



HAL
open science

Optimisation du processus industriel des noeuds du bâti moteur des avions ATR

Christophe Brodin

► **To cite this version:**

Christophe Brodin. Optimisation du processus industriel des noeuds du bâti moteur des avions ATR. Electronique. 2011. dumas-01220354

HAL Id: dumas-01220354

<https://dumas.ccsd.cnrs.fr/dumas-01220354>

Submitted on 26 Oct 2015

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.

CENTRE REGIONAL ASSOCIE DE TOULOUSE

MEMOIRE

présenté en vue d'obtenir

le DIPLOME d'INGÉNIEUR CNAM

SPECIALITE : MECANIQUE

OPTION : MECANIQUE DES STRUCTURES ET DES SYSTEMES

par

BRODIN Christophe

**Optimisation du processus industriel des nœuds du bâti moteur
des avions ATR**

Soutenu le 10 Novembre 2011

JURY :

PRESIDENT : R. OHAYON, CNAM PARIS

MEMBRES :

**Eric SENGES, Responsable Qualité Supply Chain Airbus
Delphine GIANOGLIO,
Responsable Logistique Supply Chain Airbus
Damien BOUDET, ingénieur Astrium
René BOUDET, IPST CNAM TOULOUSE**

AVERTISSEMENT

Pour des raisons de confidentialité, ce document ne regroupe pas toutes les informations que j'aurais voulu y apporter.

La société par laquelle je suis employé (AIRBUS) appartient à 100% au groupe EADS. Mon rapport de thème est donc sujet à des limitations de diffusion de documentation confidentielle. Les documents techniques manquants qui peuvent apporter une meilleure compréhension des documents présentés, sont protégés par le secret industriel. Il est donc demandé qu'aucune reproduction de ce document ne soit faite sans l'accord de la présente société.

La nature de mon apprentissage ne me permet donc pas de dévoiler toutes les informations voulues, et je vous prie de m'en excuser.

REMERCIEMENTS

Je souhaite tout d'abord adresser mes remerciements, à M René BOUDET, responsable de la filière Mécanique au CNAM ainsi qu'à l'ensemble des intervenants pour m'avoir aidé et conseillé tout au long de cette formation d'ingénieur en cours du soir.

Je remercie également M. Arnaud MORIN, responsable du département supply chain, ainsi que mon tuteur et responsable, M. Eric SENEGES, pour m'avoir guidé dans mon étude et obtenir les informations nécessaires à ma réussite extra scolaire et professionnelle.

Enfin, je souhaiterais exprimer ma reconnaissance envers toutes les personnes qui m'ont aidé à obtenir les informations nécessaires à la réalisation de ce rapport, en particuliers Mr Joris BARBARA et Mr Jean Luc MAYSOUNAVE, ainsi que tous les employés et leurs supérieurs qui m'ont conduit dans mon travail au quotidien et ont veillé au bon déroulement de ma formation.

Pour finir, Sophie FAVARO pour son aide et son soutien à la réalisation de ce mémoire.

LISTE DES ABREVIATIONS

ATR : Avion de Transport Régional

FAI : First Article Inspection

LAI : Last Article Inspection

VI : Verticale Intégration

CN : Commande Numérique

SOMMAIRE

Avertissement	
Remerciements	
Liste des abréviations	
Introduction.....	3

Présentation de la société

• Fiche signalétique.....	5
• Une société européenne.....	6
• Son histoire.....	8
• Un concept de famille	9
• Les sites d'implantation	
- Dans le monde.....	10
- En Europe.....	11
- En France	11
- A Toulouse	12
- Le site de Saint-Eloi.....	14
• Le mât réacteur.....	17
• Organisation interne	21

Optimisation du processus industriel des nœuds du bâti moteur des avions ATR

• Présentation	22
• Objectif	23
• Démarche de l'étude.....	23

Etude

• Définition d'intégration verticale ..	24
• Choix des nœuds ATR	25
• Phase de Qualification.....	26
• Processus d'obtention des nœuds.....	29
• Analyse du processus actuel.....	40
• Analyse des 2 solutions.....	41
• Recommandation Commercial.....	52
• Possibilité de déploiement sur d'autre référence.....	52

Conclusion.....53

Annexes

Résumé.....104

INTRODUCTION

Dans le cadre de l'obtention du diplôme d'ingénieur CNAM, j'ai participé à l'optimisation industrielle des ferrures bâti moteur pour l'avion ATR. Ce projet est le premier de ce type sur le site de Saint-Eloi, et les enjeux sont importants. Il permettra de réduire les coûts et les cycles de production de ces ferrures.

Le domaine aéronautique connaît en ce moment de grandes révolutions. La concurrence est rude et les enjeux économiques sont importants. Il faut sans cesse trouver des sources d'amélioration technique de nos processus actuels afin de pouvoir produire plus, dans le respect des coûts et à la qualité requise.

Je fus donc chargé de participer à la mise en œuvre de ce nouveau processus, et en particulier de répondre aux aléas techniques soulevés.

Après une présentation de l'entreprise, je présente l'environnement global du projet, puis les différentes tâches que j'ai pu effectuer, en confrontant les problèmes rencontrés, les solutions retenues et les résultats opérationnels.

Enfin, je présenterai les possibilités d'extension de ce processus sur d'autres pièces.



Présentation de la Société

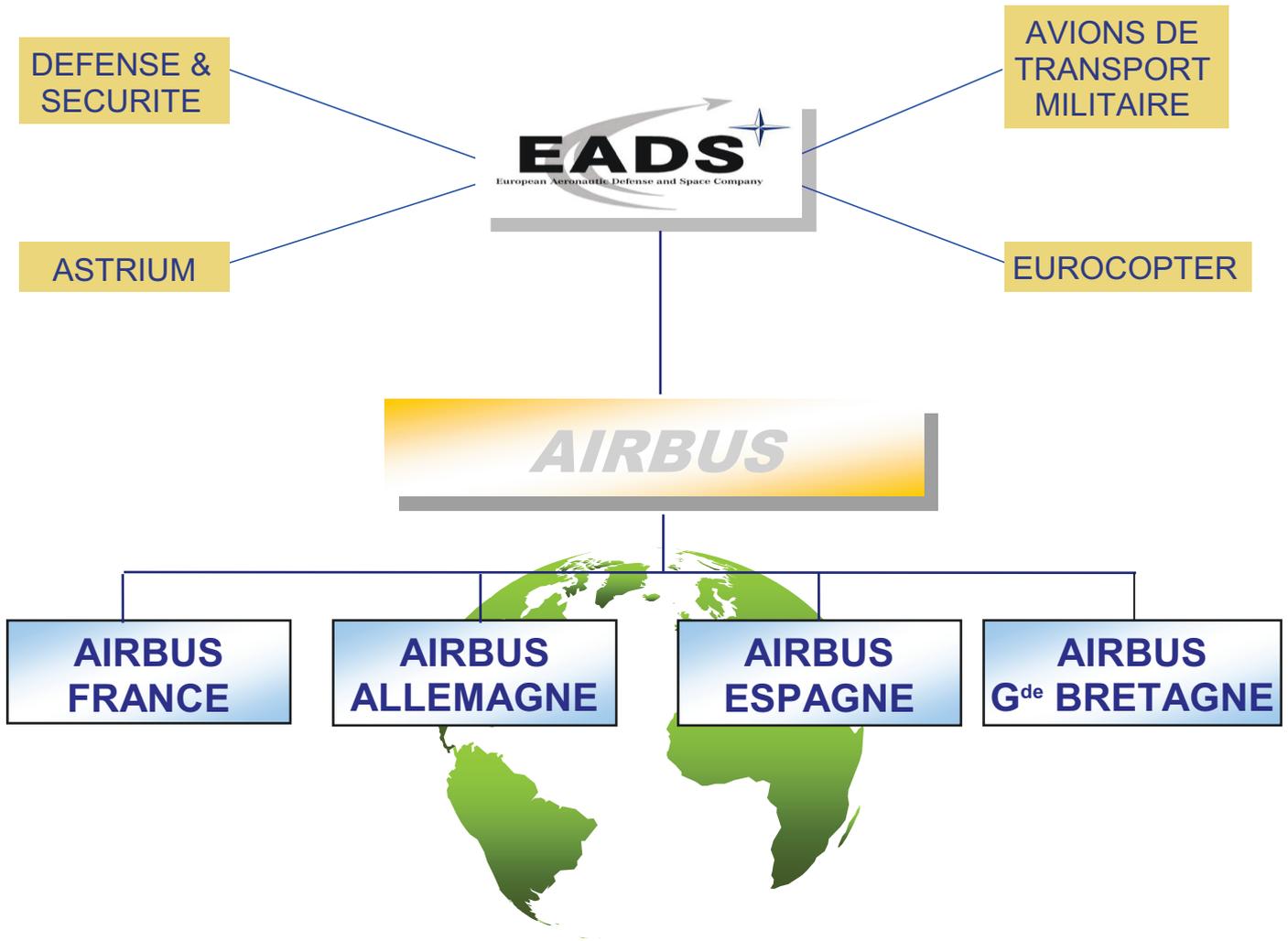
AIRBUS

FICHE SIGNALÉTIQUE

<u>Raison sociale</u> :	AIRBUS SAS
<u>Siège social</u> :	316 Route de Bayonne 31060 Toulouse Cedex 09
<u>Forme juridique</u> :	S ociété par A ctions S implifiée
<u>Chiffre d'affaire 2010</u> :	44 Milliards €
<u>PDG</u> :	Tom Enders
<u>Directeur du centre d'excellence Voilure / Mât Réacteur</u> :	Mark BARCLAY
<u>Responsable du site St Eloi</u> :	Marie Laure Roux
<u>Activités</u> :	Etude, conception, Production et Maintenance Aéronautique
<u>Effectifs</u> :	55 000 employés sur 160 sites mondiaux
<u>Numéro SIRET</u> :	39334153200025
<u>Code APE</u> :	353B
<u>Convention Collective</u> :	Métallurgie Midi-Pyrénées

UNE SOCIETE EUROPEENNE :

Issue d'un consortium européen, l'entreprise AIRBUS est cotée en bourse et appartient à 100% au groupe EADS.

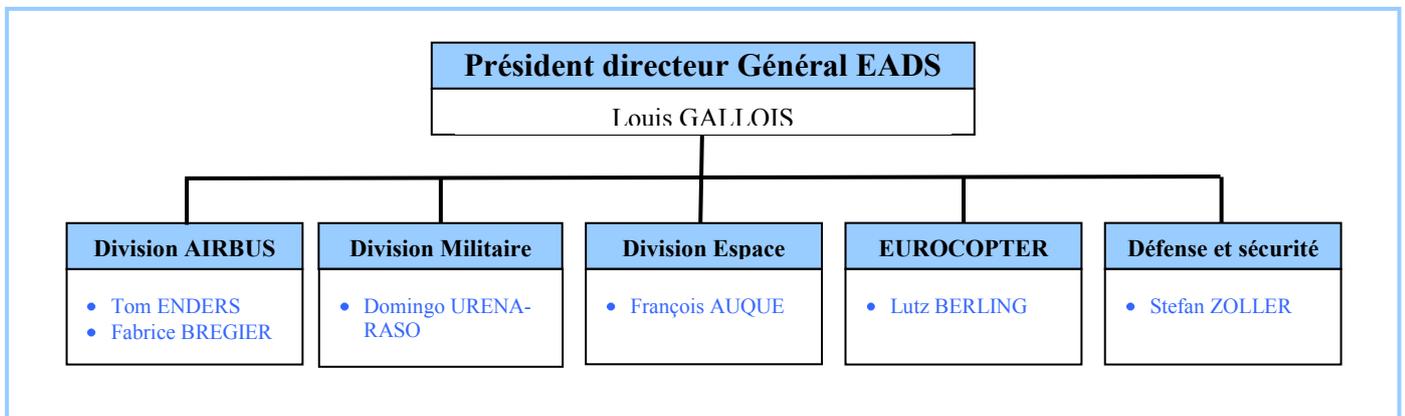




Le groupe EADS est l'un des grands acteurs mondiaux dans les secteurs de la construction aéronautique, civile et militaire, des hélicoptères, de l'espace et des systèmes de défense et télécommunications. Il est composé de :

- AIRBUS
- EUROCOPTER
- Les avions de transport militaire
- Les systèmes de la défense et de la sécurité
 - Unité d'affaire d'électronique et de défense
 - Unité d'affaire de la défense et de la communication
 - Unité militaire d'affaire
 - Unité d'affaire de missile : MBDA
- Astrium, division espace
- Autres
 - ATR
 - EADS EFW : avions de transport personnel
 - EADS SOCATA
 - Services d'EADS SOGERMA.

En 2005, AIRBUS représentait plus de 80% du chiffre d'affaires d'EADS. Ce groupe est dirigé par Louis GALLOIS et respecte l'organigramme suivant :



SON HISTOIRE :

L'aventure prend naissance le 9 octobre 1890, lorsque Clément ADER effectue un bond de 50m à bord d'Ede et accomplit de ce fait le premier vol de l'histoire de l'aviation.

Plus tard, en 1919, Pierre-Georges LATECOERE, passionné d'aéronautique, crée une des premières compagnies aériennes de transport régulier, « Les Lignes Latécoère », qui prendra le nom de « La Compagnie Générale Aéropostale » en 1927.

C'est à la même époque, en 1920, qu'Emile DEWOITINE, ancien collaborateur de Latécoère, crée son propre bureau d'études à Toulouse : la SAD (Société des Avions Dewoitine).

En 1921, il constitue la CAED (Constructions Aéronautiques Emile Dewoitine) et installe un atelier de production (origine de l'usine de Saint-Eloi)...

En 1969, l'A300 est lancé. Dans les années 70, malgré des succès technologiques tels la Caravelle ou le Concorde, les constructeurs européens n'avaient pas les moyens de rivaliser seuls face aux géants nord-américains (Boeing, McDonnell Douglas, Lockheed). Le GIE Airbus (Groupement d'Intérêt Economique) fut créé en décembre 1970, suivi de la formation d'Aérospatiale, née de la fusion des entreprises Nord Aviation, Sud Aviation et Sereb (Industrie missilière).

Le but du GIE est de créer un avion moyen courrier d'environ 300 places afin de répondre aux besoins des compagnies aériennes. Le prototype A300B, pouvant emporter 226 passagers dans une confortable configuration deux classes effectue son vol inaugural en octobre 1972. Air France qui avait déjà commandé 6 A300B, demande une version allongée de l'appareil initial de capacité 250 places.

C'est ce nouvel avion, l'A300B2 qui fit décoller les ventes. En effet, en 1975 le programme devint rentable et Airbus acquiert 10% des parts du marché avec un total de 55 appareils commandés.

En deux ans, Airbus avait gagné la confiance des compagnies nord-américaines, avec un total de 133 commandes fermes assorties de 88 options.

Fin 1979, le carnet d'Airbus est de 256 commandes, de 32 clients différents, et 81 avions en service avec 14 opérateurs.

En juillet 1978 fut lancé l'A310, version raccourcie de l'A300 pouvant emporter 218 passagers.

Lancé en 1984, l'A320 est le premier appareil commercial à posséder des commandes de vol électrique "fly-by-wire". Le cockpit de l'A320 a servi par la suite de modèle aux autres avions de la famille, ce qui a ouvert la voie à des coûts de formation moins élevés pour le personnel navigant. En effet, l'un des atouts majeurs d'Airbus est la facilité de passer d'un avion à l'autre avec peu de formation supplémentaire pour le personnel.

Pour répondre aux besoins du marché, le programme long courrier fut lancé en 1987. Les deux nouveaux types d'avion, le bimoteur A330 (A330-200 et A330-300) avec le quadrimoteur A340-500/600, partagent la section de fuselage de l'A300/A310 ainsi que les commandes de vols électriques de l'A320. Quand le premier A340 entra en service en 1993, il est le premier long courrier entièrement nouveau sur le marché depuis plus de 20 ans.

En 1999, AIRBUS lance l'A318, un autre mono couloir, bimoteur avec un rayon d'action inférieur à celui de A320. Le groupe Aérospatiale Matra voit le jour.

Le Super Jumbo A380, capable en version de base de transporter plus de 550 passagers sur plus de 15000 km est lancé en décembre 2000.

Le 12 juillet de la même année, la fusion d'Aérospatiale Matra S.A (France), Daimler Chrysler Aerospace AG (Allemagne), et Construcciones Aeronauticas (Espagne), donne naissance au groupe EADS (European Aeronautic Defense and Space Company).

Le 25 octobre 2001, Aérospatiale Matra AIRBUS change de dénomination sociale et prend le nom d'EADS AIRBUS S.A, filiale à 80% du groupe EADS.

En 2003 l'A380 entre en phase d'assemblage, dans les enceintes du site J.L. Lagardère, suivi de près en 2004, du lancement des programmes A400M et A350 800/900, concurrents directs du nouveau BOEING 787.

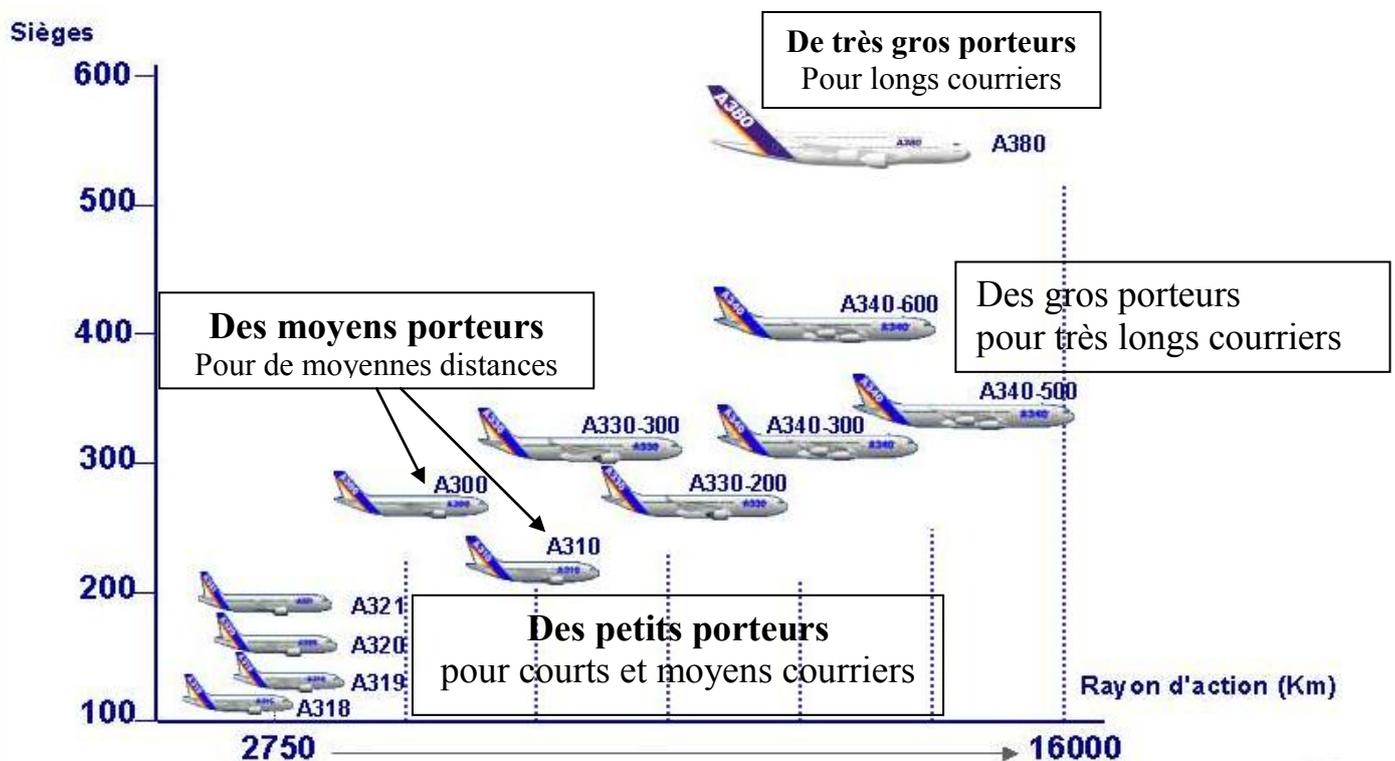
En 2006, BAE SYSTEM décide de retirer ses actions d'AIRBUS, qu'EADS décide de racheter. EADS devient donc à 100% actionnaire d'AIRBUS.

On assiste en 2005 au „baptême de l'A380“ et en avril à son premier vol. Il reçoit sa certification de vol le 12 décembre 2006 après plus de 1200 heures de vol d'essai.

Aujourd'hui, nous travaillons à la concrétisation des projets A350 et A320 NSR.

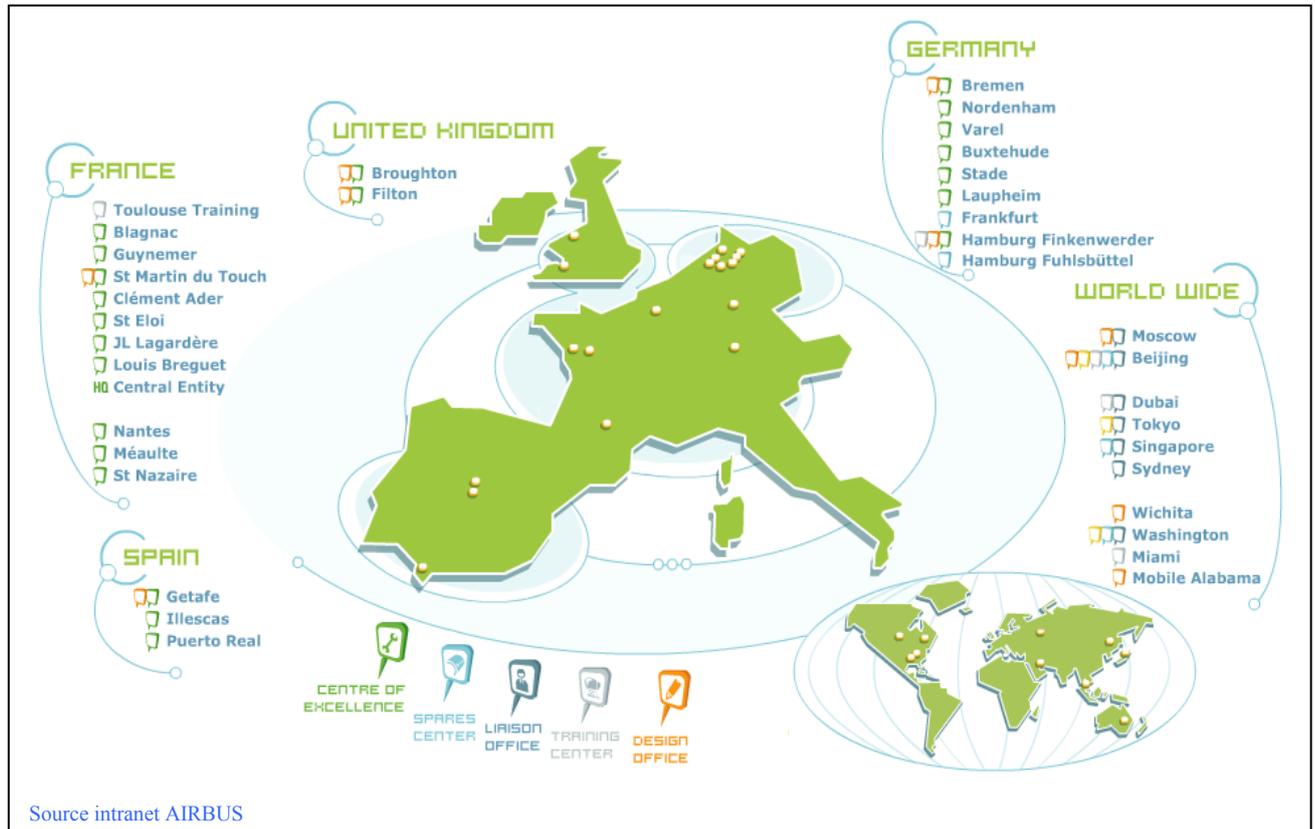


UN CONCEPT DE FAMILLE :



LES SITES D'IMPLANTATION :

Dans le monde :



Airbus est représenté dans le monde à travers ses 26 sites, 12 sites français, 3 sites espagnols, 2 sites britanniques et 9 sites allemands. Mais Airbus possède aussi des sites en Russie, en Chine, aux Emirats Arabes Unis, en Malaisie, au Japon et aux Etats-Unis.

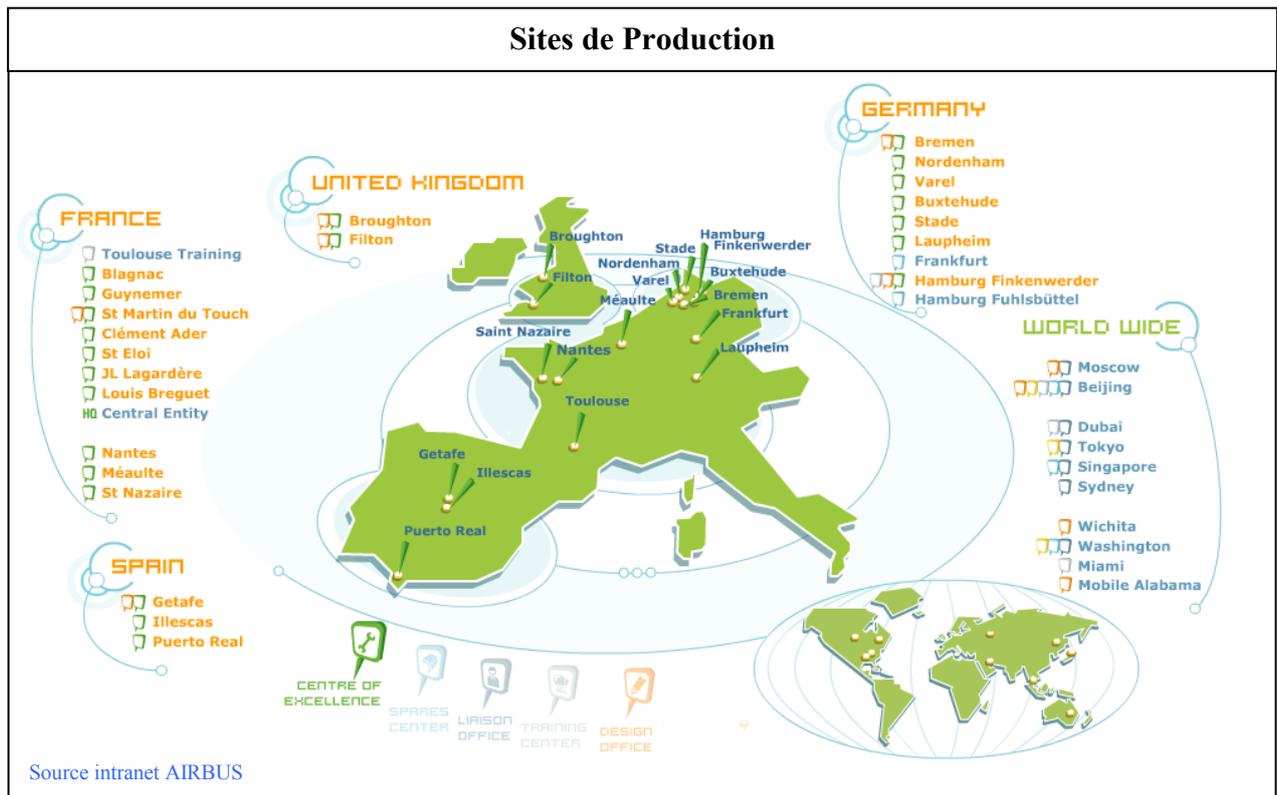
Parmi tous ces sites, on trouve des sites d'excellence industrielle, tous sites de production, mais aussi des centres de réparation et de maintenance, des sites de relation client, des sites de formation pilote Airbus, des sites comportant des bureaux d'études réalisant les designs des futurs avions de la flotte Airbus et des sites subsidiaires, représentant l'image d'Airbus dans des pays où des sites sont déjà implantés.

Le PDG de notre société est Tom ENDERS, assisté par Fabrice BREGIER, PDG adjoint.

En Europe :

En Europe, Airbus compte 16 sites de production (identifiés en orange sur la carte ci-après), 7 sites de développement divisés en 4 filiales :

- Airbus France, avec 14500 personnes,
- Airbus Allemagne, avec 15600 personnes, produisant principalement des tronçons et les avions A321/318/319 et A330,
- Airbus España, avec 2400 personnes, produit les empennages et l'A400M,
- Airbus U.K., avec 8200 personnes, fabrique les voilures.



En France :

Méaulte :

Depuis le 1^{er} janvier 2009, Meaulte a été intégré dans Aérolia, une nouvelle filiale d'EADS.

Située au nord de Paris, cette usine compte 1500 salariés et occupe une surface de 4 hectares. L'essentiel de sa production consiste-en :

- l'assemblage des tronçons du fuselage,
 - le formage des panneaux,
 - le montage de sous-ensembles.
- l'usinage de petite pièce (inférieure à 500mm) en alliage léger.

Saint-Nazaire :

Depuis le 1^{er} janvier 2009, St Nazaire ville a été intégré dans Aérolia, une nouvelle filiale d'EADS.

Elle se situe au sud-ouest de Paris et compte plus de 2500 salariés. L'essentiel de sa production consiste-en :

- l'assemblage des tronçons de fuselage,
- le formage des panneaux,
- l'atelier flexible de tôleries,
- la production des tuyauteries.

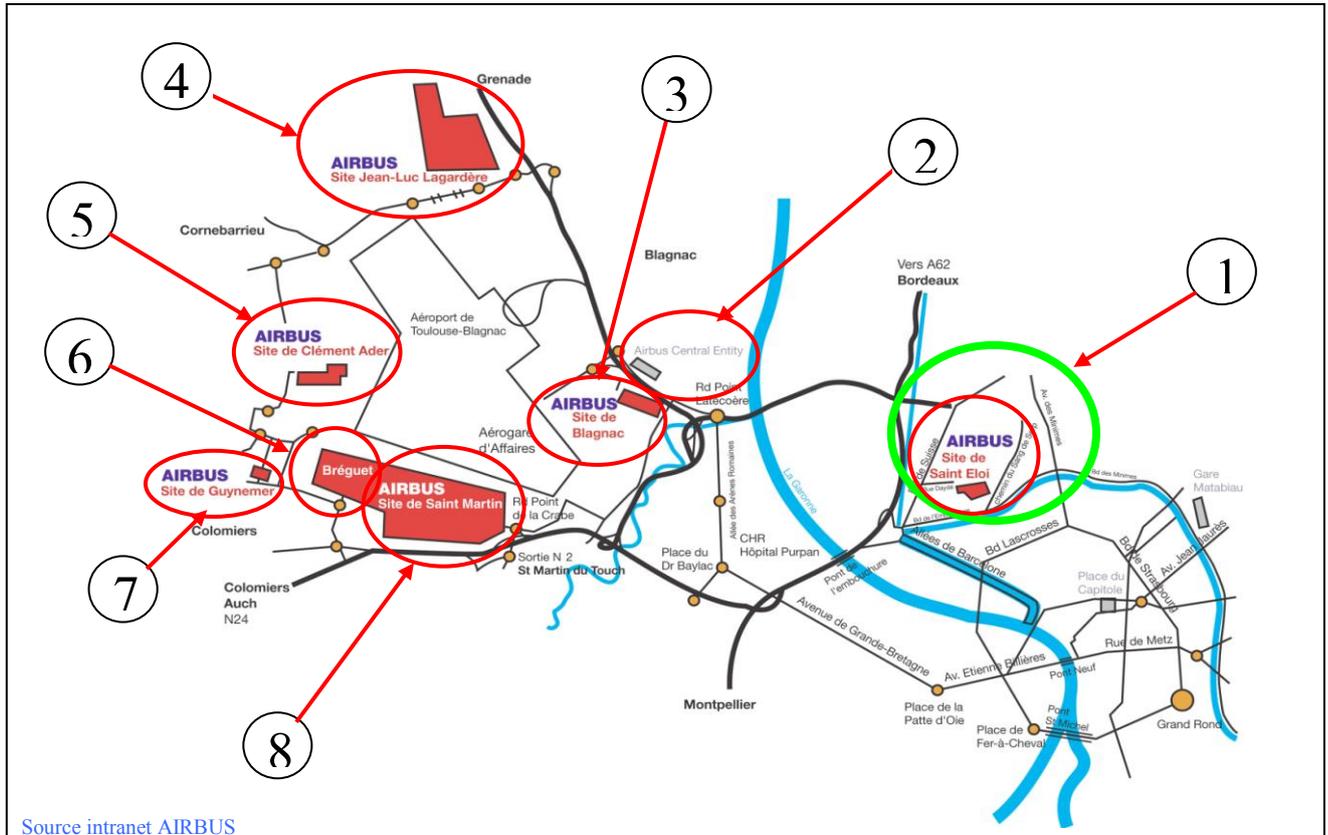
Nantes :

Implantée à quelques kilomètres au sud de St-Nazaire, cette usine compte environ 2800 salariés pour une surface de 32 hectares.

L'essentiel de sa production consiste-en :

- l'élaboration des composites structuraux,
- l'usinage des pièces en alliages léger de grandes dimensions,(supérieur à 500mm)
- l'assemblage des tronçons,
- l'usinage chimique et protection des métaux.

A Toulouse :



Source intranet AIRBUS

Airbus Toulouse recense 8 sites, dont 4 de production :

- 1 : St Eloi élaborant tous les mâts réacteurs AIRBUS et l'usinage de métaux dur
- 4 : Le site Jean-Luc Lagardère pour l'assemblage de l'A380.
- 5 : Clément Ader produisant l'A340.
- 8 : St Martin du Touch, le plus grand site toulousain d'où sortent l'A320, L'ATR, et où se trouve BIKINI, la piste où tous les avions sortant des usines de Toulouse effectuent leurs points fixes.

Et 4 sites administratifs :

- 2 : Central Entity
- 3 : Blagnac
- 6 : Louis Breguet
- 7 : Guynemer.

Ces sites différents sites emploient environ 9000 personnes.

Le site de Saint-Martin :

L'usine de Saint-Martin peut être considérée comme la plaque tournante d'Airbus France. Elle est le lieu de rencontre de compétences techniques, industrielles, fonctionnelles financières... Ses activités touchent à des domaines aussi variés que les études, la production, les essais en vol, la qualité, l'informatique, la logistique, l'administration...

Les compétences et activités sur le site sont :

- la recherche / études avant-projets,
- les sciences du vol,
- la conception et les calculs,
- l'architecture et intégration des systèmes,
- la définition de l'avion,
- les essais.

Le site de St Martin accueille la chaîne d'assemblage Airbus :

- la chaîne d'assemblage final Airbus A320.

Des espaces non couverts sont alloués aux essais extérieurs : tests de pressurisation cabine, essais des moteurs auxiliaires, tests carburants...

Le site comprend une salle peinture polyvalente A320 et A330, équipée de nacelles.

Un grand espace lié aux activités de piste est présent, c'est la livraison de l'avion :

- la check-list de l'extérieur de l'appareil,
- le vol d'acceptation,
- l'obtention du certificat de navigabilité,
- la préparation de l'appareil au vol de convoyage.

Le site de Clément Ader :

Clément Ader est un ensemble récent d'airbus.

Cette construction permet l'assemblage de la famille des longs courriers Airbus comme l'A330 et l'A340. Ses activités sont exclusivement orientées vers la production de gros porteurs : de la réception des sous-ensembles à l'aménagement commercial en passant par l'assemblage.

Les activités du site de Clément Ader sont :

- le déchargement des sous-ensembles,
- le stockage des sous-ensembles,
- l'assemblage final.

Le site de Jean-Luc Lagardère :

Inaugurée en janvier 2005, cette construction fait suite à la décision du lancement du programme très gros porteur Airbus A380. C'est le complexe aéronautique le plus vaste du monde. Ses activités sont exclusivement orientées vers la production de gros porteurs : de la réception des sous-ensembles à l'aménagement commercial en passant par l'assemblage.

Les activités du site de Jean-Luc Lagardère sont :

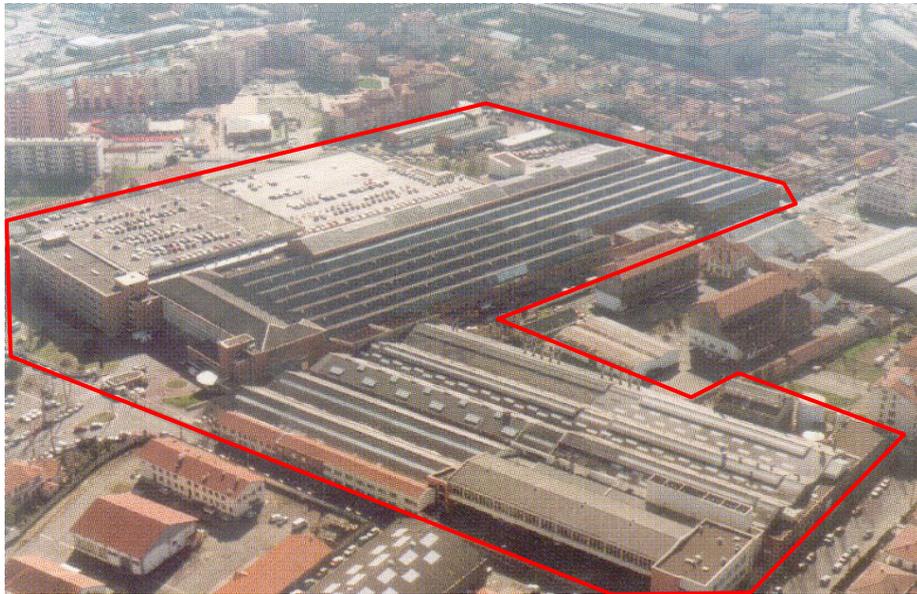
- le déchargement des sous-ensembles,
- la préparation des sous-ensembles,
- l'assemblage final.

Le site de Blagnac :

L'usine de Blagnac est spécialisée dans :

- la réalisation de faisceaux de câbles et de meubles électriques,
- la production d'éléments composites d'aménagement commercial.

Le site de Saint-Eloi :



Ce site, dirigé par Marie Laure ROUX emploie 1 171 personnes et recouvre 10 000m² à proximité du centre ville.

L'usine de Saint-Eloi est la plus ancienne des usines et est l'unique site à produire des mâts pour AIRBUS.

Elle a acquis une grande expertise dans :

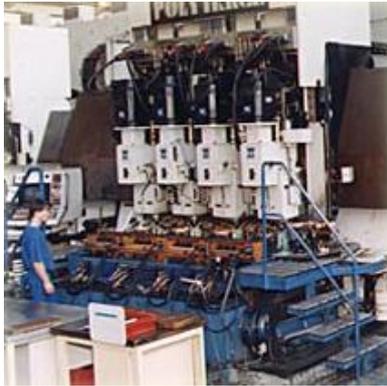
- la production de pièces en métaux durs (aciers et titanes),
- l'assemblage des mâts réacteurs en ateliers flexibles.

Les activités de Saint-Eloi sont :

- les machines-outils,
- le montage / formage,
- le montage / assemblage.
- le bureau d'étude de tous les mats Airbus

Machines Outils

L'unité réalise des pièces et des sous-ensembles mécaniques par usinage de métaux durs (titane, inconel, aciers, marval). Ces pièces entrent principalement dans la constitution et l'intégration avion des mâts réacteurs.



C'est le premier centre d'usinage des métaux durs d'Europe ; il dispose de moyens industriels lourds : 44 machines à commandes numériques, 100 broches d'usinage, fraiseuses, tours, aléseuses, presses, machines à pointer, machine d'électroérosion, ...

L'unité est organisée en quatre lignes de produits :

- les axes,
- les sous-ensembles mécaniques,
- les petites pièces mécaniques,
- les grandes pièces mécaniques.

Depuis 2010, l'usine de St Eloi est devenue le centre d'expertise pour l'usinage des métaux dur pour Airbus

Montage - Formage

L'unité produit des pièces et des sous-ensembles de tôlerie en métaux durs, pour la constitution des mâts réacteurs Airbus ; elle assure le traitement de surface, la peinture et le marquage des pièces pour l'ensemble de la production de l'usine.

L'unité est composée de quatre lignes de produits :



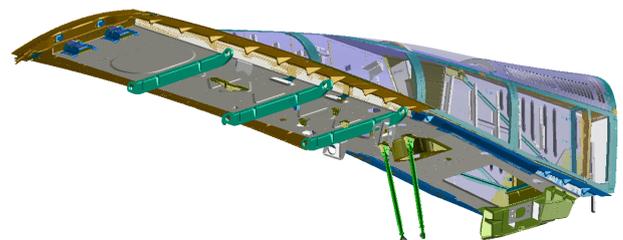
- une ligne de formage, travaillant les métaux en feuille (tôle de 0.4 à 2.5 mm),
- une ligne d'assemblage des sous-ensembles destinés à la réalisation des portes à faux des mâts réacteurs, en partant des pièces de tôlerie,
- une ligne de conduits, pièces utilisées dans le mât réacteur pour acheminement des systèmes (électricité, carburant, air,..) entre le moteur et l'avion.

Montage - Assemblage

L'unité réalise l'assemblage final des mâts réacteurs. Elle est composée de trois lignes :

→ Une ligne d'assemblage des porte-à-faux :

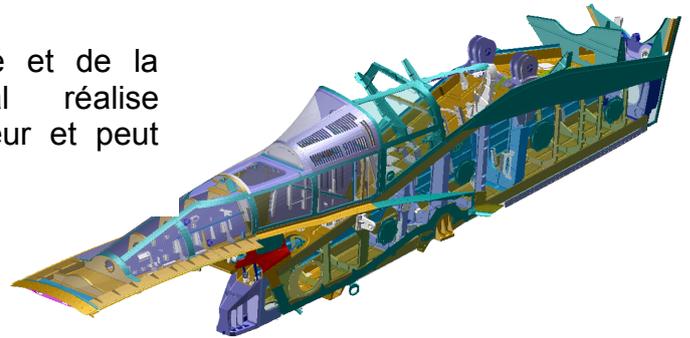
L'atelier réalise la partie aérodynamique du mât. Il est constitué de pièces et de sous-ensembles de tôlerie assemblés par rivetage.



→ Une ligne d'assemblage général des mâts :

L'atelier reçoit les pièces des autres unités de Saint-Eloi et les assemble pour constituer la structure finale du mât.

Répondant au principe de la modularité et de la standardisation, l'assemblage général réalise indifféremment tous types de mât réacteur et peut s'adapter à toutes variations de cadences.



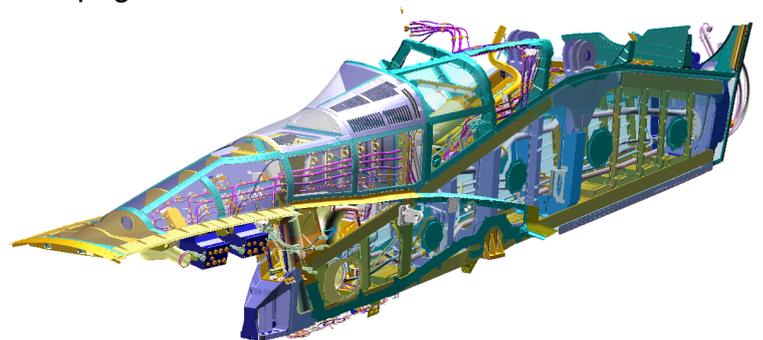
Les mâts réacteurs sont assemblés suivant une même gamme standardisée malgré leurs différences de taille (4 à 7 m), de poids (500 à 1300 kg), de matériaux (acier, titane, PPS) et de technologie (évolution technologique des mâts dans les vingt dernières années).



→ Une ligne équipement des mâts :

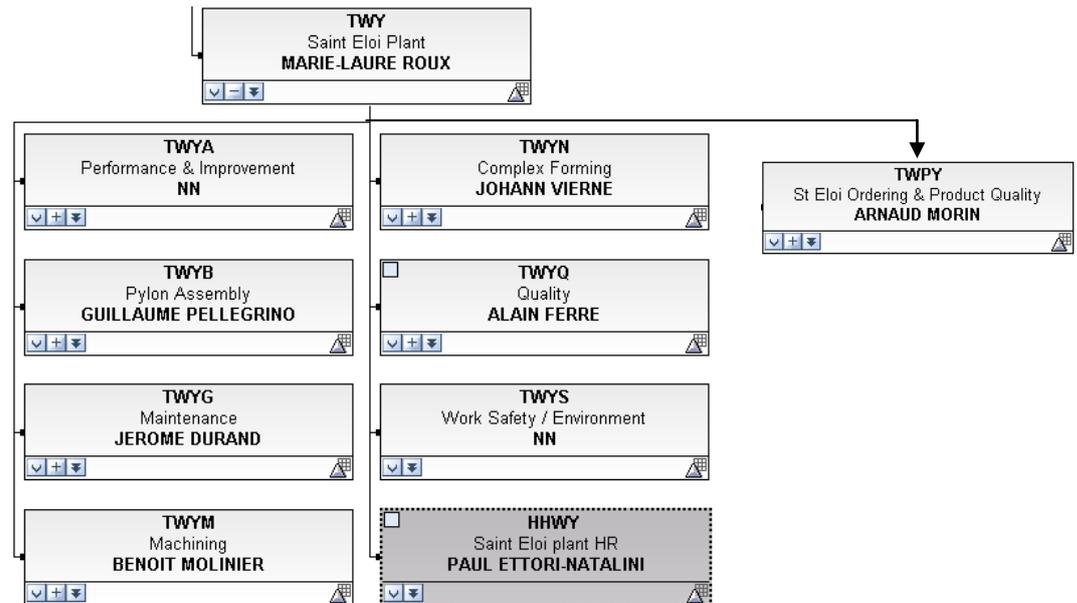
L'atelier monte tous les systèmes allant de l'avion au moteur et vis versa (hydraulique, carburant, air, électricité,...). Ces opérations sont suivies par des phases d'essais et de contrôles. Le mât terminé est ensuite présenté aux contrôleurs des compagnies clientes.

La cadence moyenne actuelle est de 65 mâts par mois.



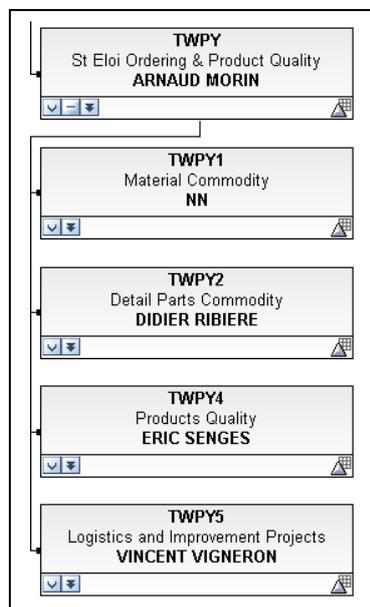
ORGANISATION INTERNE AIRBUS St Eloi :

Suite aux multiples restructurations dues au plan Power 8 en octobre 2007, le Centre d'excellence (COE) mâts et nacelles et le COE voileure ont fusionné pour devenir le COE Voilure et Mâts, dirigé par Bryan FLEET. Ce nouveau COE prend en compte le site de St Eloi, maintenant dirigé par Marie Laure ROUX (responsable fabrication et assemblage des mâts) et respecte l'organigramme ci-dessous :



Sous les ordres de Marie Laure Roux, se trouve Arnaud Morin responsable supply chain (Qualité et logistique) pour St Eloi, qui dirige 4 chefs de services (Qualité, logistique physique, matière et pièce élémentaire

Sous les ordres d'Arnaud Morin se trouve le responsable de la Qualité Supply Chain : Eric SENGES, qui est mon responsable.



Optimisation

du processus industriel

des nœuds du bâti moteur

des avions ATR



AIRBUS

St ELOI

OBJECTIF DU MEMOIRE :

Les projets abordés au cours de cette étude vont entraîner des optimisations techniques et industrielles avec impacts commerciaux qui devront être totalement définis sur l'ensemble des pièces composant le bâti moteur ATR.

En plus de cette optimisation, le fournisseur actuel des ébauches des nœuds ATR, deviendra aussi le responsable de la livraison des pièces finies montée sur le bâti.

Ce processus s'appelle l'intégration Verticale

DEMARCHE DE L'ETUDE :

Définition de l'intégration Verticale

Obtention des nœuds

Processus Actuel

Etude de Mécaprec

Etude de Mécachrome

Comparaison des 2 solutions

Choix et Déploiement

La situation géographique du Bâti moteur ATR



Photo 1



Photo 2

Le bâti moteur est l'interface voilure/moteur. Il transmet les efforts de l'ensemble propulsif au reste de l'avion.

Il est également l'unique élément de transmission des différentes énergies qui alimentent le moteur (air, carburant, hydraulique, électrique) ce qui rend sa conception et son architecture prépondérante.

Sa conception doit tenir compte des contraintes principales suivantes :

- Niveaux de chargement très élevés
- Températures élevées (100°C à 450°C)
- Milieu vibratoire
- Zones feu
- Interchangeabilité du Bâti complet (interfaces communes d'un bâti à l'autre)
- Normes aéronautiques européennes (JAR) et américaines (FAR)

Le bâti est constitué de huit tubes roulé soudé et de 12 nœuds forgés.

L'ensemble est soudé sur le site de St Eloi. Voir annexe pour descriptif de la gamme d'assemblage du bâti

Avant livraison en chaine d'assemblage final dans son outillage de livraison



Photo 3

Bâti monté sous l'aile de l'avion.



Photo 4



Photo 5

Intégration Verticale :

L'expression « intégration verticale » décrit un mode de propriété et de contrôle regroupant sous une seule autorité les divers stades de production et distribution concernant un type de produits ou services donnés.

Ainsi une entreprise peut réaliser une intégration verticale en amont, c'est-à-dire prendre et gérer une activité précédant celle réalisée par l'entreprise, ou bien en aval, c'est-à-dire prendre et gérer une activité suivant celle de l'entreprise.

Pour mon étude c'est une intégration verticale aval qui va être réalisée en effet c'est la société Aubert et Duval qui va être amenée à gérer l'opération d'usinage qui est réalisé après son opération de mise en forme des nœuds

Dans certains cas, l'intégration verticale peut être source d'une plus grande réactivité. En effet la société gérant l'activité suivante peut avoir un levier sur son partenaire afin de respecter les délais et les coûts.

Pour Airbus, cette intégration verticale aura pour but de rationaliser la gestion logistique et qualité puisque Airbus n'aura plus qu'un seul interlocuteur.

Pourquoi ce projet d'intégration verticale sur les nœuds ATR

Durant l'été 2008, le concept de fourniture de pièces finies à travers la solution de l'intégration verticale est lancé.

Après plusieurs études et dans le but de garder la dynamique de la verticale intégration, les nœuds ATR ont été sélectionnés parce qu'ils répondent à plusieurs critères obligatoires comme

- Pièce directe du scope d'intégration verticale,
- Chiffre d'affaire important par rapport à la quantité de pièces réalisées,
- Pas de modification majeure sur la définition des pièces prévues dans un futur proche

Après de multiples discussions en interne Airbus, entre le bureau d'étude, le service achat et la production, il a été décidé de sélectionner un responsable unique pour la livraison des pièces finies incluant la partie forgée et usinée.

Aubert and Duval (A&D) a été consulté pour fournir les pièces finies (incluant la matière première et l'usinage final):

Soit en partenariat avec l'usineur actuel Mecachrome
Ou
Soit en partenariat avec un usineur de leur choix.

Solutions 1

Pièces finies avec Aubert et Duval et usineur actuel Mecachrome

Ces deux sociétés sont des fournisseurs majeurs d'Airbus dans le domaine de la forge et de l'usinage

Solutions 2

Pièces finies avec un autre usineur choisi par Aubert et Duval : MECAPREC

Ce partenariat avec Mecaprec est une recommandation d'Aubert et Duval, qui souhaite développer cet usineur comme partenaire stratégique pour l'usinage de pièces finies. Et ainsi développer un tissu industriel local. Aubert et Duval et Mecaprec étant tous les deux dans le département de l'Ariège.

Plusieurs réunions avec les différents acteurs du projet ont été réalisées pour voir et analyser les propositions reçues et sélectionner la meilleure solution pour la production de ces pièces.

Le principal point a été mis sur le nouvel usineur afin de prouver leur capacité et leur capacité à réaliser ces pièces.

Part de marcher

La stratégie de l'intégration verticale sur les nœuds ATR est basée sur un seul fournisseur, capable et responsable de la livraison des pièces finies.

A&D a réalisé une proposition commerciale qui correspond à la stratégie voulue avec les deux usineurs.

Temps d'approvisionnement total selon les 2 méthodes :

Actuellement le temps approvisionnement des nœuds ATR peut varier entre quinze mois et demi et trente mois. (Voir tableau ci-dessous)

Ce temps comprend

- l'approvisionnement de la matière
- toutes les opérations de forgeage
- toutes les opérations d'usinage
- toutes les phases de transport

Responsabilité actuelle Aubert et Duval Appro matière+ transformation+usinage ebauche			Responsabilité actuelle Airbus Prestation usineur Mécachrome		
	mini en mois	maxi en mois		mini en mois	maxi en mois
Cycle d'appro	6	18			
Cycle de transformation	2,5	3	Cycle de transformation	4	6
Cycle total	8,5	21			
Securité	1	1	Securité	2	2
Total	9,5	22	Total	6	8

Avec le projet de verticale intégration ce temps sera ramené entre treize et vingt six mois. (voir tableau ci-dessous).

Cette réduction est principalement due à la réduction des cycles de stockage et de transport.

Responsabilité actuelle Aubert et Duval Appro matière+ transformation+Prestation complete d'usinage		
	mini en mois	maxi en mois
Cycle d'appro	6	18
Cycle de transformation	5	6
Cycle total	11	24
Securité	2	2
Total	13	26

Phase de Qualification

Après plusieurs réunions et discussion avec l'équipe projet, il a été décidé afin de sécuriser le transfert entre l'usineur et Aubert et Duval d'appliquer la procédure AP5176, cette procédure consiste en la réalisation de LAI (Last Article Inspection) et d'une FAI (First Article Inspection)

-Le processus LAI, est la réalisation d'un contrôle complet des pièces afin de mesurer les écarts entre la définition et la pièce réalisée, le planning de ces LAI sera proposé par Aubert et Duval. Ces LAI se dérouleront dans le courant du troisième trimestre 2011

Voir annexe pour un exemple de LAI.

Si des écarts majeurs sont trouvés des actions correctives seront prises. (Mise à jour du plan par exemple)

Basé sur le même principe que les LAI, la FAI est le processus final pour la validation des pièces.

Le but de la FAI est d'apporter une preuve objective que toutes les exigences techniques spécifiées sont correctement comprises, justifiées, vérifiées, documentées et enregistrées.

Extrait de la norme EN 9102.

Voir annexe pour un exemple de FAI.

Description du processus d'obtention des nœuds ATR.

Les nœuds ATR font partie intégrante des bâtis moteur ATR. Ces nœuds font le lien structural avec les tubes constituant le bâti.



Photo 6



Photo 7

Ces nœuds sont réalisés en plusieurs étapes.

La première consiste à une opération de forgeage réalisée par la société Aubert et Duval situé à Pamiers.

Ensuite tous les nœuds ont une opération d'usinage, certains d'entre eux une opération de soudure et enfin d'autres une opération de montage de rotule

Il y a douze nœuds constituant le bâti.

Je peux classer ces douze nœuds en fonction de la complexité et des différentes opérations à réaliser.

Famille 1 : Usinage simple

Famille 2 : Usinage et soudure

Famille 3 : Usinage et montage de rotule.

Voir annexe.

Processus de réalisation des nœuds par famille.

Famille 1 : Usinage simple.

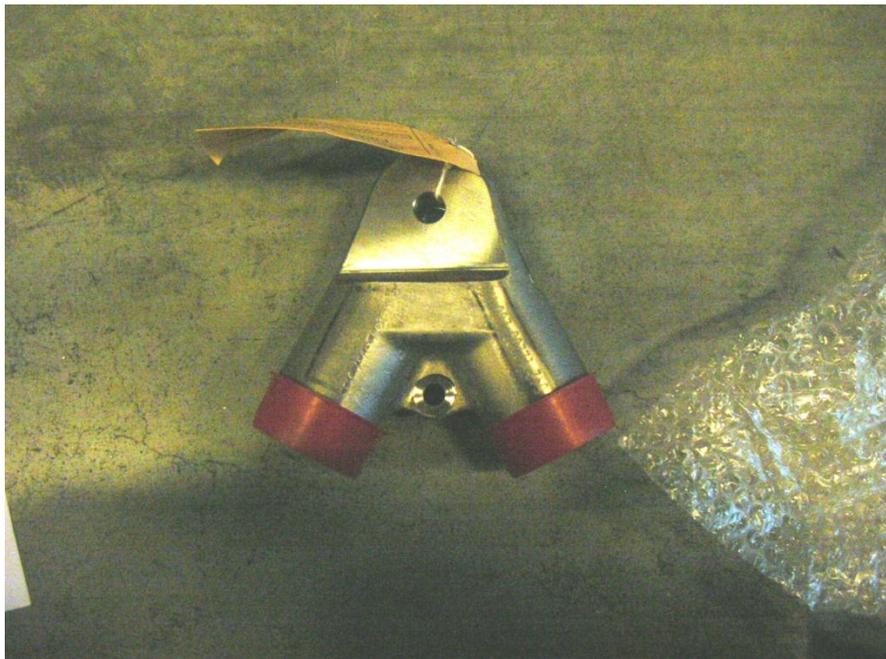
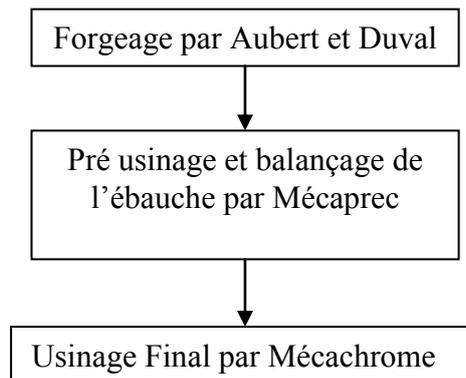


Photo 8

Famille 2 : Usinage et Soudure .

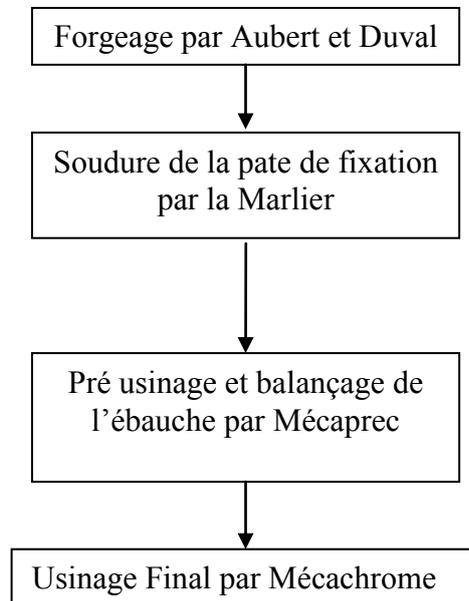


Photo 9

Famille 3 : Usinage et Montage de rotule

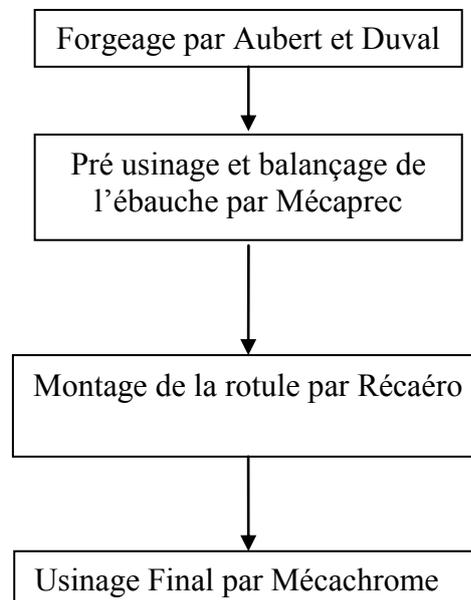


Photo 10

Pour toutes les familles de nœuds après les opérations de forgeage, d'usinage et de soudure un contrôle radiographique et un contrôle par ressuage est effectué afin de détecter d'éventuelle amorce de crique

Afin de bien comprendre, je vais vous faire une présentation rapide des différentes sociétés qui vont graviter autour de mon sujet,

Pour commencer la société Aubert et Duval qui réalise le forgeage des nœuds ensuite la société Mecachrome qui réalise actuellement l'usinage final et pour finir la société Mecaprec société sélectionnée par Aubert et Duval pour réaliser l'usinage final en concurrence avec Mecachrome.

Présentation d'Aubert et Duval (extrait du site internet d'Aubert et Duval)

Métier

Élaborer et transformer à chaud par forgeage, matriçage et laminage des aciers spéciaux, des superalliages et des alliages d'aluminium et de titane

Produits

- Produits longs
- Pièces forgées
- Pièces matriçées
- Spécialités (fonderie, poudres, traitement à façon)



Photo 11



Photo 12

Données 2007

- ✓ 7 sites industriels
- ✓ 3 900 collaborateurs
- ✓ 805 M€ de chiffre d'affaires
- ✓ Centres de distribution : Chine, France, Allemagne, Italie
- ✓ 50 % du CA à l'export
- ✓ Effort Innovation : environ 2 % du CA

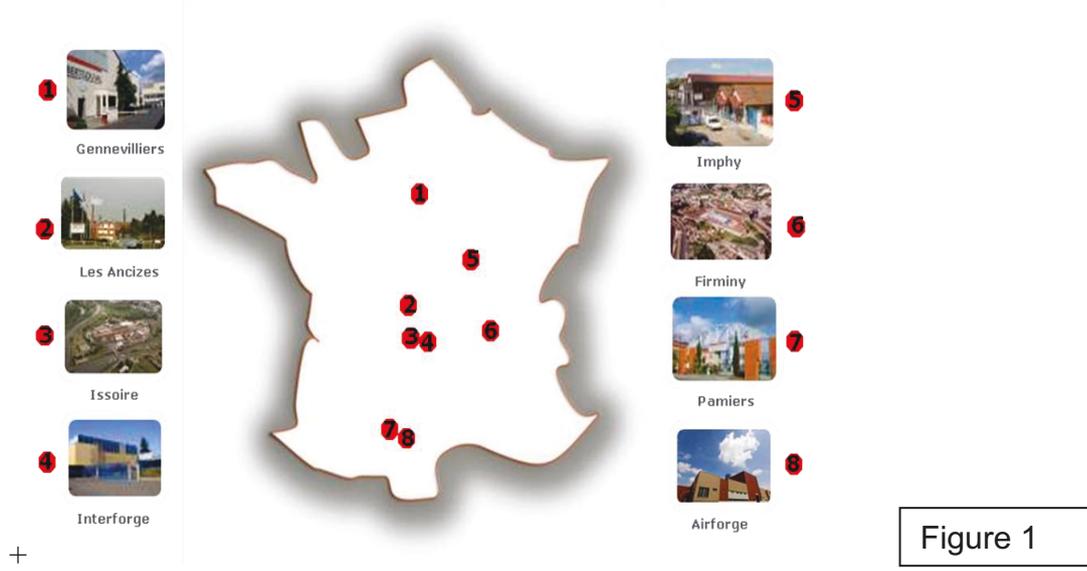


Figure 1

AUBERT & DUVAL concentre ses activités sur plusieurs familles de produits



Produits Longs



Pièces Forgées



Pièces Matriçées



Fonderie / Traitement à Façon / Poudres

MARCHES

Aéronautique – Spatial

Trains d'atterrissage, pièces de structure, disques et arbres moteurs, viroles de boosters de fusée, réservoir satellites

Energie – Nucléaire

Disques et Arbres pour turbines à gaz, frettes amagnétiques pour alternateurs, pièces diverses et barres en aciers alliés/inox/superalliage pour l'industrie nucléaire, barres pour boulonnerie et matriçage d'ailettes

Pétrole

Aciers amagnétiques pour le forage pétrolier,



Figure 2

SYSTEME DE PRODUCTION

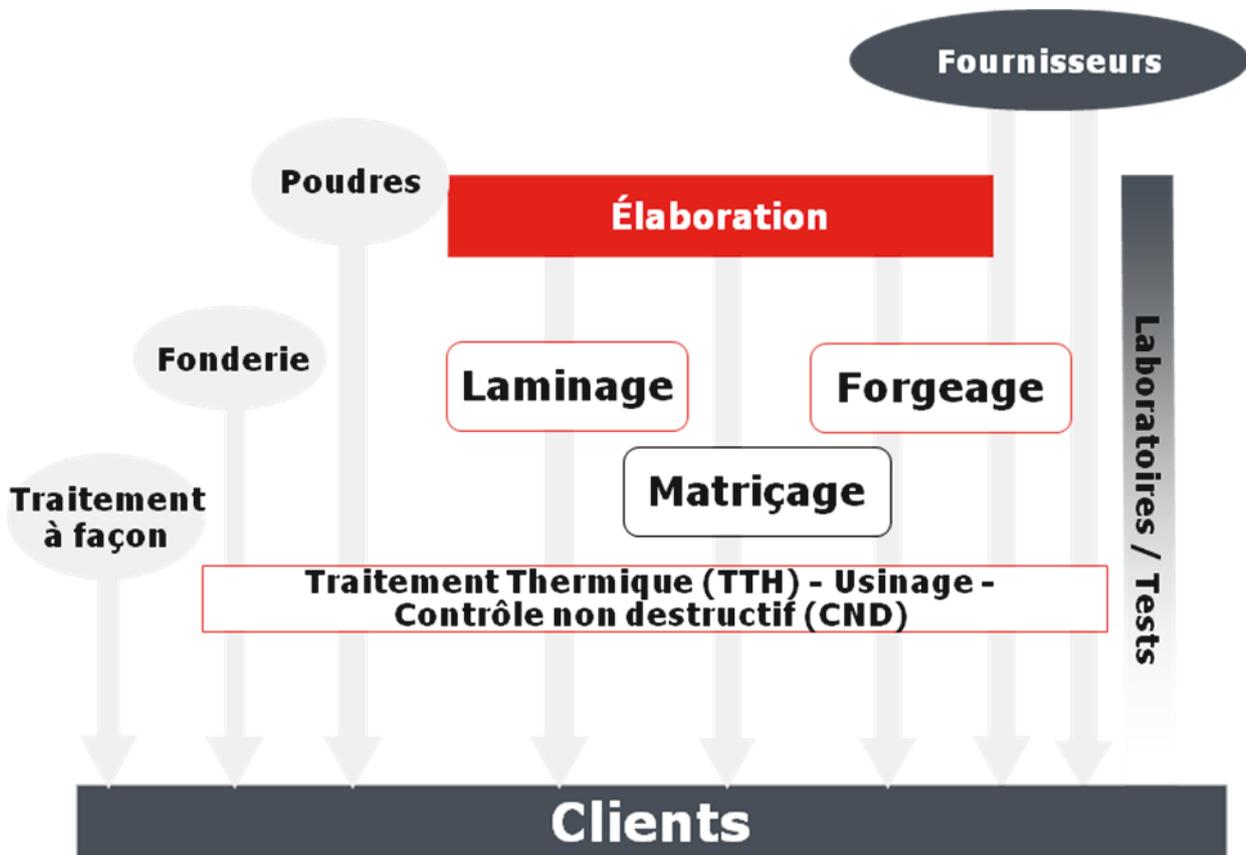


Figure 3

Usine de Pamiers

- ✓ Lignes de Produits : Moteurs, Energie, Structures
- ✓ Effectifs : 820 personnes
- ✓ Activités : Conception de la pièce matricée et de l'outillage
- ✓ Forgeage, matriçage, estampage
- ✓ Traitements thermiques
- ✓ Usinage
- ✓ Contrôles / Essais
- ✓ Recherche & Développement

Présentation de Mécachrome (extrait du site internet de Mécachrome)

Mecachrome, basé en France, est un leader mondial dans la mécanique de précision.

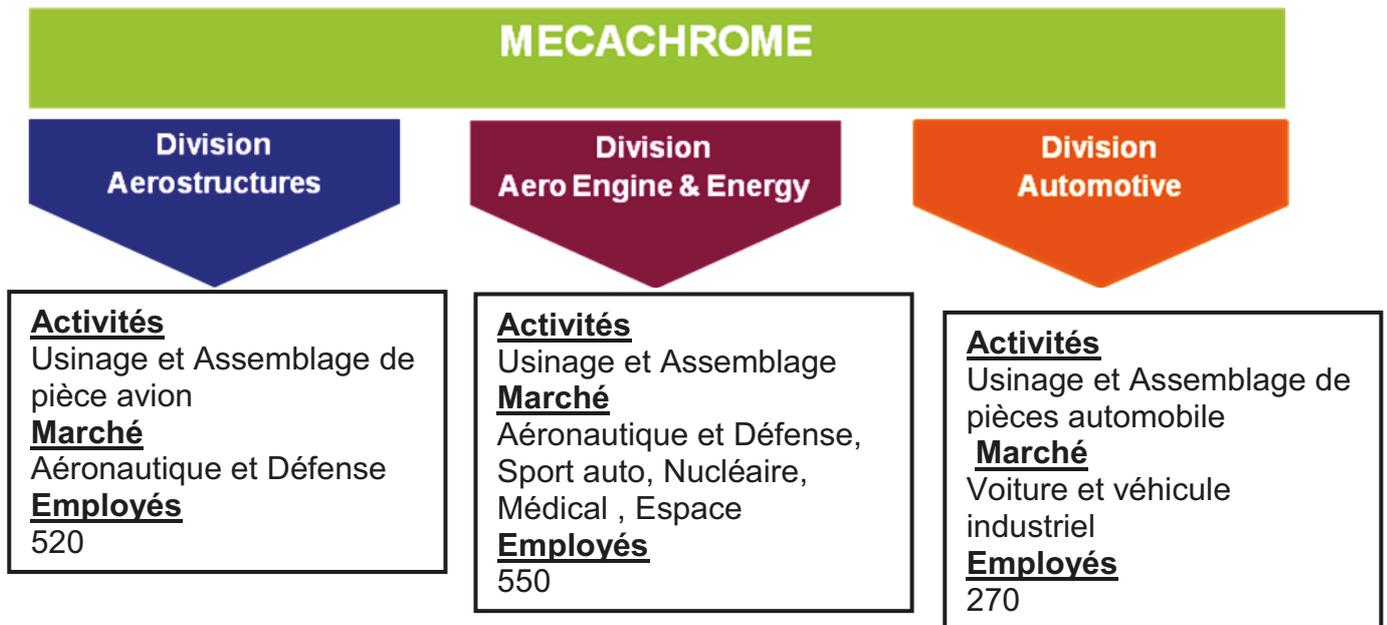


Figure 4

Pour mon sujet c'est la division Aerostuctures qui est en charge de la réalisation de l'usinage final des nœuds et en particulier le site d'Amboise.

Mecachrome en France

- 7 sites

 - Maison Mère
 - 4 sites de production
 - 1 centre de recherche
 - 1 Bureau d'étude

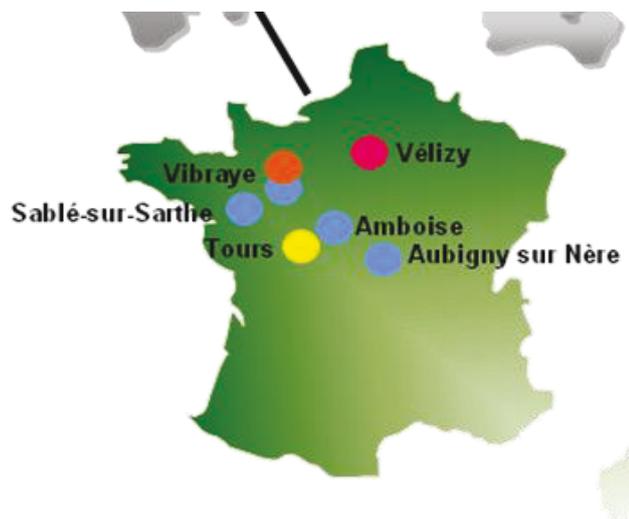


Figure 5

La production de la division Aerostructure.

- ✓ Cases de train
- ✓ Structures de pointe avant
- ✓ Structures de Voilure
- ✓ Structures de Mâts réacteurs & Nacelles
- ✓ Structures de fuselage
- ✓ Equipements

Moyen industriel Aerostructure.

3 sites de production (Amboise, mirabele et Tanger) avec 75 commande numérique.

Au total le groupe totalise plus de 300 commandes numériques.

Présentation de Mécaprec

Cette société est de longue date prestataire d'usinage ébauche pour la société Aubert et Duval et d'autre fournisseur Airbus.

L'activité de la société est la réalisation de pièces usinées, (aluminium, acier, inox, titane, inconel, pvc, alliages cuivre), ses principaux clients sont Aubert et Duval, Honeywell, Secan, EDF, E.Lacroix, Mecahers, SOFOP, CMA, RECAERO, Précimecan, Fonderie Mercie.

La société a un effectif de dix sept personnes situé à Lavelanet en Ariège.

Début Septembre 2009, la société MECAPREC a été audité dans le cadre de l'obtention de la certification EN9100, cette certification a été obtenue.

Equipement Industriels

- ✓ 1 centre de Tournage CN jusqu'à diamètre 360 et 550
- ✓ 4 centres d'usinage 3 et 4 axes verticaux,
- ✓ 3 Fraiseuse CN jusqu'à 600*600*1200
- ✓ 2 Tours
- ✓ 2 Perçage,
- ✓ 1 Mortaisage,
- ✓ 1 Rectificieuse plane,

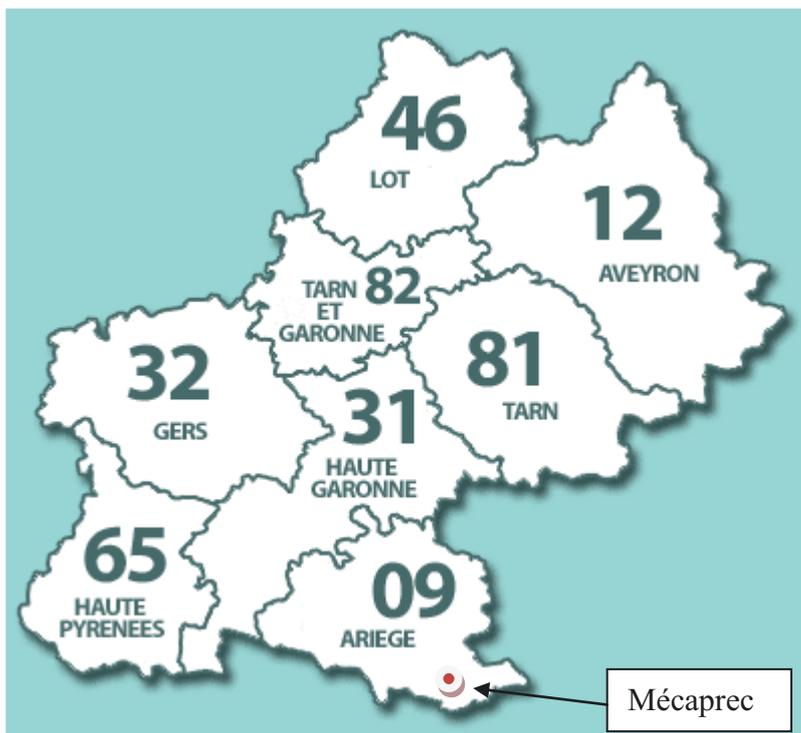


Figure 5

Analyse du processus actuel

Actuellement le processus logistique Achat est le suivant.

Airbus commande à Aubert et Duval des ébauches de nœud, celles-ci sont réceptionnées à St Eloi. Par la suite ces ébauches sont envoyées chez Mecachrome et une prestation d'usinage est achetée pour usinée ces ébauches pour finir les pièces sont re-livrées à Airbus St Eloi pour être soudées sur le bâti moteur.

Processus Actuel

Afin de bien comprendre le processus logistique je vais décrire le processus actuel de réalisation de ces nœud ATR tant sur le point technique que sur les flux logistique.

- ✓ Forgeage réalisé par la société Aubert et Duval à Pamiers
- ✓ Soudure de patte de renfort, sur certain nœuds, réalisé par la société SAFIAL (65)
- ✓ Contrôle radiographique réalisé par la société Marlier (63)
- ✓ Pré-usinage des plans de mise en référence ou plan de pose société MECAPREC (09)
- ✓ Montage de rotule, sur certain nœud, et contrôle non destructif, société Récaero (09)
- ✓ Livraison à Airbus St Eloi
- ✓ Usinage final société MECACHROME (37).
- ✓ Livraison à Airbus St Eloi

Ce processus n'est pas optimisé car Airbus possède plusieurs interlocuteurs (forgeron et usineur), le but l'intégration verticale est qu'Airbus ne possède plus qu'un seul interlocuteur, pour mon sujet c'est Aubert et Duval qui a été sélectionné pour gérer toute la partie usinage.

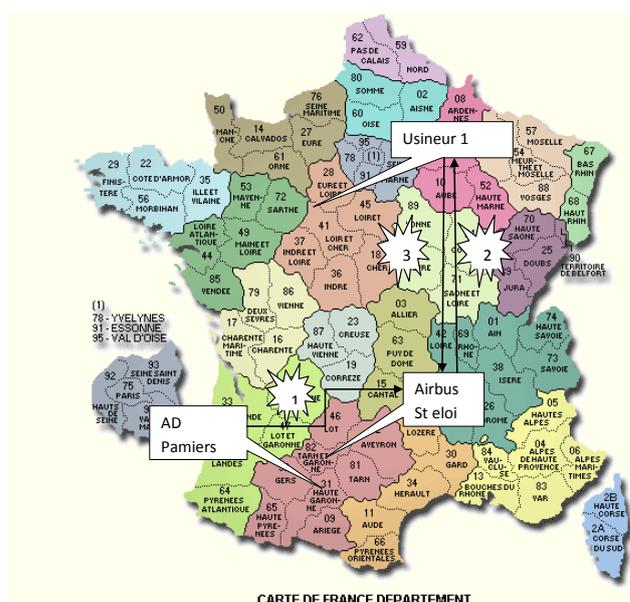


Figure 6

Proposition d'un nouveau flux pour les nœuds ATR.

2 Options se sont proposées à moi

Solution actuelle avec Aubert et Duval et Mecachrome, avec gestion de l'usinage par Aubert et Duval.

Solution avec un nouvel usineur développé par Aubert et Duval : Mecaprec

Solution, 1

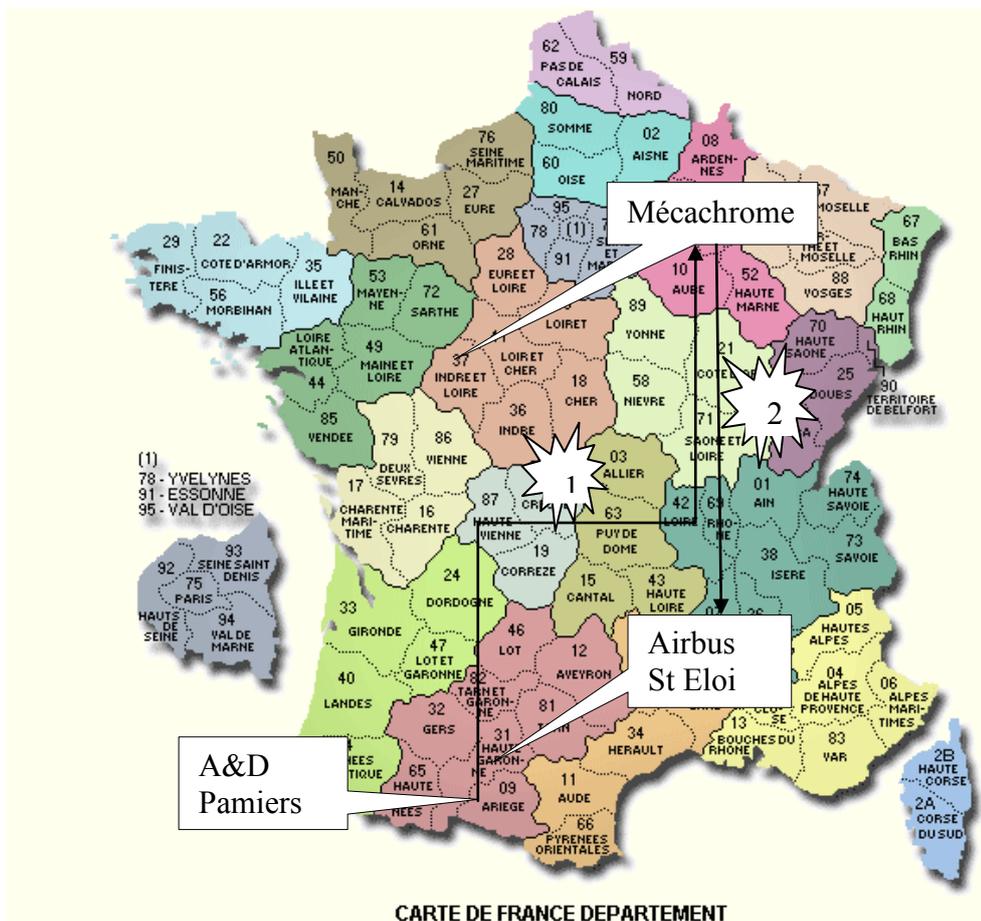


Figure 7

Solution 2

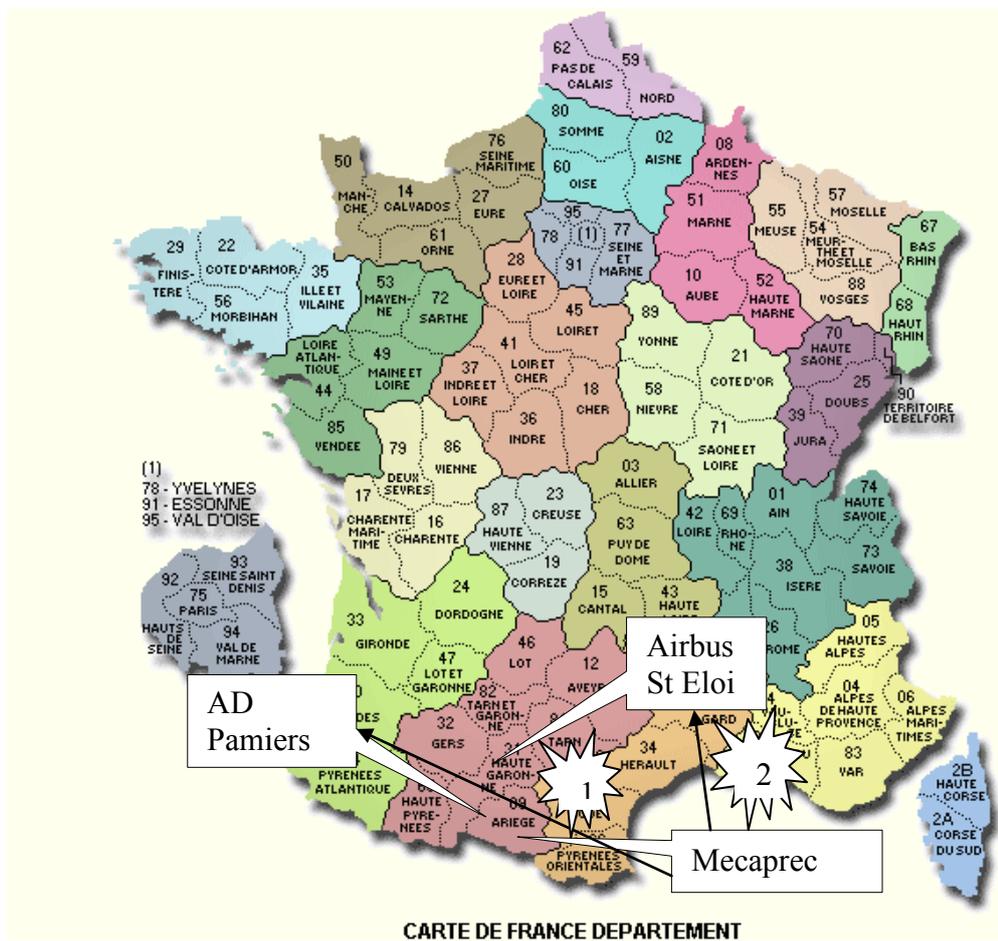


Figure 8

Mecachrome étant l'usineur actuel de ces nœuds, l'étude se portera sur l'usineur choisi par Aubert et Duval

Etude de la société Mecaprec pour la réalisation de l'usinage final des nœuds ATR.

Actuellement MECAPREC réalise les plans de pose et les locating pour les nœuds ATR, dans le cadre de l'intégration verticale, MECAPREC pourrait réaliser l'usinage complet des nœuds.

Cela représente une charge de 3200heures par an soit deux opérateurs à temps plein.

Les moyens mis à disposition sont 3 fraiseuses CN et un tour avec un axe Y.

Les outillages d'usinage seront réalisés par MECAPREC.

Après plusieurs audits, j'ai constaté une entreprise en plein développement avec une grande compétence en usinage et une bonne réactivité en cas de pic de charge, dans le cadre de l'intégration verticale des nœuds ATR si cette solution est retenue, je préconiserai un délestage progressif afin d'avoir une courbe d'apprentissage correct sans pour autant pénaliser la production des bâtis ATR de l'usineur actuel vers MECAPREC.

Afin de voir la capacité de Mecaprec à réaliser des pièces finies, je leur ai demandé de réaliser l'industrialisation de 2 nœuds ATR, de l'analyse du plan à la réalisation de la pièce finie en passant par l'étude des outillages et outil coupant.

Nous avons réalisé ensemble une LAI (last article inspection), comparant la pièce actuelle et la définition du bureau d'étude (voir annexe)

Après remise en conformité, Mecaprec a réalisé ces 2 démonstrateurs avec succès D'un point de vue technique, Mecaprec nous a démontré sa capacité à réaliser des pièces finies

Mecaprec étant une petite structure d'usinage, j'ai réalisé une étude charge capacité afin de voir s'il n'y avait pas de goulet d'étranglement pouvant générer des problèmes de livraison finale.

Etude charge capacité Mecaprec

Visite des ateliers et présentation des 2 démonstrateurs ATR avec outillages associés.

La baisse de charge de l'année 2009 a fortement impactée la capacité de Mecaprec. En moyenne, 3,75 jours par mois ont été chômés. Pour exemple, A&D avait prévu initialement 3500h d'usinage chez Mecaprec et seulement 2250h ont été réalisées.

Gamme type des Nœuds ATR chez Mecaprec :

- Soudure patte (sous-traitée)
- Fraisage numérique
- Tournage
- Ajustage
- Contrôle tri-dimensionnel
- Montage rotule + ressuage (sous-traités)
- Contrôle rayon X (sous-traité)
- Marquage

Hypothèses prises :

5% de perte de capacité due aux pannes, absentéisme, maintenance...

Disponibilité des moyens sur 18,75 jours (car 217 jours travaillés sur 11 mois d'ouverture).

Chaque équipe travaille 7h.

Les charges hors Airbus restent constantes dans le futur.

La livraison de l'ensemble des nœuds ATR en pièces finies débuteraient dernier semestre 2011. La simulation a été faite pour lisser la livraison des nœuds en pièce finie sur 6 mois (2 pièces/mois), en prenant pour hypothèse un go du projet en juillet 2010 et 6 mois nécessaires pour effectuer l'ensemble des FAI sur l'ensemble.

Au vu des informations données par Mecaprec et de la gamme de fabrication, seule le pôle fraisage numérique a été choisi pour être intégré à l'outil Charge capacité Airbus, pouvant être potentiellement goulot. Pour les autres centres de charge, une simple analyse charge/capacité a été menée.

Pôle fraisage numérique :

Fonctionne en 2/8

Pôle fraisage comprend 6 CN actuellement.

Pour A&D, le pré-usinage des nœuds ATR et des nervures dix huit est réalisé sur ce pôle et la finition des nœuds sera également faite sur ce pôle. Seuls les montants verticaux ATR ne passent pas sur ce pôle, le pré-usinage se faisant manuellement.

Pour les autres clients, une partie de la charge est également destinée à Airbus et a été intégré à l'étude charge capacité (CCP) en ventilant par programme avion.

Sur les 12 derniers mois, ce pôle était chargé en moyenne à 70%.

Le résultat de l'analyse CCP ne montre pas de problème d'adéquation charge/capacité. De plus, un certain nombre d'actions ont déjà été identifiées pour augmenter la capacité.

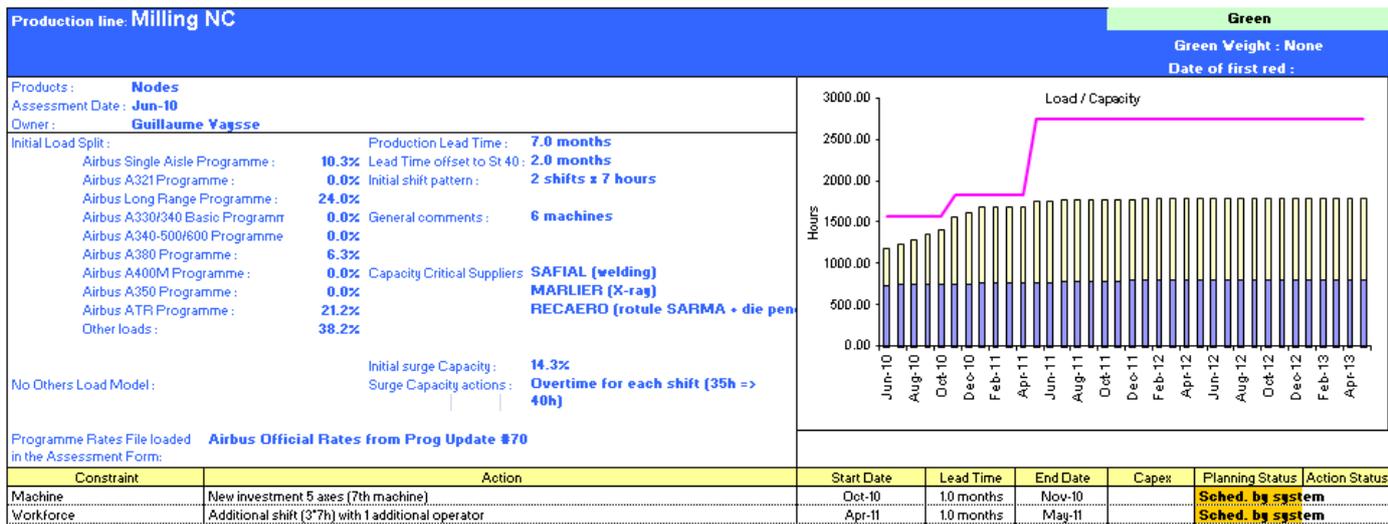


Figure 9

Pôle tournage :

Fonctionne en 1/8 actuellement

Analyse charge/capacité :

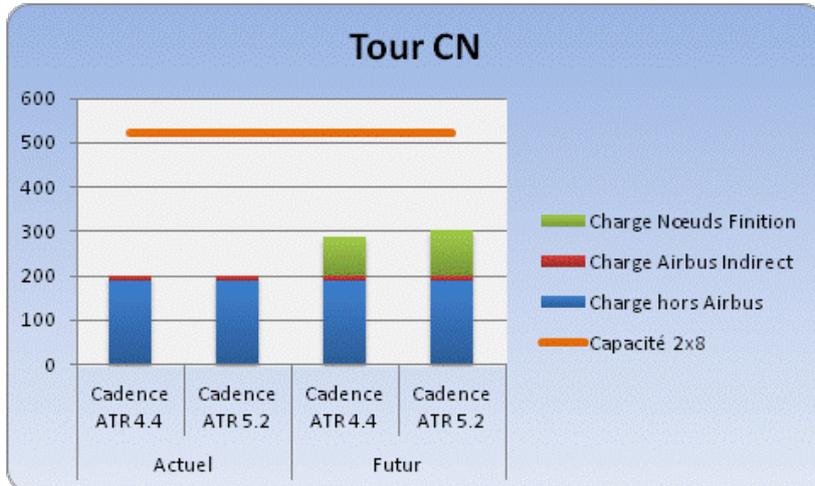


Figure 10

Cadence 4,4 = Cadence 2010 et 2011

Cadence 5,2= Cadence 2012

Actions possibles d'augmentation de la capacité :

- 1- réalisations d'heures supplémentaires (35h00 à 40h00 immédiat) → capacité de 302h
- 2- passage en 2x8 (cycle de mise en place 1 mois formation incluse. Possibilité de démarrer au pied levé avec une personne en interne déjà formée) → capacité de 524h
- 3- passage en 3x8 (cycle de mise en place 1 mois formation incluse) → capacité de 786h
- 4- achat d'une troisième machine (cycle avant mise en œuvre 3 mois) → capacité de 1179h

Aucun problème d'adéquation charge/capacité identifié, passage en 2*8 à faire si les nœuds ATR sont à livrer en pièce finie.

Pôle Ajustage :
Fonctionne en 1/8

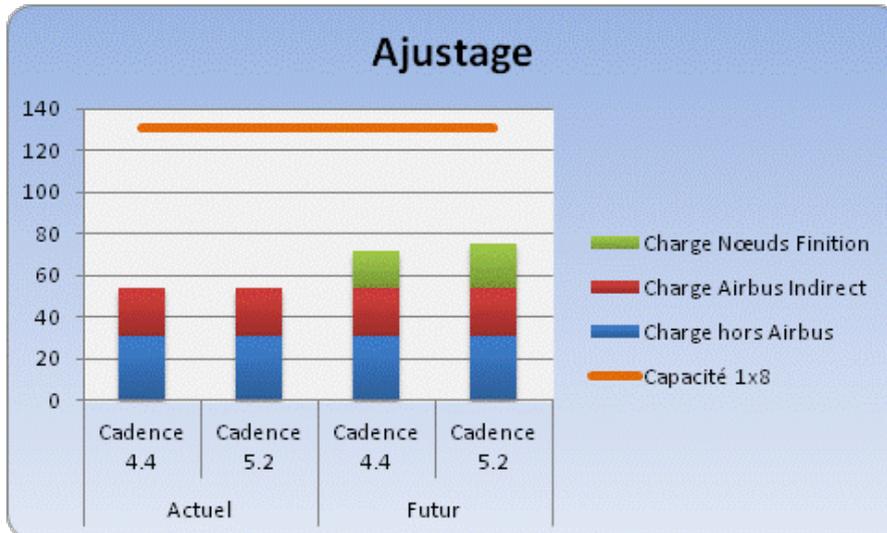


Figure 11

Cadence 4,4 = Cadence 2010 et 2011
Cadence 5,2 = Cadence 2012

Actions possibles d'augmentation de la capacité :

- 1- réalisations d'heures supplémentaires (35h00 à 40h00 immédiat) → capacité de 171h
- 2- utilisation de la capacité libre de la personne réalisant les débits et la navette → capacité de 199h
- 3- passage en 2x8 (cycle de mise en place 15 jours formation incluse.) → capacité de 262h (actions 1 et 2 alors en suspend)
- 4- passage en 3x8 (cycle de mise en place 15 jours formation incluse) → capacité de 393h

Aucun problème d'adéquation charge/capacité identifié.

Pôle contrôle :

Fonctionne en 1/8

Le marquage vibro-gravure serait intégré dans ce pôle (10 pièces=15 minutes), qui est nécessaire au marquage des nœuds ATR en pièces finies. Ce moyen n'est pas encore sur site Mecaprec, 48 h nécessaire pour l'approvisionnement.

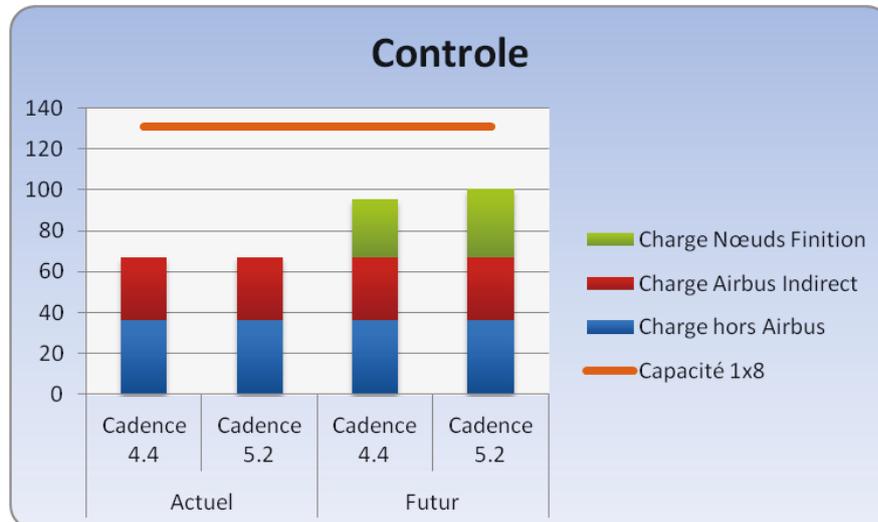


Figure 12

Cadence 4,4 = Cadence 2010 et 2011

Cadence 5,2= Cadence 2012

Actions possibles d'augmentation de la capacité :

- 1- réalisations d'heures supplémentaires (35h00 à 40h00 immédiat) → capacité de 171h
- 2- exploitation des contrôles effectués en tridimensionnelle par les opérateurs CN pour contrôle en temps masqué → capacité de 181h
- 3- utilisation de la capacité libre du 2^{ième} contrôleur de la société → capacité de 223h
- 5- passage en 2x8 (cycle de mise en place 1 mois formation incluse.) → capacité de 262h (actions 1, 2 et 3 alors en suspend)
- 4- passage en 3x8 (cycle de mise en place 1 mois formation incluse) → capacité de 393h

Pour soudage de la patte :

Sera réalisé chez Safial, qui annonce un cycle de 6 semaines. Aubert et Duval pense qu'un gain de cycle pourrait être possible.

Pour le montage rotule et ressuage :

Sera sous-traité à Recaero qui annonce un cycle d'une semaine pour chaque opération.

L'approvisionnement de la rotule est fait directement par Recaero chez Sarma, avec un délai estimé à 24 semaines.

Pour contrôle rayon X :

Sera sous-traité à Marlier, qui annonce un cycle d'une semaine.

Conclusion :

La capacité pour absorber le surcroît de charge lié aux nœuds ATR en pièces finies est disponible sur tous les postes de la gamme, quelle que soit la cadence, avec pour seules actions :

- achat d'une nouvelle fraiseuse cinq axes, déjà en précommande A confirmation de la commande, un mois nécessaire pour que le moyen soit disponible.
- Passage en 3*8 sur le pôle fraisage, un mois nécessaire pour former recruter et former la nouvelle équipe.
- Passage en 2*8 sur le tour numérique, les ressources étant disponible pour le réaliser immédiatement.

Etude de l'usineur Mecachrome.

Mecachrome

Actuellement Mecachrome réalise l'usinage final des nœuds ATR,

Capacité Mecachrome

Division Aerostructures	<ul style="list-style-type: none"> ✓ 3 production sites: Amboise, Mirabel, Tangier ✓ Equipments: 75 CNC machines
--------------------------------	--

<i>Machine</i>	<i>Qty</i>
<i>Horizontal machining center</i>	
<i>2 or 3-axis</i>	<i>86</i>
<i>4-axis</i>	<i>93</i>
<i>5-axis</i>	<i>29</i>
<i>Vertical machining center</i>	
<i>3-axis</i>	<i>33</i>
<i>5-axis</i>	<i>24</i>
<i>Gantry – 3 axis</i>	<i>5</i>
<i>Gantry – 5 axis</i>	<i>9</i>

Machine	Qty
Horizontal lathe	
2-axis	26
3 or 4-axis	8
5-axis	13
Vertical lathe	
2-axis	15
5-axis	3
Grinding machine	4
Milling machine	9

Figure 13

Conclusion

Au vue du parc machine et de la taille du groupe Mecachrome, Mecachrome n'aura aucune difficulté pour continuer à réaliser les nœuds ATR.

Analyse des coûts de réalisation des nœuds ATR entre Mecachrome et Mecaprec.

Pour des raisons de confidentialité et de concurrence, je ne peux pas donner des prix, mais j'ai montré par des pourcentages la différence de prix entre les 2 solutions

Reference Ebauche	Reference Pièce Finies	différence en % entre solution 1 et 2
S541 12206 200	S5411220520201	-3,3
S541 12206 201	S5411220520301	-3,3
S541 12208 200	S5411220720201	-4,4
S541 12208 201	S5411220720301	-4,4
S542 12202 200	S5421220100200	-10,6
S542 12202 201	S5421220100300	-10,6
S542 12204 200	S5421220320200	-20,9
S542 12204 201	S5421220320300	-20,9
S541 12202 200	S5411220120200	-12,6
S541 12204 200	S5411220320200	-5,8
S541 12204 201	S5411220320300	-5,8
S542 12206 200	S5421220520201	-10,7

Solution 1 Aubert et Duval Mecachrome
Solution 2 Aubert et Duval / Mecaprec

On peut constater que la le partenariat Aubert et Duval Mecaprec est la meilleure solution d'un point de vue commercial.

Recommandation Commercial et choix de la solution

Si l'on se base sur les 2 offres commerciales et les deux solutions de l'intégration verticale intégration, le partenariat entre Aubert et Duval et Mécaprec semble être la meilleure alternative commerciale.

Cependant à cause des points ci-dessous

- Criticité des nœuds ATR

- Une augmentation potentielle de la cadence ATR

- Le peu de différence entre les propositions commerciales au vue du chiffre d'affaire du programme ATR

- La petite structure de Mécaprec comme nouveau venue dans la liste des fournisseurs.

Le département des Achats et l'équipe responsable du programme ATR ont recommandé de sécuriser la chaîne d'approvisionnement et les livraisons du programme ATR par conséquent la solution 1 pour l'intégration verticale à été choisi c'est-à-dire le partenariat entre Aubert et Duval et Mecachrome

Pour cela

Aubert et Duval devient le responsable de la livraison des pièces finies et Mecachrome devient en sous traitant d'Aubert et Duval pour ces pièces.

Les prochaines étapes seront la réalisation de toutes les LAI (Troisième trimestre 2011) et de toutes les FAI. (quatrième trimestre 2011)

Pour le moment Aubert et Duval ne m'a pas fournie de planning pour la réalisation de des LAI.

Pour le moment des discussions sont encours pour la modification des différents contrats de chacun des partenaires ce qui retarde la finalisation du projet.

Déploiement sur d'autres références.

Ce processus peut très bien être transféré sur d'autres pièces Aubert et Duval et d'autres fournisseurs.

En effet toutes les pièces issues de forge sont livrées avec un plan de pose réalisé par le forgeron.

Les usineurs travaillant pour les forgerons sont tout à fait capable de réaliser ces pièces finies.

Le problème est comme dans mon projet, des priorités sont données au gros groupe d'usinage afin de sécuriser la chaîne d'approvisionnement et l'autre point est que 90% de ces ébauches sont terminées à St Eloi.

Le management de St Eloi souhaite aussi conserver son centre d'expertise d'usinage des métaux dure et aussi conserver de la charge de travail pour l'usine.

CONCLUSION

Ma participation à ce projet en tant que technicien m'a permis de me familiariser avec la gestion de projets. J'ai ainsi pu petit à petit accroître ma connaissance des outils technique à travers un cas bien concret.

En effet, la mise en place d'un tel processus est une première pour des pièces de St Eloi

J'ai pu ainsi mettre en avant mon expérience acquise dans le domaine de la production et relever les défis qui se présentaient à moi, tout en respectant un planning assez serré. Comme expliqué dans le dernier chapitre de mon étude, la mise en place de l'intégration verticale est en cours de finalisation, et je suivrais la mise en place du nouveau processus. J'aurai ainsi encore l'occasion d'apporter mon expertise technique pour finaliser mon travail et optimiser le fonctionnement de ce nouveau processus et dans faire un succès à tout point de vue et pouvoir tirer la satisfaction de mon implication personnelle et professionnelle.

Cette expérience, mêlée à mon cursus en cours du soir m'a donné envie de relever de nouveau défis industriels divers et variés.

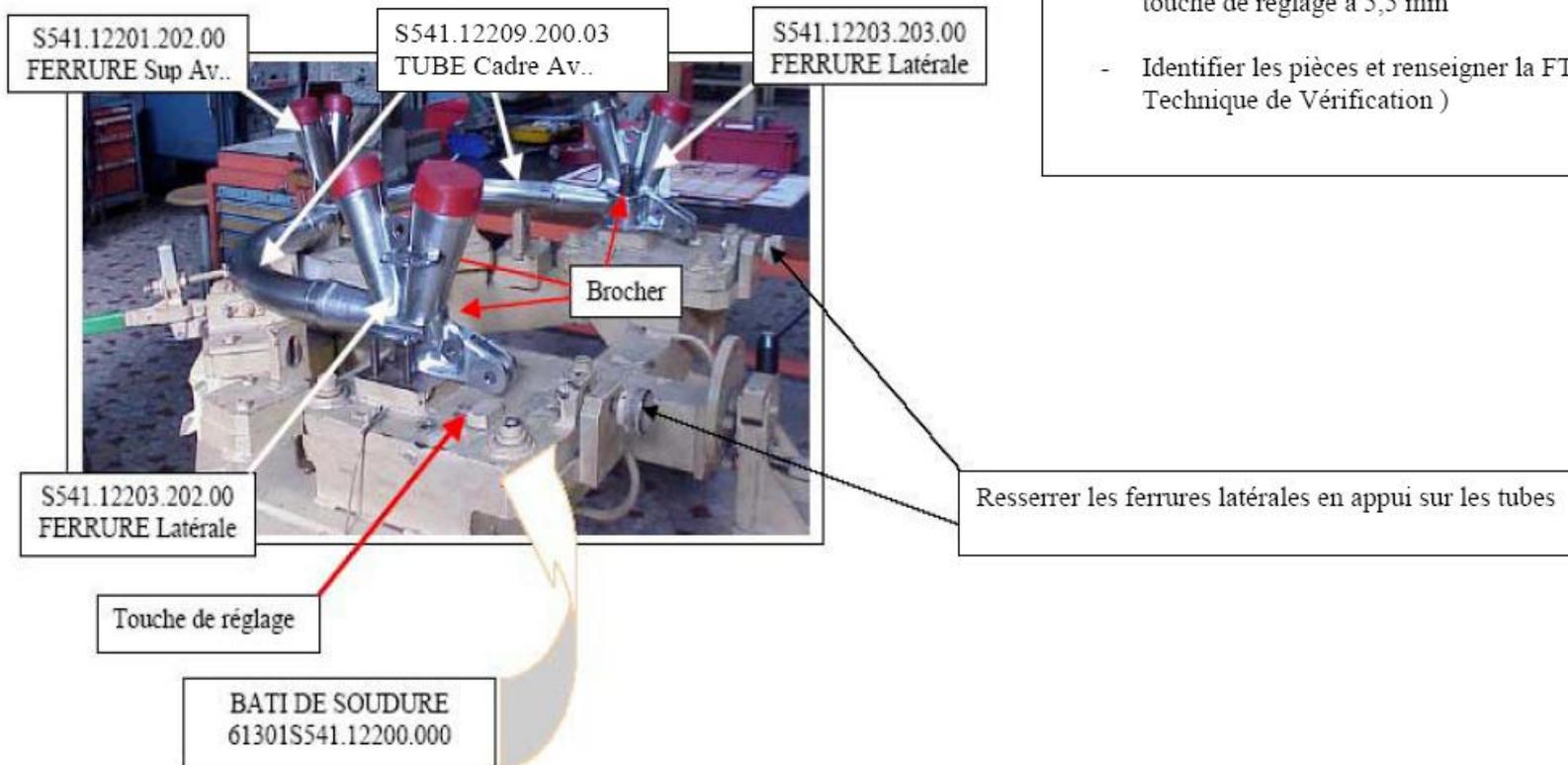
Enfin je finirais en disant que cette expérience fut très enrichissante tant sur le plan technique que sur le plan relationnel. En effet ces notions ne peuvent s'apprendre qu'en les vivants dans le monde professionnel. La communication est le maître mot d'un travail réussi et je souhaiterais remercier une dernière fois l'ensemble des intervenants de ce projet.

ANNEXES

Gamme d'assemblage bati ATR

I. SOUDAGE DU GUIDON :

➤ Monter les éléments sur l'outillage N° 61.301.S541.12200.000

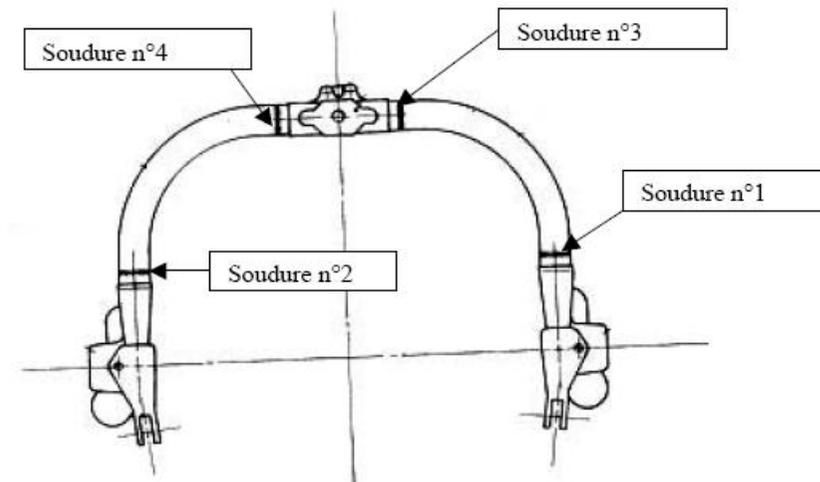
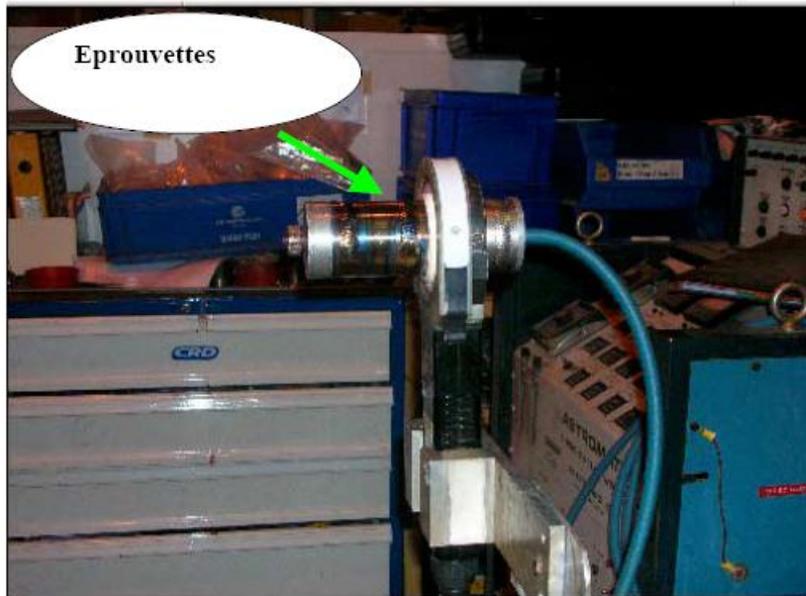


➤ **Souder les éléments :**

1- Réalisation des éprouvettes : \varnothing 45 ep 2,5 S541122004525EPRAL + S541122004525EPRAM

2- Purger le guidon 5 min 3 l/min par tube

- a. Souder les Ferrures latérales (soudure n°1 et n° 2 ➔ position de départ : Pince à 45°)
- b. Remettre le tube en contact avec les ferrures (Rattrapage du jeu)
- c. Souder la Ferrure centrale (soudure n°3 et n°4 ➔ position de départ : Pince à 45°)



Numéro de soudure	Position de départ du bâti	Programme
1	180	45x25 SHO
2	180	45x25
3	180	45x25
4	180	45x25 SHO

➤ **Redressage**

- Débrider les Ferrures
- Redresser le cadre par grenailage si nécessaire sur l'outillage de soudure pour assurer le brochage
- Brossage des soudures

Méthode de retouche :

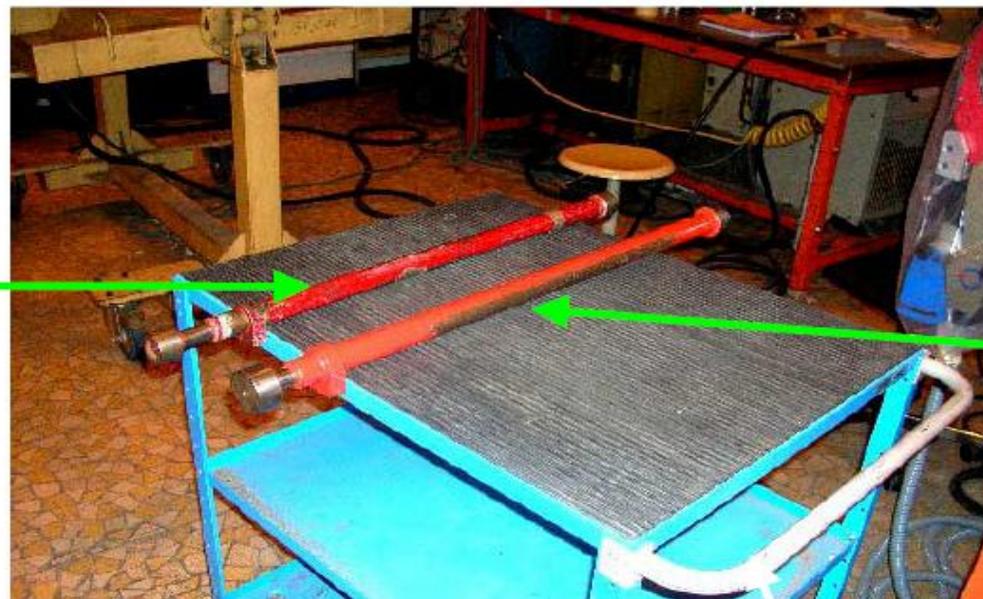
- Déformations faibles (de l'ordre de 1mm ou moins) :
 - Retouche par grenailage de conformage (billes céramique ou billes d'acier.)

➤ **Envoyer les éléments au contrôle Rx et endoscopie**

II. AJUSTAGE :

- **Mesurer la longueur des tubes entre les ferrures**
 - Positionner et brocher les ferrures sur l'outillage de soudure N °61.302.S541.12200.000
 - Placer les tampons diam 50 et diam 40 entre les ferrures (les tubes Diam 60 sont usinés à la côte théorique)
 - Renseigner la FTV (Fiche Technique de Vérification)

Tampon
81501.S541.12210.201



Tampon
81501.S541.12210.202

Bloqué à 742 mm

Tampon
81501.S541.12210.200

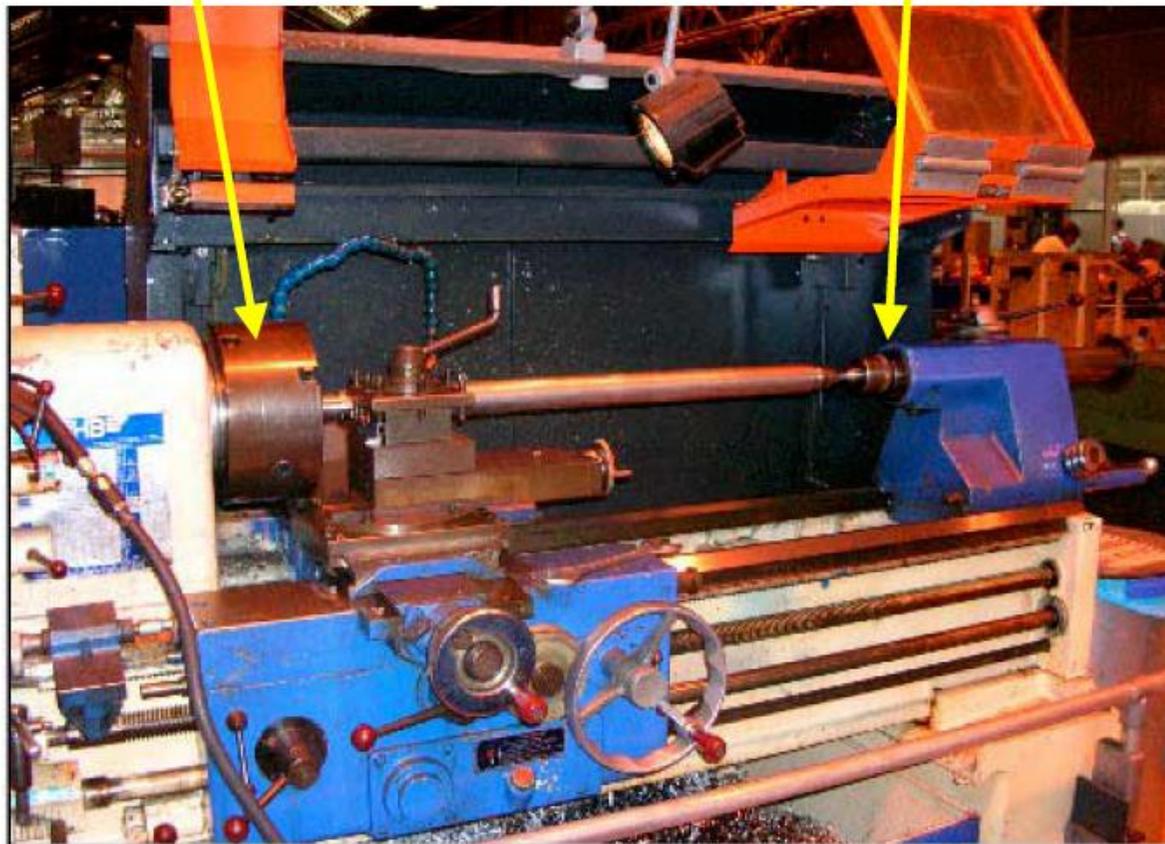
III. TOURNAGE :

➤ Mise en longueur des tubes

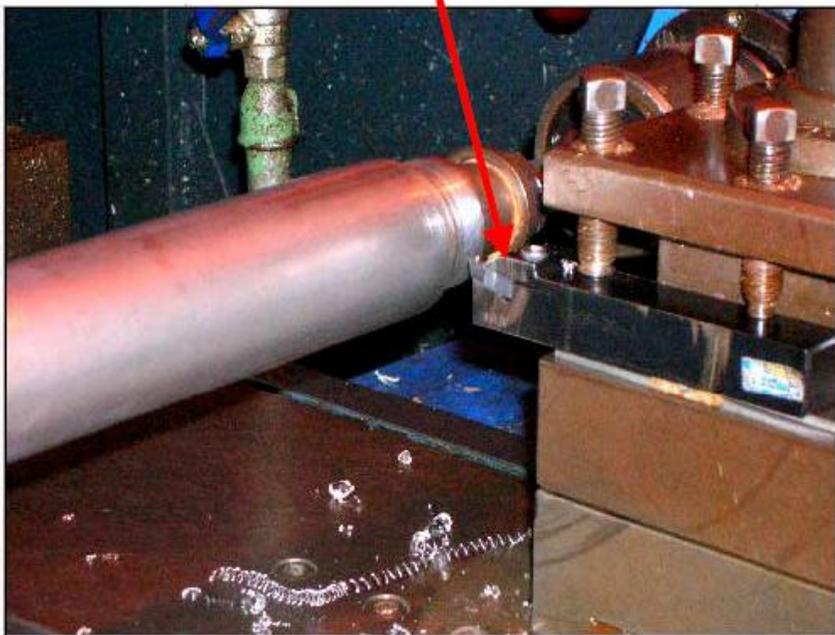
- 1 - Monter les tubes sur l'outillage correspondant :
- | | |
|-------------------|---------------------------------------|
| 37301S54112210200 | SUPPORT POUR MISE A LONGUEUR TUBES AV |
| 37301S54112210201 | SUPPORT POUR MISE A LONGUEUR TUBES AV |
| 37301S54112210202 | SUPPORT POUR MISE A LONGUEUR TUBES AV |



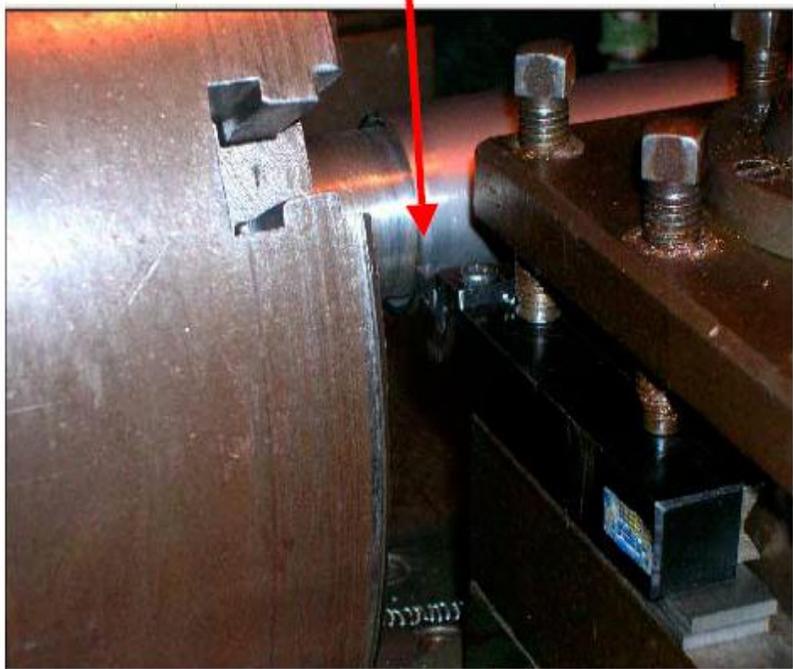
2 - Maintenir en position l'outil et la pièce à l'aide du mandrin et de la contre pointe



3 - Utiliser un outil à tronçonner
4 - Venir tangenter et remettre les réglages de la machine à 0



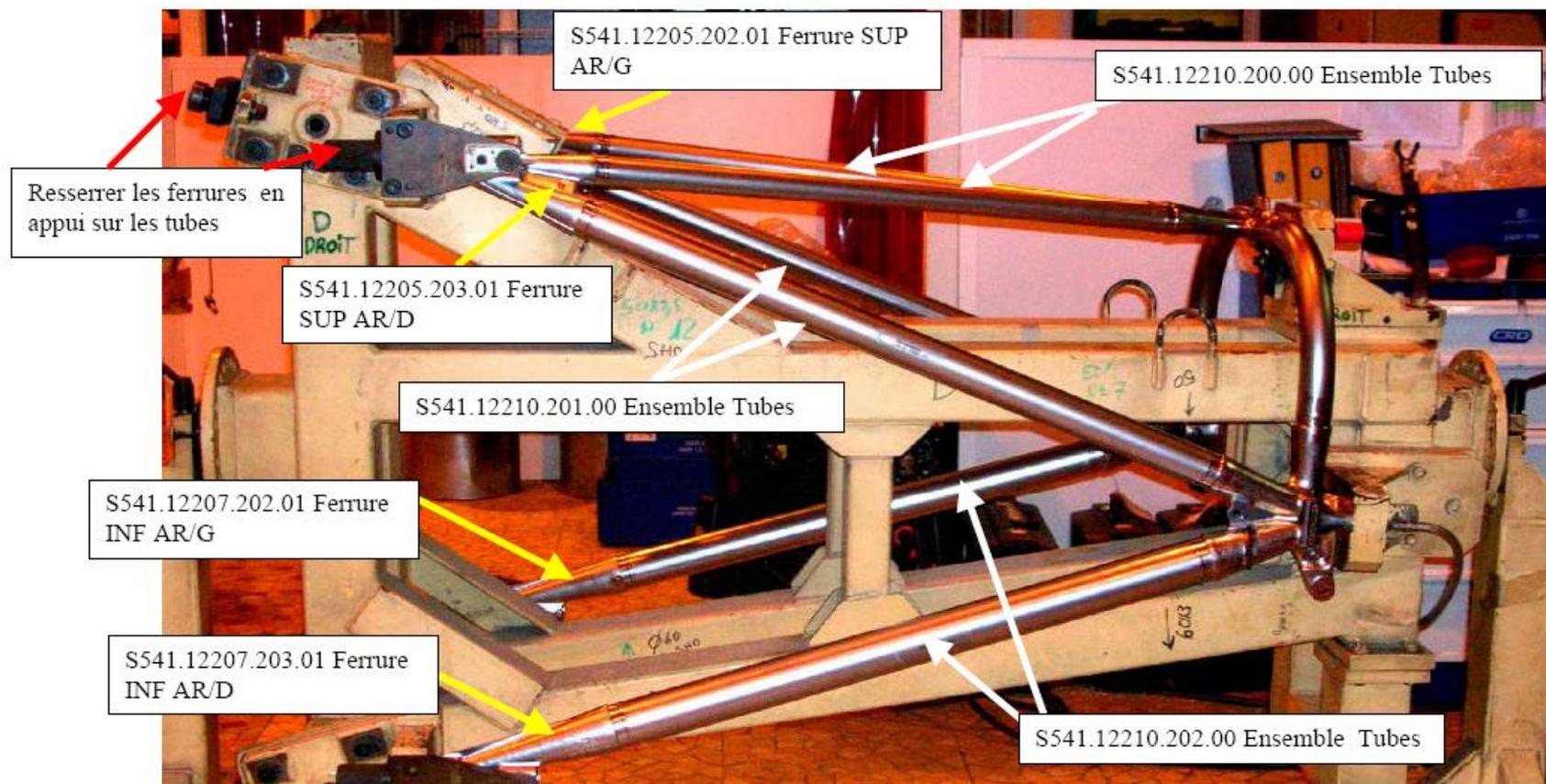
5 - Usiner à la côte demandée



➤ Envoyer au décapage

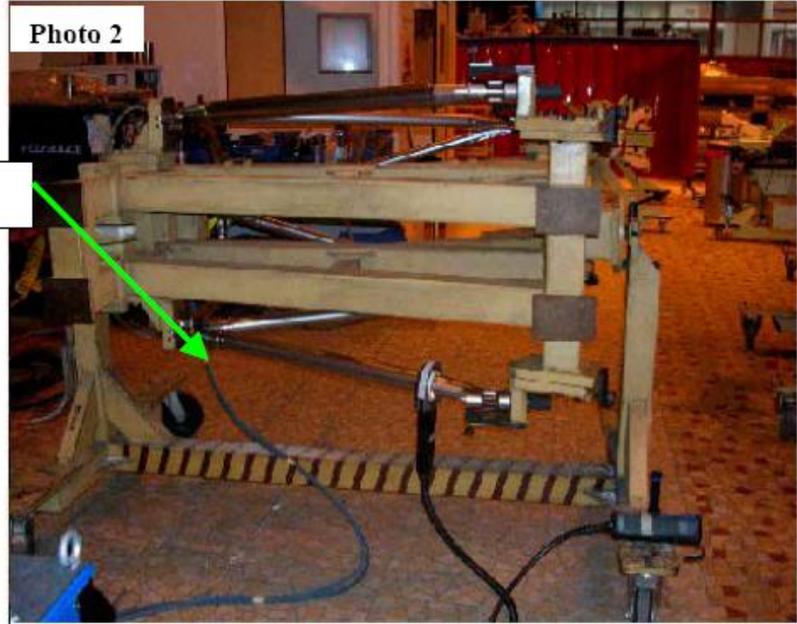
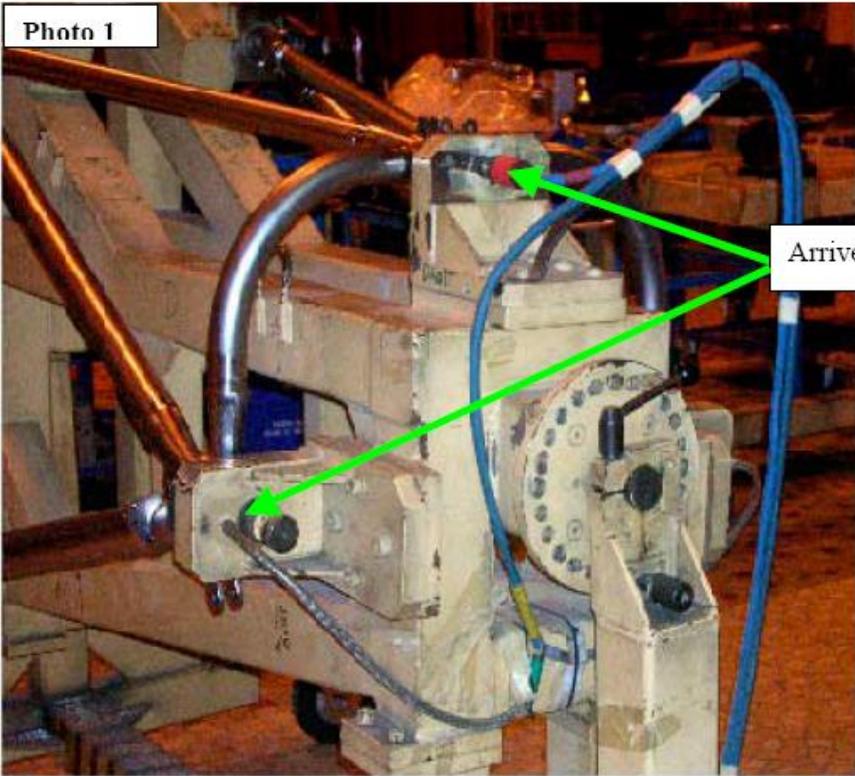
IV. SOUDAGE DU BATI AVANT :

- Réaliser les essais sur les éprouvettes à chaque changement de diamètre : Ø 60 ep 3 S54112200603EPRAL + S54112200603EPRAM
Ø 50 ep 2.5 S541122005025EPRAL + S541122005025EPRAM
Ø 40 ep 3 S54112200403EPRAL + S54112200403EPRAM
- Positionner et brider le guidon, les ferrures et les tubes sur l'outillage N °61.302.S541.12200.000



- Brancher les arrivées d'argon (photo 1 et 2)
- Purger 10 min les tubes (Bâti à 0° et bâti à 180°)
3l/min par tube

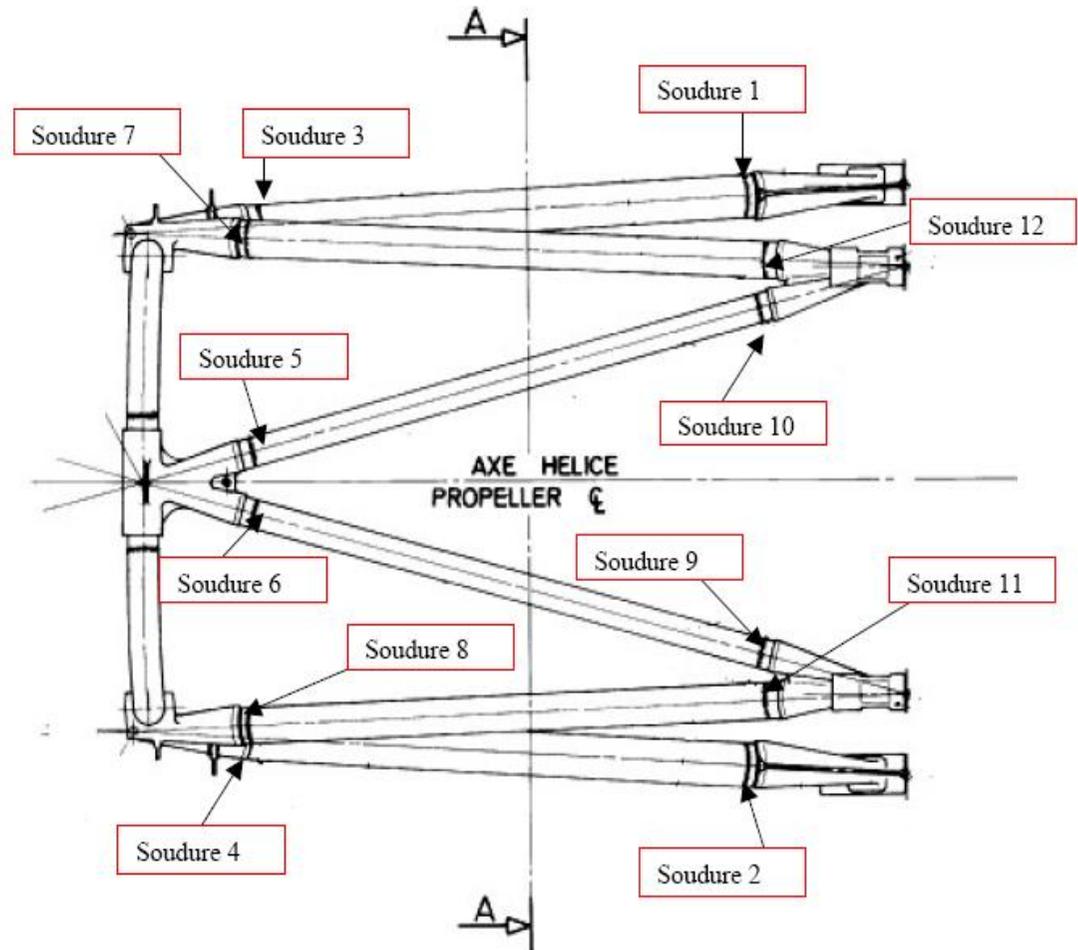
- Souder les éléments dans l'ordre du tableau page suivante
- Brosser les soudures au fur et à mesure.
- Après chaque soudure, vérifier les brochages et les jeux entre les ferrures et les tubes (Rattrapage du jeu)



Arrivée d'argon

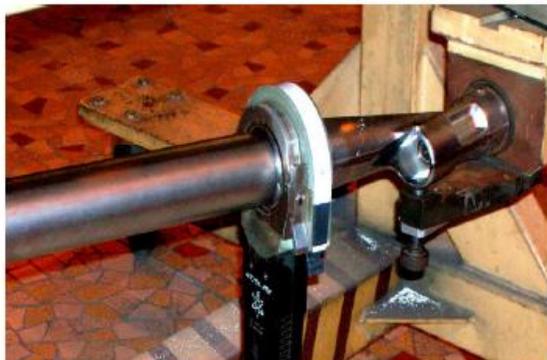
➤ Numéro de soudure et positionnement de départ du bâti

Numéro de soudure	Position de départ du bâti	Programme
1	90°	60x30
2	90°	60x30 SHO
3	90°	60x30
4	90°	60x30
5	180°	40x30
6	180°	40x30 SHO
7	90°	50x25
8	90°	50x25 SHO
9	180°	40x30 SHO
10	180°	40x30
11	90°	50x25
12	90°	50x25 SHO



➤ Positionnement de départ de la pince et du bâti pour chaque soudure

1^{ère} soudure : Position de départ du bâti à 90°



2^{ème} soudure : Position de départ du bâti à 90°



3^{ème} soudure : Position de départ du bâti à 90°



4^{ème} soudure : Position de départ du bâti à 90°



5^{ème} soudure : Position de départ du bâti à 180°



6^{ème} soudure : Position de départ du bâti à 180°



7^{ème} soudure : Position de départ du bâti à 90°



8^{ème} soudure : Position de départ du bâti à 90°



9^{ème} soudure : Position de départ du bâti à 180°



10^{ème} soudure : Position de départ du bâti à 180°



11^{ème} soudure : Position de départ du bâti à 90°



12^{ème} soudure : Position de départ du bâti à 90°



V. REDRESSAGE :

- **Redressage par chauffe locale**
 - Après la dernière soudure faire une chauffe locale pour redresser le bâti sur les tubes diamètre 60
- **Redressage par grenailage (photo 1)**
 - Débrider les ferrures
 - Redresser le cadre sur l'outillage de soudure pour assurer le brochage.



Méthode de retouche :

- Déformations faibles (de l'ordre de 1mm ou moins) :
 - Retouche par grenailage de conformage (billes céramique ou billes d'acier.

- **Envoyer les éléments au contrôle Rx et endoscopie**

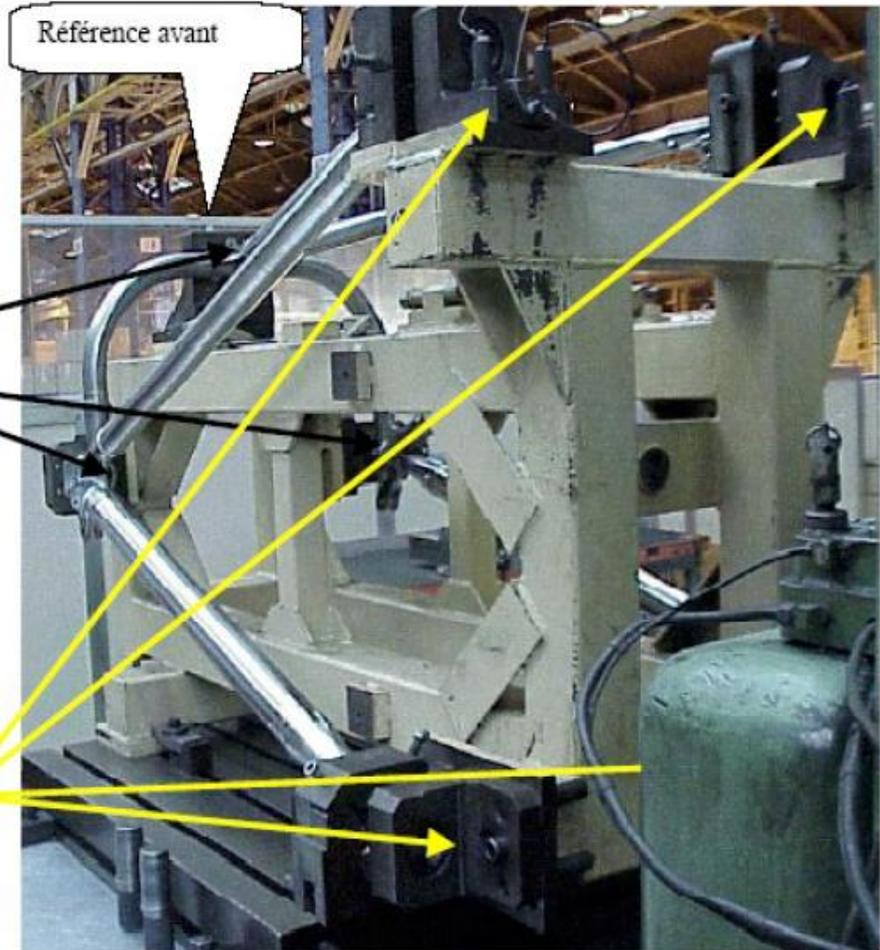
VI. ALESAGE

Monter l'outillage 33301.S541.12200.000 sur table d'aléuseuse, dégauchi dans rainure centrale par 2 broches 000 Ø 20

Présenter bâti moteur en appui sur plan Référence avant, brocher et brider

Broche rep.2 Ø 28 > 25.4
Broches rep. 5 Ø 30

Monter sur plage arrière, les ferrures de centrage aux 4 pieds
Rep. 19 à 22



- Vérifier le brochage avec rep. 12 (broche épaulée $\varnothing 40 > 37$. Immobiliser chaque ferrure avec l'aide des 4 vis de serrage sans bloquer la broche de centrage celle-ci doit rester libre.
- Si impossibilité de brochage dans l'alésage, faire redresser le bâti



Réglage des 4 extrémités.
Ne pas oublier les cales alu.

Réglage : Haut – Bas x2
Centrage en haut à gauche. [X.Y.W. zero] Pref..

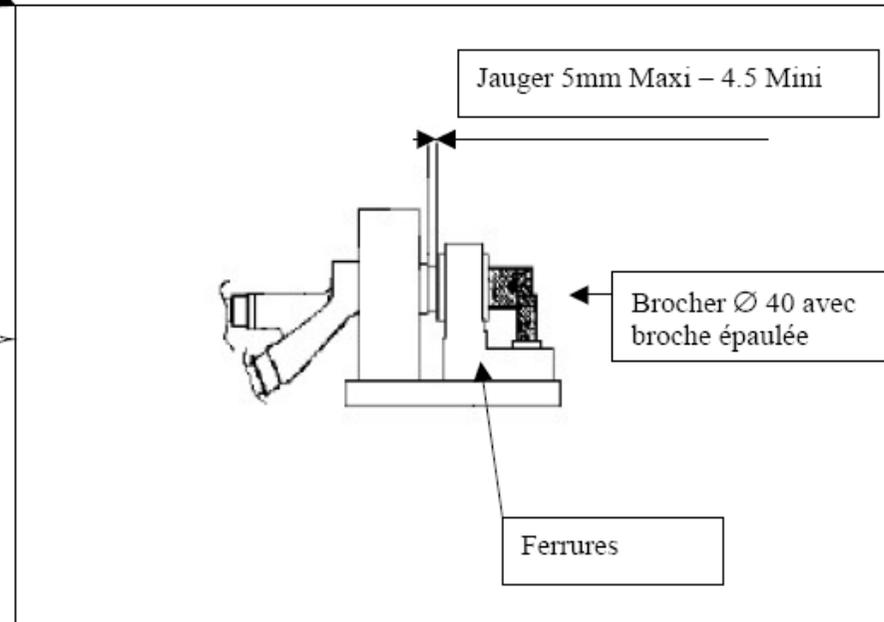
Pré-réglage Z
Aller au repère sur règle (72) X.Y.W



➤ **Réglage mise en longueur VOLOPTERE**

- Venir au centre des 4 bras
- Régler le voloptère à 1.6 de la surface avec les paillettes
- Blocage du Z (coulisse) avec la clé à douille et mise à zéro du vernier
- Reculer avec l'axe W
- Venir au zéro X-Y
- Démontage des 4 équerres + vis
- Surfaçage aux coordonnées (vit 250 tr/min)
- Ebavurage ext
- Remontage des 4 équerres
- Contrôler la côte de 5mm Maxi – 4.5 Mini

- Remonter les ferrures outillages et jauger la face des ferrures bâti soudé (5mm Maxi – 4.5 Mini.)
- Suivant entre-axes ci contre, aléser les 4 ferrures Ø40
- Vérifier le centrage au comparateur avant chaque alésage
- Démontet et protéger les ferrures avec bouchons plastiques



➤ Alésage

- Centrage sur la première équerre.
- Démontage de l'équerre.
- Usinage
- 1^{er} C.O long. Burin rayon 3.
- Calage en Z sur cale de 10 (le CO doit être en position côte finie)
- Vernier à zéro du Z.

EBAUCHE

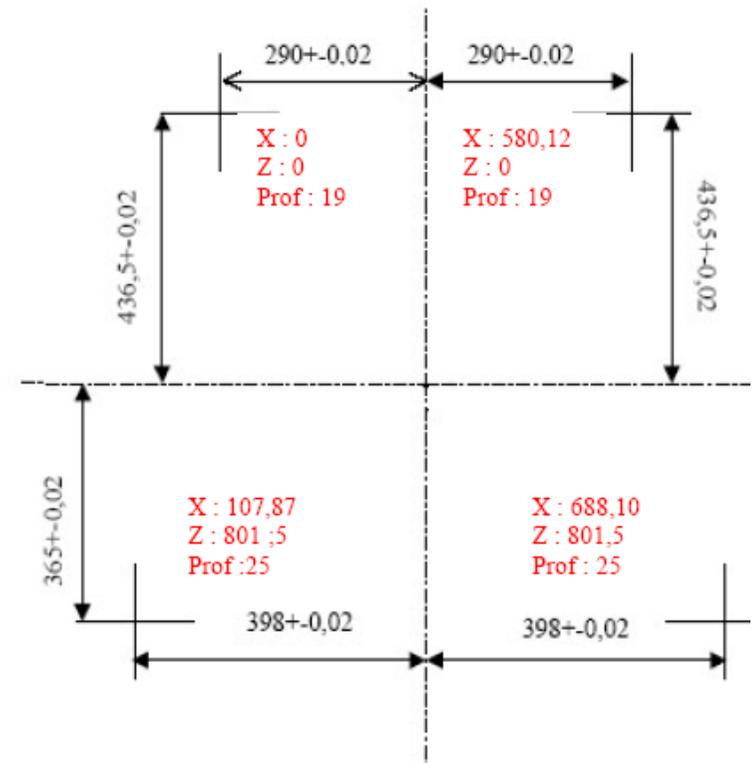
- Revenir à zéro sur le CO
- Usinage à 19,3 de profondeur en haut.
- 1 tour + moins de 1 tour
- Sur le 2^{ème} tour de vernier : Trait noir -14-
 Sur 19, stop rotation, laisser mourir
 Sur 19.3 retour inversion Z et marche rotation

PREFINITION

- Régler le CO à 1/10 du rep Rouge (+ 0.45 au vernier)
- Idem sauf : Arrêt rotation à 18.7 et inversion à 19.

FINITION

- Contrôler le \varnothing puis réglage du CO
- Idem sauf arrêt rotation 18.7 et inversion à 19



2^{ème} CO (court à 45°)

- Rotation: 250. Usinage juste au contact pour l'ébavurage de la face.

Pour les 2 alésages du bas de la pièce :

- Profondeur ébauche : 25 (arrêt broche), 25.3 (inversion usinage)
- Pré finition et finition : 24, 7 (arrêt broche), 25 (inversion / stop)
- Se recentrer à chaque trou (sur outillage)
- Faire auto- vérification

Famille 1 de nœud : usinage simple

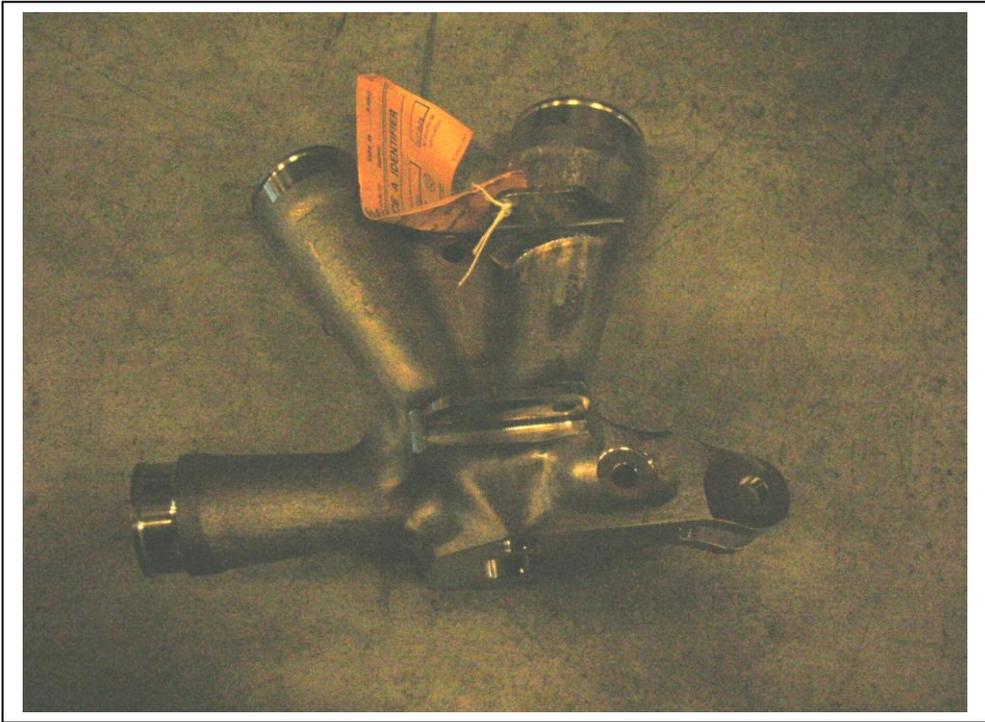


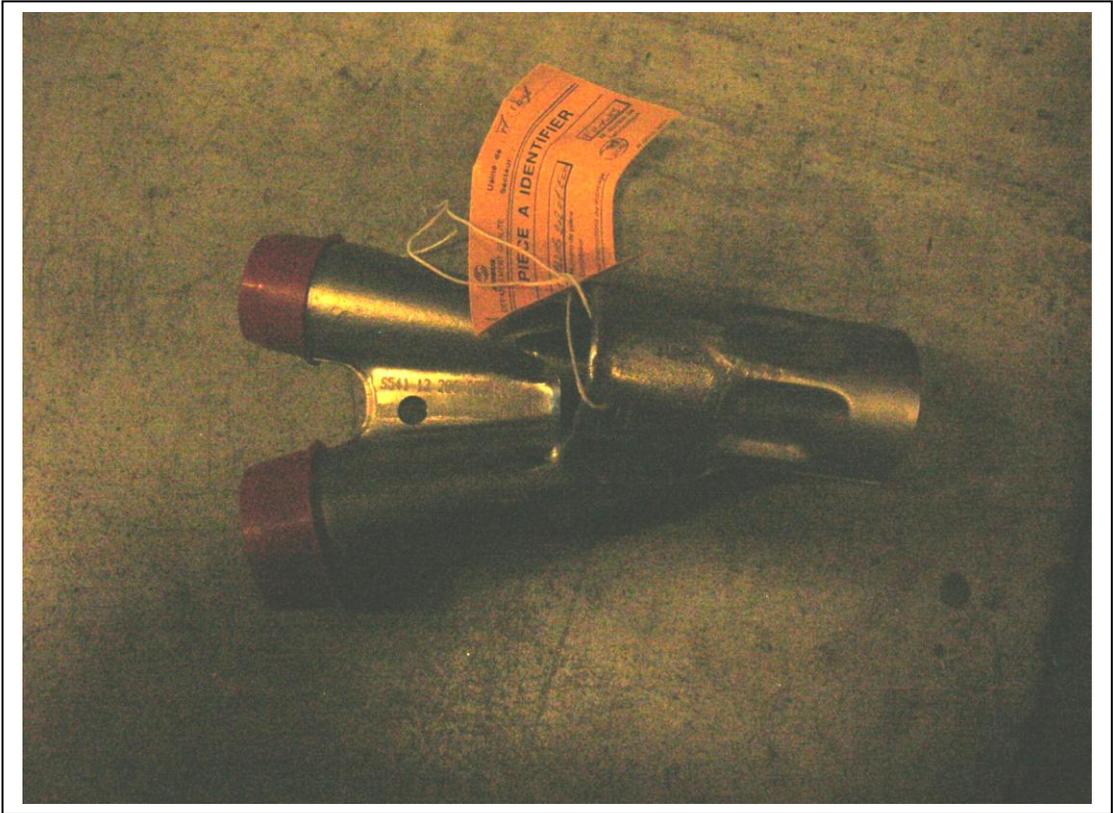






Famille 2 usinage et soudure



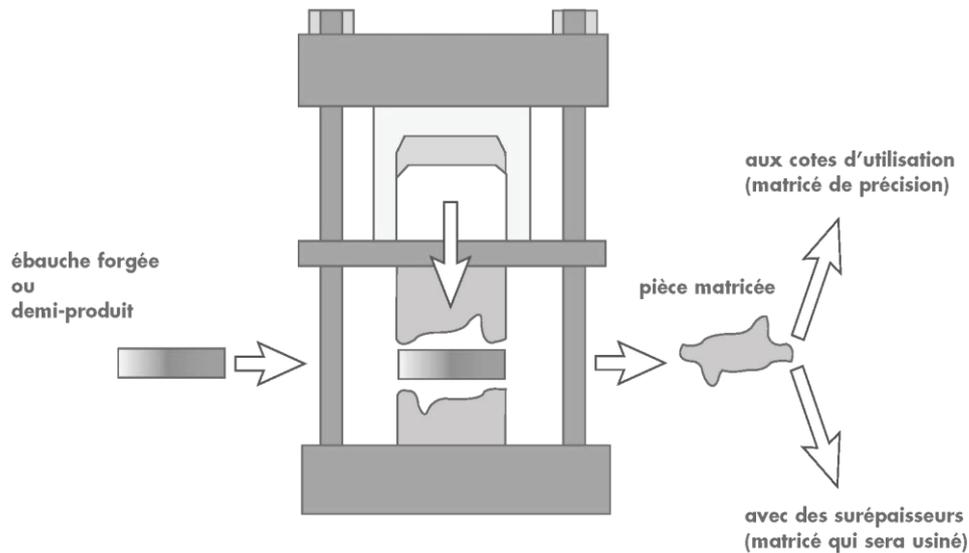


Famille 3 usinage et montage de rotule



Description de l'opération de matriçage réalisée par Aubert et Duval site de Pamiers pour les nœuds

Matriçage : Mise en forme de pièces complexes à partir d'une ébauche métallique entre deux outillages gravés.



Matriçage

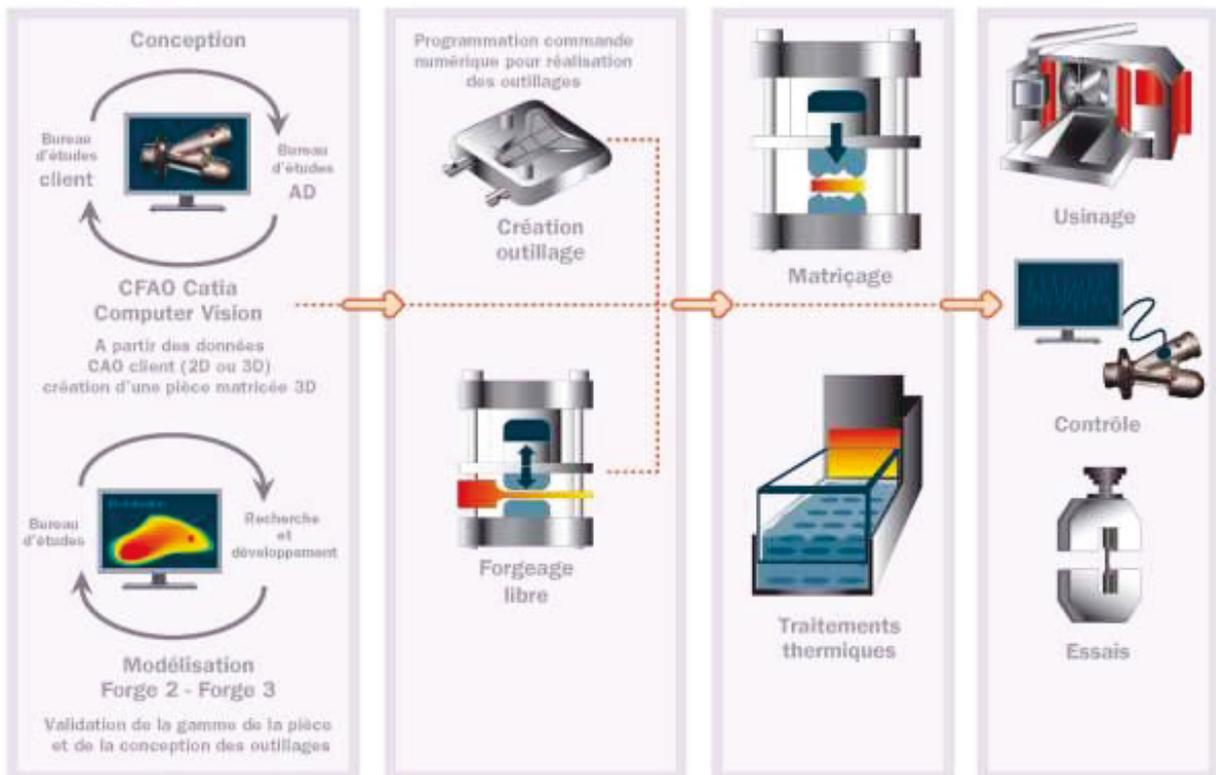


Figure 7

Autres process realise dans l'usine Aubert et Duval

L'ELABORATION

- ✓ Elaboration à l'air

La solidification peut être réalisée par coulée continue (limitation à certaines dimensions et certaines nuances d'acier) ou par coulée en lingots (fabrication de qualité spéciale, de plus hautes caractéristiques)

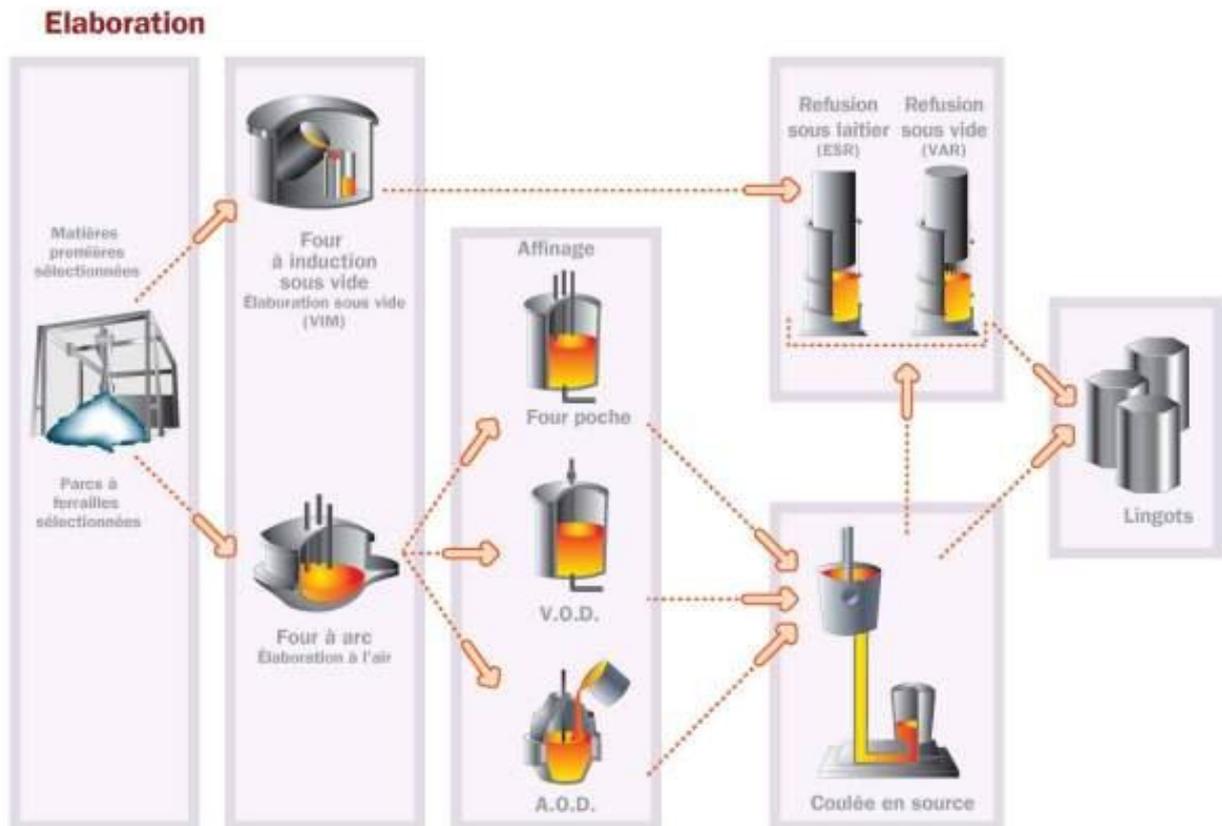
- ✓ Elaboration sous vide

Utilisée pour des alliages aux contraintes plus élevées

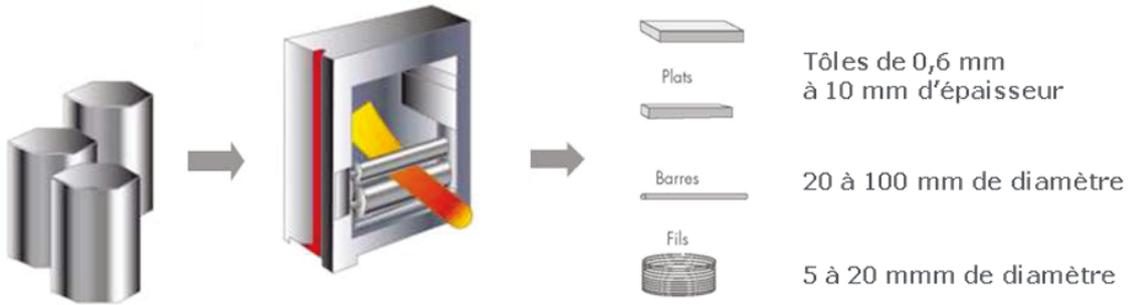
- ✓ Refusion

Peut être réalisée sous vide ou sous laitier. Permet d'améliorer les caractéristiques et la fiabilité des pièces.

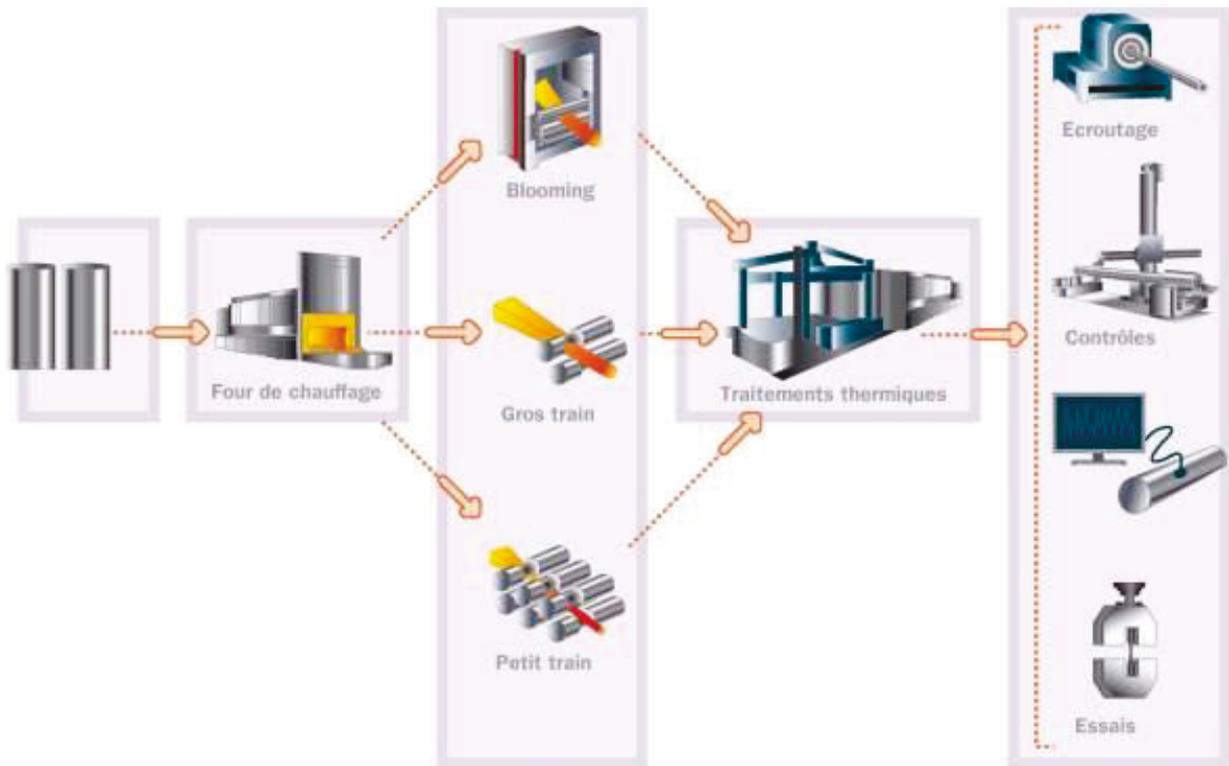
La refusion est utilisée pour certaines pièces critiques.



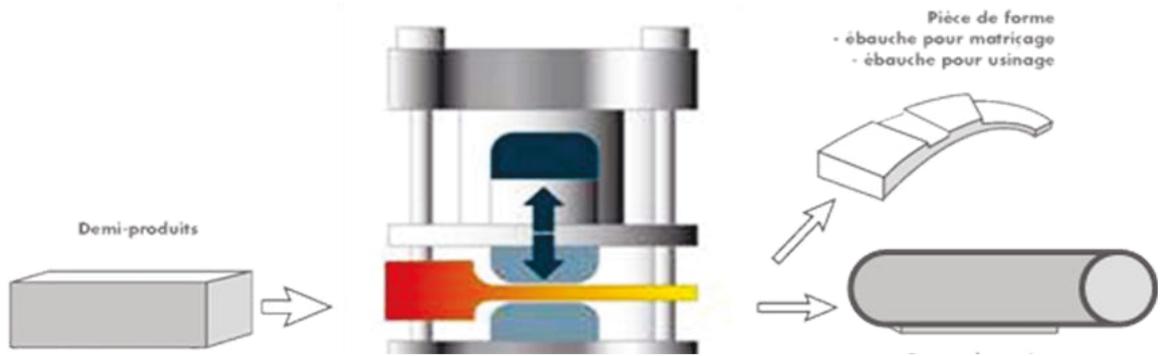
Laminage : Déformation du métal entre deux cylindres



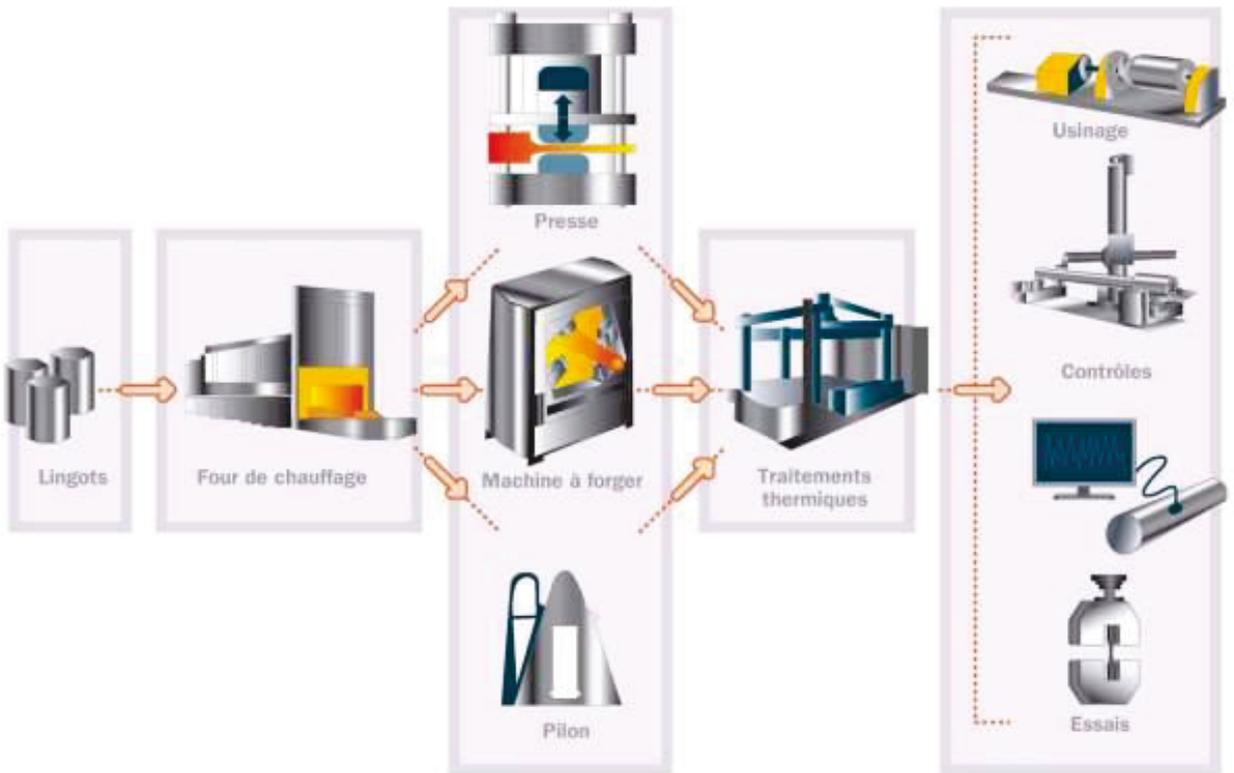
Laminage



Forgeage : Déformation du métal entre deux outils plats



Forgeage



Exemple de LAI

logo du fournisseur	CLIENT :		AIRBUS		PAGE 1 SUR 16	
	TRANSFERT :		AUBERT ET DUVAL PAMERS			
	PROGRAMME:		ATR			
	DOSSIER DERNIER ARTICLE FABRIQUE (LAST ARTICLE INSPECTION : LAI)					
	Formulaire 1/16 : Vérification référence article					
1. Référence Article AD-E24358 Airbus:554112203 203 00		2. Désignation de l'article FERRURE LATÉRALE DROITE			3. N°du rapport LAI	
4. Indice de modif. de l'article 000		5. Référence du plan 554112203	6. indice de modif. du plan D	7. Modif supplémentaires + Ind*		
8. Modif de la Revue LAI :		9 . Référence du dossier article : pièce élémentaire <input type="checkbox"/> article : ensemble <input type="checkbox"/>			10. Classe pièce : 1	
TABLEAU des références articles ou des références de sous ensembles nécessaires à la réalisation de l'ensemble mentionné ci-dessus (cas d'u assemblage)						
11. Référence article		12. Indice	13. Désignation de l'article		14. Classe Pièce	15. N°de LAI article
16. Éléments joints au rapport LAI						
			OUI	NON	Observations	
Relève dimensionnel article (formulaire 2)			X			
Pièce LAI fournie par le client (formulaire 2)			X			
Identification des écarts (formulaire 3)			X			
Dossier de définition (Plan & nomenclature et modif supplémentaires)*				X		
Outils fournis par le client (formulaire 2)				X		
17. SYNTHÈSE / SANCTION LAI						
Conformité			OUI	NON	Observations	
Conformité par rapport à la définition de la pièce LAI						
18. NOM / MARQUE CONTROLEUR :					date:	
19. DECISION CLIENT/EVOLUTION						
constat			OUI	NON	date:	commentaires
LAI acceptable						
20. NOM / VISA SANCTION CLIENT :					date:	

										PAGE 2 SUR 18					
DOSSIER DERNIER ARTICLE (LAST ARTICLE INSPECTION : LAI) FORMULAIRE 2 : Vérification des caractéristiques et outillages															
1. Report marquage pièce LAI:					2. Désignation de l'article LATERALE DROITE			FERRURE					3. N° du rapport LAI/		
Vérification des caractéristiques					Résultats de contrôle / d'essais					Liste outillages					
4. N°	5. Localisation	6. Classification de la caractéristique	7. Exigences définition		8. Résultats R1	9. Outillage spécifique / moyen de contrôle	10. N° de non-conformité	Type outillage	N°outillage	Vérification périodique O/N					
			Valeur	Tolérance											
1	K8	2 trous suivant NSA 2010-101	8,337	+0.2 0	3,38	GL810653	-	-	-	-	-	-			
2	J6		22	±0.2	22,04	GL810653	-	-	-	-	-	-			
3	J6		12,5	±0.2	12,57	51001	-	-	-	-	-	-			
4	J6		R8 MINI	±0.3	8,5	Jauge à rayon	-	-	-	-	-	-			
5	I6		50	±0.2	49,87	51001	-	-	-	-	-	-			
6	K5		38°	±0.5°	Conforme	52001	-	-	-	-	-	-			
7	L5		Localisation	Ø0.2	Conforme	99001	-	-	-	-	-	-			
8	K5		Ø47	± 0.1	46.93 à 47.03	GL810653	-	-	-	-	-	-			
9	J5		Ø45	+0.15 +0.1	45,11	38020	-	-	-	-	-	-			
10	K5		Ø40	± 0.1	39,99	38020	-	-	-	-	-	-			
11	K5		R0.2		Conforme	52001	-	-	-	-	-	-			
12	K5		1	+0.2 0	1,08	0002276	-	-	-	-	-	-			
CONFORME <input type="checkbox"/>								NON-CONFORME <input type="checkbox"/>					OBSERVATIONS :		
Etabli par : J.MONGE										Date 04/02/2010					

**DOSSIER DERNIER ARTICLE (LAST ARTICLE INSPECTION : LAI)
FORMULAIRE 2 : Vérification des caractéristiques et outillages**

1. Report marquage pièce LAI:

2. Désignation de l'article
LATERALE DROITE

FERRURE

3. N° du rapport LAI/

Vérification des caractéristiques					Résultats de contrôle / d'essais			Liste outillages		
4. N°	5. Localisation	6. Classification de la caractéristique	7. Exigences définition		8. Résultats R1	9. Outillage spécifique / moyen de contrôle	10. N° de non-conformité	Type outillage	N° outillage	Vérification périodique O/ N
			Valeur	Tolérance						
13	K5		Ø45	±0.1	44.95 à 45.05	GL810653	-	-	-	-
14	K5		2.5	±0.1	2.49	52001	-	-	-	-
15	L5		14.7	±0.1	conforme	52001	-	-	-	-
16	K5		R1.2	+0.3 0	conforme	52001	-	-	-	-
17	K5		R2.5	+0.3 0	conforme	52001	-	-	-	-
18	J4		28.4	±0.2	28.36	51001	-	-	-	-
19	J4		Ø3	±0.2	3.18	GL810653	-	-	-	-
20	K4		32	±0.2	31.72	99001	-	-	-	-
21	K4		12	±0.2	12.06	51001	-	-	-	-
22	K4		Ø8.1	±0.1	8.10	GL810653	-	-	-	-
23	K3		40	±0.1	40.01	GL810653	-	-	-	-
24	K3		R10 MINI	MINI	10	jauge à rayon	-	-	-	-
CONFORME <input type="checkbox"/> NON-CONFORME <input type="checkbox"/>								OBSERVATIONS :		
Etabli par : J.MONGE								Date 04/02/2010		

**DOSSIER DERNIER ARTICLE (LAST ARTICLE INSPECTION : LAI)
FORMULAIRE 2 : Vérification des caractéristiques et outillages**

1. Report marquage pièce LAI:

2. Désignation de l'article
LATERALE DROITE

FERRURE

3. N° du rapport LAI/

Vérification des caractéristiques					Résultats de contrôle / d'essais			Liste outillages		
4. N°	5. Localisation	6. Classification de la caractéristique	7. Exigences définition		8. Résultats R1	9. Outillage spécifique / moyen de contrôle	10. N° de non-conformité	Type outillage	N° outillage	Vérification périodique O/N
			Valeur	Tolérance						
37	J2		32	±0.2	32,09	GL810653	-	-	-	-
38	J2		Ø40	±0.1	39,99	36020	-	-	-	-
39	J2		Ø36	±0.2	36,13	36019	-	-	-	-
40	J2		Ø32	±0.2	32,04	36019	-	-	-	-
41	J2		Ø26	±0.2	26,14	36018	-	-	-	-
42	J1		R2.5	+0.5 0	conforme	52001	-	-	-	-
43	J1		Ø21	±0.2	20,79	36017	-	-	-	-
44	J1		Ø12	±0.2	12,02	36015	-	-	-	-
45	K1		113,5	±0.2	113,2	51001	-	-	-	-
46	K1		108,5	±0.4	108,4	0002276	-	-	-	-
47	K1		89,5	±0.2	89,31	0002276	-	-	-	-
48	K1		63,5	±0.2	63,38	0002276	-	-	-	-
CONFORME <input type="checkbox"/> NON-CONFORME <input type="checkbox"/>								OBSERVATIONS :		
Etabli par : J.MONGE								Date 04/02/2010		

							PAGE 6 SUR 16					
DOSSIER DERNIER ARTICLE (LAST ARTICLE INSPECTION : LAI) FORMULAIRE 2 : Vérification des caractéristiques et outillages												
1. Report marquage pièce LAI:				2. Désignation de l'article LATERALE DROITE			FERRURE			3. N° du rapport LAI/		
Vérification des caractéristiques					Résultats de contrôle / d'essais			Liste outillages				
4. N°	5. Localisation	6. Classification de la caractéristique	7. Exigences définition		8. Résultats R1	9. Outillage spécifique / moyen de contrôle	10. N° de non-conformité	Type outillage	N° outillage	Vérification périodique O/N		
			Valeur	Tolérance								
49	K1		45,5	±0.2	45.30	0002278	-	-	-	-		
50	K2		30,5	±0.2	30.22	0002278	-	-	-	-		
51	I1		29,4	±0.2	29.41	51001	-	-	-	-		
52	I2		∅30	+0.05 +0.01	30.03	36019	-	-	-	-		
53	I2		Perpendicularité	0.05 B	conforme	99001	-	-	-	-		
54	I2		∅16.5	±0.1	16.53	36016	-	-	-	-		
55	H2		R0.2	+0.3 0	conforme	52001	-	-	-	-		
56	H2		CH0.5 A 45°	±0.4	conforme	52001	-	-	-	-		
57	H2		50	±0.2	50.16	51001	-	-	-	-		
58	H2		7.5	+0.5 0	7.76	0002278	-	-	-	-		
59	G2		R0.5	+0.3 0	conforme	52001	-	-	-	-		
60	G1		∅34	±0.2	33.96	GL810653	-	-	-	-		
CONFORME <input checked="" type="checkbox"/>								NON-CONFORME <input type="checkbox"/>		OBSERVATIONS :		
Etabli par : J.MONGE								Date 04/02/2010				

							PAGE 7 SUR 16					
DOSSIER DERNIER ARTICLE (LAST ARTICLE INSPECTION : LAI) FORMULAIRE 2 : Vérification des caractéristiques et outillages												
1. Report marquage pièce LAI:				2. Désignation de l'article LATERALE DROITE			FERRURE			3. N° du rapport LAI/		
Vérification des caractéristiques					Résultats de contrôle / d'essais				Liste outillages			
4. N°	5. Localisation	6. Classification de la caractéristique	7. Exigences définition		8. Résultats R1	9. Outillage spécifique / moyen de contrôle	10. N° de non-conformité	Type outillage	N° outillage	Vérification périodique O/ N		
			Valeur	Tolérance								
61	H1		Ø16	±0.2	16.03	GL810653	-	-	-	-		
62	H1		R2.5	±0.4	Conforme	Jauge à rayon	-	-	-	-		
63	H1		5	±0.1	4.5 à 4.8	0002276	-	-	-	-		
64	H1		R3	±0.3	R2.5 / R3	Jauge à rayon	-	-	-	-		
65	H1		4	±0.1	3.95	51001	-	-	-	-		
66	H1		4	±0.1	4.01	GL810653	-	-	-	-		
67	H1		10	±0.1	9.95	GL810653	-	-	-	-		
68	G1		17	MINI	17.36	51001	-	-	-	-		
69	G1		90°	±0.5°	Conforme	99001	-	-	-	-		
70	I3		R3	±0.3	Conforme	Jauge à rayon	-	-	-	-		
71	I3		0,1	±0.1	0,4	51001	-	-	-	-		
72	H3		R50	±0.2	51.8	99001	-	-	-	-		
CONFORME <input type="checkbox"/>								NON-CONFORME <input type="checkbox"/>				
Etabli par : J.MONGE								OBSERVATIONS :				
								Date 04/02/2010				

							PAGE 8 SUR 16				
DOSSIER DERNIER ARTICLE (LAST ARTICLE INSPECTION : LAI) FORMULAIRE 2 : Vérification des caractéristiques et outillages											
1. Report marquage pièce LAI:				2. Désignation de l'article LATERALE DROITE			FERRURE		3. N° du rapport LAI/		
Vérification des caractéristiques				Résultats de contrôle / d'essais				Liste outillages			
4. N°	5. Localisation	6. Classification de la caractéristique	7. Exigences définition		8. Résultats R1	9. Outillage spécifique / moyen de contrôle	10. N° de non-conformité	Type outillage	N° outillage	Vérification périodique O/N	
			Valeur	Tolérance							
73	H3		70	±0.2	70.82 à 71.22	51001	-	-	-	-	
74	H2		27	±0.2	27.20	51001	-	-	-	-	
75	H4		4	±0.1	3.84	99001	-	-	-	-	
76	H4		32	±0.2	31.98	51001	-	-	-	-	
77	G4		136,4	0 -0.1	136.80	51001	-	-	-	-	
78	G4		67.2	0 -0.1	67.47	51001	-	-	-	-	
79	F4		20.873°	±0.16	20.865	99001	-	-	-	-	
80	F3		18.118°	±0.16	18.106	99001	-	-	-	-	
81	G3		69.2	0 -0.1	69.59	51001	-	-	-	-	
82	F2		R2.5	+0.3 0	conforme	52001	-	-	-	-	
83	F2		Ø60	±0.1	59.93 à 60.07	36022	-	-	-	-	
84	F2		R1.2	+0.3 0	conforme	52001	-	-	-	-	
CONFORME <input type="checkbox"/>							NON-CONFORME <input type="checkbox"/>			OBSERVATIONS :	
Etabli par : J.MONGE							Date 04/02/2010				

							PAGE 9 SUR 18					
DOSSIER DERNIER ARTICLE (LAST ARTICLE INSPECTION : LAI) FORMULAIRE 2 : Vérification des caractéristiques et outillages												
1. Report marquage pièce LAI:				2. Désignation de l'article LATERALE DROITE			FERRURE			3. N° du rapport LAI/		
Vérification des caractéristiques					Résultats de contrôle / d'essais			Liste outillages				
4. N°	5. Localisation	6. Classification de la caractéristique	7. Exigences définition		8. Résultats R1	9. Outillage spécifique / moyen de contrôle	10. N° de non-conformité	Type outillage	N° outillage	Vérification périodique O/N		
			Valeur	Tolérance								
85	F2		2,5	±0.1	Conforme	52001	-	-	-	-		
86	F1		14,7	±0.1	Conforme	52001	-	-	-	-		
87	E1		Localisation	∅0.2	Conforme	99001	-	-	-	-		
88	E2		38°	±0.5°	Conforme	52001	-	-	-	-		
89	E2		∅82	±0.1	61.90 à 62.10	38022	-	-	-	-		
90	E2		∅80	+0.15 +0.10	60.10	38021	-	-	-	-		
91	E2		∅54	±0.1	54,01	38021	-	-	-	-		
92	E2		R0.2	±0.3	Conforme	52001	-	-	-	-		
93	E2		1	+0.2 0	1.06	0002278	-	-	-	-		
94	G6		114	±0.4	114.14	51001	-	-	-	-		
95	G6		9	±0.1	9.13	51001	-	-	-	-		
96	G6		R4	±0.3	Conforme	Jauge à rayon	-	-	-	-		
CONFORME <input type="checkbox"/>								NON-CONFORME <input type="checkbox"/>				
Etabli par : J.MONGE								OBSERVATIONS :				
								Date 04/02/2010				

										PAGE 10 SUR 18			
DOSSIER DERNIER ARTICLE (LAST ARTICLE INSPECTION : LAI) FORMULAIRE 2 : Vérification des caractéristiques et outillages													
1. Report marquage pièce LAI:				2. Désignation de l'article LATERALE DROITE				FERRURE				3. N° du rapport LAI/	
Vérification des caractéristiques					Résultats de contrôle / d'essais				Liste outillages				
4. N°	5. Localisation	6. Classification de la caractéristique	7. Exigences définition		8. Résultats R1	9. Outillage spécifique / moyen de contrôle	10. N° de non-conformité	Type outillage	N° outillage	Vérification périodique O/ N			
			Valeur	Tolérance									
97	G6		3	±0.1	3.06	GL810653	-	-	-	-			
98	E6		3.112°	±0.16	3.039	99001	-	-	-	-			
99	E5		2.317°	±0.16	2.296	99001	-	-	-	-			
100	F5		R2.5	+0.3 0	Conforme	52001	-	-	-	-			
101	F5		14.7	±0.1	Conforme	52001	-	-	-	-			
102	F5		R1.2	+0.3 0	Conforme	52001	-	-	-	-			
103	F5		2.5	±0.1	Conforme	52001	-	-	-	-			
104	FE5		38°	±0.5°	Conforme	52001	-	-	-	-			
105	E5		Localisation	Ø0.2	Conforme	99001	-	-	-	-			
106	E5		Ø52	±0.1	52.03	GL810653	-	-	-	-			
107	E4		Ø50	0.16 +0.10	50.12	36021	-	-	-	-			
108	E5		Ø45	±0.1	45.03	36020	-	-	-	-			
CONFORME <input type="checkbox"/>								NON-CONFORME <input type="checkbox"/>				OBSERVATIONS :	
Etabli par : J.MONGE													
Date 04/02/2010													

							PAGE 11 SUR 16					
DOSSIER DERNIER ARTICLE (LAST ARTICLE INSPECTION : LAI) FORMULAIRE 2 : Vérification des caractéristiques et outillages												
1. Report marquage pièce LAI:				2. Désignation de l'article LATERALE DROITE			FERRURE			3. N° du rapport LAI/		
Vérification des caractéristiques					Résultats de contrôle / d'essais			Liste outillages				
4. N°	5. Localisation	6. Classification de la caractéristique	7. Exigences définition		8. Résultats R1	9. Outillage spécifique / moyen de contrôle	10. N° de non-conformité	Type outillage	N° outillage	Vérification périodique O/ N		
			Valeur	Tolérance								
109	E5		R0.2	±0.4	conforme	52001	-	-	-	-		
110	E4		1	+0.2 0	1.08	0002276	-	-	-	-		
111	F4		Ø50	±0.1	50.05	GL810653	-	-	-	-		
112	C5		62	±0.2	61.71	0002276	-	-	-	-		
113	C5		39	±0.2	38.90	0002276	-	-	-	-		
114	C5		27	±0.2	26.83	0002276	-	-	-	-		
115	D5		R2.5	+0.5 0	conforme	52001	-	-	-	-		
116	C4		78	±0.2	77.85	0002276	-	-	-	-		
117	C4		101	±0.4	100.84	0002276	-	-	-	-		
118	C4		130	±0.4	129.81	0002276	-	-	-	-		
119	B5		Ø45	±0.1	45.03	38020	-	-	-	-		
120	B5		Ø42	±0.2	42.09	38020	-	-	-	-		
CONFORME <input type="checkbox"/>								NON-CONFORME <input type="checkbox"/>		OBSERVATIONS :		
Etabli par : J.MONGE								Date 04/02/2010				

										PAGE 12 SUR 16			
DOSSIER DERNIER ARTICLE (LAST ARTICLE INSPECTION : LAI) FORMULAIRE 2 : Vérification des caractéristiques et outillages													
1. Report marquage pièce LAI:				2. Désignation de l'article LATERALE DROITE				FERRURE				3. N° du rapport LAI/	
Vérification des caractéristiques					Résultats de contrôle / d'essais					Liste outillages			
4. N°	5. Localisation	6. Classification de la caractéristique	7. Exigences définition		8. Résultats R1	9. Outillage spécifique / moyen de contrôle	10. N° de non-conformité	Type outillage	N° outillage	Vérification périodique O/ N			
			Valeur	Tolérance									
121	B5		Ø36	±0.2	36.12	36019	-	-	-	-			
122	B5		Ø32	±0.2	32.04	36019	-	-	-	-			
123	B5		Ø26	±0.2	26.14	36018	-	-	-	-			
124	B5		Ø18	±0.2	18.05	36016	-	-	-	-			
125	D5		Ø12	±0.2	12.03	36015	-	-	-	-			
126	D4		Ø12	±0.2	12.03	36015	-	-	-	-			
127	C2		R2.5	+0.5 0	conforme	52001	-	-	-	-			
128	C3		63	±0.2	62.91	0002276	-	-	-	-			
129	C2		45	±0.2	44.99	0002276	-	-	-	-			
130	C2		27	±0.2	26.90	0002276	-	-	-	-			
130	C2		80	±0.2	79.75	0002276	-	-	-	-			
132	C2		91	±0.2	90.84	0002276	-	-	-	-			
CONFORME <input type="checkbox"/>								NON-CONFORME <input type="checkbox"/>					
Etabli par : J.MONGE										OBSERVATIONS :			
										Date 04/02/2010			

										PAGE 13 SUR 16	
DOSSIER DERNIER ARTICLE (LAST ARTICLE INSPECTION : LAI) FORMULAIRE 2 : Vérification des caractéristiques et outillages											
1. Report marquage pièce LAI:				2. Désignation de l'article LATERALE DROITE			FERRURE	3. N° du rapport LAI/			
Vérification des caractéristiques					Résultats de contrôle / d'essais			Liste outillages			
4. N°	5. Localisation	6. Classification de la caractéristique	7. Exigences définition		8. Résultats R1	9. Outillage spécifique / moyen de contrôle	10. N° de non-conformité	Type outillage	N° outillage	Vérification périodique O/ N	
			Valeur	Tolérance							
133	C2		110	±0.4	109,93	0002276	-	-	-	-	
134	C2		130	±0.4	129,6	2276	-	-	-	-	
135	B2		Ø54	±0.1	54,01	36021	-	-	-	-	
136	B2		Ø48	±0.2	48,11	36020	-	-	-	-	
137	B2		Ø42	±0.2	42,1	36020	-	-	-	-	
138	B2		Ø36	±0.2	36,14	36019	-	-	-	-	
139	B2		Ø32	±0.2	32,04	36019	-	-	-	-	
140	B2		Ø26	±0.2	26,14	36018	-	-	-	-	
141	B2		Ø18	±0.2	18,05	36016	-	-	-	-	
							-	-	-	-	
							-	-	-	-	
							-	-	-	-	
CONFORME <input type="checkbox"/> NON-CONFORME <input type="checkbox"/>								OBSERVATIONS :			
Etabli par : J.MONGE								Date 04/02/2010			

	CLIENT :	AIRBUS	PAGE 14 SUR 16
	TRANSFERT:	AUBERT ET DUVAL PAMERS	
	PROGRAMME :	ATR	
	DOSSIER DERNIER ARTICLE (LAST ARTICLE INSPECTION : LAI)		
	Formulaire 3/3 : Identification des Ecarts		
1. Référence Article E24358	2. Désignation de l'article FERRURE LATÉRALE DROITE	3. N°du rapport LAI	
4. ECARTS CONSTATÉS		5. PILOTE	6 DELAI
Plan N20: 32a0,2 relevé à 31.72 soit HT de 0,08 Distance 08,1 et origine			
Plan N25: 16.75a0,2 relevé à 15.333 soit HT de 0,0 8 Origine et axe Chape			
Plan N29: 27a0,2 relevé à 25.95 soit HT de 0.85 Profondeur Chape			
Plan N50: 95a0,2 relevé à 94.022 soit HT de 0.778 Axe chape/ origine			
Plan N63: 021a0,2 relevé à 20.79 soit HT de 0,01Avant Dernier Ø perçage petit ØI			
Plan N50: 30.5a0,2 relevé à 30.22 soit HT de 0.08 profondeur Ø40 petit ØI			
Plan N63: 5a0,1 relevé à 4.5 à 4.8 soit HT maxi 0.4 profondeur taraudage			
Plan N66: R3 : 1 Rayon relevé à 3 et l'autre à 2.5 rayon fond de bas de la nervure			
Plan N71: 0.1a0,1 relevé à 0.4 soit HT de 0,2 détail vue de face côté chape sorti et profondeur de fraisage face arrière			
Plan N72: R50a0,2 relevé à 51.8 soit HT de 1.8 détail vue de face côté chape sorti Rayon de fraisage face arrière			
Plan N73: 70a0,2 relevé à 70.82 à 71.22 soit HT de 1.02 vue de face côté chape soit longueur de fraisage face arrière induit par fils avec les 2 côtés précédentes, Usinage du R50 parallèle à l'usinage de la chape et non perpendiculaire au plan de pose. VOIR ANNEXE			
			Date 04/02/2018

Usinage détournage rayon non portés au plan

pages

16/16



Reste trace de brut



RESUME

Le sujet de mon mémoire porte sur un nouveau processus appelé Verticale Intégration

En effet, pour faire face aux prévisions de cadence futures, nous devons nécessairement revoir nos outils et moyens de production. Afin de gagner en cycle et faire des gains financier..

Ce nouvel processus de production nous permettra de gagner en réactivité car nous aurons un seule interlocuteur, en cycle et en gestion des stocks car il y aura un seul stock a gérer pour Airbus

Mots clés : Verticale intégration, processus, amélioration continue, cycle, réactivité.

SUMMARY

The subject of my report concerns a new process called Vertical Integration

Indeed, to face the future forecasts ramp up, we inevitably have to improve our tools and our production process. To win in cycle and make financial earnings.

This new process of production will allow us to win in ability to react because we shall have only one interlocutor, in cycle and in stock policy because there will be a single stock has to manage for Airbus

Key words:, Vertical integration,process, improvement,cycle,reactivity