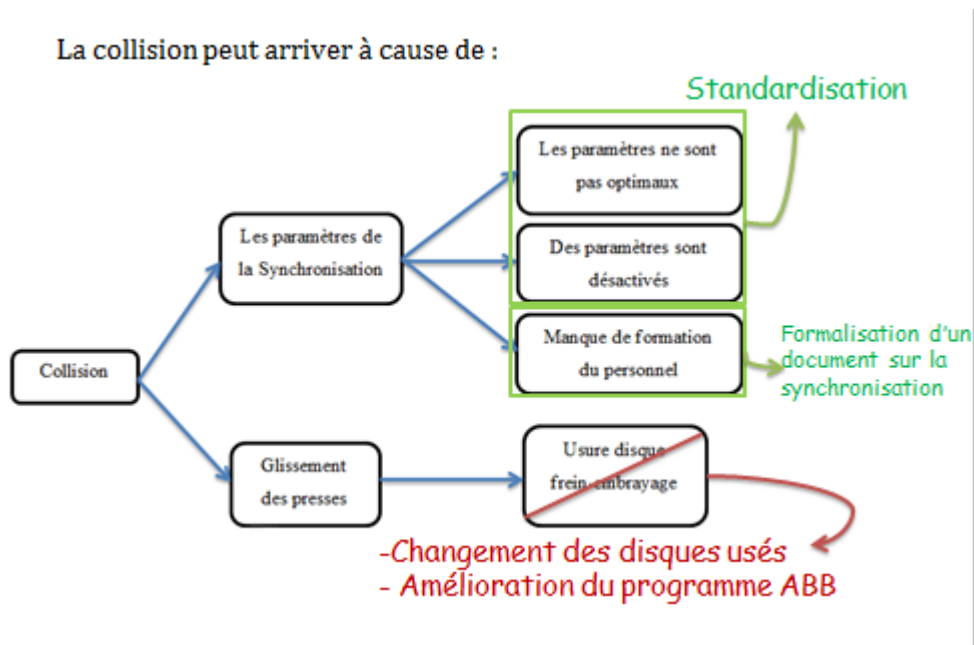


Figure 37: diagramme 5 pourquoi

Nous avons commencé dans un premier temps par une création d'un état de lieu, dont nous avons sauvegardé les programmes et les paramètres des robots et des presses de toutes les gammes de la ligne L05 TGSE, puis nous avons développé une application de base de données ([Annexe-6](#)), pour collecter les paramètres de la synchronisation d'un échantillon des gammes, les analyser et chercher les écarts entre la configuration existante et celle dite optimisée de la documentation technique.

Pour faciliter la tâche à saisir tous les paramètres de la synchronisation et en même temps de la recherche des paramètres de synchronisation, nous avons pensé à faire une application sur Visual Basic VB, avec le menu général et le stockage et l'affichage des données est sur Excel, cette application sera simulée pendant la présentation de mon travail, je mets dans l'annexe une capture écran de cette application qui montre les trois icônes : paramètres robot, paramètres presse, recherche : voir Annexe 6.

A la lumière de cette étude, nous allons présenter les écarts constatés, dont certains causent des collisions et des autres pénalisent la vitesse de la ligne L05 TGSE.

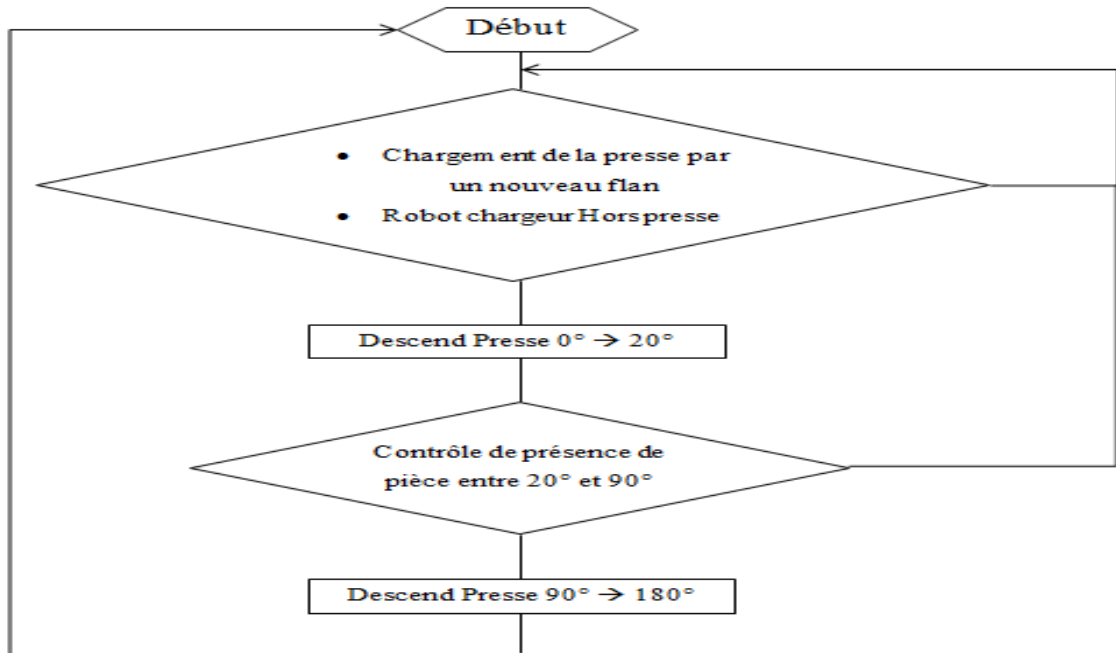
- Erreurs de calcul des angles de protection et de déchargement :

La présence des valeurs erronées dans quelques modules et la désactivation de ces paramètres dans les autres provoquent une désynchronisation dans la ligne.

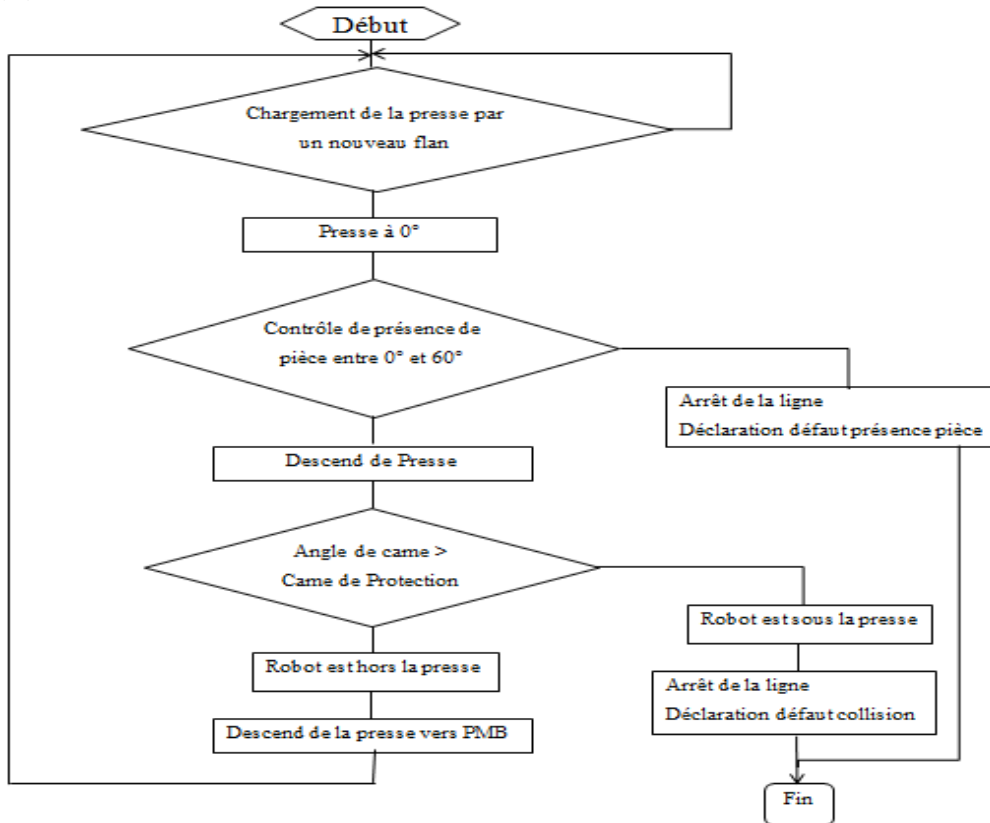
En effet, la presse commence la descente après que le robot chargeur soit à son extérieur, de même le robot déchargeur ne réagit vers l'intérieur de la presse jusqu'à que la presse soit à la position PMH, et aussi le robot chargeur ne rentre pour charger la presse qu'après la sortie totale du robot déchargeur.

De même, il n'y a pas une détermination précise de la valeur du glissement de presse, une absence de cette valeur dans le calcul des angles de protection et de déchargement peut provoquer des collisions entre la presse et le robot.

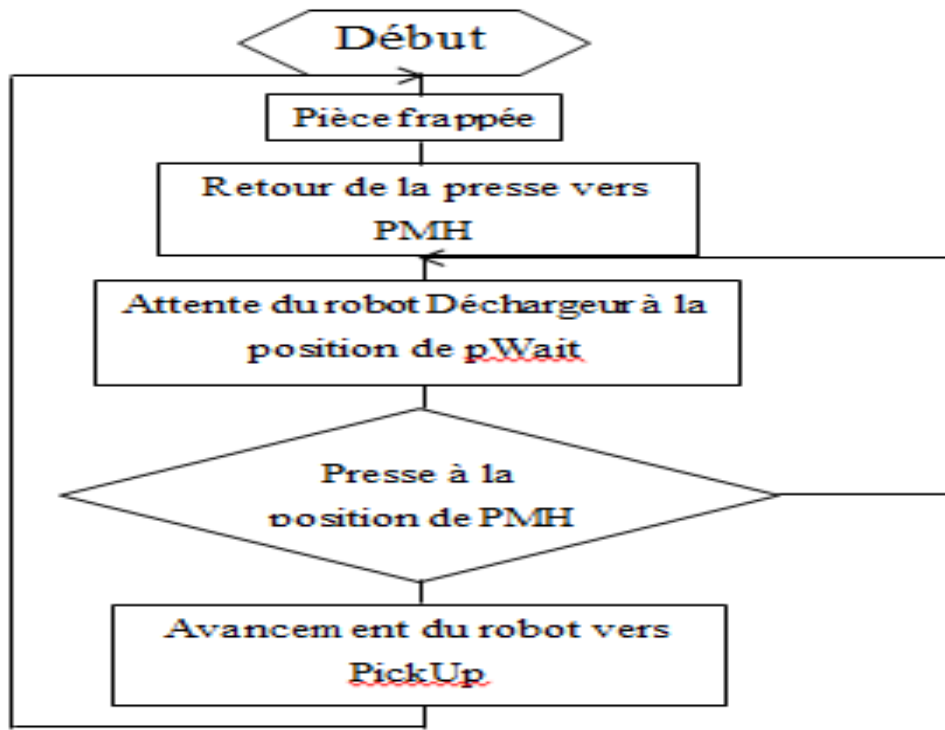
Pour clarifier encore ce dysfonctionnement, nous avons effectué des diagrammes résumant les écarts de fonctionnement entre le robot et la presse dans les deux cas de cames (Came de Protection et Came de Déchargement) :



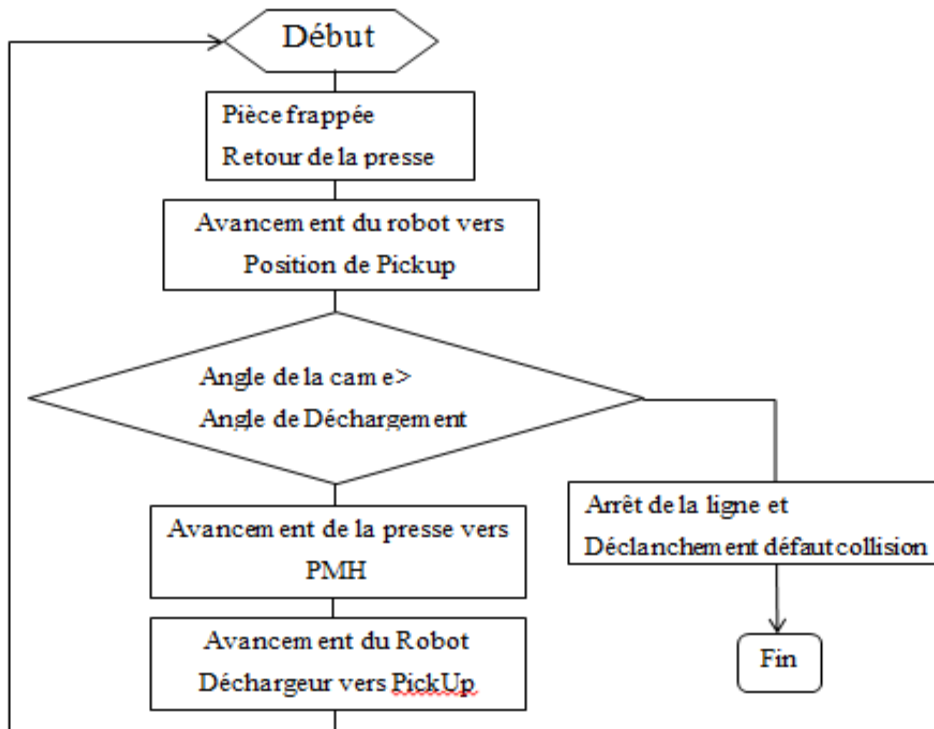
La configuration existante de came de Protection



Sa configuration dite optimisée



La configuration existante de came de Déchargement

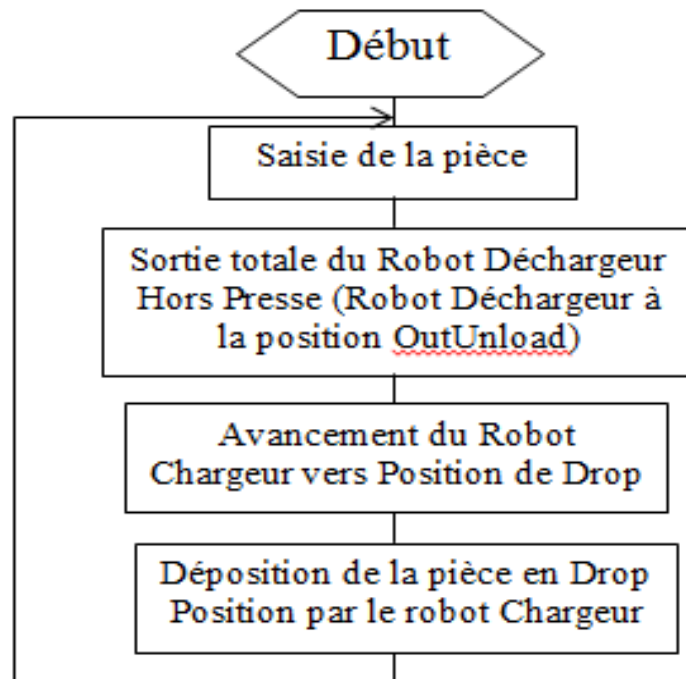


Sa configuration optimisée

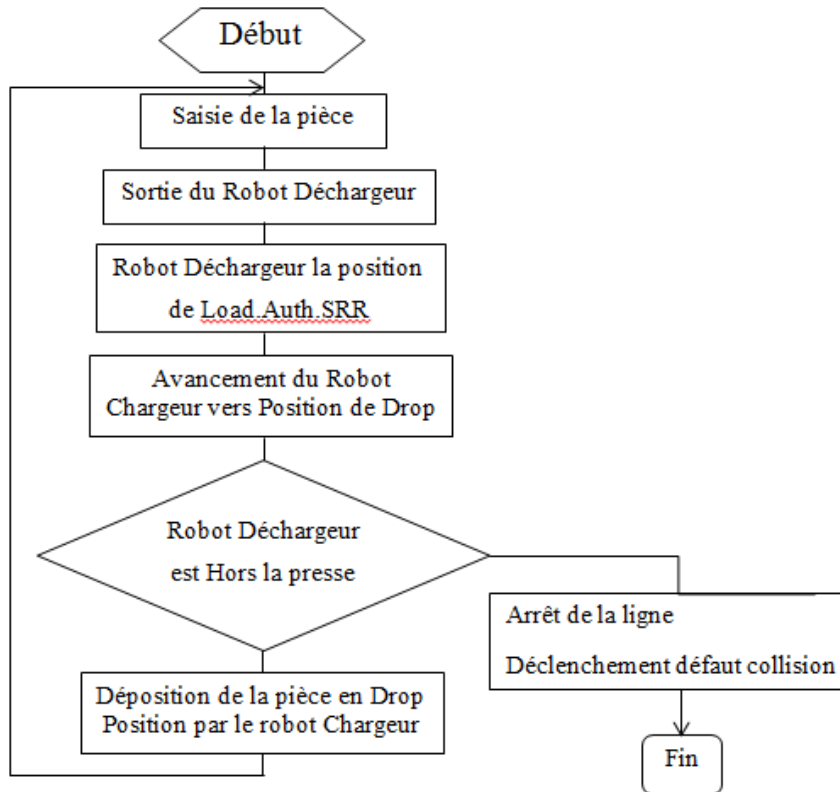
- Distance entre les deux robots :

La distance entre le robot déchargeur quand il saisit la pièce et le robot chargeur qui doit entrer à l'intérieur de la presse reste écartée, or le robot Déchargeur retarde l'envoi de l'autorisation au robot Chargeur pour rentrer sous la presse, ou dans quelques gammes, la synchronisation Robot-Robot soit désactivée.

Les deux diagrammes montrent l'écart entre le fonctionnement existant et le fonctionnement dit optimisé de la synchronisation Robot-Robot:



La configuration existante



Configuration optimisée

- La trajectoire du robot :

Les coordonnées des points des trajectoires se différencient selon la gamme circulée et le module de la ligne, pourtant nous pouvons en déduire que les trajectoires utilisées, dans les gammes étudiées, permettent seulement de réaliser un bon fonctionnement (c'est-à-dire de transmettre les pièces entre les presses) mais elles ne sont plus des trajectoires optimisées.

D'abord les coordonnées des positions du robot hors presse {WL, OL, WU et OU} sont trop anticipées, ces points ont été éloignés de la presse pour raison d'éviter les collisions, un choix permettant de garantir la sécurité des équipements, plutôt abolir la cadence. Également pour les positions du robot sous presse {BP, AP, BD, AD} qui doivent être respectivement les plus proches des positions {P, D}, comme il est référencé dans la documentation technique du fabricant.

D'un autre côté, les positions de la synchronisation Robot-Presses et Robot-Robot {WSR, WSP} sont ignorées, le robot cependant passe directement aux positions suivantes et attend l'autorisation traditionnelle soit de la presse soit de l'autre robot pour réaliser son action.

De plus, la position de Load.Auth.SRR est distancée de la position {AP} ce qui augmente la distance entre le Robot Déchargeur et le Robot Chargeur sous presse.

Le temps de déplacement d'un point de la trajectoire à son successeur et la vitesse moyenne du robot, ainsi que les zones qui permettent de faire des mouvements linéaires ou ovales sont tous des paramètres importants qui doivent être pris en considération pour une meilleure optimisation de la trajectoire.

2. Les solutions proposées :

2.1. Introduction :

Après avoir étudié tous les écarts des paramètres de la synchronisation, nous allons aborder dans cette partie des solutions proposées pour améliorer la synchronisation.

Idéalement ni les robots ni les presses ne doivent s'arrêter, la ligne doit circuler avec sa vitesse maximale et sans marquer des pannes, c'est le rôle d'une synchronisation finalisée.

Tout d'abord, pour avoir une synchronisation dans une ligne il est nécessaire d'utiliser les deux types de synchronisme, robot-presse et robot-robot, de manière simultanée. Par conséquent, chaque robot déchargeur est synchronisé avec la presse et avec le robot chargeur.

Mais pour apporter des changements aux paramètres de la synchronisation, la meilleure façon est de traiter chaque type de synchronisme séparément, en commençant par la synchronisation Robot-Robot premièrement avant la synchronisation Robot-Presses.

Afin de commencer les modifications des paramètres de la synchronisation, des réunions ont été déclenchées avec l'équipe de travail, pour se mettre d'accord sur l'ensemble des paramètres qu'il faut les modifier d'une part, et d'autre part élaborer une manière de travail qui se base sur une décomposition fictive de la ligne L05 TGSE suivant ses cinq modules, dans laquelle chaque module sera divisé selon les deux grands types de la synchronisation (Synchronisation Robot-Presses et Synchronisation Robot-Robot).

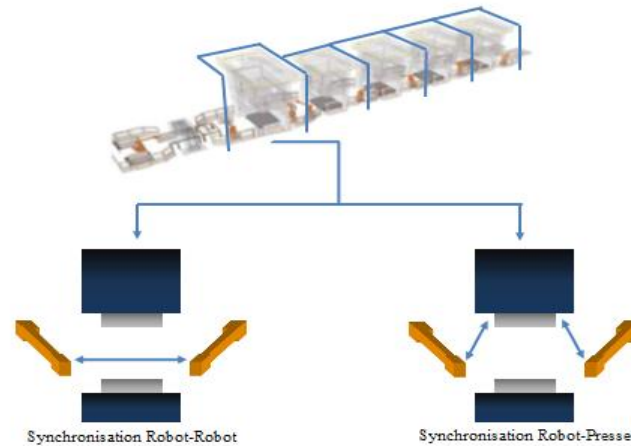


Figure 38 : synchronisation par module

Notre solution consiste à créer un standard qui regroupe tous les paramètres de la synchronisation et qui soit valables pour toutes les gammes, cette standardisation est faite pour raison de laisser une référence.

2.2. Standardisation :

Dans la partie standardisation, nous allons mettre tous les nouveaux paramètres standards qui devront s'appliquer à la ligne pour chaque gamme, avec des explications par des textes des commentaires qui sont comme guide pour chacun veut synchroniser la ligne, surtout pour les valeurs extrêmes à ne pas dépasser et ne pas provoquer des dégâts et risques.

Les valeurs standards sont optimums, la presse et le robot sont deux machines de nature différente, ils n'ont pas même temps de réaction, c'est pour cela le faite de laisser une distance entre eux est indispensable pour éviter le risque des collisions, et cela pour les deux endroits, sous presse et hors presse.

a. Paramètres de synchronisation sur le MOP-LIGNE

Pour arriver à standardiser d'une façon optimale, cela nécessite une bonne documentation, et un travail quotidien sur le terrain pour faire des tests physiques et voir l'évolution de la cadence.

Dans un premier temps toutes les vitesses de roulement des presses et des robots soient à leurs maximums (Vitesse de P50 = 18 Cp/min ; vitesse de P51, 52,53 = 20 Cp/min et les vitesses

des Robots = 100%) et ne doivent pas être modifié durant les interventions de chantier de synchronisation. Pareillement aux valeurs des paramètres de MOP-LIGNE :

Safety-Time Robot-Presses : la valeur de ce temps qui est fixé par le constructeur sans anticipation.

- Safety-Time & Max-Time:

On a activé les safety-time et Max time avec ses valeurs optimales pour Robot-Presses et Robot-Robot et Autostart, ces valeurs celles qui sont indiquées sur la documentation ABB.

Robot-Presses:

Tableau 6: standards safety-time et max time robot-presses

	ON/OFF Safety-Time R-P	Safety time R-P	Max Time R-P
P50	ON	200	3000
P51	ON	200	3000
P52	ON	200	3000
P53	ON	200	3000

Robot-Robot:

Tableau 7: standards safety-time et max time robot-robot

	ON/OFF Safety-Time R-R	Safety time R-R	Max Time R-R
P50	ON	200	3000
P51	ON	200	3000
P52	ON	200	3000
P53	ON	200	3000

Safety-Time Autostart :

Tableau 8: standards Safety-Time Autostart :

	ON/OFF AutoStart	Safety time AutoStart
P50	ON	200
P51	ON	200
P52	ON	200
P53	ON	200

b. Paramètres de synchronisation sur PANEL du ROBOT

Changer les coordonnées de SynchPos afin d'augmenter la distance entre PickPosition de LR et sa SynchPos, par la suite augmentation du temps de cycle T2 et ensuite diminution du temps pris par PLC est $T=T1-T2$ (Voir la partie 1 synchronisation chap. III)

Rapprochement de position LoadAutSRR à PickPosition de Robot déchargeur pour avancer l'autorisation au robot chargeur pour charger la presse.

- **Load Auth synchro Robot-Robot:**

La solution est d'approcher la position de SynchPos à la position de pWaitLoad, afin de gagner dans le temps de cycle

Nous avons déterminé la distance entre robot chargeur et robot extracteur pour tous les robots de la ligne.

Tableau 9: standards Load Auth synchro Robot-Robot:

	ENABLE/DISABLE R-P Synchro	ENABLE/DISABLE R-R Synchro	Load Auth.Synchro Robot-Robot
ROP	TRUE	TRUE	800 *
R50	TRUE	TRUE	800 *
R51	TRUE	TRUE	800 *
R52	TRUE	TRUE	800 *
R53	TRUE	TRUE	800 *

- La valeur 800 mm est optimisable (modifiable) selon la taille de la pièce produite
- Ce paramètre permet d'avancer le signal de l'autorisation pour le robot chargeur, le robot chargeur rentra au plutôt dans la presse, le paramètre réduit la distance de sécurité entre le robot chargeur et le robot déchargeur lors de mouvement sous presse, il peut provoquer des collisions en cas d'une optimisation agressive
- La valeur 800 mm doit être décrétementée de 20 mm puis il faut lancer le cycle d'apprentissage et observer la réaction des robots, une optimisation plus de 400 mm est considérée une optimisation agressive qui peut provoquer des collisions.

c. Paramètre de synchronisation sur MOP-PRESSES

- **Paramètres came contrôle de présence pièce dans l'outil de presse :**

Pour la presse 50, son PMH est de 300°, c'est pour cela on a mis 300°-360°

Tableau 10: standards came controle presse

Les cames de contrôle des presses	
P51, P52, P53	Début : 0° – Fin : 60°
P50	Début : 300° – Fin : 360°

- Les cames de contrôle de présence de la pièce contiennent la came de PMH afin d'éviter le départ de la presse sans confirmation de la présence pièce et de ne pas perturber le compteur des temps des cycles lors de la synchronisation.
- Les valeurs ne doivent pas être modifiées, en cas de nécessité de modifier les valeurs il faut désactiver la synchronisation Robot-Presses dans la presse concernée.

- **Paramètres angle de protection outil et angle de déchargement :**

Détermination de glissement : La rotation de l'excentrique translate les bielles de la presse pour la faire monter ou descendre, dans l'intervalle de 90° à 120° la descente de la presse sera plus rapide, dans cette intervalle qu'on met le test de glissement de la presse afin d'obtenir un glissement maximum.

Détermination des Cames de Déchargement et de Protection : On test manuellement la presse, on la fait descendre en même temps on fait sortir le robot déchargeur et voir exactement l'angle adéquat correspond à cette descente.

La distance entre les robots et les presses dans les positions Sous-Presses à la position de Pick et la position de Drop doivent être le minimum possible.

- Détermination de la distance entre les robots et les presses dans les positions Hors-Presses :
- Approchement des positions Out pour avancer l'autorisation
- Approchement des positions Wait pour avancer l'autorisation

Tableau 11: standards angle de déchargement et angle de protection

Presses	Angle de déchargement	Angle de protection
P51, P52, P53	350°	10°
P50	305°	325°

NB :

- Les valeurs ci-dessus sont optimisables (modifiables) selon la taille (la hauteur) de préhenseur.
- Ces paramètres permettent de synchroniser le robot déchargeur avec la presse et de protéger le robot chargeur contre l'évolution continue de la presse en cas de présence du robot sous presse.
- L'optimisation des valeurs ci-dessus est faisable par des tests physiques.
- Après chaque optimisation de ces valeurs il faut prendre en compte la valeur de glissement des presses

Angle de protection = Angle de presse passante physiquement le robot + glissement

35° pour le robot chargeur et 20° pour le robot déchargeur

d. Paramètre des trajectoires sur PANEL du ROBOT

- **Paramètres des points de la trajectoire du robot:**

La vitesse se diffère d'un point à un autre, il y a des points critiques surtout sous presse comme BD, AP, Drop, Pick, il faut modifier la vitesse et le tester manuellement et voir la réaction des robots.

Les mouvements linéaires et rotationnels du robot dans chaque position : Il ya 2 types de mouvement pour les points de trajet du robot , Move J et Move L, dans le Move J le robot passe d'un point à un autre directement sans faire le un trajet linéaire, ces points ayant Move J sont hors presse , WSR, WSP, WU, WL

Les zones de chaque position : Il y a 3 zones pour le robot : fine, Z50, Z200, il faut choisir pour chaque point sa zone convenable, dans la partie standardisation on va mettre un tableau qui regroupe ces 3 paramètres qui sont : zone, vitesse, type de mouvement pour chaque point du trajet du robot.

Ce tableau détermine les nouvelles valeurs standardisées pour chaque point sur : la zone, vitesse, et type de mouvement qui sont déjà expliqués dans la partie solutions proposées.

Tableau 12:standards des points de la trajectoire du robot

point	zone	type de mouvement	vitesse
WSR	200	J	7000
WL	200	J	7000

BD	200	L	7000
D	50	L	7000
AD	200	L	7000
OL	200	L	7000
WSP	200	J	7000
WU	200	J	7000
BP	200	L	7000
P	50	L	7000
AP	200	L	3000
OU	200	L	7000

e. Paramètres des positions de 7ème axe de robot hors presse:

La distance entre 7ème Axe du Robot et coulisseau de la presse	
robot au point OL	200 mm

Cette distance qu'on doit laisser entre le 7^{ème} axe et la presse, quand le robot chargeur pose la pièce et sort à l'extérieur de la presse, pour éviter des risques de collision et en même temps garder la synchronisation

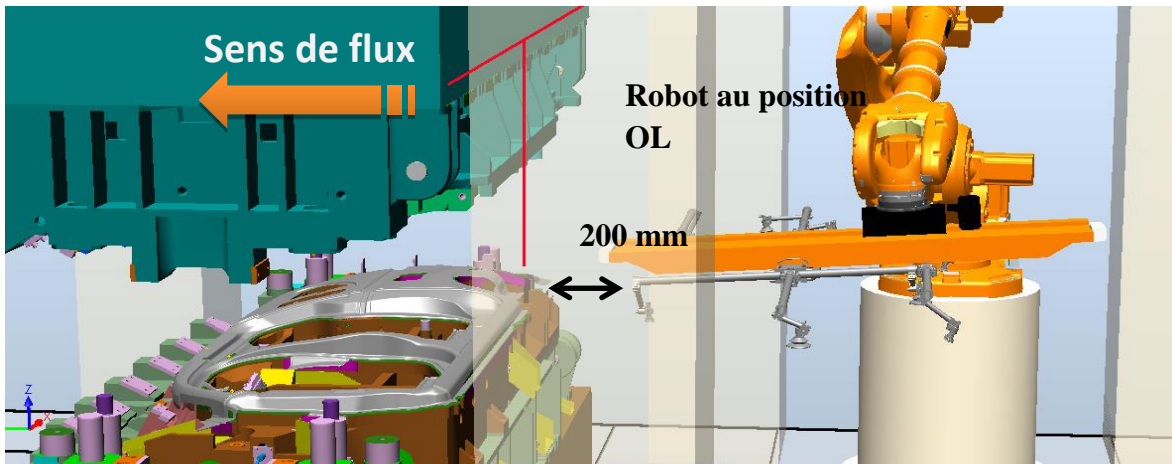


Figure 39: La distance entre 7ème Axe du Robot et coulisseau de la presse

De la même manière on teste pour les autres positions de la trajectoire hors presse et fait leurs valeurs standards : Voir Annexe 4 (les 4 photos de l'Annexe 4 sont respectivement pour les positions WL, WU et OU).

Ci-dessous la distance entre robot et la presse sont les suivantes :

La distance entre 7ème Axe du Robot et coulisseau de la presse	
robot au point WL	300 mm

WL : dans cette position, le robot en attente d'autorisation de la presse pour charger et poser la pièce dans la matrice.

La distance entre 7ème Axe du Robot et coulisseau de la presse	
robot au point WU	300 mm

WU : position attente déchargement du robot,

La distance entre 7ème Axe du Robot et coulisseau de la presse	
robot au point OU	200 mm

OU : le robot porte la pièce de la matrice et sort à la position Out Unload

f. Paramètres des positions de 7ème axe de robot sous presse :

Rapprochement des points de BP et AD respectivement aux points de Pick et de Drop :

La distance doit prendre en considération la hauteur de préhenseur et la forme de la pièce.

La distance entre 7ème Axe du Robot et le point le plus bas de la partie supérieure de l'outil	
robot au point BP	200 mm

Cette distance qu'on laisse entre 7ème axe du robot à la position BP et la partie inférieure de l'outil supérieure de la presse.

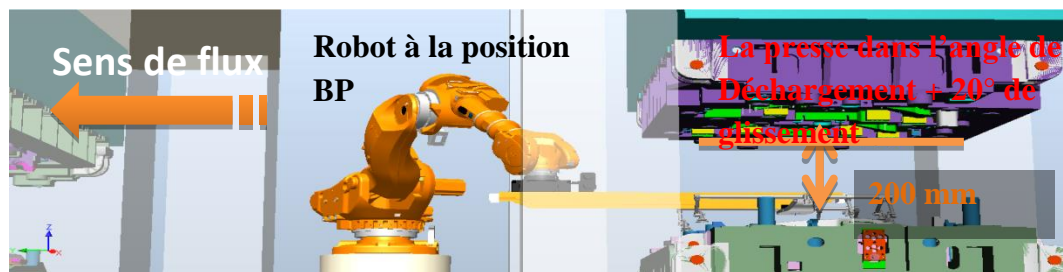


Figure 40: La distance entre 7ème Axe et le point le plus bas de la partie supérieure de l'outil au point BP

Remarque : La presse en arrêt au angle déchargement + 20° (20° = glissement vers PMH)

La distance entre 7ème Axe du Robot et le point le plus bas de la partie supérieure de l'outil	
robot au point AD(After Drop)	200 mm

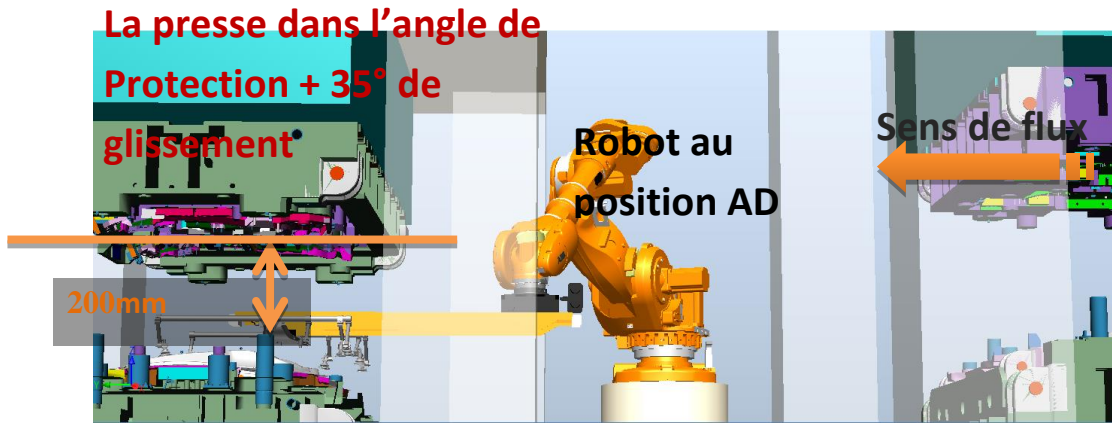


Figure 41 : La distance entre 7ème Axe et le point le plus bas de la partie supérieure de l'outil au point AD

Remarque : La presse en arrêt au angle déchargement + 35° (35° = glissement vers PMB)

g. La méthode pour déterminer les angles de Presses :

- Angle de Déchargement :

- 1) Faire entrer le 7^{ème} axe du robot sous la presse en le positionnant plus proche de l'outil (la position de BP).
- 2) Mesurer la distance entre le 7^{ème} axe et la partie supérieure de l'outil inférieur (distance A).
- 3) Faire sortir le 7^{ème} axe de l'intérieur de la presse.
- 4) Embrayer la presse en mesurant la distance entre la partie supérieure de l'outil inférieur et la partie inférieure de l'outil supérieur, dans chaque nouvel embrayage, jusqu'à atteindre la distance objective (200 mm + distance A).
- 5) Visualiser l'angle affiché sur le MOP de la presse (L'angle affiché = Angle de Déchargement + Angle de Glissement vers le PMH)

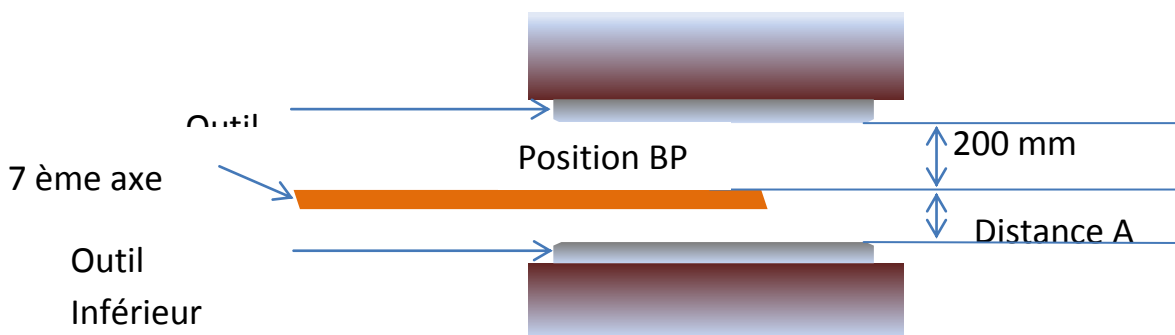


Figure 42:schéma représentatif de détermination d'angle déchargement

- Angle de protection :

- 1) Positionner le 7^{ème} axe dans la position AD
- 2) Mesurer la distance entre le 7^{ème} axe et la partie supérieure de l'outil inférieur (distance B).
- 3) Faire sortir le 7^{ème} axe de l'intérieur de la presse.
- 4) Embrayer la presse en mesurant la distance entre la partie supérieure de l'outil inférieur et la partie inférieure de l'outil supérieur, dans chaque nouvel embrayage, jusqu'à atteindre la distance objective (200 mm + distance B).
- 5) Visualiser l'angle affiché sur le MOP de la presse (L'angle affiché = Angle de Protection + Angle de Glissement vers le PMB)

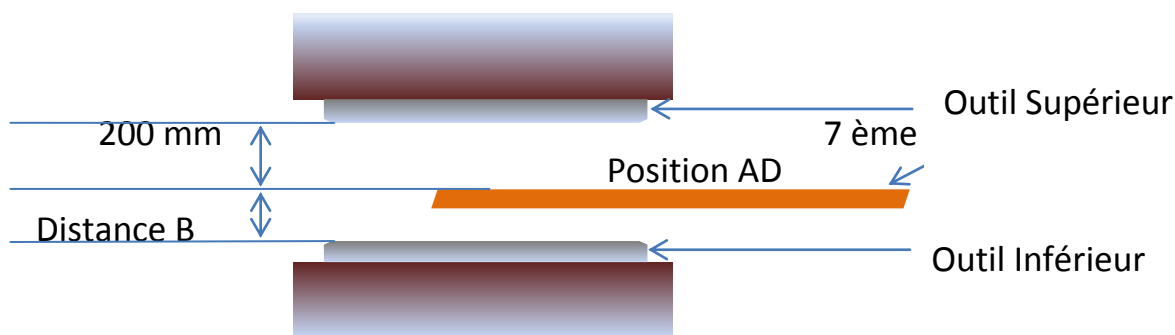


Figure 43:schéma représentatif de détermination d'angle de protection

h. Recommandations de la synchronisation

1. La position de pick-up et drop-off sur le 7^{ème} est de 1750 mm
2. La vitesse des presses au maximum
3. P50 = 18 Cp/min
4. P51, P52 et 53 = 20 Cp/min
5. La vitesse du coussin de la presse 50 :
 - Vitesse de la course d'extraction = 600mm/s
 - Vitesse de la course de travail = 600mm/s
6. Vitesse du convoyeur bout de ligne = 3 (ou 4)
7. Les presses s'arrêtent au 355°-05°

3. Mise en oeuvre des solutions :

Après avoir fini les standards de tous les paramètres de la synchronisation, on a envisagé de reconfigurer la ligne en activant ces paramètres, nous avons commencé dans un premier temps par une gamme critiques et qui est très demandée par l'usine Renault d'Inde environ le mois juillet 2015, puis on a laissé le document standardisation aux gens de l'atelier de fabrication qui sont concernés par l'application de ces paramètres pour travailler sur des autres gammes selon la nécessité et la demande pour chaque gamme.

Après une réunion avec les chefs d'atelier fabrication et maintenance pour l'application de la standardisation, nous sommes basés sur un fichier des plan d'action (LUP), qui décrit les actions faites par le groupe du travail dans le délai fixé du projet.

Action Principale Reconfiguration de la ligne avec les nouveaux paramètres
avec un suivi pour des modifications probables

La LUP suivante contient les détails des actions faites par le groupe du travail.

Plan d'action : LUP (voir Annexe2)

Pour qu'on soit sûr de la bonne application de ces standards et aussi pour qu'on soit fidèle à notre démarche PDCA, nous avons fait un Audit et un suivi et on note l'avancement et le pourcentage d'application des standards pour les gammes concernées :

Tableau 13:Tableau de suivi d'avancement d'optimisation des gammes

Tableau de suivi d'avancement d'optimisation des gammes				
N°	Gamme	Etat d'application de standard	Etat d'activation de synchronisation	Commentaires
30	PANN INF-SUP B52	100%	100%	APPLICATION DES STANDARDS COMPLET
29	PAVILLION B52	100%	100%	APPLICATION DES STANDARDS COMPLET
28	PANN AR B52	100%	100%	APPLICATION DES STANDARDS COMPLET
32	ELEMENT FER CDC W67	60%	25%	

33	TUNEL	60%	25%	
43	PLANCHER AR-AR W67	60%	25%	

Nous sommes basé pour déterminer le pourcentage d'avancement pour l'application des standards, et pour l'Etat d'activation de synchronisation combien de paramètres de synchronisation sont activés parmi l'ensemble des paramètres comme illustre le tableau dans l'Annexe qui contient toutes les paramètres standards d'une gamme comportant aussi les valeurs de ces standards dans l'état initial, c.-à-d. avant synchronisation : voir Annexe 5

Conclusion :

Après avoir standardisé et optimisé tous les paramètres de la synchronisation et les appliquer sur quelques gammes critiques, il ne nous reste qu'à chiffrer le temps gagné ainsi que le coût économisé. Ceci fait l'objet du chapitre suivant.

CHAPITRE IV : RESULTATS

Dans ce chapitre nous allons présenter les résultats et le fruit du travail, ce qui concerne les indicateurs et les mots clés du sujet, la cadence, le temps de cycle et le Rendement Opérationnel RO

1. Validation des résultats

Après avoir reconfiguré la ligne avec les nouveaux paramètres, une deuxième mesure des cadences et des temps de cycle sont nécessaires pour valider le résultat du travail de l'équipe du chantier de RV.

1.1. Mesure de la cadence :

Le tableau suivant (tableau 14) illustre les cadences par le SMP avant et après la mise en œuvre de notre solution, nous remarquons une augmentation significative de la cadence.

Tableau 14: comparaison entre cadence avant et après synchronisation

Gamme	cadence avant synch	cadence après synch
16-CAISSON PORTE AV92	340	390
17 - CAISSON PORTE AR 92	300	360
37- PNEPARAB92	140	310
9- PAVILLON TN F67	320	400
28- P EXT PTE AR SS BAG G/D	360	400
29- PAVILLONB52 - PAVILLON B52	350	425
23 - PASSAGE ROUE EXT AR G/D B52	85	200
30 - PAEXISPTECB52 - P EXT INF/SUP PTE COF B B52	280	380

Dans le graphe ci-dessous on voit clairement la différence :

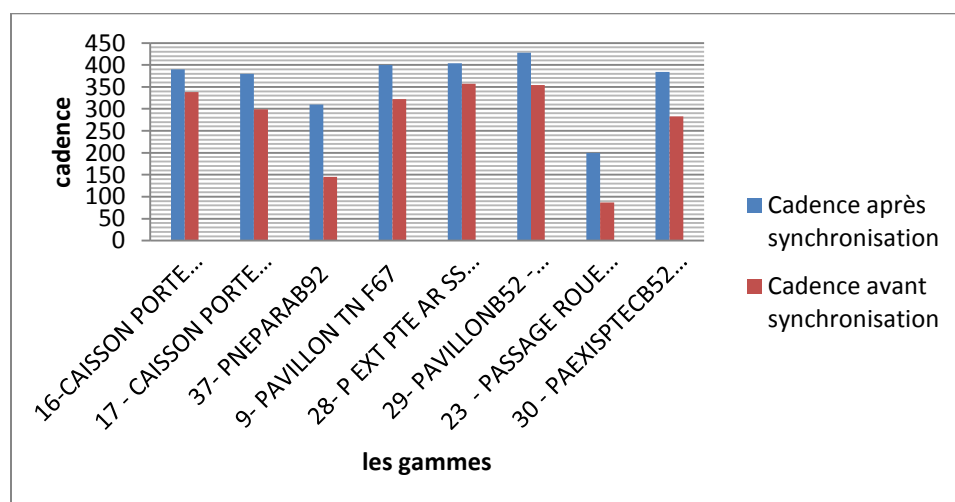


Figure 44: comparaison entre cadence avant et après synchronisation

Ci-dessous illustre la figure de capture écran de SMP d'une gamme qu'on a montré sa cadence dans l'état du lieu et de même pour les autres gammes.

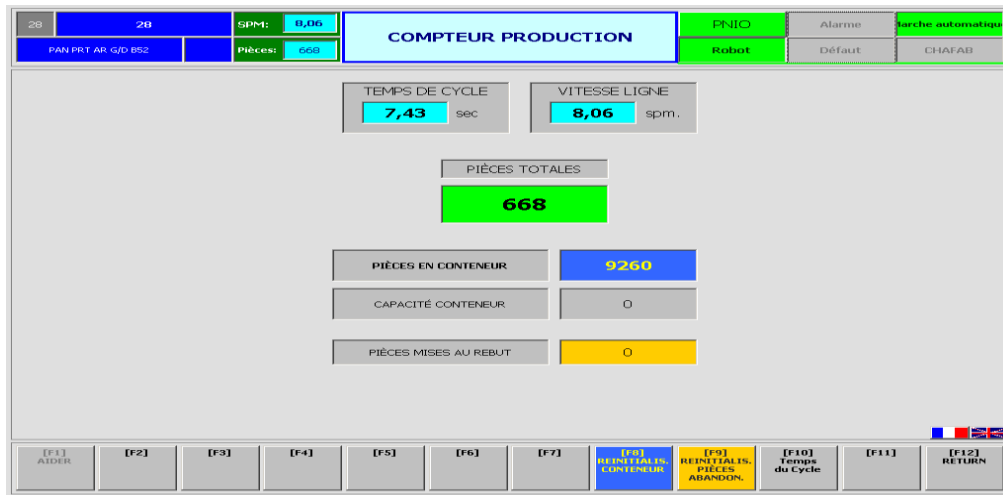


Figure 45: capture écran de SMP

Et donc on retient l'évolution de RO après l'application de la synchronisation, et on voit bien qu'il a dépassé l'objectif ciblé avant le chantier RV.

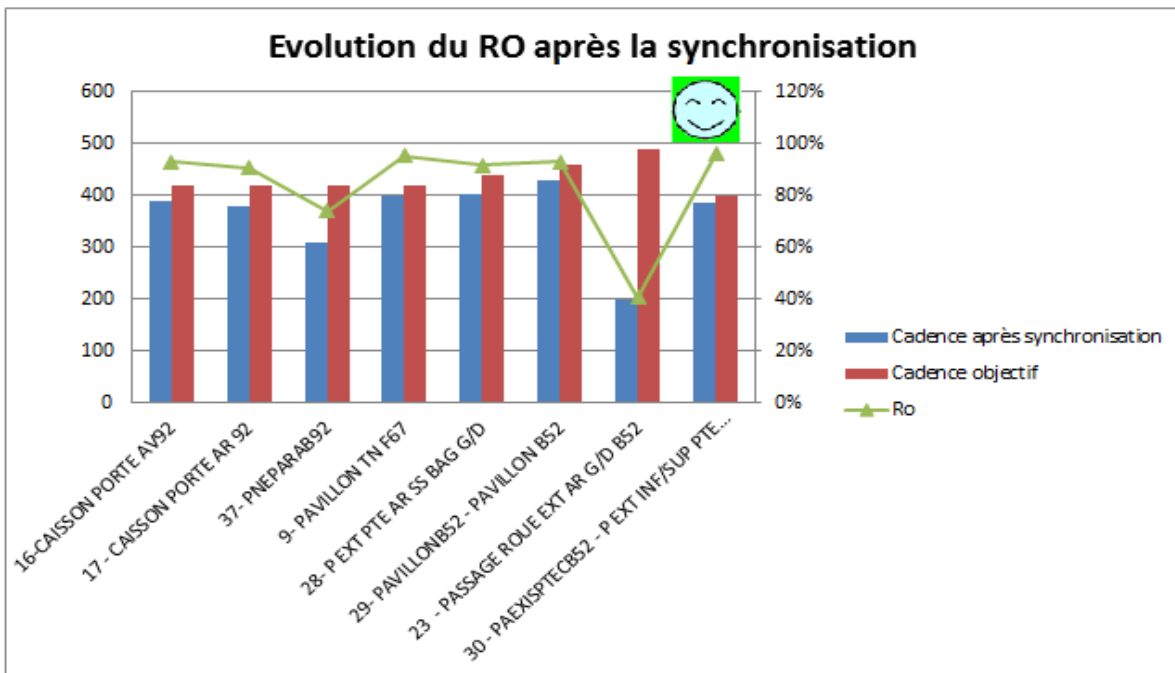


Figure 46: gain de RO après synchronisation

1.2. Gain en temps de cycle :

La figure ci-dessous illustre l'amélioration du temps de cycle après synchronisation.

Le temps affiché de chaque pièce pour ces gammes est le temps depuis l'entrée à la ligne (FOL) jusqu'au bout de la ligne (EOL : produit final)

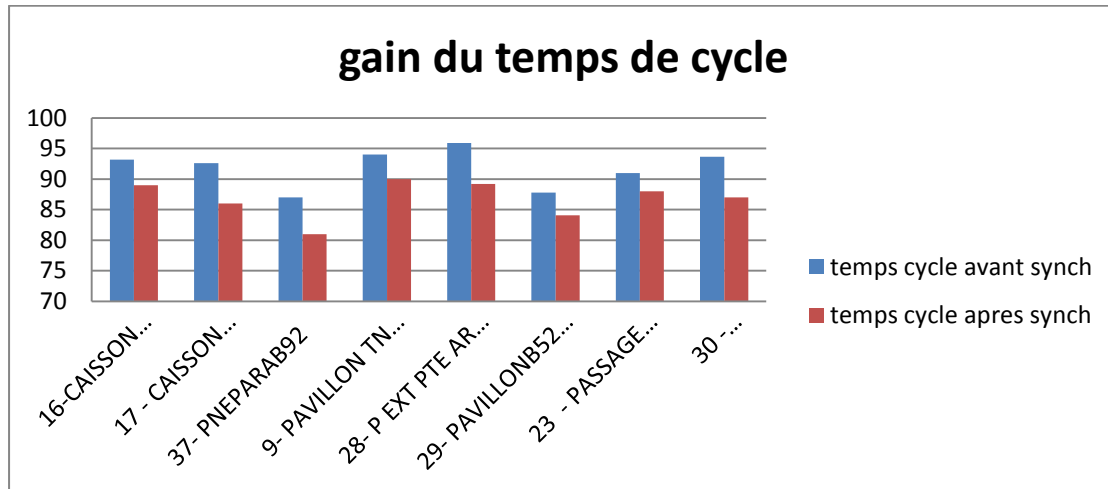


Figure 47: gain du temps de cycle

1.3. Estimation de gain d'argent:

On va budgéter la cadence ajoutée pour les gammes modifiées :

Ci-dessous(table 15), le tableau qui contient le prix des pièces des gammes ayant grande pourcentage d'application des standards de synchronisation.

Tableau 15:prix des pièces

N°	Référence piece	Gamme	Véh	Ligne d'affectation	Estimation de prix unitaire de la pièce en Dh
28	901520561R	P EXT PTE AR SS BAG G/D	B52	L5	70
30	901005163R	PAVILLONB52 - PAVILLON B52	92	L5	50
29	731127545R	PAEXISPTECB52 - P EXT INF/SUP PTE COF B B52	B52	L5	160

D'après le tableau qui contient les cadences avant et après synchronisation, on retient l'écart entre les deux états : état du lieu et état actuel après l'application des standards

Tableau 16:ecart entre avant et après synchronisation

N°	Gamme	cadence avant synch	cadence après synch	Ecart entre Cadence après synch et cadence avant synch
28	P EXT PTE AR SS BAG G/D	360	400	40
29	PAVILLONB52 - PAVILLON B52	350	425	75
30	PAEXISPTECB52 - P EXT INF/SUP PTE COF B B52	280	380	100

NB : L'écart dans le tableau est la cadence gagnée en nombre de coups/ heure.

Tableau 17: bénéfice en DH/Heure des gammes modifiées

N°	Gamme	Ecart entre Cadence après synch et cadence avant synch(coups/heure) avec arrêt	Estimation de prix unitaire de la pièce en Dh	Bénéfice en (Dh/Heure)
28	P EXT PTE AR SS BAG G/D	40	70	70*40 =2800
29	PAVILLONB52 - PAVILLON B52	75	50	3750
30	PAEXISPTECB52 - P EXT INF/SUP PTE COF B B52	100	160	16000

Chaque gamme a un nombre d'heures hebdomadaires de la mettre en production, le tableau suivant(tableau 18) donne le bénéfice hebdomadaire pour les 3 gammes concernées :

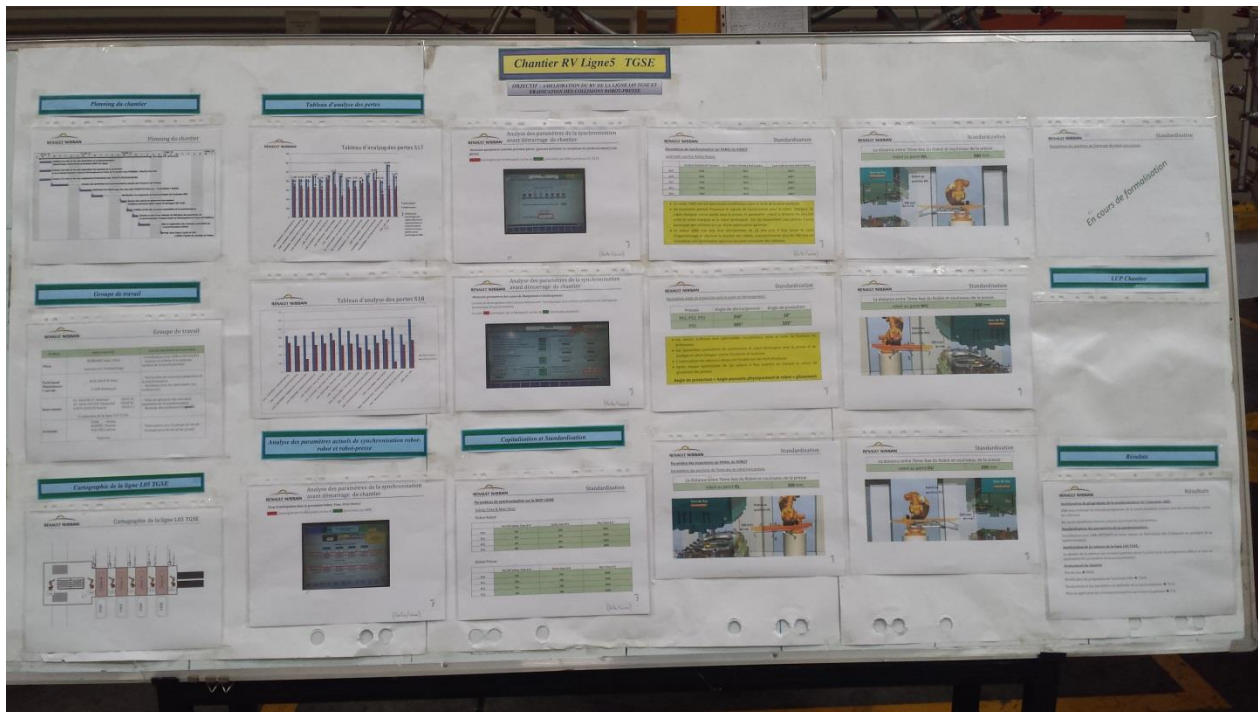
Tableau 18: bénéfice hebdomadaire

N°	Gamme	Nombre de fois pour la semaine S22	La somme de n durée durant m fois en Heure	Bénéfice hebdomadaire en Dh
28	P EXT PTE AR SS BAG G/D	3	24	24*2800=67200
29	PAVILLONB52 - PAVILLON B52	2	12	45000
30	PAEXISPTECB52 - P EXT INF/SUP PTE COF B B52	2	14	224000

Le total en Dh pour ces trois gammes dans la semaine 22 :67200+45000+224000=336200 Dhs.

Après la finalisation du travail, le chantier RV a été affiché dans la ligne 05 et j'ai fait une petite présentation en coopération avec mon encadrant devant le CA maintenance et CA fabrication pour mieux expliquer la synchronisation et les standards faits

La photo de chantier RV affiché dans la ligne 05 est la suivante :



Conclusion :

Dans ce chapitre, Nous avons évalué l'ensemble des gains et des économies qui résultent du travail effectué pour l'amélioration de la cadence, sans oublier l'objectif majeur du travail que nous avons atteint avec succès et qui est un RO amélioré.

Conclusion générale

Le travail présenté dans ce rapport a pour but l'amélioration de la performance de la ligne 05 d'Emboutissage et augmentation de la cadence.

Le premier volet était la fiabilisation des équipements de la ligne L05 d'emboutissage TGSE, par une étude détaillée de la documentation technique de la ligne en se basant sur le diagramme Pareto pour corriger les anomalies qui provoquent les temps d'arrêt.

Le deuxième volet est l'optimisation et l'amélioration de la performance de la ligne 05, nous avons remarqué que la ligne fonctionne avec une configuration basique de la synchronisation ce qui provoque une vitesse lente de la ligne, un temps de cycle important.

Alors nous avons proposé d'adopter un standard qui unifie les paramètres de la synchronisation, grâce à l'activation de ces paramètres, nous avons pu améliorer le temps de cycle d'engagement des postes de travail, et nous avons éliminé l'impact de la cadence sur le RO.

Les résultats d'évolution de la cadence et le RO, sur les gammes qu'on a reconfigurées, montrent que par l'adoption de ces solutions nous pouvons obtenir des bons résultats sur la cadence, ces études effectuées présentent une base à suivre pour améliorer la performance des autres lignes. Cependant, elles ne pourront atteindre ses objectifs que si toutes les parties intervenantes dans l'entreprise respectent leurs engagements.

En conclusion, ce projet de Fin d'Etudes qui a duré quatre mois, nous a permis d'approfondir nos connaissances théoriques et de les appliquer dans des cas réels et concrets. Il nous a également permis d'améliorer nos capacités relationnelles et professionnelles, ceci malgré les difficultés rencontrées, telles que la recherche de l'information, la gestion de flux d'information, l'indisponibilité de la ligne pour faire les tests, et la confidentialité des données surtout au niveau des programmes des robots.

Annexes

[Annexe1]: tableau de 5 Pourquoi

1 ^{er} Pourquoi	2 ^{ème} Pourquoi	3 ^{ème} Pourquoi	4 ^{ème} Pourquoi		Objectifs
Pourquoi la cadence est faible ?	Pourquoi arrivent-ils des collisions ?	Le robot déchargeur entre à l'intérieur de la presse, alors que la presse n'est pas encore montée	- Erreur de l'angle de déchargement	- Le conducteur de la ligne n'a pas bien déterminé l'angle de déchargement	- Il faut minimiser l'angle de déchargement. - Que cet angle soit un angle optimal et précis.
			- Erreur dans Safety time Robot-Press	- La durée de Safety time est courte	- Donner le temps de safety time minimum en gardant toute la sécurité du bon fonctionnement du robot et la presse.
		La presse descend alors que le robot chargeur n'est pas encore sorti de l'intérieur de la presse	- Erreur de l'angle de protection		- Il faut minimiser l'angle de protection. - Que cet angle soit un angle optimal et précis.
		Le robot chargeur entre à l'intérieur de la presse pour charger, pourtant le robot déchargeur n'est pas encore sorti	- La distance Robot-Robot est très courte	- La valeur donnée de « Load Auth. SRR » est trop petite	- Diminuer la valeur de « Load Auth. SRR »
			- Mal calcul de Safety time Robot-Robot	- Donner le temps de safety time minimum en gardant toute la sécurité du bon fonctionnement du robot et la presse.	
	Pourquoi	L'angle n'est pas bien optimisé	- La détermination de	- Le conducteur de la ligne l'a mis en se	- Diminuer l'angle de déchargement sans

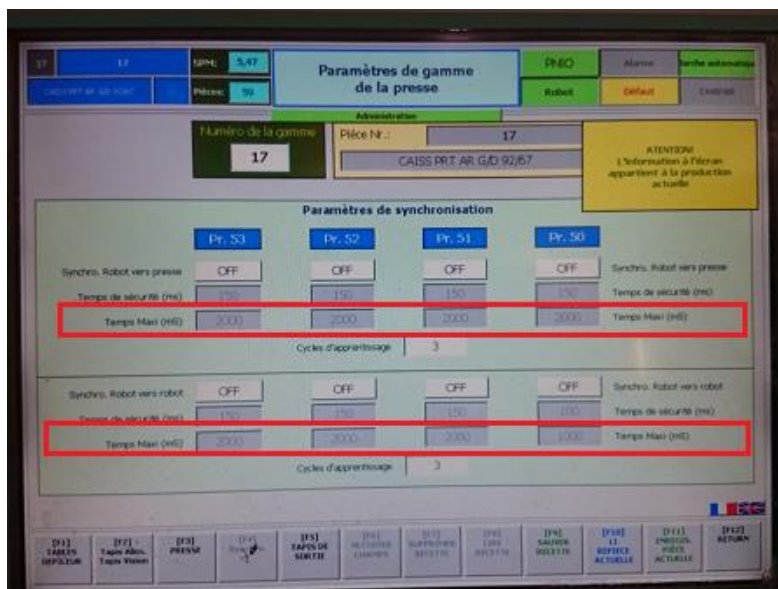
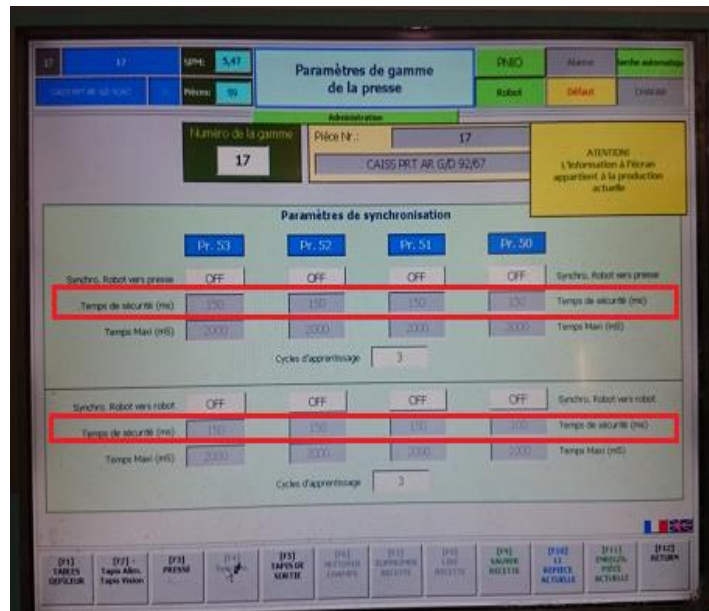
	l'angle de déchargement est de 300° ?	dans le test pour la 1ère fois de chaque gamme.	l'angle se fait une seule fois pour toujours	basant sur une méthode de détermination manuelle	causer des collisions
	Pourquoi le robot fait un arrêt ou micro-arrêt à la position SyncPos (soit dans le cas du chargement [WSR] ou déchargement [WSP]) ?	Dans le cas de robot chargeur, Le robot ne reçoit pas les calculs en Pick Position	- Le robot reçoit les données quand il sort de pick position et s'approche de la position SyncPos		- Modifier les coordonnées de WSR afin d'approcher la position de SynchPos à la position de pWaitLoad, cette modification va augmenter le cycle de temps et par conséquent une synchronisation plus optimale.
			- Le calcul et le transfert de données ne se transmettent pas au robot chargeur quand il est en pick position		- Diminuer Max Time Robot-Robot
			- Le cycle de temps le plus long choisi par l'automate n'est pas optimum	- Le calcul de temps envoyé par l'automate se fait dans des cycles moins courts que le cycle optimal	
		- Max Time Robot to Robot			
		Dans le cas de robot déchargeur, Le robot ne reçoit pas les calculs en Drop Position	- le robot reçoit les données quand il sort de Drop position et s'approche de la position SyncPos		- Modifier les coordonnées de WSP afin d'approcher la position de SynchPos à la position de pWaitUnload, cette modification va augmenter le cycle de temps et par conséquent une diminution du temps d'attente du robot à la position SynchPos.
			- Le calcul et le transfert de données ne se transmettent pas au robot chargeur quand il est en Drop position		

			- Le cycle de temps le plus long choisi par l'automate n'est pas optimum		- Diminuer Max Time Robot-Press
			- Max Time Robot to Robot		- Diminution de l'angle de déchargement afin d'avancer l'autorisation au robot déchargeur pour décharger la presse.

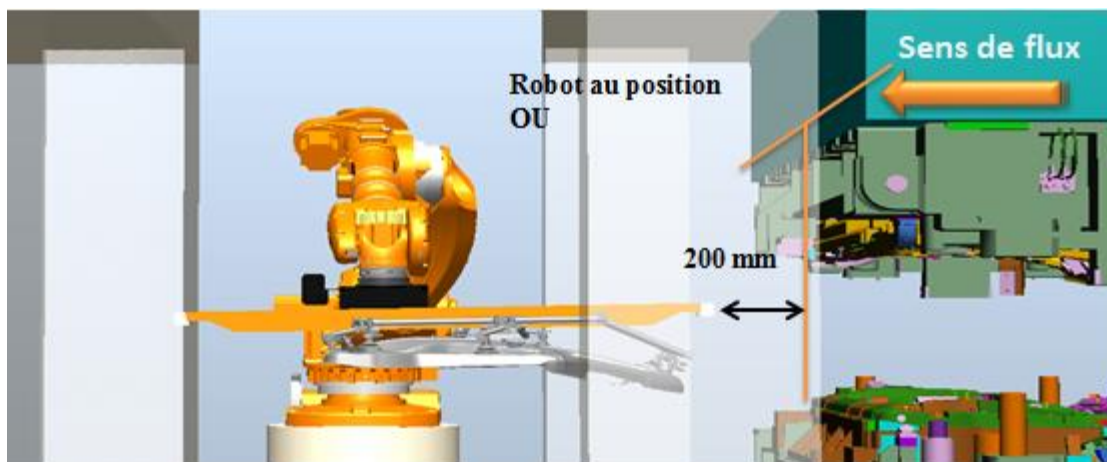
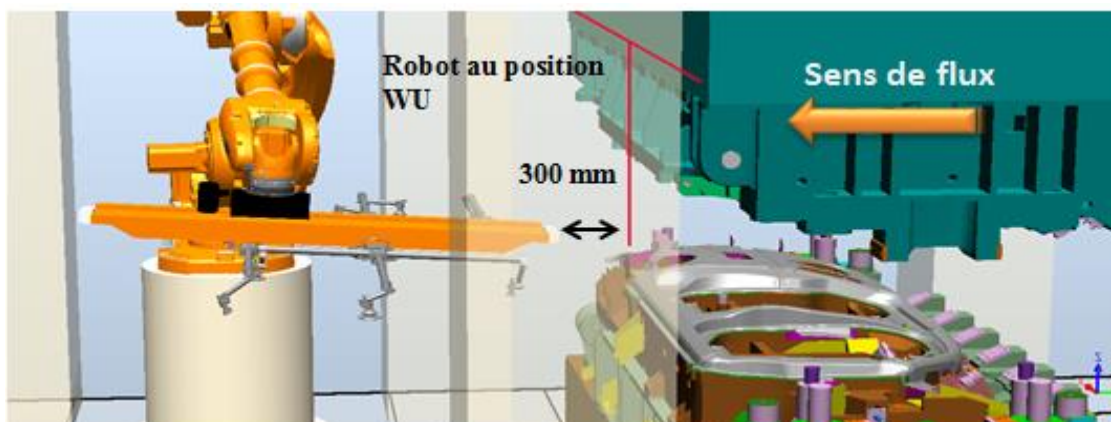
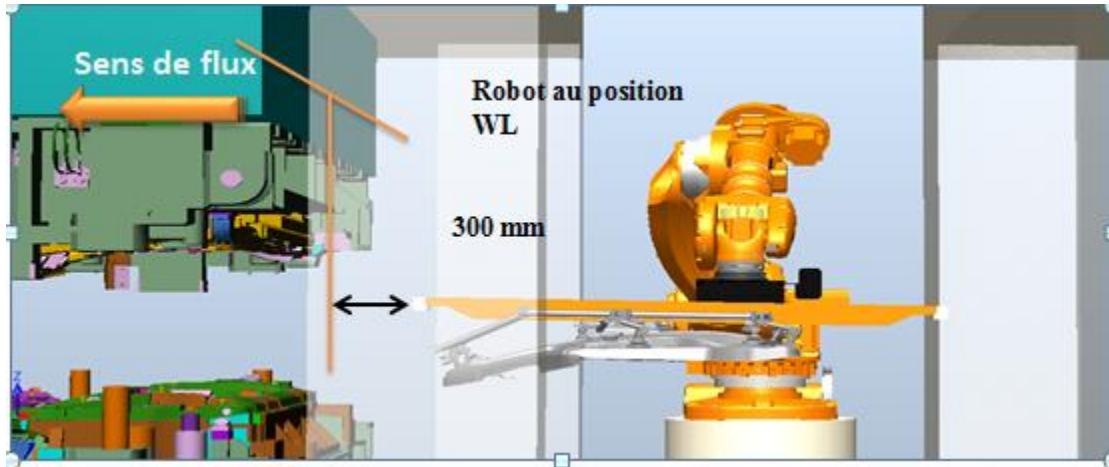
[Annexe 2]: LUP_CHANTIER

Ordre	Actions	Délai	Etat
1	Etat de lieu globale : * Création d'un état de lieu des paramètres de la Synchronisation * Création d'un état de lieu des paramètres des gammes de la production et de la Synchronisation des PRESSES * Création d'un état de lieu des programmes (Paramètres) des ROBOTS	2 jours (du 04/05/2015 au 06/05/2015)	Fait
2	Analyse des paramètres de la synchronisation actuels des Presses et des Robots	5jours (du 08/05/2015 au 13/05/2015)	Fait
3	Mesure des valeurs de glissement des presses (Distance parcourue après l'appel de freinage) à 60° et 90°	3 jour (DU 15/05/2015 à 18/05/2015)	Fait
4	Création et test des nouveaux paramètres de la synchronisation des presses (came de déchargement et came de protection)	2 jour (21/05/2015 au 23/05/2015)	fait
5	Mise en application des nouveaux paramètres de la synchronisation définis sur 3 gammes completes	20 jours (du 24/05/2015 au 13/06/2015)	fait

[Annexe3]: indication de safety-time et Max-time sur le MOP LIGNE



[ANNEXE 4] : Les tests physiques pour les paramètres synch hors presse



[Annexe 5] : tableau de suivi d'application des standards

N° :	Disignation :			
Equipement	Paramètres	Valeur Actuelle	Valeur Standard	Etat
MOP-LIGNE	(P50) On/Off Safety-Time R-P	OFF	ON	NOK
	(P50) Safety-Time R-P	0	200 ms	OK
	(P50) Max-Time R-P	0	3000 ms	OK
	(P51) On/Off Safety-Time R-P	OFF	ON	NOK
	(P51) Safety-Time R-P	0	200 ms	OK
	(P51) Max-Time R-P	0	3000 ms	OK
	(P52)On/Off Safety-Time R-P	OFF	ON	NOK
	(P52) Safety-Time R-P	0	200 ms	OK
	(P52) Max-Time R-P	0	3000 ms	OK
	(P53) On/Off Safety-Time R-P	OFF	ON	NOK
	(P53) Safety-Time R-P	0	200 ms	OK
	(P53) Max-Time R-P	0	3000 ms	OK
	(P50) On/Off Safety-Time R-R	OFF	ON	NOK
	(P50) Safety-Time R-R	0	200 ms	OK
	(P50) Max-Time R-R	0	3000 ms	OK
	(P51) On/Off Safety-Time R-R	OFF	ON	NOK
	(P51) Safety-Time R-R	0	200 ms	OK
	(P51) Max-Time R-R	0	3000 ms	OK
	(P52)On/Off Safety-Time R-R	OFF	ON	NOK
	(P52) Safety-Time R-R	0	200 ms	OK
	(P52) Max-Time R-R	0	3000 ms	OK
	(P53) On/Off Safety-Time R-R	OFF	ON	NOK
	(P53) Safety-Time R-R	0	200 ms	OK
	(P53) Max-Time R-R	0	3000 ms	OK
	(P50) On/Off AutoStart	OFF	ON	NOK
	(P50) Safety-Time AutoStart	0	200 ms	OK
	(P51) On/Off	OFF	ON	NOK

	AutoStart			
	(P51) Safety-Time AutoStart	0	200 ms	OK
	(P52) On/Off AutoStart	OFF	ON	NOK
	(P52) Safety-Time AutoStart	0	200 ms	OK
	(P53) On/Off AutoStart	OFF	ON	NOK
	(P53) Safety-Time AutoStart	0	200 ms	OK
Coussin P50	Vitesse de la course d'extraction	5000mm/s	6000 mm/s	OK
	Vitesse de la course de travail	5000mm/s	6000 mm/s	OK
MOP-P50	Came de contrôle de présence pièce	20° à 90°	300°-360°	OK
	Angle de Déchargement	315°(PMH)	305°	OK
	Angle de Protection	320°	325°	OK
	Vitesse de presse	16c/min	18 c/min	NOK
MOP-P51	Came de contrôle de présence pièce	60° à 90°	0°-60°	OK
	Angle de Déchargement	360°(PMH)	350°	OK
	Angle de Protection	0°	10°	OK
	Vitesse de presse	18c/min	20 c/min	OK
MOP-P52	Came de contrôle de présence pièce	60° à 90°	0°-60°	OK
	Angle de Déchargement	360°	350°	OK
	Angle de Protection	0°	10°	OK
	Vitesse de presse	18c/min	20 c/min	OK
MOP-P53	Came de contrôle de présence pièce	60° à 90°	0°-60°	OK
	Angle de Déchargement	360°	350°	OK
	Angle de Protection	0°	10°	OK
	Vitesse de presse	18c/min	20 c/min	OK
R2	Enable/Disable Robot-Robot Synchro	FALSE	TRUE	OK
	Vitesse globale de robot	75%	100%	OK
	Distance entre 7ème axe et le coulisseau OL	450mm	300 mm	

	Distance entre 7ème axe et le coulisseau WL	500mm	300 mm	
	Distance entre 7ème axe et le coulisseau OU	450mm	300 mm	
	Distance entre 7ème axe et le coulisseau WU	500mm	300 mm	
	Distance entre 7ème axe et le point le plus bas de la partie supérieure de l'outil au point BP	300mm	200 mm	
	Distance entre 7ème axe et le point le plus bas de la partie supérieure de l'outil au point AD	300mm	200 mm	
	Zones des points de la trajectoire	fine	200, Fine	
	Type de mouvement de la trajectoire	L	J,L	
R3	Enable/Disable Robot-Robot Synchro	FALSE	TRUE	OK
	Load.Auth.Synchro Robot-Robot	1000mm	1000 mm	OK
	Vitesse globale de robot	75%	100%	OK
	Distance entre 7ème axe et le coulisseau OL	450mm	300 mm	
	Distance entre 7ème axe et le coulisseau WL	500mm	300 mm	
	Distance entre 7ème axe et le coulisseau OU	450mm	300 mm	
	Distance entre 7ème axe et le coulisseau WU	500mm	300 mm	
	Distance entre 7ème axe et le point le plus bas de la partie supérieure de l'outil	300mm	200 mm	

	au point BP			
	Distance entre 7ème axe et le point le plus bas de la partie supérieure de l'outil au point AD	300mm	200 mm	
	Zones des points de la trajectoire	fine	200, Fine	
	Type de mouvement de la trajectoire	L	J,L	
R4	Enable/Disable Robot-Robot Synchro	FALSE	TRUE	OK
	Load.Auth.Synchro Robot-Robot	1000mm	1000 mm	OK
	Vitesse globale de robot	75%	100%	OK
	Distance entre 7ème axe et le coulisseau OL	450mm	300 mm	
	Distance entre 7ème axe et le coulisseau WL	500mm	300 mm	
	Distance entre 7ème axe et le coulisseau OU	450mm	300 mm	
	Distance entre 7ème axe et le coulisseau WU	500mm	300 mm	
	Distance entre 7ème axe et le point le plus bas de la partie supérieure de l'outil au point BP	300mm	200 mm	
	Distance entre 7ème axe et le point le plus bas de la partie supérieure de l'outil au point AD	300mm	200 mm	
	Zones des points de la trajectoire	fine	200, Fine	
	Type de mouvement de la trajectoire	L	J,L	
R5	Enable/Disable Robot-	FALSE	TRUE	OK

	Robot Synchro			
	Load.Auth.Synchro Robot-Robot	1000mm	1000 mm	OK
	Vitesse globale de robot	75%	100%	OK
	Distance entre 7ème axe et le coulisseau OL	450mm	300 mm	
	Distance entre 7ème axe et le coulisseau WL	500mm	300 mm	
	Distance entre 7ème axe et le coulisseau OU	450mm	300 mm	
	Distance entre 7ème axe et le coulisseau WU	500mm	300 mm	
	Distance entre 7ème axe et le point le plus bas de la partie supérieure de l'outil au point BP	300mm	200 mm	
	Distance entre 7ème axe et le point le plus bas de la partie supérieure de l'outil au point AD	300mm	200 mm	
	Zones des points de la trajectoire	fine	200, Fine	
	Type de mouvement de la trajectoire	L	J,L	
R6	Enable/Disable Robot-Robot Synchro	FALSE	TRUE	OK
	Load.Auth.Synchro Robot-Robot	1000mm	1000 mm	OK
	Vitesse globale de robot	75%	100%	OK
	Distance entre 7ème axe et le coulisseau OL	450mm	300 mm	
	Distance entre 7ème axe et le coulisseau WL	500mm	300 mm	
	Distance entre 7ème axe et le coulisseau OU	450mm	300 mm	

Distance entre 7ème axe et le coulisseau WU	500mm	300 mm	
Distance entre 7ème axe et le point le plus bas de la partie supérieure de l'outil au point BP	300mm	200 mm	
Distance entre 7ème axe et le point le plus bas de la partie supérieure de l'outil au point AD	300mm	200 mm	
Zones des points de la trajectoire	fine	200, Fine	
Type de mouvement de la trajectoire	L	J,L	

[ANNEXE 6] : Application Visual Basic des Paramètres

serForm3

Paramètres de la Trajectoire Du Robot

Position

X Axe 7


Y Zone

Z Vitesse Saisir

Menu Général

Param-Presses Param-Robot

Rechercher



Paramètres de la Synchronisation Des Robots

Désignation de la Gamme Gamme N Robot

Activation Robot-Presses Synchro Activation Robot-Robot Synchro Activation Robot-Robot Safety-Time Safety-Time Robot-Robot

Load Auth.Synchro Robot-Robot Max-Time Robot-Robot


Trajectoire du Robot

BD WL WSR ← OU AP

D AD OL WSP WU BP P

Valider

JserForm1



Paramètres de la Synchronisation Des Presses

Presse

Désignation de la gamme

Gamme Numéro

Came de Déchargement

Came de Protection

Vitesse de la presse

Glissement de la presse

Activation Safety-Time Robot-Presses

Safety-Time Robot-Presses

Max Time Robot-Presses

Activation Safety-Time Auto-Start

AutoStart

Valider

Bibliographie

[1] : Handbooks performance Renault

[2] : Les outils de la performance industrielle, de l'auteur : Jean-Marc Gallaire, Edition : EYROLLES, 2008 .

[3] : Cours Management Industriel de Madame Tajri, FST Fès.

[4] : Cours de Gestion des Projets de Monsieur El-Hammoumi, FST Fès, .

[5] : Cours Maintenance Industriel de Mr.CHAFI, FST Fès.

Webographie

[1] : Intranet Renault

[2] : www.renault.com

[3] : www.doc-etudiant.fr (supports de cours pour étudiant)

Résumé

Pour assurer plus de productivité et de performance de ses produits, vu la forte compétitivité et la grande émergence des sociétés asiatiques dans l'industrie automobile, et la grande demande sur quelques gammes par les clients, le groupe RENAULT cherche à fournir à ses clients au monde entier, le produit qu'ils souhaitent, le jour qu'ils prévoient, à moindre coût et en bonne qualité.

C'est pour cela, la Direction du département Emboutissage demande de l'atelier maintenance en collaboration avec le service ingénierie(DIVD), de s'engager à la fiabilisation des ressources de l'emboutissage, c'est dans ce cadre que s'inscrit mon projet pour l'objet de la fiabilisation et l'amélioration de la performance de la ligne 05 d'emboutissage TGSE et l'augmentation de la cadence.

Il est alors indispensable d'avoir un indicateur pour faire le suivi de la performance. En effet, l'alliance RENAULT-NISSAN, a fait le rapport entre la cadence réelle et la cadence objective qui résulte à un indicateur s'appelle RO (Rendement Opérationnel) c'est l'indicateur clé de performance, c'est sur lequel on s'est ainsi basé pendant la réalisation du projet.

Dans un premier temps, nous avons fiabilisé les équipements de la ligne L05 TGSE, en nous appuyant sur l'observation détaillée des postes, la correction des anomalies observées.

Dans un deuxième temps, nous sommes passés à l'optimisation et l'amélioration de la performance en agissant sur les facteurs qui y influencent, et qui sont la cadence et le temps de cycle à travers la synchronisation.

Abstract

To assure more productivity and performance of its products, seen the strong competitiveness and the big emergence of the Asian companies in the car industry, and the big demand on some ranges by the customers, group RENAULT tries to supply to his customers in the whole world, the product which they wish, in the daytime which they plan, at a lower cost and in good quality.

It is for it, the Direction of the department of Stamping asks of the workshop for maintenance in association with the department of engineering (DIVD), to commit to the reliability of the resources of the stamping, it's in this context that i should consider my project for the object of the reliability, the performance's improvement of the line 05 TGSE in Stamping's department and the increase of the cadence.

It is then, essential to have an indicator to make the follow-up of the performance. Indeed, the alliance RENAULT-NISSAN, made the relationship between the real pace and the objective one which results in an indicator is called RO (Operational efficiency) that is the key performance indicator. It is on which we will be based during the realization of project.

At first, we enhanced reliability of equipment's line L05 TGSE, rested us on the detailed observation of the posts, the correction of the observed anomalies.

Secondly, we passed in the optimization and the improvement of the performance by acting on the factors which influence there, and which are the cadence and the time of cycle through the synchronization.