HAL
open science

Études process et outillages ferrage de la ligne armature B81 (DS5) à Shenzen en Chine

Sébastien Touzain

To cite this version:

Sébastien Touzain. Études process et outillages ferrage de la ligne armature B81 (DS5) à Shenzen en Chine. Mécanique des matériaux [physics.class-ph]. 2013. dumas-01275288

HAL Id: dumas-01275288

https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01275288v1

Submitted on 17 Feb 2016

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET METIERS

CENTRE REGIONAL DE FRANCHE COMTE

MEMOIRE

Présenté en vue d'obtenir

LE DIPLOME D'INGENIEUR CNAM

SPECIALITE : MECANIQUE

OPTION : PRODUCTION AUTOMATISEE

Par

TOUZAIN Sébastien

ETUDES PROCESS ET OUTILLAGES FERRAGE DE LA LIGNE ARMATURE B81 (DS5) A SHENZHEN EN CHINE

Soutenu en février 2013

JURY

PRESIDENT :	Christophe DECREUSE	Responsable CNAM Franche-Comté
MEMBRES :	Pierre Alain WEITE	Professeur encadrant / Tuteur
	Eric GETE	Professeur encadrant
	Pascal METHOT	Responsable CFER/PCPM/PCPE
	Christian TRIBOULET	Responsable CFER/PCPM/PCPE/CROE

CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET METIERS

CENTRE REGIONAL DE FRANCHE COMTE

MEMOIRE

Présenté en vue d'obtenir

LE DIPLOME D'INGENIEUR CNAM

SPECIALITE : MECANIQUE

OPTION : PRODUCTION AUTOMATISEE

Par

TOUZAIN Sébastien

ETUDES PROCESS ET OUTILLAGES FERRAGE DE LA LIGNE ARMATURE B81 (DS5) A SHENZHEN EN CHINE

Soutenu en février 2013

Le sujet du présent mémoire a été traité au sein du service CFER/PCPM/PCPE/CROE (Conception Ferrage/Préparation Conception des Processus et Moyens/Préparation Conception Processus Est/Conception Robe Est) de l'entreprise PSA PEUGEOT CITROEN, site de SOCHAUX et sous la direction de Mr Pascal METHOT et Mr Christian TRIBOULET.

REMERCIEMENTS

Je souhaite adresser mes remerciements les plus sincères aux personnes qui m'ont apportées leur aide et qui ont contribuées à l'élaboration de ce mémoire, ainsi qu'à la réussite de mon cursus universitaire CNAM.

En premier lieu, je tiens à remercier Mr Jean Marc OUGIER, responsable de service PCPM (Préparation Conception des Processus et Moyens), pour m'avoir fait confiance en validant ma demande de stage au sein de son service.

Je tiens également à remercier tout particulièrement Mr Pascal METHOT responsable de service PCPM/PCPE (Préparation Conception Processus Est), ainsi que Mr Christian TRIBOULET responsable de PCPM/PCPE/CROE (Conception Robe Est), pour m'avoir soutenu et épaulé durant toute la durée de mon stage.

J'adresse un grand merci à toute l'équipe avec laquelle j'ai travaillé sur le projet, pour leur savoir-faire et leur professionnaliste. Sylvain TOURTEAU, Technicien Simulation Robotique, Thierry DRAJAC, Agent d'Etudes des Temps et Nicolas GUFFROY, Implanteur.

Enfin, merci à toute l'équipe pédagogique du CNAM et à Mr Christophe DECREUSE, directeur du CNAM Franche Comté, pour leur aide et leurs nombreux conseils.

Un merci particulier à Mr Pierre Alain WEITE, professeur au CNAM et mon tuteur pour ce mémoire, pour tous ses conseils.

Je n'oublie pas les membres de ma famille, pour leur contribution, leur soutien et leur patience.

LISTE DES ABREVIATIONS ET GLOSSAIRE

ASS	Assemblé.
Autocad	Logiciel d'implantation.
AVP	Avant-Projet.
BCFER	Base de Chiffrage Ferrage.
BVH	Base Véhicule, base roulante ou soubassement.
Cadence	Quantité de pièces produites par unité de temps.
CAEG	Caisse équipée garnie : Bureau d'études produit.
Caisse en blanc	Caisse assemblée non peinte.
CAPSA	C'est une joint-venture entre « China Changan Automobile Group » et « PSA Peugeot Citroën » créée le 18 juillet 2011.
CATIA V5	Logiciel de conception 3D.
CFER	Service Conception Ferrage.
Cielo	Toit panoramique en verre.
Codydraw	Logiciel d'étude de temps : Réalisation de diagramme de cycle.
CROE	Service Conception Robe Est.
Disponibilité	C'est le temps moyen de bon fonctionnement divisé par le temps moyen entre défaillances. Elle est exprimée en pourcentage.
DFN	Définition Numérique des pièces du véhicule en 3D.
DRD	Direction Recherche et Développement.
DRF	Document de références fonctionnelles.
EMB	Emboutissage.

FEB	Fiche d'expression de besoin.
Flux	Ensemble d'éléments évoluant dans un même sens. Déplacement d'éléments dans le temps et dans l'espace.
Globalisation	D'un point de vue économique, c'est le processus d'internationalisation des transactions industrielles, commerciales et financières.
Holding	Société financière dirigeant et contrôlant d'autres sociétés dont elle détient les actions.
Joint-venture	Coopération entre entreprises. Dans le cas présent, coopération de PSA avec une société locale en Chine, qui forme CAPSA.
LMR	Liste du matériel retenu.
MEF	Montage des Eléments finis : montage des ouvrants sur la caisse.
Manutention	Opération de transfert de pièce.
MAG	Metal Active Gas.
MIG	Mertal Inert Gas.
MSA	Moyen de Soudure Automatique.
MSM	Moyen de Soudure Manuelle.
MSR	Moyen de Soudure Robotisé.
OUV	Secteur des Ouvrants (Portes, capot, volet…).
PCM	Plan condition méthodes.
PCPE	Préparation Conception Processus Est.
PCPM	Préparation Conception des Processus et Moyens.
PQG	Poste Qualité Garantie.

Processus Ferrage	Assemblage de la caisse en blanc.
PSA	Peugeot Société Anonyme.
PSE	Point de Soudure Electrique.
QGEI	Qualité Géométrique Extérieure et Intérieure.
R&D	Recherche et développement.
ROBCAD	Logiciel de simulation robotique.
ROBE	Secteur ferrage incluant les côtés de caisses et l'armature.
RT	Référentiel Technique.
Schéma directeur	Plan de l'atelier ferrage indiquant les zones et les surfaces disponibles pour chaque ligne d'assemblage.
Station	Poste d'assemblage armature.
TA	Temps alloué.
Temps de cycle	Temps nécessaire pour la production d'une pièce.
Transfert	Déplacement de pièce entre des postes de production.

TABLES DES MATIERES

INTRODUCTION 1

Partie 1 - LE CONTEXTE 2

A - Présentation de la société 2

1 - Le groupe PSA 2

1-1 - Informations clés 2

1-2 - PSA : Un groupe global 3

1-2-1 - Les ventes mondiales 3

1-2-2 - Les sites de production 4

1-2-3 - Les secteurs d'activité 5

2 - Le site de Sochaux 7

2-1 - Informations générales : 7

2-2 - Production : 8

3 - Présentation de CAPSA 9

B - Service concerné 10

1 - La direction recherche et développement 10

2 - L'entité CFER 11

3 - Mon service : PCPM 12

4 - Initiation au ferrage 13

4-1 - Positionnement dans le flux 13

4-2 - Architecture véhicule 14

4-3 - Les différentes techniques d'assemblage 17

4-3-1 - Le soudage par points 17

4-3-2 - Le soudage ARC 18

4-3-3 - Le soudage Laser 19

4-3-4 - Le sertissage 20

4-3-5 - Le clinchage 20

4-3-6 - L'encollage 21

4-3-7 - Le soudage Arc tiré 21

4-4 - La robotique 22

4-5 - La mécanique 22

Partie 2 - PROBLEME POSE ET TRAVAUX ANTERIEURS 24

A - Définition du projet 24

1 - Périmètre concerné 24

1-1- Le Process au ferrage 24

1-2 - Principe d'une ligne Armature 26

2 - Les données d'entrées 27

2-1 - Le produit 27

2-1-1 - Diversité véhicule 27

2-1-2 - Les pièces à assembler 27
2-1-3 - Les liaisons d'assemblage 28
2-2 - Plans Conditions Méthodes : PCM 30
2-3 - Projet et stratégie 31
2-3-1 : Investissement 31
2-3-2 : Cadence, disponibilité et temps de cycle 31
2-4 - Le site industriel : Schéma directeur 32
3 - Les Choix techniques et achats 33
3-1 - Le type de manutention 33
3-2 - Liste du matériel retenu 34
4 - Formulation du sujet 35

B - Organisation Projet 37
1 - Organigramme 37
1-1- Equipes projets 37
1-1-1 Equipe CAPSA 38
1-1-2 Les services partenaires 38
1-1-3 - Bureau d'études extérieur 38
2 - Fonctionnement Projet 39
3 - Planning projet 40
4 - Les livrables 41
4-1- Avance de phase 41
4-2- Etude Process 41
4-3- Etudes Outillages 42
5 - Mon rôle 43

C - Avance de phase / Travaux antérieurs 44
1 - Le référentiel technique ferrage Process Armature 44
2 - Le Pré-Process fourni par CAPSA 49
2-1- Constats 49
2-2- Analyse du pré-Process 50
2-3- Synthèse 57
3 - Chiffrage du Pré-Process CAPSA 59

Partie 3 - SOLUTIONS PROPOSEES 61

A - Etude Process 61
1 - Objectifs 61
2 - Organisation 61
2-1- Constitution de l'équipe 61
2-1-1 - Tableau des ressources 61
2-1-2 - Ressources internes 63
2-1-3 - Ressources externes 63
2-2- Semaine type 64
3 - Propositions Process 65
3-1- Postes automatiques 65

3-1-1 - Conformation Armature caisse 65
3-1-2 - Conformation pavillon Cielo et face AV 72
3-1-3 - Finition soudure 79
3-1-4 - Mesure laser 81
3-1-5 - Evacuation Armature assemblée 83
3-2- Postes manuels 83
3-2-1 - Opérateur 1 84
3-2-2 - Opérateur 2 89
4 - Process définitif 92
4-1- Implantation 92
4-2- Synthèse 93
4-3- Chiffrage 93

B - Etudes outillages 3D / 2D 95
1 - Objectifs 95
2 - Organisation 96
2-1- Constitution de l'équipe 96
2-1-1 - Tableau des ressources 96
2-1-2 - Ressources internes 97
2-1-3 - Ressources externes 97
2-2- Recherche bureau d'études extérieur 97
2-2-1 - Consultation 97
2-2-2 - Négociation 99
2-3- Pilotage 100
3 - Dossier d'études du Conformateur face AV 101
3-1- 3D outillage 102
3-2- 2D d'ensembles et nomenclature 105
3-3- 2D de géométrie : Planche 014 106
3-4- DRF 107
3-5- Calculs de masse et d'inertie du conformateur 108

Partie 4 - RESULTATS ET DISCUSSION 110

CONCLUSION 112

ANNEXES 113

LISTE DES FIGURES 120

LISTE DES TABLEAUX 124

INTRODUCTION

Si le Groupe PSA a affiché en 2011 un résultat opérationnel courant positif de 1,3 milliard d'euros, c'est grâce aux bons résultats obtenus par ses filiales, Banque PSA Finance, Gefco et Faurecia, qui, chacune dans son domaine d'activité, a progressé.

La division automobile, elle, a connu une année contrastée, le second semestre balayant les espoirs qu'avait fait naître le premier.

En effet, à partir du milieu de l'année, le contexte économique s'est en effet dégradé et PSA a souffert d'une conjoncture beaucoup plus défavorable.

Concomitamment à la crise financière, les marchés automobiles européens se sont effondrés, en particulier en Europe du Sud.

Dans ce contexte de marchés européens moroses, PSA poursuit en 2012 sa stratégie de globalisation, avec entre autre, la construction de nouvelles usines en CHINE, dans le cadre de ses deux joint-ventures, ce qui va permettre d'augmenter les capacités de production.

A la stratégie de globalisation, s'ajoute celle de la montée en gamme. En effet, les modèles Premiums (hauts de gammes), comme la Peugeot 508 ou la Citroën DS5, représentent aujourd'hui 18 % des ventes du Groupe, contre 13 % en 2010.

C'est pourquoi, PSA a décidé en 2011 de lancer son véhicule haut de gamme DS5 en CHINE, sur son nouveau site de production à SHENZHEN.

Le présent mémoire portera donc sur l'industrialisation de la DS5 en CHINE, et plus particulièrement sur la conception du Processus et des outillages de fabrication ferrage de la ligne Armature de caisse.

Partie 1 - LE CONTEXTE

A - Présentation de la société

1 - Le groupe PSA

1-1 - Informations clés

Le groupe PSA PEUGEOT CITROEN est créé en mai 1976 par la fusion de Citroën SA et de Peugeot SA. Le holding Peugeot SA détient 100 % des deux sociétés automobiles.

PSA est aujourd'hui dirigé par Philippe VARIN, président du directoire, depuis le 01 juin 2009.

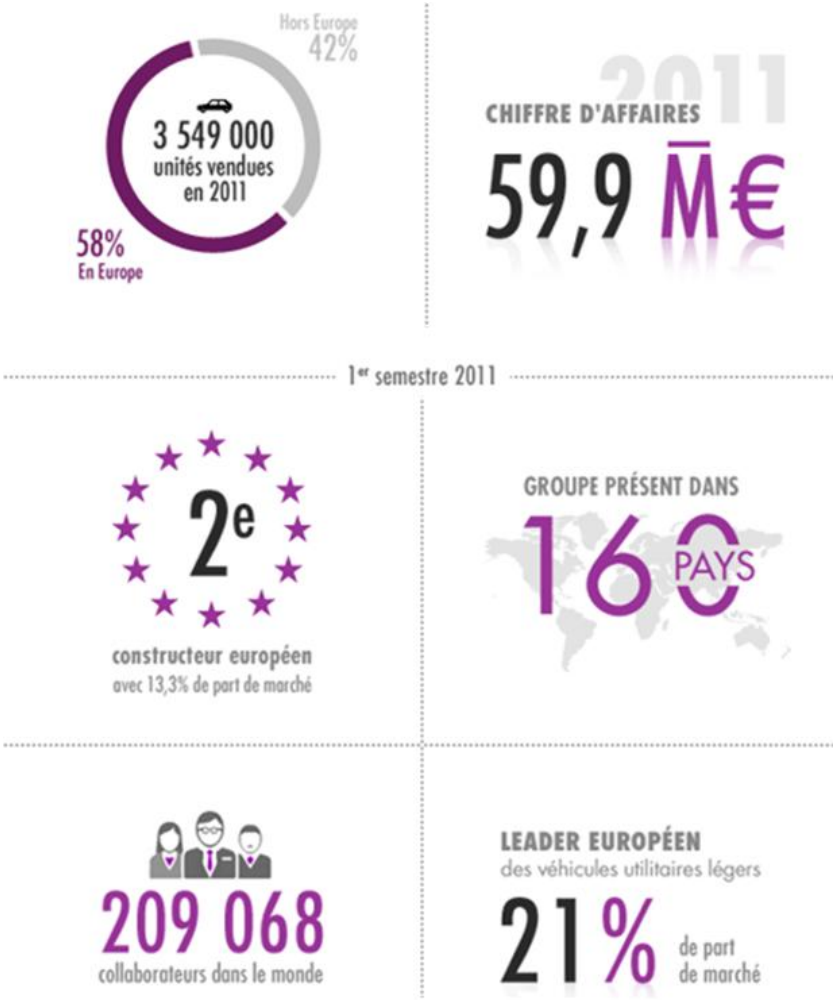


Figure 1 : Les chiffres clés PSA 2011

1-2 - PSA : Un groupe global

1-2-1 - Les ventes mondiales

Le groupe PSA est un constructeur automobile français, fort de deux marques de renommée mondiale, Peugeot et Citroën.

Deuxième constructeur automobile européen et présent dans 160 pays, Le Groupe a vendu 3,5 millions de véhicules dans le monde en 2011.

En 2011, PSA Peugeot Citroën a poursuivi sa stratégie de globalisation. Les ventes hors d'Europe ont atteint 42%, en bonne voie pour atteindre l'objectif de 50% en 2015. Le Groupe a progressé sur chacun de ses marchés prioritaires, avec une croissance de ses ventes de 7% en Chine, 11% en Amérique latine et 34% en Russie. Les capacités de production du Groupe à l'international augmenteront en 2012 et 2013, avec la construction de nouvelles usines en Chine, les travaux d'extension de l'usine de Porto Real (Brésil) et la montée en puissance de celle de Kaluga (Russie).

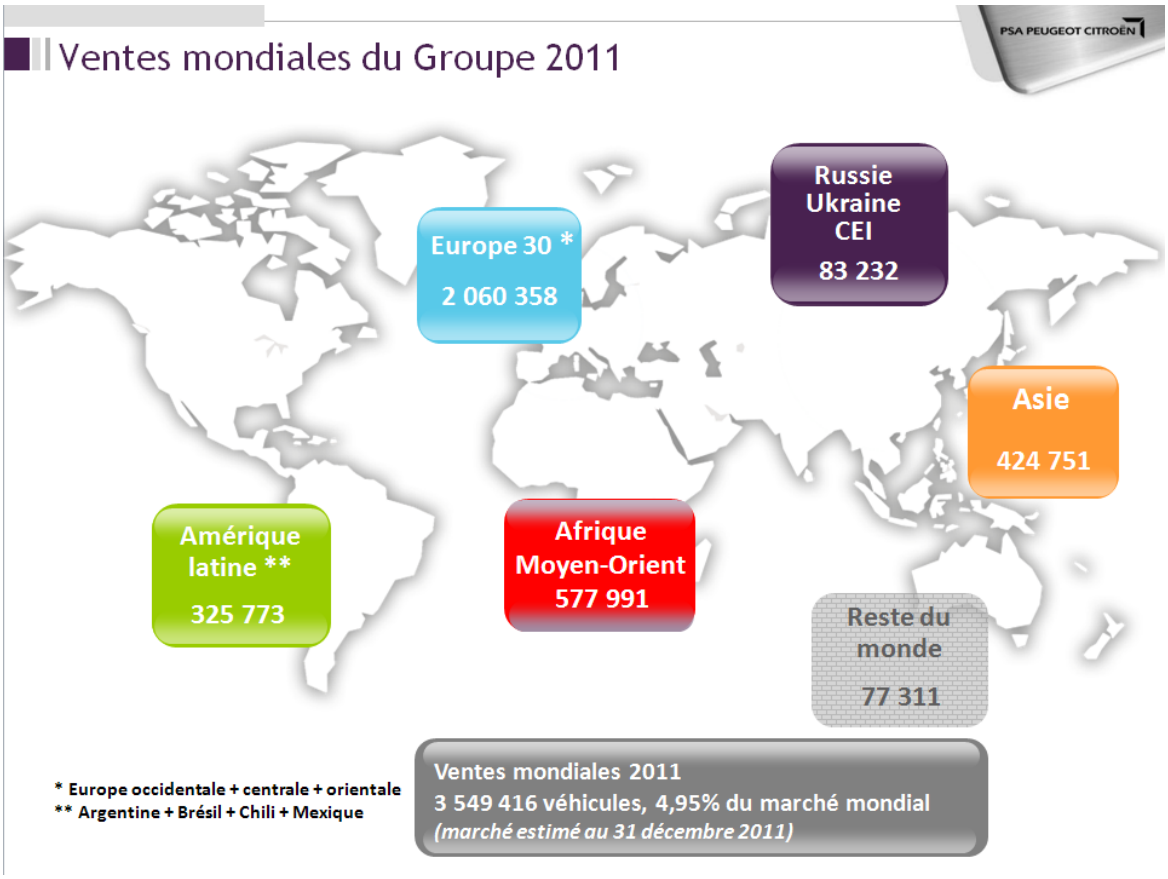


Figure 2 : Ventes mondiales de PSA en 2011

1-2-2 - Les sites de production

Le groupe compte 16 centres de production dans le monde. Le 17ème est en cours de construction, il s'agit du site de Shenzhen en Chine. Ils se répartissent de la façon suivante :

-**En France :** les sites d'Aulnay, Poissy, Rennes, Mulhouse, Sochaux, et Sevelnord.

-**En Europe :** Madrid (Espagne), Vigo (Espagne), Mangualde (Espagne), Kolin (République tchèque), Trnava (Slovaquie) Kaluga (Russie) et Val Di Sangro (Italie).

-**En Amérique latine :** Porto Real (Brésil) et Buenos Aires (Argentine)

-**En Asie :** Wuhan (Chine) et Shenzhen (Chine, en cours de construction)

Figure 3 : Les sites de productions PSA dans le monde

Tableau I : Production PSA 2011 par site

CENTRES DE PRODUCTION AUTOMOBILE

Sites	Pays	Véhicules produits en 2011	Volumes 2011
Wuhan *	Chine	207 (bicorps et tricorps), 307 (bicorps), 308, 408, 508, C2, C-Elysée (tricorps), C-Quatre (bicorps et tricorps), C-Triomphe, C5	**404 404**
Sochaux	France	308 berline, 308 SW, 308 CC, 308 break, 3008, 5008, DS5	**372 224**
Vigo	Espagne	C4 Picasso, Grand C4 Picasso, Berlingo, Partner	**355 797**
Mulhouse	France	206+, 308, C4, DS4	**320 005**
Poissy	France	207, 207 SW, C3, DS3	**237 981**
Rennes	France	C5, C5 Tourer, C6, 407 coupé, 508 (+ break)	**182 257**
Kolin *	Rép. tchèque	C1, 107	**179 977**
Trnava	Slovaquie	207, C3 Picasso	**177 789**
Buenos Aires	Argentine	206 Generation, 207, 307, 408, Partner, C4, Berlingo	**150 373**
Porto Real	Brésil	207, 207 SW, 207 Passion (tricorps), Hoggar, C3, C3 Aircross, Xsara Picasso	**145 762**
Aulnay	France	C3	**135 787**
Sevelsud *	Italie	Boxer, Jumper	**98 522**
Madrid	Espagne	207, 207 CC, 207 SW	**95 809**
Sevelnord *	France	807, C8, Expert, Jumpy	**74 992**
Mangualde	Portugal	Partner, Berlingo, Partner Origin, Berlingo First	**50 291**
Kaluga*-SKD**	Russie	308, C4, C-Crosser, 4007	**44 140**

* Coopérations et joint-ventures.
** SKD : Semi Knocked Down (assemblage).

SITES DE PRODUCTION PARTENAIRES

			Volumes 2011
Bursa (Turquie)	Karsan	Partner Origin, Berlingo First	**16 777**
	Tofas	Nemo, Bipper	**68 166**
Mizushima (Japon)	Mitsubishi	4007, 4008, C-Crosser, C4 Aircross, i*On*, C-ZERO	**21 039**

1-2-3 - Les secteurs d'activité

L'activité principale de PSA est de « **Concevoir les automobiles de demain** ». Pour cela, les deux Marques PEUGEOT et CITROEN sont regroupées dans une même Direction dont les missions visent à garantir et à affirmer la différenciation des deux Marques.

Outre l'automobile, PEUGEOT conçoit, fabrique et commercialise des bicyclettes et des scooters

Figure 4 : Logos Peugeot et Citroën

La Banque PSA assure le financement des ventes des véhicules Peugeot et Citroën dans 24 pays.

Figure 5 : Logo Banque PSA

N°6 mondial, Faurecia est un des leaders mondiaux de l'équipement automobile.

Figure 6 : Logo Faurecia

Gefco apporte des solutions globales et innovantes à toute problématique de logistique industrielle. Présent dans 150 pays, GEFCO fait partie des 10 premiers groupes de logistique européens

Figure 7 : Logo GEFCO

- Les principaux faits marquants :

Le 18 juillet 2011 : création de la nouvelle joint-venture Changan PSA Automobile (CAPSA, Chine). La joint-venture est implantée à Shenzhen au sud-est de la Chine. Sa capacité de production annuelle sera de 200 000 véhicules et moteurs. La production du premier véhicule est prévue pour le second semestre 2012 avec la Citroën DS5.

Le 25 octobre 2011 : un accord signé entre BMW et PSA Peugeot Citroën donne naissance à BPCE (Bmw Peugeot Citroën Electrification), joint-venture consacrée au développement et à la production d'une technologie dédiée aux véhicules hybrides et électriques.

Début 2012 : PSA Peugeot Citroën et General Motors ont signé une Alliance stratégique mondiale, fondée sur 2 piliers principaux : le partage de plates-formes pour la production de véhicules en Europe et dans les pays émergents, et la mise en commun des achats au travers d'une joint-venture.

2 - Le site de Sochaux

2-1 - Informations générales :

- **Création du site** : Depuis sa création en 1912, plus de 20 millions de véhicules ont été fabriqués pour les routes de France et du monde entier sur le site de Sochaux.

De nombreux modèles mythiques comme la 201, la 403, la 404, la 504, la 205 ou plus récemment la 607, et bien sûr la première Citroën née sur le pays de Montbéliard, la DS5, ont tous été fabriqués par cinq générations d'hommes et de femmes de la région.

- **Superficie et infrastructure** : Le site s'entend sur 259 hectares de terrain et compte 30km de route et 28km de voies ferrées.

- **Salariés** : Le site de Sochaux emploie 12 110 salariés, répartis au sein de 3 grandes activités : - La production

- Le développement

- Centre technique de pistes et laboratoires

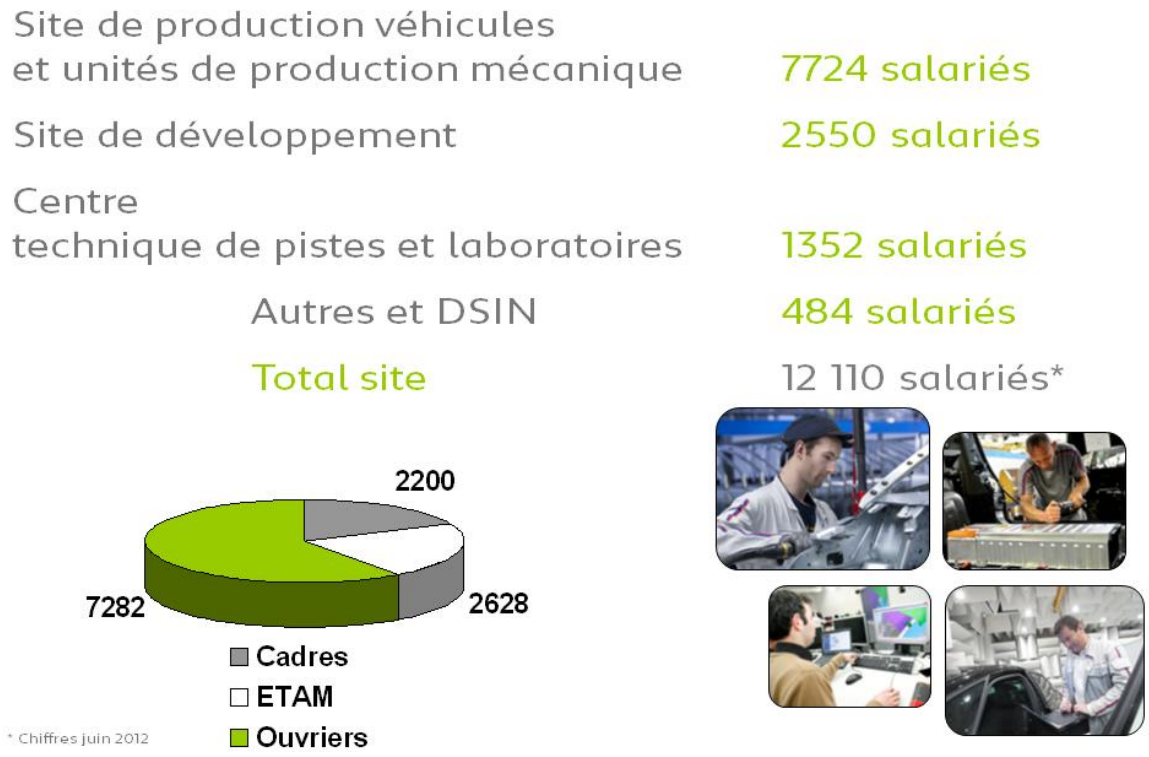


Figure 8 : Salariés du site de Sochaux

2-2 - Production :

Le site de Sochaux fabrique des véhicules de la plate-forme 2 (véhicules de taille moyenne).

En 2012, le site produit les véhicules suivants :

- 308 berline
- 308 SW et break
- 308 CC (Coupée cabriolet)
- 3008 thermique et hybride
- 5008
- DS5 thermique et hybride

En juin 2012, la production journalière s'élève à 1800 véhicules par jour.

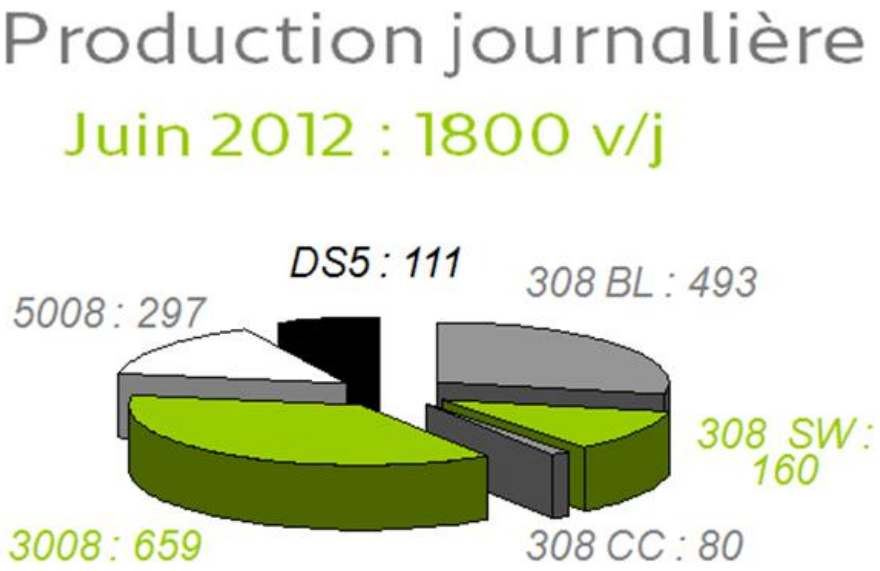


Figure 9 : Production journalière en Juin 2012

3 - Présentation de CAPSA

CAPSA (Changan PSA Automobile Co) est une joint-venture entre « China Changan Automobile Group » et « PSA Peugeot Citroën » créée le 18 juillet 2011.

Associant les savoir-faire de deux leaders, l'un chinois, l'autre européen, cette joint-venture produira et commercialisera en Chine des gammes de véhicules particuliers et de véhicules utilitaires légers. Dans un premier temps, la nouvelle structure concentrera ses efforts sur l'introduction en Chine de la ligne DS de la marque Citroën, en commençant par la DS5.

Implantée à Shenzhen, dans la province du Guangdong, la joint-venture aura au départ une capacité de production annuelle de 200 000 véhicules et moteurs. La joint-venture disposera également d'un centre de R&D.

Figure 10 : Image du site de Shenzhen en Chine

B - Service concerné

1 - La direction recherche et développement

La DRD (Direction Recherche et Développement) regroupe quatre activités :

Le Style : créer et développer le style extérieur et intérieur des véhicules Peugeot et Citroën, en respectant une cohérence d'ensemble et une stratégie de style capable d'enrichir et de différencier l'image de chacune des marques, tout en tenant compte des spécificités de chaque zone géographique.

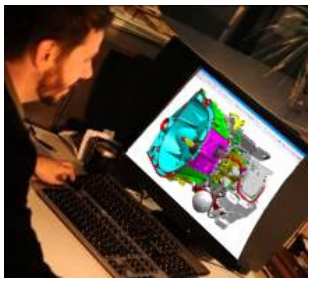
Figure 11 : Le Style

L'Innovation : préparer les « coups d'avance » du Groupe en développant les technologies-clés pour l'automobile de demain et en offrant des réponses innovantes et performantes aux attentes des clients.

Figure 12 : L'Innovation

Les Projets : conduisent les projets décidés, véhicules, modules et bases, pour livrer un produit et un processus industriel conformes aux objectifs de prestations, qualité, coûts, investissements, délais et ressources définis dans le contrat de projets.

Figure 13 : Les Projets



Les Métiers : Ils regroupent l'ensemble des métiers de l'ingénierie, la conception des moyens et l'industrialisation pour les véhicules et les organes.

Figure 14 : Les Métiers

2 - L'entité CFER

L'entité CFER (Conception Ferrage) appartient à l'activité « Métiers » de la Recherche et développement.

- Les missions et les objectifs :

- Animer le métier Monde Ferrage pour PSA et ses Joint-ventures.

- Industrialiser les caisses en blanc (caisses assemblées non peintes) dans les Usines Terminales.

- La maîtrise d'œuvre des schémas directeurs des usines de Ferrage.

- L'amélioration de l'outil industriel en vie série.

- Les domaines d'activités :

- Développement Process.

- Conception de moyens.

- Réalisation des moyens.

- Mise au point des moyens.

- Suivi de la vie série.

- L'entité Ferrage en quelques chiffres :

- 600 collaborateurs.

- 270 M€ d'investissement en 2011.

- 10 sites d'implantation en Europe, des sites avec de l'effectif CFER : Vélizy, Poissy, Aulnay, Sochaux, Mulhouse, Rennes, Sevelnord, Trnava, Iran, Wuhan, Madrid, Kaluga, des sites où CFER est contributeur : Vigo, Mangualde, Porto Réal, Buenos Aires.

3 - Mon service : PCPM

Le sujet de mémoire qui m'est confié se déroule au sein de CFER dans le service PCPM (Préparation / Conception des Process et des Moyens), c'est le bureau d'études de CFER.

Réparti sur trois sites, Rennes, Vélizy et Sochaux, le service compte environ 150 personnes, soit un quart de l'effectif CFER.

La mission de PCPM est de concevoir le couple Produit / Process et les outillages ferrage des nouveaux projets, dans le respect des standards et des référentiels.

Pour mener à bien cette mission, le service compte une dizaine de métiers :

- Préparateur Produit / Process.
- Pilote études affaire ou chargé d'affaire.
- Technicien Simulation Robotique.
- Agent d'études des temps.
- Projeteur.
- Implanteur.
- Pneumaticien.
- …

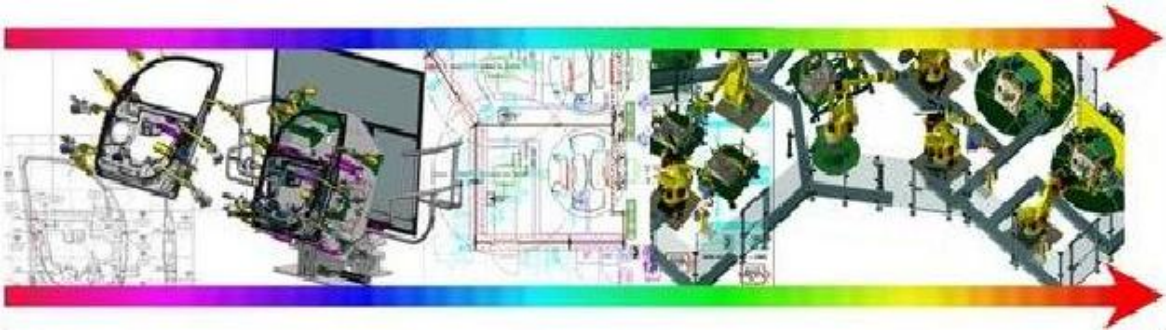


Figure 15 : Bureau d'études PCPM

4 - Initiation au ferrage

4-1 - Positionnement dans le flux

Dans le flux de fabrication d'un véhicule, le ferrage s'inscrit entre le métier emboutissage et le métier peinture.

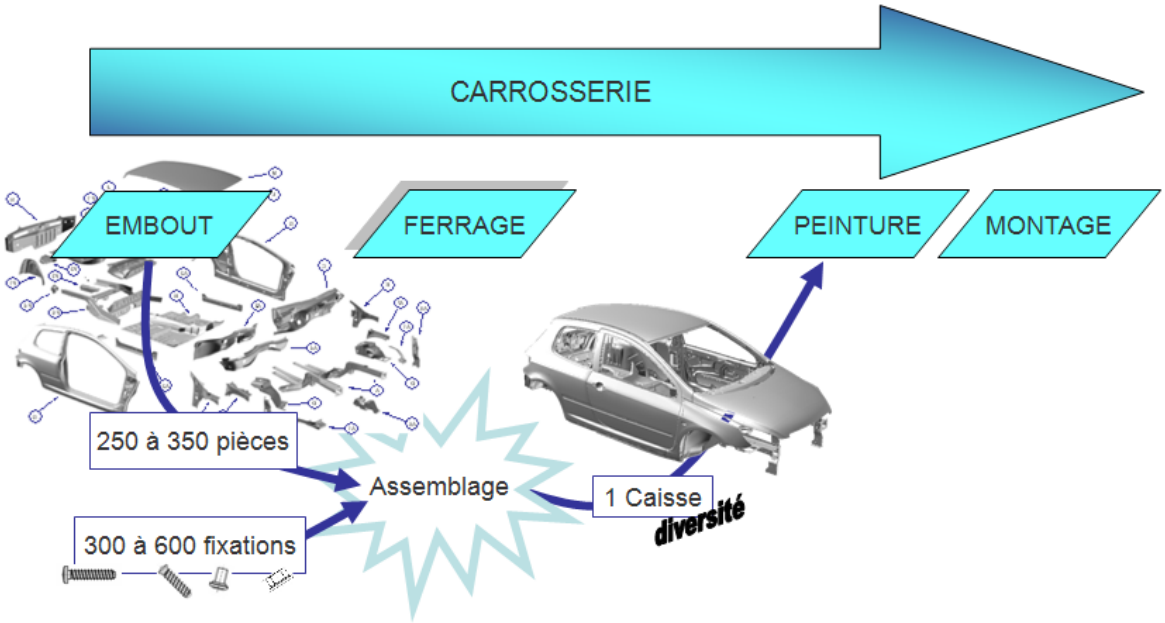


Figure 16 : Positionnement du ferrage dans le flux

Le ferrage, c'est l'assemblage des tôles sorties d'emboutissage, par diverses technologies d'assemblage dans le but de construire un véhicule.

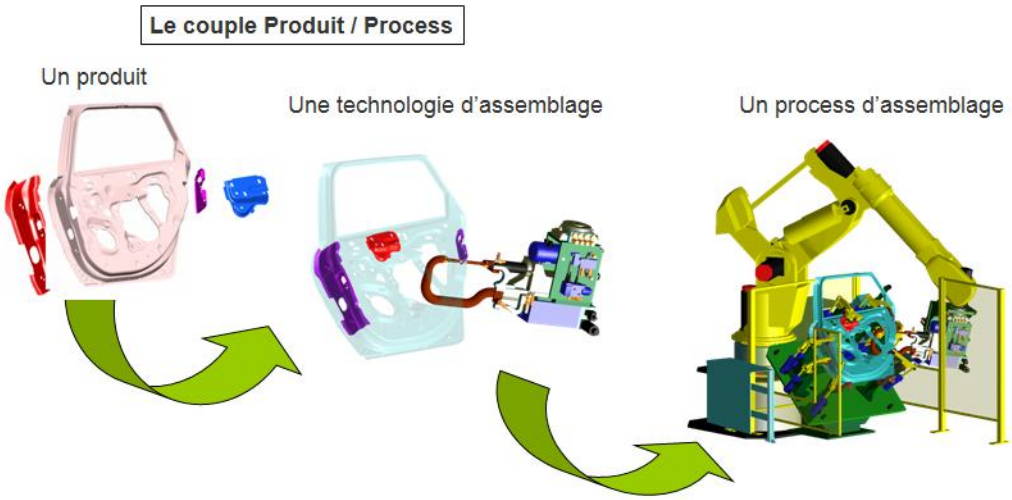


Figure 17 : Exemple d'assemblage d'une porte AR

4-2 - Architecture véhicule

L'architecture d'un véhicule est constituée de 3 pôles principaux:

- Le pôle BVH (Base véhicule ou Base roulante)

- Le pôle ROBE (Coté de caisse et Armature)

- Le pôle OUV/MEF (Ouvrants et Montage Eléments Finis)

- L'architecture produit de la BVH

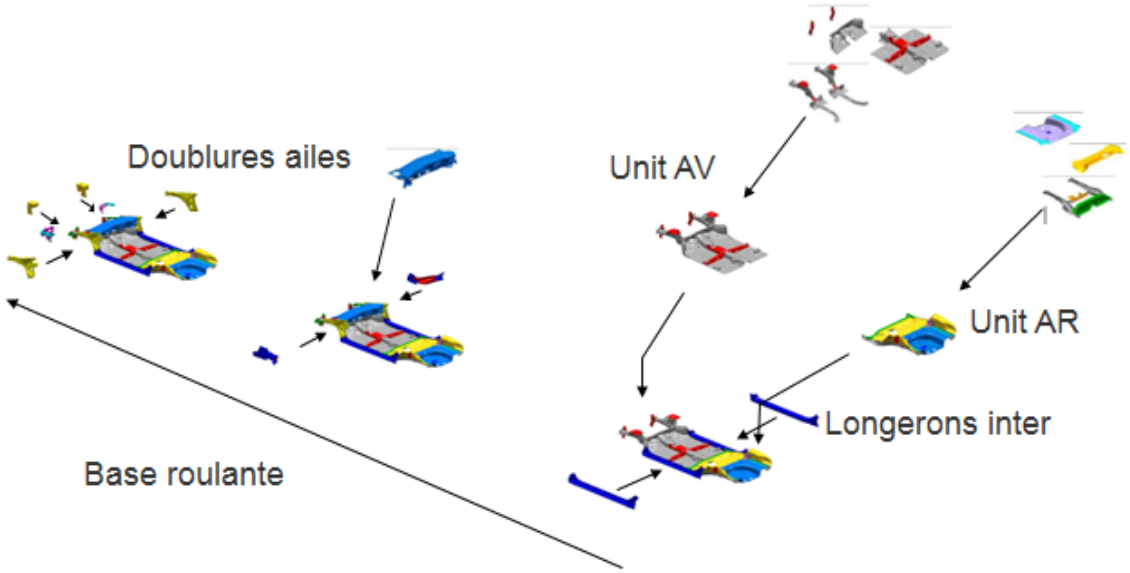


Figure 18 : Architecture Produit BVH

Le produit BVH se décompose en 3 secteurs principaux :

- L'unit AV : Assemblage du planché AV.

- L'Unit AR : Assemblage du Planché AR.

- Le soubassement : Assemblage des Units AV et AR, des longerons intérieurs et des doublures d'aile AV, afin de constituer la Base roulante ASS (assemblée).

- L'architecture produit de la ROBE

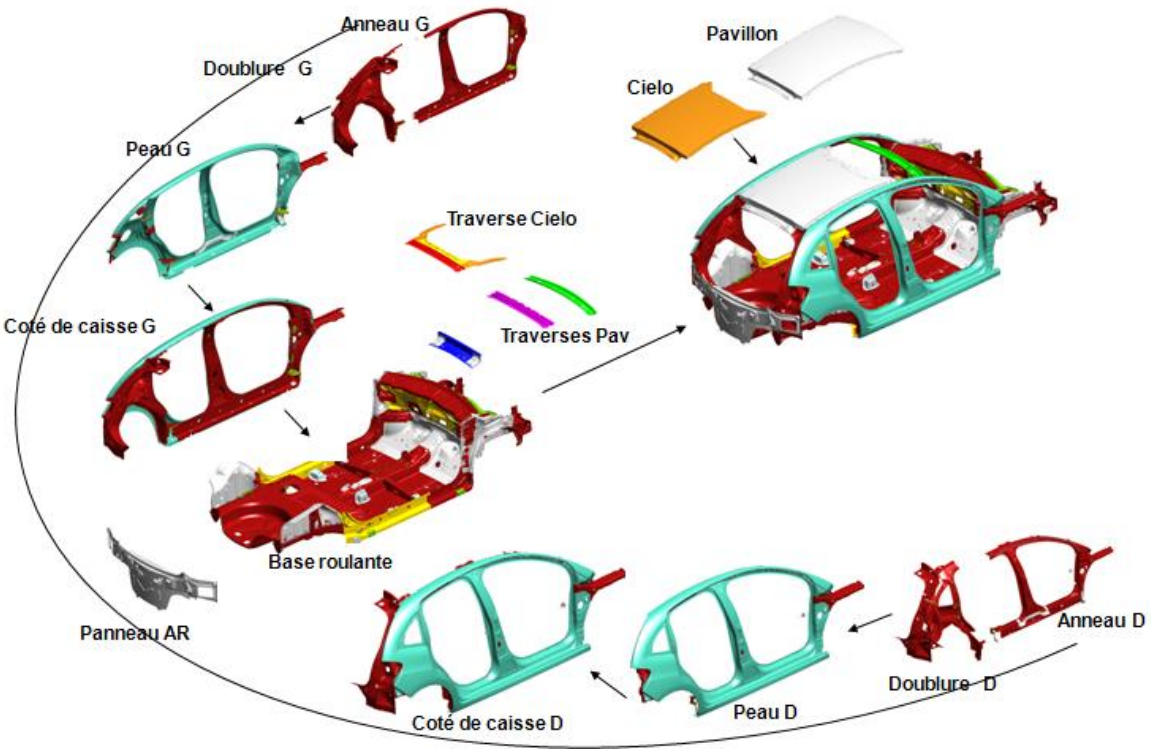


Figure 19 : Architecture Produit ROBE

Le produit ROBE se décompose en 2 secteurs :

- Les côtés de caisse droit et gauche : Assemblage de toutes les pièces constituants les côtés de caisse ASS.

- L'armature : Assemblage de la base roulante ASS, des côtés de caisse ASS, du panneau AR, des traverses et du pavillon, afin de constituer l'armature caisse ASS.

- L'architecture produit des Ouvrants et MEF

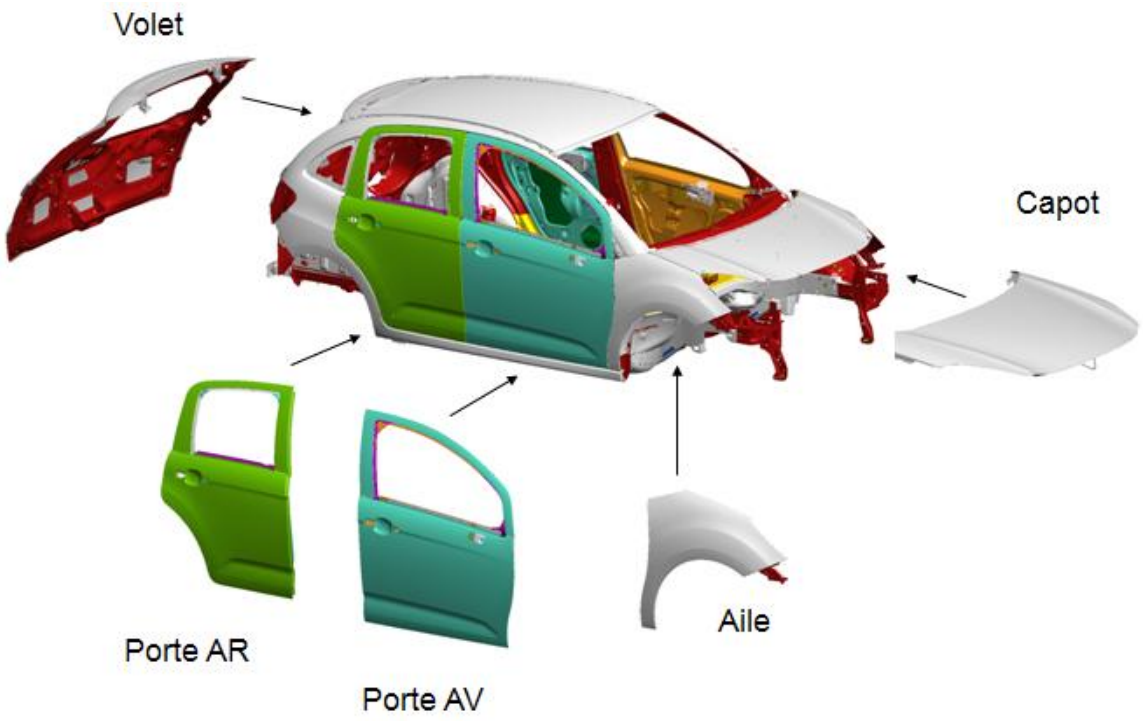


Figure 20 : Architecture Produit OUV/MEF

Le produit Ouvrants / MEF se décompose en 2 secteurs :

- Les Portes : Assemblage des portes AV et AR ASS.

- Le Capot : Assemblage du capot ASS.

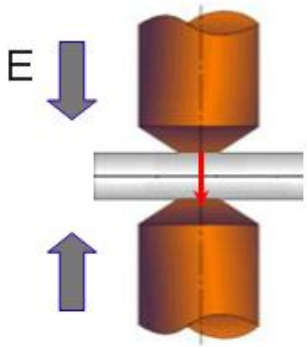
- Le Volet ou coffre : Assemblage du volet ASS.

- La MEF : Assemblage de tous les ouvrants sur l'armature de caisse ASS, ce qui constitue la Caisse ASS.

4-3 - Les différentes techniques d'assemblage

Le ferrage fait appel à de multiples technologies complexes destinées à assembler les tôles véhicule. Les principales techniques et leurs principes sont détaillés si dessous :

4-3-1 - Le soudage par points



Le soudage par points ou PSE (Point de Soudure Electrique) est une Méthode d'assemblage autogène (sans métal d'apport).

Le procédé utilise l'énergie de l'effet Joule résultant du passage d'un courant électrique I de forte intensité traversant les pièces à assembler.

Figure 21 : Principe de Soudage PSE

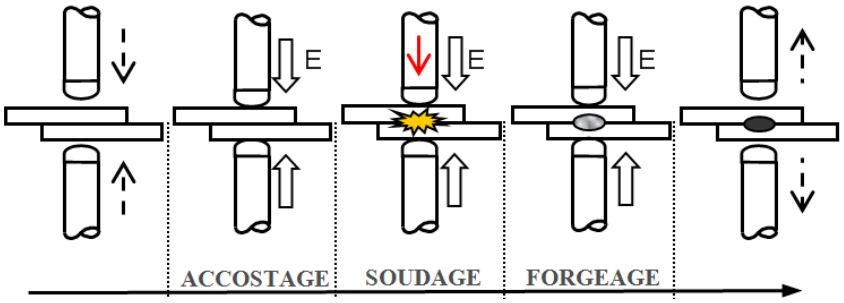


Figure 22 : Cycle de soudage par points

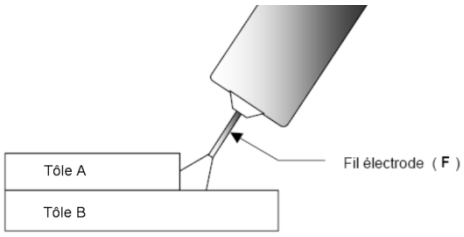
L'accostage : les électrodes de la pince à souder se rapprochent et viennent serrer les pièces à l'endroit prévu avec une force prédéterminée.

Le soudage : une fois l'effort stabilisé, le courant passe à travers l'assemblage durant un temps t pour produire une énergie suffisante à la création d'une zone de fusion appelée noyau.

Le forgeage : période, de durée généralement équivalente à celle de la phase de soudage, durant laquelle le courant est interrompu mais l'effort maintenu et à la fin de laquelle les électrodes s'écartent et reviennent au repos.

95% des assemblages sont réalisés en PSE.

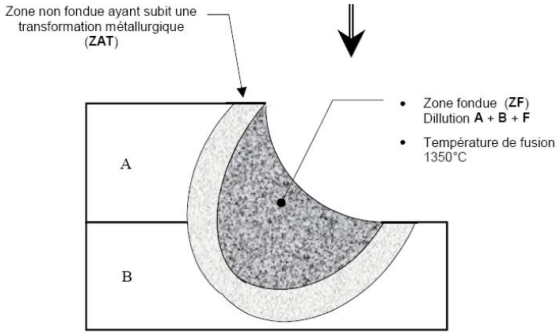
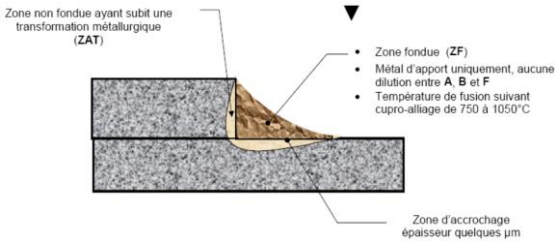
4-3-2 - Le soudage ARC



Un fil électrode se déroulant en continu est fondu par un arc électrique, généré par une source de courant entre la torche de soudage et les tôles à assembler

Figure 23 : Soudage ARC

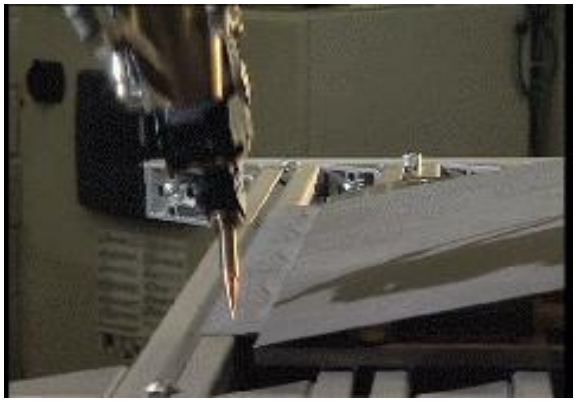
Tableau II : Le soudage ARC

- Le soudage par fusion :	**- Le soudage sans fusion des tôles**
	
<u>Soudage MAG</u> (Metal Active Gas) : Assemblage tôles d'acier et un fil électrode en acier. Gaz Argon / CO2 (gaz dit actif : évite la décarburation de la zone fondue). Assemblage de tôles épaisses : e > 1,5mm <u>Soudage MIG</u> (Metal Inert Gas) : Assemblage tôles d'acier. et un fil électrode en aluminium. Gaz Argon Assemblage de tôles fines : e < 1,5mm	<u>Soudo Brasage MIG</u> : Assemblage de tôles d'acier de faibles épaisseurs. Utilise un fil électrode en cupro-alliage (alu ou silicium). Gaz Argon.

4-3-3 - Le soudage Laser

Deux technologies de soudage laser sont utilisées chez PSA :

- Le soudage laser :



Principe : Faisceau laser constitué de lumière cohérente, avec des photons de même longueur d'onde.

Obtention d'une densité d'énergie très importante permettant de fondre deux ou trois épaisseurs de tôles. Le métal fondu créé la liaison en se solidifiant.

Figure 24 : Soudage laser

- Le soudo brasage laser :

Avec cette technique, un métal d'apport est fondu par le laser et lie les pièces à assembler.

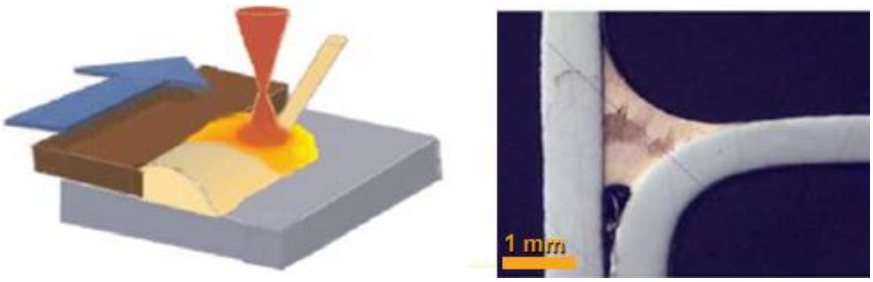
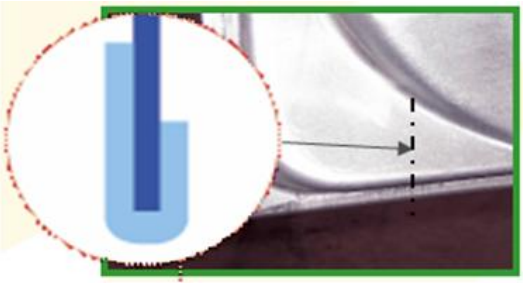


Figure 25 : Soudo brasage laser

4-3-4 - Le sertissage

Le sertissage est une technique utilisée principalement pour les secteurs Ouvrants.



Principe : pincement de tôle (mariage puis rabat de bord) pour réaliser des assemblages de grandes longueurs. C'est une méthode qui permet d'obtenir un assemblage non visible et d'éliminer les arêtes tranchantes.

Figure 26 : Photo d'un serti

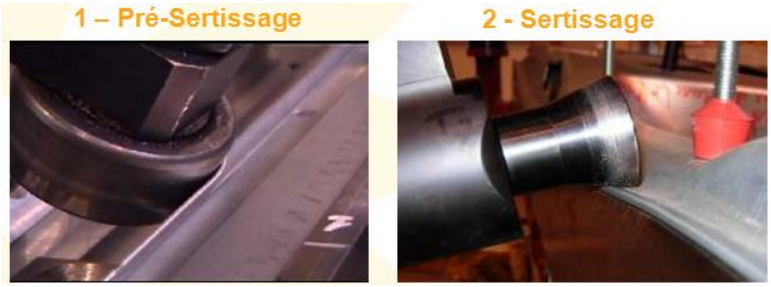


Figure 27 : Cycle de sertissage

4-3-5 - Le clinchage

Un effort exercé sur l'assemblage par l'intermédiaire d'un poinçon provoque la déformation de la matière et son fluage dans une matrice

Ce procédé s'effectue à froid, sans apport de matière.

Différents matériaux peuvent être assemblés (acier/alu, acier/acier…).

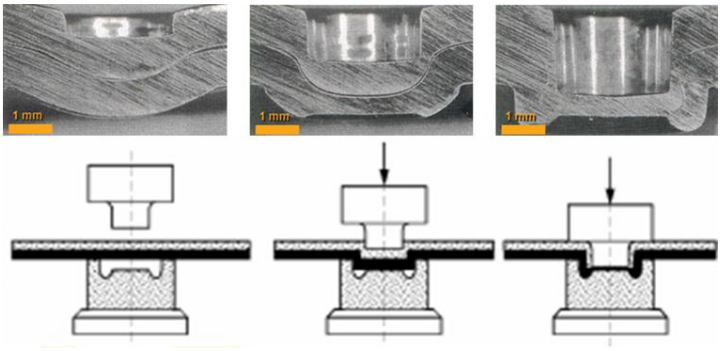


Figure 28 : Principe du clinchage

4-3-6 - L'encollage

L'encollage permet d'assurer plusieurs fonctions importantes du véhicule, au moyen d'un produit organique étudié spécifiquement.

Les Fonctions au Ferrage :

- Structure / Sertis : tenue mécanique des assemblages, tenue mécanique des sertis des ouvrants.

- Calage et Etanchéité : étanchéité eau, air et bruit.

- Insonorisation : confort acoustique véhicule.

-Rigidification : rigidification des peaux.

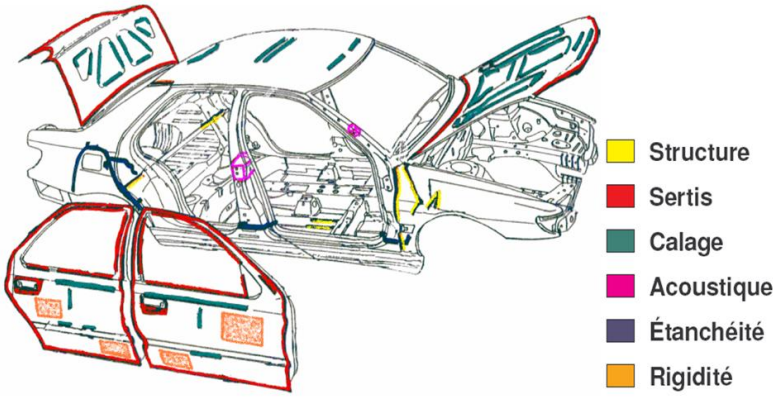


Figure 29 : Fonctions du collage au ferrage

4-3-7 - Le soudage Arc tiré

Principe : Assemblage par fusion d'un goujon avec la tôle, résultant de la création d'un arc électrique sans apport de métal.

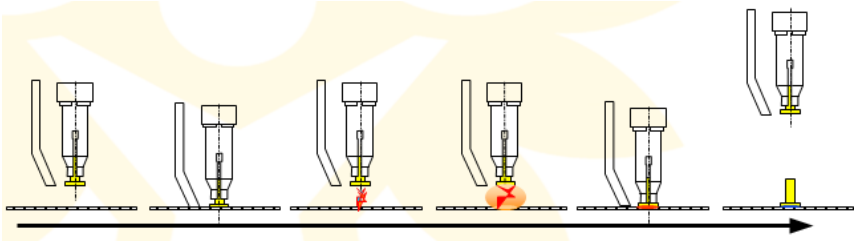


Figure 30 : Soudure arc tiré

4-4 - La robotique

Présents en grande quantité dans les Process PSA, les robots sont utilisés pour différentes applications :

- Robot soudeur : Soudure PSE avec une pince embarquée sur le robot.

- Robot manipulateur : Manutention de pièce véhicule.

- Robot soudeur / manipulateur : Manutention de pièce et soudure PSE.

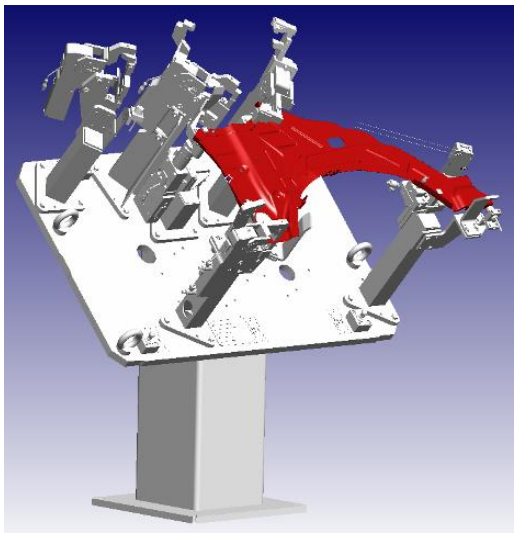
- Robot encolleur : Encollage de pièce véhicule avec un pistolet de colle fixe ou embarqué.

Les robots utilisés ont une capacité de charge comprise entre 120 à 600 Kg et ont un rayon d'action allant de 2,5 à 3,2 m.

Figure 31 : Robots

4-5 - La mécanique

<u>- Les moyens d'assemblage</u> :



Ils permettent de mettre en référence les pièces pendant la phase de soudure.

Les principaux types de montages sont :

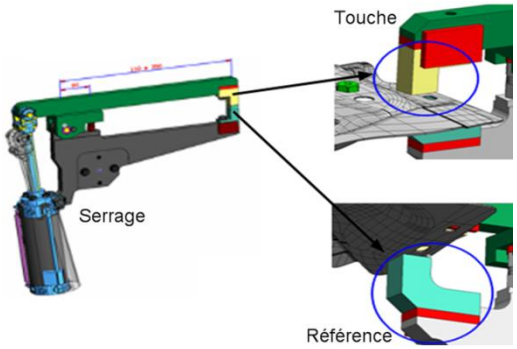
- MSR : Moyen de soudure robotisé

- MSM : Moyen de soudure manuelle

- MSA : Moyen de soudure automatique

Figure 32 : Moyen de soudure robotisé

Les moyens d'assemblage sont conçus avec des éléments mécaniques qui maintiennent les pièces véhicule en position lors de la soudure.



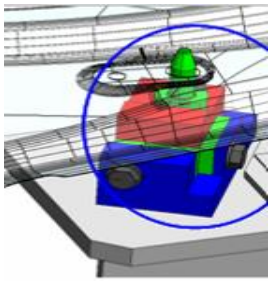
Les serrages peuvent être construits ou achetés.

Ils se composent de :

- Références qui positionnent les pièces en géométrie.

- Touches qui maintiennent les pièces en position.

Figure 33 : Serrage



Les pilotes mettent en référence la pièce : ils peuvent être fixes ou mobiles.

Figure 34 : Pilote

<u>- Les mains de préhensions</u> :

Les mains de préhensions sont embarquées sur les robots et peuvent avoir plusieurs fonctions :

1 - Préhenseur de géométrie ou préhenseur de conformation

2 - Préhenseur de manutention

3 - Préhenseur de manutention + pince à souder

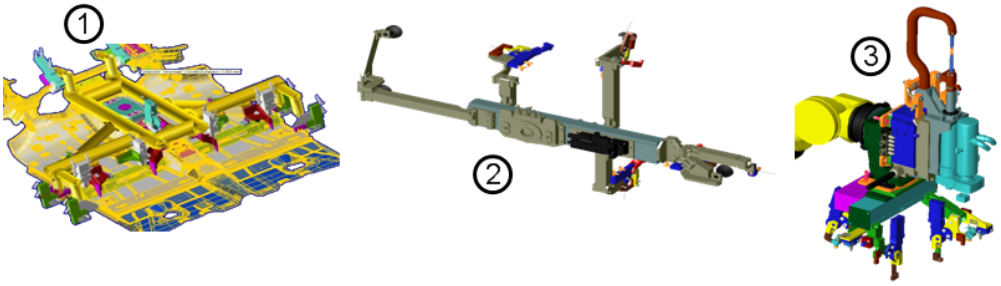


Figure 35 : Types de préhenseurs

Partie 2 - PROBLEME POSE ET TRAVAUX ANTERIEURS

A - Définition du projet

1 - Périmètre concerné

Le projet porte sur les études du Process et des outillages ferrage de la ligne Armature de caisse de la DS5 (Projet B81), pour le site de Shenzhen en Chine.

1-1- Le Process au ferrage

Le Process Ferrage correspond à une succession de postes manuels et/ou robotisés permettant de réaliser des sous-ensembles, jusqu'à l'obtention de la caisse en blanc (Caisse assemblée non peinte) : Cela correspond à des stades d'assemblage.

Il existe de deux types de postes :

- Poste de conformation : Poste qui créé et fige la géométrie de l'assemblage.

- Poste de reprise ou de finition : Poste qui rigidifie définitivement l'assemblage.

En définitive, le flux ferrage est une alternance de postes de conformation (en orange) et de postes de reprise (en jaune).

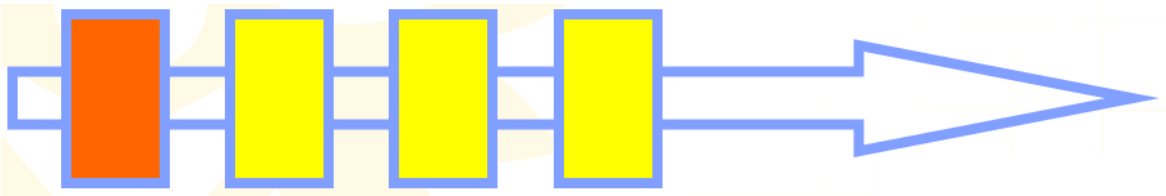


Figure 36 : Postes de conformation et reprise

L'enchainement de tous ces postes peut être assimilé au principe de flux du ferrage.

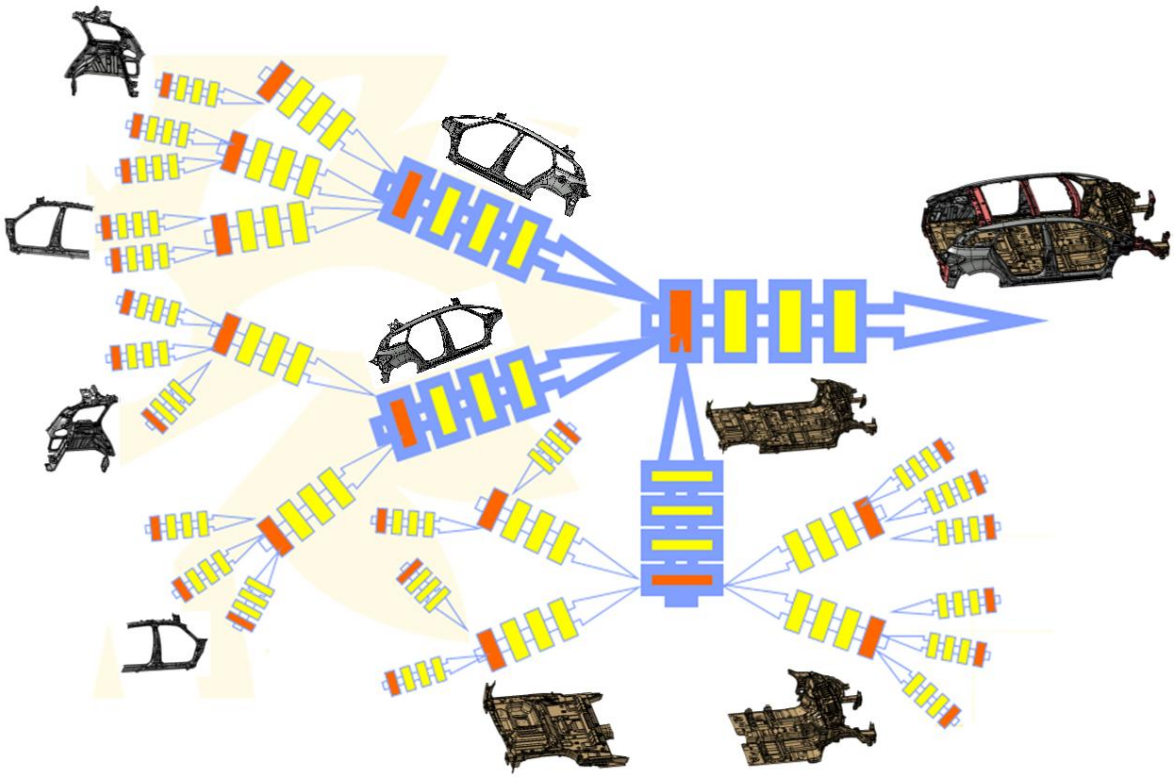


Figure 37 : flux ferrage

<u>A chaque stade d'assemblage :</u>

- Approvisionnement manuel ou automatisé de deux ou plusieurs pièces dans un montage.

- Mise en référence (positionnement très précis) et immobilisation des pièces par des serrages.

- Assemblage des pièces par les procédés décris au chapitre « 4-3 - Les différentes techniques d'assemblage ».

1-2 - Principe d'une ligne Armature

L'armature est le secteur où l'on assemble l'armature caisse assemblée, à partir des sous-ensembles suivants :

- la base roulante.
- les côtés de caisses ASS droit et gauche.
- le panneau AR.
- les traverses.
- la Face AV.
- le pavillon.

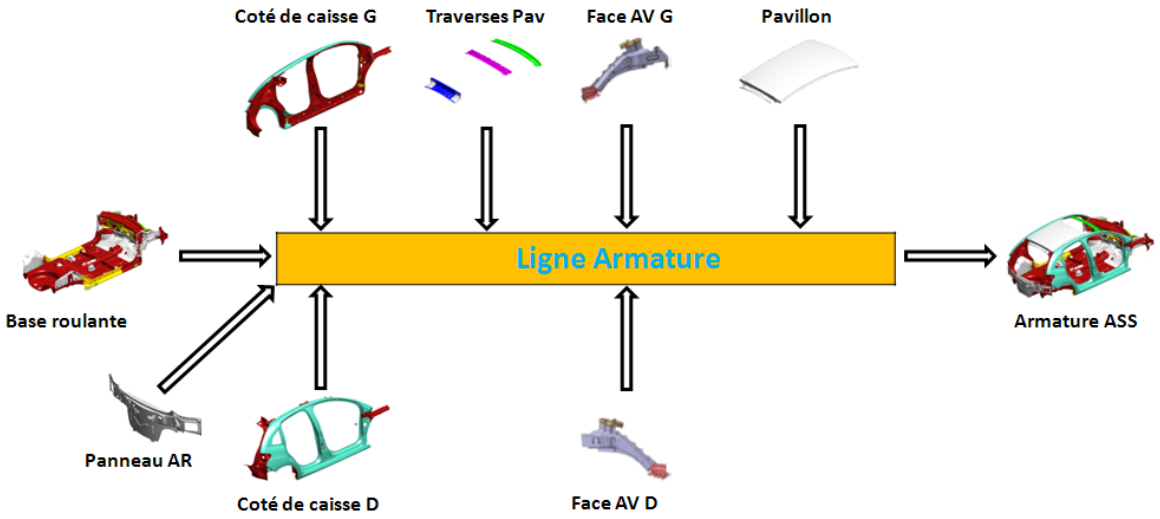


Figure 38 : Principe ligne Armature

Au ferrage, c'est à partir de la ligne Armature que l'on commence à visualiser avec précision le véhicule produit.

2 - Les données d'entrées

2-1 - Le produit

2-1-1 - Diversité véhicule

Dans le cadre de ce projet de conception d'une ligne Armature, il n'y a qu'une seule diversité de véhicule à prévoir. En effet, la DS5 qui sera produite en Chine aura la diversité suivante : **Citroën DS5 / DàG / thermique / Cielo**

Cela signifie : Citroën DS5 / Direction à gauche / Essence ou diesel / Toit panoramique en verre.

2-1-2 - Les pièces à assembler

Bien que la DS5 soit déjà industrialisée en France sur le site de Sochaux, les DFN (définitions numériques en 3 dimensions) sont réétudiées par le bureau d'études produit à Shanghai, en Chine, afin d'intégrer si nécessaire les spécificités dues à la réglementation Chinoise.

Indispensable pour débuter le projet, toutes les pièces nous sont livrées unitairement au format 3D (Catia V5).

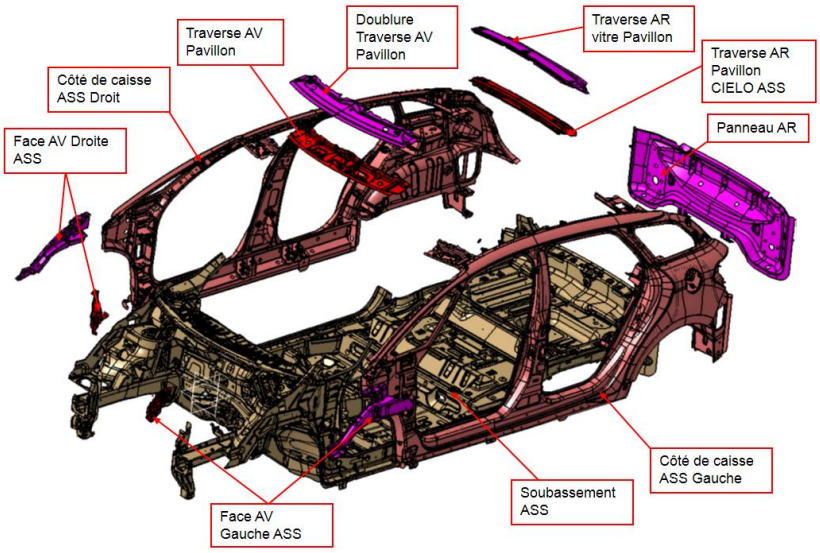


Figure 39 : Vue éclatée Citroën DS5/DàG/thermique/Cielo

En complément des DFN 3D, nous avons reçu un tableau Excel (« **TRM_FER004_Suivi des indices pièces** »), qui recense entre autre les désignations des pièces, leurs références, leurs indices et versions.

Tableau III : TRM_FER_004_Armature_B81_Chine

PSA PEUGEOT CITROËN — **DESIGNATION ET SUIVI DES PIECES DE CARROSSERIE**

DTI/DITV/ICPE/CFER/PCPM/PCPE/CBRE

Désignation Affaire :	ARMATURE B81		Véhicule :	DS5
	Site de Shenzhen	Date Création Du Document :	Date de modif. :	
PEA				
Responsable Affaire	Sébastien TOUZAIN			
RL				

Ensemble	Désignation	Code Tôle	N° Produit	Indice Model	Version Model	Qté	Ep	Sens	Matière	Revêtement	Stade Etude	Commentaire
B81	renfo-av-cote-habi-d	5621	9686799580	05	009		0,97		ES	G10/10	VRS1	topé
	ecrouhsoud-m6x100ac8		7903042051	**	00	2						
B81	renfo-av-cote-habi-g	5621	9686799780	05	010		0,97		ES	G10/10	VRS1	topé
	goumasclsoudm6x100l19		9650632680	02	002	1						
	viskhserm6x100l20		9639964480	02	001	2						
	ecrkhserm6x100		9600400280	03	001	1						
B81	suppor-inf-aile-av-d	5624	9687491180	01	006		1,27		ES	G10/10	VRS1	topé
B81	suppor-inf-aile-av-g	5624	9687491280	01	006		1,27		ES	G10/10	VRS1	topé
B81	suppor-artic-d-capot	5623	9686800880	01	007		1,76		E275D	G10/10	VRS1	topé
	ercouhsoudm6x100-ac8	9808	793042051	**	000	3						
B81	suppor-artic-g-capot	5623	9686801080	01	007		1,76		E275D	G10/10	VRS1	topé
	ercouhsoudm6x100-ac8	9808	793042051	**	000	3						

2-1-3 - Les liaisons d'assemblage

Les liaisons d'assemblage regroupent tous les PSE (points de soudure), mais également les cordons de colles de structure et d'étanchéité.

L'intégralité de ces liaisons est listée dans un fichier Excel (« **TRM_FER005_Suivi des liaisons d'assemblage** »), qui contient les informations nécessaires pour chacun des PSE, à savoir :

- Les numéros de PSE.
- Les tôles assemblées et leurs caractéristiques.
- Les coordonnées (X, Y et Z) des PSE.
- Le type d'assemblage (PSE, cordon de colle, cordon laser…).
- etc…

Les axes X, Y et Z sont les directions du repère véhicule : X suivant la longueur véhicule, Y sur la largeur et Z sur la hauteur.

Tableau IV : TRM_FER_005_Armature_B81_Chine

	Produit (Zone du Préparateur)																			
	IM	Ta, Tb ou Tc (Td) f*(Oass)	Ta, Tb ou Tc (Td) f*(Oass)	Ta, Tb ou Tc (Td) f*(Oass)	Ta, Tb ou Tc (Td) f*(Oass)	N_Met	X	Y	Z	S	AS	TA	RG	ZF	Diam	Observation _Methode	O	VARIANTE	Loc	Long
Etat / dernière date de diffusion	Indice de Modif	T1	T2	T3	T4	Numéro Methode	X	Y	Z	Sym.	Asp.	Type Ass.	Régl.	Zone Fonc.	Diam	Obs. Meth.	Sond.	Variante	Loc.	Long.
	A	**201**	**101**	**0**		**21462**	310,236	465,000	112,000	1	0	0	5		4		4	1LGT7/1LGTB/1LGTC/	PSA	
	A	**201**	**101**	**0**		**21463**	310,236	-465,000	112,000	1	0	0	5		4		4	1LGT7/1LGTB/1LGTC/	PSA	
	B	**201**	**101**	**0**		**21464**	293,390	465,001	129,251	1	0	0	5		4		4	1LGT7/1LGTB/1LGTC/	PSA	
	B	**201**	**101**	**0**		**21465**	293,390	-465,001	129,251	1	0	0	5		4		4	1LGT7/1LGTB/1LGTC/	PSA	
	B	**201**	**101**	**0**		**21466**	278,559	464,998	148,259	1	0	0	5		4		4	1LGT7/1LGTB/1LGTC/	PSA	
	B	**201**	**101**	**0**		**21467**	278,559	-464,998	148,259	1	0	0	5		4		4	1LGT7/1LGTB/1LGTC/	PSA	
	D	**3525**	**1020**	**0**		**21500**	-624,013	424,660	409,997	1	0	0	5		5		4	58/1LGTB/1LGTC/1LG	PSA	
	D	**3525**	**1020**	**0**		**21501**	-624,013	-424,660	409,997	1	0	0	5		5		4	58/1LGTB/1LGTC/1LG	PSA	
	B	**3525**	**3525**	**0**		**21502**	-640,443	448,401	490,336	1	0	0	5		5		4	58/1LGTB/1LGTC/1LG	PSA	
	B	**3525**	**3525**	**0**		**21503**	-640,443	-448,401	490,336	1	0	0	5		5		4	58/1LGTB/1LGTC/1LG	PSA	
	C	**3525**	**1020**	**0**		**21504**	-599,500	422,145	487,495	1	0	0	5		5		4	58/1LGTB/1LGTC/1LG	PSA	
	C	**3525**	**1020**	**0**		**21505**	-599,500	-422,145	487,495	1	0	0	5		5		4	58/1LGTB/1LGTC/1LG	PSA	
	B	**3525**	**1020**	**0**		**21506**	-542,206	445,242	528,099	1	0	0	5		5		4	58/1LGTB/1LGTC/1LG	PSA	
	B	**3525**	**1020**	**0**		**21507**	-542,206	-445,242	528,099	1	0	0	5		5		4	58/1LGTB/1LGTC/1LG	PSA	

A partir de la TRM_FER_005, nous réalisons ce que l'on appelle « un nuage de PSE » en 3D, ce qui permet de visualiser toutes les liaisons d'assemblage.

Figure 40 : Nuage PSE DS5/DàG/thermique/Cielo

Tableau V : Synthèse des liaisons d'assemblage DS5

Type d'assemblage	Quantité
PSE	767
Colle	712mm
Mastic	4254mm
MIG	200mm

2-2 - Plans Conditions Méthodes : PCM

Les PCM représentent les références géométriques à appliquer dans les outils de conformations. Ces références permettent de garantir le maintien des pièces entre elles et d'en assurer la géométrie.

Les PCM sont réalisés et livrés par le service géométrie de PSA. Pour le projet B81, c'est le service QGEI, à Shanghai, qui les a réalisés.

Ces plans sont conçus en 3D avec le logiciel CATIA V5.

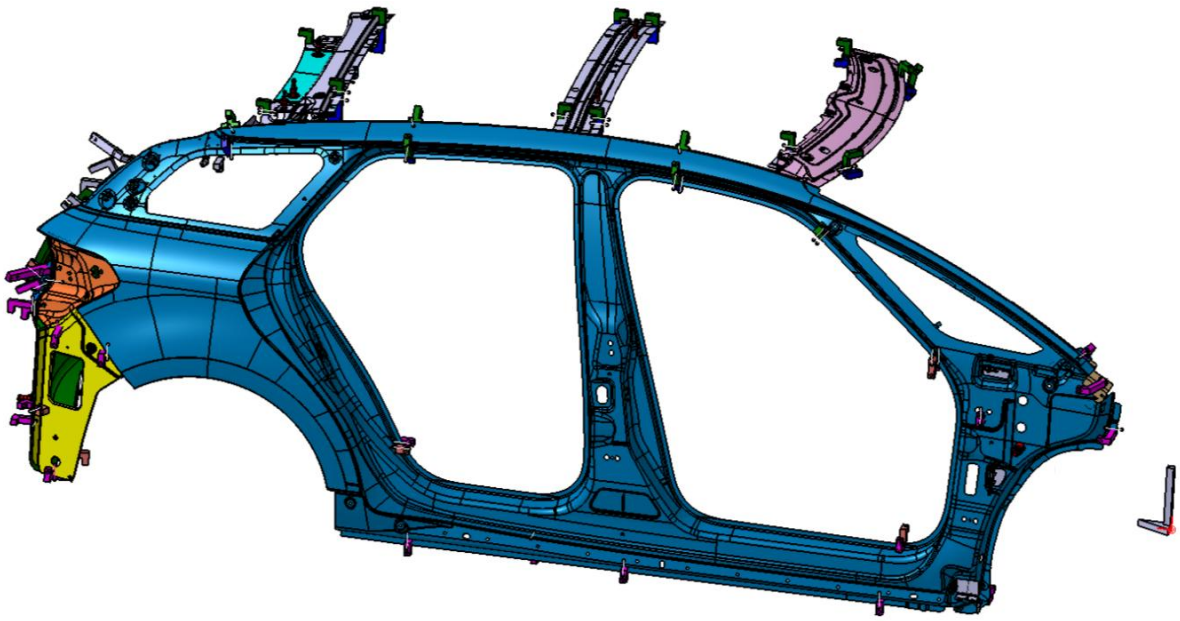


Figure 41 : PCM 3D

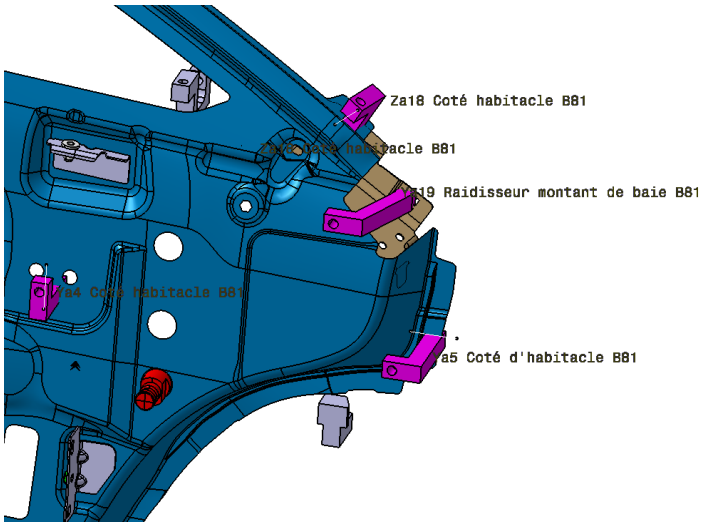


Figure 42 : Détail PCM 3D

Le PCM indique toutes références (appui, appui/serré ou pilote) à intégrer dans nos études outillages.

Les références sont nommées et numérotées suivants les 3 directions X, Y et Z du véhicule.

2-3 - Projet et stratégie

2-3-1 : Investissement

Le projet définit les objectifs budgétaires par secteur d'assemblage en tenant compte du budget global dont il dispose. La tenue de cet objectif est indispensable et garantira ou non, la poursuite du nouveau projet.

L'investissement pour une ligne ferrage comprend :

- Les études Process.
- Les études des outillages.
- La fabrication des outillages.
- L'installation sur site et le démarrage de la ligne d'assemblage.
- Les ressources affectées au projet.
- etc…

Dans le cas du projet DS5 à Shenzhen, pour des raisons de confidentialité, l'objectif d'investissement pour la ligne Armature ne sera pas communiqué.

2-3-2 : Cadence, disponibilité et temps de cycle

La fabrication d'un véhicule est soumise à une cadence définie par le service Stratégie du groupe. La cadence est exprimée en nombre de véhicule produit par heure. Cette cadence est ensuite convertie en temps de cycle objectif, estimé en centième de minute, en tenant compte de l'objectif de disponibilité propre de la ligne. Le temps de cycle correspondant au temps de travail disponible pour réaliser chaque opération d'assemblage.

Pour le site de fabrication de SHENZHEN, la DS5 sera produite à 6 véhicules par heure. La disponibilité demandée est de 92.8%, ce qui donne un temps de cycle objectif à prendre en compte pour la ligne Armature, de 830 centièmes de minute, soit 498 secondes.

2-4 - Le site industriel : Schéma directeur

Le schéma directeur définit l'organisation et l'implantation complète du futur atelier de Ferrage. Il fait apparaître toutes les surfaces attribuées pour chaque secteur d'assemblage. C'est donc une donnée d'entrée essentielle pour concevoir un Processus de fabrication pouvant être implanté dans la surface allouée.

Dans le cadre de ce projet, le schéma directeur est le suivant :

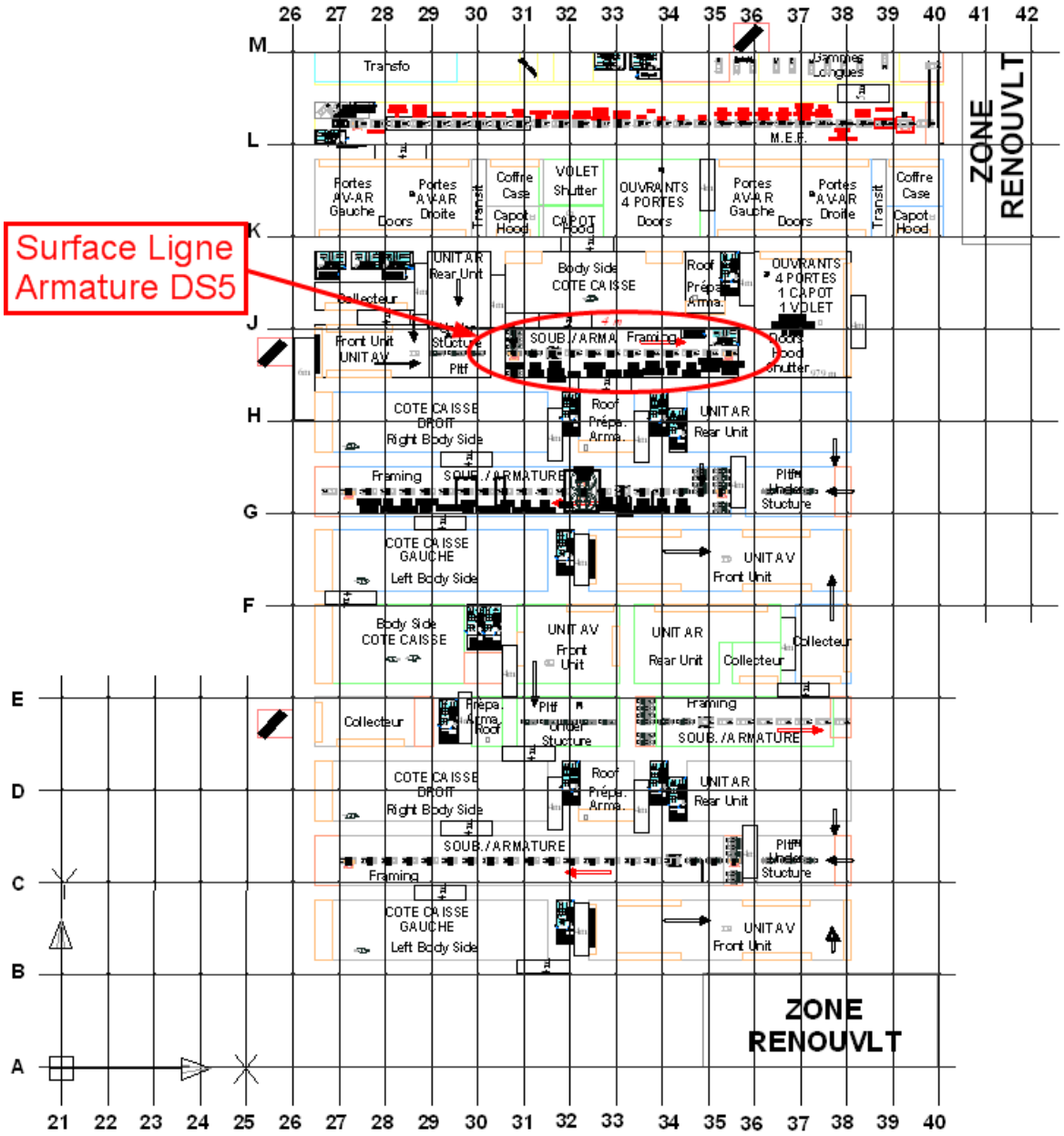


Figure 43 : Schéma directeur atelier Ferrage DS5 Shenzhen

La surface attribuée pour la ligne d'Armature de caisse DS5 a une longueur de 66 mètres et une largeur de 14 mètres, soit une surface totale de 924m².

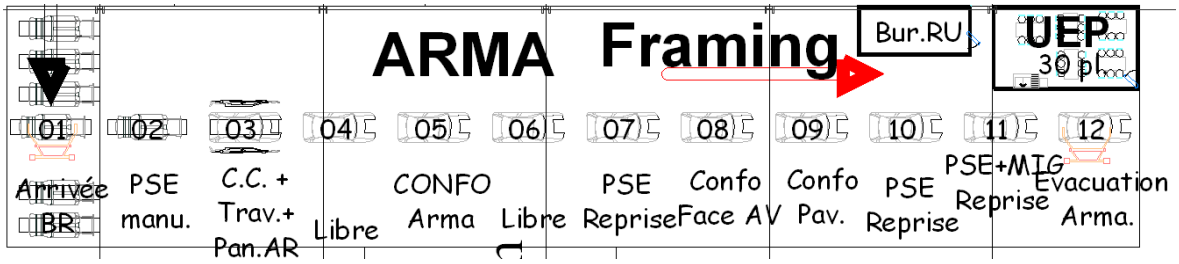


Figure 44 : Schéma directeur : Zoom ligne armature DS5 Shenzhen

La distance entre chaque poste d'une ligne Armature de caisse est appelée le « pas » de transfert. Il est généralement compris entre 5500mm et 6000mm selon le type de véhicule produit. Cela signifie qu'avec une longueur totale de 66 mètres, il sera alors possible d'implanter 12 postes de travail maximum.

3 - Les Choix techniques et achats

3-1 - Le type de manutention

Le type de manutention imposée par l'usine est la table à rouleaux.

<u>Principe de fonctionnement</u> : Plusieurs rangées de rouleaux entrainés par un moteur provoquent le déplacement de la luge de transport, sur laquelle est posée la caisse.

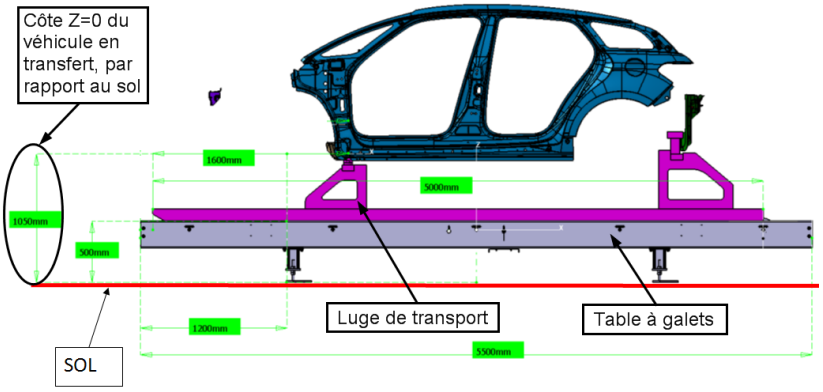


Figure 45 : Principe de Manutention utilisée

Ce système permet de transférer les véhicules d'un poste à un autre (soit environ 6 mètres) en 20 centièmes de minute.

3-2 - Liste du matériel retenu

La LMR (Liste du Matériel Retenu) est définie en début de projet en accord avec le site de production. Celle-ci recense la liste exhaustive du matériel pouvant être utilisé sur le projet, dans le but de limiter les diversités de références à gérer en stock.

La LMR ne compte pas moins de 3800 références de matériels, comme par exemple les robots, les pinces à souder, les serrages, pilotes mobiles ou les vérins…

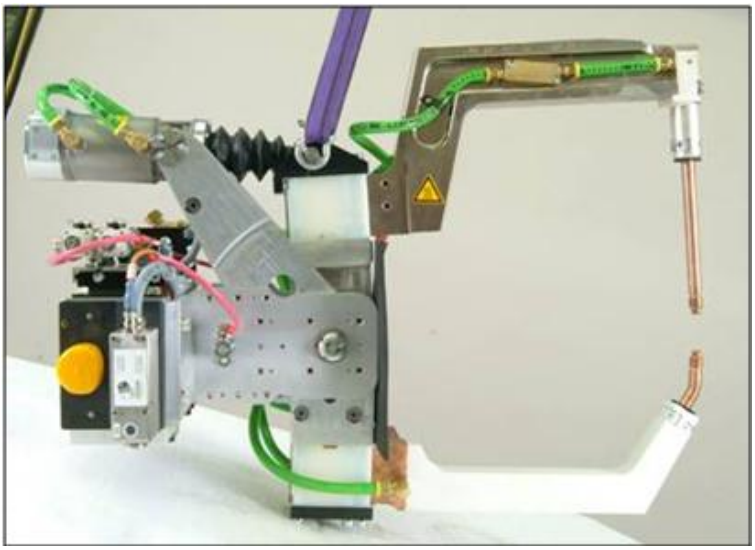


Figure 46 : Image pince à souder ARO

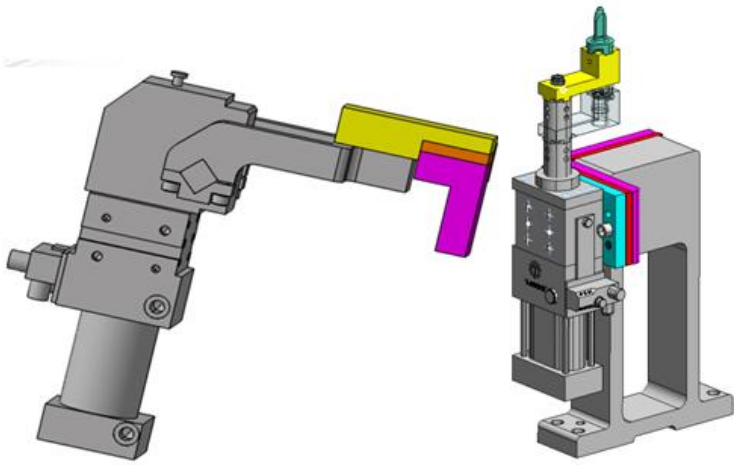


Figure 47 : Image serrage et pilote mobile SMC

4 - Formulation du sujet

Tableau VI : Synthèse des données d'entrée et objectifs Projet

Synthèse des données d'entrée et objectifs : Ligne Armature DS5 SHENZHEN	
Diversité véhicule	Citroën DS5 / DàG / thermique / Cielo
Définitions numériques des pièces	DFN Catia V5
Liaisons d'assemblages	PSE : 767 / Colle : 712mm / Mastic : 4254mm / MIG : 200mm
Investissement	Non communiqué
Cadence / Disponibilité / Tps cycle	6 Véh/h – 92,8% – 830 Centièmes de minute (498 secondes)
Schéma directeur	Zone disponible : 66m x 14m = 924 m²
Site de production	Shenzhen (CHINE)

Le sujet du présent mémoire concerne l'étude complète du processus de fabrication de la ligne Armature pour le véhicule DS5, qui sera industrialisé en CHINE, sur le site de Shenzhen.

Cette étude doit répondre à tous les objectifs synthétisés dans le tableau VI, dans le respect de la qualité, du coût et du délai.

Le projet s'articule suivant trois phases distinctes :

- L'avance de phase :

Cette phase consiste à analyser le Process de référence fourni par CAPSA (site de production) et de réaliser le chiffrage détaillé du processus afin de déterminer le budget nécessaire pour réaliser l'Etude Process.

- L'étude Process :

A partir du Process de référence fourni, l'objectif de cette phase est de concevoir un processus de fabrication optimisé respectant les objectifs du projet.

Les avants projets des outillages principaux seront également réalisés en 3D avec le logiciel CATIA V5 afin d'en valider la faisabilité.

Durant cette phase, les éventuelles évolutions du produit impactant le Process, seront prises en compte au fur et à mesure.

Durant cette phase, le Process évolue tout au long de l'avancement de l'étude.

Au terme de l'étude Process, le chiffrage détaillé doit impérativement être mis à jour, par rapport au Process définitif, afin de déterminer le budget des études des outillages.

- Les études outillages :

Cette phase consiste à réaliser les Etudes 3D et 2D de tous les moyens constituant la ligne d'assemblage. Un dossier complet « BON POUR REALISATION » pour chacun des outils est réalisé afin de lancer en fabrication tous les moyens d'assemblage.

B - Organisation Projet

1 - Organigramme

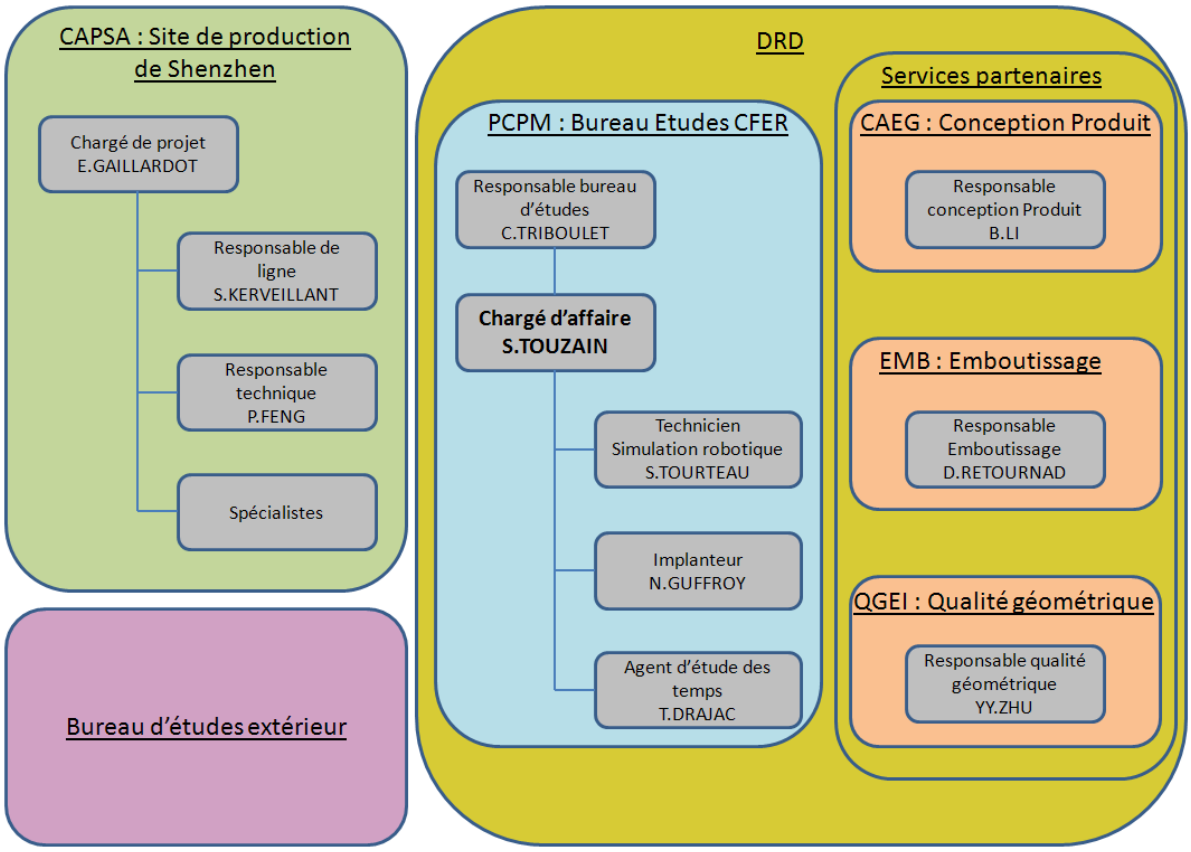


Figure 48 : Organigramme Projet

1-1- Equipes projets

L'organisation PSA, du type « Ingénierie simultanée » met en relation les équipes projets de la conception produit, du Process, mais également de la fabrication, sans oublier les entreprises extérieures.

Le bureau d'études ferrage PCPM travaille donc en étroite collaboration avec tous ces corps de métiers durant toute la durée du projet.

La communication entre toutes les équipes se fait principalement lors de réunions « mini-plateaux » dans lesquelles tous les services sont représentés.

1-1-1 Equipe CAPSA

CAPSA est le client de PCPM. Cette équipe est rattachée au site de production de Shenzhen. Elle est constituée d'expatriés Français et de collaborateurs Chinois qui ont pour mission de suivre l'industrialisation du Processus d'assemblage sur le site de production.

1-1-2 Les services partenaires

D'autres entités de la DRD travaillent en collaboration avec PCPM et CAPSA sur ce projet. Ces entités interviennent sur la conception Produit et sont localisées dans le cadre du projet, sur le site de Shanghai en Chine.

- CAEG : Caisse équipée garnie

Cette entité est responsable de la conception du produit et des liaisons d'assemblage des tôles.

- EMB : Emboutissage

EMB réalise les études de faisabilité d'emboutissage des tôles. La relation EMB / PCPM est donc très importante en cas de modification du Produit.

- QGIE : Qualité géométrique extérieure intérieure

QGIE est garant de la qualité géométrique de la caisse. Cette entité est chargée de définir les références géométriques (pilotes, appuis, serrages) des différents stades assemblage.

1-1-3 - Bureau d'études extérieur

Pour ce projet, PCPM aura recours à un bureau d'études extérieur pour les phases d'études Process et outillages. Le bureau d'étude sera piloté par le chargé d'affaire PCPM et aura pour mission de fournir des compétences de dessinateurs / projeteurs pour les deux phases d'études du projet.

2 - Fonctionnement Projet

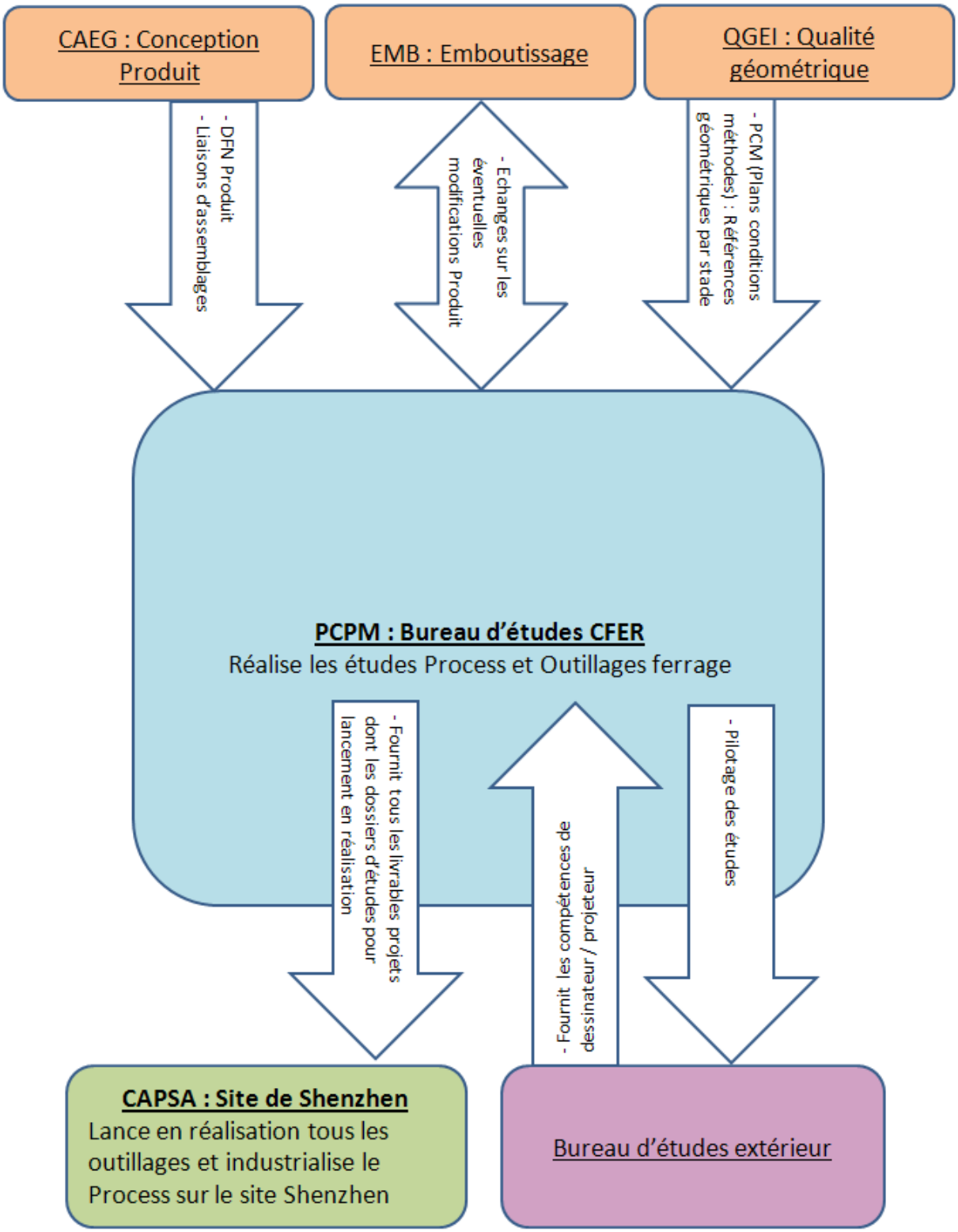


Figure 49 : Fonctionnement Projet

3 - Planning projet

Le projet se déroule en trois phases bien distinctes sur une durée totale de 26 semaines :

- L'avance de phase : 8 semaines
- L'étude du Process : 10 semaines
- Les études des Outillages : 8 semaines

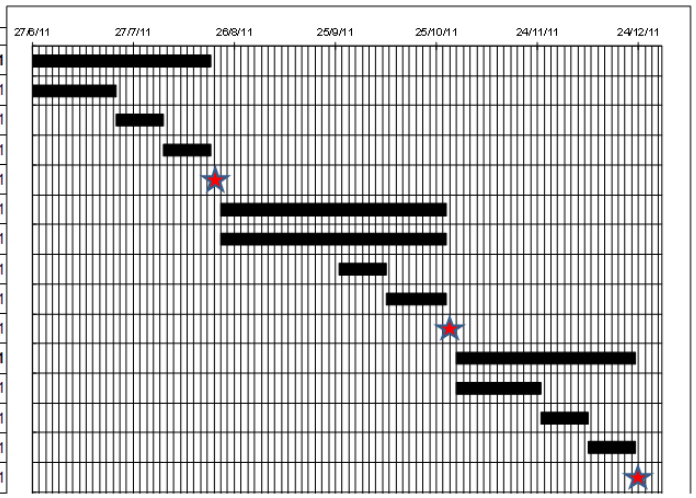
Suite à des contraintes planning et afin de tenir les délais, CAPSA a souhaité réduire la durée de la phase études Outillages de deux semaines par rapport au planning type d'étude. Cette phase sera donc réalisée en huit semaines au lieu de dix.

Cette réduction de planning est un élément majeur à prendre en compte pour le projet.

Tableau VII : Macro planning Projet Armature B81 Chine

Planning d'affaire Armature B81 SHENZHEN

		Début	Fin
1	**Avance de phase : 8 semaines**	**27/06/2011**	**19/08/2011**
2	Analyse Produit / Process fournis par CAPSA	27/06/2011	22/07/2011
3	Chiffrage détaillé	22/07/2011	05/08/2011
4	Consultation BE extérieur	05/08/2011	19/08/2011
5	Choix BE extérieur	19/08/2011	19/08/2011
6	**Etude Process : 10 semaines**	22/08/2011	28/10/2011
7	Etude Process	22/08/2011	28/10/2011
8	Chiffrage détaillé	26/09/2011	10/10/2011
9	Consultation BE extérieur	10/10/2011	28/10/2011
10	Choix BE extérieur	28/10/2011	28/10/2011
11	**Etude Outillages : 8 semaines**	**31/10/2011**	**23/12/2011**
12	Etudes 3D	31/10/2011	25/11/2011
13	Etudes 2D	25/11/2011	09/12/2011
14	Nomenclatures	09/12/2011	23/12/2011
15	Livaison dossiers à CAPSA pour réalisation	23/12/2011	23/12/2011



4 - Les livrables

Dans le cadre de cette étude, il y a des livrables spécifiques pour chacune des phases du projet :

4-1- Avance de phase

Au début de cette phase, un Pré-Process Armature nous est fourni par CAPSA. L'avance de phase consiste à analyser ce pré-Process de façon à vérifier sa conformité vis-à-vis du « référentiel technique Ferrage Process Armature », et de réaliser un chiffrage détaillé de la ligne d'assemblage. Ce chiffrage permettra de définir le budget nécessaire pour réaliser l'étude Process.

→ Livrables Avance de phase :

- Analyse du pré-Process CAPSA par rapport au référentiel technique Ferrage Process Armature.

- Chiffrage du pré-Process CAPSA.

- Budget nécessaire pour l'étude Process.

4-2- Etude Process

L'objectif de cette phase est d'optimiser au maximum le processus en terme de moyens, de surface, de TA, de disponibilité, d'investissement, sans perdre de vue les objectifs de qualité et de délais imposés par le projet.

→ Livrables Etude Process :

- Simulation Robotique : Faisabilité des PSE et accessibilités Robots (ROBCAD).

- AVP (Avant-projet) des pinces à souder (ROBCAD).

- Implantation 2D du Process (AUTOCAD).

- Le TA et le nombre d'opérateurs (EXCEL).

- Dossier de zone : Liste exhaustive des moyens (Robots, outillages, pinces à souder…) et description du processus (EXCEL).

- Diagrammes de cycle (CODYDRAW).

- AVP des outillages dans le respect des référentiels géométriques (CATIA).

- TRM_FER_005 : Répartition des liaisons d'assemblage par moyen (EXCEL).

- FEB Robot : Fiche d'expression de besoin robot : Liste des robots choisis (EXCEL).

- Chiffrage détaillé du Processus de fabrication.

4-3- Etudes Outillages

Le but de cette phase est de réaliser les études complètes de tous les outillages constituant la ligne d'assemblage : moyen de soudure, main de préhension robot, support de chargement…

A l'issue des études d'outillages, tous les dossiers « Bon pour réalisation » seront livrés à CAPSA.

→ Livrables Etudes Outillages :

- 3D Outillages (CATIA).

- Plans d'ensembles 2D (CATIA).

- Nomenclatures détaillées (TXT).

- Planche 014 : Plans géométriques (EXEL).

- DRF : Document Référence Fonctionnelle : Repérage de tous les actionneurs pneumatiques, détections de mouvements et de pièces, permettant de réaliser les schémas pneumatiques et électriques. Ce document détermine également le cycle de l'outillage (EXCEL).

- Vignettes ergonomiques pour les postes manuels (POWERPOINT)

5 - Mon rôle

Pour ce projet, je suis responsable des études Process et outillages, en termes de qualité, coût et délai. Mes compétences techniques ainsi que de pilotage projet sont indispensables pour mener à bien cette mission.

Pour cela, mon rôle en tant que chargé d'affaire est de piloter le projet dans sa globalité et d'assurer l'interface entre les ressources internes / externes, les services PSA partenaires et CAPSA qui est notre client.

L'objectif final est pour moi, de livrer les études complètes de la ligne Armature B81, à CAPSA.

Plusieurs leviers s'offrent à moi pour réussir ce challenge :

- Je dois diriger les ressources internes et externes sur les différents choix techniques au niveau du Process mais également pour la conception des outillages.

- Je dois également être capable de proposer des pistes d'optimisations sur le produit, afin de diminuer le coût d'investissement ferrage.

- Pour suivre le bon déroulement de l'affaire, je décide de mettre en place une organisation projet. Je prévois deux réunions hebdomadaires sur toute la durée du projet :

  - Revue d'études et d'avance avec les ressources internes et externes.

  - Revue d'études et d'avancement avec notre client CAPSA.

- Pour les réunions avec le personnel CAPSA qui est en chine, il a fallu prendre en compte deux paramètres essentiels :

  - Le décalage horaire : plus six heures en Chine par rapport à la France. Les revues d'études seront donc à prévoir entre 8h et 11h, heure française.

  - Participation de personnels français et chinois à ces réunions. L'animation de ces réunions hebdomadaires doit être faite en anglais. Les comptes rendus de réunion vers CAPSA seront donc rédigés en anglais.

C - Avance de phase / Travaux antérieurs

1 - Le référentiel technique ferrage Process Armature

Dans un premier temps, avant de commencer l'analyse du pré-Process fourni par CAPSA, il est impératif d'analyser le référentiel technique (RT) ferrage des processus armature de caisse.

Ce RT décrit le synoptique d'assemblage et le Processus standards d'une ligne armature de caisse.

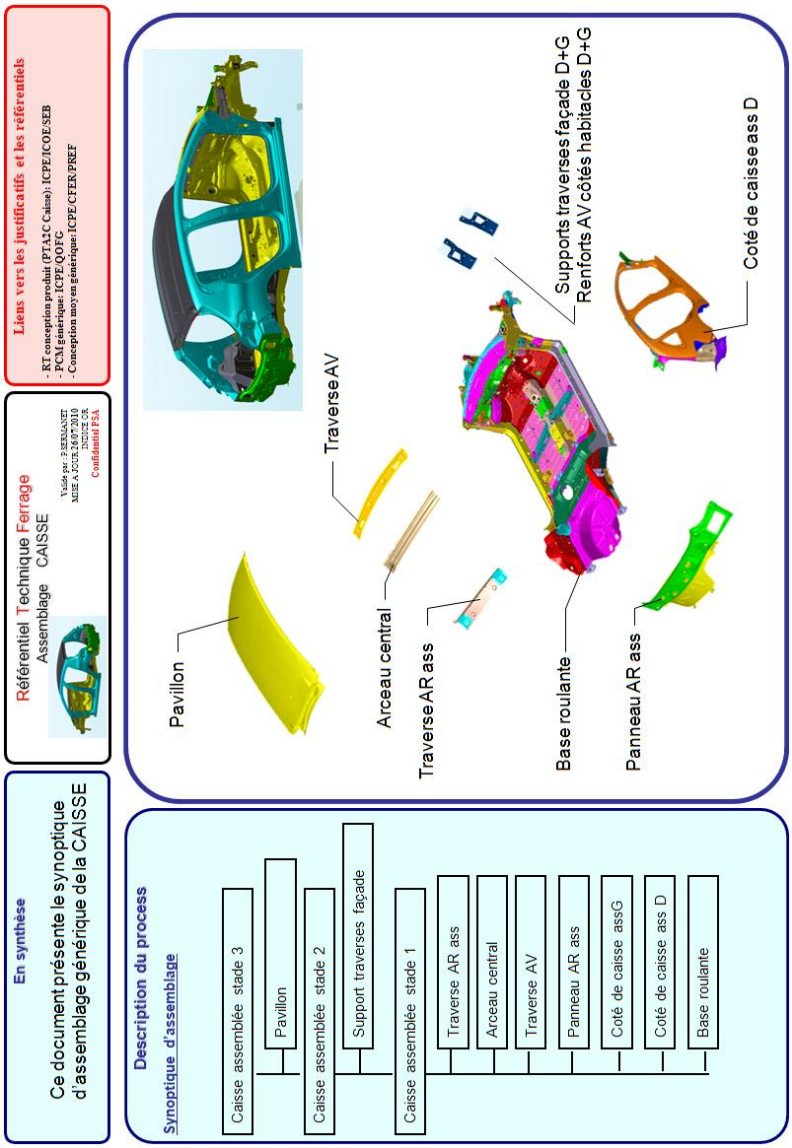


Figure 50 : RT ferrage : Synoptique d'assemblage Armature

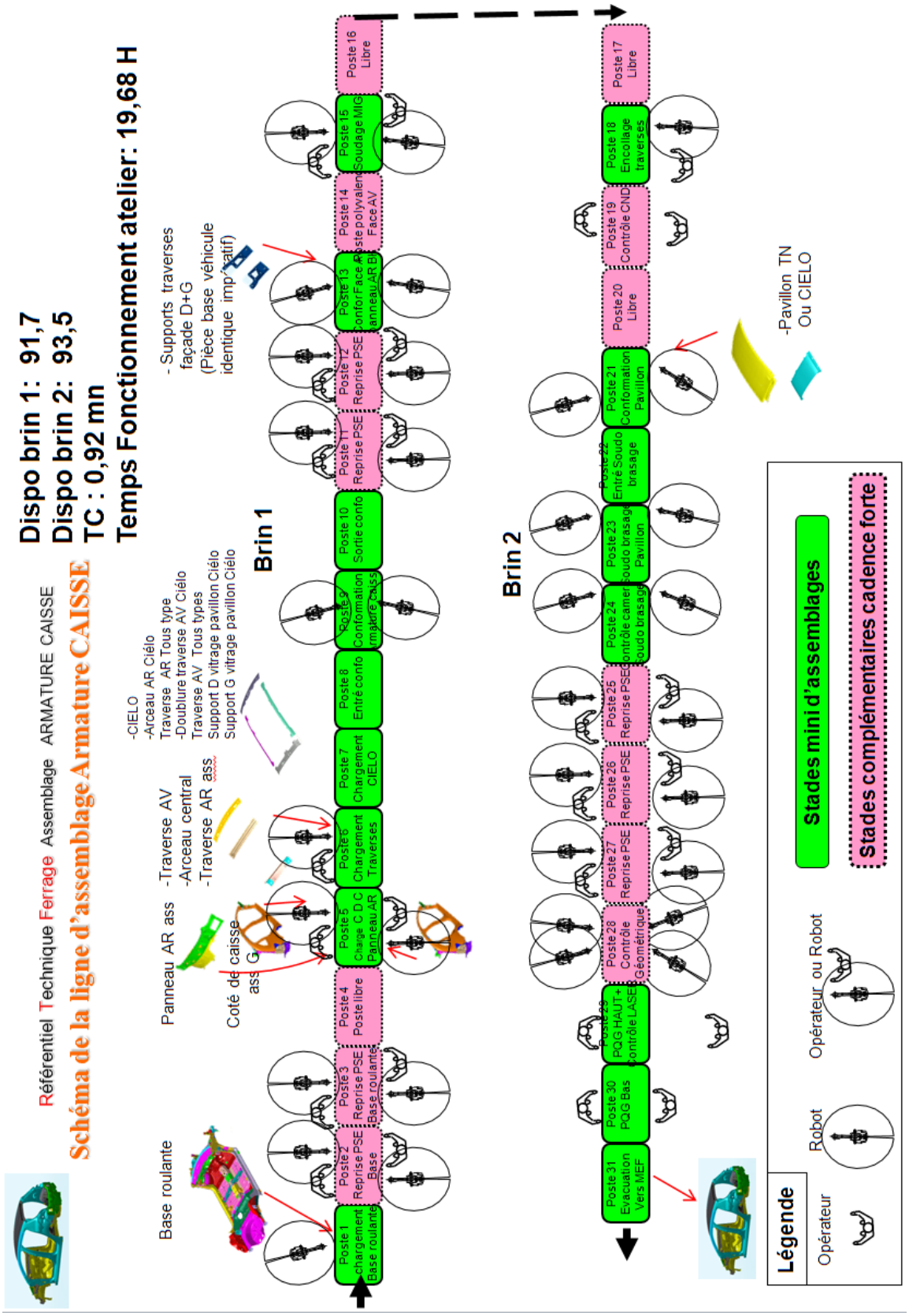


Figure 51 : RT ferrage Process Armature

Le RT ferrage Process Armature est un document décrivant l'architecture générale d'une ligne d'assemblage. Ce document est réalisé et mis à jour par le service référentiel de CFER.

Ce RT est valable pour la conception de tous les Process mondes, pour une cadence maximum de 55 véhicules par heure, soit un temps de cycle minimum de 92 centièmes de minute.

Nous pouvons retrouver dans ce référentiel un descriptif des stades d'assemblage minimum à intégrer dans le processus de fabrication (postes verts sur la figure 48), mais également des stades complémentaires dans le cas de forte cadence (postes roses sur la figure 48).

Dans notre cas, pour le Projet Armature DS5 à Shenzhen, la cadence étant faible (6 véhicules par heure), je ne vais m'intéresser qu'aux stades minimum à prendre en compte impérativement

Pour une ligne d'armature de caisse, un stade d'assemblage est plus fréquemment appelé Station (ST). Exemple : Station 1, Station 2, etc…

Suite à la lecture du référentiel technique, nous nous apercevons qu'il y a 17 postes d'assemblage minimum à prendre en compte pour la conception d'une ligne Armature.

L'objectif est maintenant d'analyser ces 17 postes afin de de déterminer s'ils sont applicables ou non dans le cadre de notre projet.

→ Voir tableau d'analyse page suivante.

Les 17 Stades d'assemblage suivant le RT (postes verts sur figure 48 :

Tableau VIII : Analyse RT Process Ferrage Armature

	Stations de travail suivant RT	Applicable dans le cadre du projet Shenzhen
1	Station 1 : Chargement base roulante	OUI
2	Station 5 : Chargement des Côtés de caisse et du panneau AR	OUI
3	Station 6 : Chargement des traverses pavillon	OUI
4	Station 7 : Chargement du cadre pavillon CIELO :	NON : Pas de cadre CIELO sur DS5
5	Station 8 : Entré conformateur armature caisse	OUI
6	Station 9 : Conformation armature caisse	OUI
7	Station 10 : Sortie conformateur armature caisse	OUI
8	Station 13 : Chargement et conformation Face AV	OUI
9	Station 15 : Soudage MIG	OUI
10	Station 18 : Encollage des traverses pavillon	OUI
11	Station 21 : Chargement et conformation du Pavillon	OUI
12	Station 22 : Sortie conformateur Pavillon	OUI
13	Station 23 : Soudo brasage Pavillon	NON : Pas de Soudo brasage sur DS5
14	Station 24 : Contrôle caméra qualité d'aspect du soudo-brasage pavillon	NON : Pas de Soudo brasage sur DS5
15	Station 29 : Poste Qualité Garantie (PQG) haut	NON : Pas de Soudo brasage sur DS5
16	Station 30 : Poste Qualité Garantie bas	OUI
17	Station 31 : Poste évacuation de l'armature caisse assemblée	OUI

Sur les 17 postes d'assemblage, seulement 13 sont applicables pour le projet Armature B81 Shenzhen.

Cette interprétation du référentiel technique permet de définir un processus d'assemblage type à 13 stations pour l'Armature B81.

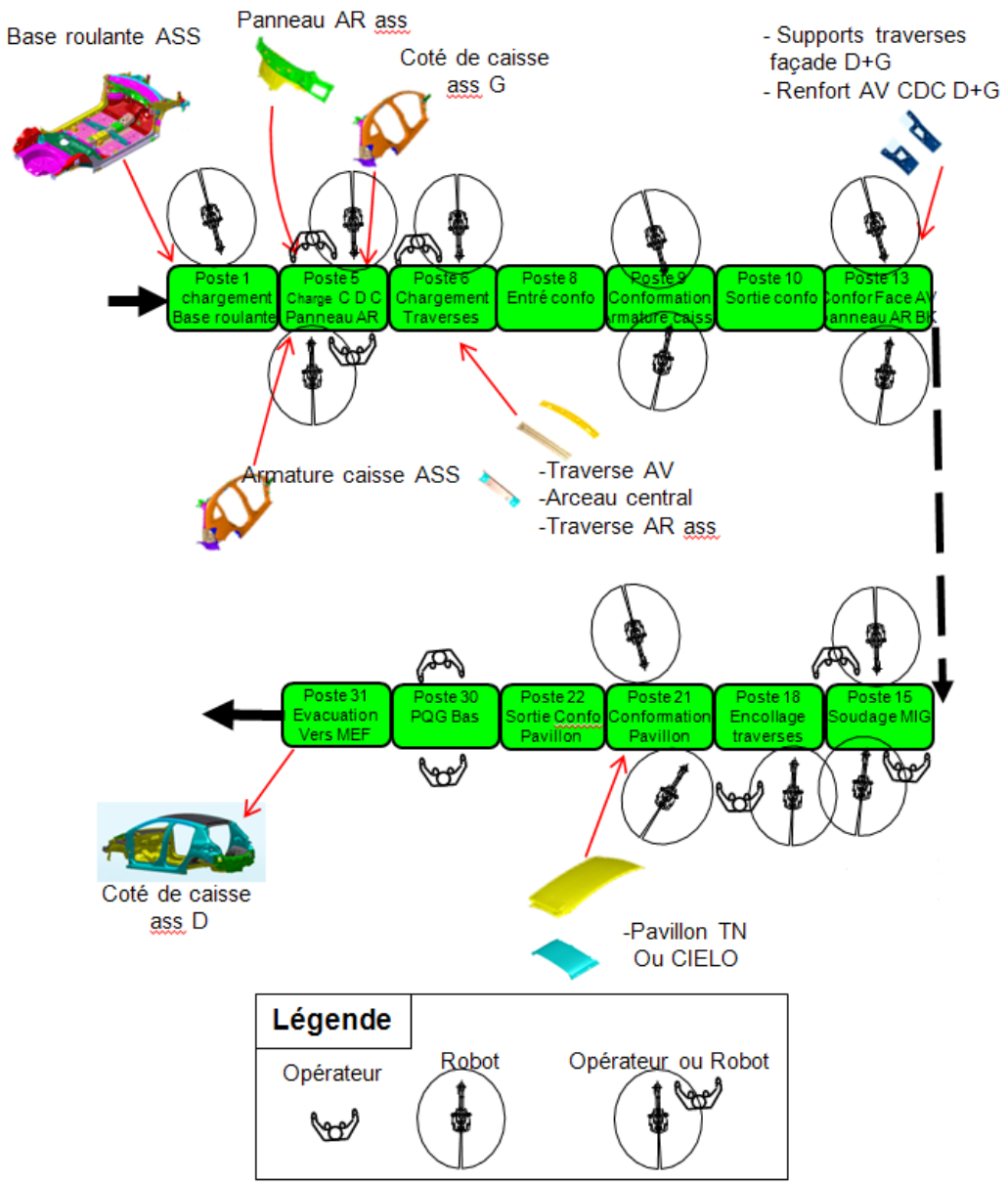


Figure 52 : Process type Armature B81 suivant le RT

Il ne faut malgré tout pas perdre de vue que le Process issu du référentiel peut et doit être optimisé pour répondre aux objectifs projet suivants :

- Investissement

- Schéma directeur : Surface disponible dans l'atelier ferrage

Or, pour rappel, la surface disponible pour la ligne Armature B81 a une longueur maximum de 66 mètres, ce qui représente au plus 12 stations d'assemblage.

→Il faudra donc prendre en compte cette contrainte lors de l'étude Process.

2 - Le Pré-Process fourni par CAPSA

Le Pré-Process nous est fourni par notre client CAPSA au début de l'avance phase.

L'objectif à présent est d'analyser ce Process, afin de vérifier s'il répond au référentiel technique, mais également dans le but de faire le chiffrage détaillé qui nous permettra de définir le budget nécessaire pour réaliser l'étude Process.

Ce Processus d'assemblage est une estimation de la part de notre client du nombre total de stations, d'opérateurs et d'équipements (Robots, pinces, moyens…). Il est en aucun cas le Process définitif. Il sera donc nécessaire, durant la prochaine phase étude, d'optimiser et de concevoir un Process robuste qui répond aux objectifs du projet.

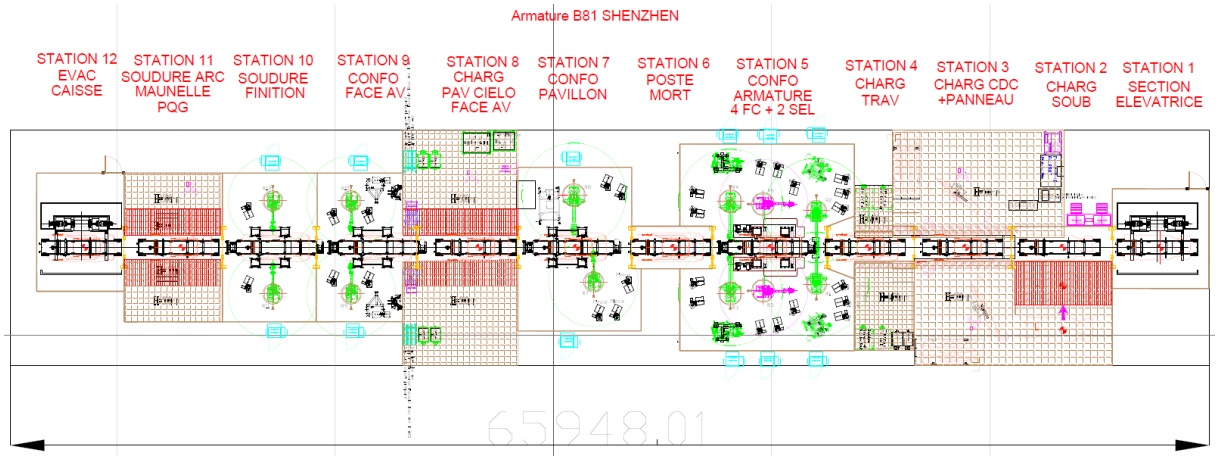


Figure 53 : Pré-Process fourni par CAPSA

2-1- Constats

Voici les constats que j'ai faits en regardant l'implantation Process de CAPSA :

- 12 stations d'assemblage : soit 1 station de moins par rapport au référentiel technique.

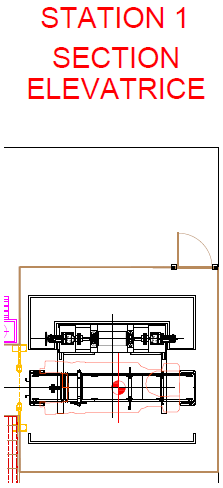
- 4 opérateurs au total sur la ligne : Temps de cycle opérateur à valider en étude.

- Le Process rentre dans la surface allouée d'une longueur de 66 mètres.

2-2- Analyse du pré-Process

Pour mieux comprendre le Processus d'assemblage, je l'ai analysé poste par poste :

STATION 1 : Section élévatrice



Une section élévatrice est une sorte d'ascenseur qui permet de récupérer une luge de manutention vide dans le convoyeur aérien pour la descendre sur la ligne Armature.

La luge de manutention permet de déplacer la caisse d'une station à une autre.

Ce poste répond donc au RT ferrage.

Figure 54 : Station 1 Process CAPSA

STATION 2 : Chargement Base roulante

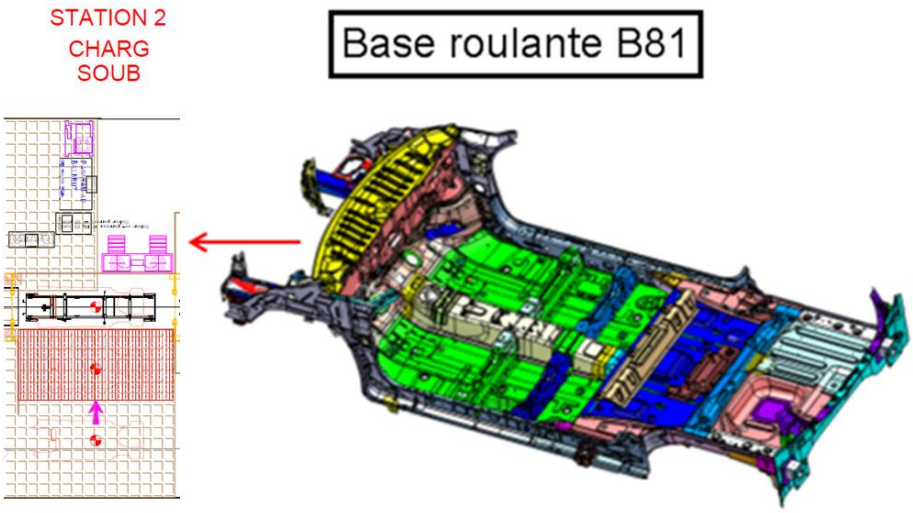


Figure 55 : Station 2 Process CAPSA

La base roulante est chargée manuellement par un opérateur, à l'aide d'un palan et d'un manipulateur.

Ce poste répond donc au RT ferrage.

STATION 3 : Encollage / Chargement des côtés de caisse et du Panneau AR

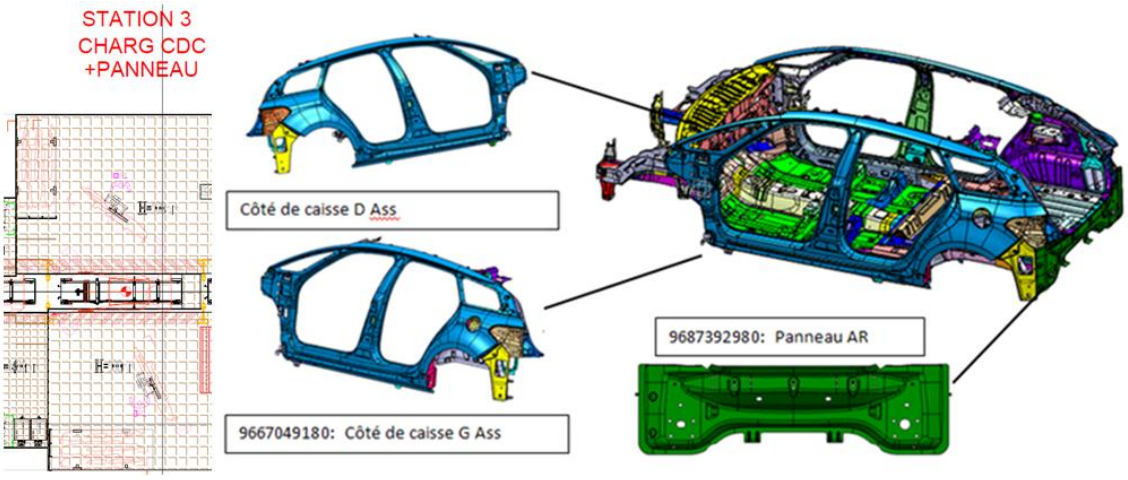


Figure 56 : Station 3 Process CAPSA

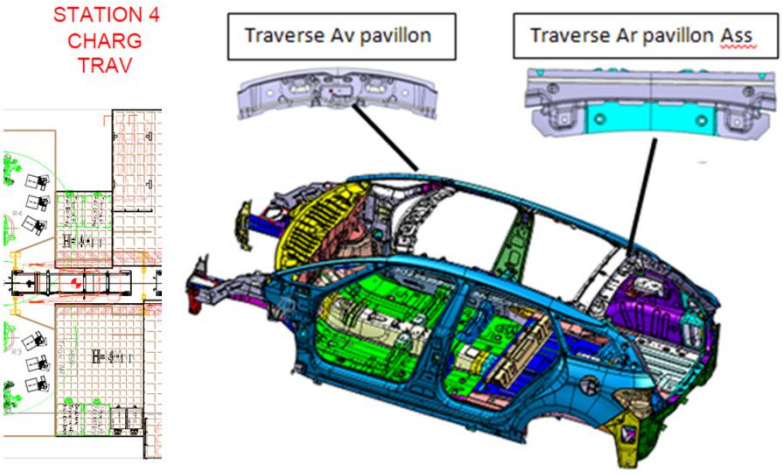
Il est prévu à cette station d'encoller manuellement la base roulante afin de réaliser l'étanchéité avec les côtés de caisses.

Le chargement des côtés de caisse est réalisé en manuel par un opérateur avec un manipulateur.

Le panneau AR est ensuite posé sur la caisse manuellement.

Ce poste répond donc au RT ferrage.

STATION 4 : Changement des traverses pavillon



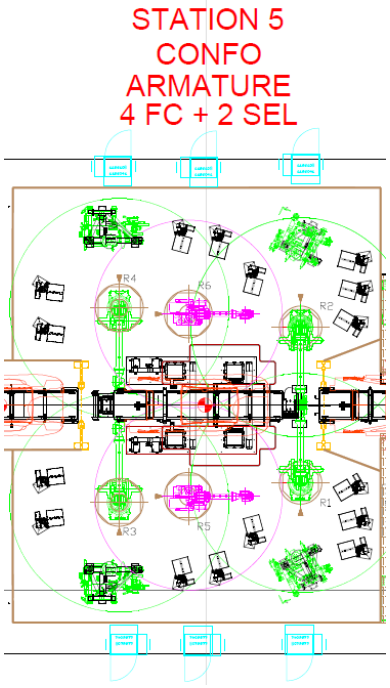
Chargement manuel des Traverses avant et arrière de pavillon.

Ce poste répond donc au RT ferrage.

Pour les Stations 2, 3 et 4, deux opérateurs sont prévus (1 à droite + 1 à gauche)

Figure 57 : Station 4 Process CAPSA

STATION 5 : Conformateur Armature de caisse



Station de conformation de l'Armature de caisse. Ce poste consiste à mettre en géométrie toutes les pièces chargées aux trois premières stations, à l'aide d'outils de conformation. Une fois mises en géométrie, les pièces sont ensuite liées entre elles par des points de soudure, qui figent la géométrie de celle-ci.

Figure 58 : Station 5 Process CAPSA

Equipements du poste :

- 2 Robots AV soudeurs avec 2 pinces chacun.

- 2 Robots Milieux manipulateurs / soudeurs avec 3 pinces chacun : Ces 2 robots manipulent les mains de conformation AV et AR et réalisent en plus des points de soudure.

- 2 Robots AR soudeurs avec 3 pinces chacun.

- 4 mains de conformations robot (2 avants droite et gauche + 2 arrières droite et gauche) : Ces mains de conformation servent à maintenir la caisse en géométrie lors la soudure des PSE par les robots.

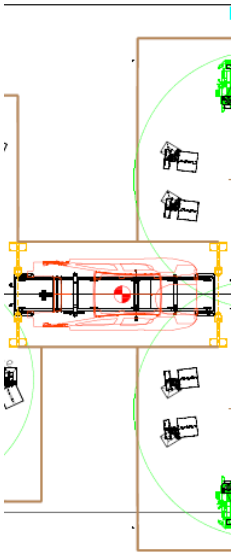
- 1 mono-géométrie : Outillage de mise en référence de la caisse.

Ce poste répond donc au RT ferrage.

STATION 6 : Poste mort

STATION 6
POSTE
MORT

Le poste 6 est appelé « poste mort ». Ce type de station est généralement utilisé pour stocker une caisse entre deux stations travaillées, dans le but d'augmenter la disponibilité de la ligne.



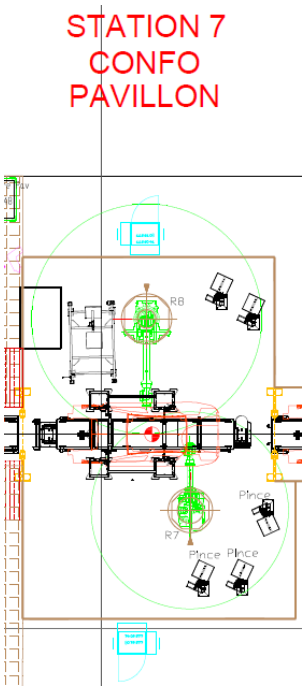
Ce poste répond donc au RT ferrage, mais reste discutable.

En effet, il faudra vérifier l'utilité de cette station sur le Process durant la phase étude Process.

Figure 59 : Station 6 Process CAPSA

STATION 7 : Conformation Pavillon Cielo

STATION 7
CONFO
PAVILLON



Station de conformation Pavillon Cielo. Ce poste consiste à mettre en géométrie les pièces du Pavillon à l'aide d'un outil de conformation et de réaliser les points de soudure nécessaires pour assurer la géométrie du pavillon à la sortie du poste.

Ce poste répond donc au RT ferrage.

Figure 60 : Station 7 Process CAPSA

Equipements du poste :

- 1 Robot manipulateur / soudeur à droite avec 2 pinces. Ce robot prend directement les deux pièces sur le poste de chargement, à l'aide d'une main de conformation, puis va positionner et conformer ces pièces sur la caisse. Une fois le conformateur en place, ce robot réalise en plus des PSE.

- 1 Robot soudeur à gauche de la ligne avec 3 pinces.

- 1 main de conformation pavillon CIELO : Cette main de conformation permet de maintenir les deux pièces en géométrie lors la soudure des PSE par les robots.

- 1 mono-géométrie : Outillage de mise en référence de la caisse.

<u>STATION 8 : Chargement Pavillon Cielo et Face AV</u>

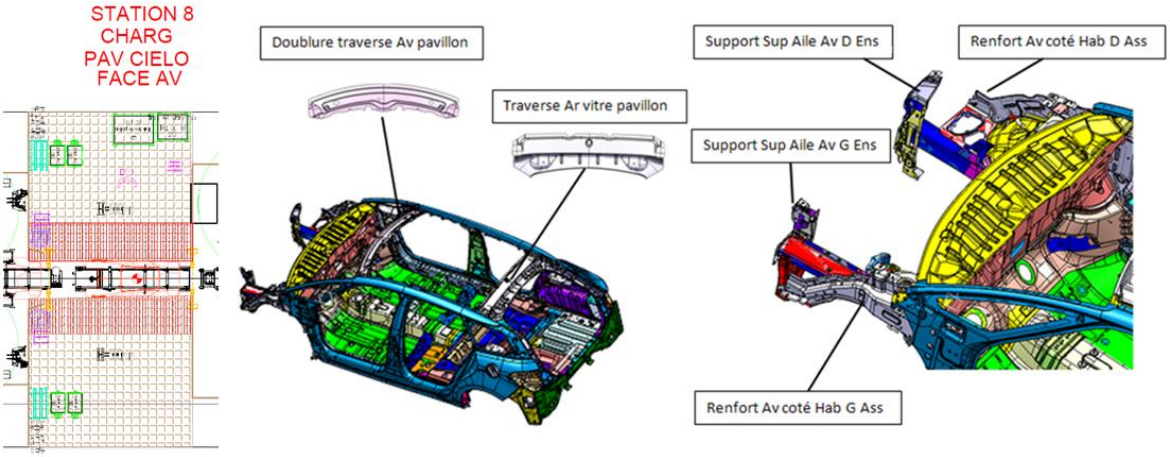


Figure 61 : Station 8 Process CAPSA

Chargement manuel des pièces constituant le Pavillon CIELO (toit en verre) :

- Doublure traverse AV pavillon.

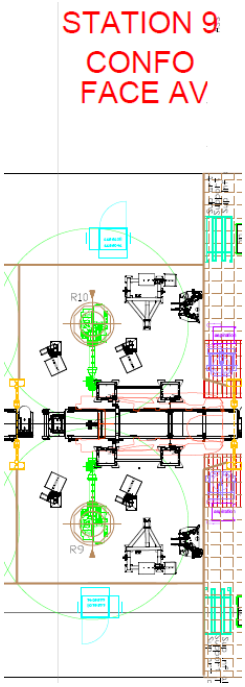
- Traverse AR vitre pavillon.

Chargement manuel des pièces constituant la Face AV :

- Renforts AV côté d'habitacle droit et gauche.

- Supports traverses façades droit et gauche.

STATION 9 : Conformation Face AV



Station de conformation Face AV. Ce poste consiste à mettre en géométrie les pièces de la Face AV à l'aide de deux outils de conformation et de réaliser les points de soudure nécessaires pour assurer la géométrie à la sortie du poste.

Ce poste répond donc au RT ferrage.

Figure 62 : Station 9 Process CAPSA

Equipements du poste :

- 1 Robot manipulateur / soudeur à droite avec 2 pinces. Ce robot prend directement les deux pièces droites sur le poste de chargement à l'aide d'une main de conformation, puis va positionner et conformer ces pièces sur la caisse. Une fois le conformateur en place, ce robot réalise en plus des PSE.

- 1 Robot manipulateur / soudeur à gauche avec 2 pinces. Ce robot réalise le même cycle que le robot droit

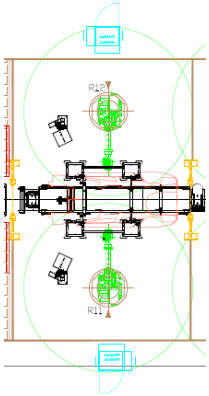
- 2 mains de conformations face AV : Ces mains de conformations permettent de maintenir les pièces en géométrie lors la soudure des PSE par les robots.

- 1 mono-géométrie : Outillage de mise en référence de la caisse.

STATION 10 : Finition Soudure

STATION 10
SOUDURE
FINITION

Poste de reprise soudure. Cette station permet de terminer tous les points de soudure sur la caisse.



Ce poste répond donc au RT ferrage, mais reste discutable.

Il faudra vérifier durant l'étude la nécessité de ce poste, car il est peut être possible de réaliser ces PSE à une autre station.

Figure 63 : Station 10 Process CAPSA

Equipements du poste :

- 1 Robot soudeur à droite + 1 Robot soudeur à gauche avec 1 pince chacun. Ces robots réalisent les points de soudure de reprise restant à faire sur la caisse.

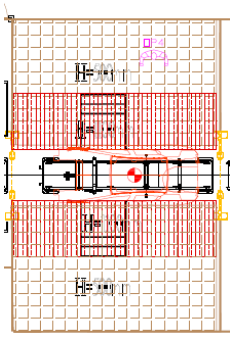
- 1 mono-géométrie : Outillage de mise en référence de la caisse.

STATION 11 : Soudure Arc manuelle et PQG

STATION 11
SOUDURE ARC
MAUNELLE
PQG

A ce poste, l'opérateur réalise les cordons Arc en manuel sur la caisse.

Il doit également vérifier visuellement la qualité du véhicule, c'est le PQG (Poste qualité garantie).

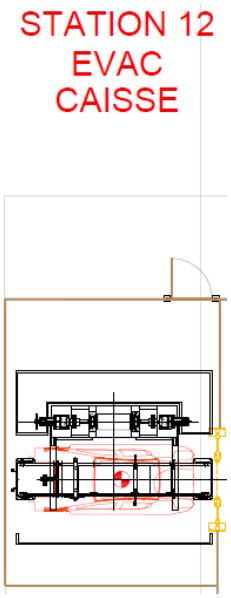


Ce poste répond donc au RT ferrage.

Il y a un opérateur prévu pour cette station.

Figure 64 : Station 11 Process CAPSA

STATION 12 : Evacuation de l'armature caisse assemblée



Evacuation automatique de l'Armature assemblée, avec une section élévatrice.

Ce poste répond donc au RT ferrage.

Figure 65 : Station 12 Process CAPSA

2-3- Synthèse

Suite à l'analyse que j'ai réalisée, je peux affirmer dans un premier temps, que le pré-Process CASPA répond au référentiel technique ferrage et qu'il rentre parfaitement dans la surface allouée. Il n'y a donc pas de point bloquant dans l'immédiat.

Suite au calcul de disponibilité, réalisé par le service « calcul flux », ce Process répond à l'objectif de 92,8%.

Il n'en reste pas moins que la faisabilité ce Process n'a pas été étudiée précisément par notre client. Il s'agit seulement d'un point de départ pour engager l'étude Process.

La prochaine étape consistera donc à en valider la faisabilité, en tenant compte de toutes les données d'entrées :

- Définitions numériques des pièces.
- Les liaisons d'assemblage (PSE, colle, arc…).
- PCM (Plan Coordination Méthodes) : Références géométriques par outillages.
- Disponibilité et Temps de cycle.

Voici la synthèse en quelques chiffres du pré-Process CAPSA :

Tableau IX : Synthèse Pré-Process CAPSA

Synthèse Pré-Process CASPA (Disponibilité = 92,8%)	
Nombre total de station	12

Bilan par station										
Equipements	STATIONS									Total
	ST2	ST3	ST4	ST5	ST7	ST8	ST9	ST10	ST11	
Opérateurs	2					1			1	**4**
Robots				6	2		2	2		**12**
Pinces à souder				16	5		4	2		**27**
Outillages				5	2		3	1		**11**

Le Process analysé compte :

- 12 Stations d'assemblage dont 4 automatisées (ST5, 7, 9 et 10).

- 4 opérateurs.

- 12 robots.

- 27 pinces à souder.

- 11 outillages (dans ce bilan, seuls les moyens de conformations sont quantifiés : les petits outillages comme les supports de chargements pièces ou de déposes pinces, n'étant pas comptabilisés, pour une question pratique).

Comme je l'ai fait remarquer dans mon analyse, certains postes d'assemblage restent discutables, mais je ne peux rien confirmer à ce stade du projet. En effet, l'éventuelle optimisation de ce pré-Process sera étudiée dans le détail lors de la prochaine phase : l'étude Process.

3 - Chiffrage du Pré-Process CAPSA

Le chiffrage détaillé du Process est un item très important, car il détermine le coût global de la ligne d'assemblage. Il me servira également pour définir le budget nécessaire pour la phase étude Process.

J'ai donc réalisé ce chiffrage à l'aide du logiciel BCFER (Base de chiffrage Ferrage).

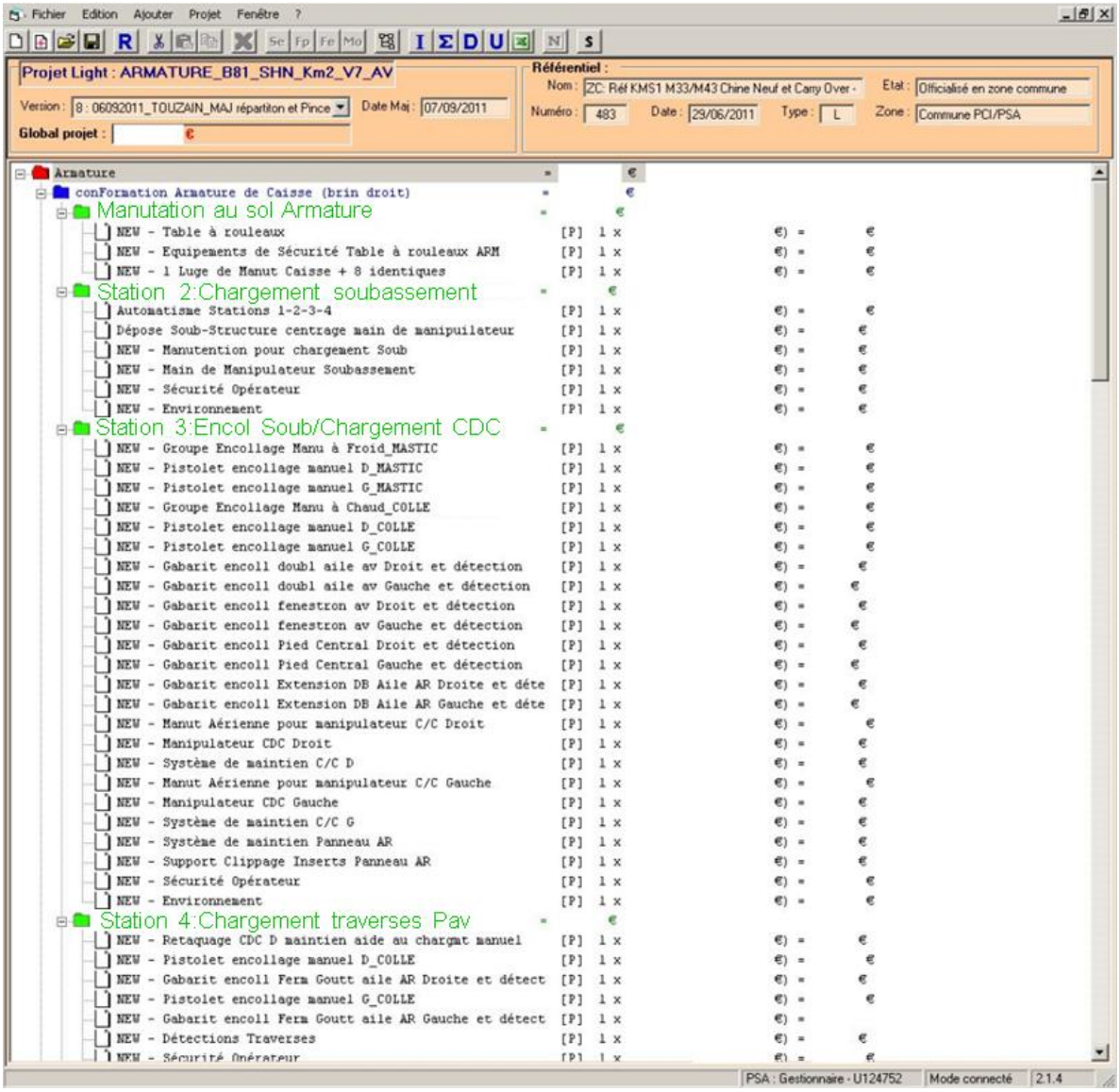


Figure 66 : Chiffrage BCFER Fin AVP Armature B81 Shenzhen

Le chiffrage BCFER est structuré sous la forme d'une arborescence. Pour chacune des stations du Process, tous les équipements sont listés et chiffrés.

Pour des raisons de confidentialité, je ne peux pas communiquer le détail du chiffrage de la ligne d'assemblage.

Après avoir terminé le chiffrage, je dois en faire une extraction Excel pour en extraire le budget d'étude Process à l'aide d'une macro interne CFER.

Ce budget quantifie la charge en heure nécessaire pour réaliser les études par métier (Chargé d'affaire, technicien simulation robotique, Projeteur, implanteur…)

Tableau X : Budget BCFER Etude Process Armature B81

Client : **CAPSA**
Site d'intégration : **Shenzhen**
Périmètres : **Armature B81**

BUDGET BCFER ETUDE PROCESS ARMATURE B81 SHENZHEN				
	Heures BCFER	Homme. mois	taux horaire	Coût €
Suivi d'affaire	400	2,60	50,00 €	20 000 €
Faisabilité 3D	790	5,13	40,00 €	31 600 €
Simulation Robotique	350	2,27	47,00 €	16 450 €
Implantion	195	1,27	40,00 €	7 800 €
Faisabilité diagrammes de cycle	150	0,97	40,00 €	6 000 €
Total	**1885**	**12,24**		**81 850 €**

Suite au chiffrage BCFER que j'ai réalisé, le budget alloué pour la phase étude Process est de 81850€, ce qui représente 1885 heures.

La prochaine étape consiste à établir le tableau des ressources prévisionnelles, en conformité avec le budget BCFER.

Partie 3 - SOLUTIONS PROPOSEES

A - Etude Process

1 - Objectifs

Planifiée du 22 aout au 28 octobre 2011, le but de l'étude Process est, à partir du Pré-Process CAPSA, de concevoir une ligne d'assemblage Armature répondant aux objectifs du projet.

Durant cette phase, les taches à réaliser seront :

- Concevoir le Processus d'assemblage.
- Réaliser les AVP des outillages de conformations.
- Réaliser la faisabilité robotique (AVP des pinces à souder).
- Réaliser les diagrammes de cycles des Stations automatisées et manuelles.

2 - Organisation

2-1- Constitution de l'équipe

2-1-1 - Tableau des ressources

Je dois dans un premier temps définir et quantifier les ressources nécessaires, afin de mener à bien l'étude Process, tout en tenant compte du chiffrage que j'ai réalisé en fin d'avance de phase.

Tableau XI : Tableau de ressources étude Process

	22/08/2011 au 28/10/2011									
Semaine (année 2011)	S34	S35	S36	S37	S38	S39	S40	S41	S42	S43
h / Semaine	38,5	38,5	38,5	38,5	38,5	38,5	38,5	38,5	38,5	38,5
Cumul des heures	38,5	77	115,5	154	192,5	231	269,5	308	346,5	385
Chargé d'affaire	385 heures									
Technicien Simulation Robotique	350 heures									
Implanteur	195 heures réparties sur 10 semaines									
Agent d'étude des temps	150 heures réparties sur 10 semaines									
Projeteur 1	385 heures									
Projeteur 2	385 heures									
Total des heures	**1850 heures**									

En faisant ce tableau de ressources, je peux m'apercevoir que six personnes, dont moi-même, sont nécessaires pour réaliser l'étude Process, avec 1850 heures au total.

Pour rappel, suite au chiffrage BCFER, le nombre d'heures estimées était de 1885 heures. Mais pour tenir les délais, le nombre d'heures pour une personne ne peut excéder 385 heures sur dix semaines.

Pour cette raison et pour limiter les ressources au juste nécessaire, je décide d'attribuer 385 heures à la gestion d'affaire et 770 heures à la faisabilité 3D, ce qui représente un gain de 35 heures.

Je constate également que deux projeteurs sont nécessaires sur dix semaines.

Je prends donc l'initiative et la responsabilité de réaliser cette phase avec 1850 heures au lieu de 1885. Un suivi d'affaire robuste devra donc être mis en place, afin de verrouiller et de pallier aux éventuelles dérives de planning.

Les ressources à affecter à l'affaire sont :

- 1 chargé d'affaire (moi-même)

- 1 technicien simulation robotique

- 1 implanteur

- 1 AET (Agent d'étude des temps)

- 2 projeteurs

2-1-2 - Ressources internes

Je dois maintenant analyser, avec l'aide du chef de groupe, la charge actuelle des collaborateurs, afin de vérifier si celle-ci est compatible avec notre besoin.

Le technicien simulation robotique, utilisant le logiciel Robcad, sera une ressource de notre bureau d'études interne. En effet, sur le point de terminer un autre projet, son taux de charge est compatible avec notre besoin.

Concernant l'implanteur et à l'AET, leur charge actuelle d'environ 50% est également en adéquation avec le planning projet.

Quant aux projeteurs, toutes les ressources internes sont déjà affectées sur d'autres projets. Il faut donc trouver une autre solution.

2-1-3 - Ressources externes

Les deux projeteurs n'étant pas disponibles au sein de notre service, nous allons donc avoir recours à un bureau d'études extérieur.

Les projeteurs doivent être expérimentés dans le métier de la conception ferrage et maitriser le logiciel de CAO CATIA V5.

Pour des raisons de coût et de place disponible, ils effectueront leur prestation au sein de leur bureau d'études. Le suivi d'affaire devra donc prendre en compte cet aspect.

La prestation est planifiée du 22 aout au le 28 octobre 2011, ce qui représente 770 heures.

Le besoin est exprimé au service achat, via un cahier des charges de consultation. Au terme de la négociation, le choix du prestataire est établi.

Le bureau d'études retenu est CEDAO, en région parisienne. Toutes les données d'entrées leurs seront transmises lors d'une réunion d'initialisation.

2-2- Semaine type

Afin de suivre l'avancement du projet durant la phase étude Process, je mets en place un suivi d'affaire et une organisation hebdomadaire.

Dans un premier temps, j'organise les revues d'études avec notre client CAPSA, qui souhaite avoir une vision claire de l'avancement général de l'étude Process.

Nos interlocuteurs chez CAPSA étant tous en Chine, il me faut trouver une tranche horaire compatible avec la France. La Chine ayant six heures de décalage horaire par rapport à la France, le créneau 8h à 11h me parait le plus adapté. De plus, ces réunions devront se dérouler en anglais, car le personnel CAPSA est français et chinois.

Je décide de retenir le mercredi pour nos réunions hebdomadaires. J'animerai ce rituel seul avec CAPSA, afin de ne pas perturber nos ressources internes dans leurs études. Il sera néanmoins possible de les convier, si les sujets traités le nécessitent.

Je planifie dans un second temps des revues d'études regroupant toutes les ressources internes et externes, afin de suivre avec précision l'avancement du projet. Ce rituel me permettra de pouvoir anticiper d'éventuels problèmes ou dérives sur le planning. Je fixe le jeudi de 13h à 16h pour ces réunions. Elles se dérouleront en visioconférence avec le bureau d'études extérieur.

Deux comptes rendus hebdomadaires seront diffusés à tous les participants par courrier électronique.

Tableau XII : Semaine type étude Process

Semaine type Projet Armature B81					
	Lundi	Mardi	Mercredi	Jeudi	Vendredi
Matin	Projet		Réunion CAPSA 8h - 11h	Projet	
Après midi	Projet			Réunion interne 13h - 16h	Projet

3 - Propositions Process

3-1- Postes automatiques

3-1-1 - Conformation Armature caisse

La conformation Armature caisse consiste à mettre en géométrie la base roulante, les côtés de caisse, le panneau AR et les traverses pavillon les uns par rapport aux autres. Une fois mises en géométrie, toutes les pièces doivent être liées par des PSE, afin de figer leur position.

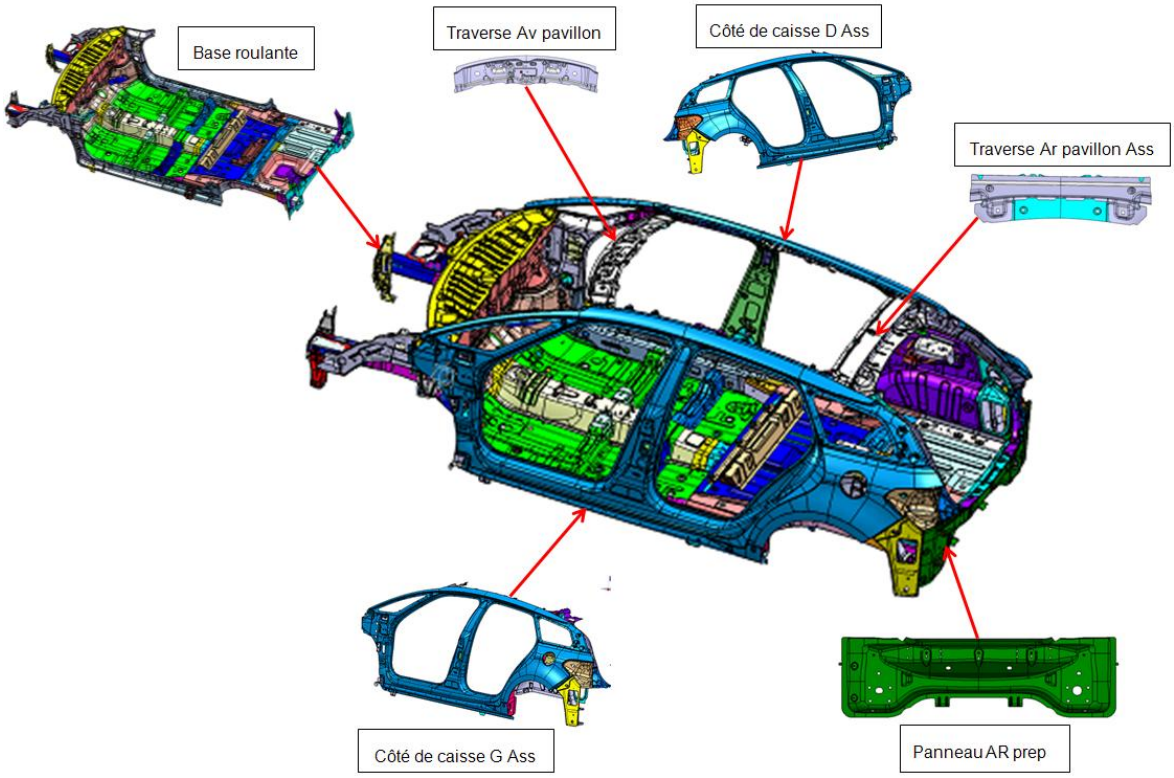


Figure 67 : Conformation Armature caisse

3-1-1-1 - Process

Le principe de mise en géométrie de la caisse.au référentiel ferrage est le suivant :

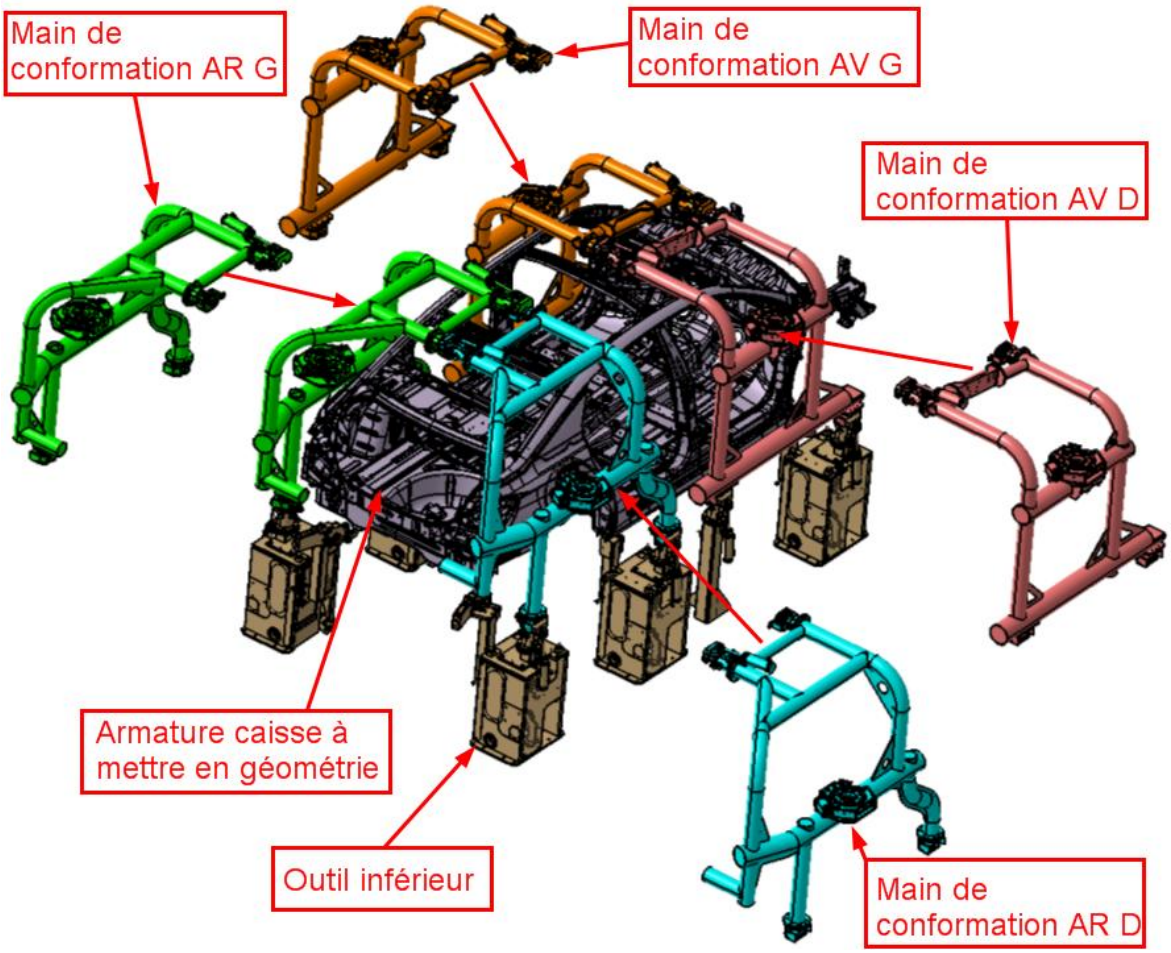


Figure 68 : Référentiel conformation Armature caisse

L'outillage inférieur positionne géométriquement la base roulante, alors que les mains de conformations AV et AR droites et gauches permettent de positionner les côtés de caisses, le panneau AR et les traverses. Ces dernières sont verrouillées entre elles en Y en partie supérieure, mais également en Z avec l'outil inférieur.

Les opérations à prendre en compte pour ce poste :

- Mise en place des Mains de conformations robot AV et AR droites et gauches.

- Soudure de conformation.

- Soudure de finition, si le temps de cycle restant le permet.

Mise en place des Mains de conformations robot AV et AR droites et gauches :

Habituellement nous utilisons un robot pour manipuler une main de conformation, soit quatre robots. Mais dans notre cas, avec un temps de cycle long (830 / 100 min), il serait intéressant d'utiliser un robot pour les deux mains droites et un robot pour les deux mains gauches, soit deux robots au lieu de quatre.

Soudure de conformation :

D'après l'analyse du produit et mon expérience, j'ai défini que 56 PSE de conformation étaient nécessaires pour garantir la géométrie de la caisse. Ces PSE doivent donc être réalisés lorsque le véhicule est mis en géométrie avec les outillages.

Les deux robots manipulateurs seront également utilisés pour réaliser les PSE à l'avant du véhicule. Pour la partie arrière, je prévois un robot à droite et à gauche.

Soudure de finition, suivant temps de cycle restant :

Après avoir réalisé les PSE de conformation et retiré les mains robots, nous pourrons faire de la finition de PSE, afin de faire un maximum de PSE au poste. Pour cela, il y a quatre robots disponibles. La quantité de PSE réalisable sera déterminée en faisant le diagramme de cycle.

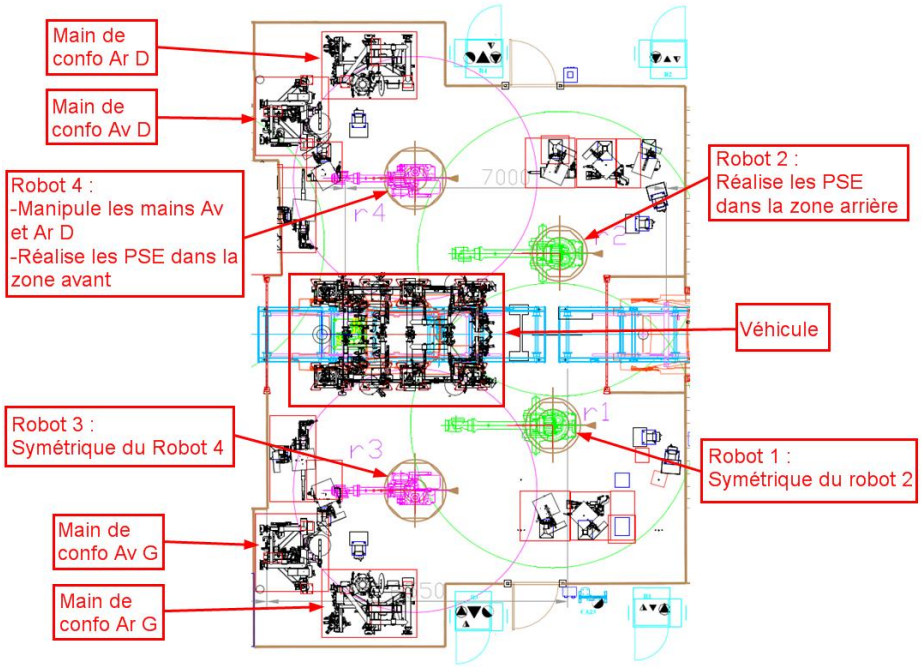


Figure 69 : Implantation conformation Armature caisse

3-1-1-2 - Diagramme de cycle

Afin de valider, le Process proposé, j'étudie le diagramme de cycle du poste à l'aide du logiciel Codydraw.

Pour cela, je liste et quantifie en temps, toutes les opérations nécessaires sur cette station. Une fois toutes les opérations mises bout à bout, il ne faut pas dépasser le temps de cycle objectif, qui est de 830 / 100 min.

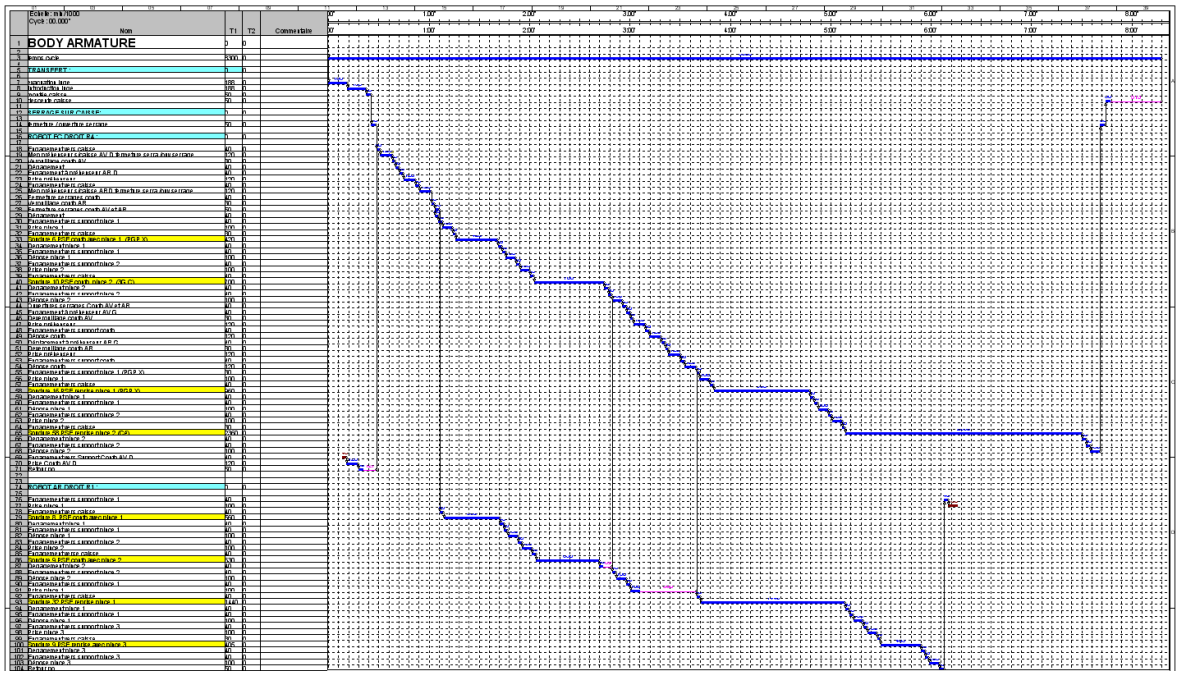


Figure 70 : Diagramme de cycle Confo Armature

Les opérations principales du cycle sont :

- Transfert de Armature caisse (manutention).

- Mise en géométrie Armature.

- Chargement des Mains de conformations AV / AR D et G par les robots R3 et R4.

- Soudure de conformation par les Robots R1, R2, R3 et R4.

- Déchargement des Mains de conformations AV / AR D et G par les robots R3 et R4.

- Soudure de finition par les Robots R1, R2, R3 et R4.

- Évacuation Armature caisse (manutention).

D'après le diagramme réalisé, le Processus proposé est compatible avec le temps de cycle de 830 / 100 min. Ce Process permet de réaliser 56 PSE de conformation et 254 PSE de finition. La simulation robotique permettra par la suite de confirmer la faisabilité de cette proposition, mais également de déterminer les 254 PSE de finition à réaliser.

3-1-1-3 - AVP outillages

Durant la phase d'étude Process, nous devons définir avec précision le référentiel géométrique, que nous devrons prendre en compte pour la conception 3D détaillée de nos outillages, lors la prochaine phase. Pour cela, nous prenons en compte les PCM (Plans Conditions Méthodes) de chaque outillage. Ces PCM nous sont fournis par le service géométrie de Shanghai.

Le but de cette étape est de garantir la faisabilité de conception des outillages, en tenant compte des PSE à réaliser et des accessibilités des pinces à souder. Plusieurs échanges seront donc nécessaires entre le bureau d'études extérieur qui doit réaliser les AVP et le technicien simulation robotique.

Pour cette station, 5 outillages seront étudiés :

- L'outil inférieur.

- La main de conformation Av Droite + la main Gauche symétrique.

- La main de conformation Ar Droite + la main Gauche symétrique.

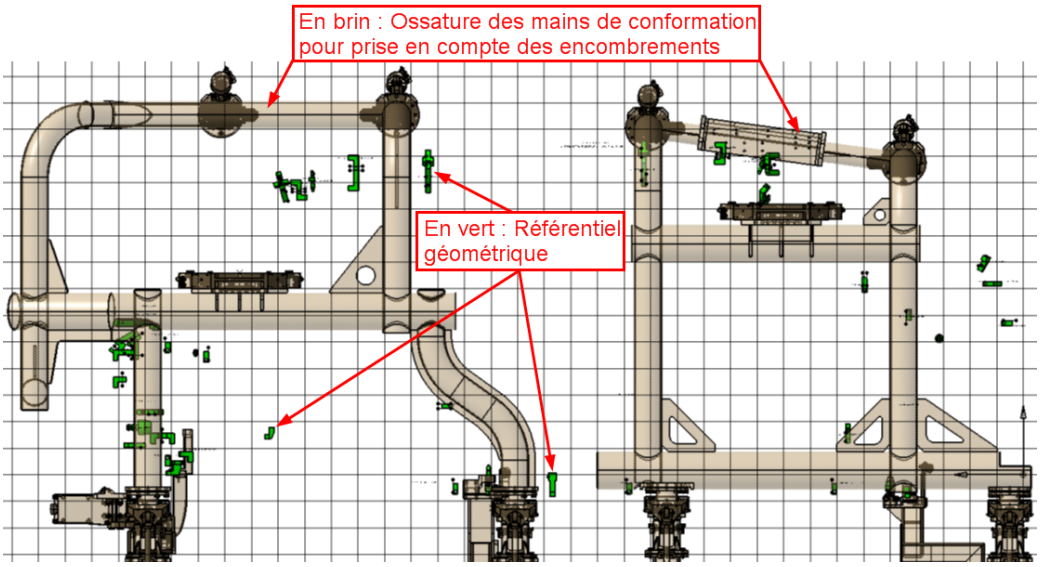


Figure 71 : AVP outillages conformation Armature

3-1-1-4 - Simulation robotique

La simulation robotique réalisée avec le logiciel ROBCAD, nous permet de vérifier la faisabilité complète d'un Process.

En faisant cette simulation, nous allons :

- Déterminer la position de tous les équipements (robots, dépose pince au sol…).

- Quantifier et définir toutes les pinces à souder nécessaires.

- Valider les AVP des outillages.

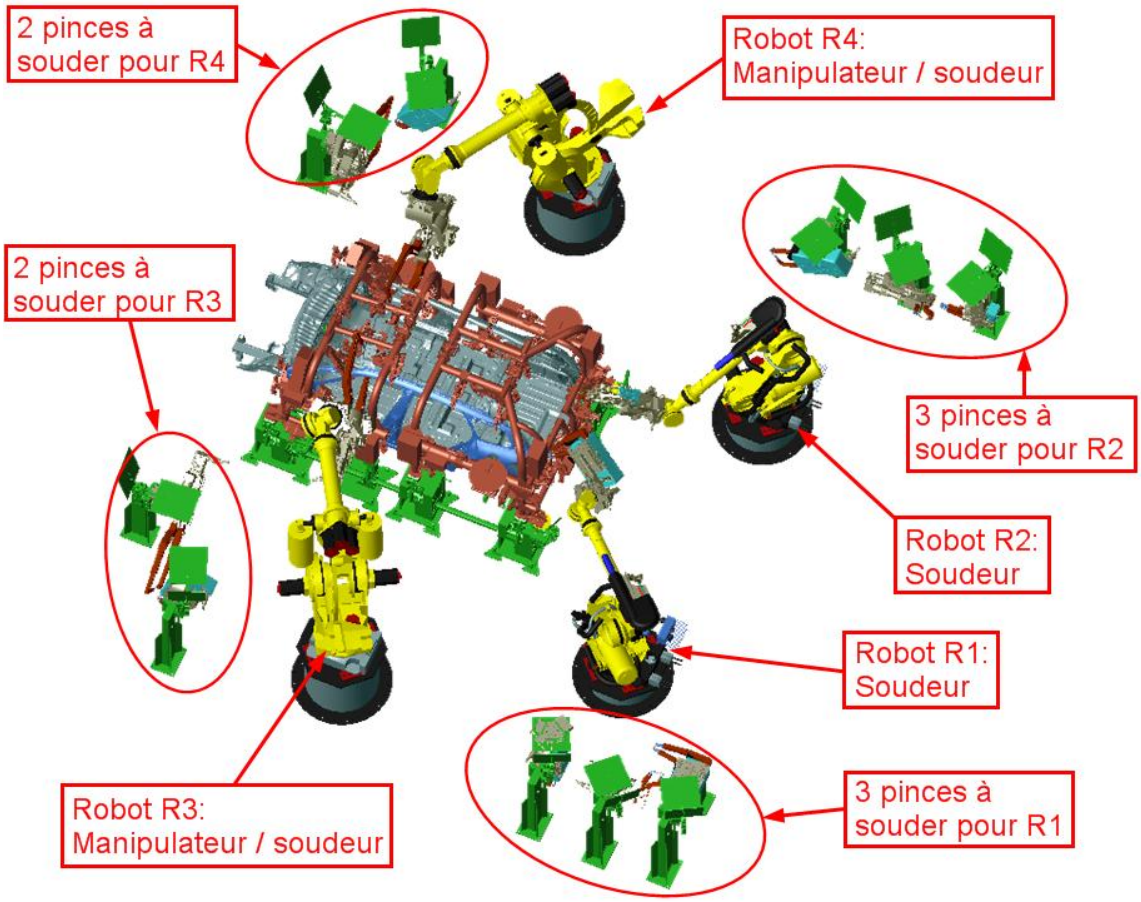


Figure 72 : Simul robotique conformation Armature

Suite à la simulation, nous avons pu valider la solution à quatre robots et avons déterminé le besoin de dix pinces à souder au total.

Tableau XIII : Bilan conformation Armature

ROBOT	NOMBRE DE PSE		TOTAL / ROBOT	Nb PINCE / ROBOT	PINCE	TYPE PINCE
R01	PSE CONFO 1	8	58	3	Pince 1	3G Y
	PSE CONFO 2	9			Pince 2	3G C
	FINITION 1	32			Pince 2	3G C
	FINITION 2	9			Pince 3	RCX
R02	PSE CONFO	7	72	3	Pince 1	3G Y
	FINITION 1	4			Pince 1	3G Y
	FINITION 2	52			Pince 2	3G X
	FINITION 3	9			Pince 3	RCX
R03	PSE CONFO 1	6	90	2	Pince 1	PGP X
	PSE CONFO 2	10			Pince 2	3G C
	FINITION 1	16			Pince 1	PGP X
	FINITION 2	58			Pince 2	3G C
R04	PSE CONFO 1	6	90	2	Pince 1	PGP X
	PSE CONFO 2	10			Pince 2	3G C
	FINITION 1	16			Pince 1	PGP X
	FINITION 2	58			Pince 2	3G C
TOTAL	**PSE DE CONFO**	**56**	**310**	**10**		
	PSE DE FINITON	**254**				

Nous réalisons ensuite les AVP de toutes les pinces à souder, qui nous serviront à consulter les fabricants, pour les études complètes et la réalisation des pinces.

Un AVP est en fait une vue 2D de la pince définie en Robcad avec le multi-sectionnement des tôles véhicule. Voici pour exemple, l'AVP de la Pince 1 du Robot R1 :

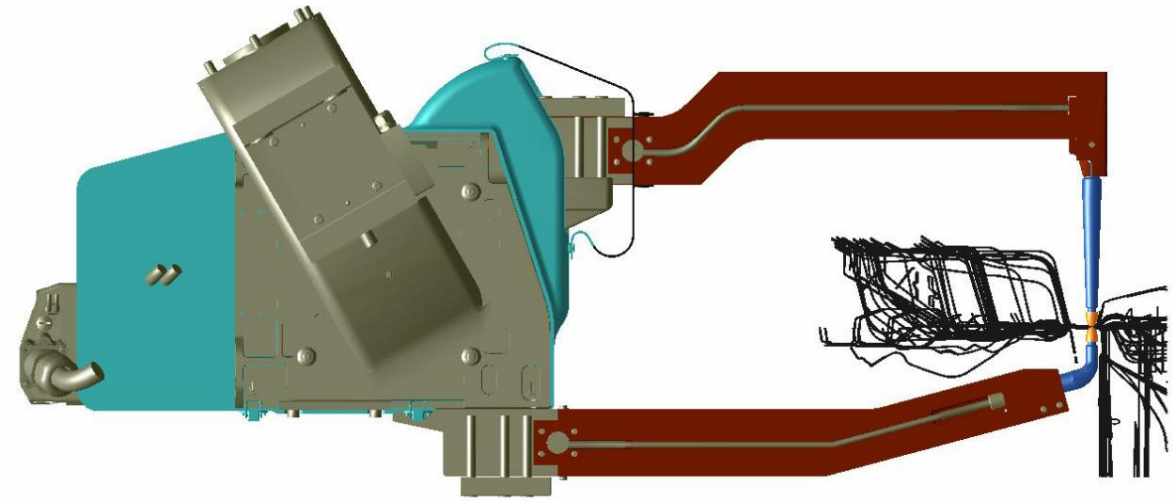


Figure 73 : AVP Pince 1 Robot R1

3-1-2 - Conformation pavillon Cielo et face AV

Conformation pavillon Cielo :

La conformation pavillon Cielo consiste à mettre en géométrie et à lier la traverse AV vitre Pavillon et la traverse AR vitre Pavillon sur l'Armature caisse assemblée.

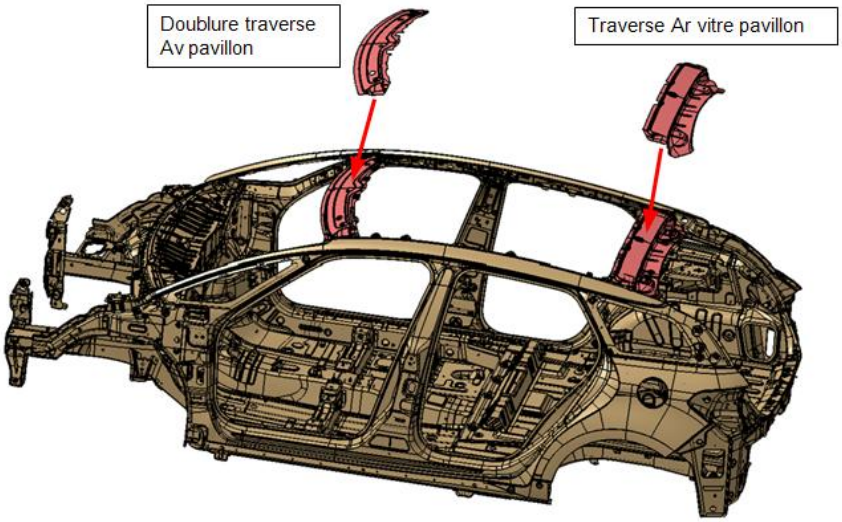


Figure 74 : Conformation pavillon

Conformation Face AV :

La conformation Face Avant consiste à mettre en géométrie et à lier la traverse AV vitre Pavillon et la traverse AR vitre Pavillon sur l'Armature caisse assemblée.

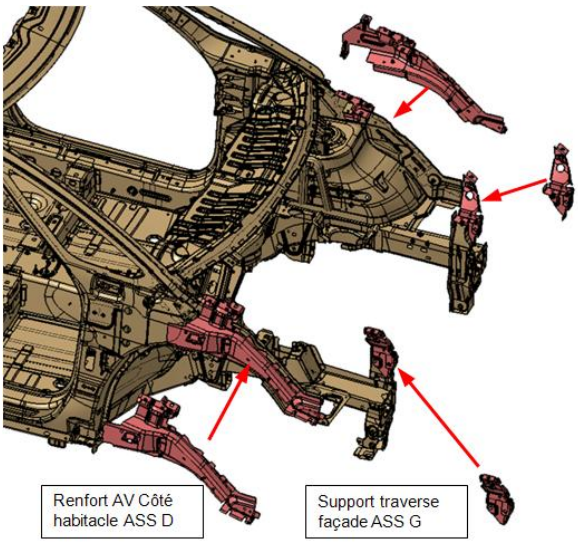


Figure 75 : Conformation Face AV

3-1-2-1 - Process

Référentiel ferrage de mise en géométrie d'un pavillon :

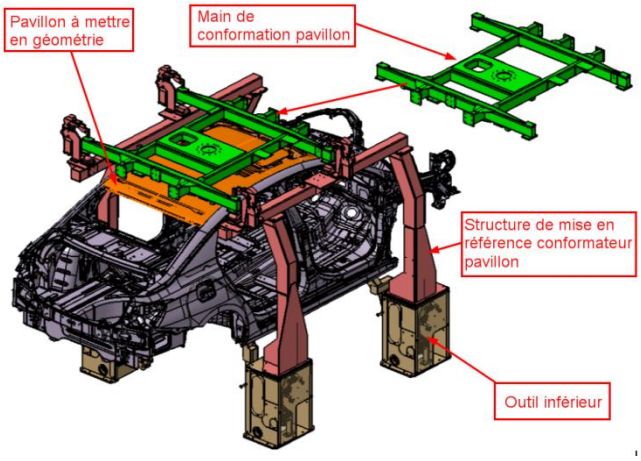


Figure 76 : Référentiel conformation Pavillon

Ce moyen permet de positionner très précisément un pavillon sur une caisse mise en référence sur un outil inférieur. Après la mise en position du pavillon sur la caisse, des robots soudeurs pointent le pavillon sur les côtés de caisses et les traverses.

Référentiel ferrage de mise en géométrie Face AV :

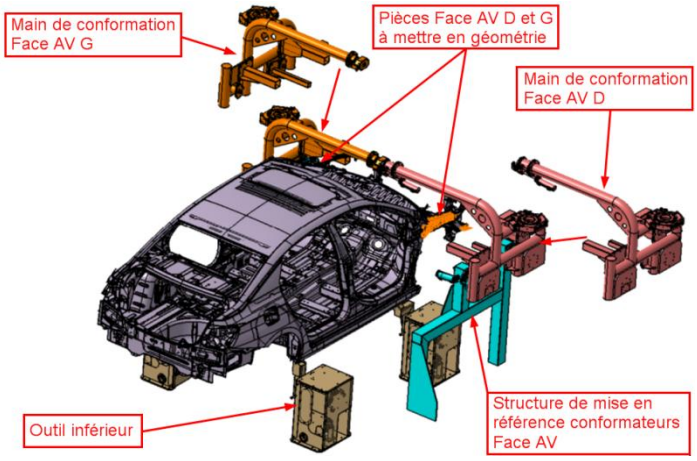


Figure 77 : Référentiel conformation Face AV

Station permettant la mise en référence et la soudure des pièces de la face AV. Le bon positionnement de ces pièces sur le véhicule, impose que la caisse soit positionnée sur un outil inférieur. Après la mise en place des mains de conformation par deux robots, des robots soudeurs réalisent les PSE de conformation, afin de lier les pièces sur l'Armature caisse.

Suivant le référentiel ferrage, ces deux postes de conformation sont sur deux stations distinctes. Mais dans notre cas, avec un temps de cycle long, je décide d'explorer la possibilité de réaliser les conformations pavillon Cielo et Face AV au même poste. C'est donc une piste de gain très intéressante, qu'il ne faut pas écarter.

En analysant plus précisément la conformation Face AV, je constate que les deux conformateurs nécessitent deux robots de manutention. Je cherche alors une solution pour effectuer la manutention avec un seul robot. Pour ce faire, j'imagine un principe avec une seule main de conformation, donc un seul robot.

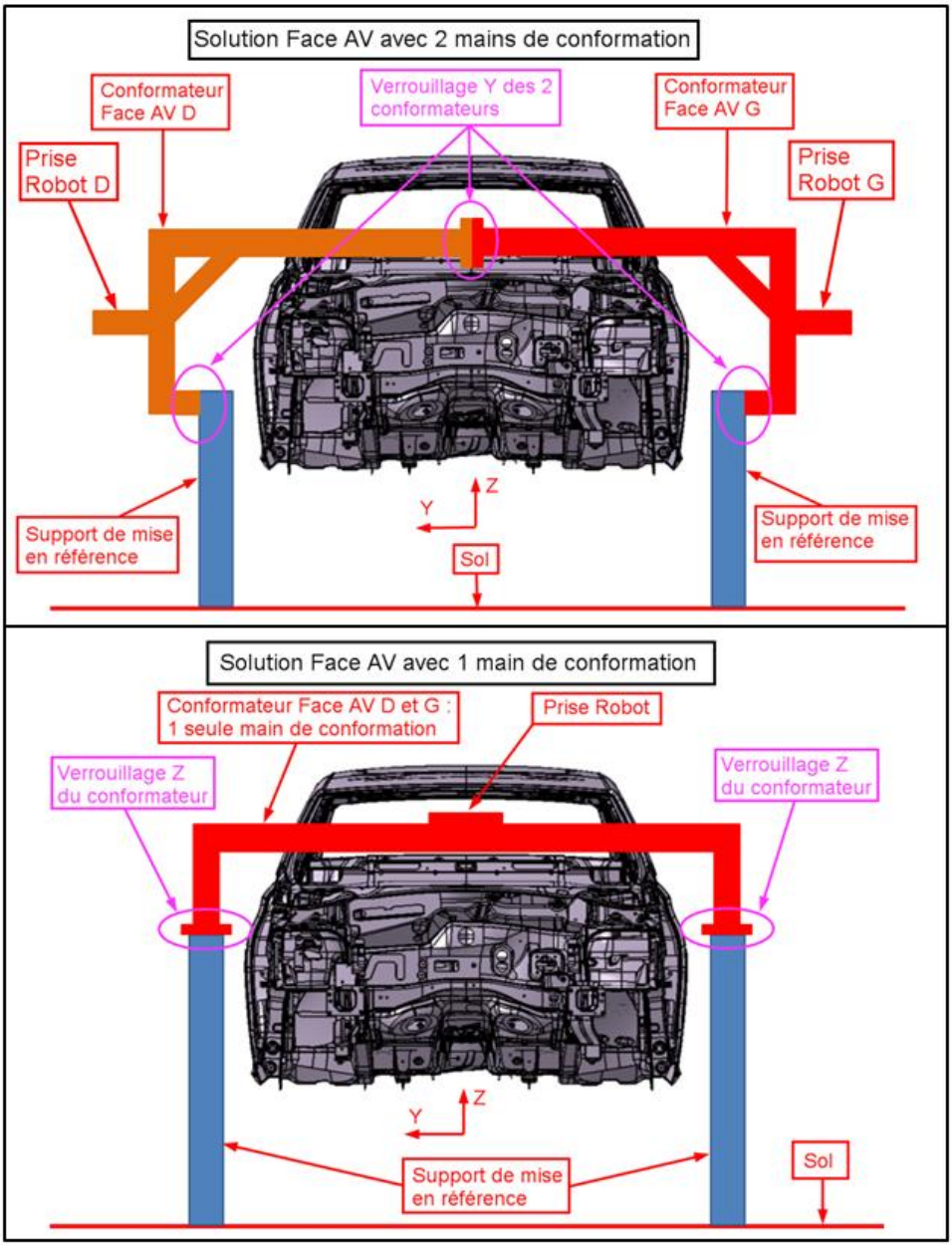


Figure 78 : Principe Face AV avec 2 ou 1 main de confo

Gain d'investissement avec la solution à une seule main de conformation Face :

- 1 Robot.

- 1 Main de conformation.

La solution présentée a été validée par le service référentiel ferrage, donc je continue l'étude Process dans ce sens.

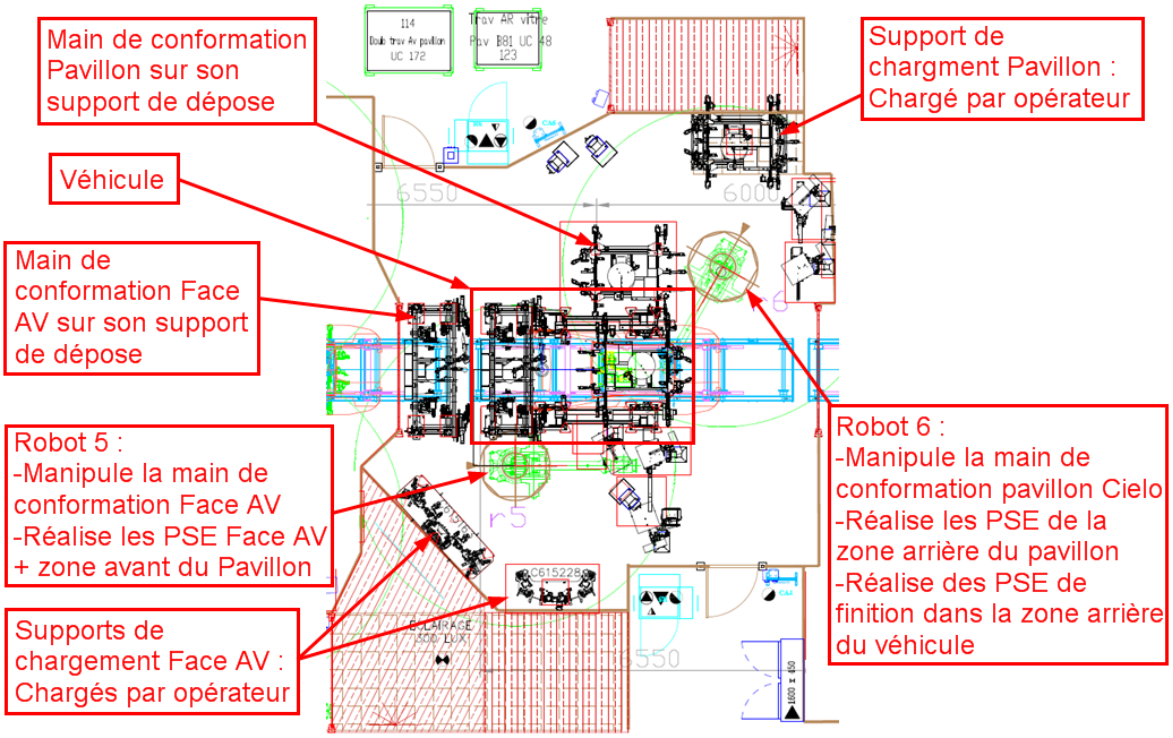


Figure 79 : Implantation conformation Pavillon et Face AV

Pour cette station, je propose donc deux robots, soit un pour la conformation du pavillon et un deuxième pour la Face AV.

Le robot R5, positionné à l'avant gauche du véhicule réalise les PSE Face AV et les PSE en partie avant du pavillon. Il effectue également des points de finition.

Le robot R6 est lui implanté à l'arrière du véhicule pour la conformation du pavillon AR, il peut aussi finir les PSE en partie arrière de la caisse.

Pour cette station, j'ai réalisé deux demandes d'homologations auprès du service référentiel ferrage, afin d'intégrer cette solution au standard :

- Conformation pavillon et face AV en un seul poste pour les Process à faible cadence.

- Conformation face AV avec une seule main de conformation au lieu de deux.

Cette solution Process doit maintenant être vérifiée en réalisant le diagramme de cycle.

3-1-2-2 - Diagramme de cycle

En réalisant le diagramme de cycle de cette station, je dois déterminer le nombre maximum de PSE que pourront réaliser les deux robots.

Pour cela, je fais la liste et la somme de tous les temps hors soudure :

- Manutention Armature

- Manutention des conformateurs par les robots

- Changements de pinces robots

- Prise des pièces et mise en position sur la caisse

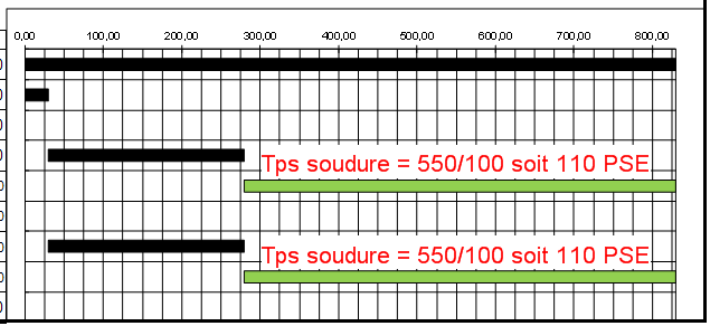
La somme de tous ces temps étant égale à 280 centièmes de minute sur un temps de cycle total de 830 centièmes, cela signifie que 550 centièmes sont dédiés à la soudure robot.

Avec un temps moyen de soudure de 5 centièmes par PSE, les deux robots R5 et R6 peuvent effectuer 110 points de soudure chacun, au maximum.

Tableau XIV : Macro diagramme Confo Pavillon / Face AV

Macro diagramme conformateur pavillon et face AV

		Début	Fin	Durée
1	**Conformation Pavillon et Face AV**	0	830	830
2	Manutention Armature + mise en géométrie	0	30	30
3	**Robot R5 : AV G**			0
4	Manutention Pièces / Conformateur / Pinces	30	280	250
5	Temps de soudure disponible pour R5	280	830	550
6	**Robot R6 : AR D**			0
7	Manutention Pièces / Conformateur / Pinces	30	280	250
8	Temps de soudure disponible pour R6	280	830	550
9				0



3-1-2-3 - AVP outillages

Pour cette solution Process inédite, l'objectif des avants projets est de valider la faisabilité des outillages en réalisant des 3D intégrants la géométrie à mettre en place, mais également les volumes des bâtis et des structures de tous les éléments de mise en géométrie. Cela garantira une faisabilité optimale lors de la simulation robotique.

Les AVP à étudier sont :

- L'outil inférieur.

- La main de conformation Face AV et la structure de dépose de la main.

- La main de conformation Pavillon et la structure de dépose de la main.

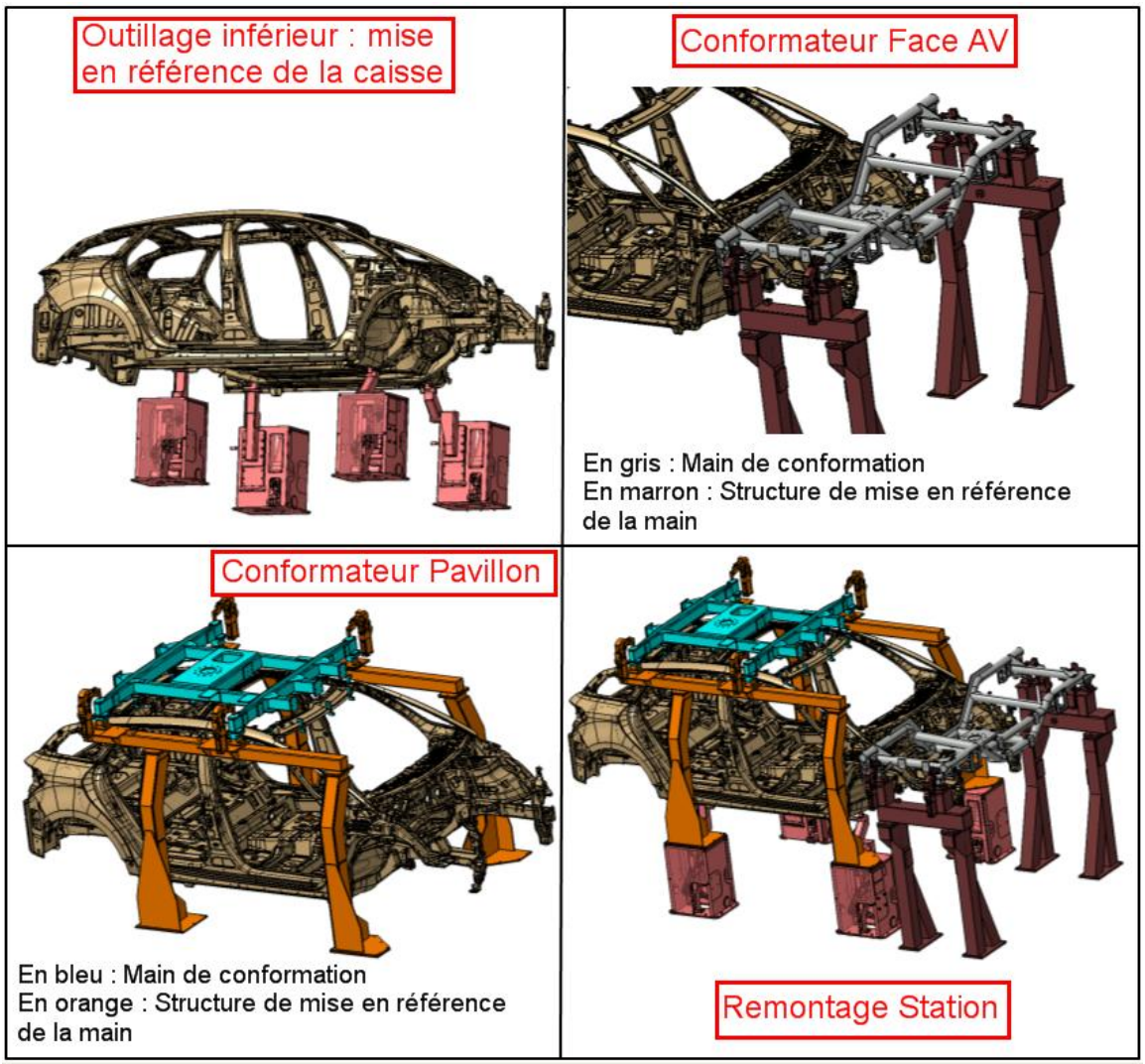


Figure 80 : AVP Confo Pavillon et Face AV

3-1-2-4 - Simulation robotique

La simulation robotique a permis de valider cette proposition Process, mais également de déterminer la quantité de pince à souder nécessaire pour réaliser les points de soudure :

- 3 pinces à souder pour le robot R5.

- 2 pinces à souder pour le robot R6.

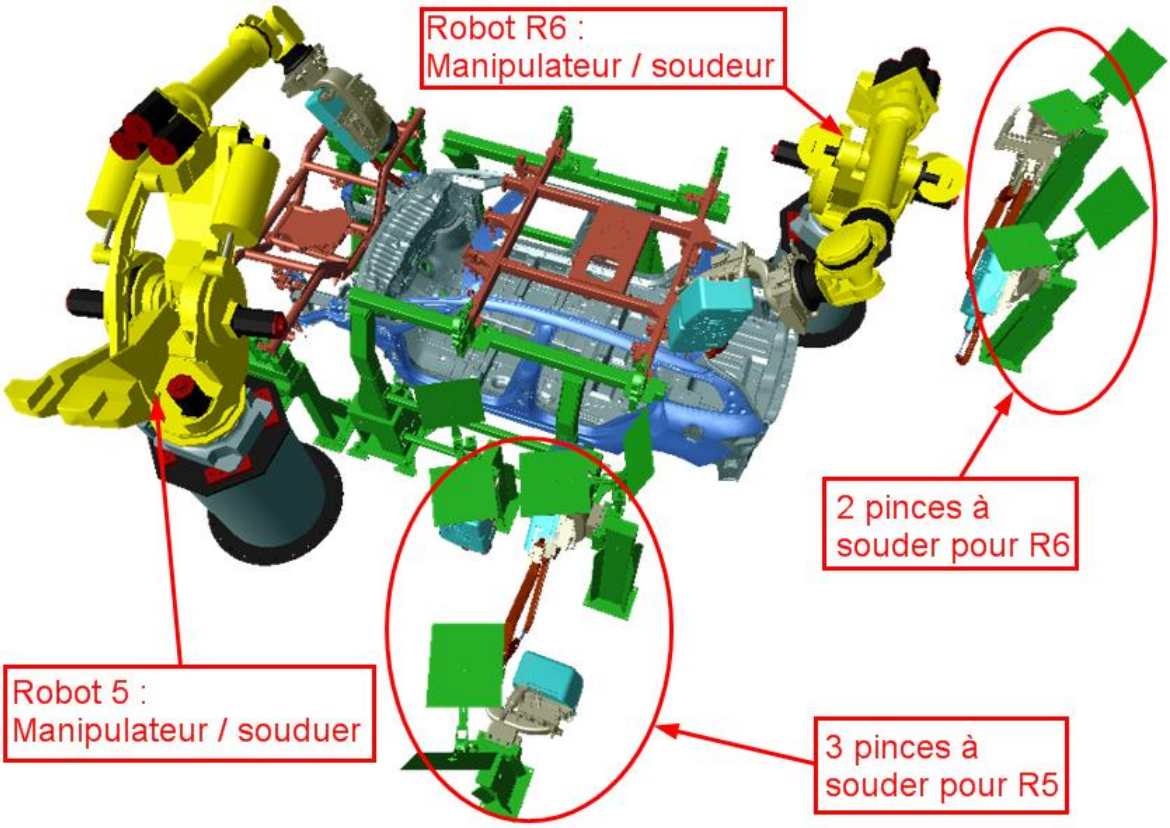


Figure 81 : Simul Robotique confo pavillon / face AV

La quantité de PSE réalisables à cette station est inférieure à la quantité prévisionnelle du diagramme de cycle, qui était de 110 PSE par robot. En effet la simulation montre que le robot avant R5 ne peut pas réaliser plus de 98 PSE, car la mécanique au poste empêche l'accès à certains points. En ce qui concerne le robot arrière R6, il peut effectuer tous les PSE restants dans la zone arrière du véhicule, ce qui représente 41 PSE.

Il faut savoir qu'il y a toujours plus de points de soudure à faire sur la partie avant du véhicule.

Tableau XV : Bilan confo pavillon / face AV

ROBOT	NOMBRE DE PSE		TOTAL / ROBOT	Nb PINCE / ROBOT	PINCE	TYPE PINCE
R05	PSE CONFO PAV	10	98	3	Pince 1	3G C
	PSE CONFO FACE AV	22			Pince 2	3G X
	REPRISE 1	30			Pince 1	3G C
	REPRISE 2	36			Pince 3	PGP X
R06	PSE CONFO PAV	10	41	2	Pince 1	3G C
	REPRISE 1	13			Pince 1	3G C
	REPRISE 2	18			Pince 2	PGP X
TOTAL	**PSE DE CONFO**	**42**	**139**	**5**		
	PSE DE FINITON	**97**				

3-1-3 - Finition soudure

3-1-3-1 - Process

À ce stade du processus, l'armature caisse est complètement assemblée, mais tous les PSE ne sont pas encore réalisés. Il faut donc rajouter une station dite de finition, afin de terminer tous les points de soudure. Sur 767 PSE du véhicule, 449 ont été réalisés sur les deux stations précédentes. Il reste donc 318 points de soudure à faire pour terminer l'armature, soit 159 PSE par côté.

Pour cette raison, j'ai ajouté un troisième poste automatique : Station de finition.

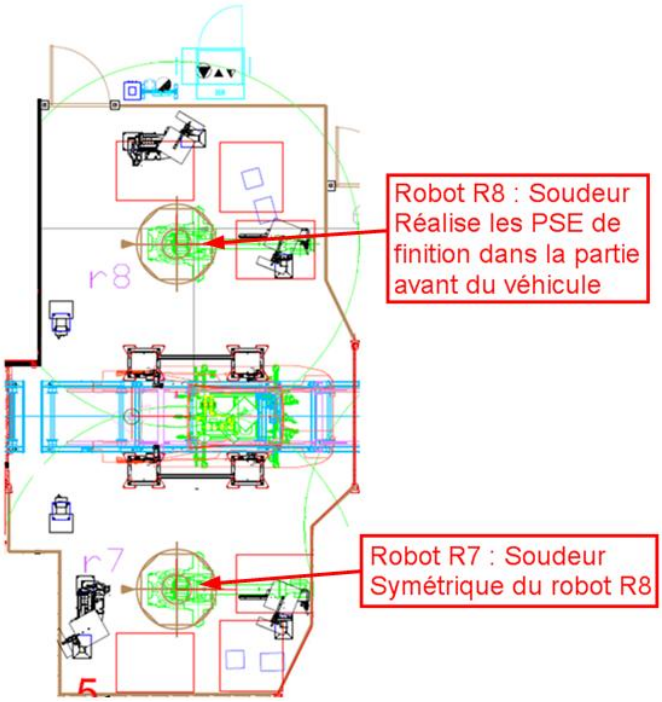


Figure 82 : Implantation Station finition soudure

Contrairement à un poste conformation, ce type de poste nécessite seulement de mettre en référence la caisse, afin de garantir une bonne position de celle-ci lors de la soudure.

L'outil inférieur étant identique à la station précédente, le 3D est récupéré.

Il n'y a donc pas besoin de faire un AVP d'outillage pour cette station.

3-1-3-2 - Diagramme de cycle

Une station de finition étant moins encombrée géométriquement par rapport à un poste de conformation, l'accessibilité aux points de soudure en est d'autant plus facilitée. De ce fait, le temps moyen pour réaliser un PSE passe de 5 à 4,5 centièmes de minute.

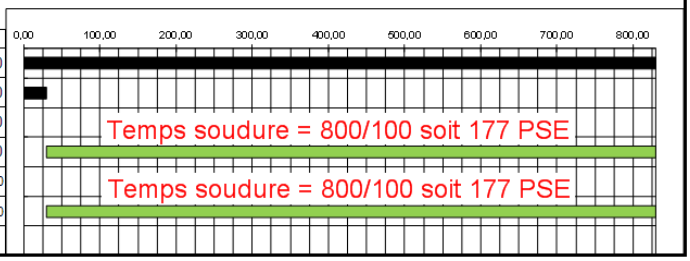
Avec 30 centièmes de manutention et de mise en référence de la caisse, il reste 800 centièmes de temps de soudure, ce qui représente 177 PSE par robot.

Les deux robots prévus sont donc théoriquement suffisants pour terminer les points de soudure.

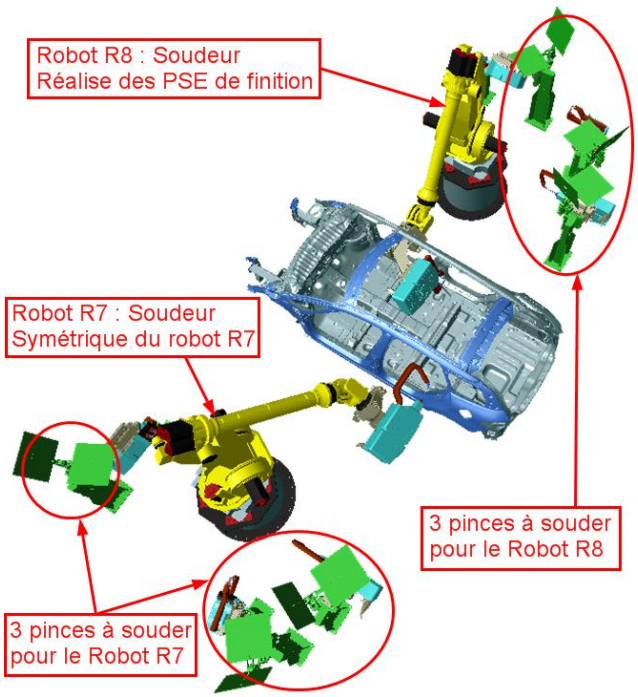
Tableau XVI : Macro diagramme Finition soudure

Macro diagramme Station de finition

		Début	Fin	Durée
1	**Poste finition soudure**	**0**	**830**	830
2	Manutention Armature + mise en géométrie	0	30	30
3	**Robot R7 : G**			0
4	Temps de soudure disponible pour R7	30	830	800
5	**Robot R8 : D**			0
6	Temps de soudure disponible pour R8	30	830	800
7				



3-1-3-3 - Simulation robotique



Afin de réaliser la totalité des points de soudure restants, le technicien simulation robotique doit trouver la position adéquate pour chacun des deux robots prévus.

La simulation démontre que les robots doivent être implantés dans la zone avant du véhicule pour accéder à tous les PSE. Trois pinces à souder pour chacun des robots seront également nécessaires.

Figure 83 : Simul Robotique finition soudure

Tableau XVII : Bilan finition soudure

ROBOT	NOMBRE DE PSE		TOTAL / ROBOT	Nb PINCE / ROBOT	PINCE	TYPE PINCE
R07	FINITION 1	5	159	3	Pince 1	3G Y
	FINITION 2	121			Pince 2	3G C
	FINITION 3	33			Pince 3	3G Y
R08	FINITION 1	5	159	3	Pince 1	3G Y
	FINITION 2	121			Pince 2	3G C
	FINITION 3	33			Pince 3	3G Y
TOTAL	**PSE FINITION**		**318**	**6**		

Avec cette troisième station robotisée, tous les points de soudure ont été pris en compte.

3-1-4 - Mesure laser

Les stations de mesure laser répondent à une politique de contrôle unitaire dans le flux de production. Ce procédé est flexible et complémentaire par rapport au contrôle par prélèvement sur machine de mesure tridimensionnelle.

Elles mettent en œuvre le procédé de mesure sans contact. Insérées dans le processus de ferrage, elles permettent de mesurer des pièces de carrosserie et d'analyser en temps réel la qualité géométrique de la production pour :

- Détecter les monstres (pièces non conformes géométriquement).

- Prévenir les dérives.

- Valider des actions de mise au point.

Il existe deux principes de mesure laser :

- **<u>La station de mesure laser à capteurs fixes</u>**

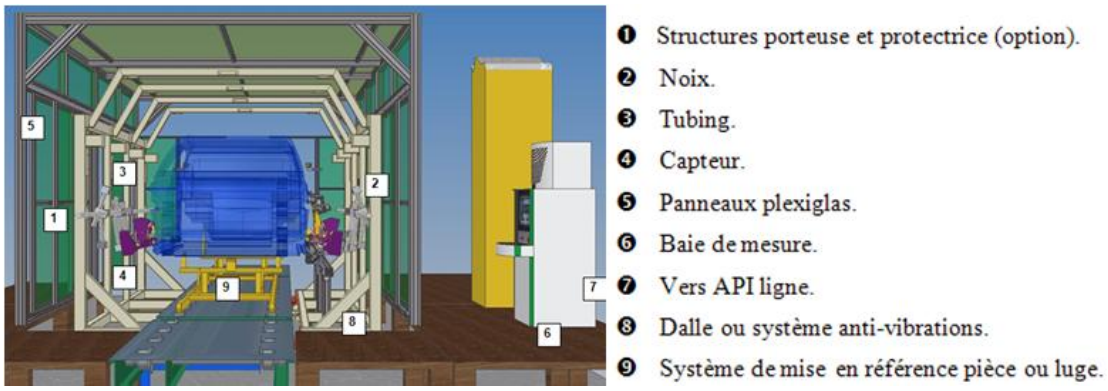


Figure 84 : Station de mesure laser fixe

Cette station est composée d'une structure permettant la fixation des toutes les caméras fixes et de l'éclairage additionnel. Chaque caméra mesure un point précis du véhicule.

- <u>La station de mesure laser robotisée</u>

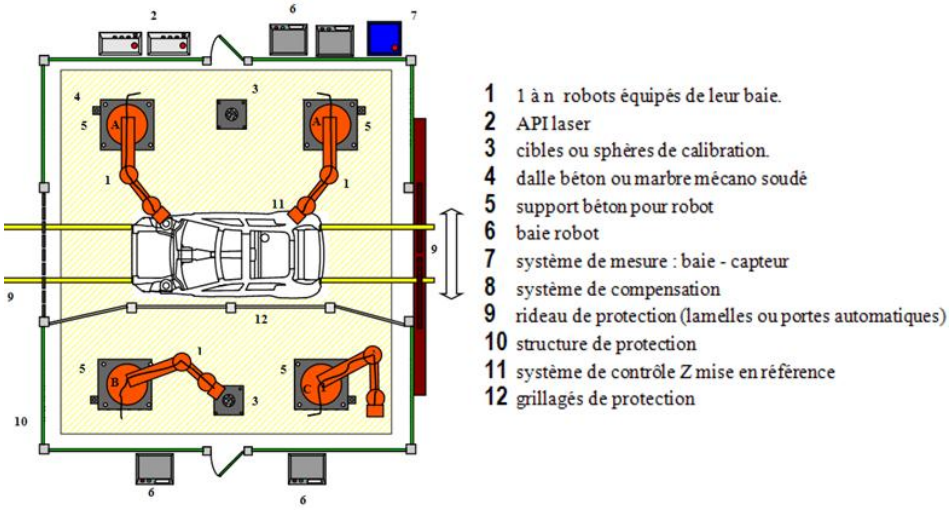
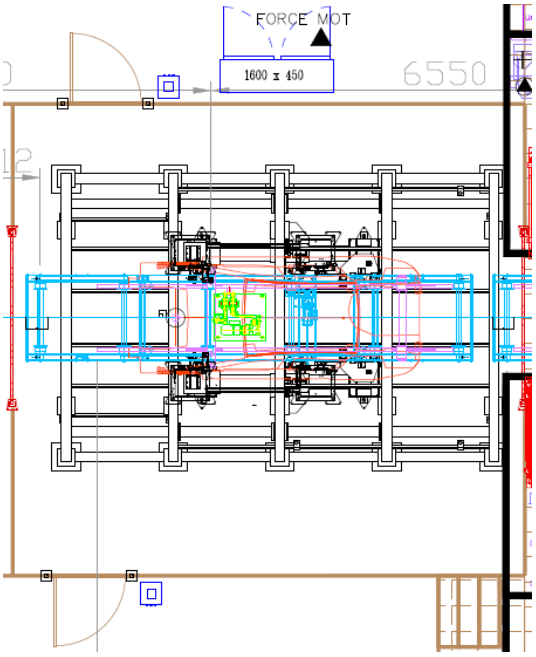


Figure 85 : Station de mesure laser robotisée

Avec ce principe, la caméra est directement montée sur le robot, qui peut effectuer plusieurs points de mesure. Cette solution est avantageuse lorsque plusieurs diversités de véhicules sont assemblées sur une même ligne.

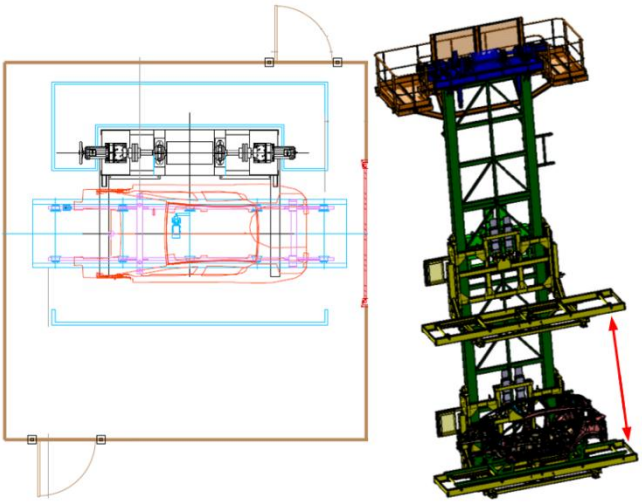


Dans notre cas, la ligne Armature étant dédiée spécifiquement pour le véhicule DS5, le choix de la station de mesure par caméra fixe est retenu.

Afin de garantir la position de l'armature caisse durant la prise de mesure, celle-ci sera mise en référence par le biais d'un outil inférieur identique à la station de finition soudure.

Figure 86 : Implantation Station mesure laser

3-1-5 - Evacuation Armature assemblée



Ce poste du Process est dans le périmètre du service « manutention ». Dans notre cas, la solution technique retenue est une section élévatrice. Il s'agit d'un ascenseur qui permet de prendre l'Armature assemblée sur la ligne d'assemblage et de la monter dans un convoyeur aérien afin de l'acheminer jusqu'à la ligne suivante.

Figure 87 : Implantation Section élévatrice

3-2- Postes manuels

Après avoir traité les postes automatiques de la ligne, j'étudie les postes manuels, quantifie le nombre d'opérateurs nécessaire et définis leurs gammes de travail.

Pour cela, j'ai listé les opérations manuelles à réaliser dans l'ordre du Process :

- 1 : Chargement de la base roulante.
- 2 : Encollage base roulante à droite et gauche.
- 3 : Chargement des côtés de caisse droit et gauche.
- 4 : Chargement du panneau arrière.
- 5 : Chargement des traverses pavillon (2 pièces).
- 6 : Chargement des pièces pavillon Cielo (2 pièces).
- 7 : Chargement des pièces face avant (2 pièces à droite et 2 pièces à gauche).
- 8 : Soudure MIG droite et gauche.
- 9 : Contrôle qualité (PQG).

3-2-1 - Opérateur 1

3-2-1-1 - Process

En analysant les neuf opérations manuelles listées, je m'aperçois que les cinq premières doivent être réalisées au début du Process. Je dois donc me focaliser dans un premier temps sur celles-ci, afin de définir le nombre de postes sur lesquels je vais affecter ces opérations.

Concernant le chargement de la base roulante, je prévois de le faire directement dans la section élévatrice en entrée de ligne, à l'aide d'un manipulateur manuel. Ce principe de chargement n'existant pas dans les usines PSA, je l'ai proposé aux services manutention et sécurité, qui m'ont validé cette demande, en me rappelant qu'il fallait prévoir une zone de sécurité afin de protéger l'opérateur lors des mouvements de la section élévatrice.

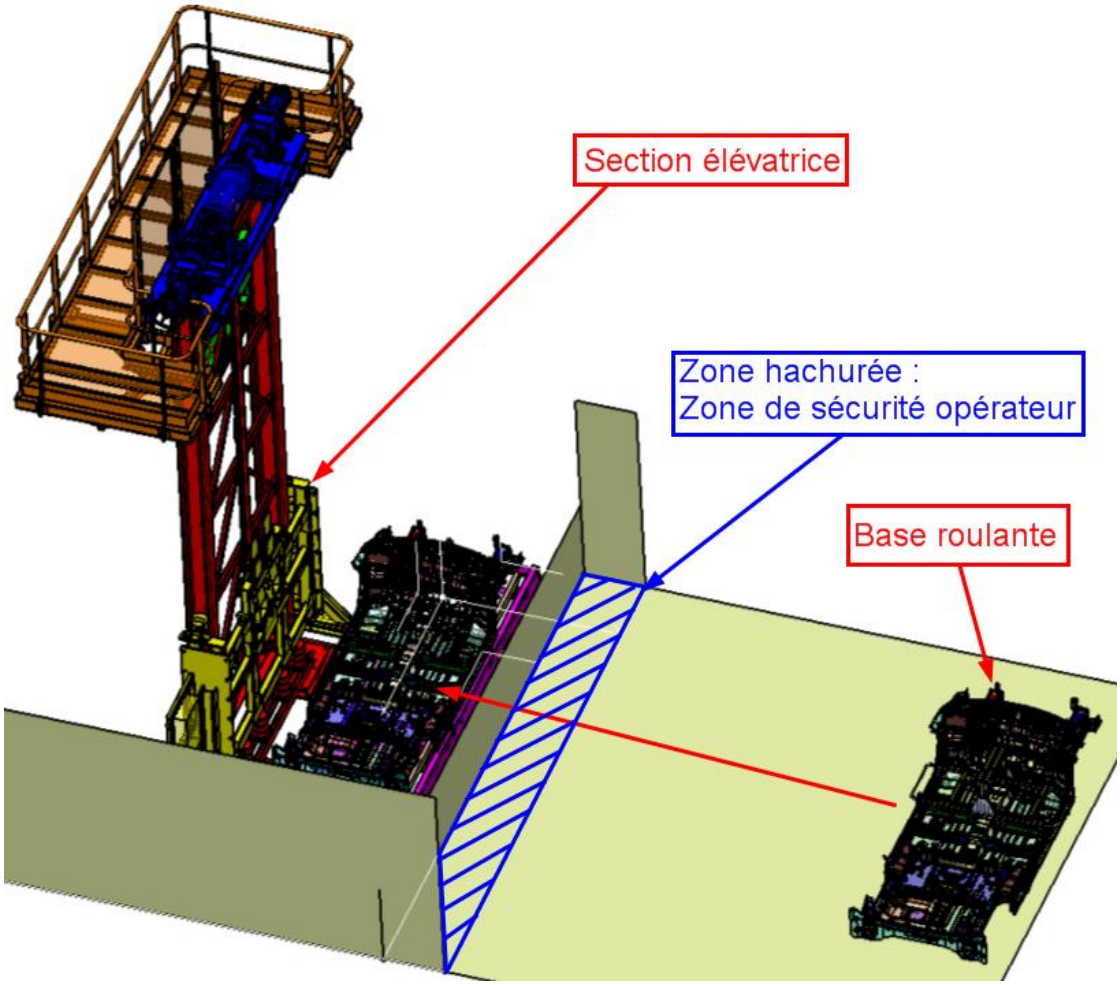


Figure 88 : Principe chargement base roulante dans Section élévatrice

L'encollage de la base roulante, les chargements des côtés de caisse et du panneau AR étant habituellement faits sur une seule station, je décide donc de conserver cette solution.

Les traverses pavillon doivent être chargées sur la partie supérieure du véhicule. Ce qui signifie que la hauteur de chargement de ces pièces est incompatible avec la hauteur de chargement des côtés de caisse et du panneau AR. Une troisième station est donc indispensable pour pallier à ce problème d'ergonomie.

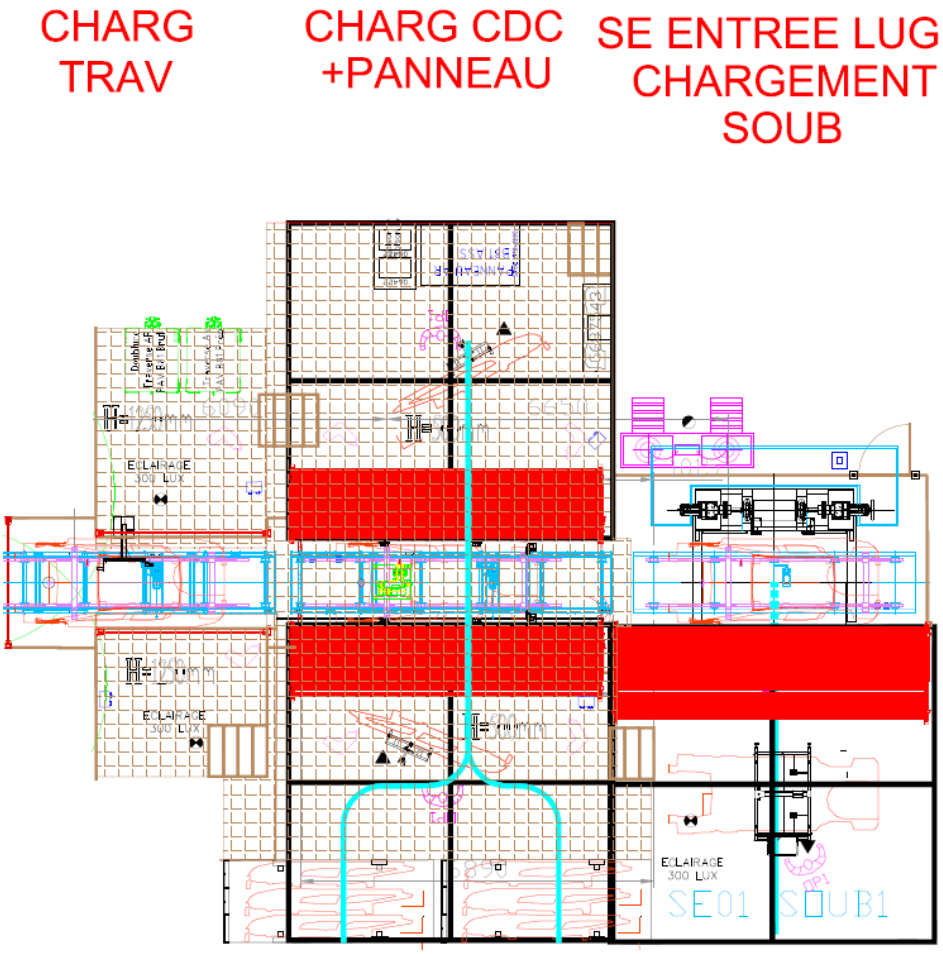


Figure 89 : Implantation postes manuels opérateur 1

3-2-1-2 - Diagramme de cycle

L'objectif est maintenant de lister toutes les opérations à effectuer et de quantifier le temps pour chacune d'elles.

Une fois réalisé, le diagramme de cycle permettra de définir si toutes les opérations manuelles peuvent être réalisées par un seul ou plusieurs opérateurs.

Tableau XVIII : Diagramme de cycle opérateur 1

Echelle: min/1000
Cycle: 00.000"

	Nom	T1	T2
1	**TEMPS CYCLE OBJECTIF B81**	8300	0
2	**Station 3 : Chargement Traverses Pavillon**	0	0
3	Prise traverse AV et chargement sur la caisse	100	0
4	Prise traverse AR et chargement sur la caisse	100	0
5	Appui bouton / validation fin de chargement Station 3	30	0
6	Déplacement vers Station 2 côté droit de la ligne	100	0
7	**Station 2 : Encollage / Charg CDC + Panneau**	0	0
8	**Encollage Base roulante à droite**	**0**	**0**
9	Prendre et mettre en place 4 gabarits d'encollage sur la caisse	350	0
10	Encollage Base roulante à gauche avec pistolet (2127mm mastic	1000	0
11	Encollage Base roulante à gauche avec pistolet (356mm colle structure)	200	0
12	Retrait et dépose des 4 gabarits d'encollage	350	0
13	**Chargement Côté de caisse droit**	**0**	**0**
14	Prendre côté de caisse D dans conteneur avec manipulateur manuel	280	0
15	Chargement côté de caisse D sur la caisse	245	0
16	Pliage feuillure de maintien CDC avec marteau	80	0
17	Retrait et dépose manipulateur dans conteneur	250	0
18	Déplacement vers côté gauche de la ligne	150	0
19	**Encollage Base roulante à gauche**	**0**	**0**
20	Prendre et mettre en place 4 gabarits d'encollage sur la caisse	350	0
21	Encollage Base roulante à gauche avec pistolet (2127mm mastic	1000	0
22	Encollage Base roulante à gauche avec pistolet (356mm colle structure)	200	0
23	Retrait et dépose des 4 gabarits d'encollage	350	0
24	**Chargement Côté de caisse gauche**	**0**	**0**
25	Prendre côté de caisse G dans conteneur avec manipulateur manuel	280	0
26	Chargement côté de caisse G sur la caisse	245	0
27	Pliage feuillure de maintien CDC avec marteau	80	0
28	Retrait et dépose manipulateur dans conteneur	250	0
29	Déplacement vers conteneur Panneau AR	100	0
30	**Chargement Panneau AR**	**0**	**0**
31	Prise Panneau AR dans conteneur et chargement sur caisse	120	0
32	Prendre 2 vis et visser sur la panneau AR pour maintien	160	0
33	Pliage 2 feuillure avec marteau	200	0
34	Déplacement vers appui bouton	40	0
35	Appui bouton / validation fin de chargement Station 2	30	0
36	Déplacement vers Station 1	50	0
37	**Station 1 : Chargement Base roulante**	0	0
38	Prise Base roulante avec manipulateur manuel	400	0
39	Déplacement vers Section élévatrice avec base roulante	300	0
40	Chargement base roulante	260	0
41	Dépose du manipulateur vide	150	0
42	Appui bouton / validation fin de chargement	30	0
43	Retour opérateur vers Station 3 pour chargement traverse	150	0

La réalisation du diagramme de cycle indique que 798 centièmes de minute sont nécessaires pour effectuer les opérations manuelles en début de Process.

Avec un temps de cycle objectif de 830 centièmes, je constate qu'il est possible de mettre un seul opérateur sur ces trois postes.

3-2-1-3 - Ergonomie

En facilitant le travail des opérateurs, l'ergonomie industrielle contribue à la rentabilité de l'entreprise par l'amélioration de la performance de l'Homme au travail.

Intégrée dès les choix de conception, les résultats attendus sont les suivants :

- Maîtriser les processus de fabrication.
- Contribuer aux gains en qualité et en temps.
- Améliorer les conditions de travail.
- Satisfaire, responsabiliser et mobiliser les Hommes.
- Limiter les effets du vieillissement et préserver la santé.
- Réduire la sélectivité des postes.
- Faciliter les apprentissages, les affectations et les remplacements.

Pour répondre aux normes ergonomiques, il faut étudier les différentes hauteurs de chargement des pièces. Voici donc l'analyse ergonomique pour les trois postes de chargements :

<u>Chargement Base roulante : Podium opérateur hauteur 500mm</u>

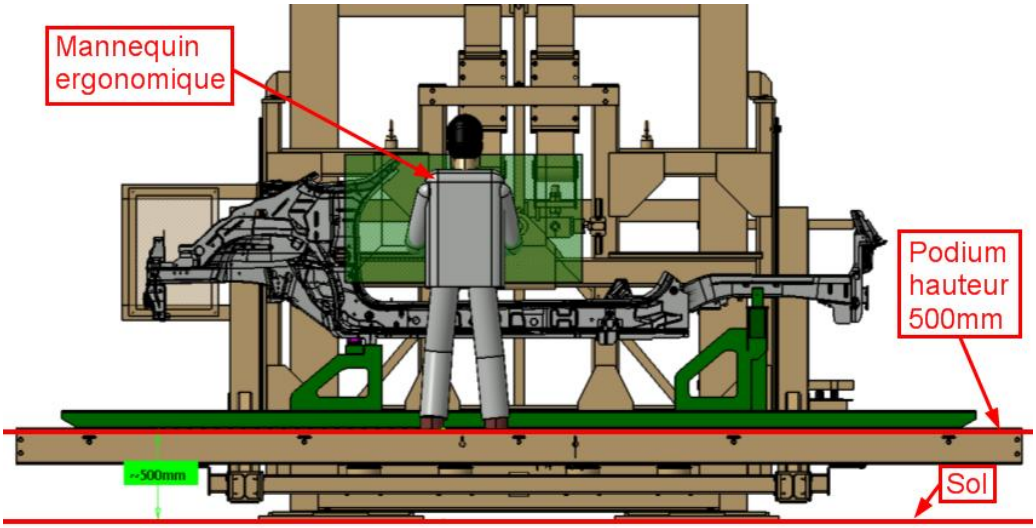


Figure 90 : Ergonomie Chargement base roulante

Encollage, chargement CDC / panneau AR : Podium opérateur hauteur 500mm

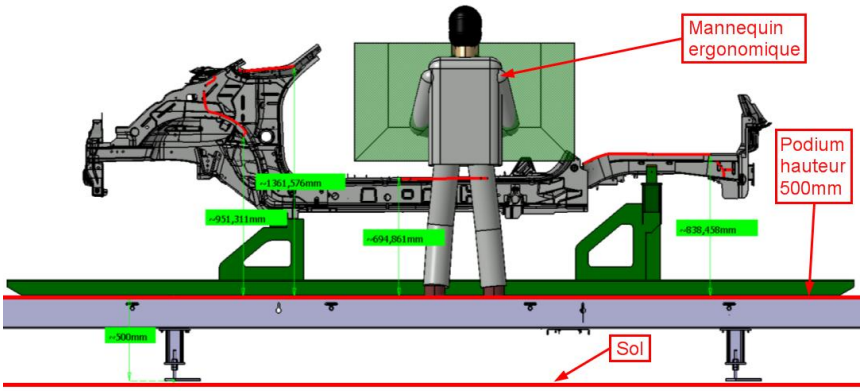


Figure 91 : Ergonomie Encollage base roulante

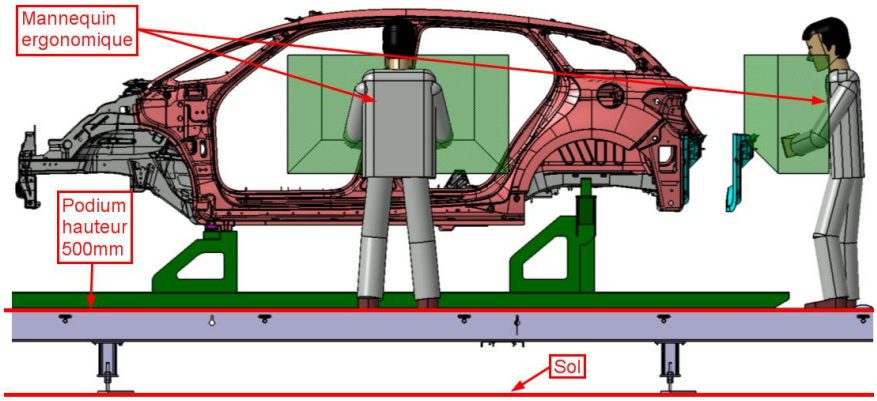


Figure 92 : Ergonomie Charg CDC et Panneau AR

Chargement traverses pavillon : Podium opérateur hauteur 1250mm

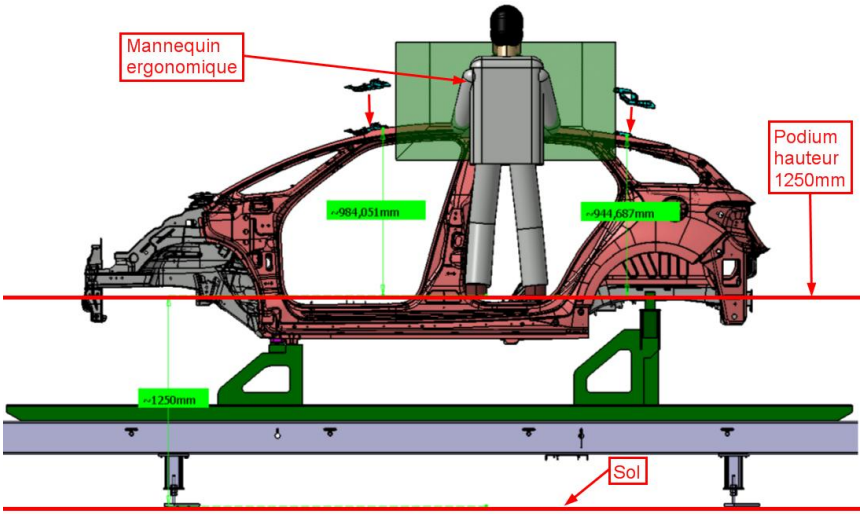


Figure 93 : Ergonomie Chargement traverses pavillon

3-2-2 - Opérateur 2

3-2-2-1 - Process

A ce stade d'avancement du projet, il reste sept opérations manuelles à effectuer :

- Chargement des pièces pavillon Cielo (2 pièces) : **1**

- Soudure MIG droite et gauche : **2 et 4**

- Retrait 2 vis sur Panneau AR : **3**

- Chargement des pièces face avant (2 pièces à droite et 2 pièces à gauche) : **5**

- Contrôle qualité (PQG) : **6 et 7**

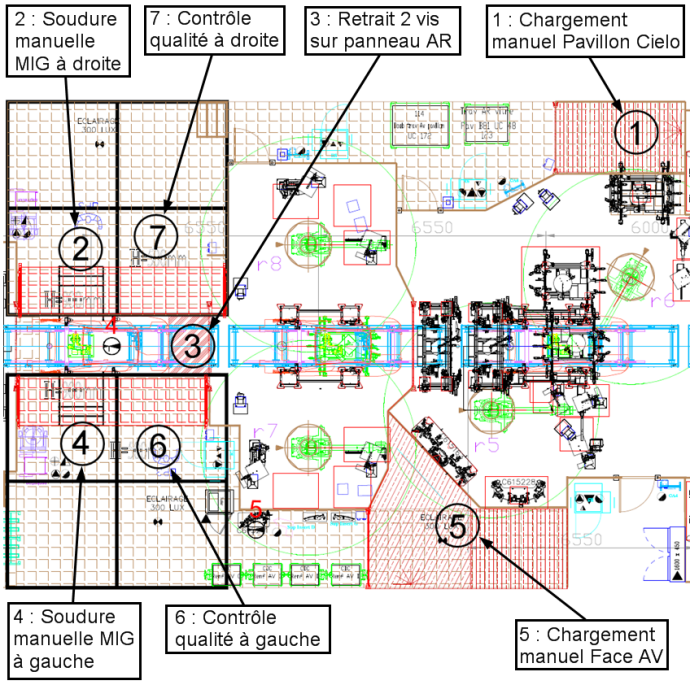


Figure 94 : Implantation postes manuels opérateur 2

Les quatre opérations à réaliser ne peuvent pas être implantées dans la même zone du Process. Le chargement de la face AV et du pavillon Cielo doivent être à proximité des robots R5 et R6, car ce sont ces deux robots qui prennent les pièces afin de les positionner sur le véhicule. La soudure MIG, le contrôle qualité et le retrait des vis sur le Panneau AR seront faits directement sur la caisse à droite et à gauche.

3-2-2-2 - Diagramme de cycle

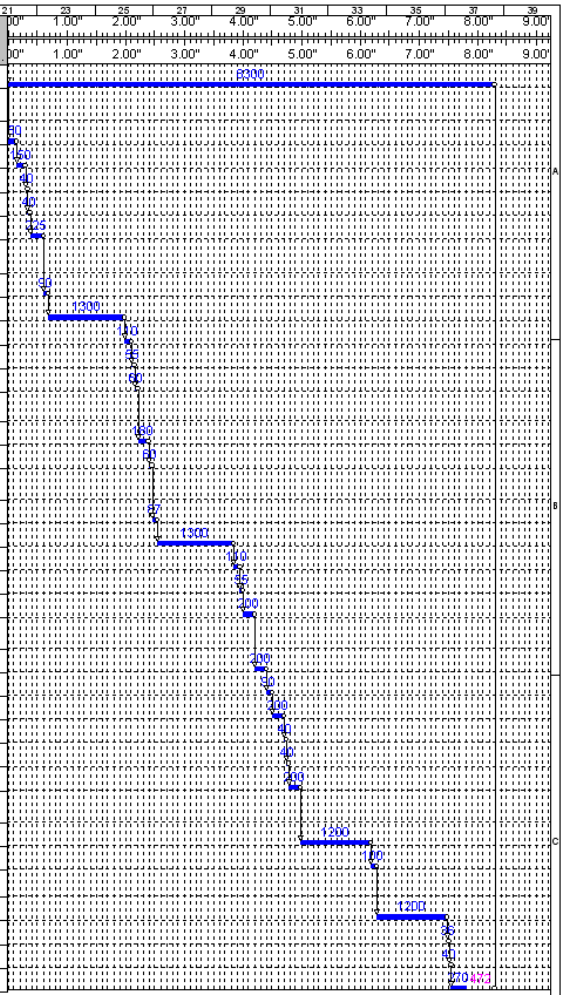
Le diagramme doit prendre en compte toutes les opérations listées précédemment, mais le contrôle qualité étant de responsabilité usine, CAPSA nous a donc fourni le temps nécessaire pour réaliser cette opération, qui est de 120 centièmes de minute par côté.

C'est donc une contrainte à intégrer dans notre diagramme.

Tableau XIX : Diagramme de cycle opérateur 2

Echelle: min/1000
Cycle: 00.000"

	Nom	T1	T2
1	**TEMPS DE CYCLE OBJECTIF B81**	8300	0
2	**1 : Chargement Support dépose Pavillon CIELO**	0	0
3	Prise DB Traverse AV dans conteneur et chargement sur support	150	0
4	Prise Traverse AR vitre Cielo dans conteneur et chargement sur support	150	0
5	Déplacement vers bouton de validation	40	0
6	Appui bouton / validation fin de chargement Pavillon Cielo	40	0
7	Deplacement vers poste mig cote D (14,50 m) (25 pas)	225	0
8	**2 : Soudure manuelle MIG à droite sur caisse**	0	0
9	Prise torche + mettre masque, mise en position	90	0
10	Soudure 7 cordons MIG à droite	1300	0
11	Déplacement vers dépose torche (6m) (12 pas)	110	0
12	Dépose torche + masque	55	0
13	Déplacement vers arrière Véhicule (Panneau AR) 3m (6 pas)	60	0
14	**3 : Retrait 2 Vis molettée dur Panneau AR**	0	0
15	Dévissage des 2 vis et rangement dans boite plastique	180	0
16	Deplacement vers poste mig cote G (3 m) (6 pas)	60	0
17	**4 : Soudure manuelle MIG à gauche sur caisse**	0	0
18	Prise torche + mettre masque, mise en position	87	0
19	Soudure 7 cordons MIG à droite	1300	0
20	Déplacement vers dépose torche (6m) (12 pas)	110	0
21	Dépose torche + masque	55	0
22	Deplt vers Chargement Face AV (13m) (22 pas)	200	0
23	**5 : Chargement Support Dépose Face AV**	0	0
24	Prise Renf AV CDC D + Sup trav Fac D ds conteneur et chargement ds support	200	0
25	Déplacment vers conteneur (5 m) (10 pas)	90	0
26	Prise Renf AV CDC G + Sup trav Fac G ds conteneur et chargement ds support	200	0
27	Déplacement vers bouton de validation	40	0
28	Appui bouton / validation fin de chargement Face AV	40	0
29	Deplt vers contrôle qualité à gauche (13m) (22 pas)	200	0
30	**6 : Contrôle qualité à gauche**	0	0
31	Controle qualité à gauche	1200	0
32	Deplacement vers controle qualité à droite (5m) (10 pas)	100	0
33	**7 : Contrôle qualité à droite**	0	0
34	Controle qualité à droite	1200	0
35	Déplacement vers DCY (2 m) : .4 pas	36	0
36	Appui bouton / validation fin de contrôle qualité	40	0
37	Retour vers chargement Pavillon Cielo (15 m) (30 pas)	270	0



Le temps de cycle obtenu étant de 783 centièmes de minute, un seul opérateur est suffisant pour effectuer toutes les opérations manuelles.

3-2-2-3 - Ergonomie

L'analyse ergonomique de la Station de soudure MIG manuelle montre que deux hauteurs de podium sont nécessaires pour réaliser tous les cordons de soudure avec une posture adéquate : Un podium de 500mm et un de 900mm.

Le contrôle qualité sera également effectué au même poste sur le podium de 500mm.

Les chargements du pavillon Cielo et de la Face AV étant réalisés par le même opérateur, un podium d'une hauteur de 500mm sera prévu de part et d'autre de la ligne, afin de limiter au maximum les changements de niveau, qui sont très contraignants pour l'opérateur d'un point de vue ergonomique. Il faudra donc étudier les postes de chargement manuels avec une hauteur de 1500mm pour un chargement à 1000mm.

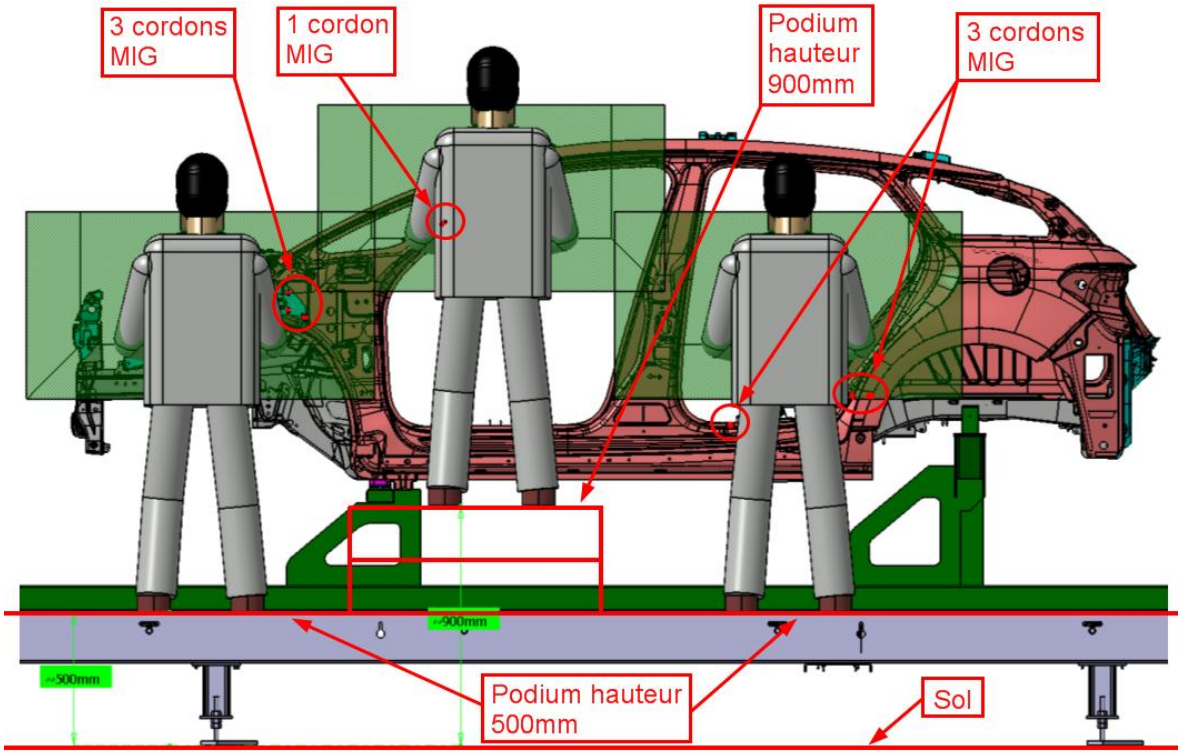


Figure 95 : Ergonomie soudure MIG manuelle et contrôle qualité

4 - Process définitif

4-1- Implantation

Les dix semaines d'étude Process auront été nécessaires pour déterminer et valider un processus de fabrication d'armature caisse optimum.

La simulation robotique, l'implantation, l'étude des temps et les AVP outillages ont permis de définir une ligne de fabrication à 9 stations.

- Station 1 : Chargement manuel de la base roulante.
- Station 2 : Encollage et chargement manuel des côtés de caisses et du Panneau AR.
- Station 3 : Chargement manuel des traverses pavillon.
- Station 4 : Conformateur Armature caisse.
- Station 5 : Conformateur pavillon Cielo et Face AV.
- Station 6 : Station de finition soudure.
- Station 7 : Chargement manuel pavillon et Face AV, soudure MIG, contrôle qualité.
- Station 8 : Mesure laser par caméras fixes.
- Station 9 : Evacuation Armature assemblée.

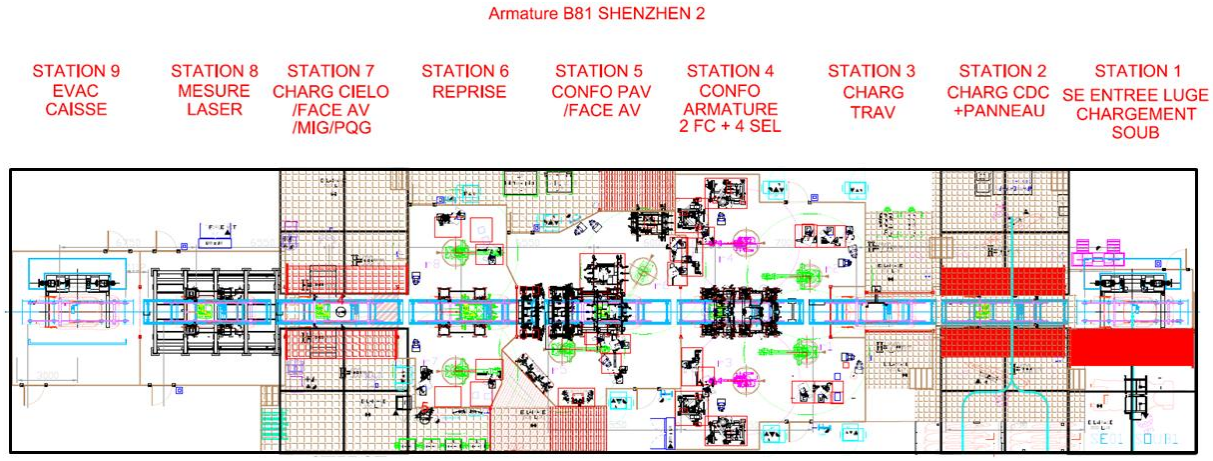


Figure 96 : Implantation définitive Fin d'étude Process

4-2- Synthèse

L'étude a abouti sur un Process optimisé en terme de surface, mais également en terme d'équipement (robots, outillage, pinces à souder) et d'opérateurs.

Tableau XX : Synthèse Process définitif

Synthèse Process définitif (Disponibilité = 94,4%)	
Nombre total de station	9

Bilan par station									
Equipements	STATIONS								Total
	ST1	ST2	ST3	ST4	ST5	ST6	ST7	ST8	
Opérateurs	1						1		2
Robots				4	2	2			8
Pinces à souder				10	5	4			19
Outillages				5	3	1			9

La réduction de la quantité des équipements a conduit à une augmentation de la disponibilité de la ligne, qui est d'après le calcul de 94,4%.

4-3- Chiffrage

L'objectif est de réaliser le chiffrage détaillé du processus de fabrication défini durant la phase étude Process, à l'aide de la base de chiffrage PSA, BCFER.

Ce chiffrage permettra de déterminer le budget pour réaliser la dernière phase du projet : les études 3D / 2D des outillages.

Ce budget est réalisé à l'aide d'une macro « excel » permettant de dresser un tableau de synthèse, incluant le budget et le nombre d'heures nécessaires pour chaque activité de la prochaine phase du projet.

Tableau XXI : Budget BCFER Etudes Outillages Armature B81 Shenzhen

		Etudes Mécaniques																	
117 205 €		01-Pilotage		02-Implantation		03-Faisa. ROBCAD		04-Etudes 3D (Etudes+Conversion +Robcad)		05-Ensembles . S/E + Nomenclatures (Natif/DWG/Tiff)		06-Ensembles 014 (Natif/DWG/Tiff)		07-DRF		08-Calcul Mécanique (RDM/Inertie)		TOTAL	
ETUDES 3D/2D ARMATURE B81 SHENZHEN																			
Unité / Taux horaires ->		Hrs	50,00 €	Hrs	40,00 €	Hrs	47,00 €	Hrs	40,00 €	Hrs	40,00 €	Hrs	40,00 €	Hrs	40,00 €	Hrs	40,00 €	Hrs	€
Mnémonique CN1	Qté	Hrs PILOTA	€ PILOTAGE	Hrs IMPLAN	€ IMPLANT	Hrs ROBCA	€ ROBCAD	Hrs 3D	€ 3D	Hrs Ens.S/E	€ Ens.S/E.N	Hrs 014	€ Ens 014	Hrs DRF	€ DRF	Hrs Calcul	€ Calcul	Hrs TOTAL	€ TOTAL
TOTAL Qté C	958	314	15700	107	4280	549	25798	1273	50937	321	12833	75	2983	70	2802	47	1871	2756	117205

Le budget pour les études outillages est de 117205€ soit 2756 heures et se décompose de la façon suivante :

- 01-Pilotage (Chargé d'affaire) : 15700€ (314 heures)
- 02-Implantation : 4280€ (107 heures)
- 03-Simulation robotique : 25798€ (549 heures)
- 04-3D des outillages : 50937€ (1273 heures)
- 05-2D Ensembles et nomenclatures : 12833€ (321 heures)
- 06-Planche géométrique 014 : 2983€ (75 heures)
- 07-DRF (Document Référence Fonctionnelle) : 2802€ (70 heures)
- 08-Calcul mécanique, RDM, Inertie : 1871€ (47 heures)

Projeteur

Ce découpage du budget va me permettre de définir une organisation adaptée pour la suite du projet.

B - Etudes outillages 3D / 2D

1 - Objectifs

Planifiée du 31/10/2011 au 23/12/2011, la phase d'étude outillages s'étale sur huit semaines au lieu de dix pour un projet classique. En effet, notre client, CAPSA a exigé ce délai réduit, afin de tenir l'objectif projet du premier véhicule soudé. Pour atteindre cet objectif, CAPSA doit impérativement lancer en réalisation tous les moyens le 02/01/2012 au plus tard, auprès de leurs sous-traitants de réalisation.

Le but de cette phase est donc pour nous, de réaliser les dossiers d'études mécaniques complets pour tous les outillages du processus de fabrication.

Dans le cadre de ce projet, soixante outillages composent le Process, il y aura donc autant de dossiers d'études.

Les livrables de cette phase sont :

- **L'implantation complète de la ligne**
- **La simulation robotique à jour**
- **Les dossiers d'études mécaniques « Bons pour réalisation », constitués de :**
    - 3D du moyen.
    - Plans 2D d'ensembles.
    - Nomenclature.
    - Planche 2D 014 de géométrie.
    - DRF (Document Référence fonctionnelle).
    - Calculs d'inertie pour les outils manipulés par robot.

2 - Organisation

2-1- Constitution de l'équipe

2-1-1 - Tableau des ressources

Le budget m'a permis de quantifier les ressources nécessaires pour chaque métier.

Pour cette phase du projet, le besoin est de neuf personnes, pour un total de 2493 heures d'études sur huit semaines :

- 1 chargé d'affaire (moi-même).
- 2 techniciens simulation robotique.
- 1 implanteur.
- 6 projeteurs.

Tableau XXII : Tableau de ressources étude Outillages

	31/10/2011 au 23/12/2011							
Semaine (année 2011)	S44	S45	S46	S47	S48	S49	S50	S51
h / Semaine	38,5	30,8	38,5	38,5	38,5	38,5	38,5	38,5
Cumul des heures	38,5	69,3	107,8	146,3	184,8	223,3	261,8	300,3
Chargé d'affaire	300,3 heures							
Technicien Simulation Robotique 1	300,3 heures							
Technicien Simulation Robotique 2	248,7 heures réparties sur 8 semaines							
Implanteur	107 heures réparties sur 8 semaines							
Projeteur 1	300,3 heures							
Projeteur 2	300,3 heures							
Projeteur 3	300,3 heures							
Projeteur 4	300,3 heures							
Projeteur 5	300,3 heures							
Projeteur 6	284,5 heures							
Total des heures	**2742 heures**							

2-1-2 - Ressources internes

Pour ma part, je vais assurer le pilotage des études, mais il s'agit maintenant de déterminer s'il y a d'autres ressources disponibles en interne sur une période de huit semaines consécutives, afin de mener à bien cette dernière phase du projet.

Pour cela, l'aide du chef de groupe est indispensable pour analyser la disponibilité des collaborateurs.

Cette analyse montre que seulement trois personnes ont une charge qui répond aux contraintes du projet :

- 2 techniciens simulation robotique.

- 1 implanteur.

2-1-3 - Ressources externes

Les dessinateurs / projeteurs n'étant une nouvelle fois pas disponibles en interne, nous allons devoir faire appel à un bureau d'études extérieur.

Cela signifie qu'une phase de consultation de bureau d'études doit être engagée en collaboration avec le service « Achat ».

2-2- Recherche bureau d'études extérieur

2-2-1 - Consultation

La recherche d'un bureau d'études extérieur passe systématique par une phase de consultation de plusieurs bureaux d'études spécialisés dans le ferrage.

Dans notre cas, et en accord avec le responsable des achats, quatre bureaux seront mis en concurrence.

Je dois donc constituer un dossier complet de consultation que je devrai fournir à l'acheteur, afin qu'il puisse transmettre toutes les informations nécessaire aux bureaux consultés.

Le dossier de consultation doit être constitué :

- D'un cahier des charges de consultation d'études outillages 3D / 2D, précisant toutes les prestations et les délais attendus.

- Du tableau de chiffrage BCFER avec le budget.

- Du tableau de chiffrage BCFER sans le budget.

Tableau XXIII : Tableau de chiffrage BCFER pour consultation

Tableau de chiffrage BCFER avec Budget

71 426 €

ETUDES 3D/2D ARMATURE B81 SHENZHEN

Etudes Mécaniques

		04-Etudes 3D (Etudes+Conversion +Robcad)		05-Ensembles . S/E + Nomenclatures (Natif/DWG/Tiff)		06-Ensembles 014 (Natif/DWG/Tiff)		07-DRF		08-Calcul Mécanique (RDM/Inertie)		TOTAL	
Unité / Taux horaires -->		Hrs	40,00 €	Hrs	40,00 €	Hrs	40,00 €	Hrs	40,00 €	Hrs	40,00 €	Hrs	€
Mnémonique CN1	Qté	Hrs 3D	€ 3D	Hrs Ens,S/	€ Ens,S/E,	Hrs 014	€ Ens 014	Hrs DRF	€ DRF	Hrs Calcul	€ Calcul	Hrs TOTAL	€ TOTAL
TOTAL Qtté CN1	958	1273	50937	321	12833	75	2983	70	2802	47	1871	1786	71426

Tableau de chiffrage BCFER sans Budget

0 €

ETUDES 3D/2D ARMATURE B81 SHENZHEN

Etudes Mécaniques

		04-Etudes 3D (Etudes+Conversion +Robcad)		05-Ensembles . S/E + Nomenclatures (Natif/DWG/Tiff)		06-Ensembles 014 (Natif/DWG/Tiff)		07-DRF		08-Calcul Mécanique (RDM/Inertie)		TOTAL	
Unité / Taux horaires -->		Hrs	40,00 €	Hrs	40,00 €	Hrs	40,00 €	Hrs	40,00 €	Hrs	40,00 €	Hrs	€
Mnémonique CN1	Qté	Hrs 3D	€ 3D	Hrs Ens,S/	€ Ens,S/E,	Hrs 014	€ Ens 014	Hrs DRF	€ DRF	Hrs Calcul	€ Calcul	Hrs TOTAL	€ TOTAL
TOTAL Qtté CN1	958											0	0

La simulation robotique et l'implantation étant réalisées en interne, les prestations demandées aux bureaux d'études sont les suivantes, pour les soixante moyens du Process :

- Etudes 3D des moyens.

- Plans 2D d'ensembles et nomenclatures.

- Planche 2D 014 de géométrie.

- DRF (Document Référence fonctionnelle).

- Calculs d'inertie pour les outils manipulés par robot.

Suite au tableau de chiffrage BCFER réalisé, le budget obtenu pour ces prestations est de 71426€. Ce chiffrage sera la base de discussion pour l'acheteur lors de la phase de négociation avec les quatre bureaux d'études consultés.

Ce chiffrage est strictement confidentiel et n'est en aucun cas divulgué aux sous-traitants.

Pour réaliser leur chiffrage, les sous-traitants ont en leur possession le même tableau de remise de d'offre « vierge », dans lequel j'ai préalablement supprimé tous les chiffrages. Cela permet d'évaluer les bureaux d'études sur le même périmètre et de pouvoir rapidement identifier le plus compétitif.

2-2-2 - Négociation

Après réception des offres commerciales de tous les bureaux d'études consultés, je dois analyser et comparer toutes ces offres, afin de vérifier si elles répondent au cahier des charges, en termes de périmètre, de délai et d'investissement.

L'analyse terminée, j'informe le responsable des achats sur la viabilité des offres commerciales. Dans un premier temps, un bureau d'études tout particulièrement, se démarque des autres, mais rien ne peut être décidé sans l'approbation de l'acheteur.

C'est donc maintenant à l'acheteur de débuter la phase de négociation avec les quatre consultés. Deux semaines lui seront nécessaires pour faire le choix définitif du sous-traitant retenu.

Au terme de la négociation, c'est le bureau d'études CEDAO, en région parisienne, avec une offre commerciale de 65000€, qui a remporté les études 3D / 2D pour l'Armature B81. Toutes les données d'entrées seront remises à CEDAO lors d'une réunion initialisation prévue le 31/10/2011 dans les locaux de PSA à Sochaux.

Avec un budget initial de 71426€, cela représente un gain de 6426€ sur les études mécaniques, soit près de 9%.

2-3- Pilotage

Ma mission pour cette phase étude est d'assurer le pilotage de l'ensemble des ressources internes et externes, mais également de valider la conformité de tous les livrables demandés, la tenue des objectifs et des délais du projet.

Pour cela, j'ai initialisé un tableau de suivi d'études, dans lequel j'ai listé tous les livrables pour chacun des moyens constituants le Process : Il s'agit du suivi d'affaire mécanique.

Tableau XXIV : Extrait du suivi d'affaire Armature B81

Suivi des Etudes Outillages ARMATURE B81 SHENZHEN 2

Affaire CIBER : ARAMTURE B81 ***Désignation : B81***
Nom PEA : Sébastien TOUZAIN

DESIGNATION	NUMERO	N° OP	Type Moyen	Eng Etudes (CEDAO)	PCM	3D	Validation Robcad	Position PN dans Robcad	Calcul inerties (MPR et pinces)	Délai	2D ensembles	Nomenclatures	DRF	Planche 014	Dossier Eng 2D / Réal
STATION 1 : Underbody loading															
Manual gripper	C 615 006		MDM - Main De Manipulateur	OK	NA	OK	NA	NA	NA	NA	OK	OK	NA	NA	OK
Gripper centering structure	C 615 007		MPP - Moyen de Positionnement Pièce	OK	NA	OK	NA	NA	NA	NA	OK	OK	NA	NA	OK
STATION 2 : Sealing / Bodysides - rear panel loading															
Right manual gripper	C 615 034		MDM - Main De Manipulateur	OK	NA	OK	NA	NA	NA	NA	OK	OK	NA	NA	OK
Left manual gripper	C 615 035		MDM - Main De Manipulateur	OK	NA	OK	NA	NA	NA	NA	OK	OK	NA	NA	OK
Right BS Z supporting device	C 615 040		DIV - DIVers chantier	OK	NA	OK	NA	NA	NA	NA	OK	OK	OK	NA	OK
Left BS Z supporting device	C 615 041		DIV - DIVers chantier	OK	NA	OK	NA	NA	NA	NA	OK	OK	OK	NA	OK
Rear panel supporting device	C 615 042		DIV - DIVers chantier	OK	NA	OK	NA	NA	NA	NA	OK	OK	OK	NA	OK
STATION 3 : Cross members loading															
Cross members detection structure	C 615 227		EDP - Ensemble Détection Pièce	OK	NA	OK	NA	NA	NA	NA	OK	OK	OK	NA	OK
STATION 4 : Framing Conformation															
Undergeometry and lifting system	C 615 057		ELP - Elévateur Ligne PSA	OK	OK	OK	OK	OK	NA	NA	OK	OK	OK	OK	OK
Right Front Bodyflexor Framing Gripper	C 615 112	R4	MFR - Main conFormation Robot	OK	OK	OK	OK	OK	OK	NA	OK	OK	OK	OK	OK
Left Front Bodyflexor Framing Gripper	C 615 113	R3	MFR - Main conFormation Robot	OK	OK	OK	OK	OK	OK	NA	OK	OK	OK	OK	OK
Right Front Bodyflexor stand	C 615 116	R4	SDO - Support Dépose Outil	OK	NA	OK	OK	NA	NA	NA	OK	OK	OK	NA	OK
Left Front Bodyflexor stand	C 615 117	R3	SDO - Support Dépose Outil	OK	NA	OK	OK	NA	NA	NA	OK	OK	OK	NA	OK
Right Rear Bodyflexor Framing Gripper	C 615 118	R4	MFR - Main conFormation Robot	OK	OK	OK	OK	OK	OK	NA	OK	OK	OK	OK	OK
Left Rear Bodyflexor Framing Gripper	C 615 119	R3	MFR - Main conFormation Robot	OK	OK	OK	OK	OK	OK	NA	OK	OK	OK	OK	OK
Right Rear Bodyflexor stand	C 615 122	R4	SDO - Support Dépose Outil	OK	NA	OK	OK	NA	NA	NA	OK	OK	OK	NA	OK
Left Rear Bodyflexor stand	C 615 123	R3	SDO - Support Dépose Outil	OK	NA	OK	OK	NA	NA	NA	OK	OK	OK	NA	OK

Pour garantir le bon avancement des études, j'ai décidé de programmer une réunion d'affaire hebdomadaire durant toute la durée des études. À cette réunion sont conviés les ressources internes, mais également le personnel du bureau d'études extérieur, pour une plus grande efficacité.

Mon rôle est également d'assurer l'interface avec notre client CAPSA. Une deuxième réunion hebdomadaire est donc planifiée pour faire part de notre avancement à notre client. À cette réunion, je ferai participer les ressources au cas par cas, afin de ne pas impacter l'avancement général des études.

3 - Dossier d'études du Conformateur face AV

Ne pouvant pas détailler les études mécaniques des soixante moyens du Process, j'ai choisi de présenter celles du conformateur Face Avant en Station 5.

En effet, la solution d'une seule main de conformation robot au lieu de deux, suivant le standard, est un très bon exemple. Ce principe innovant apporte un gain important d'investissement en nécessitant seulement un robot de manutention et une seule main de conformation. De plus, ayant fait une demande de standardisation, le dossier complet d'études sera également intégré au standard mécanique ferrage.

Pour que le bureau d'études extérieur puisse commencer les études du moyen, il faut lui fournir toutes les données d'entrées nécessaires :

- Les définitions numériques des Pièces : DFN 3D.

- La liste du matériel retenu (LMR) : Toutes les références du matériel du commerce.

- Le Plan Condition Méthode : PCM (référentiel géométrique).

- Les points de soudure de conformation à réaliser.

- Le 3D des pinces à souder sur chaque point de soudure, réalisé à partir de la simulation robotique.

- Le type de robot : FANUC M900iA R30iA 2.832m - 600 : Robot forte charge pouvant manipuler une masse allant jusqu'à 600kg et ayant un rayon d'action de 2,8m.

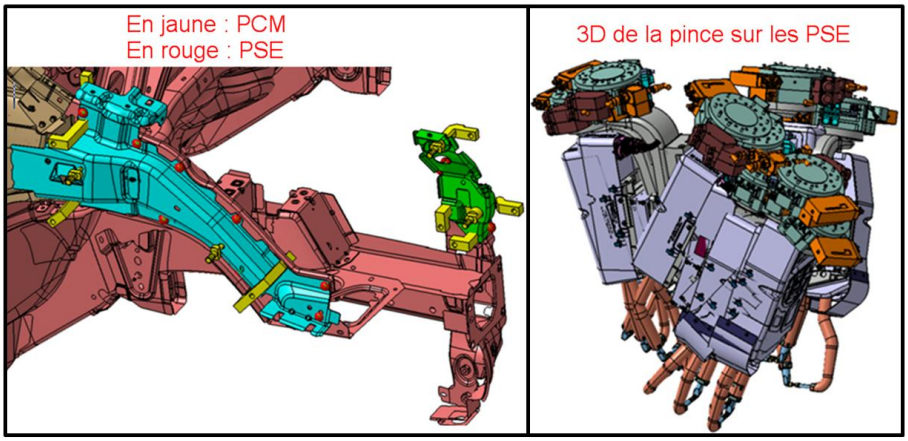


Figure 97 : Données d'entrées études 3D Confo Face AV

3-1- 3D outillage

Comme expliqué précédemment, le principe de cet outillage est de mettre en position et de conformer les 2 + 2 pièces sur le véhicule (2 pièces droites + 2 pièces gauches).

En analysant l'assemblage des pièces, nous pouvons remarquer que le renfort avant côté d'habitacle est en accostage Y sur la caisse, alors que le support traverse façade est accosté en X.

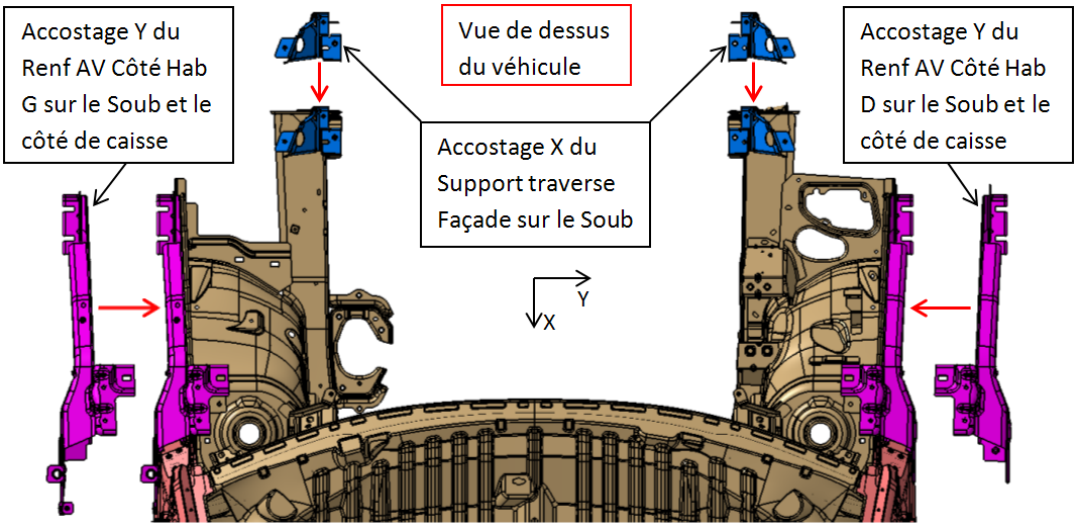
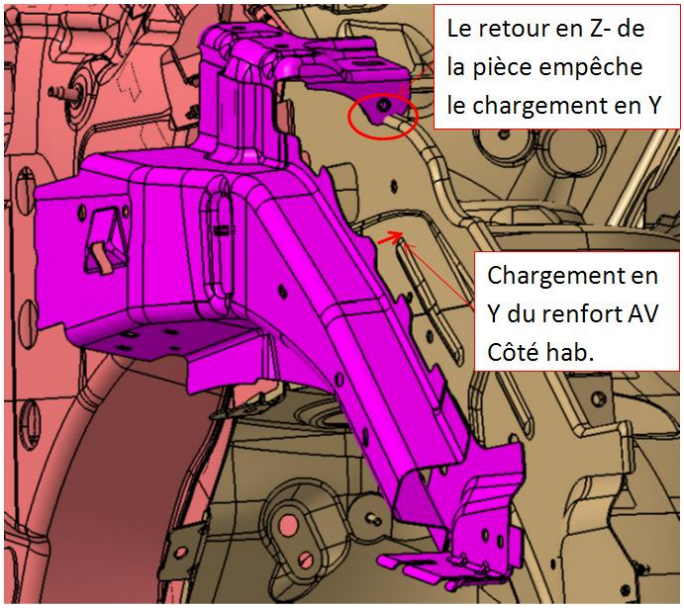


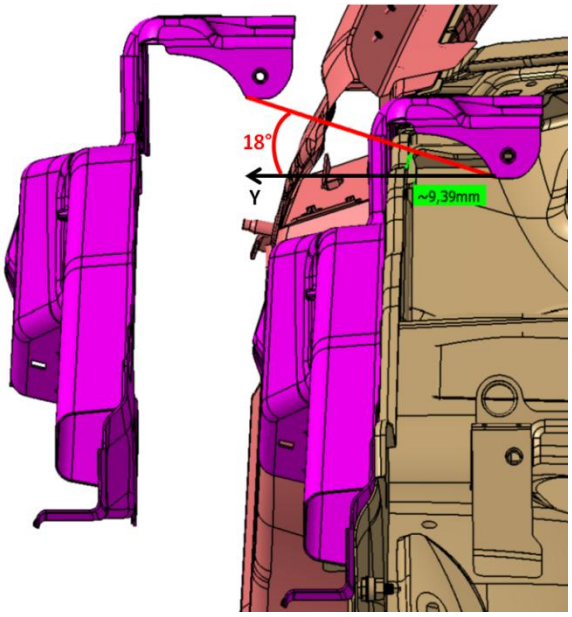
Figure 98 : Principe d'assemblage Face AV



Néanmoins, le chargement du renfort avant côté d'habitacle suivant l'axe Y est impossible, car la forme de pièce génère une interférence avec une pièce de la base roulante.

Il faut donc trouver une solution qui permette le bon chargement du renfort AV.

Figure 99 : Infaisabilité de chargement Renfort AV en Y pur



Pour éviter tout risque d'interférence, un chargement suivant un angle de 18° par rapport à l'axe Y, semble être la meilleur solution et garantit un jeu de 10mm entre le renfort AV et le soubassement.

Solution mécanique : Un chariot construit d'une course de 145mm, équipé de deux rails de guidage et d'une butée en position sortie et rentrée. Ce débattement permet d'avoir une course de vérin standard de 160mm

Figure 100 : Chargement Renfort AV à 18°

Concernant la deuxième pièce, le support traverse façade, la mise en référence sur la base roulante doit être faite suivant l'axe X, car cette pièce est accostée en X sur le véhicule. Il faut donc prévoir un chariot de guidage suivant cet axe. La géométrie associée à cette pièce (2 pilotes dans l'axe des Y, 4 appuis et 2 serrages en Y), doit impérativement être escamotée en Y pour permettre le retrait de ma main de conformation en Z+ par le robot, à la fin du cycle. Il faut donc intégrer un deuxième chariot de guidage en Y, qui sera lui-même embarqué sur le premier chariot en X. Cette conception est directement liée à la solution d'un seul conformateur ramené en Z sur la caisse.

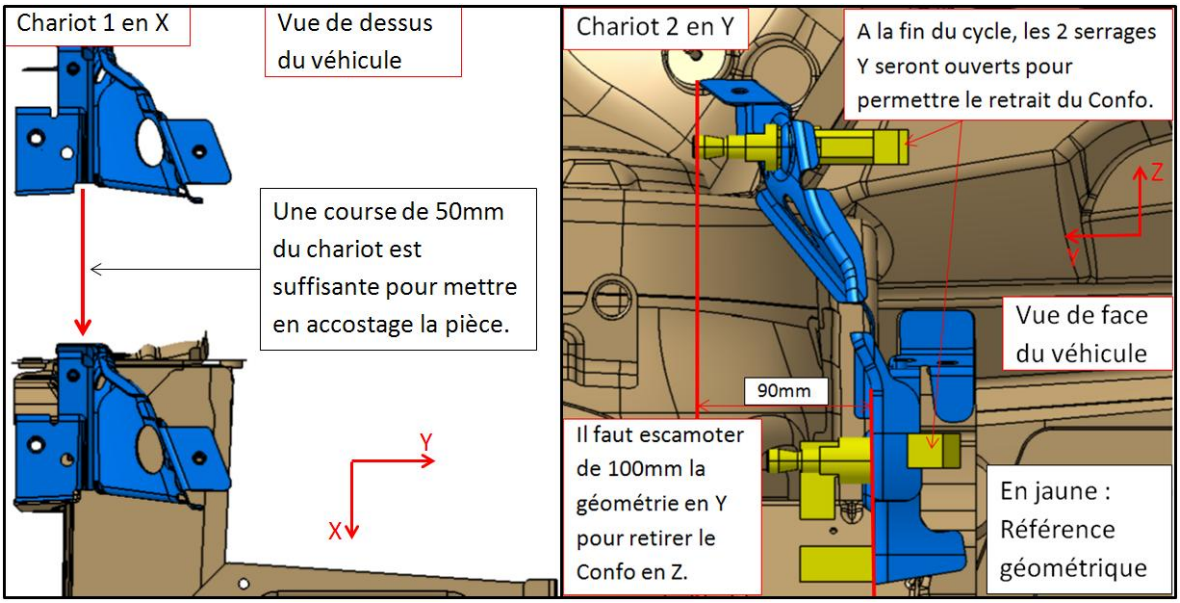


Figure 101 : Définition des deux chariots du Support traverse Façade

Le principe de conception défini pour les deux pièces droites est également valable pour les pièces gauches, et sera une symétrie par rapport au plan XZ.

Comme expliqué lors de la définition du Process, la main de conformation doit être mise en référence en Z sur une structure de porteuse, qui devra garantir le positionnement géométrique du conformateur.

La mise en référence est assurée par un système standard « sphère / cylindre » complété par 2 appuis Z. La main est ensuite verrouillée en Z par des serrages.

- Sphère : elle immobilise la main suivant les trois axes X, Y et Z.

- Cylindre : il bloque la rotation autour de l'axe Z.

- Appuis Z : Ils évitent la translation en Z.

Cette analyse complète du produit nous a permis d'identifier les différentes contraintes de conception et d'associer à chaque contrainte une solution mécanique. L'étude 3D de l'outil peut donc débuter en tenant compte des principes évoqués.

Voici le 3D correspondant à la main de conformation face avant, qui a été validé en mécanique et en robotique :

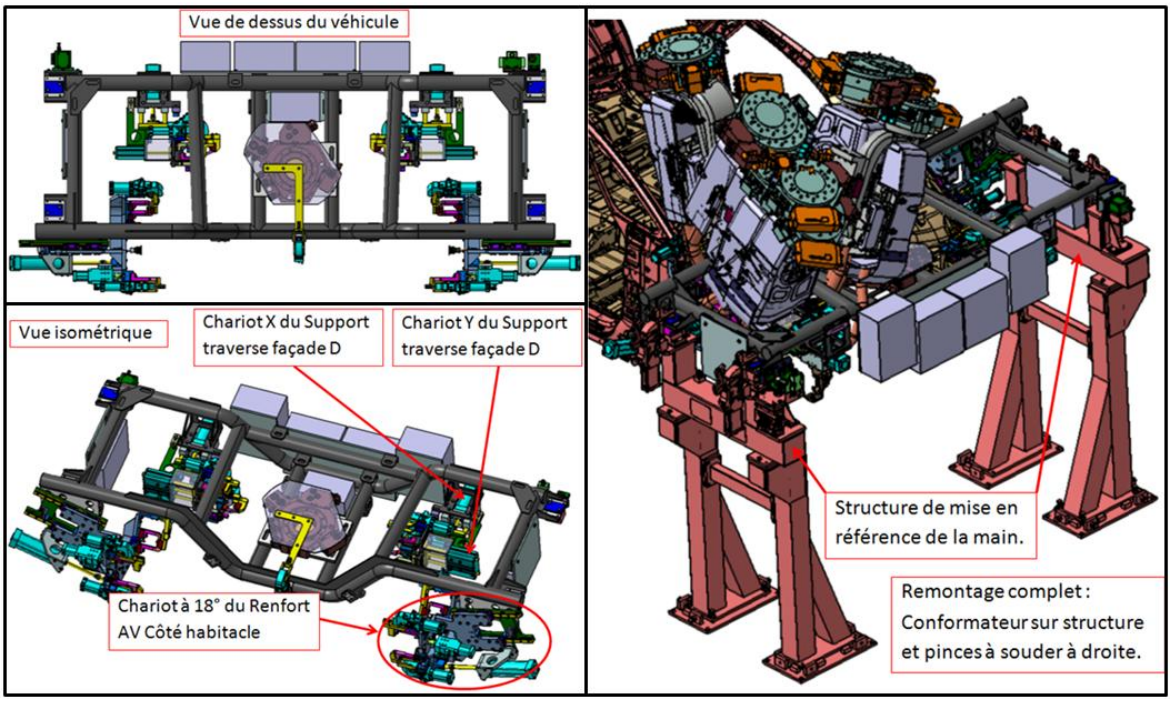


Figure 102 : Etudes 3D du conformateur Face AV

3-2- 2D d'ensembles et nomenclature

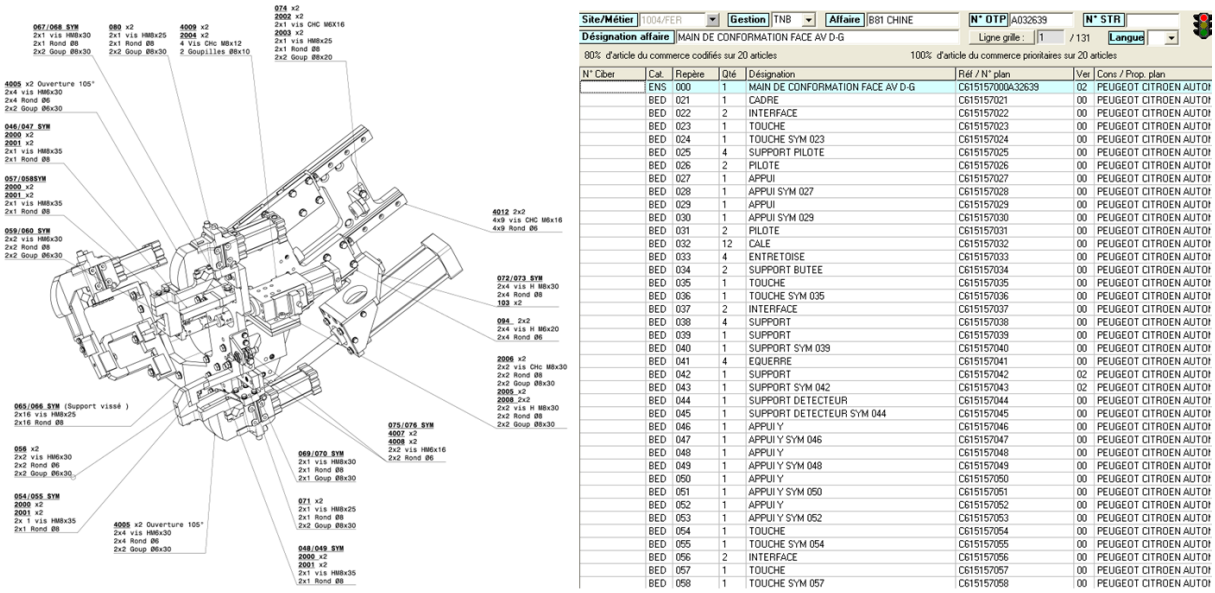
Le 3D de l'outillage terminé, nous réalisons la mise en plan et la nomenclature. Le périmètre de l'étude ne prend en compte que les plans d'ensembles. Les plans de détails seront directement faits par un sous-traitant chinois de CAPSA, qui aura également en charge la réalisation des outillages.

Les plans d'ensembles servent à identifier et repérer tous les détails, les éléments standards et les matériels achetés du moyen.

Le principe de repérage est le suivant :

- Détail spécifique : Numérotation de 001 à 999
- Détail standard : Numérotation de 2000 à 2999
- Matériel du commerce : Numérotation de 4000 à 4999

Tous les repères sont ensuite listés et quantifiés dans la nomenclature de l'outil.



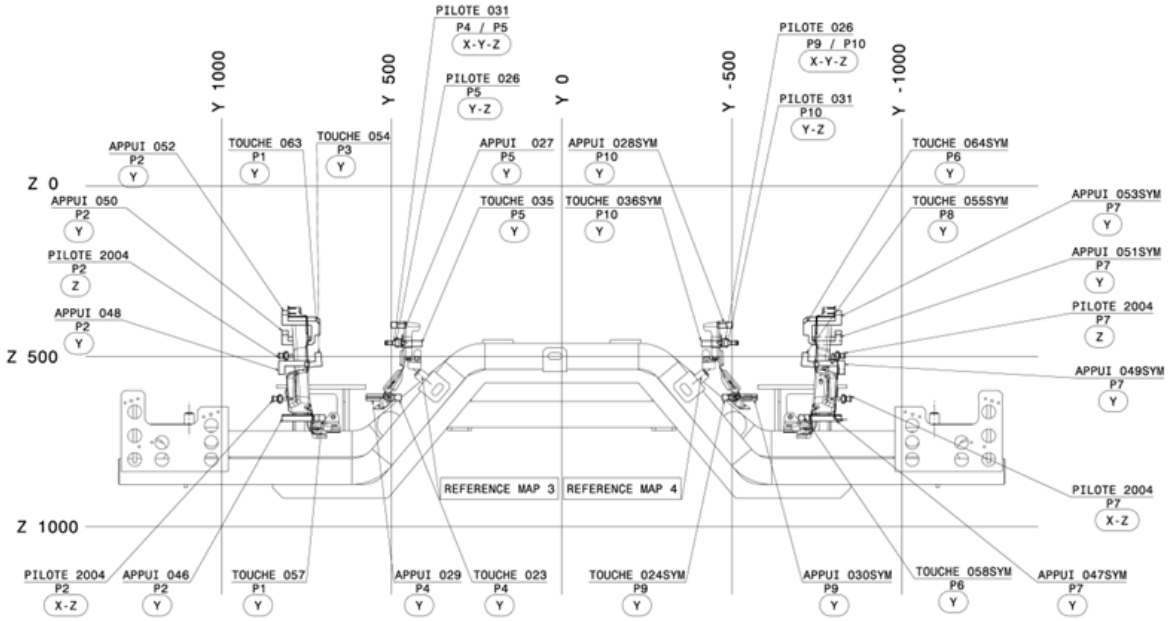
N° Ciber	Cat.	Repère	Qté	Désignation	Réf / N° plan	Ver	Cons / Prop. plan
	ENS	000	1	MAIN DE CONFORMATION FACE AV D-G	C615157000A32639	02	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	021	1	CADRE	C615157021	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	022	2	INTERFACE	C615157022	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	023	1	TOUCHE	C615157023	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	024	1	TOUCHE SYM 023	C615157024	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	025	4	SUPPORT PILOTE	C615157025	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	026	2	PILOTE	C615157026	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	027	1	APPUI	C615157027	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	028	1	APPUI SYM 027	C615157028	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	029	1	APPUI	C615157029	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	030	1	APPUI SYM 029	C615157030	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	031	2	PILOTE	C615157031	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	032	12	CALE	C615157032	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	033	4	ENTRETOISE	C615157033	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	034	2	SUPPORT BUTEE	C615157034	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	035	1	TOUCHE	C615157035	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	036	1	TOUCHE SYM 035	C615157036	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	037	2	INTERFACE	C615157037	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	038	4	SUPPORT	C615157038	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	039	1	SUPPORT	C615157039	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	040	1	SUPPORT SYM 039	C615157040	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	041	4	EQUERRE	C615157041	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	042	1	SUPPORT	C615157042	02	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	043	1	SUPPORT SYM 042	C615157043	02	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	044	1	SUPPORT DETECTEUR	C615157044	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	045	1	SUPPORT DETECTEUR SYM 044	C615157045	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	046	1	APPUI Y	C615157046	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	047	1	APPUI Y SYM 046	C615157047	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	048	1	APPUI Y	C615157048	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	049	1	APPUI Y SYM 048	C615157049	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	050	1	APPUI Y	C615157050	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	051	1	APPUI Y SYM 050	C615157051	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	052	1	APPUI Y	C615157052	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	053	1	APPUI Y SYM 052	C615157053	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	054	1	TOUCHE	C615157054	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	055	1	TOUCHE SYM 054	C615157055	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	056	2	INTERFACE	C615157056	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	057	1	TOUCHE	C615157057	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!
	BED	058	1	TOUCHE SYM 057	C615157058	00	PEUGEOT CITROEN AUTO!

Figure 103 : Extrait plan d'ensemble et nomenclature

3-3- 2D de géométrie : Planche 014

La planche 014 est un plan 2D sur lequel apparait toute la géométrie de l'outil, la fonction de chacun des éléments (appui, serrage, pilote) et les pièces du véhicule en contact avec tous les éléments.

Ce document fait office de référence lors de la réception de l'outillage réalisé, mais également lors de la mise au point sur site.



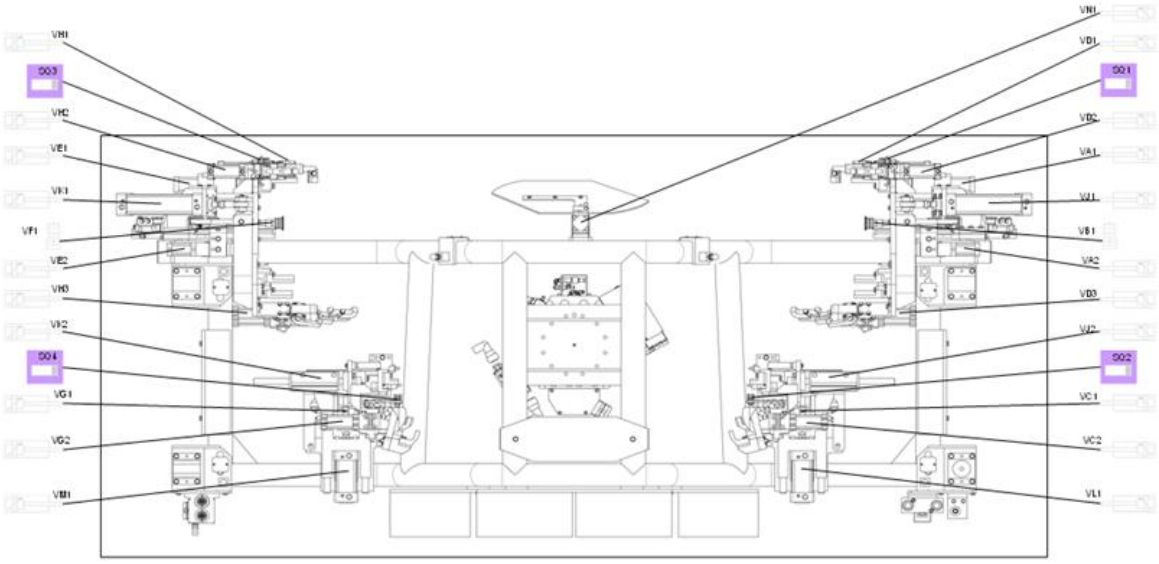
REP	DESIGNATION DES PIECES AUTO	N° DES PIECES
P1	DOUBLURE-AILE-AV-D	9686798980
P2	RENFORT-AV-COTE-HABI-D.	9686800280
P3	SUPPORT-SUSPENSION-AV-D	9687248280
P4	SUPPORT-SUP-AILE-AV-D	9687444780
P5	SUP-D-TRA-FAC-BLO-AV.	9688656880
P6	DOUBLURE-AILE-AV-G	9686799080
P7	RENFORT-AV-COTE-HABI-G.	9686800380
P8	SUPPORT-SUSPENSION-AV-G	9687248380
P9	SUPPORT-SUP-AILE-AV-G	9687444980
P10	SUP-G-TRA-FAC-BLO-AV.	9688656980

Figure 104 : Planche 014 du Confo Face AV

3-4- DRF

Le DRF est le « Document de Références Fonctionnelles », c'est le support d'échange unique entre les différents corps de métiers de la mécanique, de l'automatisme et du pneumatique, liés à l'affaire.

En effet, le DRF est la donnée d'entrée pour la réalisation des schémas pneumatiques et électriques. Tous les actionneurs (vérin, porte pilote, abattant…) et les détecteurs sont représentés, ainsi qu'un diagramme qui décrit le cycle interne de l'outil. Pour cela, les actionneurs sont regroupés par distributeur en fonction des priorités d'ouverture et de fermeture des références mobiles ou des serrages…



MENMONIQUE VERIN		FONCTION	CONSTRUCTEUR ACTIONNEUR	REFERENCE ACTIONNEUR	Ø	COURSE	Ø ORIFICE	ACTIONNEUR MONTE SUR
MANUEL	AUTO							
	VA1	PILOTE	SMC_PNEUMATIQUE_SA_V	CKZP40-40-DCK9425K	40	58,4	G 1/8	VJ1
	VA2	PILOTE	SMC_PNEUMATIQUE_SA_V	CKZP40-40-DCK9425K	40	58,4	G 1/8	VJ1
	VB1	VENTOUSES_ASPIRATION	COVAL_V	CBC45M38G	45	11	M G 3/8	VJ1
	VB1	VENTOUSES_SOUFFLAGE	COVAL_V	CBC45M38G	45	11	M G 3/8	VJ1
	VC1	SERRAGE	SMC_PNEUMATIQUE_SA_V	CKZT40-105W-X2278	40	58,4	G 1/8	VJ2
	VC2	SERRAGE	SMC_PNEUMATIQUE_SA_V	CKZT40-105W-X2278	40	58,4	G 1/8	VJ2
	VD1	SERRAGE	SMC_PNEUMATIQUE_SA_V	CKZT40-105W-X2278	40	58,4	G 1/8	VJ1
	VD2	SERRAGE	SMC_PNEUMATIQUE_SA_V	CKZT40-105W-X2278	40	58,4	G 1/8	VJ1
	VD3	SERRAGE	SMC_PNEUMATIQUE_SA_V	CKZT40-105W-X2278	40	58,4	G 1/8	VJ1
	VE1	PILOTE	SMC_PNEUMATIQUE_SA_V	CKZP40-40-DCK9425K	40	58,4	G 1/8	VK1
	VE2	PILOTE	SMC_PNEUMATIQUE_SA_V	CKZP40-40-DCK9425K	40	58,4	G 1/8	VK1
	VF1	VENTOUSES_ASPIRATION	COVAL_V	CBC45M38G	45	11	M G 3/8	VK1
	VF1	VENTOUSES_SOUFFLAGE	COVAL_V	CBC45M38G	45	11	M G 3/8	VK1
	VG1	SERRAGE	SMC_PNEUMATIQUE_SA_V	CKZT40-105W-X2278	40	58,4	G 1/8	VK2
	VG2	SERRAGE	SMC_PNEUMATIQUE_SA_V	CKZT40-105W-X2278	40	58,4	G 1/8	VK2
	VH1	SERRAGE	SMC_PNEUMATIQUE_SA_V	CKZT40-105W-X2278	40	58,4	G 1/8	VK1
	VH2	SERRAGE	SMC_PNEUMATIQUE_SA_V	CKZT40-105W-X2278	40	58,4	G 1/8	VK1
	VH3	SERRAGE	SMC_PNEUMATIQUE_SA_V	CKZT40-105W-X2278	40	58,4	G 1/8	VK1
	VJ1	CHARIOT	SMC_PNEUMATIQUE_SA_V	C95SDB63-160-P4DWSE-XC35	63	160	G 3/8	
	VJ2	UNITE_GUIDAGE	SMC_PNEUMATIQUE_SA_V	MGPA50TF-100-P4DWSE-XC35W	50	100	G 1/4	VL1
	VK1	CHARIOT	SMC_PNEUMATIQUE_SA_V	C95SDB63-160-P4DWSE-XC35	63	160	G 3/8	
	VK2	UNITE_GUIDAGE	SMC_PNEUMATIQUE_SA_V	MGPA50TF-100-P4DWSE-XC35W	50	100	G 1/4	VM1
	VL1	COMPLIANCE_CHARIOT	SMC_PNEUMATIQUE_SA_V	C95SDB63-50-P4DWSE-XC35	63	50	G 3/8	
	VM1	COMPLIANCE_CHARIOT	SMC_PNEUMATIQUE_SA_V	C95SDB63-50-P4DWSE-XC35	63	50	G 3/8	
	VN1	SERRAGE	SMC_PNEUMATIQUE_SA_V	CKZT40-105W-X2278	40	58,4	G 1/8	

Figure 105 : DRF du Confo Face AV

3-5- Calculs de masse et d'inertie du conformateur

Les calculs de masse et d'inertie du conformateur sont obligatoires et servent à réaliser l'abaque de charge du robot. En effet, un robot est un matériel acheté qui est soumis à une garantie constructeur. Il est donc impératif de valider l'abaque de charge et d'inertie du robot dès les études 3D, car il serait catastrophique de s'apercevoir lors du montage sur site, que le moyen étudié n'est pas compatible avec le robot acheté.

Cet abaque est réalisé à partir de la masse, du centre de gravité et de l'inertie de main de conformation, calculés directement avec le logiciel de conception CATIA.

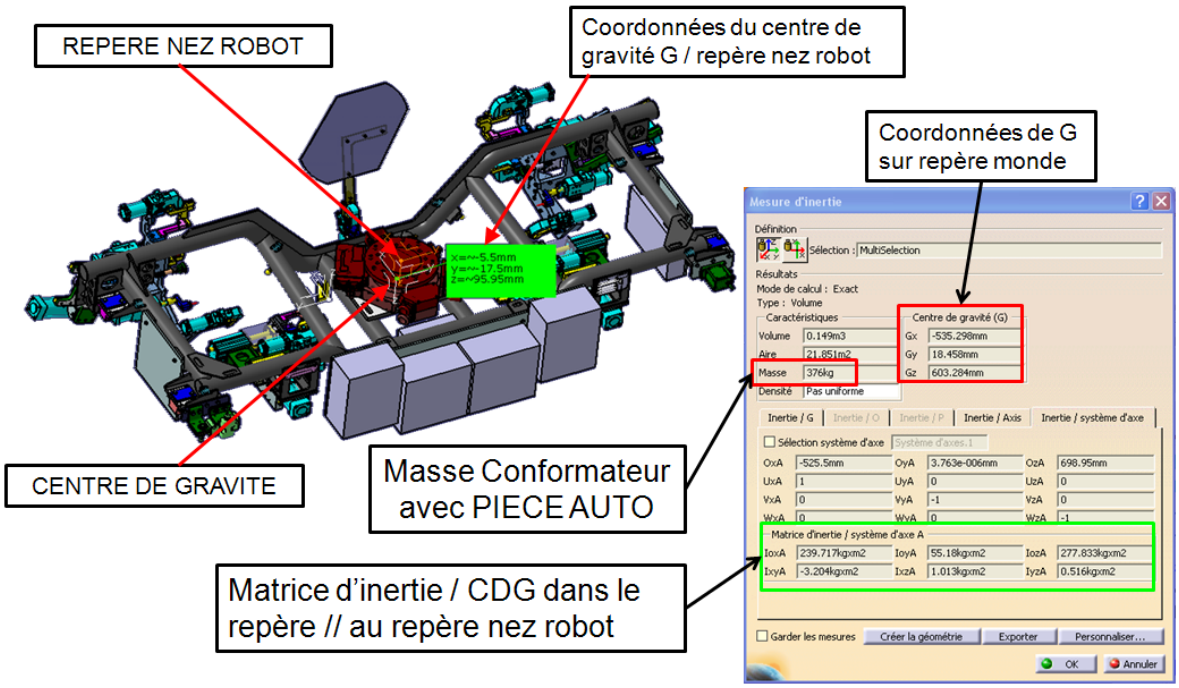


Figure 106 : Calculs masse et inertie du Conformateur Face AV

Les calculs sont effectués à partir du repère de l'accrochage du robot, mais attention, les cordons de soudures n'étant pas modélisés dans le 3D, le standard CFER préconise d'ajouter 10% de masse supplémentaire.

Dans notre cas, le calcul donne 376 kg pour cette main de conformation :

- Masse du Conformateur : 376 x 1.1=414 kg

La masse à prendre en compte pour les calculs est donc 414 kg.

Tableau XXV : Abaque charge et inertie Robot R5 Face AV

PARAMÈTRES DU ROBOT	
Type du Robot	M-900iA/600
Type d'entrée de la Charge utile	CofG - SI
N° de référence du Fichier Robot	0
Offset J5	0,3

RÉFÉRENCES	
Robot E#	R5
Outil #	MFR CONFO FACE AV B81
Station Robot #	STATION 5
Ingénieur	
Commentaires	Masse Prehenseur + Pièces

DONNÉES CHARGE UTILE: CofG - SI	
J6 Payload Mass (kg)	414
J3 Arm Load Mass (kg)	25
Payload Center X (m)	-0,005
Payload Center Y (m)	-0,017
Payload Center Z (m)	0,096
Payload Inertia Ix (Kg.m^2)	239,7
Payload Inertia Iy (Kg.m^2)	55,1
Payload Inertia Iz (Kg.m^2)	277,8

RÉSUMÉ DES RÉSULTATS	
Charge utile	OK
Moments	OK
Inerties	OK
Autorisation d'utilisation	OK

Résultats OK

DONNÉES DU SYSTÈME:	Spécification	Valeur Réelle
Charge utile J6 (kg)	600	414,000
Charge (kg) montée sur le bras J3	25	25,000
Moment sur l'Axe 4 (Nm)	3381	1608,258
Moment sur l'Axe 5 (Nm)	3381	1608,258
Moment sur l'Axe 6 (Nm)	1725	71,894
Inertie sur l'Axe 4 (Kg.m^2)	510	304,741
Inertie sur l'Axe 5 (Kg.m^2)	510	304,741
Inertie sur l'Axe 6 (Kg.m^2)	320	277,930

DÉTAIL DES RÉSULTATS	
Pourcentage de la Charge ut. J6 Max autorisée	69
Charge max J6 pour la charge courante J3	600,0
Pourcentage du Moment Max autorisé	
Axe 4	47
Axe 5	47
Axe 6	4
Pourcentage de l'Inertie Max autorisée	
Axe 4	59,8
Axe 5	59,8
Axe 6	86,9
Note: Warn %	90

L'abaque confirme la capacité du robot à manipuler la main de conformation étudiée.

Tous les livrables étant maintenant réalisés, il faut diffuser tous les dossiers d'études « bon pour réalisation » à notre client CAPSA afin qu'il puisse engager la phase 2D de détail et réalisation des outillages.

Partie 4 - RESULTATS ET DISCUSSION

Cette étude a abouti sur un Process Armature B81 optimisé et répondant aux objectifs du projet.

Après vingt-huit semaines d'études, le bilan final est très positif, et ressenti comme tel par notre client CAPSA, et leur sous-traitant chinois, qui ont été convaincus par la qualité de nos études et de nos compétences.

En effet, des améliorations très importantes ont été apportées par rapport au Process initial, qui se traduisent directement en gain d'investissement, avec une diminution significative de la quantité des équipements, mais aussi en gain d'exploitation, avec la réduction du nombre d'opérateur et l'augmentation de la disponibilité de la ligne.

Le respect des délais projet est également une réussite qu'il faut souligner, tout particulièrement pour la phase d'études 3D des outillages qui a été réalisée en huit semaines au lieu de dix dans le cadre d'un projet classique.

Mon expérience dans le métier, l'organisation du projet et les compétences des principaux acteurs, sont les facteurs essentiels de la réussite de ce challenge.

Tableau XXVI : Comparatif Process AVP / Process définitif

Comparatif Process AVP / Process définitif			
	PROCESS AVP	PROCESS DEFINITIF	ECART
Disponibilité	92,80%	94,40%	**1,60%**
Stations	12	9	**3**
Opérateurs	4	2	**2**
Robots	12	8	**4**
Pinces à souder	27	19	**8**
Outillages	11	9	**2**

<u>Les différentes améliorations apportées sont dues à l'optimisation du Process :</u>

- La réduction des robots et des pinces à souder est directement liée à la qualité de la simulation robotique réalisée durant l'étude du Process.

- L'étude des temps manuels, associée à un regroupement judicieux des postes opérateurs, ont permis de gagner deux opérateurs sur le Process.

- La mutualisation des conformateurs pavillon et face avant sur une même station et la solution de charger la base roulante directement dans la section élévatrice, sont les conséquences de la diminution du nombre de station, mais également d'outillage.

Le gain d'investissement lié à cette optimisation du Processus de fabrication s'élève à 491400€.

Ce chiffrage prend en compte :

- Les études.

- Les achats des matériels.

- La réalisation.

- La mise en place sur site.

- Le démarrage des installations.

Tableau XXVII : Chiffrage gain d'investissement

Chiffrage gain d'investissement Process définitif / Process AVP					
Equipements		**Quantité**	**Prix unitaire**	**Prix total**	**Commentaires**
Stations	Table à rouleaux	3	10 100 €	30 300 €	
Robots		4	65 000 €	260 000 €	
Pinces à souder		8	19 500 €	156 000 €	Pinces + supports pinces + rodeuses
Outillages	Confo Face AV	1	27 100 €	27 100 €	Conformateur + support de dépose
	Mono-géométrie	1	18 000 €	18 000 €	
Gain total d'investissement				**491 400 €**	

CONCLUSION

Comme expliqué au départ, le contexte économique actuel de l'industrie automobile oblige les constructeurs à trouver sans cesse de nouvelles solutions pour réduire le prix de revient de leurs véhicules.

La réduction de ce coût de revient est une priorité pour PSA, pour rester concurrentiel face aux différents constructeurs mondiaux.

Le ferrage participe activement, par la réduction des investissements et des ressources, à la diminution du prix de revient des véhicules.

La réduction des investissements passe par :

- La réduction des longueurs de flux et des surfaces atelier.
- L'installation de matériels au juste nécessaire et au meilleur prix.

La réduction des ressources passe par :

- L'application des standards Process.
- L'application des standards de conception mécanique.

Dans notre cas, nous avons pu constater que les standards ferrages sont plutôt génériques et ne sont pas forcément adaptés pour les Process à faible cadence (6 véhicules par heure). Il a donc fallut interpréter et adapter le standard à notre besoin.

Le Process Armature B81 Shenzhen fait dorénavant office de référentiel pour la conception de ligne d'assemblage à faible cadence et vient d'être intégré au standard ferrage.

ANNEXES

Annexe 1 : Cahier des charges de consultation des études 3D des outillages

Annexe 2 : Offre commerciale CEDAO pour l'étude 3D des outillages

Annexe 3 : Plans d'ensembles du conformateur Face AV

Annexe 4 : Planche 014 du conformateur Face AV

ANNEXE 1 : Cahier des charges

CONCEPTION FERRAGE	**CAHIER DES CHARGES** **Sous-traitance** **Etudes 3D / 2D Ens**	PSA PEUGEOT CITROËN Direction Technique et Industrielle

Emetteur : S.TOUZAIN	Tél : *33 74.23*	Service: *DRD/DCHM/CFER/PCPM/PCPE/C*
Référence: N/Réf : *PCPM_CROE_Armature_B81_SHENZEN*	Indice: *M1*	Date: *20/10/2011*

DESIGNATION AFFAIRE :
ARMATURE CAISSE B81
SITE : SHENZHEN

OBJET DE LA PRESTATION :
ETUDES MECANIQUES MOYENS FERRAGE

CARTOUCHE DE MODIFICATION

Version	Date de mise à jour	Libellé de la modification
OR	10/10/2011	Création du cahier des charges
M1	20/10/2011	Mise à jour : suppression prestation Robotique

Signature FOURNISSEUR	Signature Représentant PSA CFER

ANNEXE 2 : Offre commerciale études outillages - CEDAO

Cedao
GROUPE CITI TECHNOLOGIES

N° de dossier CEDAO : 02-110147

4 PROPOSITIONS COMMERCIALE

4.1 Montant de la prestation

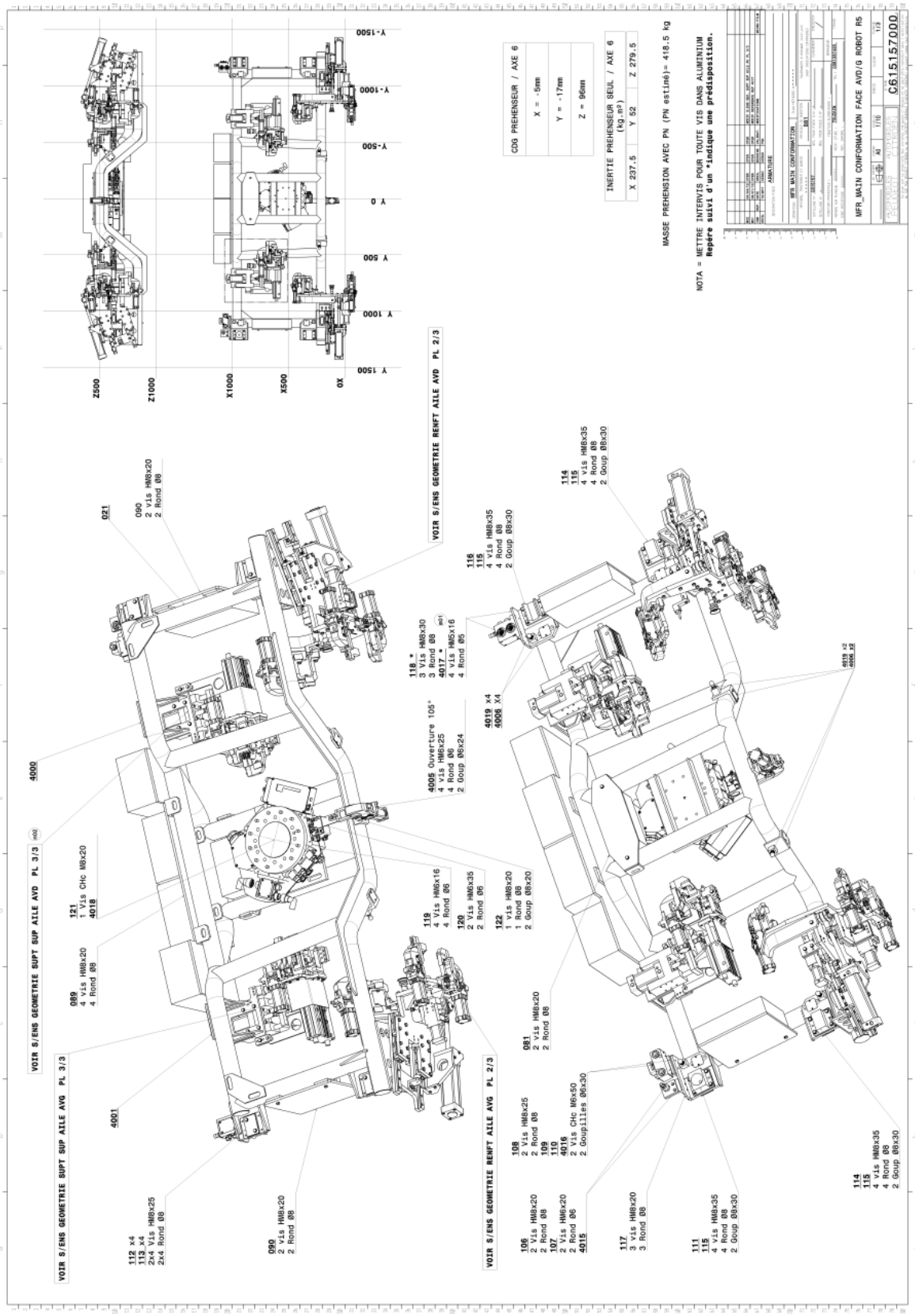
Le prix de vente de la prestation Implantation+ETUDES est de : ~~72 000€ HT~~ 65 000€ HT après remise commerciale.

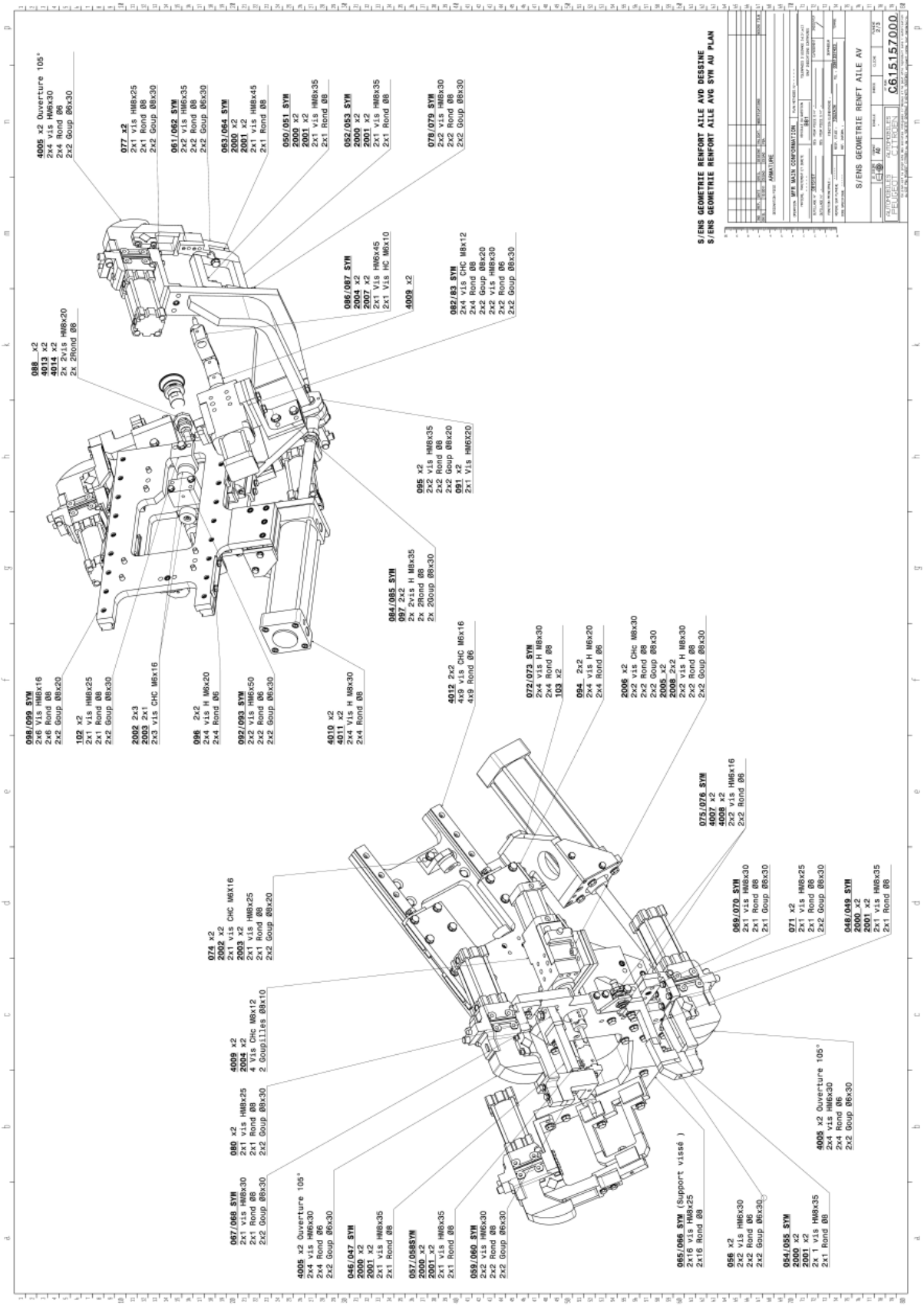
- **Prestation ETUDES du process et des moyens ferrages projet B81 SHENZHEN**:

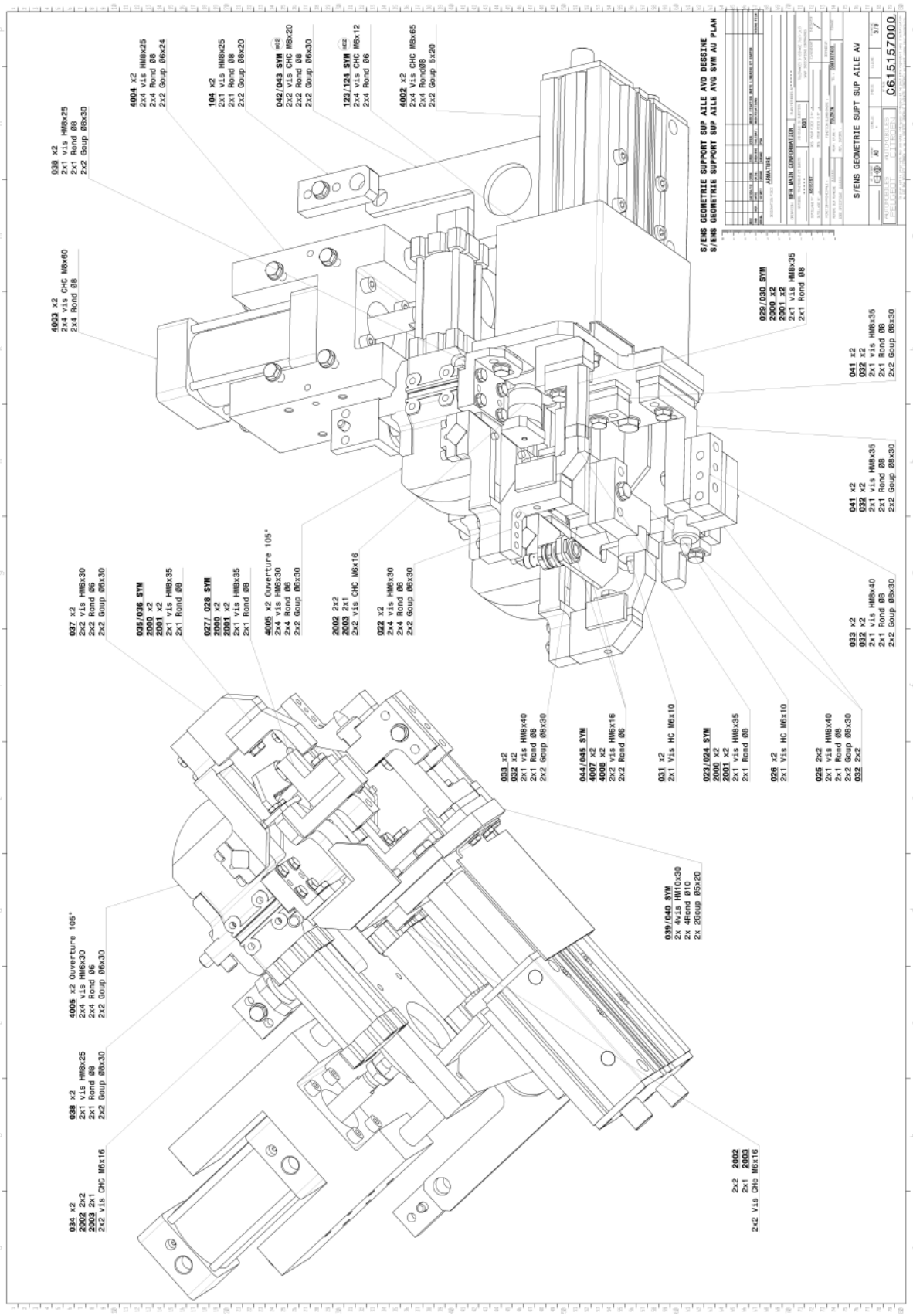
Ligne Armature: Etudes mécaniques suivant BCFER « **Consultation_BCFER_ARMATURE** » du 03/10/2011.

• Faisabilité ROBCAD	hors périmètre
• Etudes 3D (Etudes + Conversion + Robcad)	53 696 €
• Ensembles, S/Ens. + Nomenclatures (Natif, DWG, TIFF)	12 376 €
• Ensembles 014 (Natif, DWG, TIFF)	5 055 €
• Détails 2D (Natif, DWG, TIFF)	hors périmètre
• DRF	4 526 €
• Calcul mécaniques (Masse, Inertie) hors calcul RDM et éléments finis	393 €
• AMDEC	hors périmètre
• Dossier robot	hors périmètre
• GESTNOM (Logiciel interne à PSA non chiffrés)	hors périmètre
Sous Total HT **ETUDES-Armature**	**76 046 €**
-10% d'avancement des 3D sur les moyens traités en IS	**-4 346€**
Total HT **ETUDES-Armature**	**72 000 €**

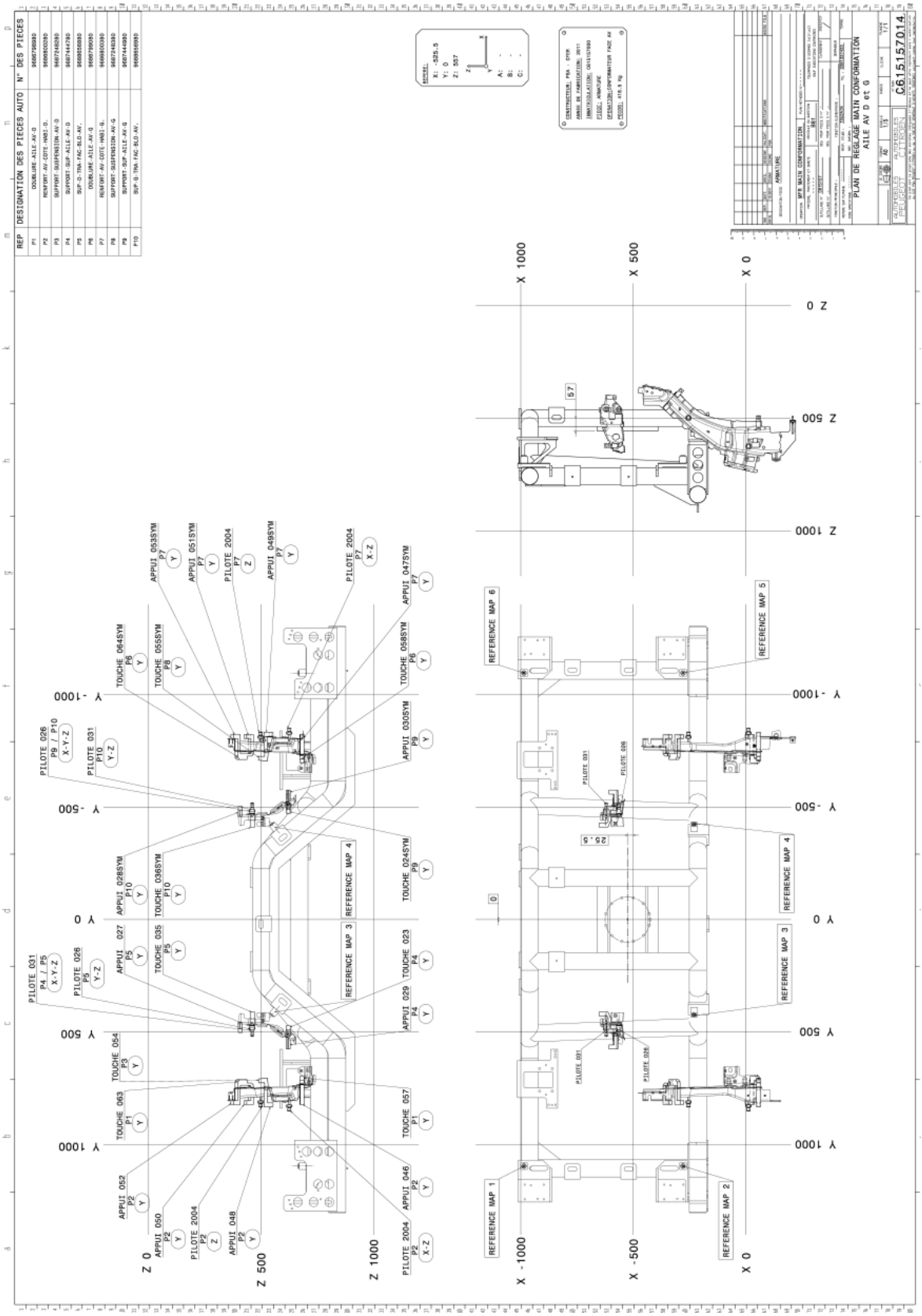
ANNEXE 3 : Plans Ensembles Face AV




S/ENS GEOMETRIE RENFORT AILE AVG DESSINE
S/ENS GEOMETRIE RENFORT AILE AVG SYM AU PLAN
S/ENS GEOMETRIE RENFT AILE AV
AUTOMOBILES PEUGEOT CITROEN
C6151570000
4005 x2 Ouverture 105°
2x4 vis HM6x30
2x4 Rond 06
2x2 Goup 06x30
077 x2
2x1 vis HM8x25
2x1 Rond 08
2x2 Goup 08x30
061/062 SYM
2x2 vis HM6x35
2x2 Rond 08
2x2 Goup 06x30
063/064 SYM
2000 x2
2001 x2
2x1 vis HM8x45
2x1 Rond 08
050/051 SYM
2000 x2
2001 x2
2x1 vis HM8x35
2x1 Rond 08
052/053 SYM
2000 x2
2001 x2
2x1 vis HM8x35
2x1 Rond 08
078/079 SYM
2x2 vis HM8x30
2x2 Rond 08
2x2 Goup 06x30
088 x2
4013 x2
4014 x2
2x 2vis HM6x20
2x 2Rond 06
086/087 SYM
2004 x2
2007 x2
2x1 vis HM6x45
2x1 vis HC M6x10
4009 x2
082/83 SYM
2x4 vis CHC M8x12
2x4 Rond 08
2x2 Goup 08x20
2x2 vis HM8x30
2x2 Rond 06
2x2 Goup 08x30
095 x2
2x2 vis HM8x35
2x2 Rond 08
2x2 Goup 08x20
091 x2
2x1 Vis HM6X20
084/085 SYM
097 2x2
2x 2vis H M8x35
2x 2Rond 08
2x 2Goup 08x30
098/099 SYM
2x6 Vis HM8x16
2x6 Rond 08
2x2 Goup 08x20
102 x2
2x1 vis HM8x25
2x1 Rond 08
2x2 Goup 08x30
2002 2x3
2003 2x1
2x3 vis CHC M6x16
096 2x2
2x4 vis H M6x20
2x4 Rond 06
092/093 SYM
2x2 vis HM8x50
2x2 Rond 06
2x2 Goup 06x30
4010 x2
4011 x2
2x4 Vis H M8x30
2x4 Rond 08
4012 2x2
4x9 vis CHC M6x16
4x9 Rond 06
072/073 SYM
2x4 vis H M8x30
2x4 Rond 08
103 x2
094 2x2
2x4 vis H M6x20
2x4 Rond 06
2006 x2
2x2 vis Chc M8x30
2x2 Rond 08
2x2 Goup 08x30
2005 x2
2008 2x2
2x2 vis H M8x30
2x2 Rond 08
2x2 Goup 08x30
075/076 SYM
4007 x2
4008 x2
2x2 vis HM6x16
2x2 Rond 06
069/070 SYM
2x1 vis HM8x30
2x1 Rond 08
2x1 Goup 08x30
071 x2
2x1 vis HM8x25
2x1 Rond 08
2x2 Goup 08x30
048/049 SYM
2000 x2
2001 x2
2x1 vis HM8x35
2x1 Rond 08
074 x2
2002 x2
2x1 vis CHC M6X16
2003 x2
2x1 vis HM8x25
2x1 Rond 08
2x2 Goup 08x20
4009 x2
2004 x2
4 Vis Chc M8x12
2 Goupilles 08x10
080 x2
2x1 vis HM8x25
2x1 Rond 08
2x2 Goup 08x30
067/068 SYM
2x1 vis HM8x30
2x1 Rond 08
2x2 Goup 08x30
4005 x2 Ouverture 105°
2x4 vis HM6x30
2x4 Rond 06
2x2 Goup 06x30
046/047 SYM
2000 x2
2001 x2
2x1 vis HM8x35
2x1 Rond 08
057/058SYM
2000 x2
2001 x2
2x1 vis HM8x35
2x1 Rond 08
059/060 SYM
2x2 vis HM6x30
2x2 Rond 08
2x2 Goup 06x30
065/066 SYM (Support vissé)
2x16 vis HM8x25
2x16 Rond 08
056 x2
2x2 vis HM6x30
2x2 Rond 06
2x2 Goup 06x30
054/055 SYM
2000 x2
2001 x2
2x 1 vis HM8x35
2x1 Rond 08
4005 x2 Ouverture 105°
2x4 vis HM6x30
2x4 Rond 06
2x2 Goup 06x30


S/ENS GEOMETRIE SUPPORT SUP AILE AVD DESSINE
S/ENS GEOMETRIE SUPPORT SUP AILE AVG SYM AU PLAN
S/ENS GEOMETRIE SUPT SUP AILE AV
C615157000
4004 x2
2x4 vis HM8x25
2x4 Rond 08
2x2 Goup 06x24
104 x2
2x1 vis HM8x25
2x1 Rond 08
2x2 Goup 08x20
042/043 SYM
2x2 vis CHC M8x20
2x2 Rond 08
2x2 Goup 06x30
123/124 SYM
2x4 vis CHC M5x12
2x4 Rond 06
4002 x2
2x4 Vis CHC M8x65
2x4 Rond08
2x2 Goup 5x20
038 x2
2x1 vis HM8x25
2x1 Rond 08
2x2 Goup 08x30
4003 x2
2x4 vis CHC M6x60
2x4 Rond 08
029/030 SYM
2000 x2
2001 x2
2x1 vis HM8x35
2x1 Rond 08
041 x2
032 x2
2x1 vis HM8x35
2x1 Rond 08
2x2 Goup 08x30
041 x2
032 x2
2x1 vis HM8x35
2x1 Rond 08
2x2 Goup 08x30
033 x2
032 x2
2x1 vis HM8x40
2x1 Rond 08
2x2 Goup 08x30
037 x2
2x2 vis HM6x30
2x2 Rond 06
2x2 Goup 06x30
035/036 SYM
2000 x2
2001 x2
2x1 vis HM8x35
2x1 Rond 08
027/ 028 SYM
2000 x2
2001 x2
2x1 vis HM8x35
2x1 Rond 08
4005 x2 Ouverture 105°
2x4 vis HM6x30
2x4 Rond 06
2x2 Goup 06x30
2002 2x2
2003 2x1
2x2 vis CHC M6x16
022 x2
2x4 vis HM6x30
2x4 Rond 06
2x2 Goup 06x30
033 x2
032 x2
2x1 vis HM8x40
2x1 Rond 08
2x2 Goup 08x30
044/045 SYM
4007 x2
4008 x2
2x2 vis HM6x16
2x2 Rond 06
031 x2
2x1 Vis HC M6x10
023/024 SYM
2000 x2
2001 x2
2x1 vis HM8x35
2x1 Rond 08
026 x2
2x1 Vis HC M6x10
025 2x2
2x1 vis HM8x40
2x1 Rond 08
2x2 Goup 08x30
032 2x2
039/040 SYM
2x 4Vis HM10x30
2x 4Rond 010
2x 20Goup 05x20
4005 x2 Ouverture 105°
2x4 vis HM6x30
2x4 Rond 06
2x2 Goup 06x30
038 x2
2x1 vis HM8x25
2x1 Rond 08
2x2 Goup 08x30
034 x2
2002 2x2
2003 2x1
2x2 vis CHC M6x16
2x2 2002
2x1 2003
2x2 Vis CHC M6x16

ANNEXE 4 : Planche 014 Face AV



LISTE DES FIGURES

Figure 1 : Les chiffres clés PSA 2011 (Source : http://portail.inetpsa.com)

Figure 2 : Ventes mondiales de PSA en 2011 (Source : http://portail.inetpsa.com)

Figure 3 : Les sites de production PSA dans le monde (Source : http://portail.inetpsa.com)

Figure 4 : Logos Peugeot et Citroën (Source : http://portail.inetpsa.com)

Figure 5 : Logo Banque PSA (Source : http://portail.inetpsa.com)

Figure 6 : Logo Faurecia (Source : http://portail.inetpsa.com)

Figure 7 : Logo GEFCO (Source : http://portail.inetpsa.com)

Figure 8 : Salariés du site de Sochaux (Source : http://sx.pcinfo.inetpsa.com)

Figure 9 : Production journalière en Juin 2012 (Source : http://sx.pcinfo.inetpsa.com)

Figure 10 : Image du site de Shenzhen en Chine (Source : http://portail.inetpsa.com)

Figure 11 : Le Style (Source : http://drd.inetpsa.com/)

Figure 12 : L'Innovation (Source : http://drd.inetpsa.com/)

Figure 13 : Les Projets (Source : http://drd.inetpsa.com/)

Figure 14 : Les Métiers (Source : http://drd.inetpsa.com/)

Figure 15 : Bureau d'études PCPM (Source : http://e-dpta.inetpsa.com)

Figure 16 : Positionnement du ferrage dans le flux (Source : http://e-dpta.inetpsa.com)

Figure 17 : Exemple d'assemblage d'une porte AR (Source : http://e-dpta.inetpsa.com)

Figure 18 : Architecture Produit BVH (Source : http://e-dpta.inetpsa.com)

Figure 19 : Architecture Produit ROBE (Source : http://e-dpta.inetpsa.com)

Figure 20 : Architecture Produit OUV/MEF (Source : http://e-dpta.inetpsa.com)

Figure 21 : Principe de Soudage PSE (Source : http://e-dpta.inetpsa.com)

Figure 22 : Cycle de soudage par points (Source : http://e-dpta.inetpsa.com)

Figure 23 : Soudage ARC (Source : http://e-dpta.inetpsa.com)

Figure 24 : Soudage laser (Source : http://e-dpta.inetpsa.com)

Figure 25 : Soudo brasage laser (Source : http://e-dpta.inetpsa.com)

Figure 26 : Photo d'un serti (Source : http://e-dpta.inetpsa.com)

Figure 27 : Cycle de sertissage (Source : http://e-dpta.inetpsa.com)

Figure 28 : Principe du clinchage (Source : http://e-dpta.inetpsa.com)

Figure 29 : Fonctions du collage au ferrage (Source : http://e-dpta.inetpsa.com)

Figure 30 : Soudure arc tiré (Source : http://e-dpta.inetpsa.com)

Figure 31 : Robots (Source : http://e-dpta.inetpsa.com)

Figure 32 : Moyen de soudure robotisé (Source : http://e-dpta.inetpsa.com)

Figure 33 : Serrage (Source : CFER)

Figure 34 : Pilote (Source : CFER)

Figure 35 : Types de préhenseurs (Source : CFER)

Figure 36 : Postes de conformation et reprise (Source : http://e-dpta.inetpsa.com)

Figure 37 : flux ferrage (Source : http://e-dpta.inetpsa.com)

Figure 38 : Principe ligne Armature (Source : CFER)

Figure 39 : Vue éclatée Citroën DS5/DàG/thermique/Cielo (Source : CAPSA)

Figure 40 : Nuage PSE DS5/DàG/thermique/Cielo (Source : CFER)

Figure 41 : PCM 3D (Source : QGEI)

Figure 42 : Détail PCM 3D (Source : QGEI)

Figure 43 : Schéma directeur atelier Ferrage DS5 Shenzhen (Source : CAPSA)

Figure 44 : Schéma directeur : Zoom ligne armature DS5 Shenzhen (Source : CAPSA)

Figure 45 : Principe de Manutention utilisée (Source : CAPSA)

Figure 46 : Image pince à souder ARO (Source : ARO)

Figure 47 : Image serrage et pilote mobile SMC (Source : SMC)

Figure 48 : Organigramme Projet (Source : PCPM)

Figure 49 : Fonctionnement Projet (Source : PCPM)

Figure 50 : RT ferrage : Synoptique d'assemblage Armature (Source : Référentiels ferrage)

Figure 51 : RT ferrage Process Armature (Source : Référentiels ferrage)

Figure 52 : Process type Armature B81 suivant le RT (Source : PCPM)

Figure 53 : Pré-Process fourni par CAPSA (Source : CAPSA)

Figure 54 : Station 1 Process CAPSA (Source : CAPSA)

Figure 55 : Station 2 Process CAPSA (Source : CAPSA)

Figure 56 : Station 3 Process CAPSA _____ *(Source : CAPSA)*

Figure 57 : Station 4 Process CAPSA _____ *(Source : CAPSA)*

Figure 58 : Station 5 Process CAPSA _____ *(Source : CAPSA)*

Figure 59 : Station 6 Process CAPSA _____ *(Source : CAPSA)*

Figure 60 : Station 7 Process CAPSA _____ *(Source : CAPSA)*

Figure 61 : Station 8 Process CAPSA _____ *(Source : CAPSA)*

Figure 62 : Station 9 Process CAPSA _____ *(Source : CAPSA)*

Figure 63 : Station 10 Process CAPSA _____ *(Source : CAPSA)*

Figure 64 : Station 11 Process CAPSA _____ *(Source : CAPSA)*

Figure 65 : Station 12 Process CAPSA _____ *(Source : CAPSA)*

Figure 66 : Chiffrage BCFER Fin AVP Armature B81 Shenzhen _____ *(Source : PCPM)*

Figure 67 : Conformation Armature caisse _____ *(Source : PCPM)*

Figure 68 : Référentiel conformation Armature caisse _____ *(Source : PCPM)*

Figure 69 : Implantation conformation Armature caisse _____ *(Source : PCPM)*

Figure 70 : Diagramme de cycle Confo Armature _____ *(Source : PCPM)*

Figure 71 : AVP outillages conformation Armature _____ *(Source : PCPM)*

Figure 72 : Simul Robotique conformation Armature _____ *(Source : PCPM)*

Figure 73 : AVP Pince 1 Robot R1 _____ *(Source : PCPM)*

Figure 74 : Conformation pavillon _____ *(Source : PCPM)*

Figure 75 : Conformation Face AV _____ *(Source : PCPM)*

Figure 76 : Référentiel conformation Pavillon _____ *(Source : PCPM)*

Figure 77 : Référentiel conformation Face AV _____ *(Source : PCPM)*

Figure 78 : Principe Face AV avec 2 ou 1 main de confo _____ *(Source : PCPM)*

Figure 79 : Implantation conformation Pavillon et Face AV _____ *(Source : PCPM)*

Figure 80 : AVP Confo Pavillon et Face AV _____ *(Source : PCPM)*

Figure 81 : Simul Robotique confo pavillon / face AV _____ *(Source : PCPM)*

Figure 82 : Implantation Station finition soudure _____ *(Source : PCPM)*

Figure 83 : Simul Robotique finition soudure _____ *(Source : PCPM)*

Figure 84 : Station de mesure laser fixe _____ *(Source : Référentiels ferrage)*

Figure 85 : Station de mesure laser robotisée _____ *(Source : Référentiels ferrage)*

Figure 86 : Implantation Station mesure laser _____ *(Source : PCPM)*

Figure 87 : Implantation Section élévatrice _____ *(Source : PCPM)*

Figure 88 : Principe chargement base roulante dans Section élévatrice _____ *(Source : PCPM)*

Figure 89 : Implantation postes manuels opérateur 1 _____ *(Source : PCPM)*

Figure 90 : Ergonomie chargement base roulante _____ *(Source : PCPM)*

Figure 91 : Ergonomie encollage base roulante _____ *(Source : PCPM)*

Figure 92 : Ergonomie charg CDC et Panneau AR _____ *(Source : PCPM)*

Figure 93 : Ergonomie chargement traverses pavillon _____ *(Source : PCPM)*

Figure 94 : Implantation postes manuels opérateur 2 _____ *(Source : PCPM)*

Figure 95 : Ergonomie soudure MIG manuelle et contrôle qualité _____ *(Source : PCPM)*

Figure 96 : Implantation définitive Fin d'étude Process _____ *(Source : PCPM)*

Figure 97 : Données d'entrées études 3D Confo Face AV _____ *(Source : PCPM)*

Figure 98 : Principe d'assemblage Face AV _____ *(Source : PCPM)*

Figure 99 : Infaisabilité de chargement Renfort AV en Y pur _____ *(Source : PCPM)*

Figure 100 : Chargement Renfort AV à 18° _____ *(Source : PCPM)*

Figure 101 : Définition des deux chariots du Support traverse Façade _____ *(Source : PCPM)*

Figure 102 : Etudes 3D du conformateur Face AV _____ *(Source : PCPM)*

Figure 103 : Extrait plan d'ensemble et nomenclature _____ *(Source : PCPM)*

Figure 104 : Planche 014 du Confo Face AV _____ *(Source : PCPM)*

Figure 105 : DRF du Confo Face AV _____ *(Source : PCPM)*

Figure 106 : Calculs masse et inertie du Conformateur Face AV _____ *(Source : PCPM)*

LISTE DES TABLEAUX

Tableau I : Production PSA 2011 par site _____ *(Source : http://portail.inetpsa.com)*

Tableau II : Le soudage ARC _____ *(http://e-dpta.inetpsa.com)*

Tableau III : TRM_FER_004_Armature_B81_Chine _____ *(Source : CAPSA)*

Tableau IV : TRM_FER_005_Armature_B81_Chine _____ *(Source : CAPSA)*

Tableau V : Synthèse des liaisons d'assemblage DS5 _____ *(Source : CFER)*

Tableau VI : Synthèse des données d'entrée et objectifs Projet _____ *(Source : CFER)*

Tableau VII : Macro planning Projet Armature B81 Chine _____ *(Source : PCPM)*

Tableau VIII : Analyse RT Process Ferrage Armature _____ *(Source : PCPM)*

Tableau IX : Synthèse Pré-Process CAPSA _____ *(Source : PCPM)*

Tableau X : Budget BCFER Etude Process Armature B81 _____ *(Source : PCPM)*

Tableau XI : Tableau de ressources étude Process _____ *(Source : PCPM)*

Tableau XII : Semaine type étude Process _____ *(Source : PCPM)*

Tableau XIII : Bilan conformation Armature _____ *(Source : PCPM)*

Tableau XIV : Macro diagramme Confo Pavillon / Face AV _____ *(Source : PCPM)*

Tableau XV : Bilan confo pavillon / face AV _____ *(Source : PCPM)*

Tableau XVI : Macro diagramme Finition soudure _____ *(Source : PCPM)*

Tableau XVII : Bilan finition soudure _____ *(Source : PCPM)*

Tableau XVIII : Diagramme de cycle opérateur 1 _____ *(Source : PCPM)*

Tableau XIX : Diagramme de cycle opérateur 2 _____ *(Source : PCPM)*

Tableau XX : Synthèse Process définitif _____ *(Source : PCPM)*

Tableau XXI : Budget BCFER Etudes Outillages Armature B81 Shenzhen _____ *(Source : PCPM)*

Tableau XXII : Tableau de ressources étude Outillages _____ *(Source : PCPM)*

Tableau XXIII : Tableau de chiffrage BCFER pour consultation _____ *(Source : PCPM)*

Tableau XXIV : Extrait du suivi d'affaire Armature B81 _____ *(Source : PCPM)*

Tableau XXV : Abaque charge et inertie Robot R5 Face AV _____ *(Source : PCPM)*

Tableau XXVI : Comparatif Process AVP / Process définitif _____ *(Source : PCPM)*

Tableau XXVII : Chiffrage gain d'investissement _____ *(Source : PCPM)*

Études Process et outillages ferrage de la ligne Armature B81 (Citroën DS5) à Shenzhen en Chine. Mémoire d'ingénieur CNAM, Belfort 2013.

Résumé

La crise économique actuelle touchant l'industrie automobile, oblige les constructeurs à trouver sans cesse de nouvelles solutions pour réduire le prix de revient de fabrication de leurs véhicules. Le bureau d'études ferrage contribue à ce challenge, notamment en diminuant les investissements des lignes d'assemblage ferrage.

Ce projet porte sur l'étude du processus d'assemblage armature pour la Citroën DS5 à Shenzhen, en Chine. Le but est de concevoir une ligne d'assemblage répondant aux objectifs du projet : diversité, cadence, temps de cycle, disponibilité et investissement.

Pour atteindre ces objectifs, trois phases projet sont nécessaires :

- L'avant-projet est dédié à l'analyse et au chiffrage du processus proposé par notre client chinois.

- L'étude Process consiste à concevoir un processus d'assemblage en optimisant les investissements, en appliquant la règle du « juste nécessaire ».

- Les études outillages sont destinées à la conception 3D de tous les moyens du processus et à la constitution des dossiers « bons pour fabrication », qui seront ensuite fournis au sous-traitant pour fabrication.

Mots clés : Conception, ferrage, processus, armature, temps de cycle, disponibilité, points de soudure, implantation.

Summary

The current economic crisis affecting automotive industry, forces manufacturers to find constantly new ways to reduce production cost of their vehicles. The Body in white design office contributes to this challenge, especially by reducing investments of assembly lines.

This project focuses on the study of the framing line assembly process for DS5 by Citroën in Shenzhen, China. The target is to design an assembly line in regard with project specificities : diversity, production rate, cycle time, availability and investment.

To reach these targets, three steps are needed in the project :

- The preliminary project is dedicated to analysis and quotation of the process proposed by our Chinese customer.

- The process study is to develop an assembly process in optimizing investments, following "just enough" rule.

- 3D studies consist to prepare 3D design of all equipments included in the process, assemble all folders "ready for manufacturing" and provide them to the subcontractor for manufacturing.

Key words : Design, welding shop, process, framing line, cycle time, availability, welding spots, layout.