



Hugo GIULIANI
Apprenti de troisième année



Arthur PLAUCHUD
Apprenti de troisième année

Le numérique, une réalité à l'ESFF...

Dans le contexte industriel actuel, la conception des pièces mécaniques a largement dépassé le cadre de la représentation strictement géométrique en 2 ou 3 dimensions. L'évolution rapide du marché et la volonté d'innover exigent une réactivité importante des entreprises, devant des cahiers des charges toujours plus drastiques et des délais de livraison très contraints.

La réalisation d'un prototype viable pousse les industriels à s'investir dans l'optimisation topologique et dans la simulation numérique. C'est dans ce cadre exigeant, en perpétuelle évolution, que s'inscrit le projet numérique qu'ont réalisé les apprentis ESFF 2018 sur les trois années de leur cursus.

Il a été initié dès la première année avec des enseignements sur la simulation, puis mis en application sous l'angle de la conception en début de deuxième année, pour enfin aboutir à une réalisation physique en fin de troisième année : la coulée des produits conçus.

Ce projet a été construit pour fédérer des connaissances scientifiques et technologiques mais aussi méthodologiques tout au long de la scolarité de nos apprentis qui se sont piqués au jeu.

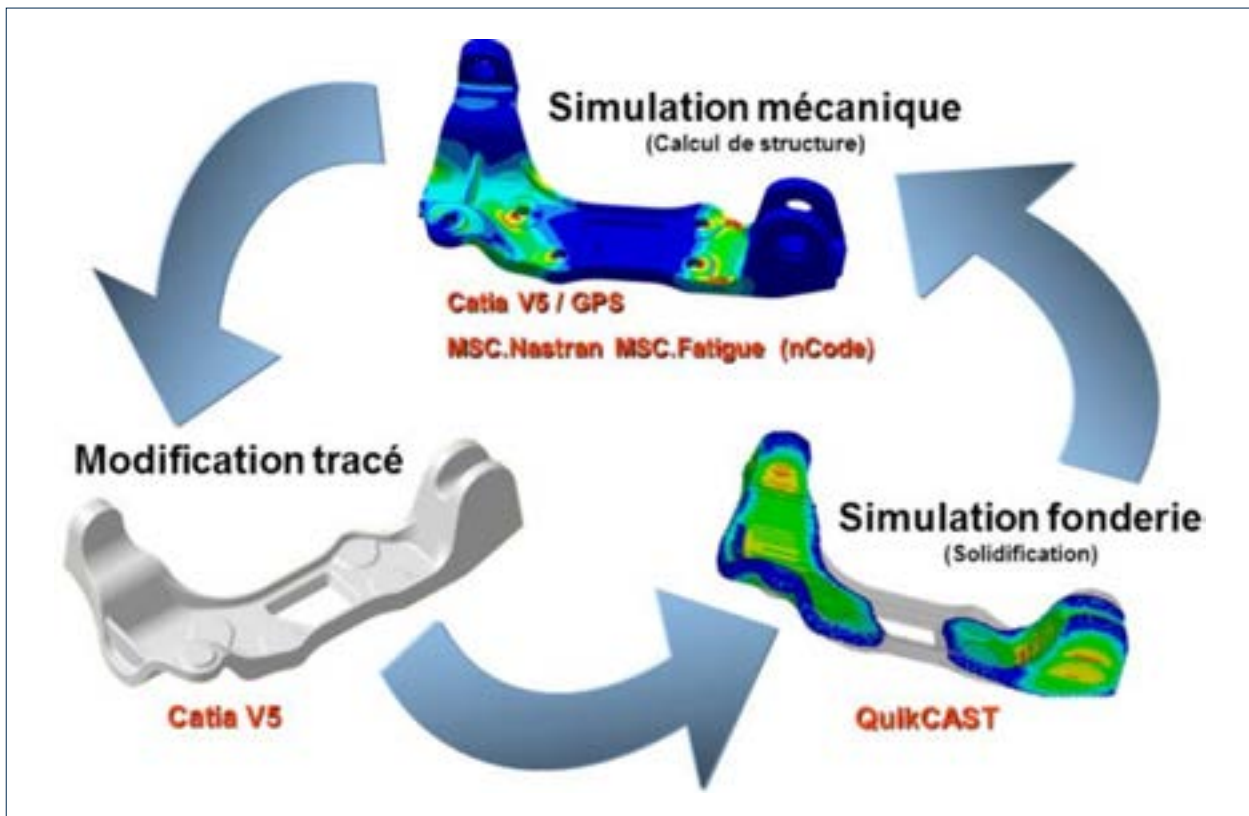
Plus concrètement, quel est l'objet de ce projet ? Tout simplement confronter le potentiel technologique de la fonderie aux autres procédés de mise en forme, et donc apprendre à gagner des marchés par la maîtrise de nos métiers ! Concrètement, la promotion 2018 s'est vue remettre le cahier des charges d'un fabricant d'engins agricoles au cours de l'année 2016, en vue d'optimiser le produit par une conception de fonderie.

La pièce, une ferrure fortement sollicitée, assure l'articulation d'un bras

de pulvérisateur monté sur engin agricole. Actuellement produite en acier E35 mécano soudé, elle est pro-

tégée de la corrosion par un procédé de peinture par poudre que le client souhaite préserver.





En quoi l'expertise des ESFF est-elle utile ici ? Des ruptures sont apparues au niveau des cordons de soudures sur la pièce en travail, malgré une conception présumée robuste avec une masse élevée.

L'enjeu est de développer une solution en fonderie (l'étude aurait également pu être donnée en forge) avec un certain nombre de contraintes :

- réduction de la masse (- 20 %),
- réduction du coût de revient global,
- meilleure tenue mécanique en fonctionnement sans plastification des zones contraintes.

Une étude de marché a d'abord été réalisée afin de choisir le procédé et l'alliage le plus adapté à la production de 1 200 pièces par an pour moins de 4,5€ par unité. Cette petite série conduit assez naturellement vers un

moulage sable en joint horizontal. Ensuite, le coût de mise en œuvre de l'acier et le coût matière de l'aluminium élevés poussent les élèves vers une fonte à graphite sphéroïdal. Moule horizontal, fonte GS ? On ne change pas une équipe qui gagne !

Après maillage de la ferrure originale et analyse mécanique statique, la fonte EN-GJS-500-7 à structure ferrito-perlitique qui combine résistance, allongement moyen et bonne usinabilité apparaît pour la plupart des apprentis comme le Saint Graal.

Une fois ces études préliminaires achevées, le travail de développement débute réellement. En moyenne, une dizaine d'itérations par binôme, soumises à des simulations de mécanique et de fonderie (Catia V5 et Quikcast), au prix de soirées sacrifiées dans les salles d'infor-

matique de l'ESFF. L'excellence a un prix, nous le savons maintenant !

Mais les résultats valent bien l'énergie et le temps dépensés. On peut voir au premier coup d'œil la passion et la liberté de choix dans les réalisations de certains groupes. D'autres, plus sobres, arrivent à une solution proche, très proche de celle recommandée par les techniciens et ingénieurs du CTIF.

Chacun est ainsi satisfait par son travail et livre, sous forme de CAO, une grappe, un moule et ses artifices et même des plaques modèles. Alors, pourquoi ne pas couler toute cette histoire, avec un four, de la fonte et du sable, me diriez-vous !

Sachez que l'idée a traversé l'esprit des apprentis, et également celui du directeur de l'école, Pierre-Yves Brazier... Alors pourquoi pas ?

Dans le cadre du partenariat engagé entre l'ESFF et Danielson Engineering (adhérent de FdF/FFF, ndlr), Fernand Echappé (ESFF2014) s'est chargé de transformer les « bytes » des moules numérisés pour devenir réalité. L'imprimante 3D à sable furannique de la société Magnienne a permis la production des moules en un temps record. Ils ont été livrés à Sèvres pour une coulée à la fonderie expérimentale du CTIF.



Les moules préalablement soufflés et collés ont donc bénéficié de l'expertise de l'équipe technique de CTIF pour l'élaboration de la fonte GS. Le public a pu admirer la scène depuis la passerelle surplombant la fonderie expérimentale, tandis que deux apprentis, Antoine Bargain (SAFRAN Aircraft Engines, *adhérent de FdF/FFF, ndlr*) et Arthur Plauchud (AFC Redon (*adhérent de FdF/FFF, ndlr*)), équipés de la tête aux pieds, attendaient le moment de prendre le contrôle de la poche.



Comme à chaque fois, le spectacle de la fonte en fusion fascine tous les apprentis, et la coulée est une réussite. Les deux fondeurs en herbe finissent de lingoter la fonte en excès, avec tact et doigté, comme si ces lingots étaient de l'or en barre.





Fig. 1 : Mise en grappe

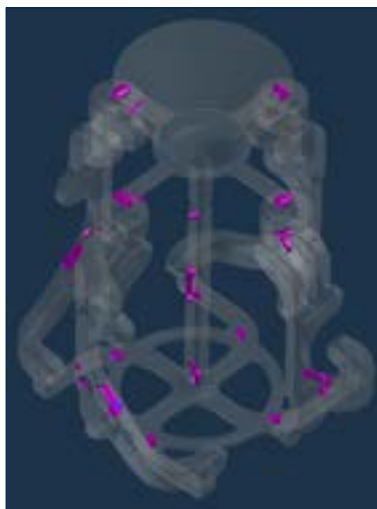


Fig. 2 : Simulation



Fig. 3 : Pièces

Une fois décochées et dessablées, les grappes sont remises aux apprentis, qui découvrent enfin la concrétisation de plus d'un an de travail. La fierté et l'accomplissement sont palpables et l'étagère de l'ESFF est vite parsemée de ferrures agricoles.

Dans le même temps, les apprentis ont bénéficié de l'expertise des spécialistes simulation et fonderie de Safran pour étudier la pièce dans le procédé carapace (cire perdue).

Ils ont ainsi défini, simulé analysé les conditions de réalisation de cette pièce montée en grappe (Fig. 1 et 2).

Finalement, ce projet numérique est une réussite, tant dans l'aspect péda-

gogique que dans l'avancée technologique de la formation. Cette nouvelle unité d'enseignements co-construite avec CTIF semble répondre aux attentes des élèves et de leurs employeurs, soucieux de trouver à l'ESFF les mêmes outils et même objectifs que chez leurs propres clients. Le directeur, Pierre-Yves Brazier, a su efficacement satisfaire la soif d'innovation de tout le monde, comme il nous l'explique dans cette interview à distance :

« Après deux ans de réflexion, le projet de filière numérique a pris forme avec une forte contribution des ingénieurs de CTIF.

Nos apprentis ont ainsi pu mettre

en œuvre des connaissances scientifiques et techniques et acquérir de nouvelles compétences pour être en capacité de mieux analyser un cahier des charges client et concevoir une pièce avec une solution matériau/procédé « cost effective ».

Les partenaires académiques comme industriels ont largement contribué par leur implication à la réussite de cet enseignement. (CTIF, ESI, Renault, Safran, Danielson Engineering,...)

Adapter les compétences des futurs ingénieurs de l'ESFF aux besoins actuels et futurs des entreprises est une préoccupation légitime et indispensable pour l'ESFF. »