L'excellence technologique

VENTANA

Partageons nos talents

En partenariat avec

VINT'AIR

CONTINUER A VOLER DANS NOS BELLES MACHINES…

Propriétaires d'un Stampe, notre volonté de réaliser un carter moteur neuf pour le moteur Renault de notre avion découle de plusieurs constats :

-Le moteur qui l'équipe aujourd'hui totalise plus de 2100 HT depuis sa mise en service, et plus de 950 H depuis RG. Bien qu'il fonctionne parfaitement, nous devons préparer son remplacement.

-Les carters moteur en service ou ceux (rares) dans un état convenable disponibles totalisent tous plusieurs milliers d'heures de vol. Connaissant les caractéristiques de **résistance à la fatigue des alliages d'aluminium** soumis à des charges cycliques, nous pensons que ces carters sont inexorablement en fin de vie et que le risque de défaillance est élevé et le sera de plus en plus.

-Les expertises métallurgiques menées sur ces pièces d'origine montrent une grande quantité d'impuretés, et des **qualités mécaniques faibles.**

-Il n'y a quasiment plus, sur le marché d'occasion, de carters dans un état satisfaisant. Leur réparation par soudure telle qu'elle pourrait être réalisée conduit à altérer localement les caractéristiques métallurgiques, et reporte le problème dans d'autres zones de la pièce.

En conclusion, nous pensons tirer beaucoup d'avantages en matière de **solidité, de fiabilité et de longévité**, de l'usage d'un alliage moderne, mis en œuvre par des procédés industriels au cours desquels la **métallurgie est parfaitement maitrisée**.

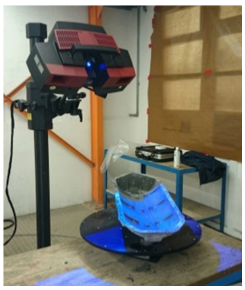
UNE SOLUTION PERMISE PAR LES NOUVELLES TECHNOLOGIES…

Grace à un partenariat étroit noué avec la société **VENTANA**, nous avons pu accéder à des techniques innovantes, mises au point par cette société aérospatiale basée au pied des Pyrénées. Celles-ci permettent d'envisager de produire rapidement des **pièces de fonderie** devenues rares, **sans outillages** couteux. Le processus est intégralement numérique, de la conception à la coulée puis l'usinage de la pièce.

Usine Ventana – Site d'Arudy (Fonderie)

En voici brièvement les étapes :

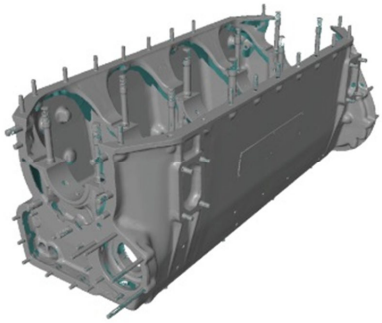
1-NUMERISATION D'UNE PIECE D'ORIGINE



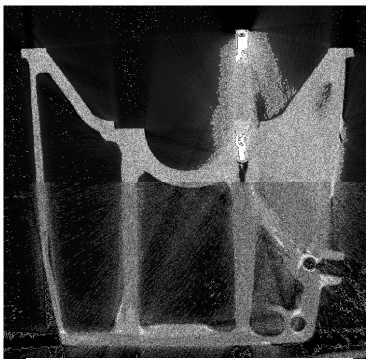
Numérisation d'un carter supérieur

A l'aide d'un système d'acquisition optique, la pièce est numérisée, avec une précision de l'ordre de 0.01 mm.

Cette phase a été réalisée par la société TOMOADOUR. Cette numérisation est complétée par une radiographie intégrale effectuée sur un tomographe industriel. Le résultat est un fichier 3D constitué d'un nuage de points, et 1380 vues radio de la pièce



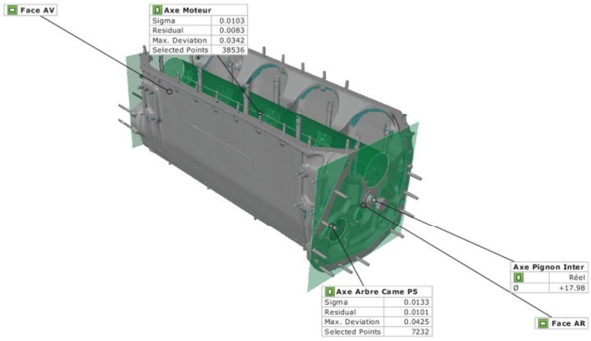
Scan du carter d'origine



Coupe Radio – conduits intérieurs

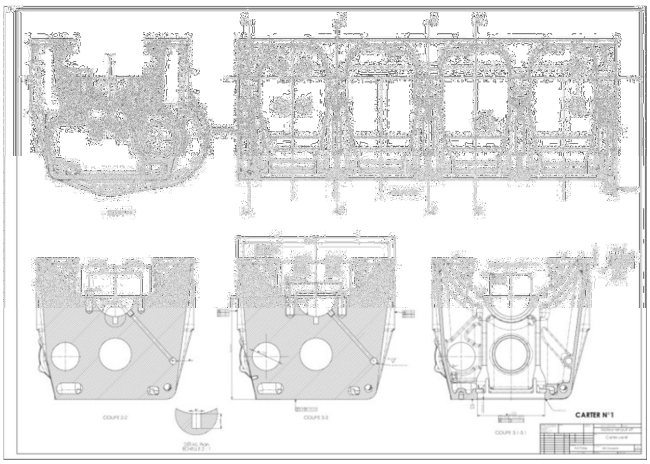
Exploitée, cette numérisation offre une métrologie précise de la pièce.

Des acquisitions par robot de mesure tridimensionnel des positionnements des carters avant et arrière viennent compléter ces données géométriques pour une correspondance idéale lors du montage.



Extraction des surfaces fonctionnelles

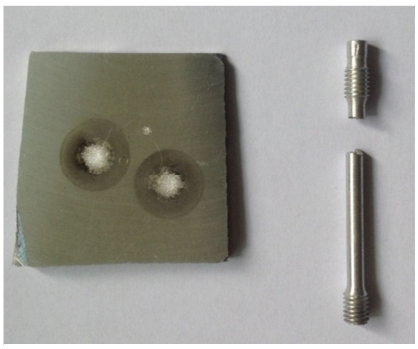
2-ELABORATION D'UNE CAO ET DE PLANS DE FABRICATION



L'utilisation du résultat de cette numérisation a permis l'élaboration d'une CAO directement exploitable en fabrication. Sa validité a été vérifiée en superposant le fichier théorique et le scan de la pièce réelle. Une cotation fonctionnelle a été alors établie. Cette étape a imposé l'analyse fonctionnelle de la pièce, le calcul des entraxes de pignons, le calcul des serrages des pièces frettées, des goujons… comme lors d'une conception initiale.

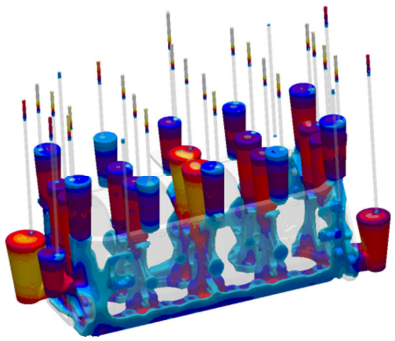
3-ANALYSE DE LA COMPOSITION DE L'ALLIAGE-CHOIX DU MATERIAU

La composition de la pièce originale a été déterminée précisément avec un spectromètre de masse. Des éprouvettes de traction ont été prélevées et analysées. Une fois connues les caractéristiques du métal d'origine, nous avons pu choisir un alliage aux qualités nettement supérieures (résistance mécanique quatre fois plus élevée). La température de fonctionnement a été mesurée lors d'essais sur un moteur d'origine, pour garantir le respect des limitations de l'alliage choisi.



Echantillons d'analyse

4-SIMULATION DE FONDERIE

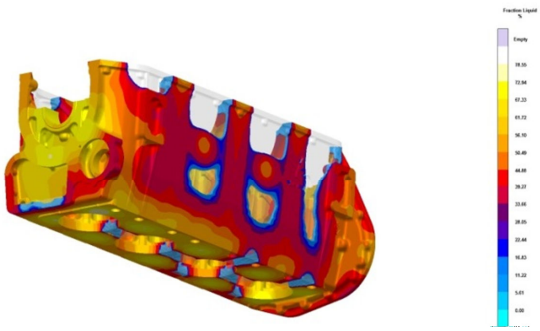


Analyse de l'écoulement du métal

La CAO a ensuite été directement exploitée pour l'étude du moule de fonderie. Un puissant outil de **simulation** de dernière génération permet d'anticiper l'écoulement du métal en fusion, les retraits et gradients thermiques, et de diminuer ainsi le nombre des essais. Les coûts et délais d'industrialisation sont drastiquement réduits. Dans le cas de notre pièce, seul un essai a été nécessaire avant d'obtenir la première pièce utilisable.

Cette phase conduit à la conception du **moule perdu en sable**.

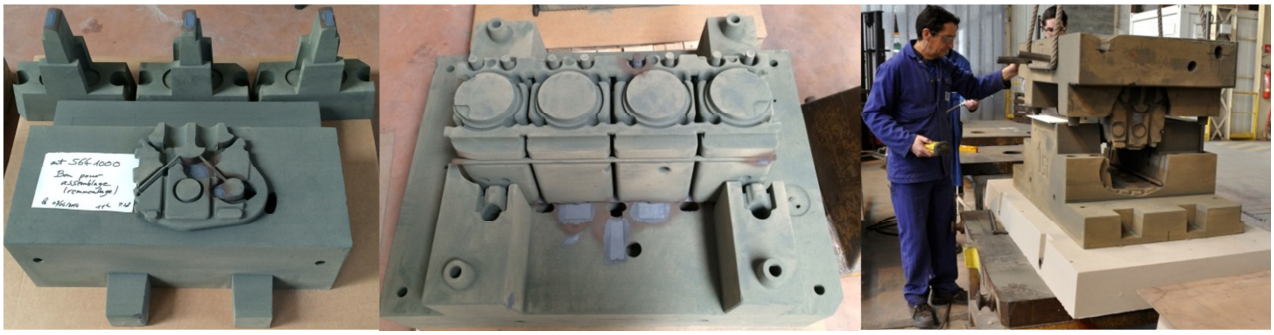
Tout le savoir-faire du fondeur se trouve dans cette opération complexe.



Analyse de la solidification

5-FABRICATION DU MOULE EN IMPRESSION 3D

Une fois le moule conçu, il est **« imprimé »** par la machine d'impression 3D S15. Chaque couche de sable est déposée, puis polymérisée pour obtenir les formes du moule



Parties de moule après impression 3D *Assemblage final du moule*

L'ensemble est ensuite débarrassé du sable non durci, puis « remmoulé » (les pièces constituant le moule sont assemblées). Un moule perdu à usage unique est ainsi constitué.

6-COULEE DE LA PIECE

Les espaces laissés dans le moule en sable sont remplacés par le métal en fusion introduit par de nombreux conduits, sur un système de coulée par basse pression. Une fois refroidie, la pièce est débarrassée du sable par grenaillage. Sa géométrie est ensuite contrôlée par un scan laser de la pièce réelle, qui est informatiquement comparé à la forme théorique. Cette opération permet aussi de « balancer » l'usinage (positionner les points de départ des usinages).

Le **traitement thermique** confère ses caractéristiques mécaniques à l'alliage d'aluminium.

7-CONTROLES DE LA FONDERIE

Une **radiographie** de la pièce obtenue permet de vérifier l'absence de défauts noyés dans l'épaisseur du métal. Notre carter subit également un contrôle par **ressuage** (recherche de criques) et des **éprouvettes de traction** permettent de nous assurer de la résistance mécanique de la pièce.

Ces contrôles sont identiques à ceux effectué pour les fonderies des carters de réacteurs actuellement produits dans cette usine.

8-USINAGE

Toujours dans un processus intégralement informatisé, le modèle CAO est utilisé pour programmer le centre d'usinage DIXI sur lequel les usinages sont réalisés avec une grande précision, en quelques heures. Pour assurer une concentricité optimale des paliers de vilebrequin et d'arbre à cames, leur alésage sera réalisé sur une aléseuse en ligne.

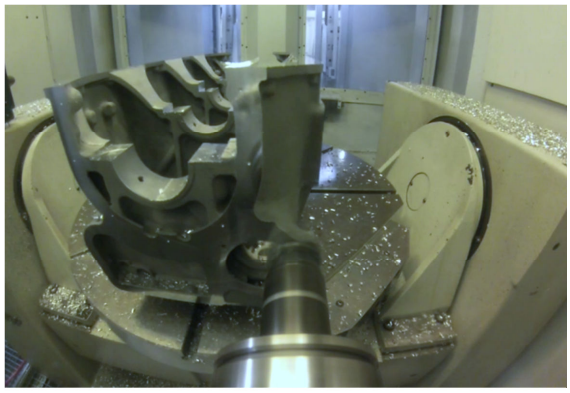
A ce jour (juillet 2015), le bloc prototype qui servira aux essais réels est au stade de l'alésage de la ligne d'arbre qui est prévu courant septembre. Un second carter vient d'être moulé et sera usiné dans les semaines à venir.

9-MONTAGE-FINITION

Une fois usiné, le carter pourra recevoir toutes les pièces rapportées : goujons, paliers frettés d'arbre à cames, guides de poussoir, helicoils…

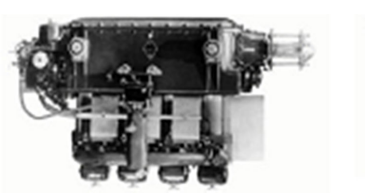
Certaines de ces pièces seront montées à chaud, avec un serrage contrôlé qui garantit leur maintien en place aux températures de fonctionnement.

La ligne de paliers sera ensuite alésée, avec les chapeaux de palier en place, avec une grande précision (0.01 mm) sur une aléseuse en ligne dédiée à cette tâche.



Usinage sur centre CNC 5 axes

UN PROJET GLOBAL DE FIABILISATION…



Cette fabrication s'inscrit dans un **projet global** visant à monter un moteur Renault 4PO5 dont la **longévité et la fiabilité** s'approcherait des moteurs plus récents.

Une substitution de matériaux plus résistants au régule des paliers sera permise par une remise à la cote du vilebrequin (dépôt de grande dureté) et une filtration d'huile optimisée.

Les cylindres ont également été rectifiés puis remis à la cote d'origine par un dépôt type nickel – céramique. D'autres utilisations de matériaux modernes sont à l'étude pour améliorer la longévité du Renault.

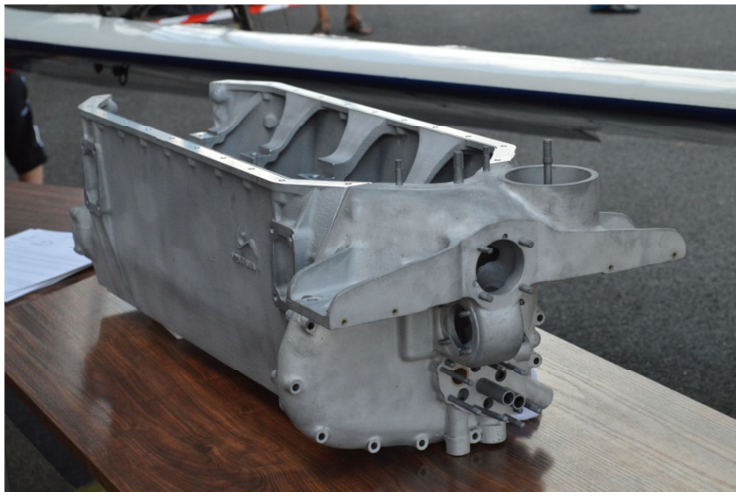
La fabrication de carters supérieurs 4PO5 en magnésium a été lancée et la première pièce est sur le point d'être coulée.

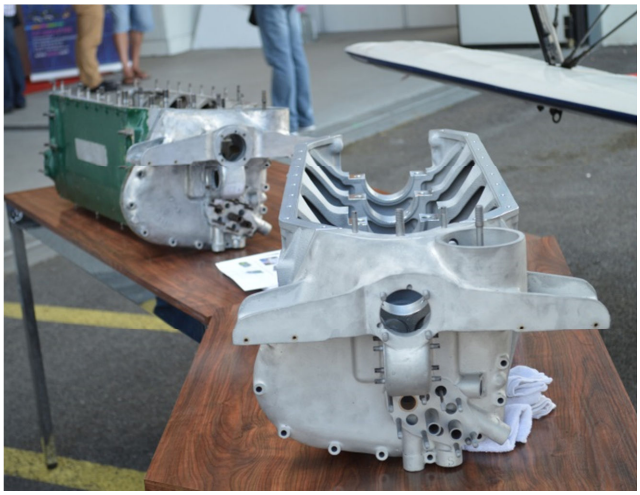
ET ENSUITE ?

La première pièce servira aux essais au banc au sol pendant 20 à 30 heures, et le bloc sera contrôlé.

Convaincus de la qualité du travail accompli, nous devrons obtenir l'accord des services officiels pour essayer notre moteur en vol.

Lorsque les essais en vol et au sol attesteront de la fiabilité du bloc, nous pourrons envisager de répondre à la demande des Stampistes qui souhaiteraient bénéficier du fruit de ces travaux.





Pour tout renseignement : VINT'AIR - Laurent STUCK : lstuck@vintair.com