

Les experts du prototype !



L'Atelier Maquettes pour Souffleries (AMS) réalise pour GMT des montages et des maquettes certaines d'une grande complexité, mais aussi des balances de soufflerie pour les essais aérodynamiques. Ces prouesses techniques réalisées par une équipe chevronnée, spécialiste de la fabrication mécanique, placent l'ONERA au rang des experts mondiaux du domaine.

16 juin 2015

Photo: De gauche à droite : Michel Maheu, Dany Lesage, José-Manuel Costa, Claude Febvre, Gérard Ruffault, Corinne Deschamp, Alain Hamery, Joël Rousseau, Philippe Mourer, Anatole Noël, Patrick Lafargue, Jean Pierre Aggoune, Hedi Abdelkader, Nathan Cadet, Armel Croisier, José Fernandez, manquants : Isabel Tejedor Melendro et Paul Sabolovic.

A Meudon, l'atelier est niché dans la verdure, au bâtiment H. Lorsque l'on pousse ses larges portes vitrées, l'odeur douçâtre du lubrifiant d'usinage, les copeaux de matière usinée entreposés dans de grands bacs, viennent rappeler au visiteur qu'ici on est dans le concret. Selon un processus d'ingénierie simultanée, AMS réalise des pièces prototypes pour dispositifs d'essais en soufflerie, en étroite coordination avec le Bureau d'Etudes pour Souffleries (BES), le service Dispositifs et Maquettes Spécifiques (DMS) et le service Ingénierie de Projets pour Souffleries (IPS), au Département du Réseau Ingénierie et Maquettes (DRIM). Ce sont des balances aérodynamiques de soufflerie (de type dard, assemblées ou, tournantes) ; des mâts, des supports de maquette, mécaniquement très résistants et aérodynamiquement discrets. Très récemment, l'équipe a participé à la production d'une maquette motorisée, destinée à un important client étranger, pour un essai à la

soufflerie F1 au Fauga-Mauzac ; AMS a fabriqué avec DMS, une première maquette de référence pour S1MA, à Modane. Plusieurs maquettes génériques d'avions de ligne actuels serviront à l'étalonnage des souffleries et permettront de vérifier et démontrer la fiabilité de nos installations. Un véritable enjeu stratégique et économique.

Une organisation par métier

« AMS intervient de la préparation des usinages, jusqu'à l'intégration et la validation du bon fonctionnement mécanique, y compris les essais de pression » indique Claude Febvre, le chef de service. L'équipe est organisée par métier et pôle d'activité : préparation, fraisage, pointage, tournage, électro-érosion, ajustage et contrôle. 18 personnes se répartissent sur ces différents pôles. Ici, chaque technicien est un expert : non seulement il maîtrise la mécanique, mais également le pilotage complexe des machines par logiciel dédié, couplé à l'intégration directe des fichiers CATIA. Des spécialités comme le pointage (perçage de haute précision, forage, micro-perçage pour les trous inférieurs à 0,5mm), et l'ajustage sont particulièrement appréciées, car elles deviennent rares. L'ajustage vise à supprimer les défauts résiduels de fabrication et l'obtention de la précision désirée des pièces mécaniques produites (géométrie, cotes finales et état de surface) et à les assembler pour fabriquer un système mécanique fonctionnel. « Ce sont des métiers importants, au même titre que les autres spécialités d'AMS, pour lesquels Jean-Pierre Agounne au pointage, Patrick Lafargue, Corinne Deschamps et Joël Rousseau à l'ajustage, ont développé une expertise qui répond au besoin des souffleries et parfois, même à celui des départements. Il y a peu de temps, le DOTA a sollicité AMS pour effectuer du micro-perçage d'un diamètre de 0,4 mm sur une pièce mécanique, pour y passer de la fibre optique », relate Armel Croisier, le responsable du bureau de préparation. Une polyvalence naturelle existe, mais un technicien expert dans sa spécialité ne peut pas complètement remplacer un autre spécialiste. Par contre, il existe des possibilités d'évolution : Hedi Abdelkader, un de nos préparateurs est devenu Chef d'atelier en 2013 et Philippe Mourer, technicien fraiseur est devenu, quant à lui, préparateur en 2005. Les techniciens s'épaulent lors d'un montage à blanc, étape finale avant la livraison de la maquette, ou bien pendant les pics d'activité. « D'ailleurs, pendant ces périodes de rush, » explique Armel, « il arrive que l'équipe travaille simultanément sur plusieurs projets, ce qui complexifie un peu la tâche : il faut tout connaître des dossiers et valider toutes les opérations en même temps. Mais c'est un fonctionnement tout à fait normal lorsque l'on travaille sur des prototypes ».

Un parc de machines-outils complémentaires

De part et d'autre du bâtiment, les machines sont installées elles aussi par pôle d'activité : fraisage, tournage, électro-érosion, pointage, contrôle, atelier d'ajustage, salle d'assemblage et enfin, stockage matière et découpage.

Le parc machines est composé de quelques machines conventionnelles et principalement de machines à commandes numériques. Cette diversité couvre l'ensemble des besoins de l'activité de prototypage. Le pôle fraisage dispose de quatre machines à commandes numériques trois axes (3D), d'une fraiseuse numérique DMU et d'une toute nouvelle fraiseuse numérique 5 axes KX50 HURON (3D plus axe de rotation non limité dans les plans XZ et YZ avec une limitation angulaire de +/- 90°) pour usinage à grande vitesse (déplacement 9 m/s) de pièces très complexes de grand format. Sa tête 5 axes permet d'économiser en temps de montage et de réglage puisque c'est elle qui se

déplace sur la pièce pour faire différents usinages. « On y a notamment usiné le fuselage des maquettes de référence pour les souffleries de Modane, les pièces aérodynamiques de la maquette motorisée, le haut du mât de support pour ce même projet et ainsi que les conduits haute et basse pression de forme gauche et en contre dépouille de la pièce interface entre le fuselage et la voilure, précise Armel. « Quatre techniciens ont été formés au pilotage de cette machine et peuvent y travailler : il s'agit de José Fernandez, Alain Hamery, Paul Sabolovic et Jean-Pierre Aggoune. »

Le pôle tournage est équipé de 4 machines à commandes numériques pour l'usinage de formes complexes et des machines conventionnelles pour la réalisation de formes simples à partir de matière cylindrique. « L'atelier électro-érosion est constitué de quatre machines de deux types », explique Claude Febvre. « Le premier travaille les matériaux par micro-fusion : cette technique consiste à enlever de la matière sur un métal conducteur immergé dans un liquide diélectrique (eau) en utilisant des décharges électriques créées par un fil métallique. Grâce à ce procédé, on réalise les outils qui permettront l'usinage des pièces sur la machine de second type, le procédé par enfonçage : une électrode en cuivre de forme complémentaire à la forme à usiner s'enfonce dans la matière conductrice ». « Ces techniques permettent d'usiner des pièces de haute précision comme les balances de soufflerie, dans les matériaux les plus durs et permet d'obtenir un état de surface parfait » explique José-Manuel Costa, l'un des deux « étinceleurs » de l'atelier. « Pour usiner une balance, notre activité actuelle, il faut 4 à 5 semaines avec ce procédé ».

Isabel Tejedor-Melendro contrôle la matière, toutes les pièces mécaniques, sous-traitées ou produites à l'atelier, à l'aide d'une machine à contrôler tridimensionnelle et de moyens plus conventionnels sur marbre. Ces opérations se déroulent dans un local dédié, à une température de 20°C pour éviter tout problème de dilatation des pièces. Là aussi, la maîtrise de la métrologie est associée à des logiciels performants.

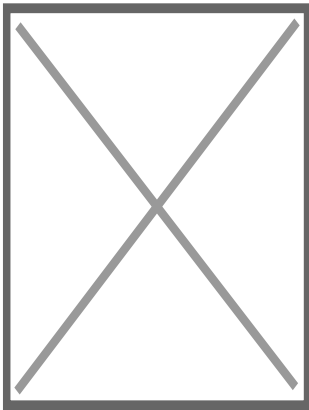
Un parcours générique de fabrication d'un système mécanique à AMS

Armel explique : « BES conçoit les pièces mécaniques en collaboration avec les préparateurs d'AMS. Puis, mon équipe prend en charge les CAO 2D et 3D. Je supervise les affaires en cours et avec Nathan Cadet, Philippe Mourer et Michel Maheu, nous préparons le lancement en production : préparation des gammes de fabrication et programmation sous CATIA des pièces à usiner, la plupart du temps très complexes, que je valide ensuite à l'aide du logiciel VERICUT. Celui-ci nous permet de simuler la mise en production d'une pièce mécanique et aussi vérifier qu'il n'y a pas d'erreur dans la gamme d'usinage qui puisse endommager la pièce ou la machine à commande numérique à grande vitesse, dont la tête, vaut à elle seule plusieurs milliers d'euros. L'ordonnancement des gammes, les aspects qualité sont traités avec Gérard Ruffault, ANQ du service. Les consultations pour l'approvisionnement matière et la recherche de sous-traitant sont réalisées par Dany Lesage, acheteur dédié à DRIM : sa culture technique facilite particulièrement les procédures d'achat ». Les pièces sont ensuite usinées : en fonction de leur forme (prismatique ou de révolution ndlr) et de leur complexité, elles sont façonnées par tournage, fraisage, ou électroérosion. Elles sont ensuite ajustées, c'est-à-dire que l'on fait les dernières finitions avant d'être équipée pour certaines. Puis viennent le contrôle final et le montage à blanc pour validation. Lors de projets complexes, je répartis les tâches de façon à ce que chacun des techniciens puissent y travailler, afin d'optimiser le planning global de réalisation. Chaque projet est un nouveau challenge et quand tous y participent, c'est vraiment gratifiant pour tout le monde, même si cela génère une certaine émulation. »

Un savoir-faire reconnu

D'une manière générale, toute l'équipe possède un savoir-faire qui ne peut pas être sous-traité à l'extérieur de l'ONERA, car le travail sur prototype est spécifique, c'est un travail de haute technologie, qui n'a rien de commun avec la production de pièces mécaniques en grande série. « Nous savons répondre aux besoins, même sur un cahier des charges évolutif et nous avons une très grande réactivité, grâce à notre expertise », précise Armel. « Nous recevons régulièrement l'appréciation des clients, généralement très satisfaits de nos prestations. Nous rencontrons de temps en temps les clients finaux lors des opérations d'intégration. Nos ajusteurs sont appelés en renfort lors du montage en soufflerie, ou bien ce sont les ingénieurs d'essais qui viennent à Meudon pour valider les montages. Ce sont des moments qui valorisent l'équipe. Nous avons également des retours des monteurs lors de l'installation des essais en soufflerie. Notre seul regret, c'est de ne pas avoir plus de retours après essais. Mais l'équipe est consciente de sa valeur, et avec chaque nouveau projet, elle est confrontée à de nouveaux défis, pour produire des pièces mécaniques uniques ».

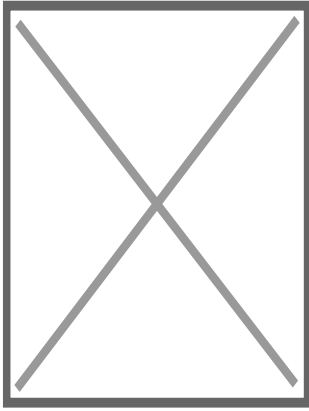
Isabel Tejedor-Melendro : Contrôler la matière première et les pièces mécaniques



A l'ONERA depuis avril 2012, je suis la première technicienne à avoir intégré AMS. Après des études d'ingénieur technique, j'ai travaillé comme prestataire pour PSA (Madrid) et Renault (Palencia / Barcelone / Valladolid) en programmation de gammes de contrôle pour des machines à mesurer 3D automatiques. En France depuis 10 ans, dont 5 ans comme prestataire au Technocentre de Renault, pour qui j'ai aussi effectué une mission de deux mois en Corée du Sud. J'ai évolué ensuite chez Aircelle, Eurocopter, et chez une PME de mécanique de pression de 100 personnes en Normandie, où j'ai fait du contrôle tridimensionnel et traditionnel, réalisé les contrôles de premier article, FAI (First Article Inspection) ou DVI (Dossier de Validation Industrielle) pour la validation des pièces aéronautiques. Cela veut dire :

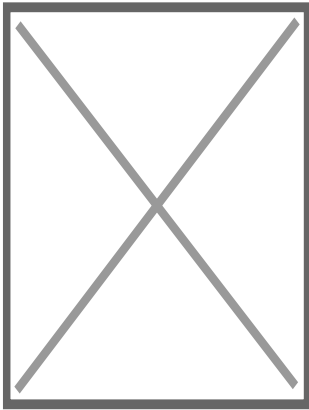
apporter la preuve objective que toutes les exigences techniques spécifiées pour une pièce mécanique sont correctement comprises, justifiées, vérifiées, documentées. Mon rôle à AMS consiste à réceptionner et contrôler la matière à l'aide du duromètre, réaliser les contrôles par ultrason, procéder à des contrôles tridimensionnels, ainsi qu'à des épreuves hydrauliques haute et basse pression. Pour le projet de maquette motorisée, j'ai reçu et certifié la matière, contrôlé les pièces mécaniques, usinées chez nous et sous-traitées et j'ai mené les épreuves hydrauliques sous pression à Meudon et à Lille. J'ai enfin rédigé les PV de contrôle.

Patrick Lafargue : Ajusteur-monteur : être polyvalent



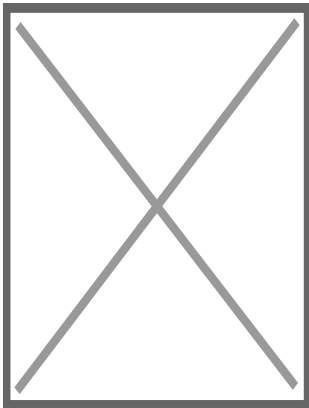
Je suis entré à l'ONERA en juin 1983 comme agent de Fabrication. Après un CAP d'ajusteur et un BEP de mécanicien monteur, j'ai travaillé pendant 8 ans comme ajusteur cellule, de l'aéronautique pure. Je suis aujourd'hui ajusteur monteur. Polyvalent, je travaille au tournage, au fraisage, sur machines conventionnelles et sur fraiseuse à commandes numériques. Mon intervention sur le projet de maquette motorisée a consisté à préparer l'ensemble des pièces (taroudage, pointage, finition des profils de pièces qui sortent de fraisage) en vue de leur montage et j'ai fraisé également trois grosses pièces mécaniques. Au total ce sont 250 références qui me sont passées entre les mains avant le contrôle, qu'elles soient produites à AMS ou sous-traitées.

Philippe Mourer : Changer de métier



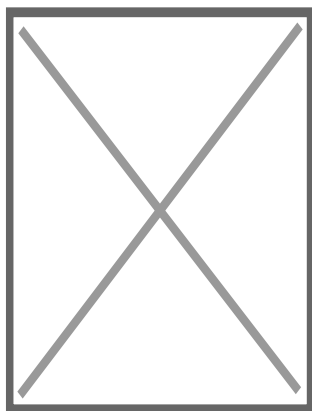
Technicien fraiseur, je suis entré à l'ONERA peu après Patrick, en août 1983. J'ai effectué un CAP Petite Mécanique, qui consiste à produire et maîtriser toutes les opérations de petites pièces mécaniques ; je suis également titulaire d'une mention complémentaire comme ajusteur mouliste. J'ai travaillé sur machines conventionnelles et à commandes numériques 3 et 5 axes, avant de changer de métier et devenir préparateur au Bureau des Méthodes en février 2005. Avec mes collègues, je prépare les usinages de matière, je gère la sous-traitance et je programme les pièces sous le logiciel CATIA. Pour la maquette motorisée, j'ai effectué toute la programmation des pièces faite à l'atelier, et la préparation associée, de la matière brute au contrôle.

Nathan Cadet : Gérer et vérifier beaucoup de paramètres



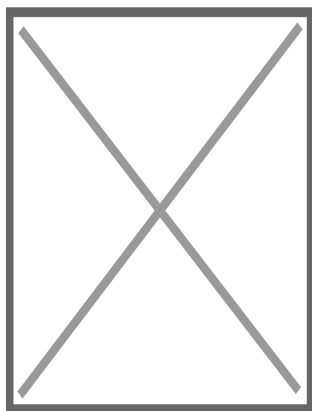
Mon métier est technicien préparateur méthodes. Je suis arrivé en septembre 2013 à AMS. Après un DUT Génie Mécanique et Productique et une licence professionnelle en conception et production aéronautique, à l'université du Creusot, j'ai effectué 6 mois de stage chez SAGEM groupe SAFRAN, au service des centrales inertiels des missiles AASM qui arment le Rafale et j'ai travaillé chez un sous-traitant d'Arcelor. Je programme sous CATIA et prépare les gammes d'usinage. Mon intervention sur le projet maquette motorisée a consisté à gérer les différentes sous-traitances de réalisation des tuyauteries et éléments sous pression pour alimenter la maquette en air (alimentation en haute pression et échappement en basse pression). Nous avons dû faire appel à la sous-traitance pour ces fabrications qui comportaient beaucoup de soudures. J'ai traité les dossiers qualité (qualification soudeur, mode opératoire...). Il y a beaucoup de paramètres à gérer et vérifier : il faut penser à tout et au bon moment pour que le processus soit parfait.

Hedi Abdelkader : Une équipe solidaire



Je suis entré à l'ONERA après un diplôme BAC + 3 en octobre 2004 comme préparateur. En avril 2013 j'ai été nommé chef d'atelier. Je planifie et attribue les travaux aux 10 collaborateurs que j'ai sous ma responsabilité, je gère l'atelier. Il m'arrive d'intervenir ponctuellement sur des tests, des essais de pression, des opérations de montage à blanc. Cette polyvalence permet d'éviter les goulots d'étranglement lors des périodes critiques de production. L'ensemble des collaborateurs d'AMS est conscient de sa contribution au rayonnement de l'ONERA pour les essais en soufflerie : chaque maquette, chaque balance produite est spécifique et adaptée aux besoins du client. C'est du travail d'orfèvre. Notre seul regret : l'éloignement qui ne nous permet pas d'assister plus souvent aux essais, bien que nous participions parfois au montage à Modane ou au Fauga. Par contre, le DAFE ne manque pas de nous avertir et nous passons en voisins ! Nous sommes une équipe solidaire qui travaille main dans la main pour livrer en temps et en heure.

Armel Croisier : Des experts en faisabilité



En tant que responsable du service préparation, je suis le point d'entrée, l'interlocuteur technique auprès des divers services de DRIM et auprès des sous-traitants. Le service de préparation aide les bureaux d'étude sur l'aspect faisabilité et détermine les choix techniques d'usinage. Il est aussi le lien entre ces derniers et la fabrication. Nous devons en effet trouver le meilleur compromis entre la demande du bureau d'études et les contraintes de la fabrication, sans sur-qualité pour un produit fiable, dans des délais et pour un coût cohérents. J'ai la responsabilité technique des projets, et je gère directement certains dossiers de grande envergure comme celui de la maquette motorisée qui sera soufflée à F1 et dans le pays d'origine des clients par la suite. L'effectif complet du service préparation y travaille en amont de toute opération d'usinage. Et je répartis les tâches en fonction de l'expérience de chacun. Je suis également responsable de la qualité de la préparation et toutes les étapes doivent en être validées pour éviter toute anomalie pendant la fabrication.

Cet article a été réalisé en collaboration avec

Isabel Tejedor-Melendro

Patrick Lafargue

Philippe Mourer

Nathan Cadet

Hedi Abdelkader

Armel Croisier

