

MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du

**Diplôme de Mater Sciences et Techniques
Spécialité : Ingénierie Mécanique**

Amélioration du processus de la retouche des pièces d'emboutissage

Présenté par :

SEMLALI ZAKARIAE

Encadré par :

- Abdelouahhab Jabri, Professeur département Génie Mécanique, FST Fès**
- El Kettani Omar, Encadrant société, A.Chef Département Emboutissage**

Effectué à : RENAULT TANGER EXPLOITATION

Soutenu le : Mercredi 24 juin 2015

Le jury :

- Mr. Abdelouahhab Jabri, Faculté des sciences et techniques de Fès.**
- Mr. Abdellah El Barkany, Faculté des sciences et techniques de Fès.**
- Mr. Aboutajeddine Ahmed, Faculté des sciences et techniques de Fès.**

Année Universitaire : 2014-2015

Dédicace

À nos très chères mères

À nos très chers pères

À nos chères sœurs

À nos chers Amis

À tous les enseignants et le personnel de FST de Fès,

À tout le personnel de Renault Nissan Tanger,

*À tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce
travail*

À tous ceux qui nous sont chers et que nous avons omis de citer

Nous dédions ce travail,

*En témoignage de notre reconnaissance pour le soutien, la patience et
les immenses sacrifices dont vous avez toujours fait preuve tout au long
de nos études.*

Remerciements

Mes sincères remerciements vont aux personnes qui ont contribué au bon déroulement et à l'aboutissement de ce projet de fin d'études.

De prime à bord, je remercie personnellement Monsieur JABRI ABDELOUAHHAB, qui m'a fait l'honneur de m'encadrer et grâce à qui j'ai pu mener à bien ce travail. Je tiens à lui témoigner ma reconnaissance pour la qualité de son encadrement, son soutien et ses précieux conseils.

Mes sincères remerciements sont tout particulièrement adressés à Monsieur OMAR EL KETTANI, l'adjoint du chef département emboutissage, qui m'a fait l'honneur de me confier ce travail, ainsi que Madame ASSIME MERYEM, organisateur industriel département emboutissage, pour leurs encouragements, leurs orientations et leurs explications enrichissantes.

Je tiens à remercier tout le corps professionnel de la DIVD Emboutissage, ainsi que tout le corps professoral de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès pour l'intérêt qu'ils manifestent à l'égard de la formation des futurs ingénieurs.

Je tiens également à adresser mes remerciements à tout le personnel de RENAULT TANGER EXPLOITATION pour avoir fait preuve de disponibilité et d'attention à mon égard tout au long de mon stage.

Résumé

Dans un contexte de concurrence, la qualité est devenue un facteur sine qua non pour l'amélioration et le développement de la compétitivité des entreprises. C'est ainsi que l'organisme d'accueil RENAULT TANGER EXPLOITATION représenté par son département emboutissage, s'est lancée dans un « Chantier Lean » pour l'amélioration de son processus de la retouche des pièces fabriquées. Une amélioration qui vise à réduire le nombre de pièces retouchées ainsi que la charge induite en termes de temps de retouche.

Pour répondre à cet objectif, nous avons suivi une démarche d'amélioration de la qualité aussi puissante que la méthode Quality Control Story, caractérisée par ses apports en termes d'analyse, de mise en œuvre de mesures correctives, ainsi qu'en termes de standardisation des résultats. Elle est aussi caractérisée par son inspiration du cycle PDCA popularisé dans les années 1950 par William Edwards Deming.

Finalement, La démarche nous a aidé au mieux de mettre en place des améliorations et des actions correctives sur la majorité des éléments du processus (matière / moyens /méthodes/ Main d'œuvre), Et qui ont pu prouver leur efficacité sur un court terme, et surement sur le long terme.

Abstract

The quality has become a crucial element that helps the companies to establish themselves on the industry market and broaden their frames around the globe. Therefore, our host organization RENAULT TANGIER EXPLOITATION represented by its metal stamping unit, launched out in a “Lean Event” for the improvement of the rework of defective parts. An improvement which aims at reducing the number of restored parts as well as the load induced in terms of operational time.

To meet this aim, it was necessary to follow an approach of improvement of quality as powerful as Quality Story Control, characterized by its contributions in terms of analysis, corrective measures, as well in standardization of the results. It is also characterized by its inspiration of cycle PDCA popularized in the years 1950 by William Edwards Deming.

Finally, the approach helped us to set up improvements and corrective actions on the majority of the elements of the processes (Material/Machine /Method /People), and which could prove their effectiveness on a short-term, and surely on the long one.

Table des matières

Dédicace	1
Remerciements	2
Résumé	3
Abstract	4
Table des matières	5
Liste des figures	7
Liste des abréviations	9
Introduction générale.....	10
Chapitre I : présentation de l'organisme d'accueil et du procédé de fabrication	11
Introduction	12
1. Présentation du groupe Renault.....	12
1.1 Renault-Tanger Méditerranée.....	12
1.2 L'Alliance RENAULT-NISSAN.....	13
1.3 Historique.....	13
1.4 Fiche signalétique du site.....	14
1.5 Présentation des départements au sein de Renault.....	15
1.6 Procédé de fabrication	15
1.6.1 L'emboutissage.....	16
1.6.2 La tôlerie (ou Ferrage).....	16
1.6.3 La peinture	17
1.6.4 Le montage	17
1.7 Département Emboutissage.....	17
1.7.1 L'emboutissage.....	17
1.7.2 Gestion du département d'emboutissage.....	18
2. Généralités sur le procédé : Emboutissage	21
2.1 La matière	24
2.2 Les modes de déformation de la tôle.....	25
3. Les moyens d'emboutissage.....	26
3.1 Les presses	26
3.1.1 Le mode d'action	26
3.1.2 Comparaison des deux modes d'action	29
3.2 Les outils.....	29
3.3 Les moyens utilisés à Renault Tanger	30
3.3.1 GP (Grande presse double effet).....	30
3.3.2 TGSE (Très grande presse simple effet).....	31
3.3.3 GSE (Grande simple effet).....	32
3.3.4 Résumé du processus d'emboutissage des tôles (RTE)	32
4. Les principaux défauts de qualité sur les pièces embouties	33
Conclusion.....	36

Chapitre II : Contexte du projet et démarche adoptée	37
Introduction	38
1. Démarche adoptée	38
1.1 Pourquoi QC-STORY ?.....	38
1.2 Qu'est-ce que QC-STORY ?.....	39
1.3 Les 9 étapes du QC STORY ?.....	40
2. 1 ^{ère} étape de la méthode QCS : Choix du sujet de stage	40
2.1 L'analyse QOOQCP	42
2.2 Projection de l'analyse QOOQCP	42
3. 2 ^{ème} étape de la méthode QCS :Raisons du choix du sujet et analyse de l'existant.....	43
3.1 Problème du nombre de pièces mises en retouche.....	43
3.2 Le temps de retouche des pièces.....	45
3.3 Indicateurs affectés par le problème.....	47
3.4 Aspect financier	48
4. Définition des objectifs du projet	49
Conclusion.....	50
Chapitre III : Vers une amélioration de la retouche des pièces d'emboutissage	51
Introduction	52
1. Troisième étape : la compréhension de la situation du problème.....	52
1.1 Observation du problème	52
1.2 Collecte des données	52
1.3 Remarque	54
1.4 Analyse et interprétation des données collectées.....	55
2. Quatrième étape : le choix des cibles	59
3. Cinquième étape : l'analyse	59
3.1 Analyse du défaut : picot	60
3.2 Diagramme Ishikawa : recherche des causes du taux de retouche des picots.....	61
3.3 Analyse du temps de retouche : préparation, et déplacements	66
4. Sixième étape : mise en place des solutions.....	67
4.1 Protection des flans après la découpe	67
4.2 Création d'un outil de suivi de l'état des zones et de détection de la source des défauts.....	68
4.3 Suivi journalier du NON-PAD et des alertes clients.....	70
4.4 Réduction du temps de retouche	71
4.5 Modélisation de la solution technique sur l'outil OP10 « Panneau inf/sup B52 »	76
5. Septième étape : confirmation des effets.....	81
Conclusion.....	82
Conclusion générale	83
Bibliographie	85
Annexe : Les gammes fabriquées à RTE	86

Liste des figures

Figure 1 : Organisation des différents chapitres (Cycle PDCA)	10
Figure 2 : Structure du groupe Renault (30 juin 2014)	12
Figure 3 : Processus de fabrication d'une automobile	15
Figure 4 : Organigramme des différents départements	15
Figure 5 : Processus de fabrication chez Renault Tanger.....	16
Figure 6 : Atelier de tolérances	16
Figure 7 : Processus de peinture robotisée	17
Figure 8 : Organigramme du département : Emboutissage	18
Figure 9 : Zone de stockage de bobines	18
Figure 10 : Les éléments de la ligne de découpe	19
Figure 11 : Zone de stockage des flans	20
Figure 12 : Zone de stockage des outils de presses	20
Figure 13 : Ligne de fabrication	20
Figure 14 : Schéma d'un outillage d'emboutissage.....	22
Figure 15 : Procédé d'emboutissage	22
Figure 16 : Modèle 3D outillage d'emboutissage	22
Figure 17 : Opérations d'emboutissage	22
Figure 18 : Opération de détournage	23
Figure 19 : Tombage de bord	23
Figure 20 : Opération de poinçonnage	23
Figure 21 : Opération de calibrage	24
Figure 22 : Opération d'ajourage	24
Figure 23 : Les différentes familles de matériaux utilisées	24
Figure 24 : Pièces de peau et structure	25
Figure 25 : Les catégories de tôles	25
Figure 26 : Domaine d'emboutissage sur la courbe de traction.....	25
Figure 27 : Modes de déformation en emboutissage	26
Figure 28 : Presse mécanique	26
Figure 29 : Mécanisme Simple Effet.....	27
Figure 30 : Presse mécanique SE	27
Figure 31 : Presse mécanique Double Effet	28
Figure 32 : Mécanisme Double Effet	28
Figure 33 : Outil classique d'emboutissage	29
Figure 34 : Poinçon d'outil ouvert	30
Figure 35 : Outil SE	30
Figure 36 : Outil DE	30
Figure 37 : Ligne GP – Grosse Presse Double effet.....	31
Figure 38 : Ligne TGSE – Très Grande Simple effet.....	32
Figure 39 : Ligne GSE.....	32
Figure 40 : Principaux facteurs influant en fabrication	33
Figure 41 : Les défauts sur pièce (Département emboutissage Renault Tanger)	36
Figure 42 : Fusée SPR.....	38
Figure 43 : Les étapes de la méthode QC STORY	40
Figure 44 : Facteurs influençant la variation des caractéristiques de la pièce.....	41
Figure 45 : Synoptique du choix de sujet	41
Figure 46 : Retouche d'une doublure de capot (Renault Tanger)	43
Figure 47 : Evolution du taux « global » de pièces retouchées	44
Figure 48 : BOS de la semaine 09	45
Figure 49 : Opération de retouche (chez PSA).....	45
Figure 50 : Les gammes pénalisantes en termes de temps (semaine 09).....	46
Figure 51 : Décomposition du temps de retouche	46

Figure 52 : Taux moyen de retouche. Département emboutissage.....	47
Figure 53 : Charge de la retouche VS charge admissible à 5 % « BOS S3-S09 »	48
Figure 54 : Comparaison coût moyen hebdo vs admissible	49
Figure 55 : Résultats escomptés par le projet.....	49
Figure 56 : Suivi quotidien de la retouche.....	53
Figure 57 : Extrait du tableau du taux de retouche « BOS S44 2014 ».....	53
Figure 58 : Extrait du tableau de synthèse du temps de retouche « BOS S44 2014 ».....	54
Figure 59 : COTE DE CAISSE GAUCHE	54
Figure 60 : Tableau d'analyse du taux de retouche pour toute la période S3-S9	55
Figure 61 : Diagramme Pareto « gammes pénalisantes ».....	56
Figure 62 : Graphique « % d'impact des défauts retouchés sur le taux global »	58
Figure 63 : Pareto des défauts retouchés	58
Figure 64 : Taux de retouche ciblé par le département	59
Figure 65 : Résumé de l'étape 3.....	60
Figure 66 : Origine du picot (gauche) et très forte densité de défauts (droite).....	61
Figure 67 : Panneau Inf (gauche) / Sup (droite)	64
Figure 68 : Mécanisme Simple Effet.....	64
Figure 69 : Présence d'air entre la matrice et le flan	64
Figure 70 : Trous d'évacuation « événements »	65
Figure 71 : Analyse de la gamme DBL CAPOT J92	66
Figure 72 : Résultats de l'analyse pour la doublure capot J92	66
Figure 73 : Flans non protégés	67
Figure 74 : Flan après protection par film plastique.....	67
Figure 75 : Fiche de suivi de l'état des zones	68
Figure 76 : Symboles de défauts	68
Figure 77 : Fiche de suivi pour la gamme « Panneau inf/sup B52 ».....	69
Figure 78 : Figurine « CDC Droit J92 ».....	70
Figure 79 : Vue globale de l'outil de pilotage de l'animation.....	71
Figure 80 : Amélioration de la retouche « DBL CAPOT 67/92 ».....	74
Figure 81 : Première configuration de retouche	74
Figure 82 : Diagramme d'ordonnancement des opérations « première configuration ».....	74
Figure 83 : Diagramme de chevauchement des opérations « nouvelle configuration ».....	75
Figure 84 : Nouvelle configuration de retouche « DBL CAPOT 67/92 ».....	75
Figure 85 : outil avec chandelles (gauche) / outil avec ressorts à gaz (droite).....	77
Figure 86 : Panneaux inférieur et supérieur sur la Dacia Sandero	77
Figure 87 : Outil OP10 (fermé/ouvert).....	78
Figure 88 : Partie inférieure de l'outil.....	78
Figure 89 : Serre-flan (à gauche), bâti et poinçon (à droite)	78
Figure 90 : Partie supérieure avec emplacement des nouveaux ressorts à gaz.....	78
Figure 91 : Dessin 2D de la plaque de fixation (DIVD).....	79
Figure 92 : Dessin 2D du ressort à gaz.....	79
Figure 93 : Conception du ressort à gaz conforme aux spécifications	80
Figure 94 : Bases de réception des ressorts à gaz (partie sup de l'outil).....	80
Figure 95 : Partie supérieure de l'outil avec ressorts implantés.....	80
Figure 96 : Vue de face de l'outil (Avant (à gauche)/Après (à droite))	81
Figure 97 : Graphique d'évolution du taux global de retouche (S22/S23)	81

Liste des abréviations

RTE	Renault Tanger Exploitation
DIVD	Direction d'ingénierie véhicule décentralisée
APW	Alliance Production
BOS	Business Operating System
QCS	Quality Control Story
QCD	Qualité, Coût, Délai
SPR	Système de Production Renault
SMP	Suivi des Moyens de Production
PLC	Porte Latérale Coulissante
SPLC	Sans Porte Latérale Coulissante
PDC	Porte de Coffre
CDC	Coté De Caisse
DBL	Doublure
OP	Opération
SE	Simple Effet
DE	Double Effet

Introduction générale

Proximité à l'Union européenne, population jeune et bien formée, coût de la main-d'œuvre adéquat, etc. Ce sont tous des facteurs qui représentent des points forts pour l'économie marocaine, qui ont poussé les multinationales, à s'installer au MAROC, et y implanter de grands projets et de lourds investissements.

Le groupe Renault n'a pas raté l'occasion, en implantant une nouvelle usine à TANGER, s'occupant non seulement de l'assemblage et du montage des véhicules, mais aussi de l'emboutissage et le matriçage de la tôle. Et pour assurer plus de productivité et de performance de ses produits, 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, en collaboration avec le service APW (Alliance Production Way) chargé de l'organisation industrielle, s'est engagée dans un « Chantier d'amélioration continue de sons processus de la retouche des pièces embouties »

Ce projet de fin d'études s'inscrit dans la même perspective. En effet, ma mission consiste à mener une démarche d'amélioration et de résolution des problèmes en relation avec la retouche des pièces : taux de retouche, temps de retouche, le suivi de la retouche, selon le cycle du PDCA (Plan, Do, Check, Act). Ce cycle, symbolisé généralement par la roue de Deming, enveloppe toute la démarche suivie dans ce projet de fin d'études. « Quality Control Story » ou tout simplement QCS, est une démarche très robuste dans la résolution et l'amélioration des processus industriels.

À la lumière de ce qui précède, le présent rapport de stage est structuré en trois grands chapitres. Tout le travail réalisé dans ce projet de fin d'études, est résumé dans la figure 1. Le premier est consacré à la présentation de l'entreprise d'accueil et du procédé d'emboutissage. Le deuxième chapitre est réservé au contexte du projet, la démarche adoptée, et l'état des lieux. Finalement, le dernier chapitre traite les améliorations mises en place et tout le travail réalisé.

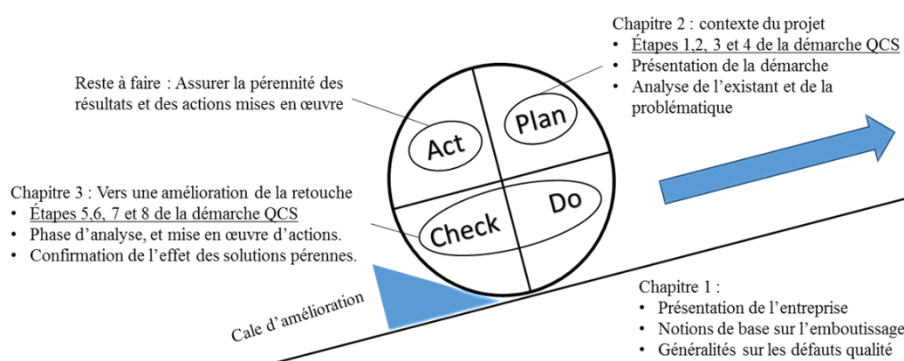


Figure 1 : Organisation des différents chapitres (Cycle PDCA)

Chapitre I : présentation de l'organisme d'accueil et du procédé de fabrication

Introduction

Ce chapitre est consacré à une présentation de Renault Tanger Exploitation (RTE) en tant qu'entreprise d'accueil, son historique, ses départements ainsi que son processus industriel. RTE se caractérise par l'existence d'un département d'emboutissage des tôles. Ce dernier est le seul dédié à la construction automobile au Maroc. De ce fait, Notre attention sera focalisée sur le procédé d'emboutissage : sa définition, ses moyens, et enfin, les principaux défauts engendrés.

1. Présentation du groupe Renault

1.1 Renault-Tanger Méditerranée

Présidé par Carlos Ghosn, le groupe Renault est un constructeur automobile, multimarques possédant des usines et des filiales à travers le monde entier. Sa stratégie se manifeste dans le positionnement durable comme le constructeur automobile généraliste européen le plus rentable.

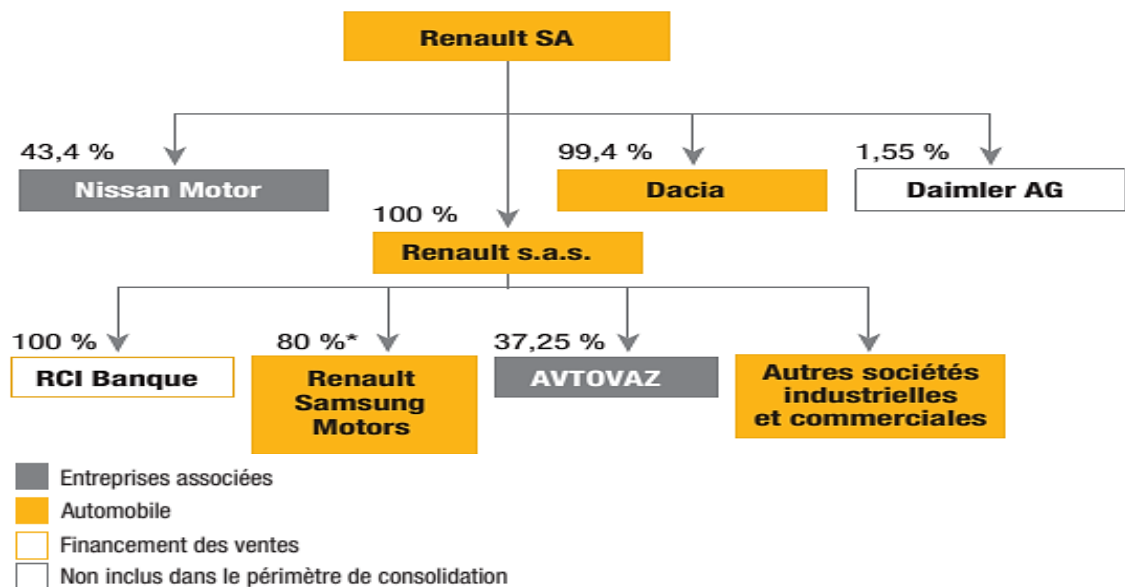


Figure 2 : Structure du groupe Renault (30 juin 2014)

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, est destiné à compléter le dispositif industriel de Renault pour les véhicules économiques dérivés de la plateforme Logan.

Aujourd'hui présent dans 118 pays, Renault est un groupe automobile multimarque qui a acquis une dimension mondiale lors de son Alliance avec Nissan le 27 mars 1999, puis par l'acquisition du constructeur roumain Dacia (1999) et la création de la société sud-coréenne Renault Samsung Motors (2000). L'Alliance Renault-Nissan forme le 4ème constructeur international.

1.2 L'Alliance RENAULT-NISSAN

L'Alliance Renault-Nissan forme un ensemble sans équivalent dans le secteur automobile, Signée le 27 mars 1999, l'alliance Renault- Nissan est le premier partenariat industriel et commercial entre une société française et une autre japonaise. Un véritable succès qui a pour bénéfice la mutualisation des expertises, le partage de technologies et le développement à l'international.

Cette alliance a été fondée aussi, à fin de constituer un groupe automobile puissant et développer les synergies, en gardant l'identité et la culture mutuelle de chaque marque. L'Alliance Renault-Nissan forme un ensemble sans équivalent dans le secteur automobile.

L'Alliance Renault-Nissan est le partenariat le plus fructueux de l'industrie automobile mondiale. Il s'est traduit par une forte hausse de la rentabilité des deux entreprises totalement indépendantes qui la composent. Ce partenariat est source de synergies et d'économies d'échelle. Il est aussi garant de l'indépendance des deux acteurs.

1.3 Historique

- **1er septembre 2007** : signature du protocole d'intention pour la création de l'usine Renault Tanger Méditerranée en présence de SM le Roi Mohamed VI.
- **16 Janvier 2008** : création de Renault Tanger Méditerranée.
- **18 Janvier 2008** : signature de l'Accord Cadre avec le gouvernement marocain.
- **30 Octobre 2008** : signature d'une convention entre le Ministère du Commerce de l'Industrie et des Nouvelles Technologies, le Ministère de l'Économie et des Finances, le Ministère de l'Emploi et de la Formation professionnelle et Renault Tanger Méditerranée pour la création d'un Centre de Formation aux Métiers de l'Automobile (CFMA/TM).
- **22 juillet 2009** : signature entre le Groupe CDG et Renault SAS d'un accord de partenariat relatif à une prise de participation par Fipar-Holding, filiale à 100 % de la CDG, à hauteur de 47,6 % du capital de Renault Tanger Méditerranée (RTM).
- **30 octobre 2009** : cérémonie officielle de pose de la première pierre de l'usine Renault Tanger Méditerranée.
- **30 octobre 2009** : signature d'une convention entre le Ministère de l'Industrie, l'ANPME, l'AMICA et Renault pour le développement des fournisseurs marocains.
- **1er juin 2010** : 1er poteau bâtiment emboutissage.
- **10 septembre 2010** : première Entrée Process au Bâtiment emboutissage « EPB ».
- **2 et 3 février 2011** : visite de Hidetoshi IMAZU (EVP Manufacturing et Ingénierie de Nissan).
- **21 mars 2011** : visite de Patrick PELATA (Directeur Général Délégué aux Opérations).

- **22 mars 2011** : inauguration IFMIA (Institut de Formation aux Métiers de l'Industrie Automobile).
- **12 avril 2011** : prix de la production lors de la cinquième édition des « SUSTAINABLE ENERGY EUROPEAN AWARDS 2011 ».
- **13 mai 2011** : 1ère Convention fournisseurs.
- **15 juin 2011** : dernière Entrée Process au Bâtiment siège « EPB ».
- **9 Février 2012** : Inauguration de l'usine Renault Tanger Méditerranée par SM le Roi Mohamed VI.

1.4 Fiche signalétique du site

- Produits fabriqués : Dacia Lodgy, Dokker, et Sandero.
- Nombre de lignes d'emboutissage : 5 lignes.
- Certifications de l'usine : usine 100 % zéro émission._
- Superficie : 300 hectares, dont 220 hectares de bâtiments couverts.
- Date de création : 16 janvier 2008.
- L'effectif : 6000 personnes.
- Capacités de production :

1 ^{ère} phase du projet (Tanger 1): 55 véhicules/heurs, 200 000 véhicules/an
2 ^{ème} phase du projet (Tanger 2): 55 véhicules/heurs, 200 000 véhicules/an

- Forme juridique et répartition du capital : S.A. Caisse de Dépôt et de Gestion 47,6 %, Renault SAS 52,4 % du capital de Renault Tanger Méditerranée.
- Directeur Usine : Paul Carvalho.

Le choix de la ville de Tanger est légitimé par plusieurs raisons dont les principales sont :

- Situation géographique : à l'extrémité nord du Maroc, Tanger est à 14 km des côtes espagnoles via le détroit de Gibraltar.
- Situation stratégique : Tanger est bordée par l'océan Atlantique à l'ouest et la mer Méditerranée au nord et est.
- Positionnement économique : Sur le détroit de Gibraltar et entre l'Europe et l'Afrique, Tanger offre aux acteurs économiques une grande visibilité et compétitivité.
- Cette position stratégique de Tanger a conduit l'état marocain à la réalisation du port franc Tanger-Méditerranée, pour devenir leader international en transbordement de conteneurs, le port est avec l'accès direct à l'autoroute et aux chemins de fer situés à 40 km à l'est de la ville de Tanger.

1.5 Présentation des départements au sein de Renault

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 (ou ferrage), peinture et enfin le montage qui s'alimente aussi par les départements « Sous ensemble » et « sièges ».

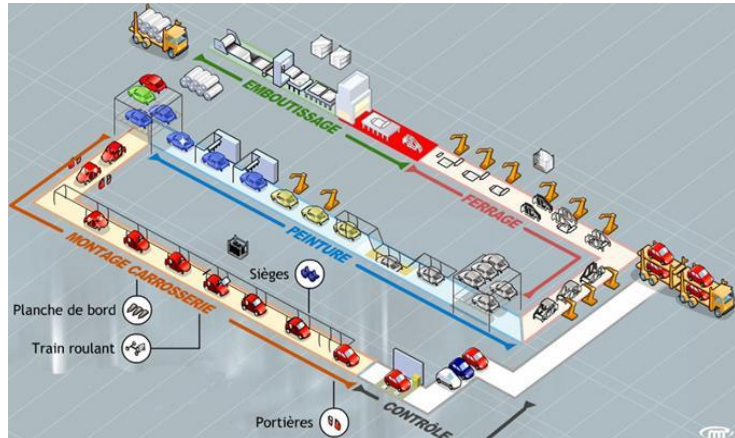


Figure 3 : Processus de fabrication d'une automobile

La production est accompagnée d'une lourde logistique, une comptabilité, une finance, une gestion d'achat, un bureau APW¹ 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 suivante présente l'organigramme des différents départements présents au sein de Renault Tanger.

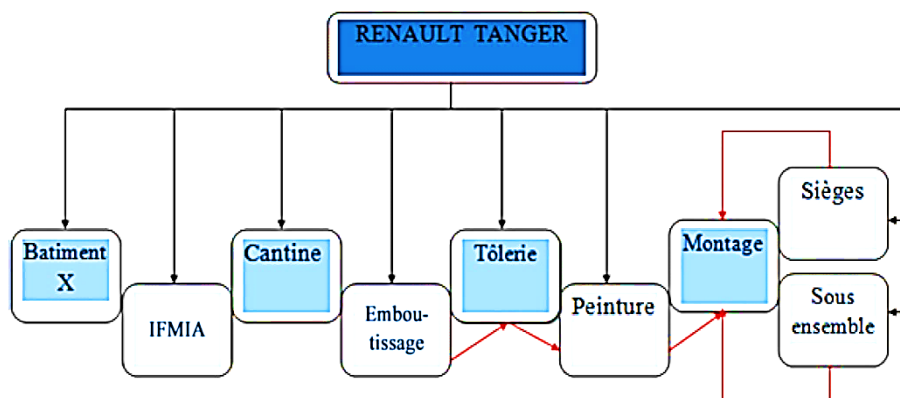


Figure 4 : Organigramme des différents départements

1.6 Procédé de fabrication

Contrairement à la SOMACA² 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.

¹ APW : l'Alliance Production Way

² SOMACA : La Société Marocaine de Construction Automobile

Ceci dit, d'autres phases précédant 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.

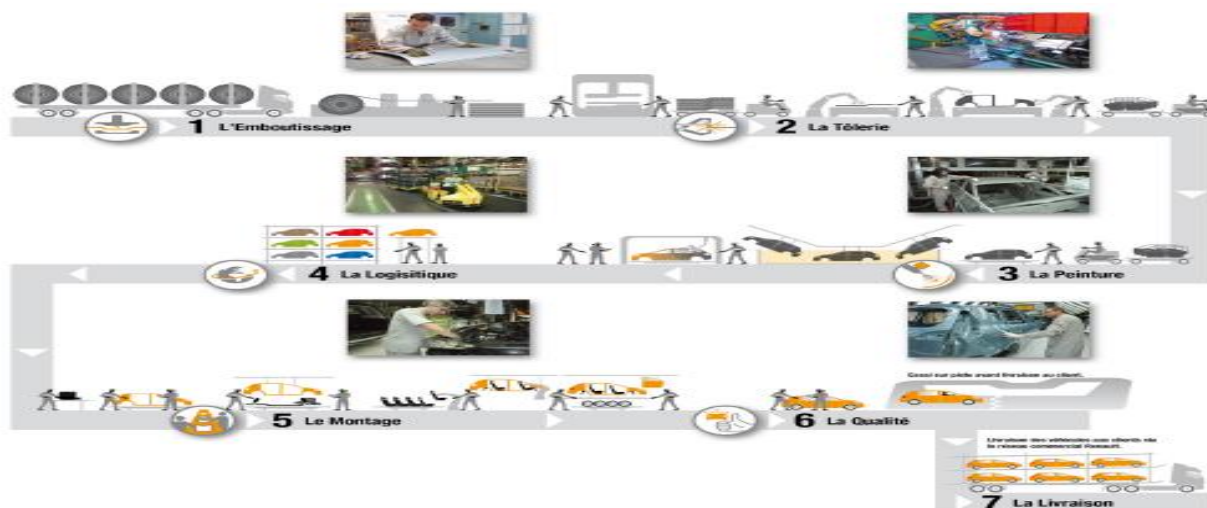


Figure 5 : Processus de fabrication chez Renault Tanger

La figure 5 illustre les différentes étapes depuis les opérations d'emboutissage jusqu'à la livraison des véhicules.

1.6.1 L'emboutissage

L'emboutissage constitue le point de départ du processus de fabrication, la matière première arrive sous forme de bobines d'acier. Celles-ci sont déroulées puis coupées et frappées pour obtenir des pièces embouties. En effet, les bobines de tôles sont livrées à l'emboutissage par camion avant d'être découpées en flans puis passent sur une ligne de presses pour être emboutis, détournés, poinçonnés et calibrés. À 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...).

1.6.2 La tôlerie (ou Ferrage)

La tôlerie a pour rôle d'assembler les pièces embouties pour former la carrosserie de la caisse. Il y a deux types de pièces ; celles en tôle comme : la base roulante, les cotés de caisse, les pavillons, les portes, les portes de coffres et les capots. Et celles en



Figure 6 : Atelier de tôlerie

plastique comme les ailes. L'assemblage se fait par plusieurs technologies de soudure : la soudure par point, par laser, par flux gazeux ou le rivetage. La carrosserie prend ainsi forme sur les lignes d'assemblage grâce à environ 5000 points de soudure dont la majorité est robotisée.

1.6.3 La peinture

La peinture se fait dans un environnement clos où la caisse nettoyée passe dans différents bains protecteurs et subit plusieurs traitements avant de recevoir sa teinte définitive. En effet, le département peinture a pour mission de protéger la caisse contre la corrosion et de lui



Figure 7 : Processus de peinture robotisé

donner son aspect final. Après le traitement anticorrosion par immersion, le mastic est appliqué sur les jonctions de tôle. Une couche d'apprêt, de base colorée et de vernis est appliquée sur la caisse afin d'obtenir sa teinte avant l'injection de la cire dans les corps creux.

1.6.4 Le montage

Le montage est la dernière étape du processus de fabrication où la caisse peinte reçoit ses composants intérieurs et son groupe motopropulseur. Tous les éléments mécaniques sont assemblés lors de cette étape, en plus de la miroiterie, le poste de conduite et de l'habillage intérieur. En parallèle, des ateliers de préparation permettent l'assemblage des sous-éléments, comme les châssis et les roues. La finition et les retouches sont aussi prévues lors de cette dernière phase.

1.7 Département Emboutissage

1.7.1 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.

1.7.2 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 ci-dessous présente l'organigramme du département emboutissage.

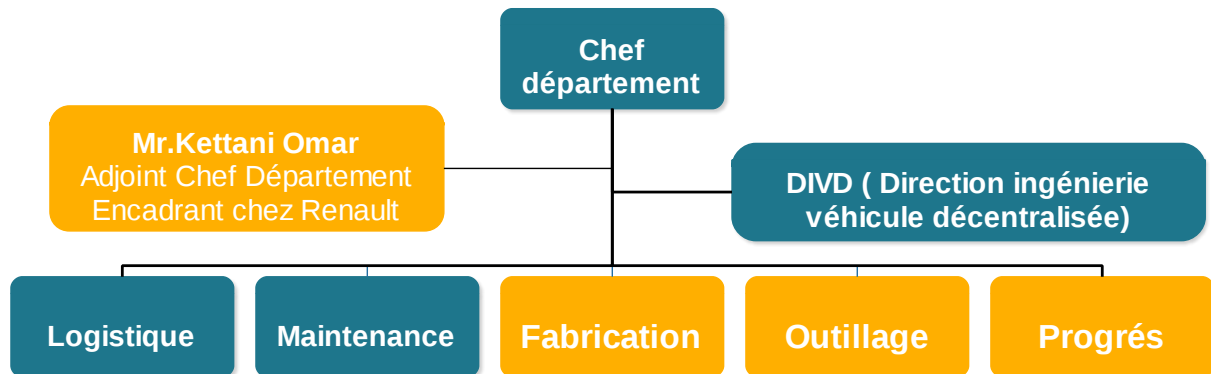


Figure 8 : Organigramme du département : Emboutissage

La globalité du département d'emboutissage peut être résumée par ce qui suit :

- **Stock bobines**

Une bobine est un enroulement de matière utilisée pour les process à aménage (presse de découpage PAL).



Figure 9 : Zone de stockage de bobines

- **PAL (Presse à Aménage Longue)**

Une presse dite « à aménage » est une presse à laquelle on vient ajouter un dispositif permettant l'alimentation matière de la presse sous forme de bobine. Les éléments de ce dispositif sont appelés « l'aménage » de la presse et se décomposent comme suit :

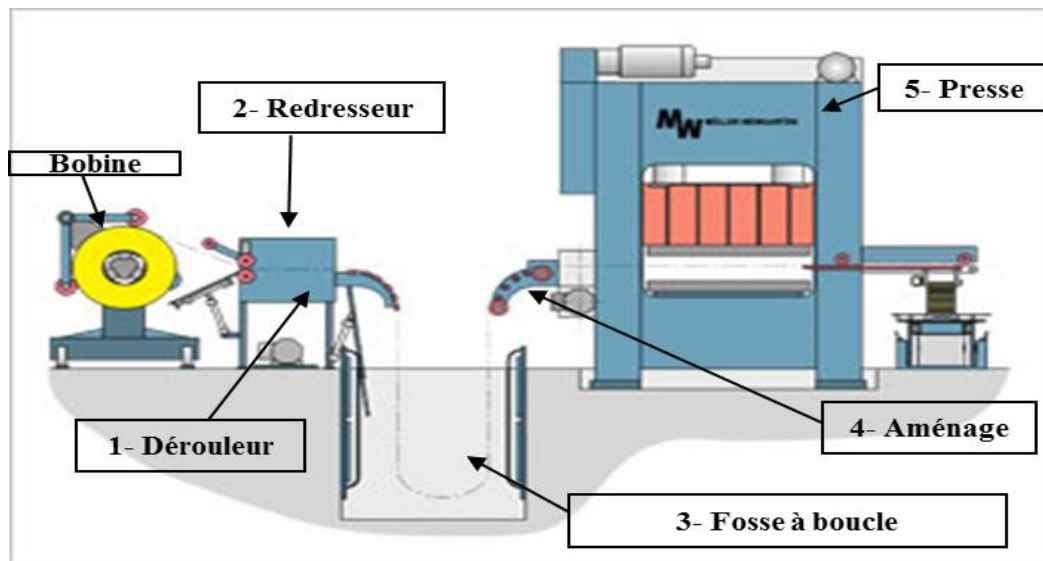


Figure 10 : Les éléments de la ligne de découpe

Ce process est utilisé pour la découpe à plat des feuilles aux formes simples et linéaires (rectangle, carré...) ou à d'autres formes spécifiques. Il est composé des éléments suivants :

- **Le dérouleur** : Le dérouleur est un élément supportant la bobine de tôle et qui permet de la dérouler pour alimenter la matière.
- **Le redresseur** : Cet élément a pour fonction de redresser la matière (sous forme de bobine).
- **Fosse boucle** : Cet élément est une fosse de régulation destinée à réguler la vitesse de déroulage. La presse travaillant par à-coups et l'alimentation s'effectuant en continu.
- **Aménage** : Dispositif d'avance à « rouleaux » ou à « pinces » qui va engager sous l'outil la quantité de matière utile.
- **Presse** : Presse mécanique simple effet avec un outil de cisailage.

- **Stockage outils PAL**

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.

- **Stockage des flans**

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 dédiées à stocker les flans selon leurs références.



Figure 11 : Zone de stockage des flans

- **Zones de stockage des outils des presses de lignes**

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 12 : Zone de stockage des outils de presses

- **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.



Ligne de presses

Entrée de la ligne

Sortie de la ligne

Figure 13 : Ligne de fabrication

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.

L'atelier d'emboutissages de Renault comporte 5 lignes :

- 2 lignes GP (Grande presse double effet) ;
- Une ligne GSE (Grande presse simple effet) ;
- 2 lignes TGSE (Très grande presse simple effet).

2. Généralités sur le procédé : Emboutissage

L'emboutissage est un procédé de mise en forme des matériaux métalliques en feuilles minces. Cela consiste à donner une dimension spatiale à une feuille métallique initialement plane. Elle peut se présenter sous la forme de bande ou d'un flan.

Ce procédé permet d'obtenir des pièces de formes complexes, le plus souvent non développables, ce qui est à opposer au procédé tel que le pliage ou le roulage.

L'emboutissage permet de fabriquer, entre autre, des pièces pour l'automobile, pour les appareils électroménagers, des ustensiles de cuisine.

On distingue deux types d'emboutissage :

- **L'emboutissage à froid** qui consiste à former des pièces à la température ambiante. Cette technique présente l'avantage d'obtenir une meilleure précision dimensionnelle et un cout réduit.
- **L'emboutissage à chaud** qui consiste à former des pièces sur des presses hydrauliques par chauffage du flan et de la matière ce qui évite l'écrouissage et la formation des contraintes résiduelles. Cette technique facilite la déformation du matériau, mais à une cadence de production moins élevée par rapport à celle de l'emboutissage à froid.

La figure 14 présente un schéma d'un outillage d'emboutissage. Il est principalement composé :

- D'une matrice qui sert d'appui à la tôle et lui donne la forme extérieure finale.
- D'un poinçon coulissant suivant l'axe vertical, et déformant la tôle.

- D'un serre flan qui a le rôle de maintenir le flan afin d'assurer un écoulement homogène du métal et de prévenir les risques de plis ou autres défauts d'emboutissage.

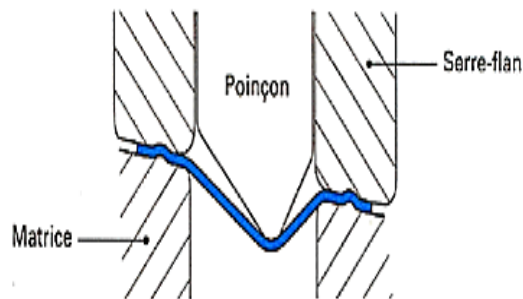


Figure 14 : Schéma d'un outillage d'emboutissage

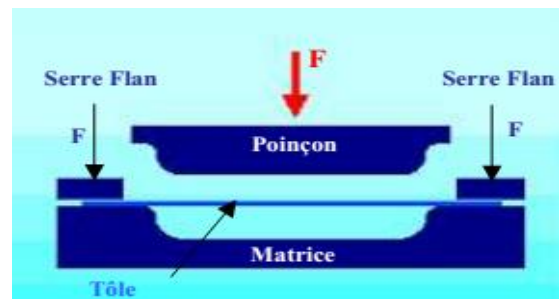


Figure 15 : Procédé d'emboutissage

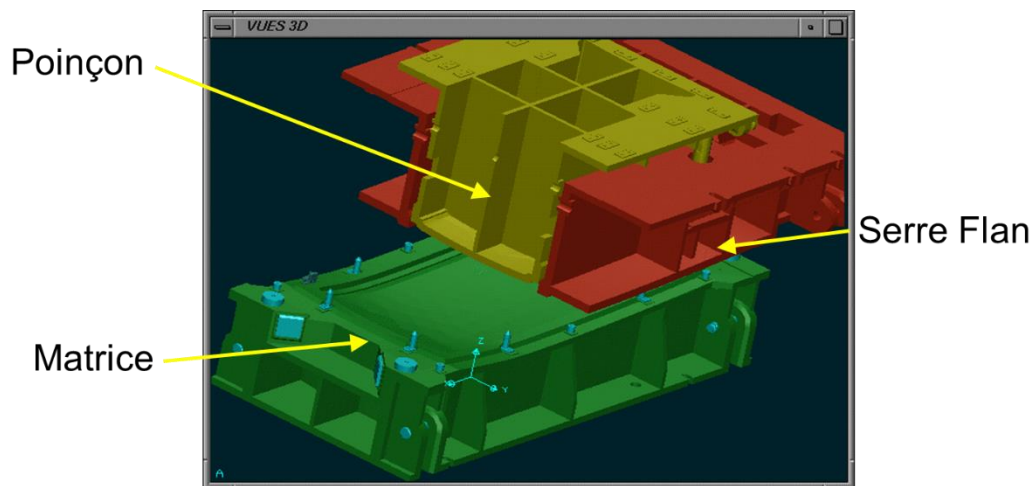


Figure 16 : Modèle 3D outillage d'emboutissage

L'opération d'emboutissage consiste, tout d'abord, à serrer le flan entre le serre-flan et la matrice. Ensuite, le poinçon descend dans la matrice. Au cours de ce mouvement, le flan épouse la forme du poinçon et de la matrice en se déformant plastiquement. Une pièce est réalisée en plusieurs opérations assurées par un outil d'emboutissage « OP10 » et des outils de reprises « OP20, OP30, OP40... » (Figure 17).

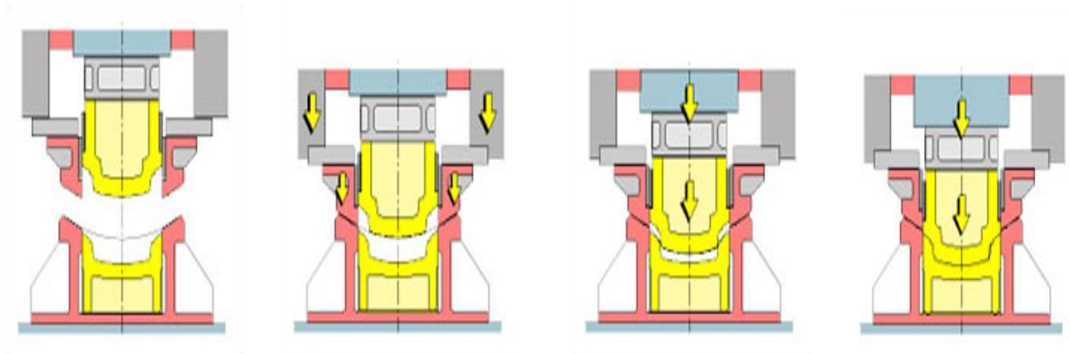


Figure 17 : Opérations d'emboutissage

Il existe plusieurs opérations de reprise :

- **Le détourage** : à la fin de l'emboutissage, il reste toujours autour de la pièce du métal qui doit être éliminé. Cette opération s'appelle *détourage* (trimming en anglais).

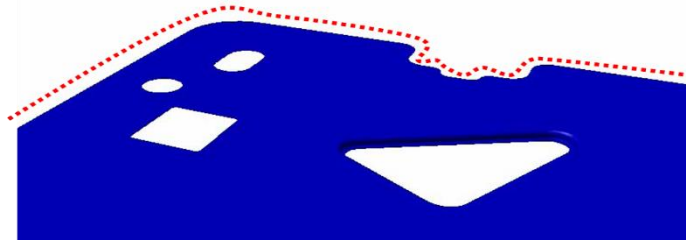


Figure 18 : Opération de détourage

- **Tombage de bord** : le tombage de bord n'est rien d'autre qu'un pliage, sauf qu'un tombage de bord peut ne pas être rectiligne alors qu'un pliage l'est toujours. Par ailleurs, le tombage de bord n'est pas vraiment de l'emboutissage car il se pratique sans serre-flan.

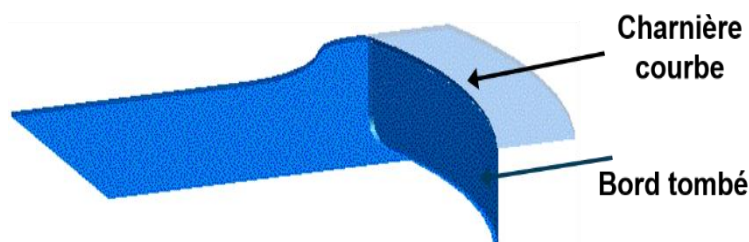


Figure 19 : Tombage de bord

- **Poinçonnage** : c'est une opération de découpe qui consiste à découper des trous de petite dimension ($\leq 35\text{mm}$).

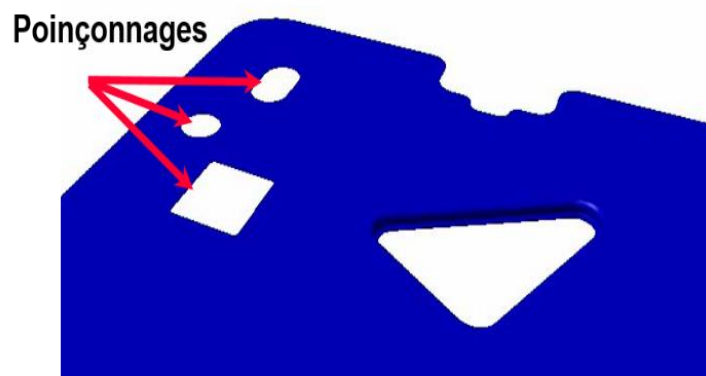


Figure 20 : Opération de poinçonnage

- **Calibrage** : opération d'emboutissage qui consiste à assurer la conformité géométrique de la pièce emboutie.

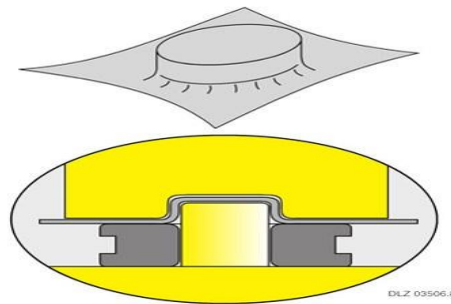


Figure 21 : Opération de calibrage

- **Ajourage** : opération de découpe qui consiste à découper des trous de grande dimension ($> 35\text{mm}$), surface supérieure à 20 cm^2 .

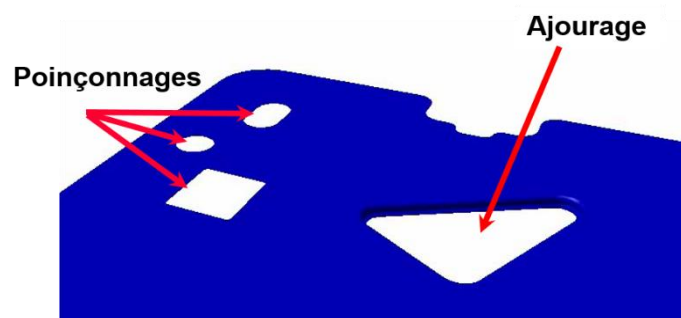


Figure 22 : Opération d'ajourage

2.1 La matière

L'acier est considéré comme le matériau le plus utilisé dans le procédé d'emboutissage. Certes, on peut trouver d'autres nuances comme de l'aluminium, et du plastique sur une petite proportion du véhicule.

Nous n'allons pas entrer dans les détails de la sidérurgie, cela n'empêche pas de citer les différentes familles d'acier utilisées en emboutissage.

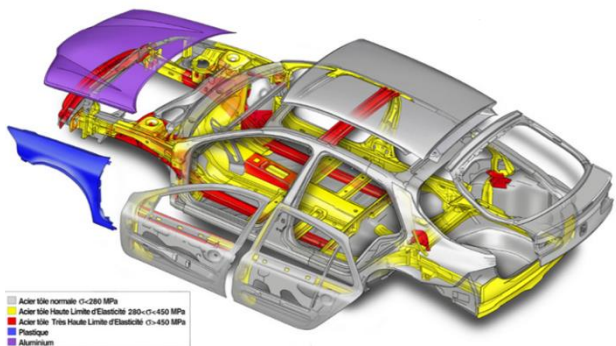


Figure 23 : Les différentes familles de matériaux

- Les tôles laminées à chaud (LAC) : généralement pour des pièces de forte épaisseur et non visibles (pièces de renfort ou de structure) .
- Les tôles laminées à froid (LAF) : pour des pièces de faible épaisseur non visibles, et visibles (Pièces de peau ou d'aspect).

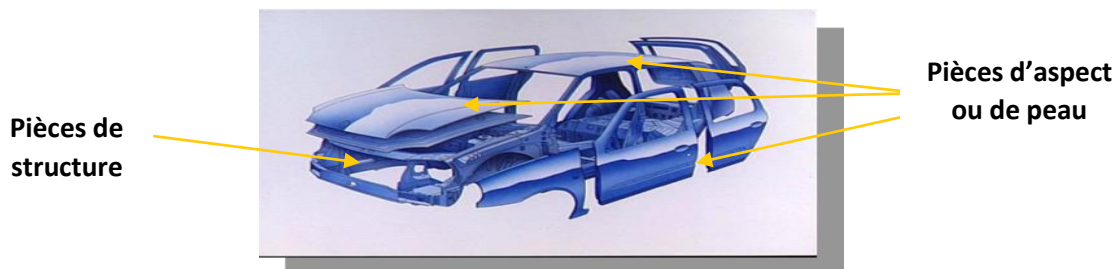


Figure 24 : Pièces de peau et structure

On peut trouver une autre classification des tôles en fonction de leurs propriétés mécaniques :

- Tôle de fabrication courante (TC) ;
- Tôle d'emboutissage (E) ;
- Tôle d'emboutissage spéciale (ES) .

	Résistance à la rupture (daN/mm ²)	Allongement (%)	dureté Rockwell
TC	42	24	65
E	38	30	57
ES	35	36	50

Figure 25 : Les catégories de tôles

D'autres propriétés entrent dans la classification des tôles : la limite élastique (R_e), la limite de traction (R_m), les coefficients d'écrouissage (n) et d'anisotropie (r). Ces propriétés permettent de juger l'emboutissabilité de la tôle.

2.2 Les modes de déformation de la tôle

Le mode déformation définit le type d'emboutissage. C'est une notion liée à la déformation de la tôle. Les principaux modes sont :

- l'expansion ;
- Le rétreint ;
- Traction uniaxiale ;
- Le cisaillement ;
- La compression uniaxiale ;
- La traction plane .

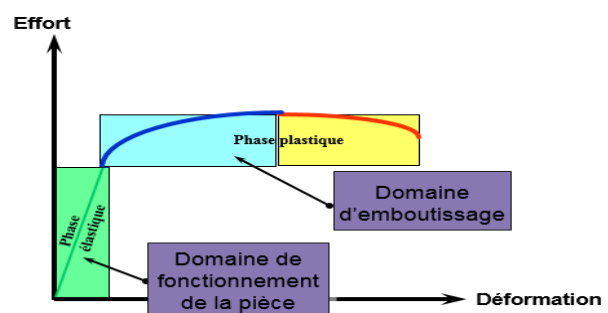


Figure 26 : Domaine d'emboutissage sur la courbe de traction

La connaissance de ces modes de déformation facilite la lecture et la compréhension des courbes limites de formage (ou diagramme de formage).

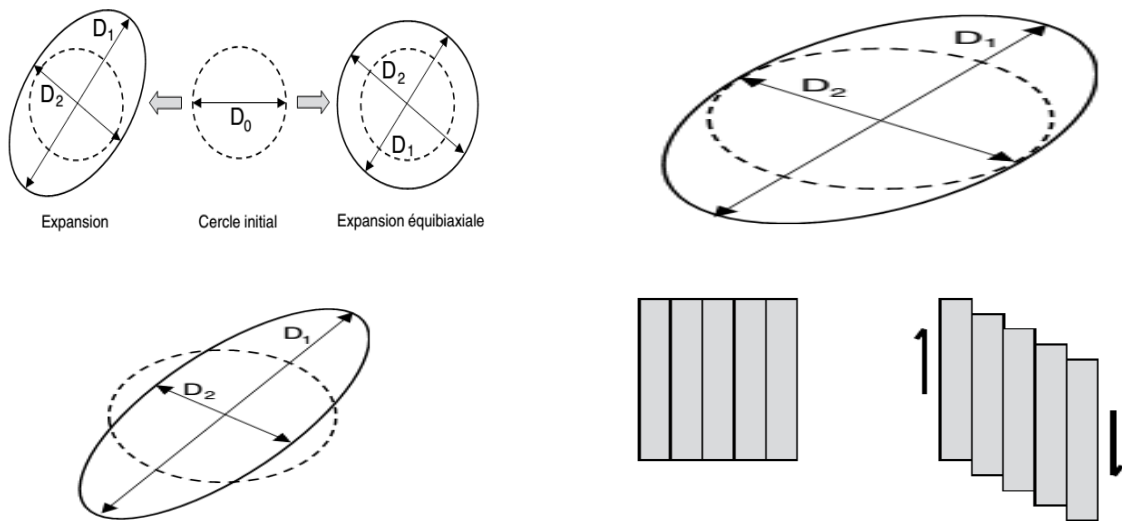


Figure 27 : Modes de déformation en emboutissage

La maîtrise des différents modes de déformation permet d'éviter l'utilisation des techniques de mesure de déformations qui demandent un investissement élevé en termes de temps et de coût.

3. Les moyens d'emboutissage

3.1 Les presses

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).

Les presses peuvent être classées selon :

- Leur mode d'action (Simple Effet /Double Effet) ;
- Leur commande ;
- Leur puissance ;
- Et leurs aménagements.

3.1.1 Le mode d'action

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

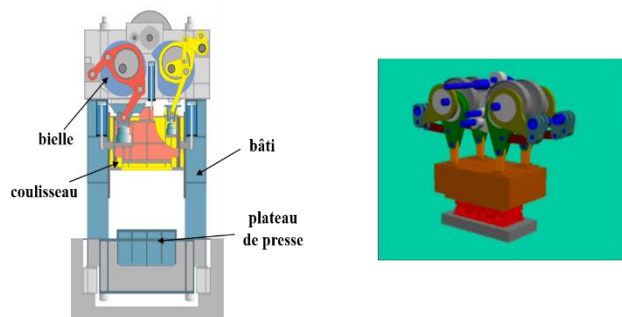


Figure 28 : Presse mécanique

a) Simple effet

On désigne sous ce terme 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.

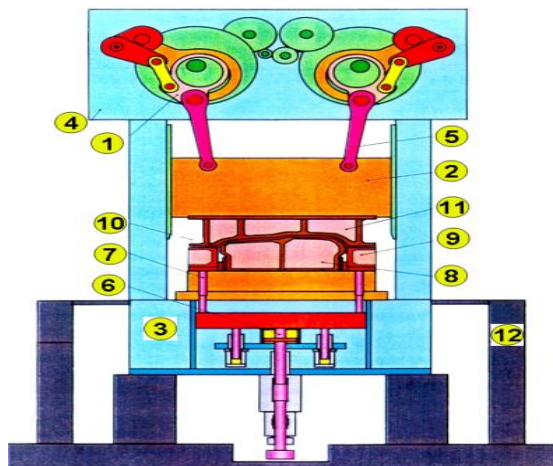


Figure 30 : Presse mécanique SE

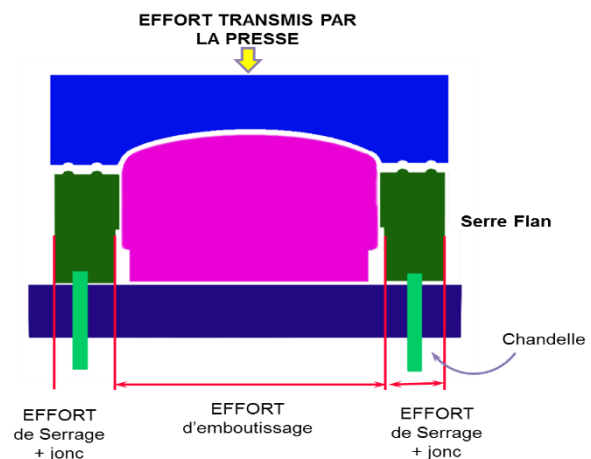


Figure 29 : Mécanisme Simple Effet

1 Cinématique articulée 8 points

2 Coulisseau

3 Sommier (table de presse)

4 Chapiteau (tête de presse)

5 Bielle

6 Coussin hydraulique

7 Chandelle

8 Poinçon

9 Serre flan

10 flans emboutis

11 Matrice

12 fondations

Pour la presse à simple effet, la matrice est montée sous le coulisseau presse suite à une opération du bridage, le poinçon est monté sur le plateau presse.

b) Double effet

Ces presses possèdent 2 coulisseaux :

- L'un intérieur appelé « coulisseau plongeur » (porte poinçon) ;
- L'autre extérieur appelé « coulisseau serre-flan ».

La spécificité des presses double effet reste la réalisation des formes qui nécessitent une certaine profondeur, cette dernière n'est pas toujours réalisée par des presses simple effet. Il existe aussi un troisième mode, le triple effet, qui n'est pas présenté dans ce rapport.

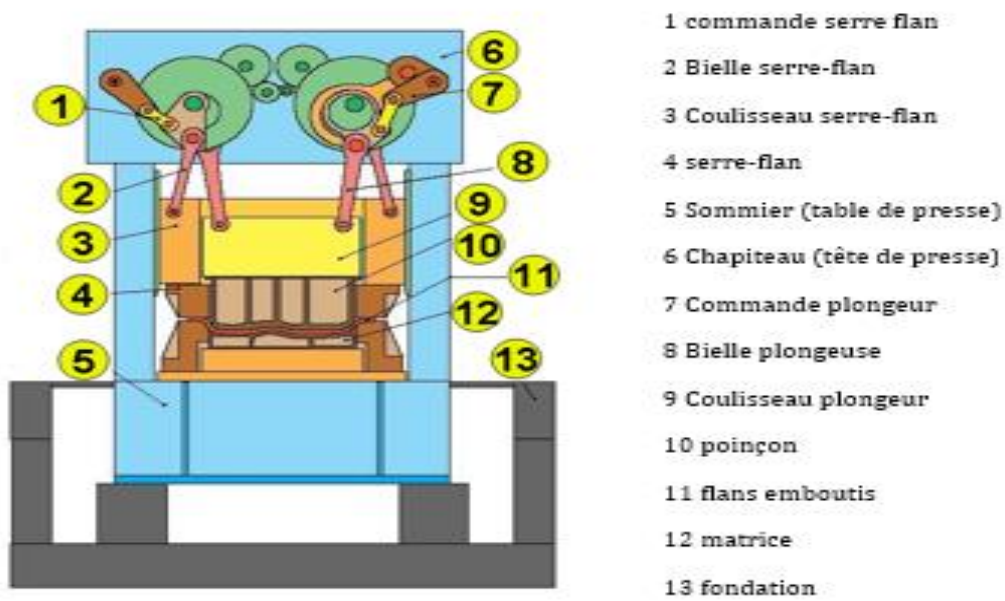


Figure 31 : Presse mécanique Double Effet

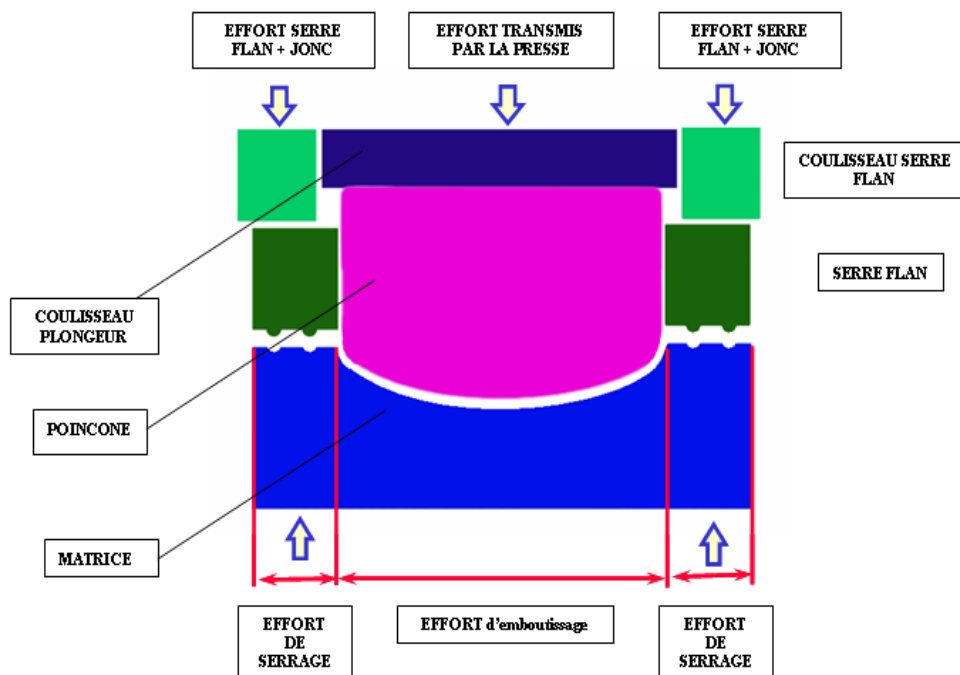


Figure 32 : Mécanisme Double Effet

Chaque mode d'action a ses avantages et ses inconvénients, dans la page suivante nous avons effectué une comparaison entre les deux modes. Il existe un troisième mode d'action, le triple effet, mais il reste d'un usage très restreint.

3.1.2 Comparaison des deux modes d'action

	Simple effet	Double effet
Les +	— Cadence plus élevée — Effort serre flan étagé — Pas de retournement — Coût moins élevé	— Dépense Énergie moins élevée — Meilleur centrage du flan
Les —	— Centrage du flan difficile — Vitesse d'attaque du serre-flan plus rapide — Consommation Énergie importante	— Retournement nécessaire pour le détournage — Problème d'empilement donc stockage plus difficile — Cadence moins élevée — Coût supérieur

Tableau 1 : Comparaison des deux modes d'action

3.2 Les outils

L'emboutissage se fait donc à l'aide de presses hydrauliques ou mécaniques dans lesquelles on installe des outils ; chaque pièce est réalisée avec, au minimum, un outil dédié et ce nombre peut aller jusqu'à une dizaine pour pouvoir réaliser en chaîne des opérations additionnelles telles que le détournage, tombage de bord, pliage, poinçonnage...

L'outil d'emboutissage, qui nous intéresse, comprend quasiment toujours trois parties principales (figure 33) :

- 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 une tôle de contour adapté qu'on a désigné par *flan*,
- Un *serre-flan* qui appuie le flan sur l'extérieur de la matrice pour éviter la formation de plis et réguler l'avancement du métal dans l'outil.

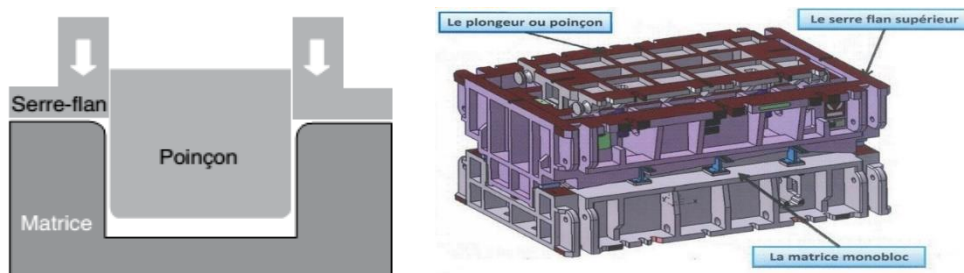


Figure 33 : Outil classique d'emboutissage

- **La matrice** : C'est le plus gros élément de l'outil puisque le poinçon doit pousser la tôle dedans et qu'elle doit supporter entièrement le flan.
- **Le poinçon** : sa forme reproduit, en principe, la forme intérieure de la pièce voulue, sauf si des corrections de courbure ont été apportées pour compenser le retour élastique.
- **Le serre-flan** : il a le rôle de maintenir le flan afin d'assurer un écoulement homogène du métal et de prévenir les risques de plis ou autres défauts d'emboutissage.

Les différentes opérations de mise en forme et de découpe sont assurées par des outillages spécifiques selon l'opération à réaliser. Ainsi, selon cette dernière, la technologie de l'outil varie.

Dans ce qui suit, je vais essayer d'approcher au maximum la différence entre un la notion de simple, et double effet.



Figure 34 : Poinçon d'outil ouvert

Pour l'outil simple effet :

- Le poinçon est monté sur le plateau fixe (bâti) de la presse ;
- La matrice est montée sur le coulisseau ;
- Le serre-flan mobile sur chandelles ou ressorts à gaz.

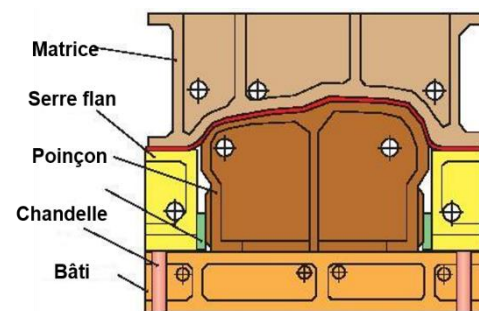


Figure 35 : Outil SE

Pour l'outil double effet :

- Le poinçon est monté sur le coulisseau plongeur ;
- La matrice est montée sur le plateau inférieur ;
- Le serre-flan monté sur le coulisseau « serre-flan ».

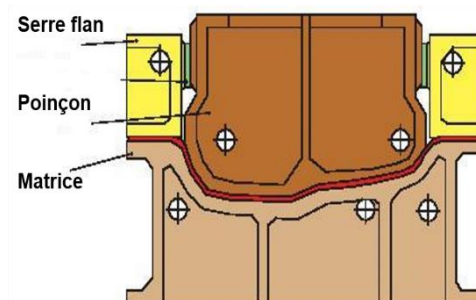


Figure 36 : Outil DE

3.3 Les moyens utilisés à Renault Tanger

3.3.1 GP (Grande presse double effet)

La figure 37 schématise la ligne 1 (GP). Elle est composée de :

- Cinq presses dont la première est une presse à double effet, les autres presses sont des presses à simple effet,

- Deux tables de dépilage qui contiennent les flans pour subir les différentes transformations afin de fabriquer la pièce finale.
- ROD et ROP : Robot Dépilleur dédié à prendre le flan de la table de dépilage et Robot Presse pour poser le flan au-dessous de la première presse.
- Deux robots pour le retournement de la pièce entre la première et la deuxième presse
- Des robots inter presses pour circuler le flux du produit.
- Des plateaux mobiles roulants pour le changement de fabrication.
- Un tapis de centrage à l'entrée.
- Un tapis de bout de ligne.

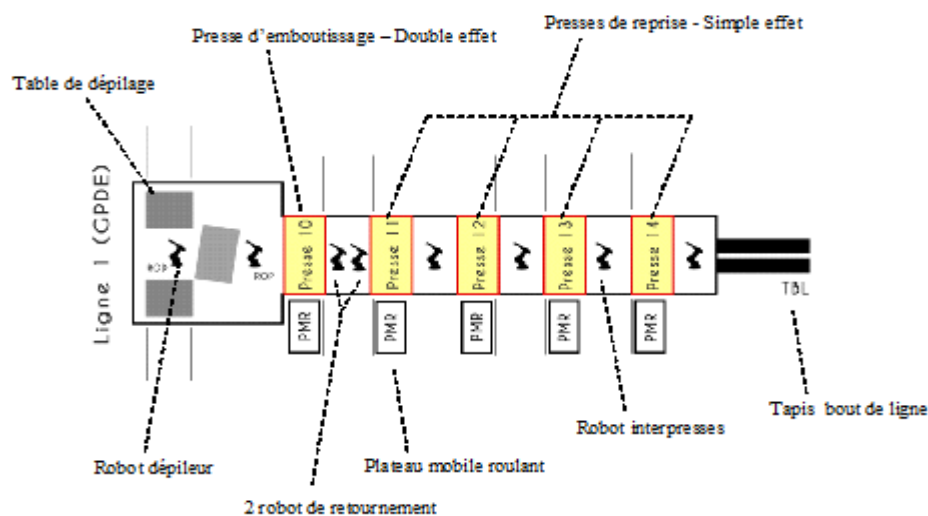


Figure 37 : Ligne GP – Grosse Presse Double effet

Les flans sont posés sur la table de dépilage, le ROD prend le flan et le pose de son tour sur le tapis de centrage, le ROP prend le flan du tapis et le pose sous la presse d'emboutissage, il subit une première opération, les deux robots sert à retourner le flan pour le poser sous la deuxième presse, car cette dernière est à simple effet, le flan subit une autre opération, un autre robot le prend et le pose sous une autre presse et ainsi de suite jusqu'à l'obtention de la pièce finie au tapis de bout de ligne.

3.3.2 TGSE (Très grande presse simple effet)

Contrairement à la ligne GP, la ligne TGSE ne comporte que quatre presses et à la place du tapis de centrage on trouve une table de centrage à l'entrée, les presses sont toutes des presses à simple effet, elle ne nécessite pas de retournement, pour le changement de fabrication de la première presse on trouve un PMR comme la GP, mais pour les autres presses on trouve des CPO (Chariot Porte Outils). Les autres éléments sont les mêmes.

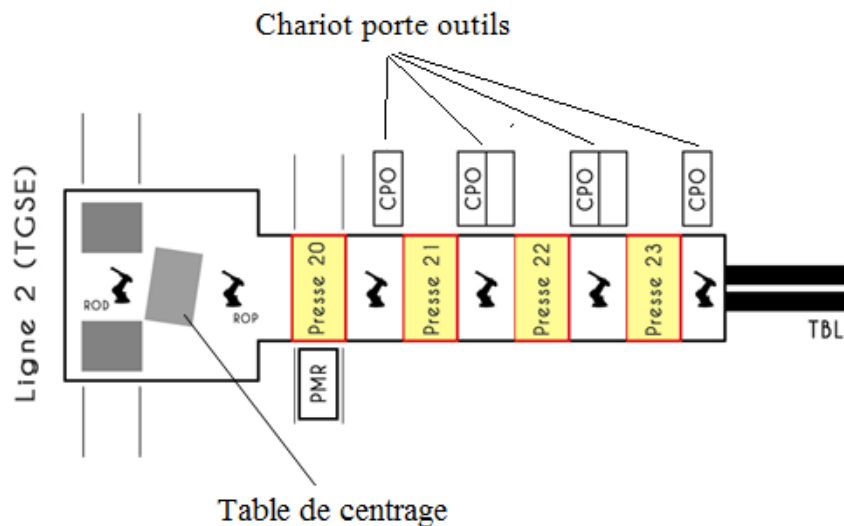


Figure 38 : Ligne TGSE – Tres Grande Simple effet

3.3.3 GSE (Grande simple effet)

La ligne GSE contient :

- Cinq presses à simple effet : pas de retournement.
- Des systèmes PMR pour le changement de fabrication.
- Un tapis de centrage.
- Le reste est le même pour les autres lignes.

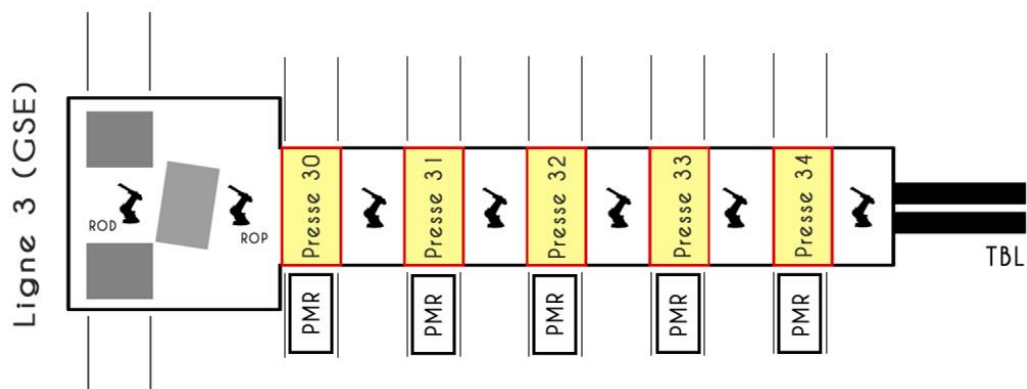


Figure 39 : Ligne GSE

3.3.4 Résumé du processus d'emboutissage des tôles (RTE)

Tout d'abord les matières premières sont réceptionnées sous forme des bobines de tôles minces. Ces bobines de tôle se découpent dans la presse PAL selon des formes spécifiques ou simples, ça dépend des géométries et des dimensions des pièces qu'on veut fabriquer.

Par suite, ces tôles découpées dites « flans » constituent l'élément d'entrée des lignes des presses. Ces flans sont positionnés par des palettes dans les tables de dépilages. Chaque ligne est

composée d'une presse d'emboutissage en entrée plus des presses d'opérations de reprise. À la sortie de chaque ligne de presses on a un tapi de bout de ligne ou on obtient la pièce finie. Ensuite elles sont rangées par les rongeurs pour le conditionnement.

Pour chaque ligne on trouve des vérificateurs, leur travail consiste à vérifier les premières pièces (les défauts, l'amincissement...) et les comparer avec la pièce référence avant de décider le lancement de fabrication.

Les pièces finies sont de trois types :

- des pièces conformes à la pièce de référence.
- des pièces conformes, mais présentent des défauts qui peuvent être éliminés, dans ce cas ces pièces sont **retouchées** dans les **zones de retouche**.
- des pièces non conformes.

Le sujet du stage est lié directement au processus de la retouche des pièces d'emboutissage. Cela nous oblige à citer quelques notions sur les différents défauts rencontrés en emboutissage.

4. Les principaux défauts de qualité sur les pièces embouties

Dans cette partie, je ne présente pas tous les défauts mais seulement ceux rencontrés au sein du département « Emboutissage » de Renault Tanger.

D'un côté, L'emboutissage est un procédé complexe. Il met en œuvre des phénomènes comme la plasticité du matériau, le frottement, les paramètres géométriques de l'outillage, ou les conditions du procédé. La difficulté est d'identifier lesquels sont influents.

D'un autre côté, la qualité des pièces fabriquées dépend d'un certain nombre de facteurs qui affectent leurs caractéristiques mécaniques et géométriques en cours de fabrication. La figure ci-dessous présente les principaux facteurs exerçant une influence sur les pièces fabriquées.

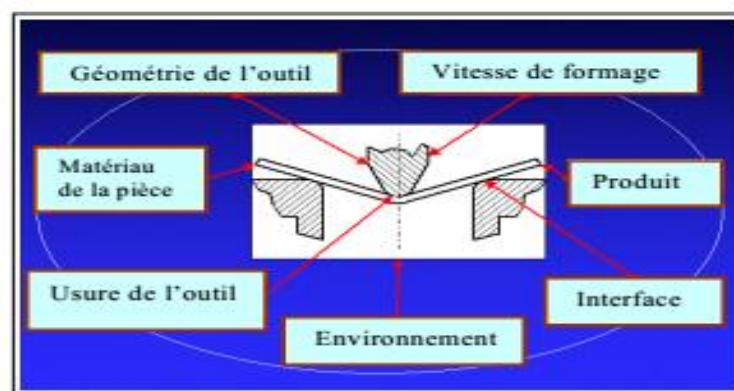


Figure 40 : Principaux facteurs influant en fabrication

Les défauts rencontrés sur les pièces embouties sont soit des défauts structurels et géométriques soit des défauts d'aspect (rugosité). À titre d'exemple, nous pouvons citer les défauts dus au retour élastique de la pièce lorsqu'elle est retirée de l'outillage. Cela se manifeste par des déflexions de certaines zones de la pièce.

Lorsque la pièce est déformée de manière trop importante, on voit apparaître des phénomènes d'augmentation de la rugosité de la surface de la pièce. Ces types de défaut engendrent des rebuts par exemple dans le cas de pièces qui sont, à posteriori, peintes comme pour des éléments de carrosserie, qui généralement sont appelées « *pièces d'aspect ou de peau* ».

Des défauts structurels tels que les déchirures de pièces sont dus à des trop forts amincissements localisés de la pièce.

Les défauts de matière tels que : la gravelure, l'inclusion, l'oxydation, peau d'orange, raccord de bobine... ne sont pas présentés dans le tableau 1, ils sont peu fréquentés.

Les principales défaillances rencontrées en emboutissage sont présentées dans le tableau de la page suivante.

Défaut	Définition
Bavure, Tôle agressive	Bordure de tôle présentant une aspérité résultant d'une opération de découpe ou de poinçonnage.
CASSE, Déchirure de tôle	Rupture de matière en pleine tôle
CRIQUE	Petite déchirure en bordure de tôle
DECHET, incrustation	Marque concave sur la surface d'aspect de la tôle, provoquée par un corps étranger logé dans l'outil.
DEFORMATION	Écart entre la forme définie et la pièce obtenue.
GNON, Creux, Bosse	Défaut de surface concave ou convexe, provoqué par un coup.
GRIPPAGE	tôle rayée ou striée plus ou moins profondément, par arrachement de métal lors de l'opération d'emboutissage.
MARQUE D'OUTIL	Empreinte sur l'outil que l'on retrouve sur la pièce.
MARQUE DE FRAPPE	Écrasement de la matière, provoquant une brillance de la tôle pouvant aller jusqu'à la déformation
ONDULATION	Succession de déformations
PICOT (déchet convexe)	Petite marque convexe sur la surface d'aspect ou de fonction ayant pour origine un corps étranger de très petite taille situé entre l'autre surface et le poinçon
PLI	Ondulations très rapprochées allant jusqu'à un repli sur elles même
STRICTION, Amorce de casse	Allongement de la tôle avec diminution de l'épaisseur supérieure aux préconisations

Tableau 2 : Les différents défauts rencontrés

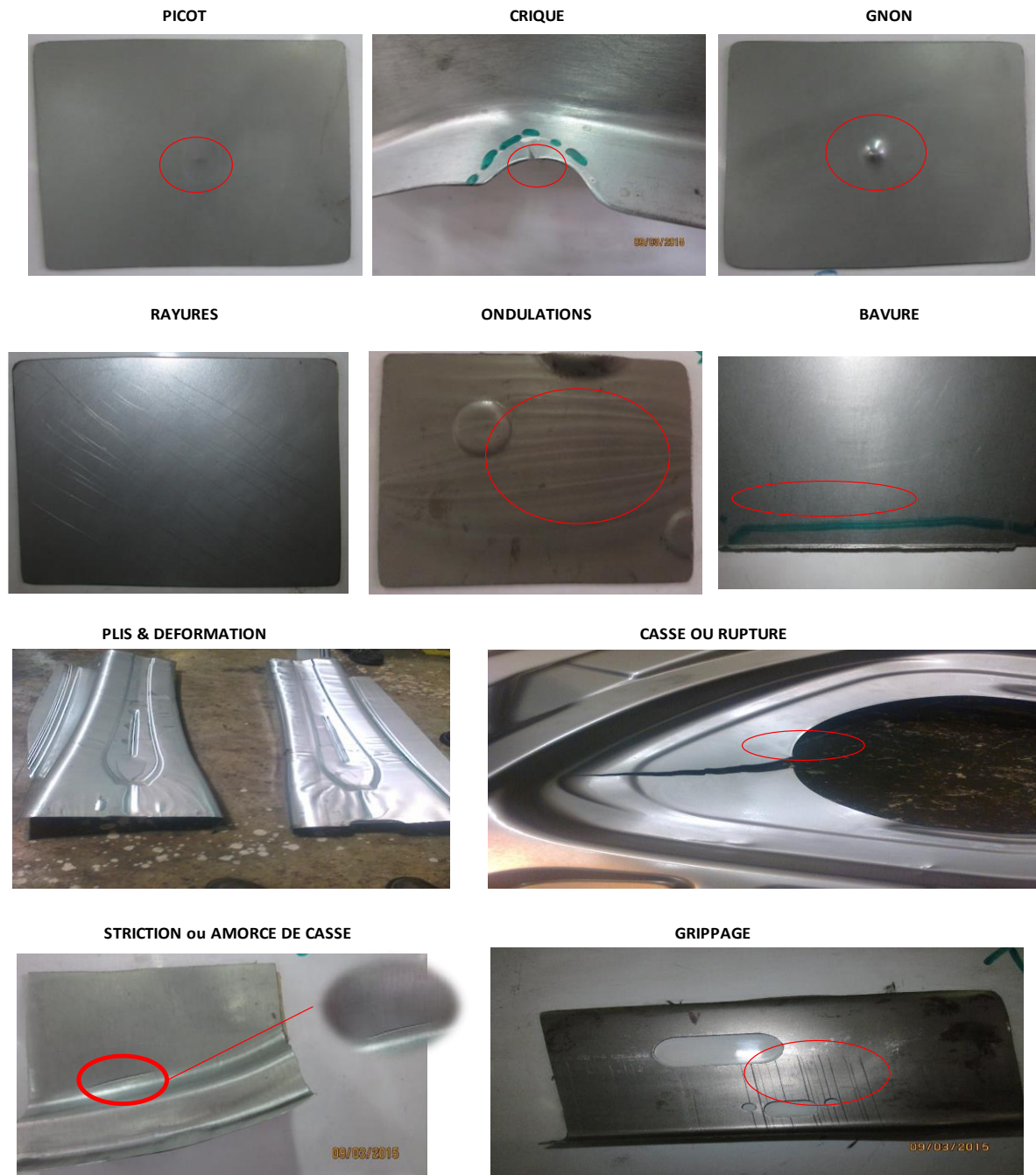


Figure 41 : Les défauts sur pièce (Département emboutissage Renault Tanger)

Conclusion

Ce chapitre a été consacré à la présentation de l'entreprise, ainsi qu'une approche bibliographique autour du procédé d'emboutissage. Nous avons essayé d'aider au mieux le lecteur à comprendre les spécificités du procédé : la matière, les modes de déformation, les presses, les outils, ainsi que les moyens d'emboutissage utilisés au département de Renault Tanger. Nous avons pu entrer dans quelques détails concernant les paramètres qui dans plusieurs cas sont à l'origine de la non-conformité des pièces d'emboutissage, certes, on va se contenter de ceux qu'on juge nécessaires pour une compréhension globale.

Chapitre II : Contexte du projet et démarche adoptée

Introduction

L'objectif de ce chapitre est de définir le contexte du présent projet. Tout d'abord nous allons présenter la démarche adoptée pour répondre aux objectifs de ce projet : sa définition, ses avantages, ses principales étapes...etc. ensuite, nous découvrirons ensemble l'état existant ainsi que les objectifs escomptés par le présent projet.

1. Démarche adoptée

Afin de cerner ce projet de fin d'études dans toute sa globalité, j'ai suivi une démarche assez robuste permettant de réduire les écarts entre la situation actuelle et le standard. La démarche dont nous parlons est la méthode : **QC STORY** (Quality Control Story), l'une des performantes en matière de résolution de problèmes industriels.

1.1 Pourquoi QC-STORY ?

Les deux missions de base du département emboutissage sont : d'une part, garantir la fabrication en qualité, coût et délai et d'autre part, améliorer en continu la qualité, le coût et délai de cette fabrication. La méthode Quality Control Story est considérée comme un outil de base de résolution des problèmes dans le système de production Renault.

Le choix de la méthode QC STORY est justifié par deux raisons : premièrement, l'outil QCS est primordial dans le Système de Production Renault (Figure 42). Finalement, cet outil s'adapte d'une meilleure façon à la thématique de notre projet de fin d'études car il offre :

- Une plus grande robustesse dans l'amélioration continue par l'utilisation d'une méthodologie rigoureuse, connue et pratiquée par tous ;
- Une meilleure communication autour des problèmes et une aide à la standardisation et capitalisation.

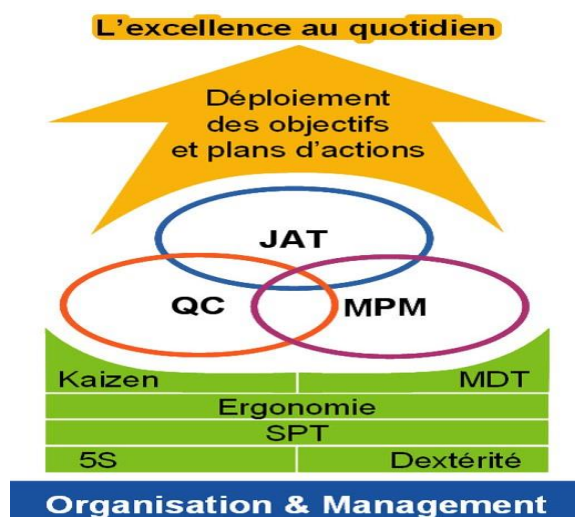


Figure 42 : Fusée SPR

1.2 Qu'est-ce que QC-STORY ?

« QC STORY » est une méthode de résolution de problèmes, basée sur la prise en compte des faits et des données, pour un problème qui est causé par de nombreux éléments.

➤ QC STORY : une méthode de résolution de problème

QCS est applicable non seulement aux problèmes de qualité, mais aussi aux problèmes de productivité, de coûts, de logistique, d'énergie, de sécurité,...etc. Donc, QCS est applicable à des problèmes de différentes natures.

QCS est à la fois, comme nous allons le voir, un outil de résolution de problèmes mais bien souvent aussi un outil de communication. En effet, il est bien rare que le problème traité n'affecte pas des collègues ou bien qu'il ne soit pas nécessaire de le communiquer dans l'entreprise (capitalisation).

➤ Signification du terme « QC STORY »

QC signifie « Quality Control » mais il est rarement exprimé en entier, non dans les livres, ni dans l'expression courante. Le terme « Story » rappelle que la « vie » d'un problème est raconté selon une histoire que chacun peut aisément comprendre et transmettre.

➤ Historique du « QC STORY »

- Le livre « Economic control of quality of manufactured product » (par W.A. Shewart des laboratoires Bell aux USA) édité en 1931, est considéré comme le premier travail sur la MSP (Maîtrise Statistique des Processus), c'est l'origine de « QC STORY ».
- Le Dr. Deming a introduit la maîtrise statistique des processus (MSP) en premier au Japon en 1950, puis « QC Story » a été appliqué à l'activité de tous, et pas spécifiquement à la fabrication ou à la qualité.
- C'est devenu non seulement la base du Kaizen, mais aussi un moyen d'augmenter la conscience QCD de tous.
- Quelques années plus tard, Nissan l'a introduit dans toute l'Entreprise, et QC story est devenu une des méthodes indispensables pour la qualité et la productivité croissante de Nissan.
- Sur le continent Européen, QC story a notamment été introduit en 1992 dans l'usine Nissan de Sunderland (G.B.) puis dans celle de Barcelone.
- L'Alliance Renault-Nissan est l'occasion, dans le cadre du SPR, de comprendre les raisons de cette généralisation réussie de QC story et d'en appliquer les bienfaits.
- Depuis la mise en place de QC Story, Nissan a évolué passant d'un processus de 11 étapes à celui, plus synthétique, de 9 étapes.

1.3 Les 9 étapes du QC STORY ?

QC Story a un processus standard appelé « les 9 étapes de QC Story », fondé sur le cycle **P(S)-D-C-A**. Conserver ce processus est très important, il ne faut pas omettre une étape. Cela rendra le travail plus facile, d'autant plus si l'activité doit durer longtemps (quelques semaines) ou nécessite de travailler en groupe. Dans la pratique, il est parfois nécessaire d'ajouter des informations dans des étapes précédentes alors que l'on est bien avancé dans le QC story. Par exemple, l'étape d'analyse (étape 5) peut permettre de compléter l'étape de compréhension de la situation actuelle (étape 3) en récupérant de nouvelles informations.

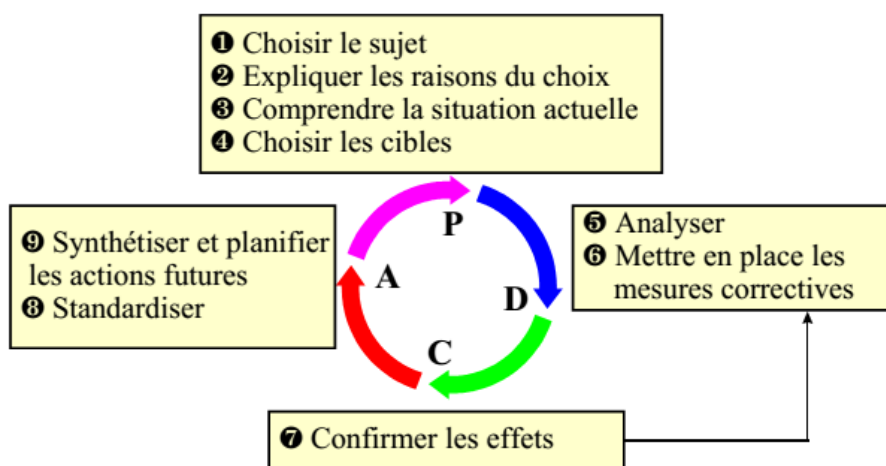


Figure 43 : Les étapes de la méthode QC STORY

Les différentes étapes de la méthode seront exploitées dans le présent rapport. On sera obligé d'employer que les 7 premières étapes de la méthode, les deux étapes restantes consistent à standardiser les corrections apportées et à synthétiser et planifier les actions futures. Dans ce qui suit, toute la structure du projet est adaptée de façon à être conforme aux 7 étapes de la démarche QCS

2. 1^{ère} étape de la méthode QCS : Choix du sujet de stage

Plan

Dans la perspective de maîtriser le processus d'emboutissage au sein du département emboutissage, et vu l'importance de la qualité des pièces dans n'importe quel procédé de mise en forme, le sujet de mon projet de fin d'études s'intitule : « l'amélioration du processus de la retouche des pièces d'emboutissage ».

Ce projet s'inscrit dans le cadre d'un Chantier Lean sur la retouche au sein du département « Emboutissage » de Renault Tanger Exploitation.

Les exigences de qualité exprimées par les clients, internes ou externes, contraignent l'entreprise à réaliser des produits exempts de défaillances dans leurs utilisations. Dans le cas du

procédé emboutissage, le thème majeur de ce projet de fin d'études, la maîtrise, l'optimisation, et la réduction de la variation des caractéristiques des pièces fabriquées sont des composantes essentielles de la qualité des produits.

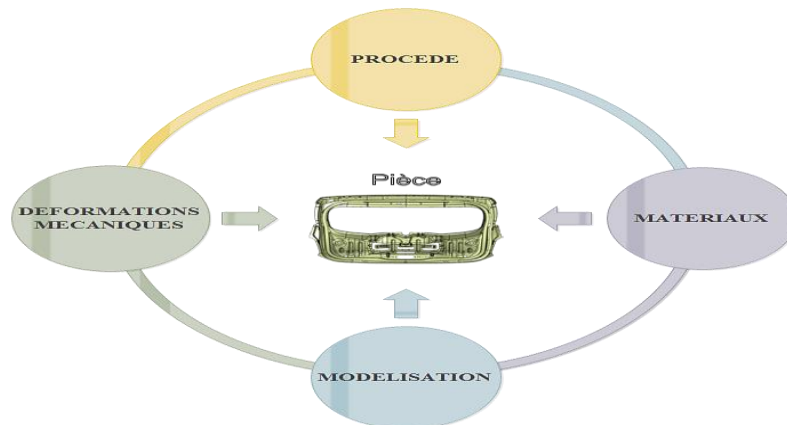


Figure 44 : Facteurs influençant la variation des caractéristiques de la pièce

La première étape de la méthode QCS a été réalisée par l'équipe chargée du « Chantier Lean sur la retouche » au sein du département emboutissage, ce dernier a constaté qu'elle correspond à un haut degré de priorité.

La sélection a été faite conformément au schéma ci-dessous :

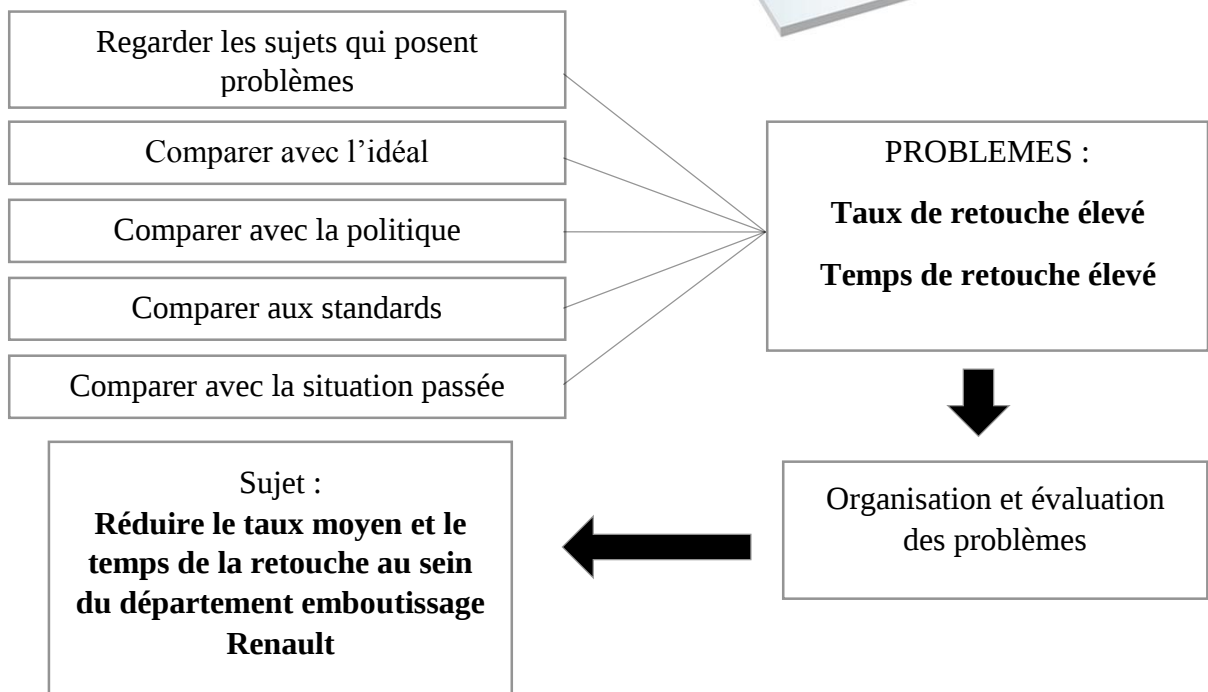


Figure 45 : Synoptique du choix de sujet

On peut dire que ce sujet possède deux objectifs différents, ce qui signifie que la résolution du problème demande de porter l'action sur deux axes différents, à savoir le taux de pièces retouchées, et le temps de retouche. De ce fait, j'ai essayé d'adapter la méthode aux besoins du sujet.

Pour avoir une vision globale de ce projet de fin d'études, j'ai choisi d'employer une analyse « QQQQCP ».

2.1 L'analyse QQQQCP

Cette méthode a pour objectif de rechercher les informations sur un problème ou la définition des modalités de mise en œuvre d'un plan d'action.

Elle se présente comme la succession des questions QUOI? QUI? OÙ? QUAND?COMMENT? POURQUOI ?

- Quoi? Quelle est la nature du problème ? Quelles en sont les conséquences, les quantités et les coûts impliqués?
- Qui? Qui est concerné par le problème? qui le subit?
- Où? En quel lieu le problème apparaît-il? Sur quelle machine ou quel poste de travail le détecte-t-on ?
- Quand? A quel moment le problème a-t-il été découvert? Quelle est la fréquence de son apparition?
- Comment ? De quelle façon arrive le problème? quel matériel, manière ou procédure sont concernés,
- Pourquoi? C'est la question que l'on doit poser après chacune des autres questions.Elle permet de confirmer chacune des réponses.

2.2 Projection de l'analyse QQQQCP

Ce projet met en interaction plusieurs acteurs : Fabrication, Outillage, Qualité, DIVD, APW.... D'une autre manière, il cherche à rendre les différents services synergiques.

Quoi ?	Amélioration du processus de la retouche des pièces d'emboutissage.
Qui ?	Semlali Zakaria : en tant que stagiaire au sein du département emboutissage. ainsi que les autres services concernés par ce problème: la fabrication, l'outillage, la qualité et l'APW (Organisation industrielle).
Où ?	Département Emboutissage de Renault Tanger Exploitation
Quand ?	Le projet s'étale sur toute la période de stage Février-Juin 2015.
Comment ?	L'amélioration peut se faire en diminuant deux paramètres majeurs : le taux de pièces retouchées et le temps de retouche.
Pourquoi ?	Le rebut et la retouche sont de la non-qualité qui coûte cher pour l'entreprise.

Tableau 3 : Analyse QQQQCP

3. 2^{ème} étape de la méthode QCS :Raisons du choix du sujet et analyse de l'existant

L'analyse de l'existant est une étape primordiale dans la réalisation du projet, elle consiste à définir et présenter l'état des lieux afin d'en tirer les différentes défaillances.

Le procédé d'emboutissage au sein de l'usine Renault Tanger est très complexe, avec une cadence proche de 35000 pièces par jour, nous sommes souvent confrontés à des problèmes de qualité : soit du rebut, ou des pièces qui sont envoyées aux zones de retouche pour traiter les différents défauts apparents (figure 46).



Figure 46 : Retouche d'une doublure de capot (Renault Tanger)

Le service fabrication est face à un problème de non qualité produite, qui génère des coûts indésirables en termes de matière première, de main-d'œuvre et de moyens. Ainsi que les réclamations des clients qui sont très pénalisantes pour le département.

Pour mieux décrire la position du problème, nous avons choisi de décomposer la problématique en deux parties : une première qui concerne les effets subis par le processus de la retouche ; c'est à dire, les problèmes générés par toutes les opérations en amont de la zone de retouche. La deuxième partie va concerner le processus de la retouche dans sa globalité : temps de la retouche, mode de retouche, zone de la retouche...etc.

Suite à l'analyse que nous avons entamée, nous avons pu énumérer les différentes défaillances du processus de la retouche au sein du département emboutissage de RTE.

3.1 Problème du nombre de pièces mises en retouche

Le premier problème rencontré par le processus de fabrication, c'est le taux de retouche, il est calculé comme le rapport des pièces retouchées sur la totalité des pièces fabriquées. Il est aussi un

paramètre spécifique lié à chaque gamme fabriquée. Ceci veut dire qu'il faut le différer du taux de retouche global qui est défini comme le rapport de la totalité des pièces retouchées sur la totalité des pièces fabriquées.

Par exemple, un panneau de capot extérieur, une pièce d'aspect fabriquée par rafale de 1000 pièces ; 220 pièces sont envoyées aux zones de retouche, donc pour cette gamme le taux de retouche est 22%.

Le problème qui se pose c'est que le taux de retouche global est instable (figure 47), et supérieur au taux de retouche objectif du département, qui est défini à 4%.

Le graphique ci-dessous montre la variation du taux de retouche sur les 7 dernières semaines avant le début du stage. Les données du graphe ont été calculées à partir des informations portant sur le nombre de pièces fabriquées ainsi que le nombre de pièces retouchées.

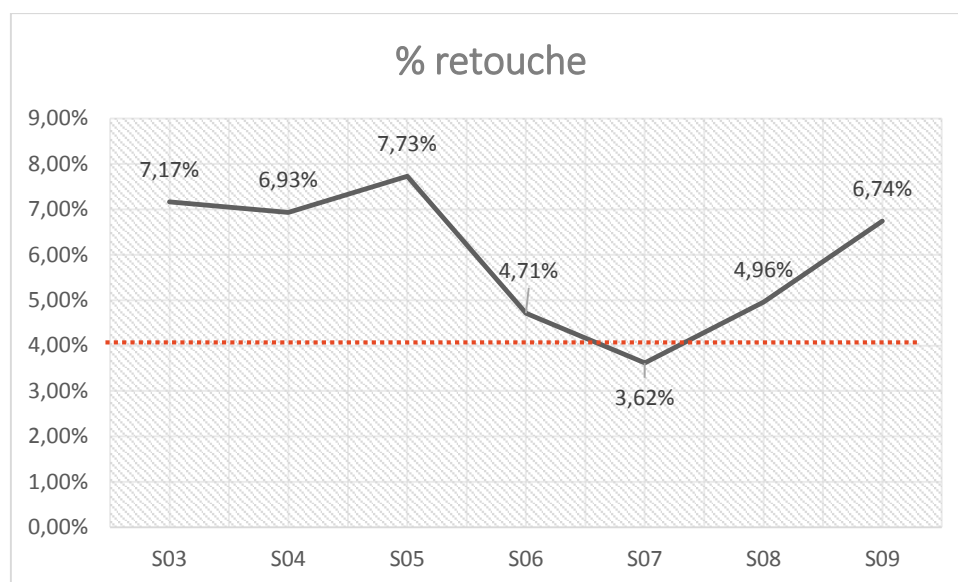


Figure 47 : Evolution du taux « global » de pièces retouchées

Les données de ce graphique sont issues directement des **BOS**³, une fiche actualisée de façon hebdomadaire et contient les informations sur les pièces retouchées et le temps de retouche y associé. La figure suivante montre un exemple d'un BOS de la semaine 09.

³ BOS : Business operating system

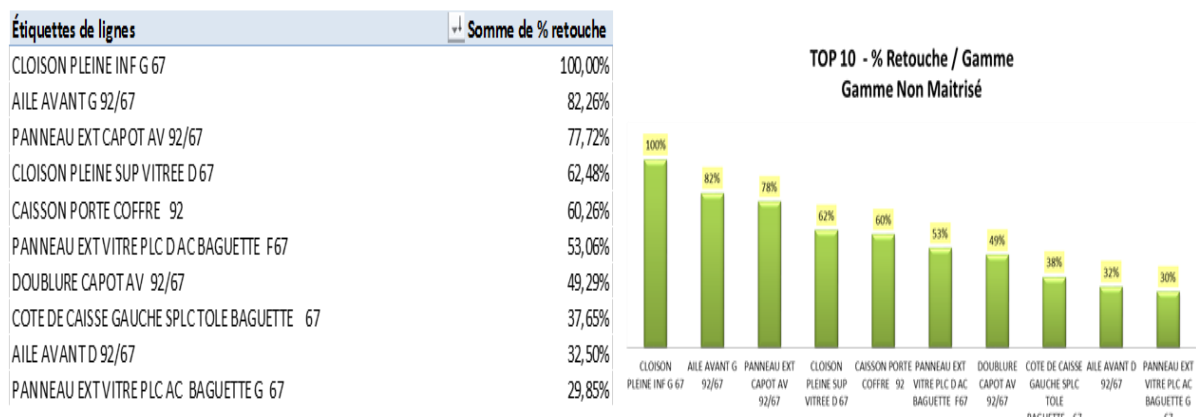


Figure 48 : BOS de la semaine 09

Ce BOS permet d'avoir une idée générale sur les gammes retouchées pour la semaine 9 de l'année 2015. Par exemple, la gamme « cloison pleine inférieure gauche » qui appartient au projet K67 (Dokker), est retouchée à 100 %.

Dans le chapitre suivant, nous allons voir toutes les actions et les solutions proposées pour diminuer le taux de pièces mises en retouche.

3.2 Le temps de retouche des pièces

Lorsque nous parlons de la notion de temps de retouche en emboutissage, il ne faut pas la lier au taux de retouche. Cela veut dire, qu'une pièce retouchée avec un taux élevé n'est pas nécessairement la plus pénalisante en termes de temps.

Cela peut être expliqué par le fait que la retouche est un processus qui dépend de plusieurs paramètres. Les plus importants sont : La dextérité des retoucheurs, le matériel utilisé, le type de défaut, ainsi que la façon de le retoucher...etc.



Figure 49 : Opération de retouche (chez PSA)

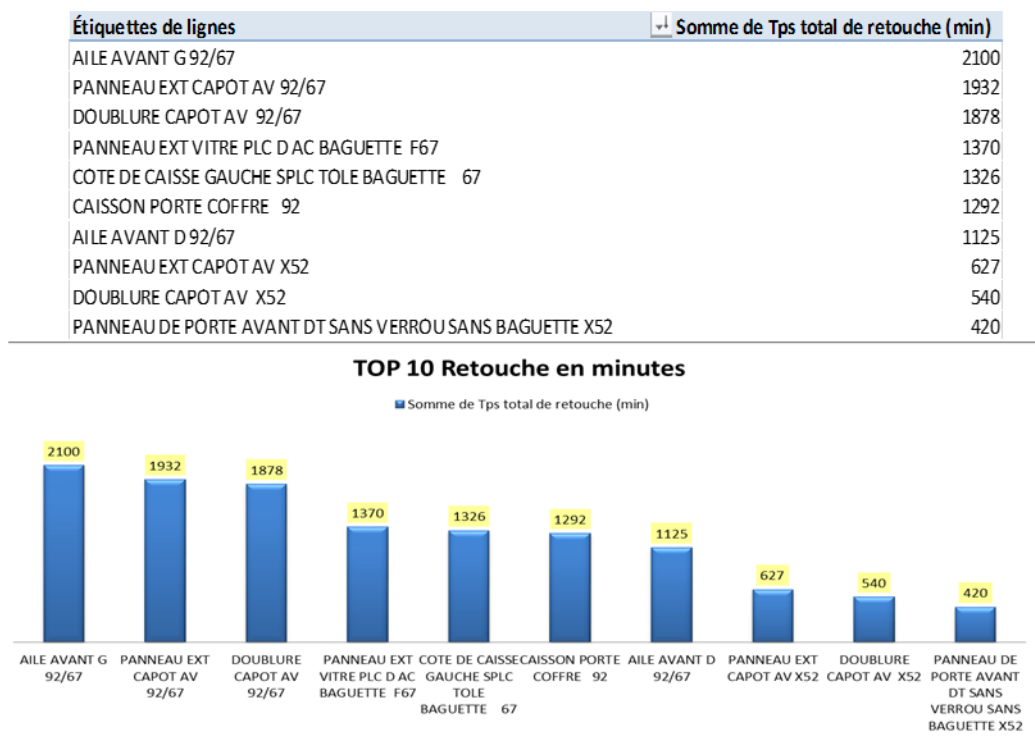


Figure 50 : Les gammes pénalisantes en termes de temps (semaine 09)

Le graphique ci-dessus représente les gammes qui ont un temps total de retouche élevé pendant la semaine 09. Certes, ce temps total peut se diviser en 3 composantes essentielles :

- le temps effectif de retouche ;
- le temps de préparation et dégagement ;
- le temps de déplacement.

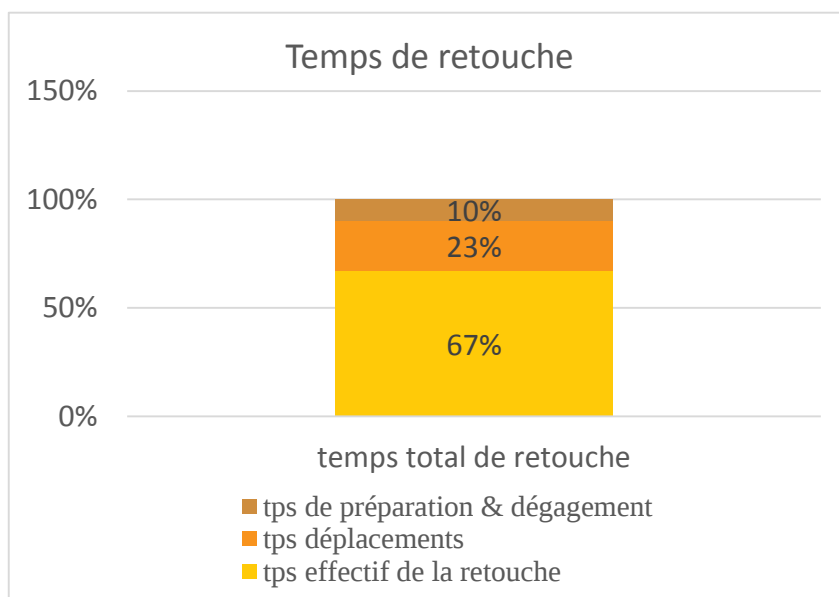


Figure 51 : Décomposition du temps de retouche

Il est évident que le temps effectif de la retouche est influencé directement par le taux de retouche. Dans ce projet, le travail consiste à diminuer l'impact des opérations à non-valeur ajoutée comme la préparation et les déplacements dans la zone.

L'idée est de mettre en place des solutions qui ont pour vocation la réduction du taux de retouche, une fois nous arrivons à notre cible, il faut mettre en place des actions permettant de diminuer le temps des opérations à non-valeur ajoutée.

Nous avons évidemment pu trouver d'autres anomalies existantes liées directement à la retouche des pièces au sein du département. Ces anomalies seront mieux présentées dans le développement du travail réalisé.

À ce stade, il faut connaître le problème précisément. Pour cela, il a fallu collecter autant de données que possible et essayer de présenter le problème sous forme de graphes, de Pareto (ou d'autres outils Quality Control).

3.3 Indicateurs affectés par le problème

Le principal indicateur qui illustre l'état du processus de la retouche c'est le taux moyen de pièces retouchées. il a été évoqué d'une manière brève au chapitre I , et a été défini comme le rapport de pièces retouchées sur le total de pièces fabriquées. Le problème c'est qu'il ne donne pas une image claire de l'impact de chaque gamme .

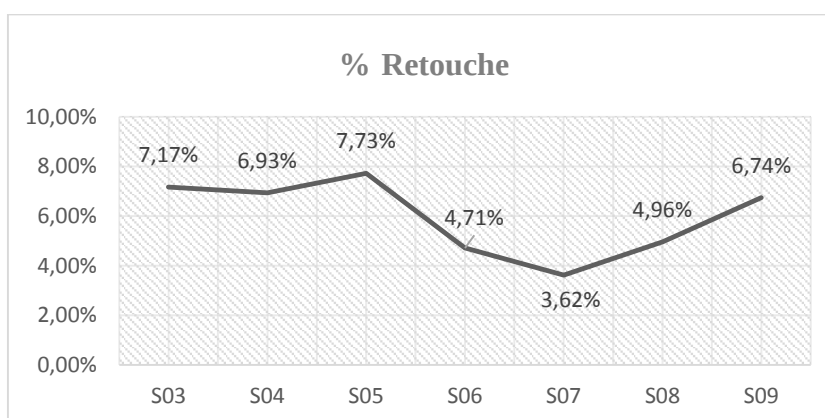


Figure 52 : Taux moyen de retouche. Département emboutissage

Le graphique (figure 53) montre que la charge admissible (exprimée en minutes) pour un taux de 5% est dépassée sur toutes les 7 semaines avant le début effectif du stage.

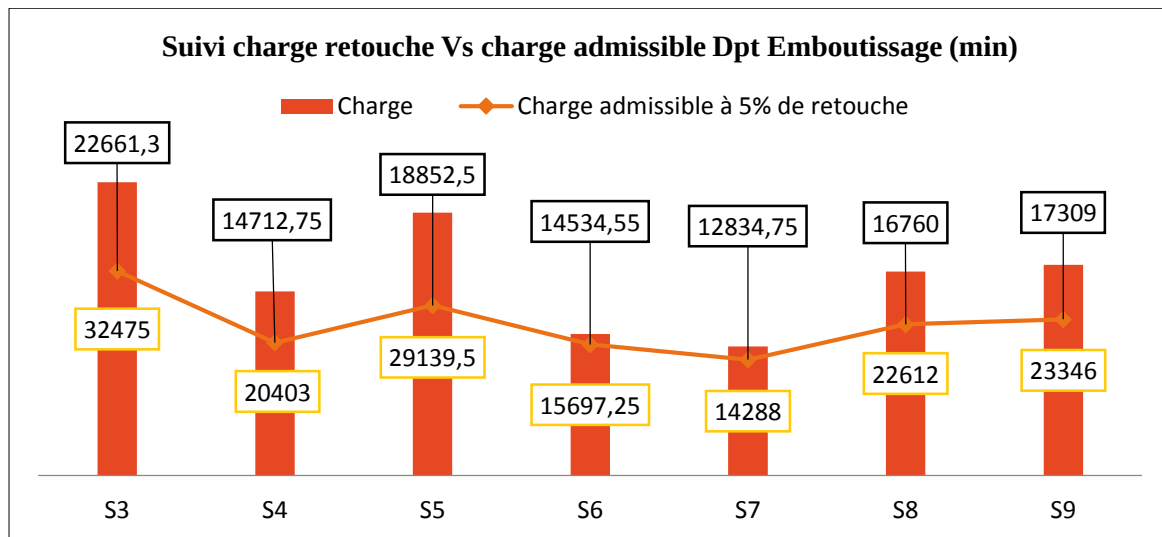


Figure 53 : Charge de la retouche VS charge admissible à 5 % « BOS S3-S09 »

La charge admissible (temps) est calculée de la façon suivante :

$$\text{Charge admissible} = t_{mr} \times Q_{fab} \times 5\%$$

Avec t_{mr} : temps moyen de retouche

Q_{fab} : Quantité totale fabriquée

3.4 Aspect financier

Pour bien saisir l'effet économique d'un taux de retouche et aussi d'un temps de retouche, j'ai essayé de calculer la charge de la retouche pour la même période (de S3 jusqu'à S09), mais cette fois, la charge sera exprimée en termes de coût.

Pour un taux horaire estimé à 2,25 euros/heure, les résultats sont présentés dans le tableau suivant :

Semaines	Charge en minutes	Charge admissible (min)	Coût en euros	Coût admissible en euros
S3	32475	22661,3	1217,8125	849,79875
S4	20403	14712,75	765,1125	551,728125
S5	29139,5	18852,5	1092,73125	706,96875
S6	15697,25	14534,55	588,646875	545,045625
S7	14288	12834,75	535,8	481,303125
S8	22612	16670	847,95	625,125
S9	23346	17309	875,475	649,0875

Tableau 4 : Comparaison coût moyen hebdomadaire vs coût admissible

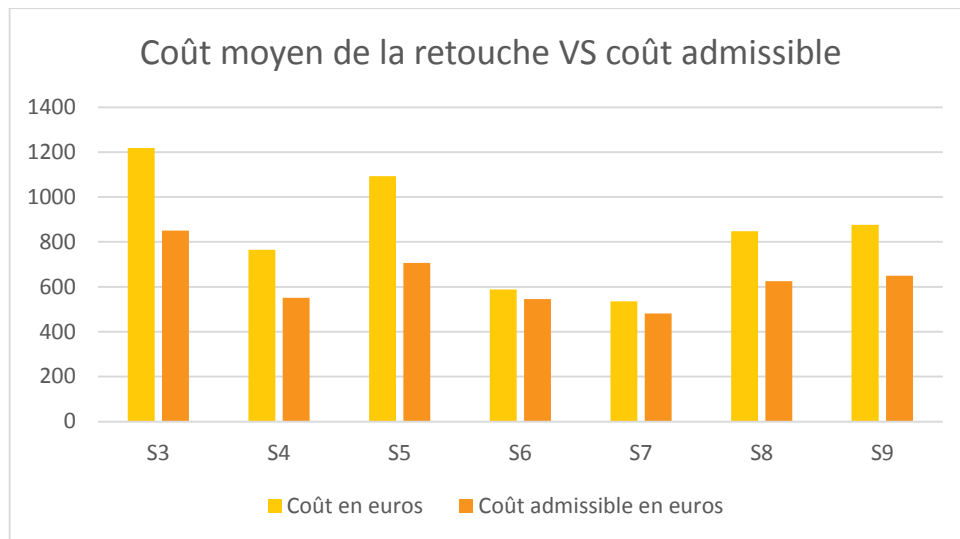


Figure 54 : Comparaison coût moyen hebdo vs admissible

Il est clair que le coût engendré par la retouche sur toute la période est supérieur à la charge admissible, définie par le département. Cela justifie clairement le choix du sujet.

4. Définition des objectifs du projet

Ce projet de fin d'études a pour objectif la mise en place de solutions et l'apport d'améliorations au sein du département emboutissage afin de :

- Réduire le nombre de pièces mises en retouche ;
- Réduire le nombre de défauts présents sur les pièces ;
- Réduire le temps de retouche des pièces ;
- Créer un maillage entre fabrication - outillage - qualité.

Le projet a débuté pendant la semaine 09 du calendrier de l'entreprise, semaine pendant laquelle le taux moyen des pièces retouchées a atteint 6.74%, il a été calculé en divisant le total de pièces retouchées pendant la semaine sur le nombre total de coups frappés dans la même semaine.

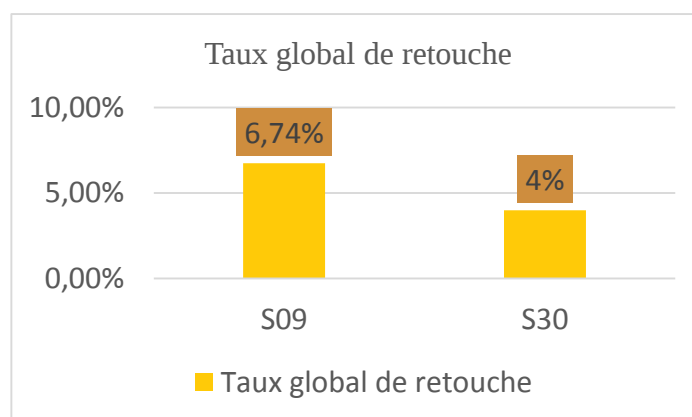


Figure 55 : Résultats escomptés par le projet

Conclusion

Ce deuxième chapitre a été consacré à la définition du cadre du projet, la démarche suivie Quality Control Story, en tant que méthode standard de résolution des problèmes chez Renault, ainsi que les objectifs. Il existe aussi une cible consacrée au temps de la retouche, certes, ce dernier est impacté directement par le taux moyen de la retouche.

Dans le chapitre suivant, nous allons essayer de présenter toutes les tâches réalisées dans le cadre de ce projet de fin d'études.

Chapitre III : Vers une amélioration de la retouche des pièces d'emboutissage

Introduction

Après avoir défini les objectifs de ce projet de fin d'études, ce chapitre est consacré à la présentation de tout le travail réalisé. Pour cela, nous allons commencer une compréhension de la situation du problème (étape 3), ainsi qu'une étape 4 consacrée au choix des cibles, puis une phase d'analyse (étape 5), et finalement nous allons détailler davantage les solutions proposées (étape 6).

1. Troisième étape : la compréhension de la situation du problème

Cette étape est essentielle dans l'ensemble du QC Story, et est déterminante dans le résultat final. Notamment, l'étape d'analyse (étape 5) dépend de la qualité de l'étape 3. Pour le cas de ce projet de fin d'études, comprendre la situation actuelle a consisté à :

- Une phase d'observation ;
- Une phase de collecte des données nécessaires ;
- Une phase d'analyse et interprétation de ces données.



1.1 Observation du problème

À ce stade, il a fallu faire une observation précise du problème, et cela a consisté à faire des visites fréquentes aux endroits où il apparaît. Ces visites ont permis de voir de près tout ce qui est en relation avec le problème de la retouche au département emboutissage de Renault. Commenant par la sortie des pièces de la ligne, puis les tables de vérifications, ensuite les vérificateurs décident, selon la qualité des pièces, soit un arrêt de production, soit l'expédition des pièces aux zones de la retouche.

En conclusion, cette phase d'observation du problème a été une bonne occasion pour prendre des notes qui ont pu s'avérer très utile pour la réussite de ce rapport de stage.

1.2 Collecte des données

Par « données » on entend à la fois des **données numériques** issues par exemple des systèmes informatisés déjà en place, mais aussi des données qui peuvent être récoltées auprès des **personnes impliquées** dans le problème.

En ce qui concerne ce travail, les deux types de données ont été jugés nécessaires pour la résolution du problème. Pour les données numériques, il a été important d'utiliser :

- Des informations issues du SMP (Suivi des Moyens de Production) concernant le nombre de pièces fabriquées par jour, certes, elles restent confidentielles, raison pour laquelle je n'ai pas pu les exposer dans ce rapport.

- Des informations issues des **BOS**, concernant le nombre de pièces retouchées, ainsi que le temps de retouche associé.

Ligne	réf	Désignation	Véhicule	Lundi				Mardi			
L1	631001530R	AILE AV D X52/normale	X52/normale			0%	100			0%	0
L1	631002146R	AILE AV D B-CROSS SANS REPETITEUR X52/spec	X52/spec			0%	0			0%	0
L1	631002368R	AILE AV D SANS REPETITEUR X52/spec	X52/spec			0%	0			0%	0
L1	631005056R	AILE AV D B cross X52/Bcross	X52/Bcross			0%	0			0%	0
L1	631010257R	AILE AV G X52/Bcross	X52/normale			0%	0			0%	0
L1	631014932R	AILE AV G B-CROSS SANS REPETITEUR X52/spec	X52/spec			0%	0			0%	0
L1	631011383R	AILE AV G SANS REPETITEUR X52/spec	X52/spec			0%	0			0%	0
L1	631011923R	AILE AV G B cross X52/Bcross	X52/Bcross			0%	0			0%	0
L1	663003474R	CLOISON CHAUFFAGE X52	X52			0%	0			0%	0
L1	651228533R	DOUBLURE CAPOT AV X52	X52	2083	480	marque dechet	1,50	23%	720		0
L1	76230404R	DOUBLURE MONTANT BAIE D X52	X52				0%	0			0
L1	762310737R	DOUBLURE MONTANT BAIE G X52	X52				0%	0			0
L1	760121534R	ELEMENT FERMETURE COTE CAISSE PARTIE AV D X52	X52				0%	0	2225		0
L1	764137713R	ELEMENT FERMETURE COTE CAISSE PARTIE AV G X52	X52				0%	0	2225		0
L1	651128952R	PANNEAU EXT CAPOT AV X52	X52	1352	363	picot+incrustation	1,20	27%	435,6		0
L1	820052858R	PASSAGE ROUE AR INT D X52	X52				0%	0			0
L1	820052858S	PASSAGE ROUE AR INT G X52	X52				0%	0			0
L1	745145788R	PLANCHER AR PARTIE AR X52	X52	2216			0%	0			0
L1	745126070R	PLANCHER AR PARTIE AV X52	X52	2353			0%	0			0
L1	809453201R	RENFORT ARTICULATION PORTE AV D X52	X52				0%	0	2511		0
L1	809494917R	RENFORT ARTICULATION PORTE AV G X52	X52				0%	0	2511		0
L1	776507153R	RENFORT SUP AR CDC D X52/ILN	X52/ILN	1024			0%	0	1788		0
L1	776517811R	RENFORT SUP AR CDC G X52/ILN	X52/ILN	1024			0%	0	1788		0
L2	821123841R	CAISSON PORTE AR D X52/ILN	X52/ILN				0%	0			0
L2	821136648R	CAISSON PORTE AR G D X52/ILN	X52/ILN				0%	0			0

Figure 56 : Suivi quotidien de la retouche

Le suivi quotidien de la retouche (figure 56), permet d'avoir pour chaque gamme fabriquée : la quantité retouchée, le défaut retouché, le temps de retouche, et le pourcentage de pièces retouchées.

À partir de ces données, on peut faire une synthèse dans deux autres tableaux : le premier pour le taux de retouche (figure 57), le deuxième pour le temps de retouche (figure 58).

Désignation des gammes	Somme de % retouche
COTE DE CAISSE GAUCHE SPLC VITRE BAGUETTE 67	79%
PANNEAU EXT VITRE 1/3 D 67	63%
CAISSON PORTE COFFRE 92	44%
ELEMENT FERMETURE BAVOLET AR D X52/ILN	42%
COTE DE CAISSE G 92	42%
CAISSON PORTE COFFRE X52	33%
PANNEAU EXT TOLE 1/3 D 67	29%
DOUBLURE CAPOT AV X52	21%
AILE AV D X52/normale	17%
AILE AV G X52/Bcross	16%
PANNEAU EXT VITRE 2/3 G 67	16%
PANNEAU EXT PLC TOLE SS BAGUETTE D 67	16%
CAISSON PORTE AV G X52	15%
PANNEAU EXT CAPOT AV 92/67	11%
PANNEAU EXT PORTE AV AVEC BAGUETTE G 92/67	9%
PANNEAU EXT VITRE 1/3 G logo R 67	8%
PANNEAU EXT PTE AR SANS BAGUETTE D 92	6%
PANNEAU EXT INF PORTE COFFRE B52 DAD DACIA X52	6%
PANNEAU EXT PORTE AV SANS BAGUETTE D 92/67	6%

Figure 57 : Extrait du tableau du taux de retouche « BOS S44 2014 »

désignation des gammes	Somme de Tps total de retouche
ELEMENT FERMETURE BAVOLET AR D X52/ILN	1784
AILE AV G X52/Bcross	999,6
COTE DE CAISSE GAUCHE SPLC VITRE BAGUETTE 67	868,5
PANNEAU EXT VITRE 1/3 D 67	630
PANNEAU EXT CAPOT AV 92/67	573
PANNEAU EXT PLC TOLE SS BAGUETTE D 67	528
PANNEAU EXT TOLE 1/3 D 67	405
CAISSON PORTE COFFRE X52	400
CAISSON PORTE COFFRE 92	249
DOUBLURE DE MONTANT DE BAIE D 67	200
CAISSON PORTE AV G X52	200
PANNEAU EXT VITRE 2/3 G 67	154
PANNEAU EXT PORTE AV SANS BAGUETTE D 92/67	154
ELEMENT FERMETURE BAVOLET G	150
PANNEAU EXT PORTE AV AVEC BAGUETTE G 92/67	144
DOUBLURE CAPOT AV X52	144
PANNEAU EXT PORTE AV SANS BAGUETTE D G X52	120
PANNEAU EXT INF PORTE COFFRE B52 DAD DACIA X52	99
CLOISON PLEINE SUP VITREE D 67	96

Figure 58 : Extrait du tableau de synthèse du temps de retouche « BOS S44 2014 »

1.3 Remarque

Le premier tableau contient des informations sur le taux de pièces retouchées pour chaque gamme, alors que le deuxième comporte le temps qui a été nécessaire pour retoucher toutes ces gammes.

La remarque que je veux faire à ce stade, concerne le temps de retouche qui ne dépend pas de la quantité retouchée aussi qu'il dépend : du type de défaut, de la dextérité du retoucheur, et de l'endroit où se trouve le défaut, c'est-à-dire la difficulté de la retouche, et finalement du matériel utilisé.

Par exemple, la gamme « COTE DE CAISSE GAUCHE SPLC », avec un problème de **picots**, est celle qui a un taux de retouche élevé 79% alors qu'elle n'a consommé que 868,5 minutes.

À travers cette remarque, j'ai volontairement mis le point sur le fait que pour bien traiter ce problème, il est nécessaire d'analyser les deux paramètres taux et temps séparément.

Dans ce qui va suivre, je vais présenter l'analyse des données collectées ainsi que leur interprétation.

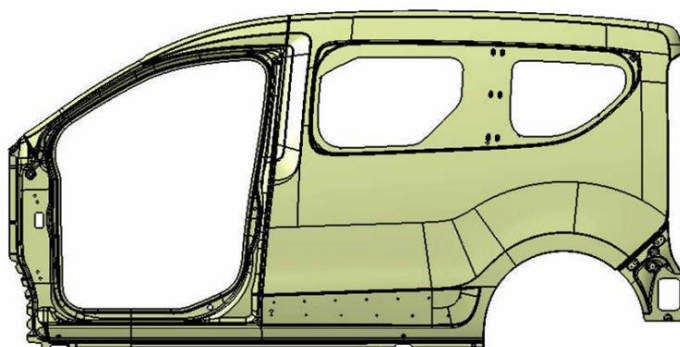


Figure 59 : COTE DE CAISSE GAUCHE

1.4 Analyse et interprétation des données collectées

Après avoir collecté toutes les données nécessaires, je suis passée à la phase d'analyse. Cette phase doit permettre de **passer de la donnée à l'information**, pour cela il a fallu organiser les données afin de mieux révéler ce qu'elles ont à dire.

➤ Priorisation des gammes selon le taux de retouche sur la période S3-S9

Pour mener à bien cette étape d'analyse, il est primordial de prioriser les gammes pénalisantes. Le tableau contenant les données sur le taux de retouche est présenté sur l'annexe B.

• PARETO des gammes retouchées

Désignation	Véhicule	total fabriqué	total retouché	taux de retouche par gamme	impact sur le taux global sur cette période
AILES AVANT	X52	85542	19640	22,96%	18,42%
CAISSONS PLC	K67	16748	1245	7,43%	1,17%
CAISSONS PORTE ARRIERE	X52/ILN	10781	290	2,69%	0,27%
CAISSON PORTE ARRIERE	J92	11315	1056	9,33%	0,99%
CAISSON PORTE AV	X52	17882	1562	8,74%	1,46%
CAISSON PORTE AV	J92	8461	1114	13,17%	1,04%
CAISSON PORTE COFFRE X52	X52	24324	8676	35,67%	8,14%
CAISSON PORTE COFFRE J92	92	5773	42	0,73%	0,04%
COTE DE CAISSE J92	92	5637	382	6,78%	0,36%
COTE DE CAISSE K67	67	13113	1570	11,97%	1,47%
COTE DE CAISSE AR X52	X52	14958	1512	10,11%	1,42%
COTE DE CAISSE AV X52	X52	31408	9943	31,66%	9,32%
DOUBLURE CAPOT AV	92/67	15730	2190	13,92%	2,05%
DOUBLURE CAPOT AV	X52	14443	5555	38,46%	5,21%
PANNEAU DE PORTE AV GH VERROU INVOLABILE SANS BAGUETTE	X52	10464	5145	49,17%	4,82%
PANNEAU DE PORTE AVANT DT SANS VERROU SANS BAGUETTE	X52	10829	2421	22,36%	2,27%
PANNEAU EXT CAPOT AV	X52	12227	2700	22,08%	2,53%
PANNEAU EXT CAPOT AV	92/67	15695	1916	12,21%	1,80%
PANNEAU EXT INF SUP PORTE DE COFFRE X52	X52	22652	21487	94,86%	20,15%
PANNEAU EXT PORTE AV SS BAGUETTE	X52	13597	2217	16,31%	2,08%
PANNEAU EXT VITRE 1/3 2/3	67	23287	6021	25,86%	5,65%
PASSAGE DE ROUE	92/67	30201	4217	13,96%	3,95%
PAVILLON X52	X52	11282	1799	15,95%	1,69%
PAVILLON 92	92	2250	254	11,29%	0,24%
PAVILLON TN F67	67	7681	440	5,73%	0,41%
PAVILLON_B cross	X52	7005	660	9,42%	0,62%
PLANCHER AR PARTIE AV	X52	22676	930	4,10%	0,87%
RENFORT PIED MILIEU G	X52	13611	435	3,20%	0,41%
RENFORT PIED MILIEU G	67	12520	729	5,82%	0,68%
TRAVERSE PAVILLON EXTREME AR G	67	13519	486	3,59%	0,46%

Figure 60 : Tableau d'analyse du taux de retouche pour toute la période S3-S9

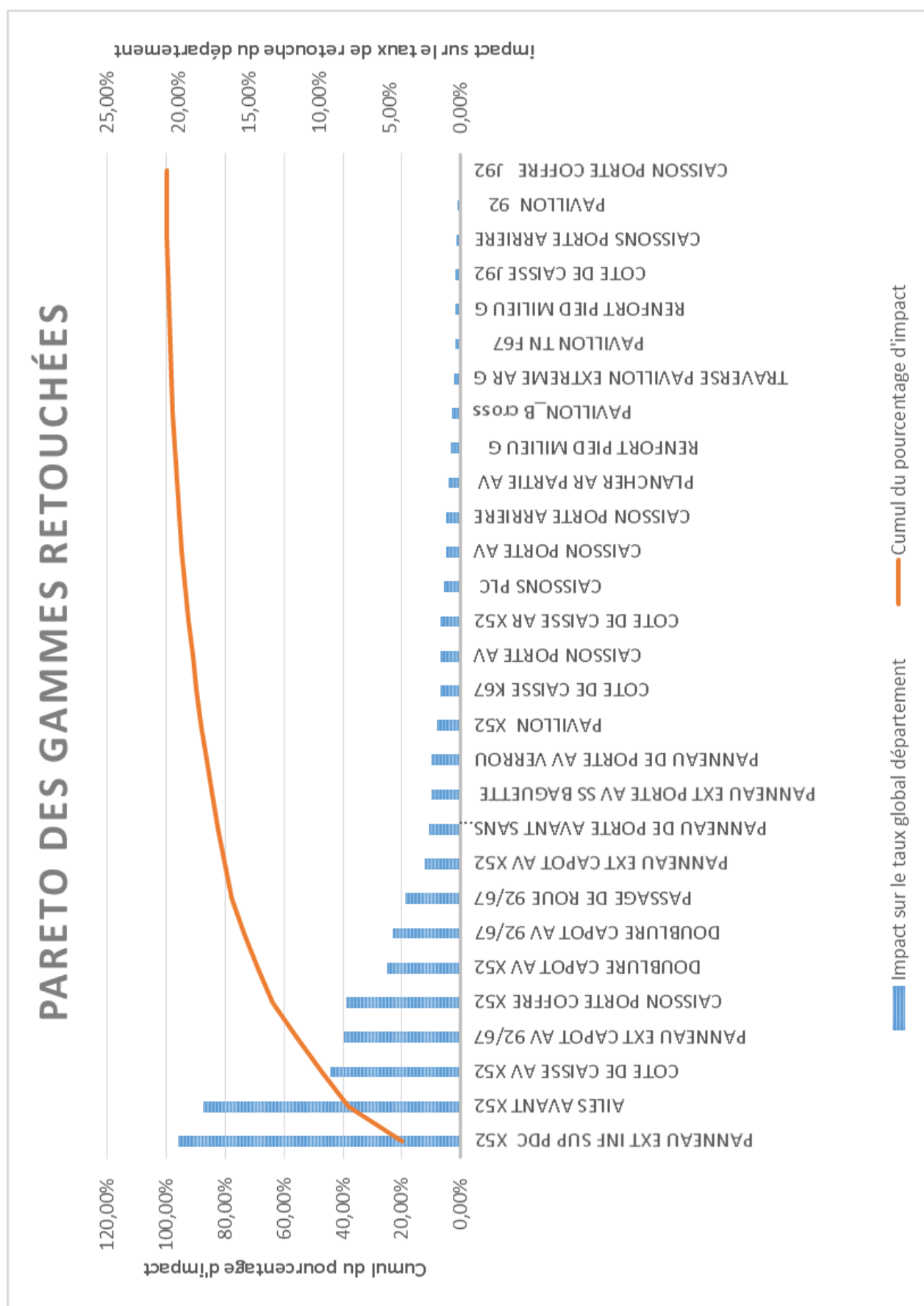


Figure 61 : Diagramme Pareto « gammes pénalisantes »

D'après le diagramme PARETO des gammes retouchées sur la période S3-S9, les gammes les plus pénalisantes sont :

- PANNEAU EXTERIEUR INF/SUP PDC X52
- AILES AVANT X52
- COTE DE CAISSE AVANT X52
- PANNEAU EXTERIEUR CAPOT AVANT J92
- CAISSON PORTE DE COFFRE X52
- DOUBLURE CAPOT AVANT X52
- DOUBLURE CAPOT AVANT J92/K67
- PASSAGE DE ROUE 92/67
- PANNEAU EXTERIEUR CAPOT AVANT X52

Ensuite, et en se basant sur les données fournies par le système SMP « Suivi des Moyens de Production », j'ai pu effectuer une autre classification basée sur les défauts retouchés. Elle se présente comme suit :

Désignation des gammes	Véh	Défauts			
		Picots	Bavure	Marque outil	Déformation
PANNEAU EXT INF SUP PDC X52	X52	18985	1887	615	
AILES AVANT X52	X52	14855	3628	1157	
PANNEAU EXT CAPOT AV 92/67	92/67	8314	602		
COTE DE CAISSE AV X52	X52	5775	1690	2278	200
DOUBLURE CAPOT AV X52	X52	5389	166		
CAISSON PORTE COFFRE X52	X52	4400	3022		1254
PASSAGE DE ROUE 92/67	92/67	3902			315
DOUBLURE CAPOT AV 92/67	X52	3286	1241		617
PANNEAU EXT CAPOT AV X52	X52	2106	594		
		78%	15%	5%	3%

Tableau 5 : Pourcentage de défauts retouchés par gamme

La page suivante contient un graphique montrant l'impact de chaque type de défaut retouché sur le taux global. Par exemple, La gamme « PANNEAU INF SUP PDC X52 » étant la plus pénalisante participe avec 22% de picots dans le taux de retouche global.

Le deuxième graphique se présente sous la forme d'un diagramme Pareto des défauts majeurs et pénalisants pour le département.

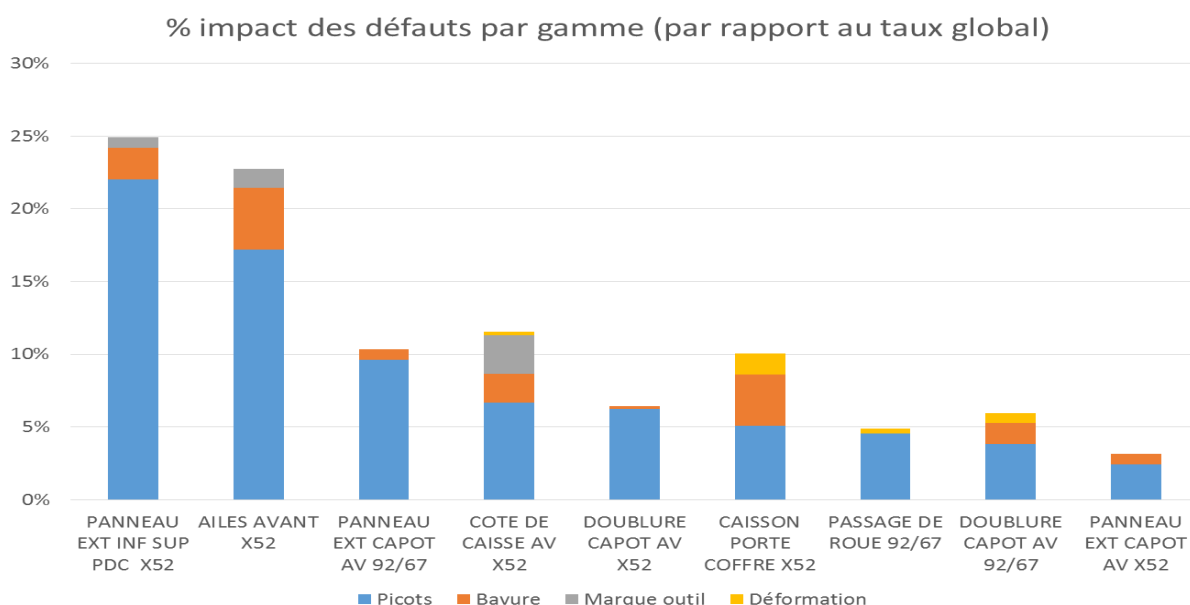


Figure 62 : Graphique « % d'impact des défauts retouchés sur le taux global »

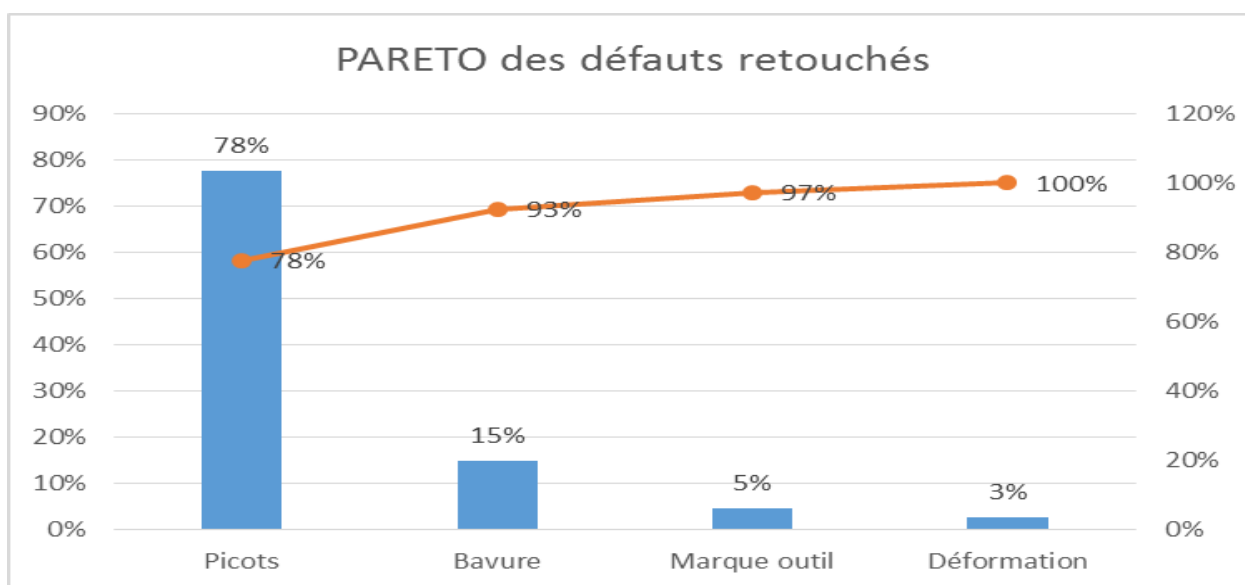


Figure 63 : Pareto des défauts retouchés

Il est très clair que presque 80% des pièces retouchées, elles le sont à cause des problèmes de type : **PICOT**. Pour cela, toute l'analyse qui va venir après sera centrée sur ce défaut majeur.

Après avoir analysé les données sur le taux de retouche et le type de défaut retouché, je vais traiter la partie concernant le temps de retouche afin d'en tirer les points clés du problème.

De la même façon, je vais essayer d'expliquer davantage la situation autour du paramètre **temps**. Je vais procéder à une analyse et interprétation des données, la différence cette fois, elles sont des données sur le temps de la retouche des pièces défectueuses.

Comme présenté dans l'étape 2, il a été remarqué que la charge du département emboutissage dépasse, et cela sur toute la période S3-S9, la charge admissible définie par le département.

➤ Les gammes pénalisantes en termes de temps

De la même manière, je vais essayer de mettre l'accent sur les gammes, définies comme les plus pénalisantes en termes de temps.

La détermination des gammes pénalisantes sur le plan d'action qui a été fait dans le cadre d'un chantier Kaizen réalisé par l'APW, le chantier étant démarré avant le début de stage, j'ai été amené à travailler sur les gammes restantes. Ces gammes sont les suivantes :

- DOUBLURE CAPOT AV J92
- COTE DE CAISSE ARRIERE B52
- CAISSON PLC GAUCHE X67

Ces trois gammes sont illustrées sur l'annexe.

2. Quatrième étape : le choix des cibles

Une cible est un nombre indiquant le **niveau d'amélioration** qui doit être atteint. Il est déterminé par un compromis entre l'idéal et les contraintes comme le temps, la main d'œuvre et l'argent qu'il est possible d'investir dans le projet.

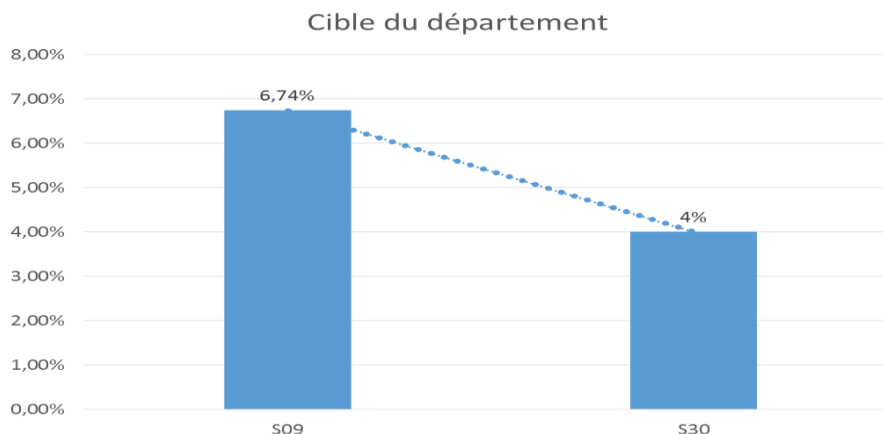


Figure 64 : Taux de retouche ciblé par le département

3. Cinquième étape : l'analyse

DO

Une fois les cibles ont été décidées, l'étape suivante est d'analyser les causes. C'est l'étape la plus importante dans la démarche.

Identifier précisément les vraies causes nous dit quoi faire dans l'étape suivante : rechercher et mettre en place les mesures correctives.

Analyser les causes signifie rechercher les facteurs principaux qui créent des problèmes et qui apparaissent influencer les résultats du process.

Dans cette étape, il faut tendre vers une approche « **scientifique** » de la relation entre causes et effet. Pour cela, je dois utiliser un outil d'analyse des causes.

La démarche QCS utilise comme outils de recherche de causes : la méthode **5 Pourquoi**, ou le **diagramme d'ISHIKAWA**. Pour le cas de ce projet, il est préférable d'utiliser le deuxième outil. Dans cette étape, je vais présenter deux diagrammes Ishikawa, le premier sur les causes d'un taux de retouche élevé lié au problème PICOT, et un Ishikawa pour l'effet temps.

La particularité du diagramme Ishikawa dans le standard Renault, est le respect de l'approche « 4M » : **M**éthode existante / **M**ain d'œuvre / **M**oyens de travail / **M**atière.

Pour avoir une meilleure visibilité, j'ai décidé de résumer davantage l'étape 3.

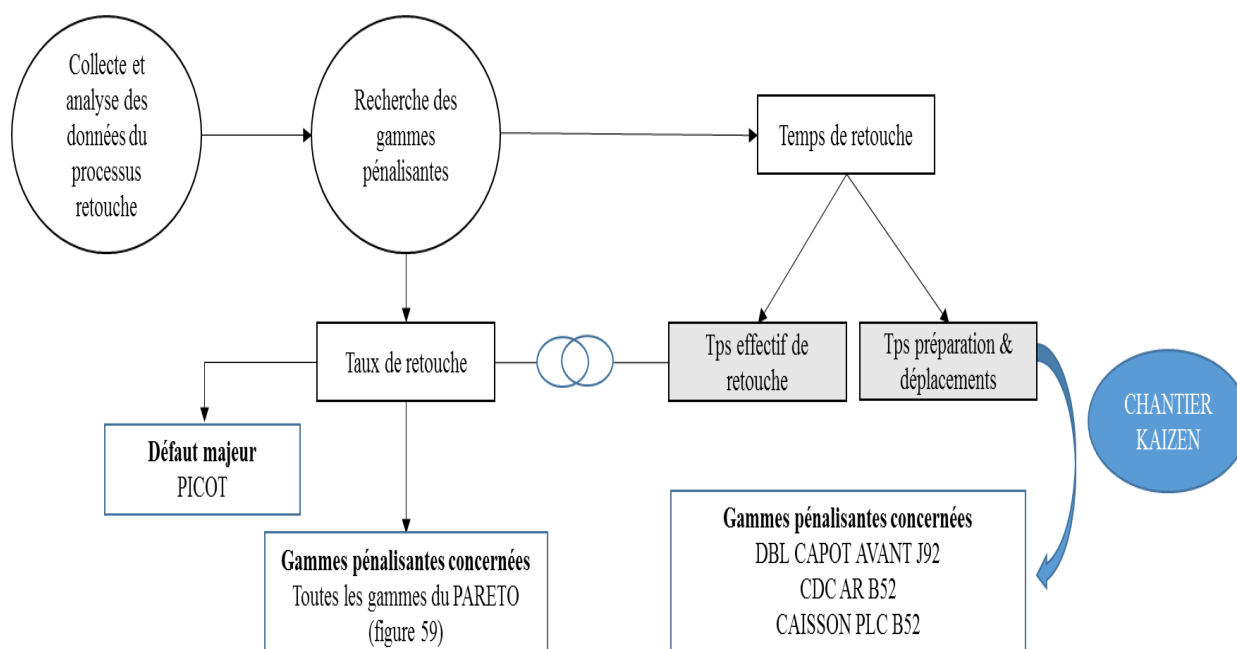


Figure 65 : Résumé de l'étape 3

Avant de présenter les diagrammes d'analyse des causes, je vais tout d'abord parler du défaut picot d'une façon détaillée.

3.1 Analyse du défaut : picot

Ce sont de minuscules déformations en relief de la tôle provoquées par la présence d'une particule coincée entre cette tôle et le nez de poinçon, comme représenté à la figure 66. Elles n'ont évidemment aucune influence mécanique sur le comportement de la pièce mais deviennent visibles après peinture. Il est donc nécessaire de poncer la pièce avant peinture, ce qui enlève sa protection de zinc et pénalise la garantie anticorrosion.



Figure 66 : Origine du picot (gauche) et très forte densité de défauts (droite)

Les particules qui provoquent les picots peuvent avoir de très nombreuses origines, elles peuvent être :

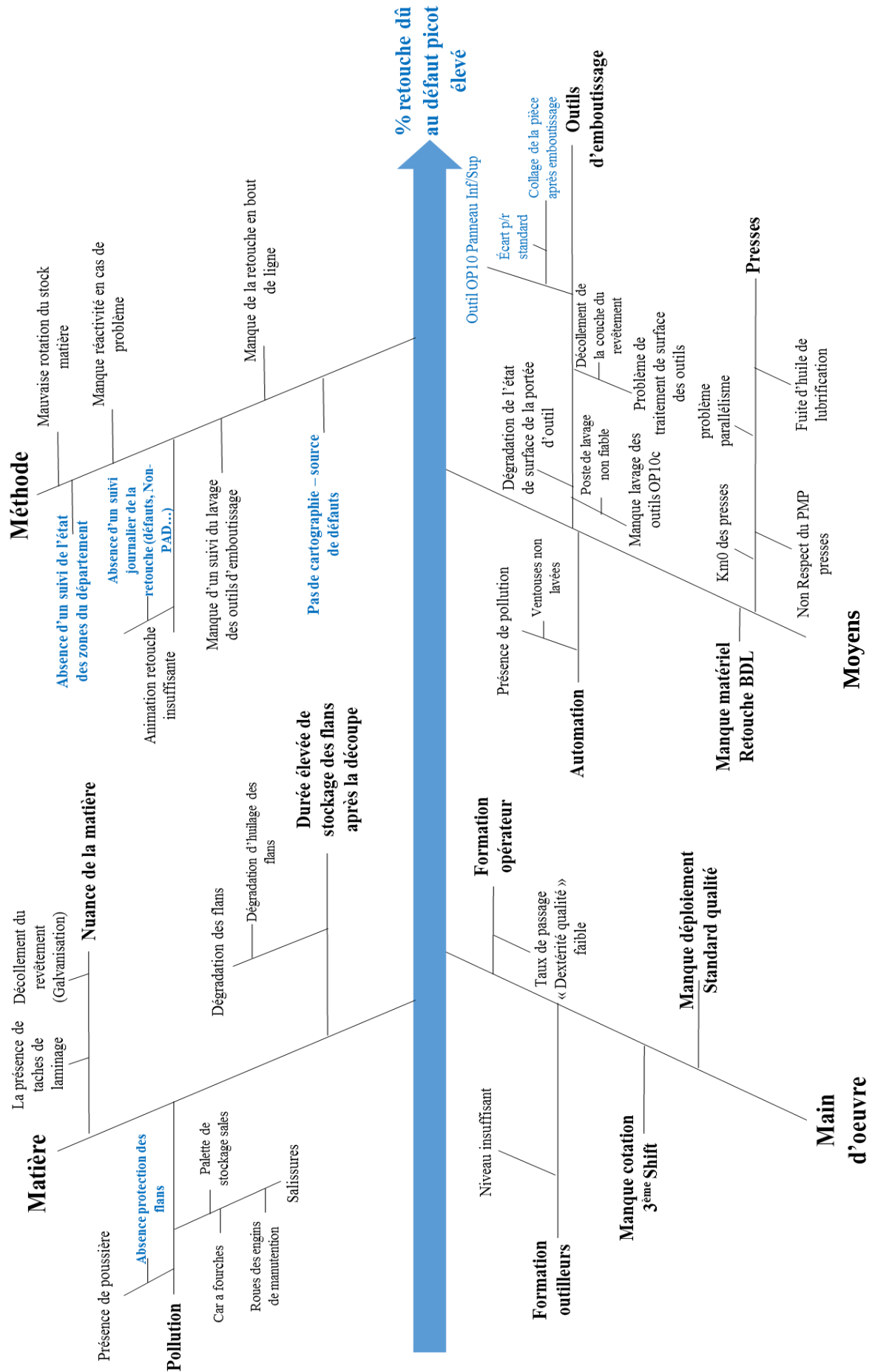
- Des copeaux métalliques provenant du refendage ou de la découpe des flans ;
- Des particules de zinc (revêtement matière) ;
- Des particules de bois, de peinture (palettes, containers) ;
- Des particules de polymères (guides, rouleaux de tables,etc) ;
- Des particules de cuir (gants) ;
- Des poussières...

3.2 Diagramme Ishikawa : recherche des causes du taux de retouche des picots

Le Diagramme de causes et effets, ou diagramme d'Ishikawa, ou diagramme en arêtes de poisson, est un outil développé par *Kaoru Ishikawa* en 1962 et servant dans la qualité. Ce diagramme représente de façon graphique les *causes* aboutissant à un *effet*.

Le standard de Renault impose le respect de l'approche 4M au lieu de 5M.

1. **Matière** : les matières et matériaux utilisés et entrant en jeu, et plus généralement les entrées du processus.
2. **Matériel** : l'équipement, les machines, le matériel informatique, les logiciels et les technologies.
3. **Méthode** : le mode opératoire, la logique du processus et la recherche et développement.
4. **Main-d'œuvre** : les interventions humaines, la formation.



À travers le diagramme Ishikawa de la page précédente, j'ai essayé de rechercher toutes les causes racines possibles de l'effet étudié. Je tiens à signaler que les anomalies traitées dans ce projet de fin d'études sont celles en couleur bleue. Les autres sont en cours de traitement, dans des chantiers Kaizen pilotés par l'APW, ou sous la forme de PFE. Par exemple, un autre stagiaire travaille sur le problème du KM0 des presses.

De ce fait, on résume les différentes anomalies pour lesquelles sera présenté le plan d'action dans l'étape suivante :

➤ **Absence de protection des flans après découpe**

Une fois les flans découpés, ils sont envoyés vers les zones dédiées au stockage. Le problème qui se pose c'est la pollution des flans par différentes manières : salissures sur palettes, particules des gants, salissures sur roue des engins de manutention...etc.



➤ **Absence d'un suivi de l'état de chaque zone du process**

Un autre problème est celui du suivi de l'état des zones du process. Puisque les picots sont liés généralement à la pollution des outils, flans et d'autres moyens ; il est nécessaire de suivre l'état des lieux de façon régulière et cela pour chaque gamme. Ce moyen va aussi offrir la possibilité de détecter la source du défaut.

➤ **Manque d'un suivi journalier du NON-PAD⁴**

Le NON-PAD est défini comme le rapport des pièces : retouchées + rebutées+ en attente de décision + surproduction ; sur le nombre total de coups réalisés.

Le suivi quotidien de cet indicateur améliore la réactivité en cas de panne, et offre une meilleure visibilité de l'impact de chaque gamme.

➤ **Problème process : Outil OP10 « Panneau Inf/Sup du projet B52 »**

La gamme « PANNEAU INF/SUP du projet B52 » comme nous avons vu à l'étape 3, est pénalisante et critique, aussi elle contribue avec 20,15% dans le taux de retouche global.

Les picots représentent le défaut majeur apparent sur cette gamme, certes, l'origine de ce défaut est très particulière. Pour cela, je vais essayer d'expliquer comment il apparaît sur cette gamme d'une façon excessive.

⁴ PAD : Pourcentage d'acceptation directe, indicateur utilisé par le service qualité.
Non-PAD = 100% - PAD

Comment les picots sont formés sur la gamme « PANNEAU INF/SUP B52 » ?

Tout d'abord, cette gamme est classée parmi les très grandes gammes. Elle se compose de deux pièces, une partie inférieure et une supérieure (figure 67), et elle est fabriquée dans l'atelier TGSE (Très Grande presse Simple Effet).

Les picots apparaissent à cause de la formation de particules dans l'outil d'emboutissage. Ces particules proviennent généralement de la présence d'amas de zinc. Le mécanisme est le suivant.

Le contact tôle/outil entraîne des arrachements de micro-copeaux. Ces copeaux sont du zinc à l'état natif, c'est-à-dire que, provenant d'une coupe récente, ils sont extrêmement réactifs. Ils s'agglomèrent facilement et forment des amas. Cela, vient s'ajouter à la présence des salissures de différentes origines et favorise en fin de compte l'établissement d'un milieu extrêmement pollué.

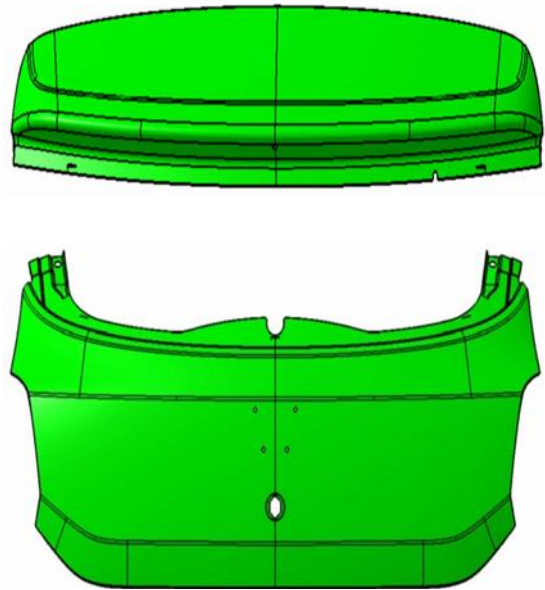


Figure 67 : Panneau Inf (gauche) / Sup (droite)

Le problème process dont on parle est le suivant : la pièce après opération d'emboutissage, reste collée pendant un intervalle de temps à la partie supérieure de l'outil : Matrice monobloc (Simple Effet).

Lors de la phase d'emboutissage de l'air est emprisonné entre la matrice et le flan (idem pour le poinçon). Cet air doit être impérativement évacué.

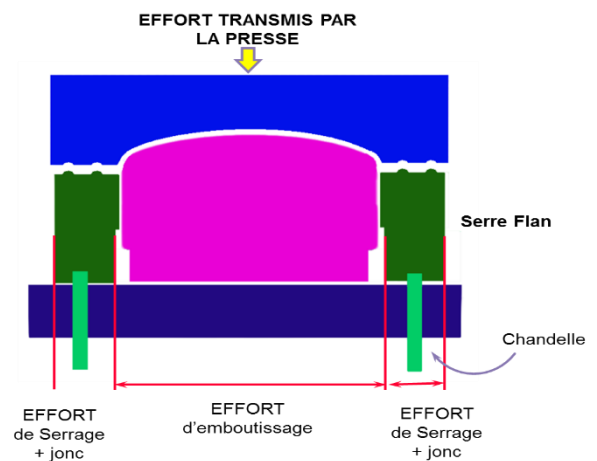


Figure 68 : Mécanisme Simple Effet

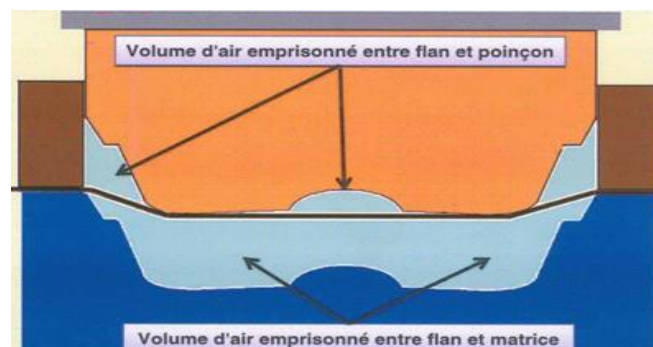


Figure 69 : Présence d'air entre la matrice et le flan

La pièce reste collée pendant quelques secondes, et tombe sur la partie inférieure de l'outil, ce qui favorise la formation d'impuretés.

Pour ce faire, des trous d'évacuation appelés « événements » sont prévus sur l'outil. Cette ressemblance est inexistante sur l'outil OP10 de la gamme « PANNEAU INF/SUP ». L'ingénierie a essayé de réaliser ces trous sur l'outil, mais il a été trouvé qu'il est impossible de les réaliser sur cet outil.

Premièrement, percer des trous, avec un diamètre de 6 mm sur toute l'épaisseur d'une des parties de l'outil, n'est pas une solution faisable à cause du volume de matière à enlever.

Deuxièmement, l'atelier d'usinage ne possède pas des forêts de 6mm avec une longueur assez suffisante pour mettre en place les événements d'air sur l'outil. La figure ci-dessous montre un exemple de gamme sur laquelle on peut remarquer la présence des événements.

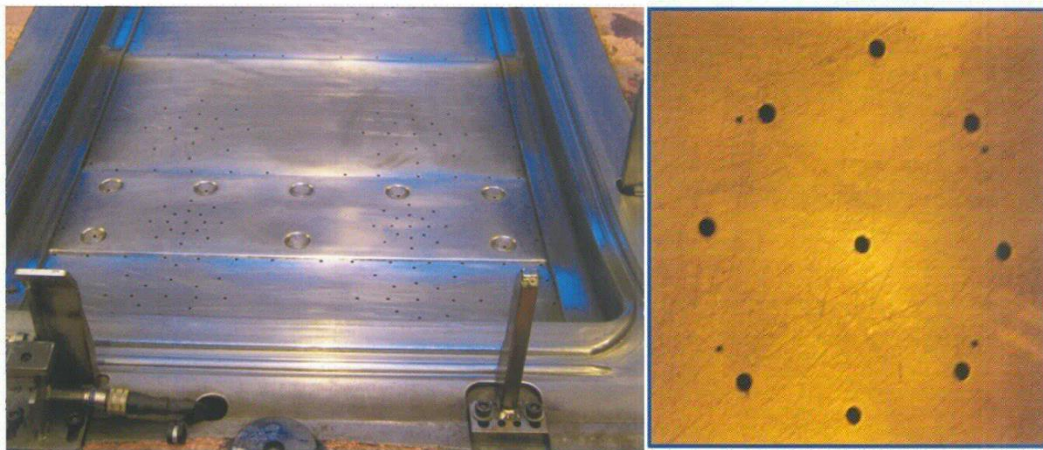


Figure 70 : Trous d'évacuation « événements »

L'outil OP10 dont on parle présente déjà un écart par rapport au standard : au lieu de reposer sur un coussin à chandelles hydrauliques, il repose sur des ressorts à gaz dans la partie inférieure de la presse.

La première solution qui a été prévue c'est l'utilisation des vérins de maintien. Ces derniers permettent de maintenir la pièce sur la partie inférieure de l'outil. Cette solution n'a pas été efficace et au bout d'un certain temps, il y avait un endommagement des pistons.

Une deuxième solution a été mise en place. L'utilisation de ressorts mécaniques décolleurs, ces derniers n'ont pas prouvé leur efficacité, et résisté aux grands efforts. Face à cette situation, la DIVD (Direction Ingénierie Véhicule Décentralisée), représenté par Mr ABDELJALIL DEBDI en tant que « chargé d'affaires » s'est lancée dans la réalisation d'une nouvelle solution technique au problème de l'outil d'emboutissage.

3.3 Analyse du temps de retouche : préparation, et déplacements

Pour arriver aux causes principales d'un temps de déplacements et de préparation élevé, j'ai employé une méthode d'analyse de déplacements adaptée à ce problème. J'ai centré l'analyse sur les 3 gammes citées précédemment.

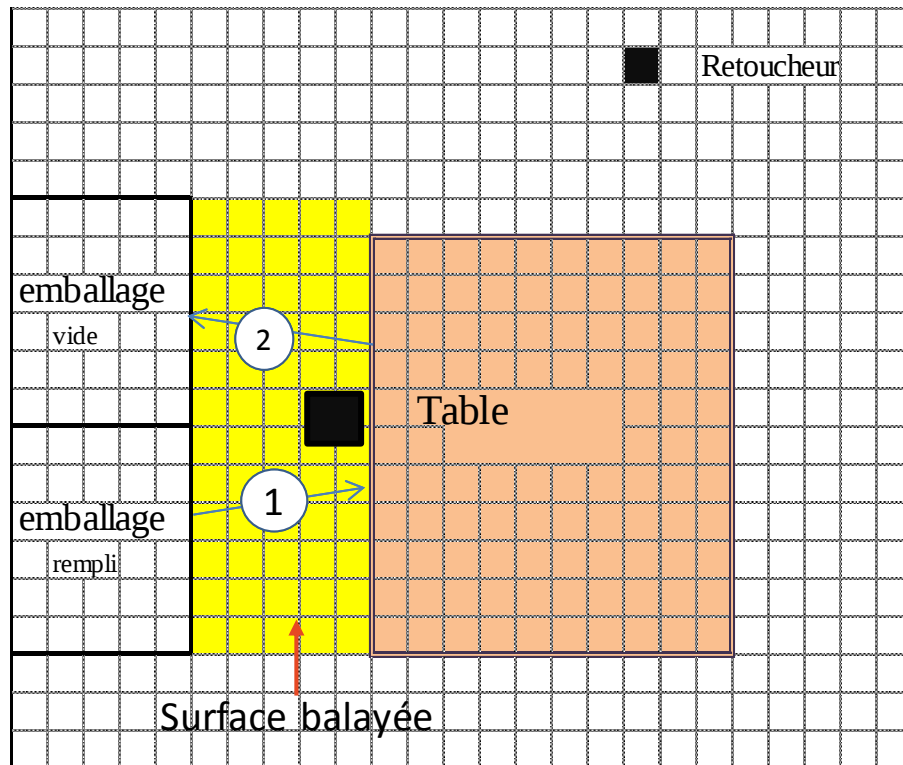


Figure 71 : Analyse de la gamme DBL CAPOT J92

Par cette méthode, on analyse toutes les opérations réalisées sur le poste de retouche.

À savoir, 1 pas = 1/100 min = 0.6 secondes.

Nombre total de pas	10 pas = 10 cmn=6s
tps de préparation & dégagement	0,5 min
tps effectif de retouche	1 min
tps total par pièce	1,6 min = 96 s

Figure 72 : Résultats de l'analyse pour la doublure capot J92

Cette analyse a été appliquée aussi aux autres gammes : CDC AR GAUCHE B52, et CAISSON PLC GAUCHE X67. Et il a été remarqué qu'en minimisant le temps consommé par les déplacements et la préparation, on pourra réduire le temps de retouche de chaque gamme.

L'étape suivante va être consacrée aux actions mises en place dans le cadre du projet.

4. Sixième étape : mise en place des solutions

Cette étape est en lien direct avec la précédente, elle consiste à présenter toutes les améliorations et solutions mises en place pour remédier, au maximum, aux anomalies citées dans le présent rapport.

4.1 Protection des flans après la découpe

Pour faire face aux différents problèmes de pollution, soit après découpe ou pendant le stockage et la manutention, la meilleure solution est de protéger les flans par un film plastique. Cette méthode ne nécessite pas un grand investissement, et a prouvé son efficacité dans l'usine de Bursa.



Figure 73 : Flans non protégés

La particularité pour notre cas, c'est que cette solution n'a été validé que pour les pièces de peau « pièces d'aspect ».



Figure 74 : Flan après protection par film plastique

La figure ci-dessus illustre la gamme « CDC Gauche & Droit J92 » enroulée dans du plastique. Cette solution réduit d'une bonne manière l'apparition de salissures et d'impuretés sur la matière première. Ce qui permet de diminuer les picots.

4.2 Création d'un outil de suivi de l'état des zones et de détection de la source des défauts

L'outil que j'ai mis en place se présente sous la forme d'une fiche de cartographie, elle a pour but d'améliorer la réactivité de tous les acteurs en cas de problème. Elle suit le flux de matière depuis la zone de réception des bobines, passant par tous les ateliers, arrivant finalement aux lignes d'emboutissage.

Cette fiche améliore aussi la communication entre les différents services, et favorise le bon retour d'information. Elle a été réalisée pour chaque gamme et elle se présente comme suit.

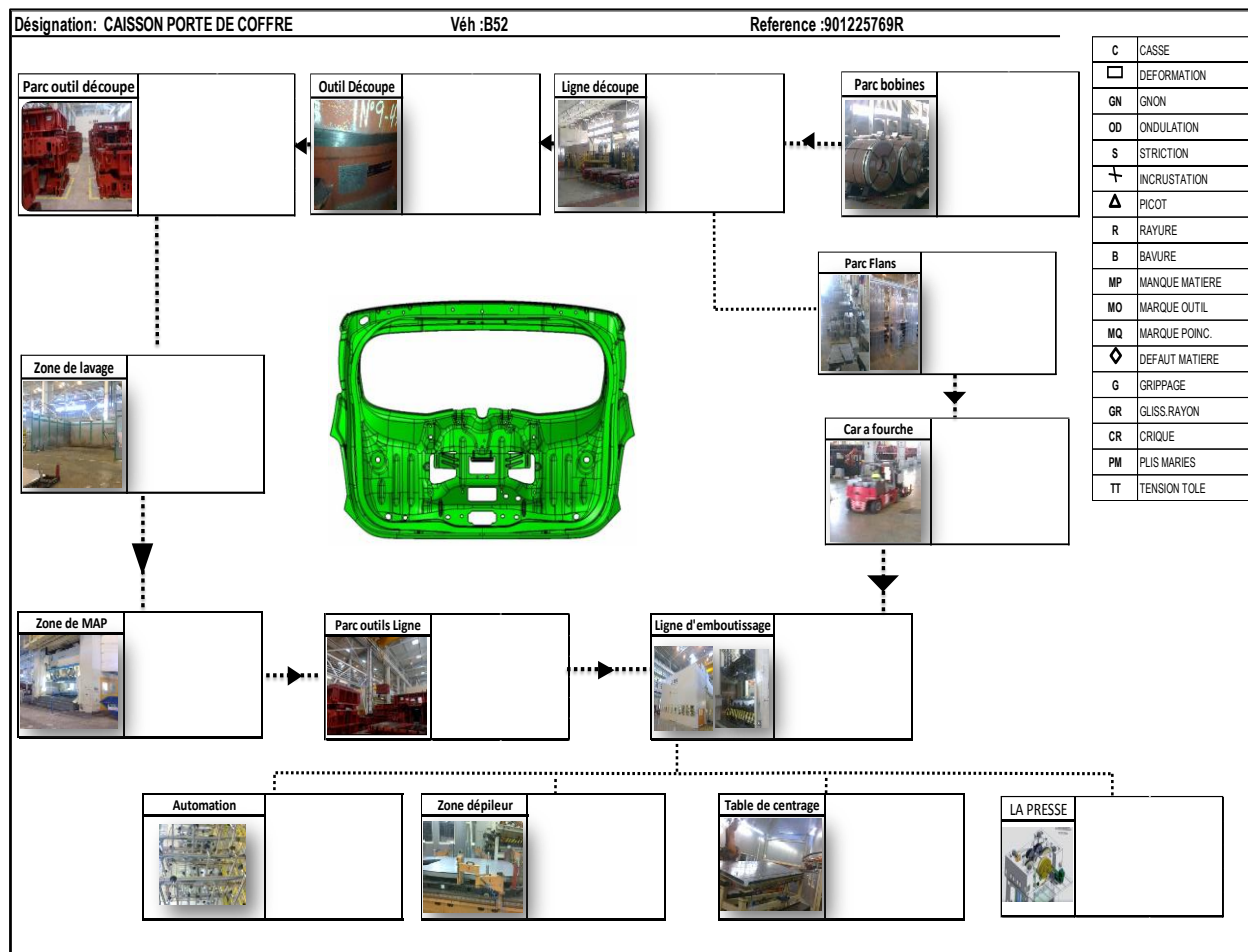


Figure 75 : Fiche de suivi de l'état des zones

La fiche comporte des informations sur la gamme comme :

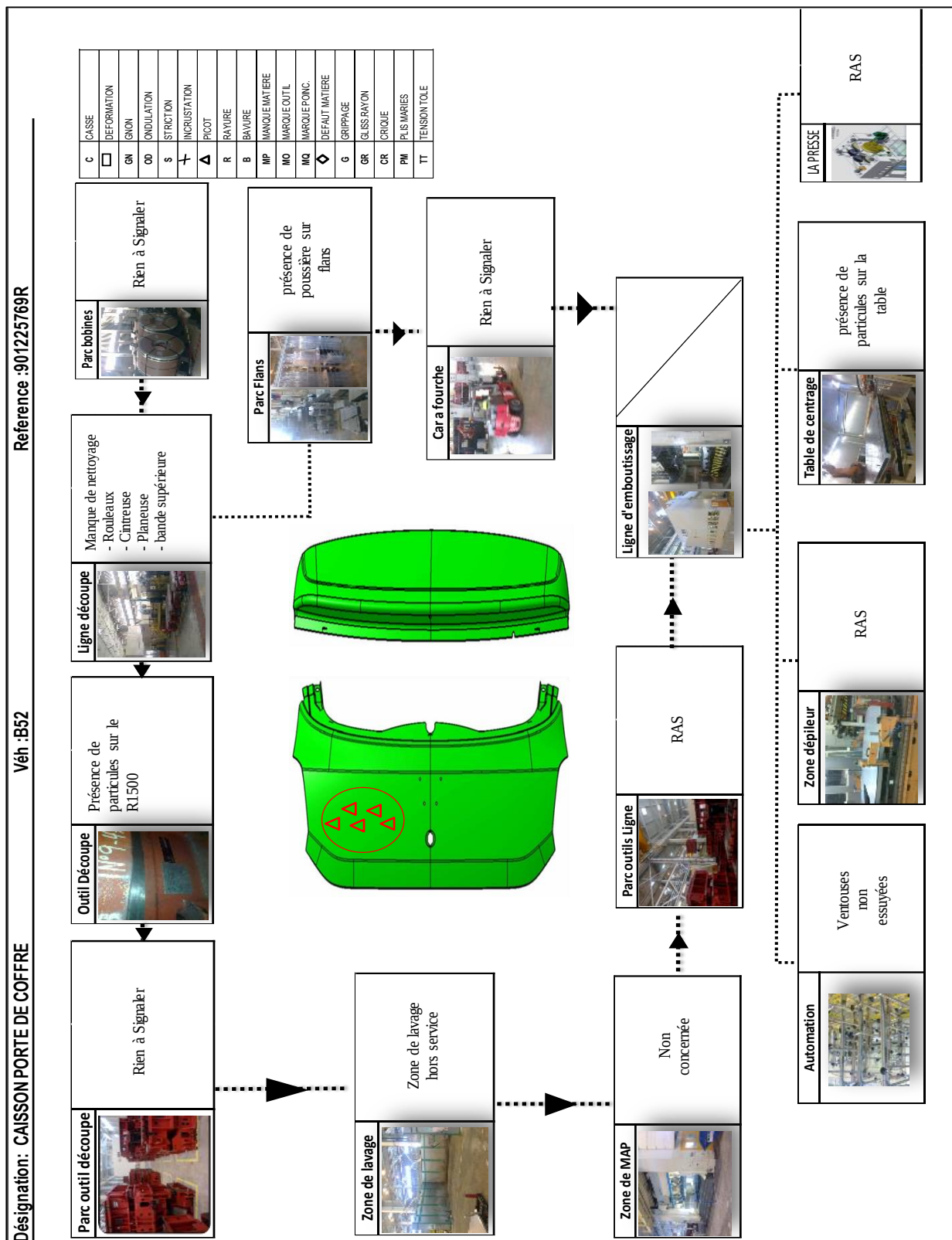
- La référence de la gamme ;
- La désignation de la gamme ;
- Le véhicule concerné ;

Malgré le fait qu'une grande partie de l'étude a porté sur les picots, cette fiche peut être utilisée pour la détection de la source

C	CASSE
☐	DEFORMATION
GN	GNON
OD	ONDULATION
S	STRICTION
✂	INCRUSTATION
Δ	PICOT
R	RAYURE
B	BAVURE
MP	MANQUE MATIERE
MO	MARQUE OUTIL
MQ	MARQUE POINC.
◇	DEFAULT MATIERE
G	GRIPPAGE
GR	GLISS.RAYON
CR	CRIQUE
PM	PLIS MARIÉS
TT	TENSION TOLE

Figure 76 : Symboles de défauts

Un exemple d'utilisation de cette fiche pour la gamme « PANNEAU INF/SUP B52 » est illustré sur la figure suivante.



69

4.3 Suivi journalier du NON-PAD et des alertes clients

Le Non-PAD est un indicateur qui représente le taux de pièces qui ne sont pas acceptés directement à la fin du process. Le problème posé est que cet indicateur est évalué de période à une autre ; aussi on ne peut pas connaître l’impact de chaque gamme sur cet indicateur.

Comme actions correctives, les organisateurs industriels de l’APW ont mis en place une « animation NON-PAD » hebdomadaire comme outil de motivation des acteurs concernés. Pour ma part, j’ai mis sous leur disposition un outil de suivi quotidien de l’indicateur, des alertes, et des défauts.

Cet outil comporte les éléments suivants :

- Une figurine, sur laquelle la pièce est subdivisée en plusieurs zones (B-2, C-4, F-2,...etc.)

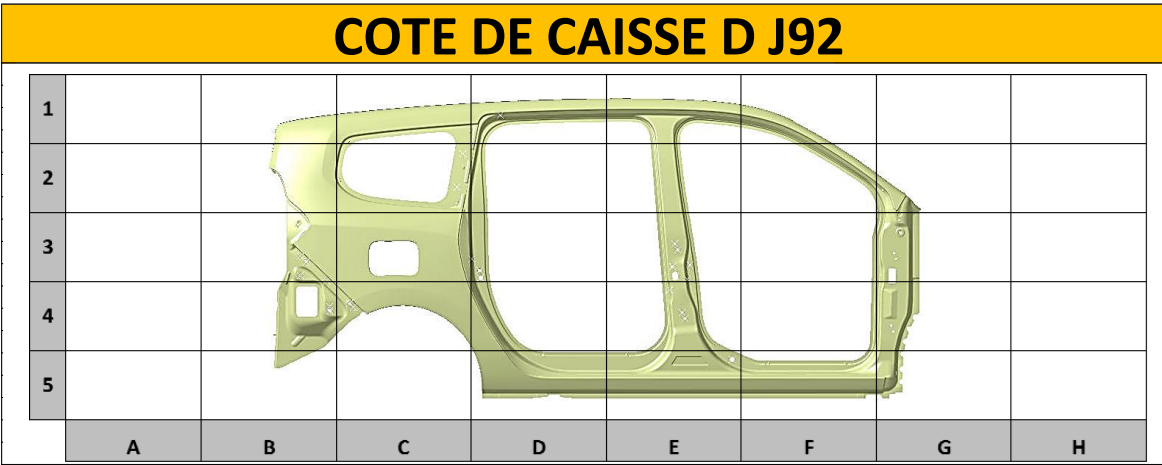


Figure 78 : Figurine « CDC Droit J92 »

- Un tableau qui sera rempli d’une manière hebdomadaire et comporte les informations suivantes : la date, le défaut, le lieu de détection (alerte client) , les zones (figurine), les causes possibles, les actions, les pilotes et les délais de réalisation

Date	Défaut	Lieu de detection	Zones	Causes possibles	Actions	Pilote	Délai	Etat

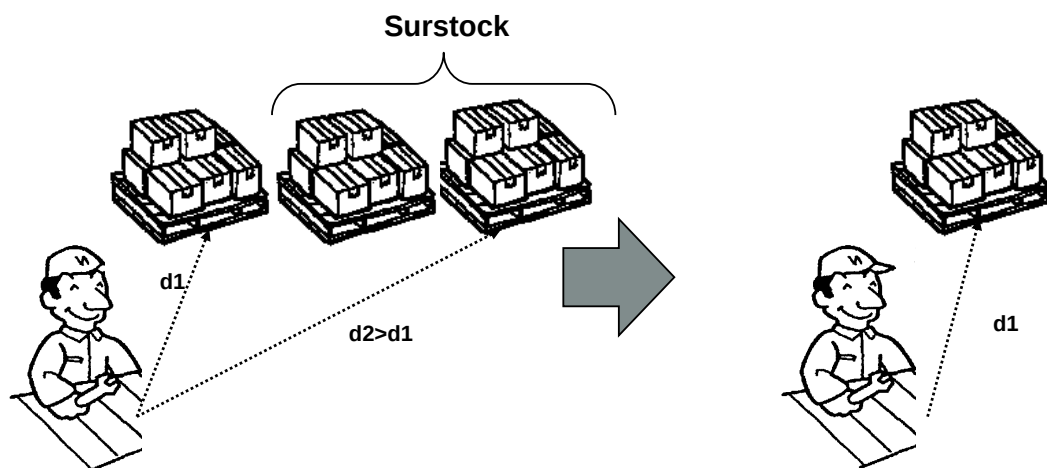
Tableau 6 : Tableau de pilotage de l’animation retouche

déplacements qui a pour but l'élimination des gestes et déplacements inutiles, ainsi que la diminution des surfaces balayées par les retoucheurs (Analyse des déplacements).

Les principes de cette amélioration se basent sur :

- **Principe 1 : Juste-à-temps**

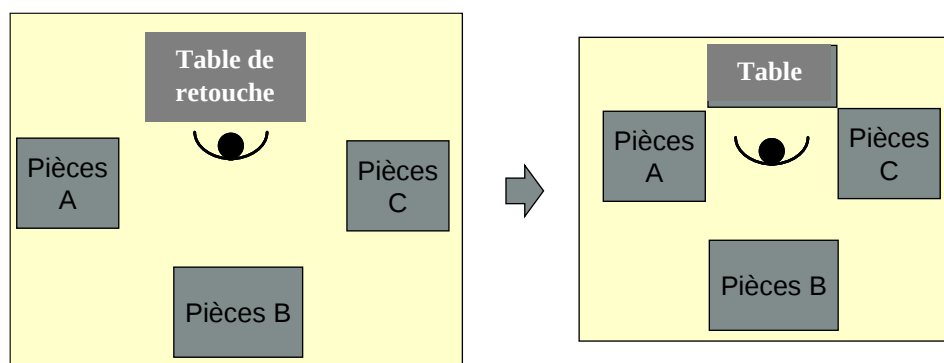
La taille des stocks et leur encombrement sont souvent un facteur qui induit des déplacements importants de l'opérateur. Une réduction des stocks a donc généralement un impact très positif sur les déplacements. Bien entendu, une telle réduction des stocks a un gros impact sur les flux et ne peut être réalisée que si d'autres conditions majeures sont remplies.



Par ce principe, j'ai essayé de rapprocher le plus possible les emballages des tables de retoucheur. Tout cela, en prenant compte de l'aspect ergonomique de la retouche.

- **Principe 2 : Réduction des distances**

La réduction des distances, c'est-à-dire le 2^{ème} principe d'économie des mouvements, est un principe très simple mais fondamental.

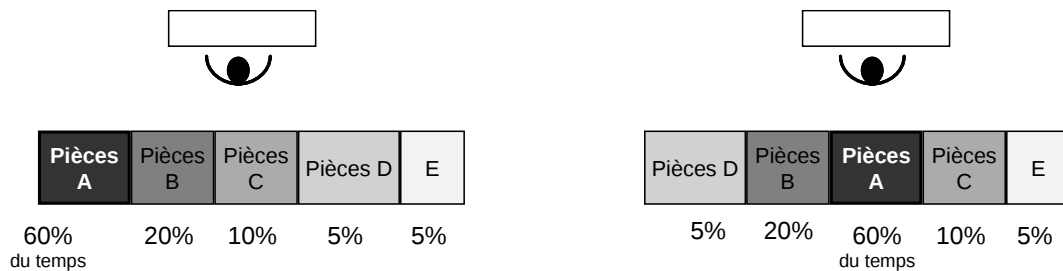


Il faut réfléchir sur l'implantation de chaque poste et resserrer au plus l'implantation afin de respecter l'ensemble des contraintes : parcours de l'opérateur dans de bonnes conditions dans les différents cas, sécurité, facilité d'approvisionnement des conteneurs ...

- **Principe 3 : Mettre les pièces utilisées le plus fréquemment au plus près de l'opérateur**

Lorsqu'un poste est soumis à la diversité, il faut positionner les pièces qui sont utilisées le plus souvent au plus près de l'opérateur. Ceci peut requérir de la flexibilité dans l'implantation.

Ceci dit que les pièces qui prennent le plus de temps pour être retouché, doivent être les plus proches au retoucheur.



- **Principe 4 : les déposes temporaires sont à éliminer**

La dépose temporaire constitue une double manutention qui coûte 0.03 min et constitue une perte. Ainsi elle peut générer des accidents, dans le cas où le retoucheur est touché par une pièce en dépose temporaire.

En se basant sur ces principes, j'ai pu appliquer la méthode sur les gammes analysées, et les résultats se présentent comme suit :

La figure présente deux configurations : la première, c'est la configuration analysée dans l'étape 5, la deuxième est la configuration après amélioration.

Dans la première configuration, la zone possède 2 retoucheurs, chacun retouche une gamme sur deux tables différentes. Alors que dans la nouvelle configuration, j'ai essayé d'employer les deux retoucheurs pour la gamme de grande taille, de façon à ce qu'un retoucheur se charge de la préparation et du dégagement, et l'autre se charge juste de la retouche.

Il est clair que j'ai aussi rapproché la table des emballages afin de réduire les distances de déplacement. Cette nouvelle configuration consiste à créer un chevauchement, quand il est possible, entre les opérations.

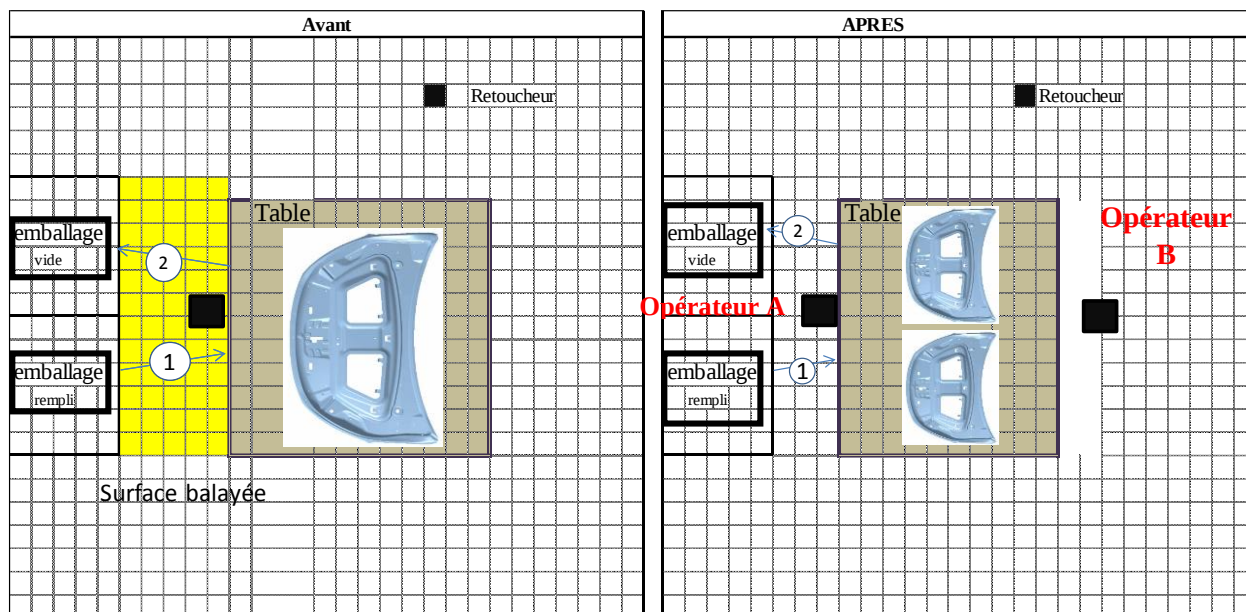


Figure 80 : Amélioration de la retouche « DBL CAPOT 67/92 »



Figure 81 : Première configuration de retouche

Dans la première configuration, illustrée sur la figure 81, un seul retoucheur prépare la pièce, la retouche, et il la dégage vers l'emballage dédié. Dans la nouvelle configuration, la pièce est retouchée par 2 personnes de façon à chevaucher les opérations des deux retoucheurs.

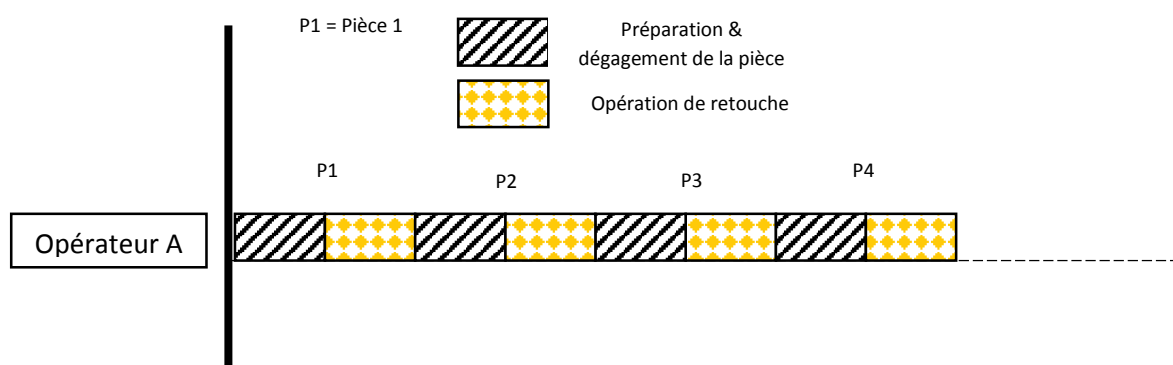


Figure 82 : Diagramme d'ordonnancement des opérations « première configuration »

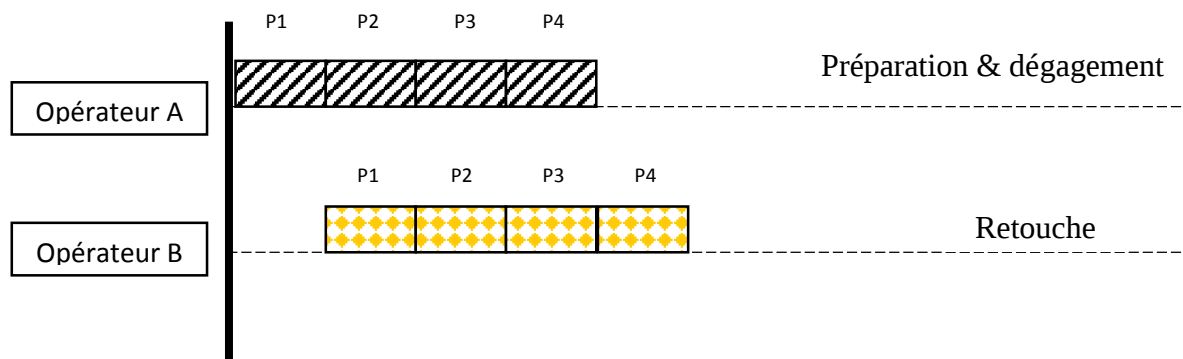


Figure 83 : Diagramme de chevauchement des opérations « nouvelle configuration »

Le diagramme sur la figure 82 montre la séquence de la retouche de 4 pièces de la même gamme (P1, P2, P3, P4) par un seul retoucheur (Opérateur A) qui se charge de la préparation des pièces (essuyage, déemballage) et de la retouche de ces pièces. L'étape d'analyse a montré que le temps total nécessaire pour retoucher les 4 pièces est 6.4 minutes, ceci veut dire que pour retoucher tout l'emballage (100 pièces) il faut : 160 min = 2.66 heures.

La nouvelle configuration (figure 83) a permis de faire des opérations en parallèle. Il est vrai qu'on ajoute un retoucheur pour une seule gamme, mais les résultats obtenus sont très satisfaisants. On a pu retoucher les 4 pièces en 3 minutes. Ceci veut dire que tout l'emballage a été retouché en 75 min. finalement, on peut dire que nous avons obtenu un gain estimé à 53.12% par emballage.



Figure 84 : Nouvelle configuration de retouche « DBL CAPOT 67/92 »

Cette nouvelle configuration a été aussi appliquée à deux autres gammes : « CDC Arrière Gauche B52 » et « Caisson PLC Gauche K67 ». Les résultats donnés par ce nouvel arrangement sont aussi satisfaisants. Une fois le niveau de dextérité des retoucheurs s'est amélioré sur cette nouvelle configuration, elle sera projetée sur les autres gammes retouchées.

Les résultats obtenus par pièce unitaire pour les 3 gammes citées dessus sont présentés dans le tableau sur la page suivante.

GAMMES	AVANT	APRES	GAIN
DBL CAPOT J92	96 s	45 s	53%
CDC AR G B52	86 s	47 s	45%
CAISSON PLC G K67	49 s	43 s	12%

Tableau 7 : Résultats obtenus (pour une seule pièce)

Aspect économique du gain par emballage :

La gamme retouchée	gain / emballage (s)	gain (heures)	gain (euros)
DOUBLURE CAPOT AVANT J92	5100	1,417	3,1875
CAISSON PLC GAUCHE K67	318	0,088	0,19875
CDC ARRIERE GAUCHE B52	540	0,150	0,3375

Cette amélioration ne pourra être validée qu'après la création d'une FOS (Feuille d'opération standard) ; afin de former tous les retoucheurs à cette nouvelle configuration.

La réussite de cette amélioration reste en fonction de plusieurs paramètres, à savoir : l'engagement des retoucheurs, leur dextérité, et évidemment leur niveau de formation.

4.5 Modélisation de la solution technique sur l'outil OP10 « Panneau inf/sup B52 »

La direction d'ingénierie du département emboutissage de RTE, est chargée de la mise en place des modifications sur les moyens de production. Pour ce faire, tout changement doit être conforme au standard Renault (Norme Renault EM24.54.700).

Pour ce type de problèmes, comme sur l'outil OP10 dont on parle, la DIVD a proposé l'installation d'un « système de compensation ». Un système composé de ressorts à gaz et dont le but est de corriger l'effet occasionné par un écart par rapport au standard. Généralement, les emboutis « SE » se montent sur des presses équipées de coussins hydrauliques (Standard PEGI-GE24-060C) avec chandelles. Pour l'outil de notre cas, il repose sur des ressorts à gaz dans sa partie inférieure. Donc, ce système mis en place devrait atténuer les effets de l'écart que nous venons de citer tels que : le bruit, les chocs, un contact brusque...etc. ces derniers occasionnent de leur part le collage de la pièce.

Les figures suivantes montrent la différence entre un outil OP10 avec chandelles, ainsi que l'outil avec ressorts à gaz.

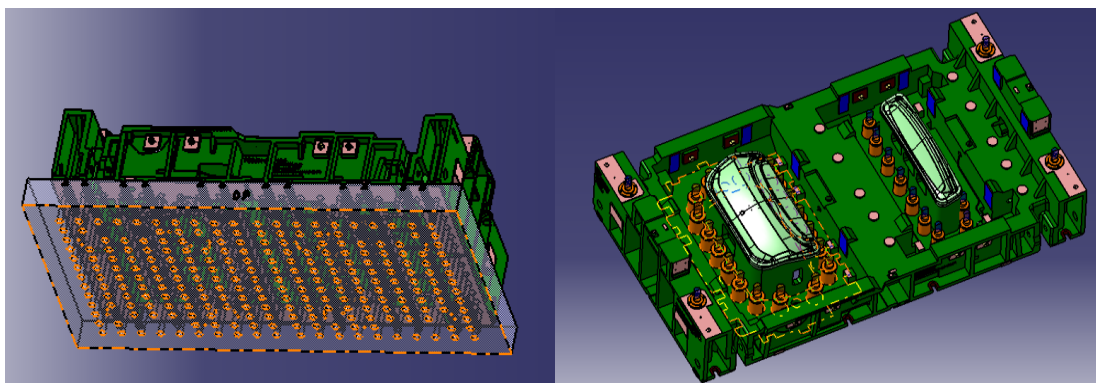


Figure 85 : outil avec chandelles (gauche) / outil avec ressorts à gaz (droite)

L'outil de l'image de gauche est conforme aux préconisations du standard, alors que l'outil de droite avec ressorts à gaz (autour des deux poinçons) présentent un écart par rapport à ce standard.

Les deux pièces de la gamme concernée sont sur l'image de droite, se situent à l'arrière de la voiture et sont considérées comme pièces d'aspect.



Figure 86 : Panneaux inférieur et supérieur sur la Dacia Sandero

La gamme composée de ces deux pièces est réalisée par l'intermédiaire de 4 opérations : une seule opération d'emboutissage OP10, et 3 opérations de reprises (OP20, OP30, OP40). Dans cette partie, seule l'opération d'emboutissage nous intéresse.

Pendant ce stage, j'ai pu assister à la phase d'étude de la solution, et ma tâche a consisté à réaliser une modélisation tridimensionnelle de la solution. Cette modélisation a pour vocation la validation de la faisabilité de la solution.

C'est un outil associé à une très grande presse simple effet, sa partie inférieure se compose des éléments suivants :

- Un serre-flan sur coussin pour chaque pièce (inf et sup) ;
- Un bati commun ;
- Un poinçon pour chaque pièce ;

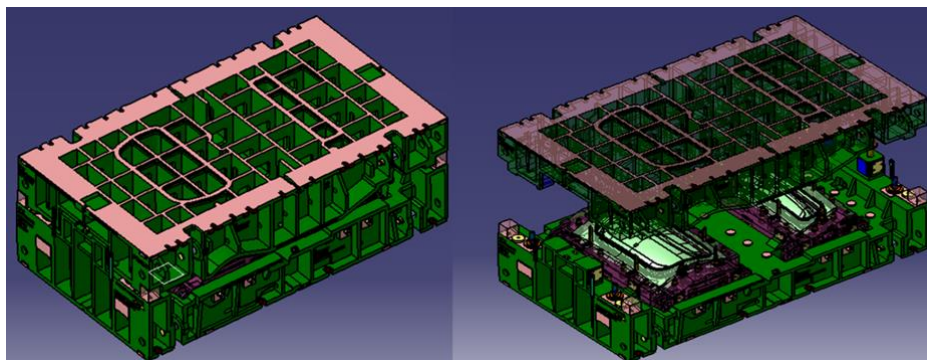


Figure 87 : Outil OP10 (fermé/ouvert)

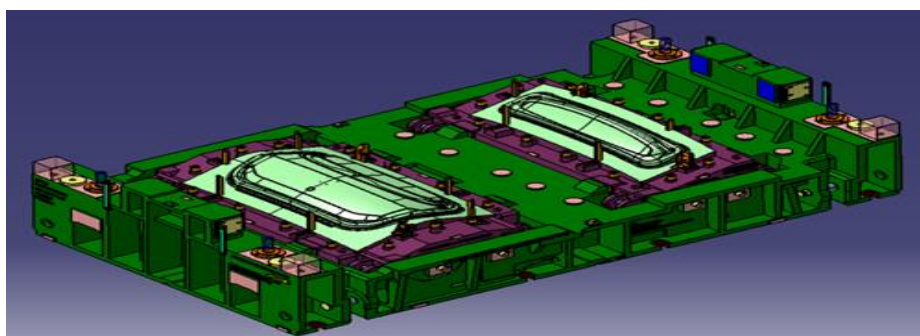


Figure 88 : Partie inférieure de l'outil

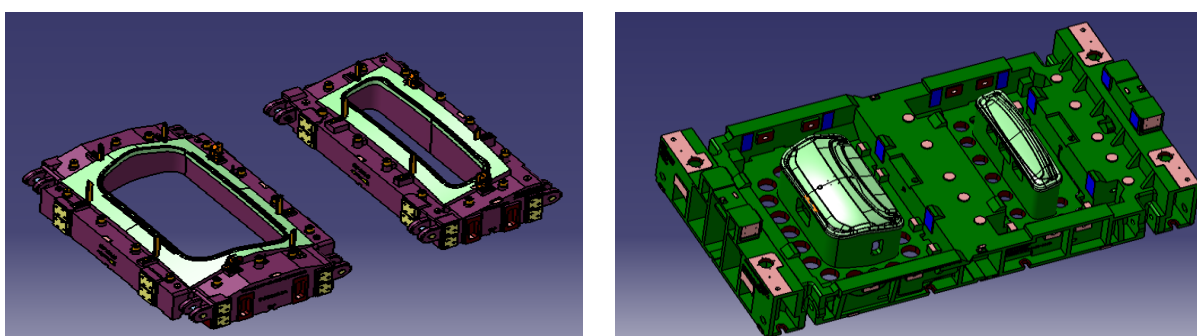


Figure 89 : Serre-flan (à gauche), bâti et poinçon (à droite)

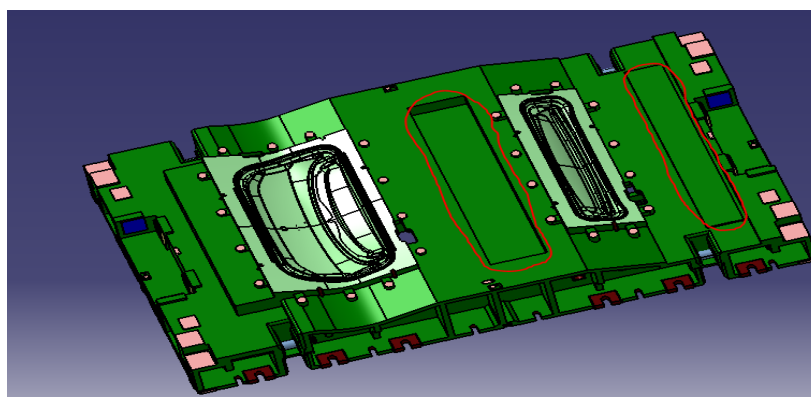


Figure 90 : Partie supérieure avec emplacement des nouveaux ressorts à gaz

La figure 90 montre l'emplacement des ressorts à gaz associés au système de compensation.

La modélisation 3D se décompose en deux étapes majeures :

- Conception des ressorts à gaz ;
- Implantation (assemblage) des ressorts à gaz sur le bâti de la partie supérieure.

La réalisation des ressorts à gaz est conforme aux spécifications posées par la DIVD.

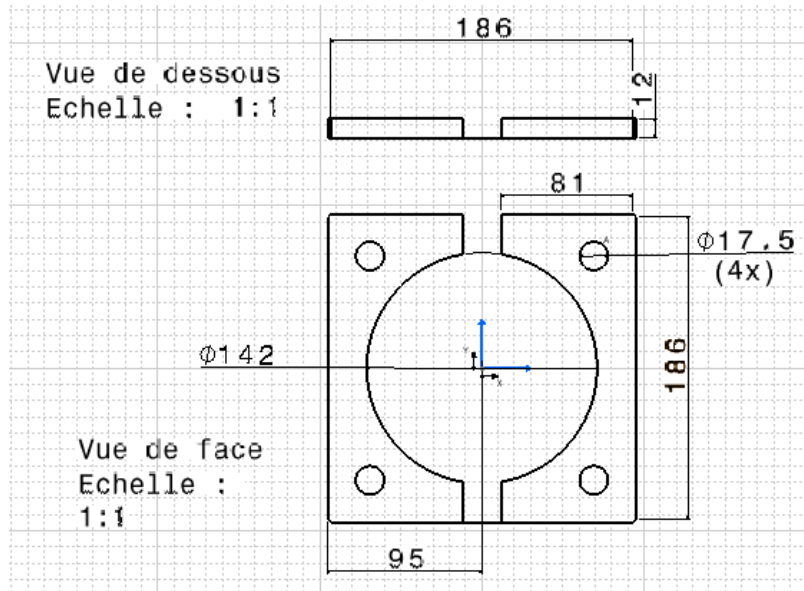


Figure 91 : Dessin 2D de la plaque de fixation (DIVD)

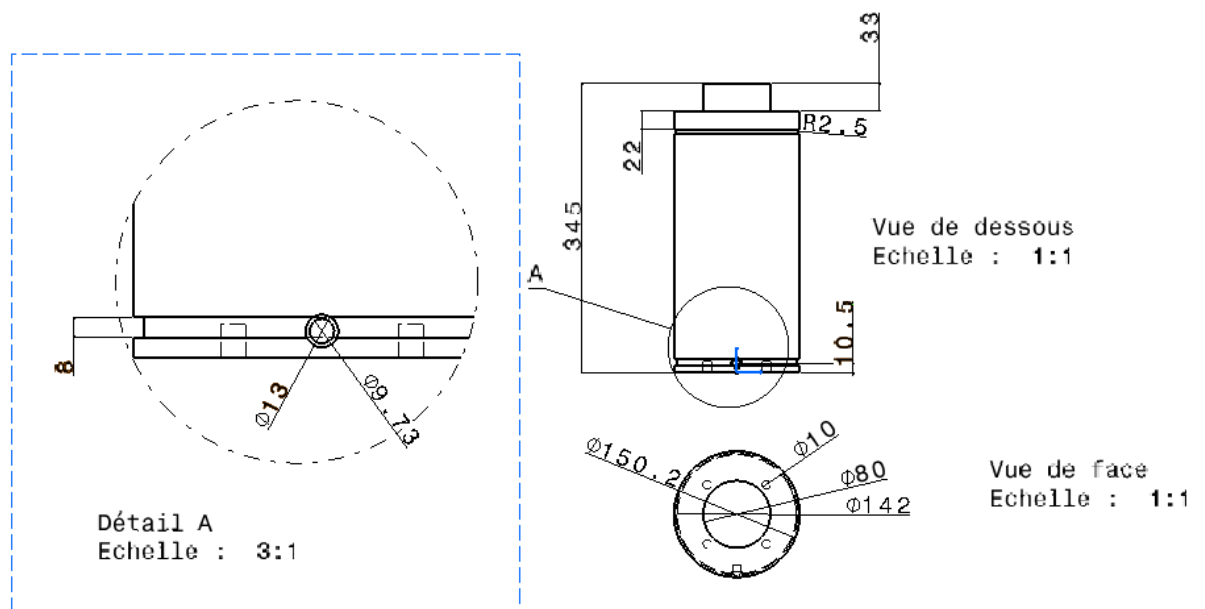


Figure 92 : Dessin 2D du ressort à gaz

A partir des deux dessins 2D, nous avons pu concevoir la modélisation 3D du ressort et de la plaque de fixation.

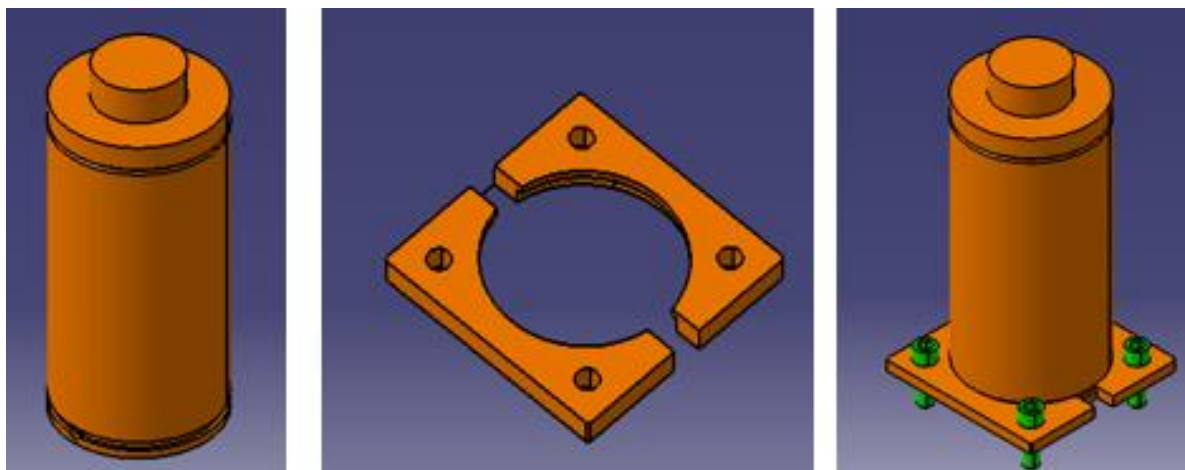


Figure 93 : Conception du ressort à gaz conforme aux spécifications

Pour fixer les ressorts à gaz sur les bases de réceptions soudées sur le bâti de la partie supérieure, ils ont recommandé des vis à tête cylindrique à six pans creux.

La figure 94 montre la mise en place des bases, qui vont recevoir le système { ressort + plaque de fixation + vis de fixation }, sur le bâti de la partie supérieure.

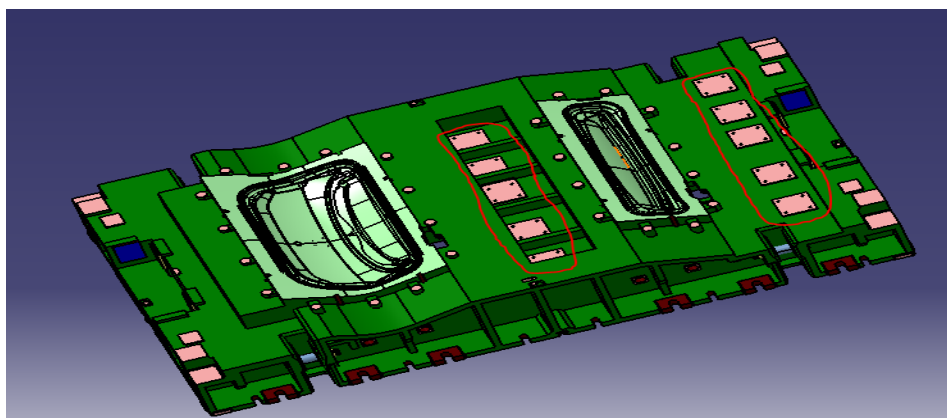


Figure 94 : Bases de réception des ressorts à gaz (partie sup de l'outil)

Ensuite, l'étape qui suit est d'implanter les ressorts à gaz sur la partie supérieure comme illustré sur la figure 95.

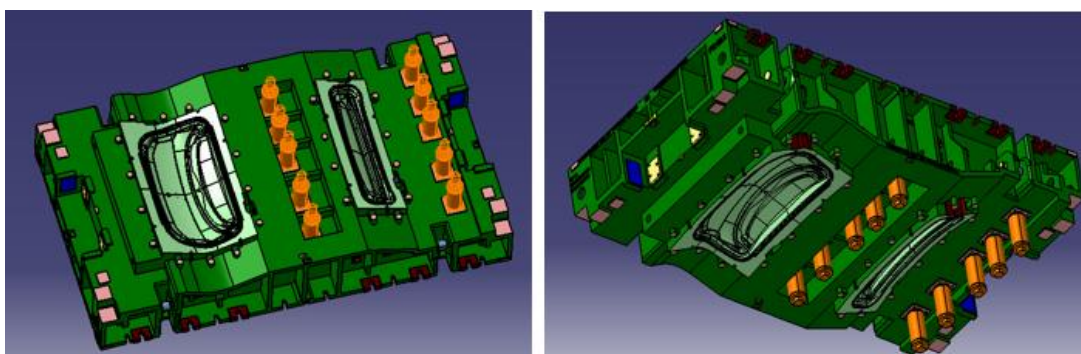


Figure 95 : Partie supérieure de l'outil avec ressorts implantés



Figure 96 : Vue de face de l'outil (Avant (à gauche)/Après (à droite))

Après avoir conçu la modélisation de la solution technique mise en place par la DIVD, l'efficacité de ce travail se démontrera avec de la simulation de l'opération d'emboutissage sur la plateforme AUTOFORM ou bien ESI PAM STAMP. Ceci va aider davantage la DIVD à valider la faisabilité de la solution technique.

5. Septième étape : confirmation des effets

Check

La durée du stage ne permet pas de vérifier tous les effets des solutions apportées, surtout lorsque Le département confronte des périodes de crise. Cela n'empêche pas de présenter les dernières valeurs du taux global de retouche. Cet indicateur nous a permis de conclure que les améliorations et les actions mises en place vont dans le bon sens.

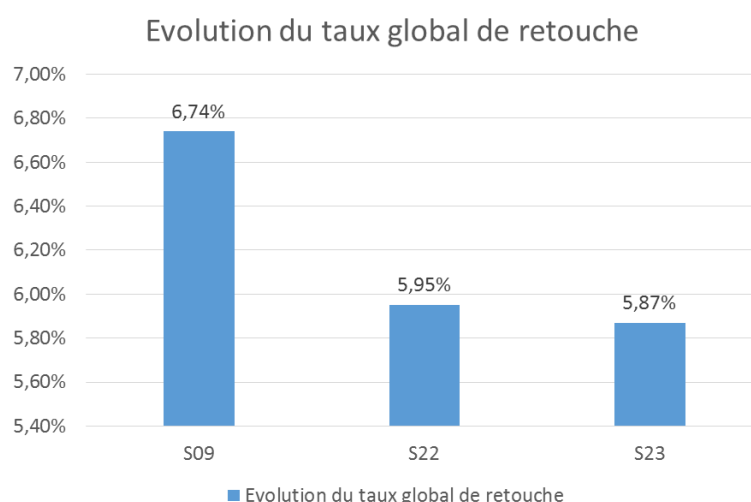


Figure 97 : Graphique d'évolution du taux global de retouche (S22/S23)

Les deux étapes restantes de la démarche concernent la standardisation et l'assurance de la pérennité des solutions et améliorations ainsi que la planification des actions futures, et sont

considérées comme le reste à faire du projet. L'équipe chargée du chantier Lean d'amélioration prendra soin de ces deux étapes.

Conclusion

Ce chapitre a permis de présenter la partie « Do » du cycle PDCA. Nous avons commencé par une étape d'analyse profonde autour du problème afin d'en sortir les principales causes racines. De ce fait, nous avons pu établir un plan d'actions et d'améliorations. La fin de ce chapitre se caractérise par un travail d'aspect plus technique. Finalement, nous avons pu comparer la valeur du taux global de retouche avec la valeur initiale calculée à la semaine du début de stage, chose qui a donné de bonnes impressions sur les améliorations mises en œuvre.

Conclusion générale et perspectives

L'emboutissage est une technique qui permet de transformer un métal, livré en feuilles ou en bobines, en pièces de formes complexes. Du fait de sa complexité, de la difficulté qu'il y a à quantifier les facteurs influents et leurs interactions, l'emboutissage est resté longtemps un art plutôt qu'une technique, ce qui rend l'obtention de pièces de bonne qualité, une tâche assez délicate, et les fabricants sont confrontés généralement à des pièces rebutées ou retouchées. Dans ce sens, le département emboutissage de RTE s'est lancé dans un chantier d'amélioration de son processus de la retouche des pièces fabriquées, et ce stage a été réalisé dans la même perspective.

La méthode de résolution de problèmes Quality Control Story a été choisie comme démarche dans ce projet de fin d'études. Cette démarche se base principalement sur l'approche de l'amélioration de la qualité PDCA. Dans ce sens, nous avons cité que le taux de retouche a atteint 6.74% dépassant le seuil 4% défini par la direction du département, aussi la charge en termes de temps. Ces deux facteurs ont suscité l'existence de ce projet, et ensuite nous avons enchaîné par une phase d'analyse et de recherche des causes telles que les problèmes de suivi, les anomalies de pollution et les écarts au niveau des outils d'emboutissage, et finalement nous avons pu mettre en place des mesures correctives remédiant aux problèmes découverts comme la mise en place des outils de suivi, la mise en place d'une protection des flans, et la modélisation tridimensionnelle d'une solution technique au niveau d'un outil d'emboutissage.

Le travail réalisé a porté sur des tâches d'aspect d'organisation et de gestion, aussi que d'aspect technique. Pour le taux de pièces retouchées, le travail a commencé par la mise en place d'une solution de protection de flans après l'opération de découpe. Ensuite, des outils de suivi de l'état des zones du process, et du NON-PAD, ainsi que des alertes clients ont été créés et exploités. Pour la notion de temps, nous avons mis l'accent sur les opérations à non-valeur ajoutée telles que les déplacements, les préparations de pièces, nous avons proposé un nouvel ordonnancement d'opérations dans le but de le projeter sur toutes les gammes fabriquées. La fin de ce rapport se caractérise par une modélisation 3D d'une solution technique afin de valider sa faisabilité sur un outil d'emboutissage.

Ce projet de fin d'études a été pour moi une expérience fort enrichissante dans la mesure où il m'a permis d'intégrer le monde professionnel et d'avoir l'occasion de mettre en pratique le savoir-faire et compétences acquises tout en apprenant à développer et améliorer d'autres qualités telles que l'agilité, l'investigation, ainsi que l'esprit d'analyse et de critique.

En guise de perspectives pour ce projet de fin d'études, d'autres études peuvent être réalisées autour de la maîtrise de l'ensemble des paramètres influents la qualité des pièces embouties, par l'intermédiaire de plan d'expériences par exemple. Aussi la séparation du processus de la retouche de l'atelier de fabrication est une bonne voie d'amélioration.

Bibliographie

Formation QC STORY, F.Bidault.

L'emboutissage des aciers, Alain Col.

PEGI, SPR Renault.

Mechanics of sheet metal forming, Z. Marciniak

Technologie des outils, Reynald Nonnon

Technologie des tôles, Francis Touny

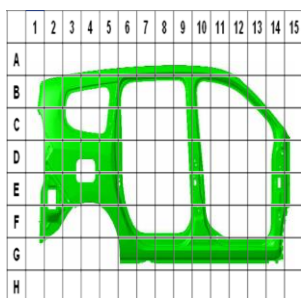
Barème sectoriel de qualité, Département Emboutissage RTE.

Annexe : Les gammes fabriquées à RTE

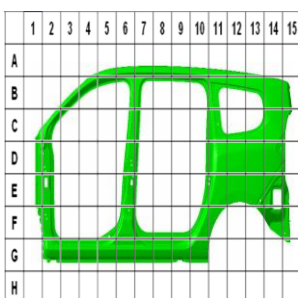
X52



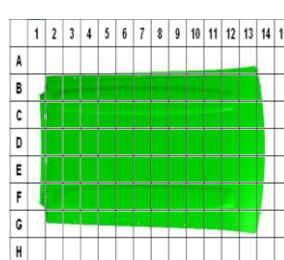
K67/J92



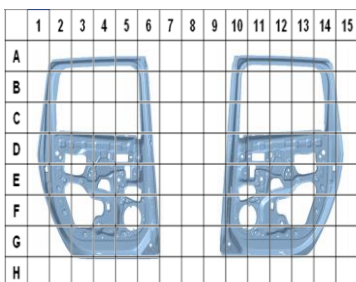
CDC Dt J92



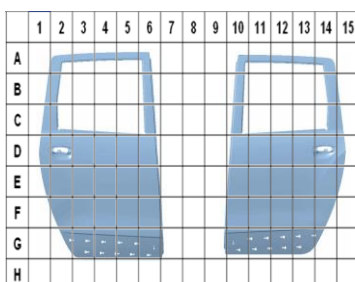
CDC Gh J92



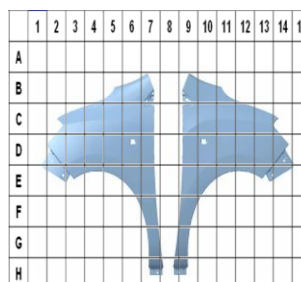
Pavillon J92



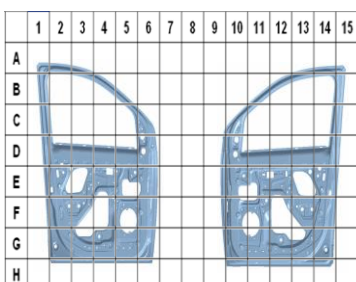
Caisson Ar Gh/Dt J92



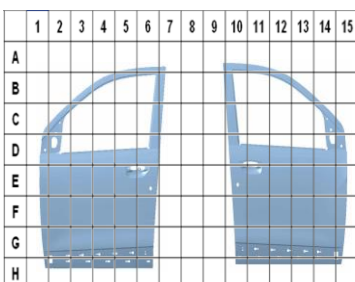
Panneau Ar Gh/Dt J92



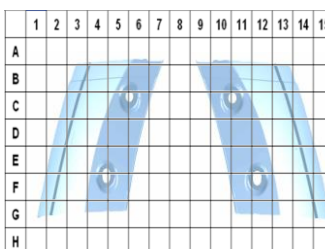
Aile Av Gh/Dt



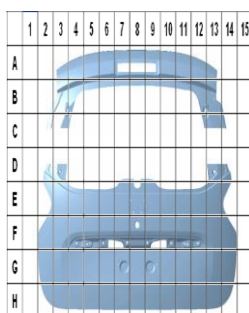
Caisson Av Gh/Dt



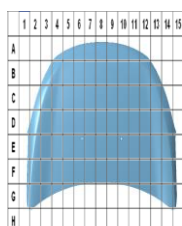
Panneau Av Gh/Dt



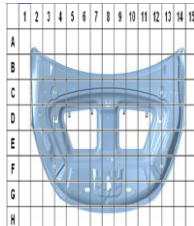
Panneau lateral Gh/Dt J92



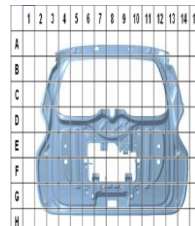
Panneau inf/sup PDC J92



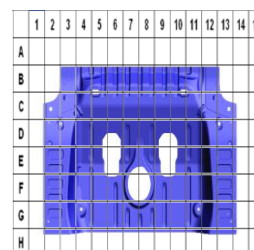
Panneau capot



Caisson capot



Caisson PDC J92



PLANCHER AR PARTIE AV