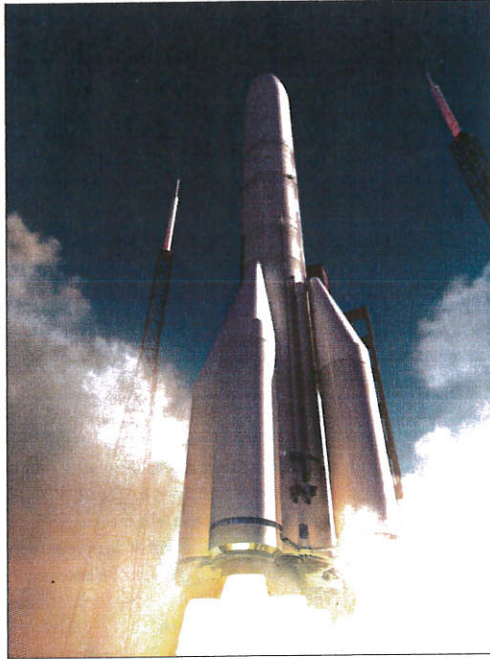


RJ Industrie remporte un important contrat pour Ariane 6

RJ Industrie (Groupe Roux Jourfier), spécialiste des solutions techniques intégrées pour l'industrie, vient de remporter un important contrat dans le domaine spatial avec Airbus Safran Launchers (ASL).

Avec un premier lancement prévu en 2020, le programme Ariane 6 est déjà bien avancé du point de vue technique et présente son lot d'innovations. Reste à prouver qu'il est concurrentiel ! Pour l'agence spatiale européenne (ESA) et les industriels européens, le programme Ariane 6 a pour objectif de garantir l'accès à l'espace pour l'Europe tout en restant compétitif. Il faut dire que la concurrence mondiale sur les lanceurs est devenue féroce, notamment face à des acteurs comme l'américain Space X avec son lanceur Falcon 9, qui voit son projet de lanceur réutilisable prendre forme (l'entreprise a réussi à poser en avril dernier le premier étage sur une barge en mer). C'est pourquoi ce sont désormais les coûts de développement et d'exploitation qui guident les choix technologiques et organisationnels dans les projets de nouveaux lanceurs européens.

Le programme Ariane 6 a été lancé le 2 décembre 2014 lors du Conseil ministériel de l'EsA à Luxembourg, lorsque les États membres européens ont décidé



Copyright Airbus Safran Launchers 2016.

de se doter d'un nouveau lanceur, modulaire, flexible et compétitif, toujours aussi fiable afin de garantir la continuité de l'accès européen à l'espace. Ariane 6 existera en deux versions : Ariane 62 (avec deux propulseurs à poudre) et Ariane 64 (avec quatre propulseurs à poudre).

Ariane 6 est un lanceur qui répond aux attentes du marché des satellites de masse moyenne (jusqu'à 5 tonnes) ou de masse lourde (jusqu'à 10,5 tonnes) en orbite géostationnaire.

Le terrain industriel déjà préparé

Toute la recherche et l'industrialisation d'Ariane 6 pilotée par Airbus Safran Launchers (ASL) se fait via une organisation ouverte, en mode coopératif : les ingénieurs des différents partenaires (Air Liquide ou encore Sabca, Ruag...) partagent un même plateau de travail aux Mureaux (78) et les modifications apportées par les uns et les autres apparaissent sur une maquette numérique commune. Airbus Safran Launchers a aussi déjà préparé la production industrielle en regroupant les fabrications par pôles d'excellences européens (par exemple

pièces métalliques en Allemagne avec MT Aerospace, pièces composites en Espagne par Airbus). Le terrain de 20 000 m² au Centre Spatial Guyanais sur lequel sera édifié le bâtiment d'assemblage dont la livraison est prévue courant 2017 est en chantier. Et cette fois, véritable nouveauté, toute la chaîne de fabrication-intégration est prévue à l'horizontale. De son côté, le CNES (responsable du chantier de l'ensemble de lancement) a déjà entamé l'excavation pour le nouveau pas de tir. Tout devra être opérationnel en 2019 pour les premiers tests d'ensemble avant le vol inaugural prévu en 2020.

LE PARTENARIAT

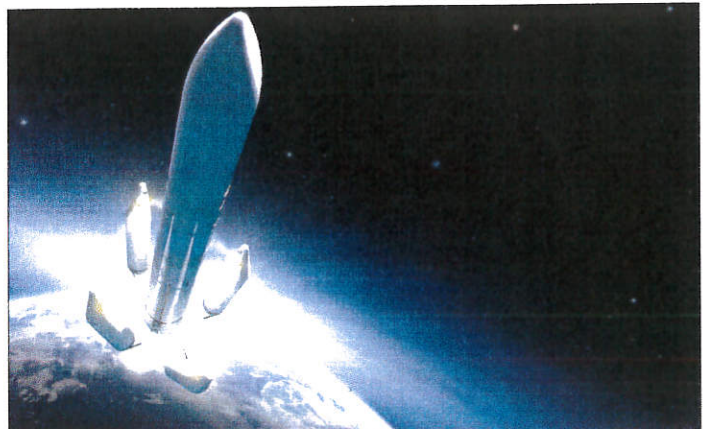
Une étroite collaboration a été mise en place entre Airbus Safran Launchers, l'Institut de Soudure (expérience du FSW et moyens au niveau du Centre IS de Goin) et RJ Industrie (expérience et savoir-faire dans la réalisation d'outillages complexes de grandes dimensions). Les paramètres du procédé ont été établis et des démonstrateurs représentatifs d'une virole de réservoir ont été réalisés avec succès et validés jusqu'à un niveau de qualification TRL5. Le procédé FSW est aujourd'hui la technologie d'assemblage choisie par Airbus Safran Launchers pour l'assemblage des réservoirs cryotechniques du prochain lanceur européen Ariane 6.

Utilisation des composants du marché et innovation

Pour limiter les coûts, l'idée est de trouver, sur les marchés de pointe comme l'aviation civile, la téléphonie ou l'automobile, les composants utiles au lanceur sans avoir à les fabriquer spécifiquement. La structure globale d'Ariane 6 reprend celle d'Ariane 5 pour une fabrication en série et joue sur la commonalité en utilisant les boosters P120C utilisés sur Vega (plus de 140 tonnes de propegol solide), un premier étage cryotechniques propulsé par le moteur Vulcain 2, déjà utilisé par Ariane 5 mais qui sera mis en œuvre dans une version modernisée et simplifiée (V2.1), et un deuxième étage utilisant le moteur Vinci à propulsion cryotechnique, en cours de déve-



Fabrice Roux, président du groupe RJ.



loppement. Il s'agit d'un moteur réallumable permettant des manœuvres orbitales complexes, pour installer par exemple, deux satellites à des orbites différentes.

Un gros travail d'innovation est fourni sur les matériaux et les techniques de fabrication de certaines pièces (composite bobiné sur les corps de propulseurs à la place d'une structure métallique, soudure par friction-malaxage (FSW) en lieu et place de la soudure TIG, pièces obtenues par fabrication additive etc.). Pour mener à bien le développement du système lanceur Ariane 6, Airbus Safran Lanceurs s'appuie sur plusieurs contrats avec ses partenaires industriels.

Par exemple, un contrat va permettre de fournir les moyens industriels pour assembler et souder les structures métalliques (viroles et fond d'une hauteur de 3,5 mètres chacune) qui constituent un réservoir d'un diamètre de 5,4 mètres : ce sont les fonctions du système industriel commandé par Airbus Safran Launchers (ASL) à l'une des filiales du groupe auvergnat Roux-Jourfier (RJ Industrie). Cet ensemble de 30 millions d'euros, dont la livraison est prévue pour février 2018, assurera plusieurs fonctions : bridage, usinage, soudage, contrôle non destructif et contrôle géométrique. Ce système privilégie l'automatisation et la technologie de soudage par friction malaxage FSW (Friction Stir Welding), développée avec un partenaire suédois. Pour Fabrice Roux, Président du Groupe Roux Jourfier, « *cette reconnaissance par Airbus Safran Launchers démontre la capacité et le savoir-faire des équipes de RJ dans l'accompagnement des*

projets industriels d'envergure et l'élaboration de solutions globales high-tech pour les grands donneurs d'ordre ».

Expérience et investissement

Le groupe Roux-Jourfier (RJ), c'est l'histoire d'un groupe leader régional de solutions techniques pour l'industrie multipliant ses effectifs et son chiffre d'affaires par 16 en 16 ans à partir d'une vision : apporter une offre de service technique toujours plus intégrée à ses clients. Basée à Lusat, près de Clermont-Ferrand (Puy-de-Dôme), RJ Industrie était déjà impliquée depuis une dizaine d'années dans le programme Ariane 5. Fin 2016, elle a investi 1,34 M€ (dont 150 k€ provenant de la Région Auvergne-Rhône-Alpes et du fonds Feder de l'Union européenne) pour s'équiper d'une imposante fraiseuse 5 axes. Installé dans un hall de 1 000 m², l'équipement permet d'usiner en flux des pièces de différents types de matériaux (acier, titane, aluminium), et de grandes dimensions (3 m de large, 10 m de longueur et 2 m de haut), pesant jusqu'à 40 tonnes. Spécialisé dans l'ingénierie de projets et les prestations techniques à forte valeur ajoutée pour l'industrie, le groupe RJ Industrie emploie plus de 170 personnes sur plusieurs sites en Auvergne-Rhône-Alpes et a réalisé 25 millions d'euros de chiffre d'affaires en 2016. Fournisseur de solutions globales, RJ Industrie réunit toutes les compétences permettant la réalisation des projets intégrés : bureau d'étude, construction de machines spéciales, réalisation de prototypes, robotique, mécanique... L'entreprise a pour clients les grands



Palonnier de manutention et de basculement des viroles.

À PROPOS D'AIRBUS SAFRAN LAUNCHERS

Airbus Safran Launchers développe et fournit des solutions innovantes et compétitives dans le domaine des lanceurs spatiaux civils et militaires. Maître d'œuvre des familles de lanceurs européens Ariane 5 et Ariane 6, et des missiles de la force de dissuasion océanique française, elle maîtrise les technologies les plus avancées en matière de systèmes de lancement et de propulsion. Airbus Safran Launchers est une co-entreprise détenue à 50 % par Airbus Defence and Space et à 50 % par Safran, née de l'ambition des deux groupes de porter l'industrie spatiale européenne au plus haut niveau. Avec un chiffre d'affaire estimé de 2,5 milliards d'euros, elle emploie plus de 8 000 personnes hautement qualifiées sur plus de 13 sites principaux en France et en Allemagne.

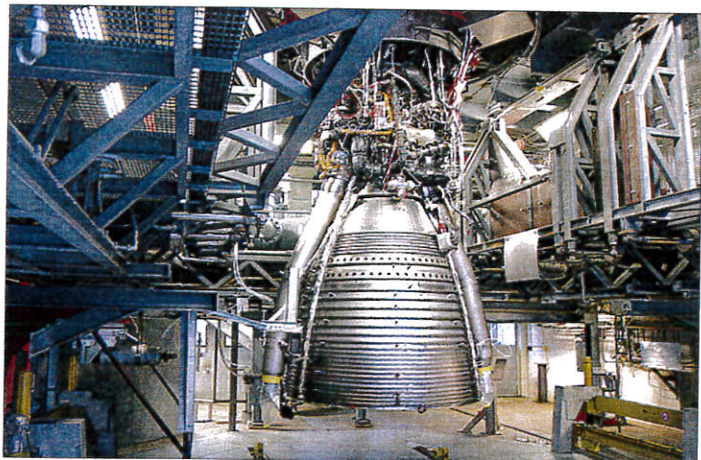
donneurs d'ordre de l'industrie : Airbus, Michelin, Sanofi, Constellium, EDF, Aubert & Duval, Alstom...

RJ Industrie et le spatial : une histoire ancienne

Le bureau d'études de RJ Industrie a régulièrement travaillé dans le spatial jusqu'à fin 2010 notamment avec les équipes d'Eurocryospace, la joint-venture d'Airbus Safran Launchers et d'Air Liquide spécialisée dans la fabrication des réservoirs des lanceurs, sur l'optimisation des moyens de production et de manutention

d'Ariane 5 avec la fabrication de palonniers et de couronnes de manutention de structures des réservoirs.

En 2012, une grande phase de R&D a été engagée sur le procédé de friction FSW, en s'appuyant sur l'expertise du centre de Goin de l'Institut de Soudure spécialisé dans la technologie et RJ, en tant que fabricant de machines spéciales, pour conduire des travaux de R&D devant aboutir à la réalisation de démonstrateurs technologiques. Cinq maquettes de 2,3 m de diamètre ont ainsi été fabriquées, en mettant en œuvre



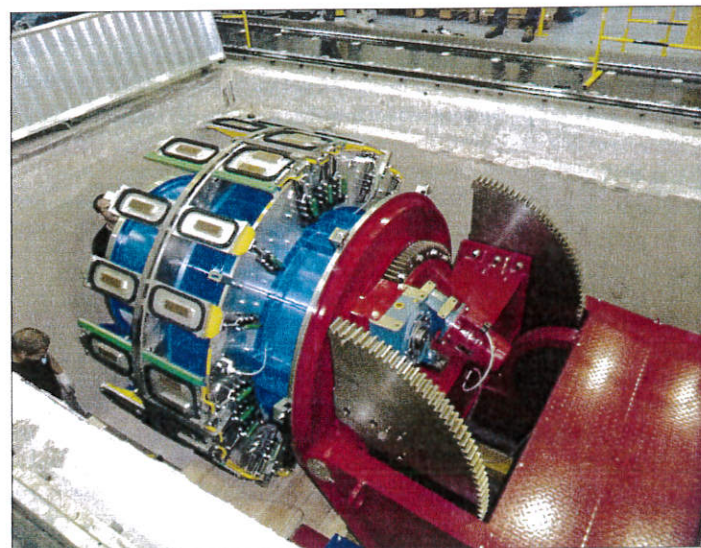
Prototype d'outil de bridage.



Soudage circonférentiel des premiers démonstrateurs MAP à l'IS.



Vérification de la qualité des soudures par découpe locale et examen micrographique.



Vireur et outil de bridage en position de soudage.



Extraction du démonstrateur après retour de l'outillage en position verticale.

cette nouvelle technologie, et ont permis à Airbus Safran Launchers d'atteindre un niveau de qualification de TRL5 pour ce procédé.

Le procédé de soudage FSW

Le procédé par friction malaxage (FSW : Friction Stir Welding) est un procédé de soudage à l'état solide sans fusion ni métal d'apport, qui consiste à assembler deux pièces par malaxage de la matière via un pion mis en rotation porté par une machine spéciale ou un robot. La jonction métallique est alors obtenue par déplacement automatisé de la zone malaxée le long du plan de joint.

Le soudage par friction malaxage est principalement utilisé pour assembler des alliages d'aluminium. La mise en œuvre de ce procédé de soudage a plusieurs avantages : l'amélioration de la qualité et des caractéristiques

mécaniques des joints soudés (en statique et en fatigue) par une réduction drastique de l'affectation thermique du matériau ; la réduction des coûts de fabrication par l'absence de consommables (pas de métal d'apport, pas de gaz de protection), à iso-épaisseur des vitesses de soudage élevées, un faible taux de rebut et des opérations post-soudage limitées, l'allègement des structures et la réduction de la matière première nécessaire, ou encore un meilleur respect de l'environnement du fait de l'absence d'émanations nocives (pas de fumées ni de poussières de soudage, contrairement au procédé de soudage par fusion, ni de projections ou de rayonnements électromagnétiques). Le soudage par friction malaxage est particulièrement adapté à la construction navale, l'aéronautique, l'automobile, gros consommateurs d'alliages légers.

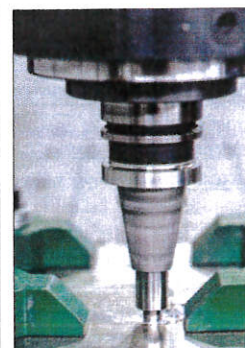
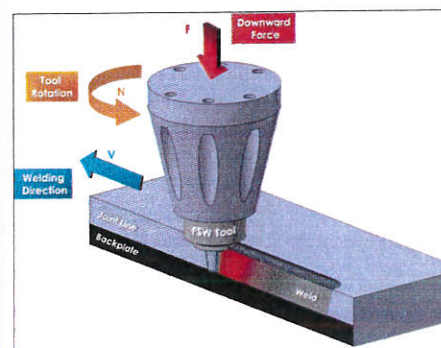


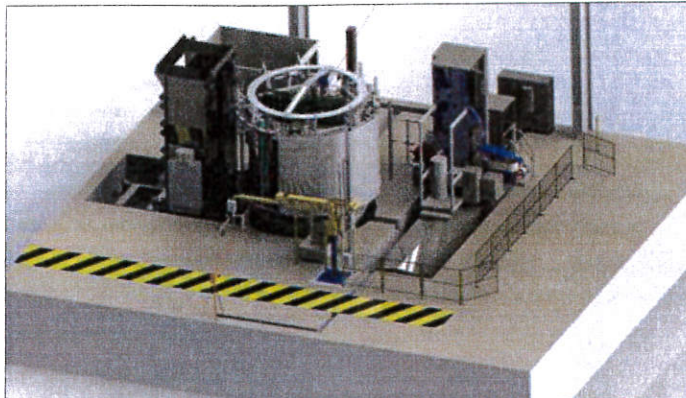
Schéma de principe FSW et photo FSW.

La genèse de la rupture technologique

Le choix du procédé FSW par Airbus Safran Launchers est une rupture technologique par rapport au procédé de soudage à l'arc (TIG) habituellement utilisé et qualifié dans ce secteur pour le soudage de structures spatiales depuis le début du programme Ariane. Un des objectifs du projet a été d'accroître la maturité technologique du procédé FSW. L'industrialisation de ce procédé est un investissement lourd et coûteux, nécessitant une approche par validations successives. De la simple caractérisation d'un joint soudé sur éprouvette, jusqu'à la réalisation de démonstrateurs à échelle 1/2, en passant par des analyses sur la répétabilité et la fiabilité du procédé. La connaissance acquise durant toute cette phase R&D a permis une optimisation du design des structures du lanceur Ariane 6 et une optimisation du ratio économique « Buy to Fly », tout en réduisant les risques industriels d'un déploiement à l'échelle 1.

Un outil industriel innovant et performant pour Ariane 6

L'outil industriel développé par RJ pour ASL va servir à fabriquer les viroles et les assembler aux fonds pour obtenir les réservoirs Hydrogène/RLH2 et Oxygène/RLLOX du premier étage d'Ariane 6. La solution proposée par RJ Industrie au constructeur aérospatial comporte deux stations de soudage (une longitudinale et une



Dimensions : longueur : 15 m, largeur : 15 m, hauteur : 7 m, poids : 100 tonnes.

circulaire) intégrant des systèmes de bridage automatisés, des moyens d'usinage conventionnels, les broches de soudage FSW, les moyens de contrôle non destructifs, et les moyens de contrôle géométrique.

La station de soudage longitudinale

La station de soudage longitudinale permet d'assembler quatre panneaux par procédé de soudage FSW afin de constituer une virole. Le moyen réalisé par RJ Industrie va regrouper tous les outils de fabrication et de contrôle nécessaires à la fabrication de la virole.

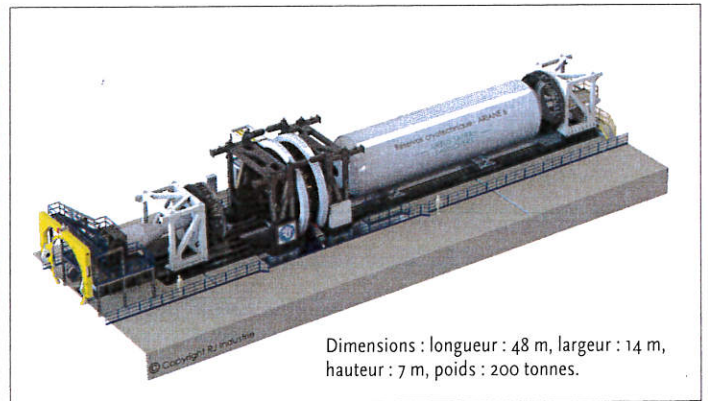
La station d'assemblage circulaire

La station de soudage circulaire permet, dans un second temps, d'assembler 4 viroles et 2 fonds par procédé FSW (soudage par friction). Le moyen réalisé par RJ Industrie va regrouper tous les

outils de fabrication et de contrôle nécessaires à la fabrication de la virole.

Les machines de soudage seront préassemblées dans nos locaux chez RJ Industrie à Lussat puis implantées sur le site ASL des Mureaux en charge de la fabrication et de l'intégration du 1^{er} étage d'Ariane 6, en région parisienne. Le début d'implantation des moyens est prévu second semestre 2017 pour un démar-

rage opérationnel début 2018. Le contrat signé par RJ et ASL prévoit une livraison pour février 2018 suivie de 6 mois d'assistance. Le premier lancement d'Ariane 6 est planifié pour 2020. Cet outil industriel devra permettre d'assurer une cadence de fabrication de 12 étages par an, sur une durée de programme de 30 ans minimum. ■



Dimensions : longueur : 48 m, largeur : 14 m, hauteur : 7 m, poids : 200 tonnes.

QU'APPORTE LE SOUDAGE PAR FRICTION MALAXAGE À ARIANE 6 ?

Après plusieurs années de veilles technologiques, de travaux de R&D allant de la réalisation de simples éprouvettes jusqu'à celle de démonstrateurs de grande taille, le procédé de soudage FSW associé à des contrôles non destructifs de dernière génération est apparu comme l'une des solutions pour atteindre les objectifs ambitieux de réduction des coûts et cycles de fabrication pour le programme Ariane 6. En effet, seules des ruptures technologiques dans le processus de fabrication seraient en mesure d'apporter des solutions aux enjeux technico-économiques imposés par le marché des lanceurs de plus en plus concurrentiel.

Le soudage automatique d'alliages en phase « solide » sans fusion des matériaux permet de gagner en productivité par une automatisation plus poussée et une réduction des opérations de fabrication accompagnée d'une suppression des risques de non-conformités liés aux problématiques métallurgiques rencontrées lors de la fusion des matériaux.

ET EN QUOI LA PROPOSITION TECHNIQUE DE RJ FAIT-ELLE LA DIFFÉRENCE ?

Les bases d'un projet aussi ambitieux étant actées, il reste cependant à concrétiser son implémentation technique jusqu'à la livraison d'un outil industriel capable de répondre aussi bien aux exigences de coûts et de délais qu'aux exigences techniques requises par un tel procédé. Livrer deux moyens industriels en moins de 3 ans en partant d'une feuille blanche tout en respectant les exigences techniques imposées par le procédé FSW (assemblage de structures en aluminium de grandes dimensions en garantissant des précisions d'accostages inférieures au millimètre sous des efforts de plusieurs tonnes) est un énorme challenge. Au terme d'une consultation à l'échelle européenne, c'est finalement la société RJ qui a su retenir notre attention, surtout par les concepts techniques proposés sur les composantes machines jugées capitales par nos équipes techniques. Dès le démarrage du projet il a été considéré que le challenge ne pourrait être relevé que par une étroite coopération entre les équipes techniques d'Airbus Safran Launchers, de RJ et des autres partenaires. Le succès d'un tel défi repose entièrement sur le partage du savoir-faire, la confrontation de toutes les idées, la remise en cause permanente des orientations proposées et sans nul doute la confiance réciproque sans faille entre tous les acteurs au fil de chacune des difficultés rencontrées.

Deux ans après le démarrage du projet industriel, un énorme parcours technique a déjà été fait pour mettre sur plans les centaines d'heures de réflexion. On entre à présent dans une phase plus concrète avec la livraison prochaine des premières structures et le début de l'assemblage des moyens.

ITW Patrick Champion, responsable du Soudage au laboratoire des process et matériel métalliques d'Airbus Safran Launchers.