



Patrick HAIRY
Pilote ingénierie projet (CTIF)

Innovations en moules métalliques J'Tech 2016

Introduction

Dans le cadre des J'Tech2016 - les journées techniques du CTIF consacrées à l'Innovation, qui se tenaient les 27 et 28 septembre derniers à l'Atrium de Chaville et qui ont réuni près de 200 participants - CTIF animait cette année six ateliers thématiques métier, au rang desquels un atelier sur les moules métalliques. Étaient présents à cet atelier des fondeurs en moulage coquille gravité, des fondeurs sous pression et les experts de CTIF. La première partie de l'atelier était consacrée à la présentation des actions de CTIF pour la profession tandis que la deuxième partie a permis de nombreux échanges avec les industriels présents. L'occasion de faire émerger les nouveaux enjeux dans le domaine des outillages et les sujets d'intérêt prioritaire à déployer sous forme d'actions collectives par CTIF, pour et avec les professionnels du domaine (fonderies et outilleurs).

Les enjeux en moules métalliques

Rappelés par Patrick Hairy en introduction de l'atelier, les défis techniques sur les outillages métalliques sont avant tout liés à des enjeux industriels :

- un prix du moule élevé (10 % à 15 % du prix pièce),
- une maintenance importante due aux dégradations accélérées (chocs thermiques, usure, casses...),

- un délai de réalisation et de mises au point de plusieurs mois cumulés (et la difficulté à concevoir et mettre au point « bon du premier coup »),
- un impact direct sur la santé des pièces et sur les temps de cycle,
- une utilisation croissante de la chaîne numérique dans la conception des moules,
- et l'arrivée enfin de nouvelles technologies (fabrication additive d'éléments de moule, strato-conception, nouvelles conceptions thermiques...).

L'état de l'art des innovations en fonderie sous pression souligne l'arrivée de pièces de structure à hautes caractéristiques mécaniques (alliages ductiles, sous vide et traitement thermique), de projets de R & D multiples sur les pièces creuses en fonderie sous pression, et de géométries de plus en plus complexes avec des ailettes de refroidissement fines et denses par exemple pour l'électronique embarquée sur véhicule. En ce qui concerne le *process*, on peut souligner la percée

des poteyages « sans eau » et l'évolution vers une thermique moule optimisée (utilisation fréquente de *jet cooling*, développement des éléments de moule en fabrication additive...). En moulage coquille, les enjeux principaux sont la complexification des géométries de noyaux internes, l'anticipation des contraintes thermomécaniques, des exigences croissantes sur la maîtrise de la santé interne pièce et des caractéristiques associées, l'évolution vers des réductions d'épaisseur de pièce et enfin, dans les ateliers, une robotisation croissante.

CTIF, derniers développements

Une demi-douzaine de présentations a permis de présenter les actions de CTIF menées dans le domaine des moules métalliques. Dans les projets présentés, on peut souligner : le potentiel de la stratoconception (projets PROMAPAL et ORIBAN), des



Les participants des ateliers (Crédit Photo : Stéphane MEYER)

rechargements localisés (partenariat CTIF-Institut Maupertuis), des nouvelles conceptions thermiques (projet i-Tech Mould), des solutions de type noyaux destructibles en fonderie sous pression (brevet CTIF), et des approches innovantes proposées par CTIF sur la maîtrise localisée de la thermique outillage. Au-delà des projets, CTIF pilote également des actions de mutualisation (Groupe de Travail Fonderie Sous Pression, et projet de plateforme sous pression ENSAM) décrites ci-après.

Stratoconception® : solution d'intérêt pour les conceptions d'outillages, la technologie de la stratoconception® développée par le CIRTES a été évaluée sur moule métallique dans le cadre du projet collaboratif PROMAPAL dont l'objectif était de concevoir et tester sur outillage des éléments de moule issus du *process* (couches d'acier X38CrMoV5 usinées puis brasées). Il s'agissait, entre autres, de développer des modèles de comportement thermique aux interfaces des

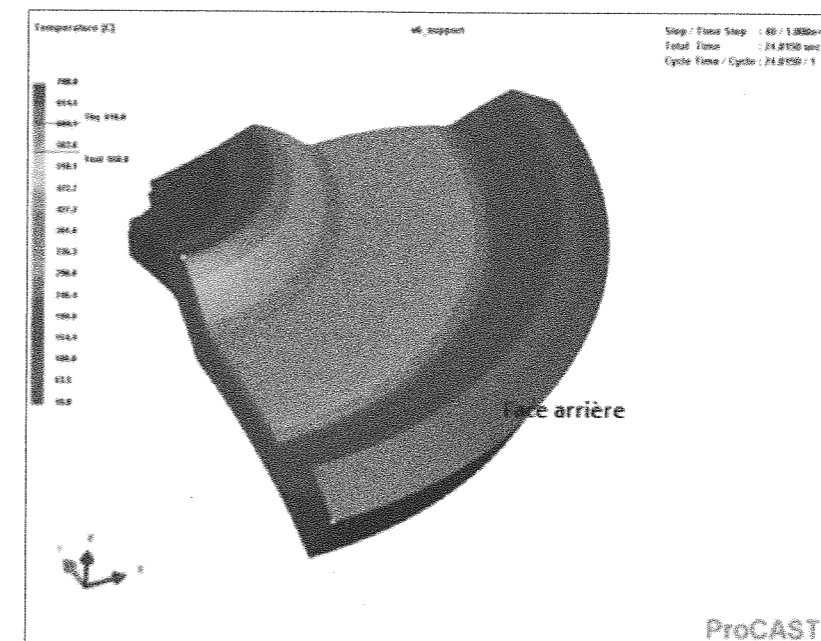
couches d'acier avec des partenaires industriels (Montupet Laigneville - adhérent de FdF/FFF, N.D.L.R.) et universitaires (Cirtes, CTIF, CM2T, ERMeP). Dans ce projet, CTIF a optimisé par simulation numérique la thermique du moule industriel et a validé la tenue thermomécanique d'un démonstrateur stratoconçu sur banc d'essais (mesure des déformations).

Des travaux plus récents menés dans le cadre du projet ORIBAN ont porté sur l'exploitation de la stratoconception® pour des conceptions de boîtes à noyaux. La technologie permet d'intégrer et d'optimiser des canalisations internes destinées notamment au gazage et/ou l'évacuation des gaz. La mise au point de quatre boîtes à noyaux sur applications industrielles, en collaboration avec les partenaires industriels du projet, a permis de démontrer des gains réels, tant sur la consommation de gaz (réduction jusqu'à 66 %) que sur leur récupération (DMEA). La qualité des noyaux est, elle, tributaire de la répartition des

buses et nécessite des mises au point dédiées des boîtes à noyaux. Les coûts de fabrication et de maintenance des outillages sont cependant plus importants (pour les cas étudiés) qu'avec un outillage conventionnel.

Projet i-Tech Mould : démarré depuis un an et soutenu par le FUI, le projet collaboratif i-Tech Mould associe les partenaires Shapers (outilleur, leader du projet), FPSA (fonderie sous pression), Safe Metal (fonderie acier) - adhérent de FdF/FFF, N.D.L.R., deux centres techniques (CTIF & CTIPC), le Lycée Hector-Guimard et l'ENISE. L'objectif du projet est de développer des conceptions innovantes de moules (fonderie, plasturgie) en intégrant des préformes en acier obtenues par fonderie avec des canaux de refroidissement de type *Conformal Cooling* réalisés à partir de noyaux sable obtenus par impression 3D. Le projet vise une réduction des temps de fabrication moule (cible -25 %), des temps de cycle en fabrication (cible jusque -15 %) et un choix élargi des nuances utilisables pour le moule. Les travaux en cours prévoient en particulier la modélisation et l'optimisation des échanges thermiques, la fabrication de circuits complexes en sable (impression 3D) et leurs contrôles associés, le développement de règles de conception des moules avec circuits de refroidissement de forme *via* une approche multi-physique (mécanique, fluidique, thermique) et enfin la réalisation et le test de moules prototypes intégrant ces circuits complexes étanches.

Noyaux destructibles en fonderie sous pression : sur la base d'un brevet propre, CTIF a développé une technologie innovante de réalisation de pièces avec noyaux destructibles en fonderie sous pression aluminium. L'objectif est de pouvoir fabriquer, à terme, des pièces avec des zones internes simples ou complexes, non démoulables (circulation d'eau, réduction des usinages...).



Prototype CTIF pour la mesure des déformations thermo mécaniques sur banc d'essais