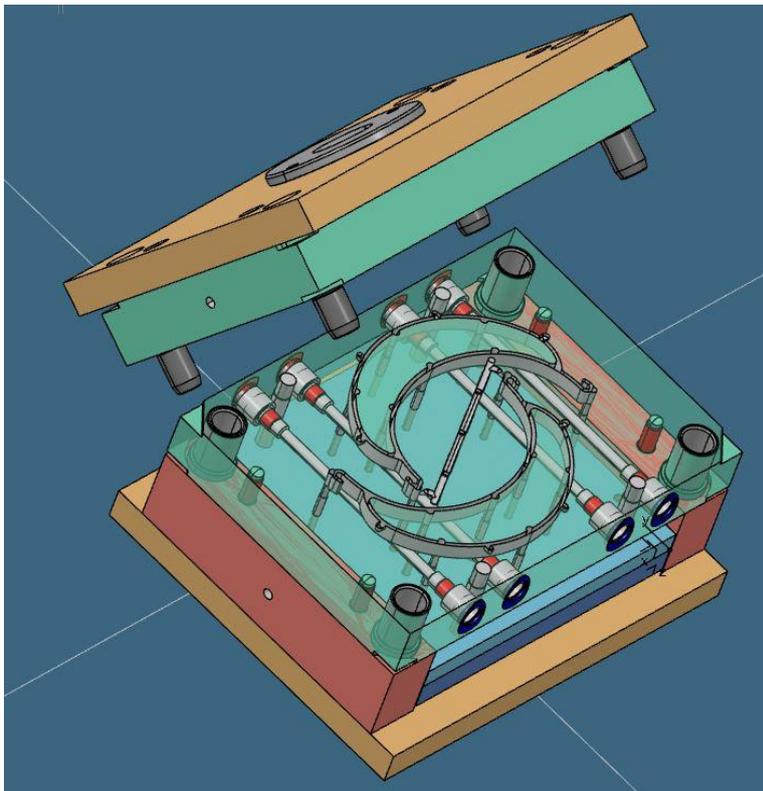


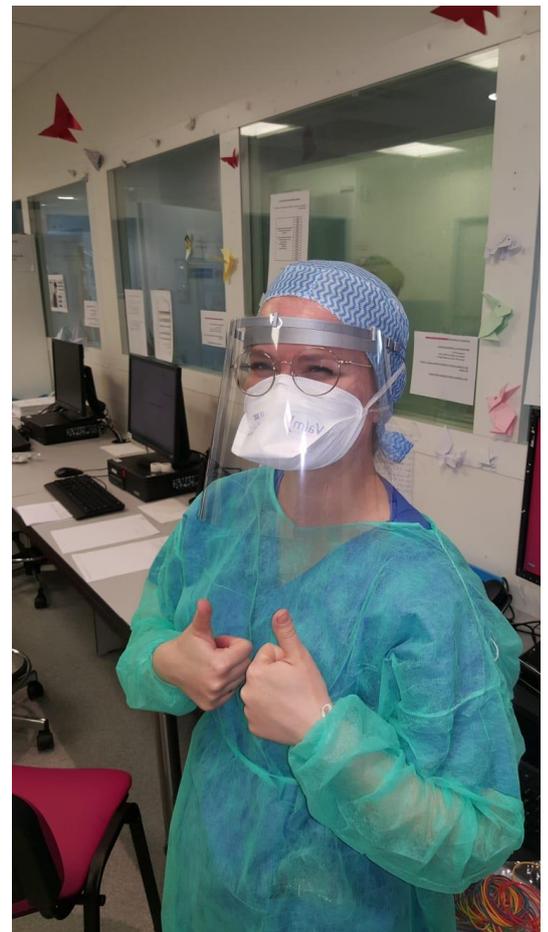
ACTION SOLIDAIRE COVID-19 AU LYCEE JEAN PERRIN DE MARSEILLE

Mise en œuvre d'une production de visières en moulage par injection thermoplastique

Au début du confinement, le lycée Jean Perrin de Marseille été sollicité par le collectif « visière solidaire 13 » pour produire des visières de protection pour les soignants exposés aux malades du COVID 19. Nous avons donc immédiatement collaboré avec ce collectif en mettant en production nos cinq imprimantes 3D SLM « Ultimaker ». Avec ce procédé, nous réalisons de 70 à 80 armatures de visières par jour. Mais très vite nous nous sommes aperçus que la demande centralisée par « visière solidaire 13 » devenait trop importante pour espérer la couvrir en impression 3D. On parlait alors d'une production de plus de 15 000 pièces pour répondre à la demande de la région Sud. Nous nous sommes alors concerté avec l'ENSAM d'Aix en Provence pour industrialiser cette production. La solution du moulage en injection thermoplastique s'est naturellement imposée pour la réalisation des armatures. Ce procédé impose la fabrication d'un moule métallique comportant les empreintes des pièces, un système d'alimentation, une batterie d'éjection et un système de régulation de température. Cet outillage complexe demande une étude et des simulations poussées pour arriver rapidement au résultat escompté.

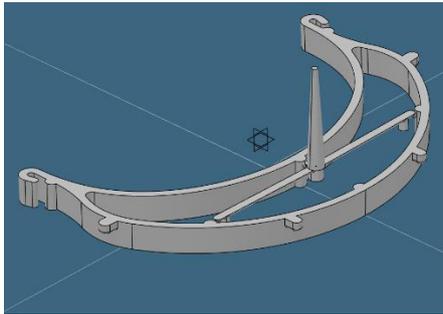


CAO du moule ouvert avec ses deux empreintes, le système de refroidissement et d'éjection



La re-conception de la pièce et la conception du moule ont été réalisées avec le logiciel « 3D EXPERIENCE » de Dassault Systèmes qui a permis un travail collaboratif avec échange de données en temps réel, partage et suivi des modifications des fichiers numériques entre les enseignants qui étaient en situation de télétravail. La conception de la pièce, du moule, la

simulation d'injection (sous MODFLOW), le prototypage 3D et l'élaboration des programmes d'usinage ont pu ainsi être conduits en moins d'une semaine.



CAO de la pièce injectée



Simulation de remplissage de l'empreinte

La simulation d'injection donnant un temps de cycle d'environ une minute, compte tenu de la quantité à produire et du délai de réalisation, nous avons fait le choix de faire un moule à double empreinte. Pour l'alimentation du moule, un système d'injection sous-marine avec arrache carotte a permis de produire des pièces sans aucune reprise ultérieure pour la finition. Le choix du thermoplastique s'est arrêté sur du polypropylène en raison de ses qualités de moulage (fluidité), de sa résistance mécanique et de sa souplesse correspondant aux contraintes d'utilisation de la visière et enfin pour sa stabilité chimique permettant sa désinfection en milieu hospitalier. Les sociétés INEOS et TOTAL nous ont offert deux tonnes de polypropylène par le biais de leur filiale commune APPRYL de Martigues pour assurer la production.



Stock de polypropylène



Usinage sur CU 5 axes DMG

Toutes les pièces du moule ont été réalisées en trois jours sur le centre d'usinage 5 axes « DMG DMU 50 » de l'ENSAM et sur le centre d'usinage « DMG DMU 65 » du lycée Jean Perrin. L'assemblage du moule a été finalisé en une journée au lycée Jean Perrin.

Au total, la conception et la réalisation du moule ont pris deux semaines, temps d'approvisionnement (en période de confinement) de la matière pour l'outillage compris, ce qui représente une vraie performance de l'équipe impliquée dans ce projet.



Moule assemblé



Montage des éléments du moule

Le moule réalisé, la section plasturgie du lycée Jean Perrin a assuré la mise en œuvre et le pilotage de la production. La presse d'injection retenue pour exécuter cette production est une ARBURG « ALLROUNDER 320C Golden Edition » avec un passage entre colonne de 320 mm et une force de fermeture de 500 kN. Elle correspond parfaitement au montage du moule de 246 x 346 mm et au volume injecté de 60 cm³ (capacité 85 cm³).



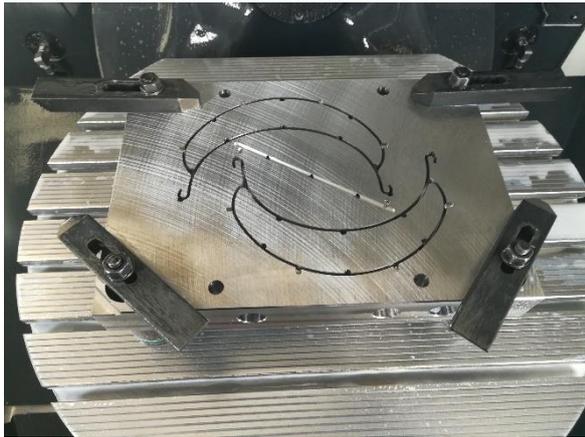
Réglage de la presse à injecter



Ouverture moule et éjection

De plus cette machine récente permet la sauvegarde de toutes les données de production ce qui permettra leur utilisation ultérieure dans des scénarios pédagogiques. En effet, avec à ce jour une production de plus de 38 000 pièces, nous disposerons d'un exemple industriel « grandeur nature ».

Après les premiers essais, nous avons pris la décision de déposer le moule pour rajouter deux éjecteurs afin de sécuriser l'éjection de la carotte qui avait tendance à s'arc-bouter en raison de la souplesse du polypropylène. Le problème a été traité rapidement par une reprise d'usinage sur le centre DMG DMU 65 grâce au système de mise en position standardisé pour les carcasses de moule. La production a donc pu réellement commencer le mardi 28 avril en fin d'après-midi.



Reprise d'usinage sur CU DMG



Rectification de la batterie d'éjection

Les réglages de la presse ont été optimisés pour éliminer les aléas de production afin de pouvoir produire 24 heures sur 24. Nous sommes arrivés à un temps de cycle de 54 secondes soit environ 120 pièces à l'heure.

Pour réaliser l'objectif de production continue, la presse à injecter, est équipée d'un système d'aspiration et d'un container auxiliaire permettant d'alimenter automatiquement la trémie en matière première. Un système de tapis roulant permet d'évacuer et de trier les pièces en les séparant automatiquement des carottes d'injection.



Optimisation de la production : équipement de la presse avec tapis d'évacuation et automatisation du remplissage en granulés de polypropylène

Enfin un système de surveillance par caméra IP permet de vérifier le bon fonctionnement du process à distance. Ainsi la presse a pu produire, jour et nuit, jusqu'à la livraison de toutes les commandes prioritaires pour les soignants de la région Sud, soit une production 16 000 pièces entre le 29 avril et le 3 mai.

La production s'est donc établie sur une moyenne de 3200 pièces / jour ce qui est nettement supérieur à l'objectif de 2000 pièces / jour fixé au départ.

Le process est d'une fiabilité remarquable puisque la presse ne s'est jamais mise en défaut sur un problème d'injection. Les rares arrêts de production ont été causés par des pièces ou de carottes bloquées dans les tapis d'évacuation.



Une journée de production et stock de 13500 visières en attente de départ

Depuis le 4 mai, la production en horaire de journée est passée à environ 1500 pièces/jour. Nous équipons maintenant les écoles, les collèges et les lycées ainsi que les services des collectivités territoriales ou de l'Etat qui en font la demande. La production au 20 mai était de 38 500 pièces.

Ce projet solidaire a été rendu possible grâce à l'implication totale des enseignants de BTS Conception de Processus et Réalisation de Produits, de BTS Europlastics et Composites et du Baccalauréat professionnel Plastiques et Composites avec l'appui des collègues de l'ENSAM d'Aix en Provence mais aussi de collègues de toutes spécialités venus spontanément les épauler pour les tâches de conditionnement et de logistique. Je les remercie tous chaleureusement d'avoir œuvré pour la sécurité de tous mais aussi pour le rayonnement des filières industrielles en démontrant l'utilité et la pertinence économique et sociale de celles-ci. De plus, je suis sûr que cette expérience industrielle en grandeur réelle saura être ré-exploitée utilement dans la pédagogie à venir de ces filières pour le plus grand bénéfice de nos élèves et étudiants.

Joël LIABOEUF, directeur délégué à la formation professionnelle et technologique Lycée Jean Perrin de Marseille avec la collaboration de Gérard MALTERRE, Jérôme BARBAZA, Laurent DESCAMPS professeurs au lycée Jean Perrin à Marseille.

<https://tube-aix-marseille.beta.education.fr/videos/watch/5d8b1792-d721-4410-864f-9eb68d50d458>