

LA TECHNOLOGIE DE  
FONDERIE DE DEMAIN

# Etes-vous prêts

un monde plus coloré?



## ECOCURE BLUE pour plus de protection pour l'environnement et pour les employés



En choisissant ECOCURE BLUE, le système de résine boîte froide exempt de produits classés dangereux dans la partie 1 (au regard de la réglementation CLP), vous vous engagez clairement dans la protection de vos employés et de l'environnement. Le nouveau système de résine réduit les émissions de COV, de BTX, de phénol et de formaldéhyde dans les process de fonderie ainsi que la teneur de phénol dans le sable recyclé. En même temps, ce nouveau système égale en performance les systèmes actuellement sur le marché au regard de la réactivité, des caractéristiques mécanique set des résultats sur pièces.

Nos experts sont à votre disposition

Tel.: +33-2-32525027

E-Mail: [info.france@ask-chemicals.com](mailto:info.france@ask-chemicals.com)

[www.ask-chemicals.com/beyondtomorrow](http://www.ask-chemicals.com/beyondtomorrow)

**ASKCHEMICALS**  
We advance your casting





18<sup>N°</sup>

JUILLET  
2020

# TECH NEWS

FONDERIE

PROFESSION  
**LA COMMISSION CYCLATEF S'AFFAIRE !**

PAGE 12

TECHNIQUE  
**FONTES ET MATERIAUX AMELIORES,  
VERS DE NOUVELLES SOLUTIONS  
POUR MOULES VERRIERS**

PAGE 27

UNE PUBLICATION DE



ASSOCIATION  
TECHNIQUE DE FONDERIE

# PETIT PRODUIT, GRAND POTENTIEL!



didier.legrand@gtp-schaefer.de  
www.gtp-schaefer.com



**SCHÄFER**  
THE RISER COMPANY

# édito.

## Préparer les challenges de demain

Les organisations sont vulnérables à la crise et la pandémie ébranle nos économies, les industries considérées comme les plus solides peinent à retrouver la confiance nécessaire à assurer la stabilité de leur marché. Comment se dessinera le demain qui renaitra de cette crise ? Chacun s'observe, espérant que le problème se dissipera de lui-même. Nous avons vu apparaître une communication de crise, démontrant que les réseaux sociaux sont devenus des acteurs indispensables d'information, de soutien et d'entraide. Leur vocation : garder le lien, conserver le savoir-faire dans l'attente de la reprise, assurer l'échange avec les clients et les fournisseurs, montrer que la valeur de nos métiers est aussi dans les hommes qui les composent, que les fondamentaux sont là. Les réseaux sociaux sont devenus importants et les associations informent sur les entreprises, les marchés, les nouveaux enjeux technologiques à venir, les compétences du métier de fondeur, la formation se met en place pour apporter l'expérience et l'expertise technique au travers de nouvelles interfaces digitales.

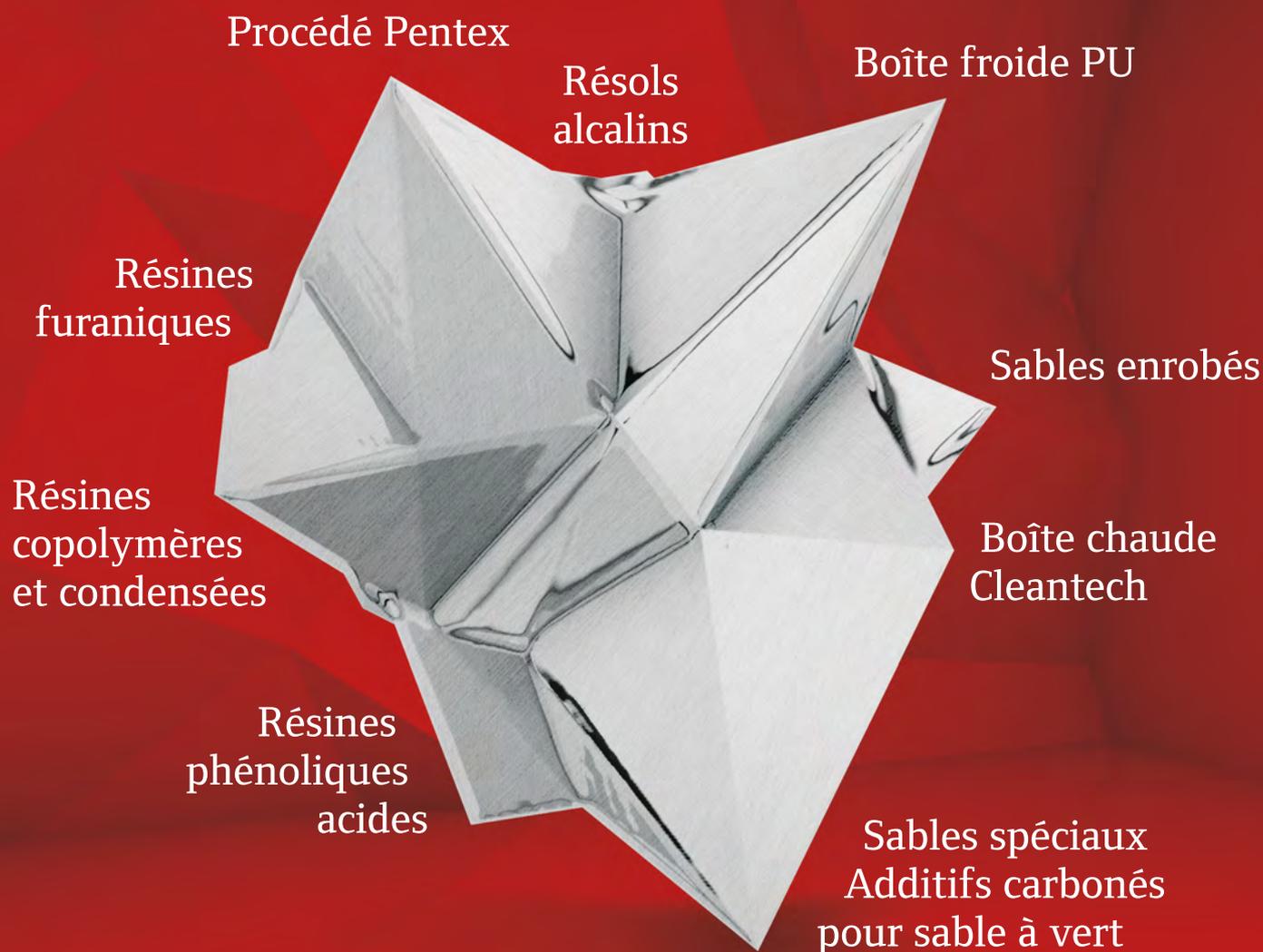
La communication n'est plus seulement orientée vers la recherche de marchés ou de volume, mais se doit d'être susceptible de répondre rapidement aux exigences d'approvisionnement de clients qui sont eux même confrontés à des problèmes de liquidité à court et moyen terme. À l'heure de la mondialisation si souvent annoncée, le retour brutal vers une relocalisation et un savoir-faire français reviennent à l'ordre du jour, les ruptures technologiques tant décriées viennent bousculer une industrie qui ne cesse de revoir sa copie pour s'adapter aux critères environnementaux et sociaux qui sont à la base d'une concurrence sévère au sein même de l'Europe.

En ces temps difficiles, le repli de l'activité nécessite une industrie capable de flexibilité ou les enjeux économiques et sociaux sont fortement liés. Les hommes et femmes qui façonnent chaque jour ces pièces coulées ou forgées qui sont le cœur de nos métiers ne transigent pas avec les paroles de nos gouvernants, avec les besoins de nos clients. L'amour du travail bien fait, la passion de l'excellence l'emporte toujours. La relance de notre métier n'est pas nouvelle, elle fait partie de nos gènes. Faire ce que nos pères ont fait, mais savoir innover et créer sont la base de notre fonderie, sans cesse se réinventer est une tradition.

Communiquer, échanger, reconnaître les acteurs et les aider dans leur démarche de reconstruction d'une activité qui se réinvente n'est pas une idée nouvelle, c'est notre métier qui porte déjà les stigmates des révolutions du passé. Les challenges de demain seront notre quotidien. L'ATF est là, pour vous aider à communiquer sans oublier que demain se construira aussi sur les bases de notre histoire, que la technologie et l'humain sont intimement liés. ***Se préparer à reconstruire notre activité, c'est reconnaître que l'important est la passion de la fonderie.***



Gilbert RANCOULE  
ATF



**HÜTTENES ALBERTUS France**  
Des produits 100 % made in France  
au service de toutes les fonderies

# Sommaire.

03 / EDITO

06 / AGENDA

## PROFESSION

8 /

Les fonderies et les gestes barrières  
de sortie de confinement  
*Article de Fernand ECHAPPE - ATF*

## ASSOCIATION

10 /

Assemblée générale de l'ATF  
Réservez le jeudi 24 septembre 2020



## FORMATION

12 /

Peu d'affaires à réaliser sur les six premiers mois  
2020, la commission CYCLATEF s'affaire !  
*Article de Patrice MOREAU - ATF*

14 /

Agenda des formations

## TECHNIQUE

15 /

Metallurgical Coating to Reduce Graphite  
Degeneration at the Surface Zone of Compacted  
Graphite Iron Castings  
*Ugo Nwaogu, Wolfram Stets (Foseco Enschede,  
Netherland)*

23 /

Remise des prix de thèse Pierre Bézier  
*Article de Yves LICCIA - ATF*

27 /

Fontes et Matériaux améliorés, vers de nouvelles  
solutions pour moules verriers  
*P.Brenot, JPCobaut, A Bastien, A Stuppfler, ICAR-  
CM2T - Moncel Lès Lunéville, M.A.Skaper, L.Cornu,  
D.Garcia, Cerfav- Vannes le Chatel, O.Marou-Alzouma,  
B.Cauwe, CRITT MDTs- Charleville-Mézières*

## 31 / HISTOIRE & PATRIMOINE

Jean-François Cail : un acteur majeur de la  
première révolution industrielle (Deuxième partie)  
*Article de Yves LICCIA - ATF*

## 36 / OFFRES D'EMPLOIS

## 38 / ADHESION & ANNONCEURS



**TECH News**  
FONDERIE

### Revue professionnelle éditée par l'ATF.

Association Technique de la Fonderie  
44 Avenue de la Division LECLERC  
92318 SEVRES Cedex  
Téléphone : +33 1 71 16 12 08  
E-mail : [atf@atf-asso.com](mailto:atf@atf-asso.com)  
<http://atf.asso.fr/>

### Directeur de la publication

Fernand ECHAPPE : Secrétaire Général de l'Association  
Technique de Fonderie

### Comité de rédaction

Pierre Marie CABANNE, Patrice DUFEY,  
Gérard LEBON, Yves LICCIA,  
Jean-Marcel MASSON, Patrice MOREAU,  
André PIERSON, Gilbert RANCOULE,  
Jean Charles TISSIER, Alexis VAUCHERET

### Publicité

ATF - Gérard LEBON - Tél. : +33 6 19 98 17 72  
ATF - Fernand ECHAPPE - Tél. : +33 1 71 16 12 08  
E-mail : [regiepubtnf@atf-asso.com](mailto:regiepubtnf@atf-asso.com)



Suivez-nous sur Facebook :  
[www.facebook.com/ATFonderie](https://www.facebook.com/ATFonderie)



et  
TWITTER  
@ATFonderie

Maquette et réalisation Kalankaa • +33 2 38 82 14 16

Photographie de couverture : Sophie SPITERI - Photographe  
<https://www.sophiespiteri.fr/>

## JUILLET 2020

- >>> **8 au 10 à Shanghai (Chine) :**  
ALUMINIUM CHINA & LIGHTWEIGHT ASIA 2020  
**MANIFESTATION REPORTÉE en 2021 du 7 au 9 juillet**  
<https://www.aluminiumchina.com/en-gb.html>
- >>> **15 au 17 à Shanghai (Chine) :**  
CHINA DIECASTING 2020 – CHINA NONFERROUS 2020  
<http://www.diecastexpo.cn/en/> – <http://www.cnf-ex.com/en/>
- >>> **15 au 18 à Nagoya (Japon) :** INTERMOLD – Die and Mold Asia  
**MANIFESTATION REPORTÉE à une date ultérieure**  
<https://www.intermold.jp/nagoya/english/>

## AOUT 2020

- >>> **18 au 20 à Shanghai (Chine) :** METAL CHINA  
18<sup>th</sup> China International Foundry Expo  
<http://www.foundry-china.com/>
- >>> **18 au 20 à Shanghai (Chine) :**  
DIE CASTING CHINA 2020 – 14<sup>th</sup> China International Die Casting Industry Exhibition  
<https://www.showsbee.com/fairs/Die-Casting-China.html>
- >>> **31 au 03 septembre à Cleveland (Etats-unis) :** AISTECH  
<https://www.aist.org/home.aspx>

## SEPTEMBRE 2020

- >>> **8 au 10 à Sao Paulo (Brésil) :** ALUMINIUM BRÉSIL  
<https://www.expoaluminio.com.br/pt-br.html>
- >>> **15 au 18 à Joinville (Brésil) :**  
METALURGIA – Exhibition and Congress of Technology for Foundry, Forging, Aluminium & Services  
<https://www.metalurgia.com.br/en-us/home-en-fair-foundry-brazil/>
- >>> **15 au 18 à Minsk (Biélorussie) :**  
LITMETEXPO. FOUNDRY & METALLURGY  
<http://www.minskexpo.com/english/litmetekspo>
- >>> **16 au 18 à Portoroz (Slovénie) :**  
60<sup>th</sup> IFC PORTOROZ 2020  
<https://www.drustvo-livarjev.si/home>
- >>> **17 au 19 à Saint-Petersbourg (Russie) :**  
TECHNICAL FAIR  
<https://ptfair.ru/>
- >>> **22 au 24 à Guangzhou (Chine) :**  
THE 21<sup>ST</sup> CHINA INTERNATIONAL DIE-CASTING, Foundry & Industrial Furnace  
[http://www.chinaexhibition.com/Official\\_Site/11-10046-The\\_21st\\_China\\_\(Guangzhou\)\\_International\\_Die-casting\\_Foundry\\_and\\_Industrial\\_Furnace\\_Exhibition\\_2020.html](http://www.chinaexhibition.com/Official_Site/11-10046-The_21st_China_(Guangzhou)_International_Die-casting_Foundry_and_Industrial_Furnace_Exhibition_2020.html)
- >>> **23 au 26 à Shanghai (Chine) :**  
INTERNATIONAL WIRE & CABLE INDUSTRY TRADE FAIR  
<http://www.wirechina.net/?list-525.html>
- >>> **24 à Reims (France) :**  
AGO DE L'ATF  
<http://www.atf.asso.fr>
- >>> **29 au 1<sup>er</sup> octobre à Avignon (France) :** SEPEM SUD EST  
<https://avignon.sepem-industries.com/>

## OCTOBRE 2020

- >>> **5 au 9 à Brno (Tchéquie) :**  
FOND-EX INTERNATIONAL FOUNDRY FAIR  
<https://www.bvv.cz/en/fond-ex/>
- >>> **6 au 8 à Düsseldorf (Allemagne) :** ALUMINIUM 2020  
<https://www.aluminium-messe.com/en/10/>
- >>> **14 au 16 à Kielce (Pologne) :**  
23<sup>TH</sup> INTERNATIONAL FAIR OF TECHNOLOGIES FOR FOUNDRY METAL  
<https://www.targikielce.pl/en/metal>
- >>> **18 au 20 à Busan (Corée) :**  
74<sup>TH</sup> WORLD FOUNDRY CONGRESS  
**MANIFESTATION REPORTÉE EN 2022 du 16 au 20 octobre**  
**TECH News FONDERIE est MÉDIA PARTNER**  
[http://www.74wfc.com/2020/english/main/index\\_en.asp](http://www.74wfc.com/2020/english/main/index_en.asp)
- >>> **25 au 29 à Grenoble (France) :**  
17<sup>th</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE ON ALUMINIUM ALLOYS  
<https://icaa2020.sciencesconf.org/resource/page/id/1>

## NOVEMBRE 2020

- >>> **4 au 5 à Chaville (France) :**  
METALDAYS  
<https://metaldays.ctif.com/>
- >>> **10 au 12 à Guadalajara (Mexique) :**  
EUROGUSS MEXICO  
**MANIFESTATION REPORTÉE EN 2021 du 4 au 6 mai**  
<https://www.spotlightmetal.com/euroguss-mexico/>
- >>> **10 au 13 à Francfort sur Main (Allemagne) :**  
FORMNEXT – Salon International des Technologies de Production Additives, impression 3D  
<https://formnext.mesago.com/frankfurt/en.html>
- >>> **10 au 13 à Moscou (Russie) :**  
METAL EXPO – 26<sup>th</sup> International Industrial Exhibition  
<https://www.metal-expo.ru/>
- >>> **12 au 14 à Istanbul (Turquie) :**  
ANKIROS / ANNOFER / TURKCAS – Global Integration of Metals – 9<sup>th</sup> International Foundry Products Trade Fair  
<https://turkcast.com.tr/home-new/>
- >>> **17 au 19 à Colmar (France) :**  
SEPEM INDUSTRIES EST  
<https://colmar.sepem-industries.com/>
- >>> **23 au 25 à Mumbai (Inde) :**  
METEC INDIA  
**MANIFESTATION REPORTÉE EN 2021 du 25 au 27 mars**  
<https://www.metec-india.com/>
- >>> **26 au 27 à Hagen (Allemagne) :**  
HAGENER SYMPOSIUM – Métallurgie des poudres  
**MANIFESTATION REPORTÉE EN 2021 du 25 au 26 novembre**  
<https://www.pulvermetallurgie.com/>

## DECEMBRE 2020

- >>> **3 au 5 à Chennai (Inde) :**  
ALUCAST 2020  
<http://www.alucastexpo.com/home>
- >>> **8 au 9 à Québec (Canada) :**  
FUTURE ALUMINIUM FORUM INDUSTRY 4.0  
<https://futurealuminiumforum.com/>

# SEMCO FD [Fast Dry]

Enduit à l'eau à séchage rapide

La plupart des fonderies approvisionnant l'industrie automobile utilisent désormais des enduits à l'eau.

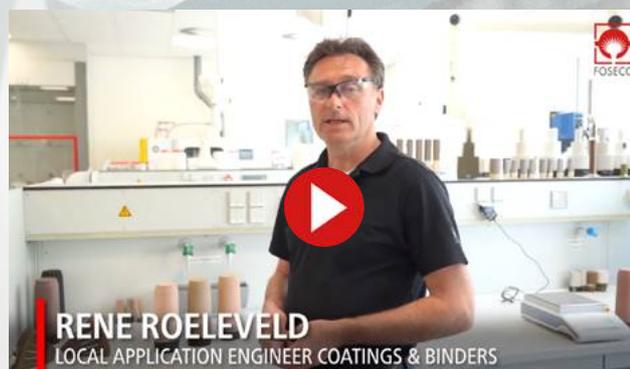
Cependant, dans le moulage de pièces de plus grande taille, en petites quantités voire en production unitaire, l'utilisation d'enduits à l'eau est peu développée.

SEMCO FD est une gamme d'enduits à l'eau, conçus pour être appliqués à l'arrosage, et qui sèchent plus rapidement que les enduits à l'eau classiques. La gamme comprend une variété de produits : les charges réfractaires sont adaptées aux différents métaux, supports et conditions de coulée.

Avantages clés

- + Vitesse de séchage plus rapide
- + Coûts énergétiques réduits
- + Manipulation plus facile du revêtement
- + Production de CO<sub>2</sub> considérablement réduite grâce à une consommation d'énergie réduite de 50%
- + Environnement de travail amélioré

Comment SEMCO FD a réduit les coûts énergétiques et augmenté la productivité grâce à une vitesse de séchage plus rapide. Regardez la vidéo à gauche pour en savoir plus.



Télécharger Article technique,  
Brochure et Étude de cas

**Pedro Ferreira**  
Chef de Produits Enduits – France



+33 6 20 89 58 79



pedro.ferreira@vesuvius.com

VESUVIUS

GLOBAL LEADER IN MOLTEN  
METAL FLOW ENGINEERING



# S'adapter face au Covid-19

## L'exemple de deux fonderies

La pandémie de Covid-19 a profondément bouleversé notre manière d'agir en société et toutes les entreprises ont dû revoir leur organisation.

Si le secteur du tertiaire a découvert de son côté les intérêts du télétravail, pour l'industrie et plus particulièrement la fonderie, ce n'est malheureusement pas aussi simple car la production ne peut pas être assurée par des réunions en visioconférence.

Dans une usine où les gens se croisent, discutent et interagissent, cela a nécessité de la part des fonderies françaises de faire preuve d'imagination et d'anticipation pour préparer leurs sites et leurs salariés afin d'assurer la production tout en assurant la santé des employés.

**TECH News FONDERIE** vous propose de découvrir deux fonderies qui ont su s'adapter de façons très différentes à cette nouvelle menace qui plane sur la santé des salariés.



PSA, Usine de SEPT FONTS

<https://site.groupe-psa.com/sept-fons/fr/contact/>

Fonderie presque centenaire d'environ 500 personnes, intégrée au groupe automobile PSA et située à Dompierre-sur-Besbre dans l'Allier. Elle fabrique principalement des pièces de freinage brutes et usinées (disques et tambours) et des carters cylindres.

### >>> LE CONFINEMENT

Le 16 mars, la fonderie n'a pas pu s'arrêter comme l'on fait les restaurants, on n'arrête pas un cubilot comme un piano de cuisson, mais la volonté était de s'arrêter au plus vite en appliquant les procédures de départ en congés. Cependant, le groupe PSA a souhaité dès le début du confinement, préparer la reprise. Un groupe de travail intégrant les médecins du groupe ainsi que les partenaires sociaux a été constitué afin d'établir et de mettre en place un protocole Covid. C'est aussi pendant le confinement que s'est mis en place le protocole d'autosurveillance : Chaque salarié doit mesurer sa température corporelle matin et soir, et en cas de fièvre ou de symptôme du Covid-19, la personne prévient l'entreprise si elle devait se rendre sur le site.

### >>> LA REPRISE

Pour garantir que la production pouvait reprendre dans de bonnes conditions pour les salariés, un audit interne PSA (groupe) à été réalisé le 3 avril. Toutefois, l'entreprise a choisi d'attendre la consigne nationale de



déconfinement avant de reprendre secteur par secteur. A l'entrée de l'usine une tente a été installée pour distribuer à chaque salarié leurs deux masques dont le port est obligatoire pour la journée (et encore deux de plus s'ils viennent en covoiturage). En plus du masque, le port de lunette (de vue ou de protection) est aussi obligatoire et dans les cas où une proximité s'avère nécessaire comme certaines opérations de maintenance, les salariés doivent aussi avoir une visière (fabriquée avec l'imprimante 3D du site). Toutes les personnes travaillant trop loin d'un point d'eau pour se laver les mains régulièrement se voit aussi confier un flacon de gel hydroalcoolique. Chaque employé (depuis le 11 mai) accédant au site, doit suivre une formation de 4h reprenant tous les points du protocole avant de se rendre à son poste. De plus, pour s'assurer que les consignes soient comprises et suivies, des personnes sont dédiées à 100% à l'observation de l'application du protocole.

### >>> ORGANISATION DU TEMPS ET DE L'ESPACE DE TRAVAIL

Pour toutes les fonctions support, un mixte entre présentiel, télétravail et chômage partiel est encore de vigueur, tandis que pour les fonctions de production (fonctionnant en 3x8), les horaires ont été aménagés de manière à éviter que les gens se croisent dans les vestiaires et ainsi permettre la désinfection complète du vestiaire entre chaque équipe.

Afin d'éviter la propagation du virus par les douches, PSA a condamné une douche sur deux, réaménagé les douches avec des plaques de plexiglas et une ventilation VMC. Concernant le reste de l'usine, un sens unique de circulation a été mis en place avec de

nombreux repères visuel pour respecter la distance d'un mètre et que personne ne se croise. De plus, toutes les salles de contrôle, de réunion, et les bureaux ont un nombre maximum de personnes admises à l'intérieur.





FONDERIE VINCENT

<http://www.fonderie-vincent.com/>



*Fonderie d'une quarantaine de personnes et située à Brignais dans le Rhône. Elle fabrique toutes sortes de pièces en fonte pour des marchés industriels ou de rénovation du patrimoine architectural. Ses équipements permettent la production de pièces unitaires ou en petite et grande série de 100 grammes à 1000 kilos.*

### >>> PENDANT LE CONFINEMENT

La FONDERIE VINCENT, motivée par ses salariés, a commencé à mettre progressivement en place les gestes barrières avant la consigne nationale de confinement ; ces gestes alors non-obligatoires étaient déjà bien respectés. Cette anticipation et ces habitudes déjà prises ont permis à la fonderie de continuer à travailler pendant la quasi-totalité du confinement. Bien sûr, après la date du 16 mars, ces mesures sanitaires se sont renforcées et se sont surtout formalisées avec de l'affichage et une rigueur accrue. Environ 20% des effectifs ont dû s'arrêter, la majorité pour garder leurs enfants ainsi que 2 salariés présentant des risques élevés face au Covid-19 et pour lesquels il était impossible d'aménager le poste de travail pour garantir leur sécurité sanitaire.

Tout au long de la crise, les salariés ont été une force de proposition active et écoutée sur

toutes les actions liées aux mesures sanitaires et ils ont permis de garantir au maximum leur sécurité tout en maintenant au mieux leur bien-être à l'entreprise.

### >>> LES MESURES PRISES

Outre les gestes barrières classiques qui ont été adoptés très vite, les horaires ont presque tous été décalés pour éviter aux salariés de se croiser lors de l'arrivée ou du départ de l'entreprise (principalement dans les vestiaires). Ensuite, l'usine a été compartimentée en différents secteurs, chacun ayant ses propres règles adaptées à son usage.

Le secteur des ateliers n'a pas subi de grands changements, en effet les équipements de protection individuelle, déjà obligatoires avant la pandémie, comprennent au minimum les lunettes de sécurité et gants avec pour certains un masque FFP3 à cartouche filtrante ou des masques ventilés, ce qui est mieux que ce qui est préconisé par les institutions de santé. La principale modification notable est l'obligation de sortir des ateliers quand il faut discuter plus longuement, le bruit et les masques ne facilitant pas la communication.

Les personnes travaillant dans les bureaux ont essayé le télétravail mais, l'efficacité n'étant pas au rendez-vous, les salariés, en

accord avec la direction, ont préféré venir sur place. Ils ont cependant aménagé leur bureau (suffisamment grand pour le permettre) afin de délimiter pour chacun une zone personnelle et strictement interdites aux autres, chacun étant responsable du nettoyage et de la désinfection de son poste de travail (les produits étant bien sûr fournis par l'entreprise). Le port du masque dans ces zones délimitées par un marquage au sol n'est, par conséquent, pas obligatoire, mais le devenant cependant pour recevoir tout visiteur.

Les lieux communs comme le réfectoire ou encore les toilettes sont les endroits les plus complexes à gérer. L'accès au réfectoire de la FONDERIE VINCENT a été limité à quatre personnes à la fois avec la consigne de désinfecter après son passage et un espacement des tables de 2 mètres. Le micro-onde, la machine à café et les fontaines à eau ont été supprimés pour limiter les risques, mais pour permettre à chacun d'avoir son café, l'entreprise a offert à tous les employés une bouteille isotherme et des bouteilles d'eau. Pour résoudre le problème des sanitaires, la consigne est de désinfecter avant et après chaque passage avec un nombre limité de personnes.

*Malgré de fortes différences dans la gestion de la crise par ces deux entreprises, elles ont toutes deux eu à cœur de protéger leurs salariés en modifiant leurs habitudes de travail. Certaines des mesures prises ne perdureront pas, mais une chose est sûre, c'est que le souvenir de cette pandémie restera vivace encore longtemps dans les esprits et certains gestes ne s'oublieront pas.*

Fernand ECHAPPE - ATF //////////////



# Assemblée générale de l'ATF

## Réservez le jeudi 24 septembre 2020

L'ATF organise son Assemblée Générale Ordinaire qui se déroulera à Reims le jeudi 24 septembre 2020. Outre un point sur les actions menées au cours de l'année passée et l'analyse des résultats 2019, il sera procédé à l'élection des membres du Comité Directeur dont le mandat est renouvelable. Le nouveau Comité Directeur procédera ensuite à l'élection du bureau de l'ATF et de son Président.



### PROGRAMME DU 24 SEPTEMBRE 2020

- 15h00 - 16h30 :**  
**Visite des caves G.H. Mumm suivie d'une dégustation**  
 La Maison G.H. Mumm vous invite à une immersion dans son histoire et son savoir faire avec un parcours de visite dans les 25 kilomètres de ses caves. Ce site exceptionnel abrite l'un des musées les plus complets sur les métiers du Champagne où vous aurez la chance de découvrir les principales étapes de l'élaboration du Champagne. Votre expérience de dégustation sera animée par des ambassadeurs qui partagent avec enthousiasme leur passion pour la Maison et ses cuvées d'exception.
- 17h30 :**  
**AGO au restaurant-brasserie 3 Brasseurs, 73 Place Drouet d'Erlon, 51100 Reims.**  
 Le courrier contenant les documents nécessaires la participation à cette AGO va être envoyé à tous les adhérents ATF pour l'année 2019 mais seuls les adhérents à jour de leur cotisation 2020 participeront au vote du Comité Directeur.
- 19h45 : Dîner**  
 Afin de conclure agréablement la soirée, un dîner convivial est organisé avec l'Amicale des anciens élèves de l'ESFF aux 3 Brasseurs.

Réservez votre soirée et inscrivez-vous au dîner en téléchargeant le bulletin d'inscription en cliquant ci-dessous :

**M'INSCRIRE AU DÎNER**

Tarifs pour :

- la visite des caves G.H. Mumm : Adhérent ATF ou AAESFF 15€, non adhérent 20€
- le dîner : Adhérent ATF ou AAESFF 40€, non adhérent 50€

Nous vous attendons nombreux à cet évènement rassemblant la grande famille des fondeurs.

## MACHINES DE COULÉE

### PAR PILOTAGE SEMI-AUTOMATIQUE OU AUTOMATIQUE

- La coulée s'effectue par le basculement de la poche de coulée via des actionneurs basculants pilotés par des variateurs de fréquence. Le contrôle de niveau est basé sur un système de caméra et la régulation dépendante de la masse permet la répétabilité de la coulée, sous réserve d'un temps de coulée théorique donné.
- La machine de coulée de série P peut être livrée avec changeur rotatif de poches de coulée mobile (de type W) ou stationnaire (de type S).
- La série P est pilotée par un API Siemens S7-300 et possède son propre système de contrôle, appelé G.L.S 2010.



PERFECTION IN EVERY SINGLE MOULD.



New Harmony » New Solutions™



sinto FOUNDRY INTEGRATION

www.sinto.com

**HEINRICH WAGNER SINTO**  
**Maschinenfabrik GmbH**  
 SINTOKOGIO GROUP

Bahnhofstr. 101 · 57334 Bad Laasphe, Germany  
 Phone +49 2752/907 0 · Fax +49 2752/907 280  
[www.wagner-sinto.de](http://www.wagner-sinto.de)

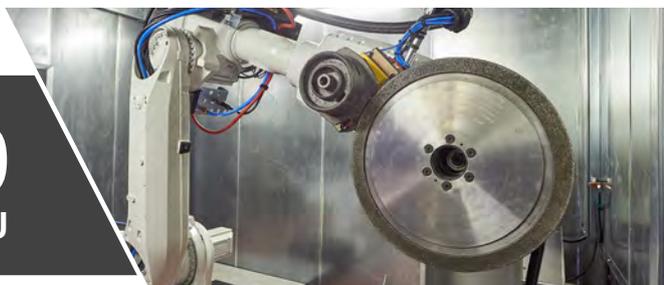
Représentation en France :  
**Laempe + Fischer Sàrl**  
 1 rue Bartholdi · 68180 ENSISHEIM  
 Tel. 0033 (0)3 89 81 18 38 · Email: [info@laempfischer.fr](mailto:info@laempfischer.fr)  
[www.laempfischer.fr](http://www.laempfischer.fr)

# DÉCOUVREZ NOTRE NOUVELLE GAMME ECO

CELLULES ROBOTISÉES DE FINITION

Poids maxi  
pièce 40 kg

**Siif ECO 40**  
FONTE & ALU



Poids maxi  
pièce 80 kg

**Siif ECO 80**  
FONTE



Poids maxi  
pièce 500 kg

**Siif ECO 500**  
FONTE



## Peu d'affaires à réaliser sur les six premiers mois 2020, la commission CYCLATEF s'affaire !

Dans les deux précédents numéros de TNF, notre revue publiait des pages blanches et vous confirmait que la commission formation CYCLATEF de notre association travaillait pour préparer d'ores et déjà la refonte de son calendrier.

La raison de cette refonte est simple, les contraintes auxquelles sont confrontées les entreprises industrielles ont rendu caduque le calendrier de formation ATF du premier semestre 2020, et rendent difficiles les prévisions pour les calendriers de la formation professionnelle à venir.

La commission formation de notre association s'est réunie à plusieurs reprises au cours de ces dernières semaines pour travailler sur ce pilier organique que représente la formation pour l'ATF.

Nous allons profiter des pages de ce numéro 18 pour vous présenter l'ensemble des bénévoles de notre commission, qui font la richesse et la diversité des connaissances et des compétences de notre association. Vous les avez croisés, les croisez, les croiserez dans votre quotidien de fondeurs, n'hésitez pas lorsque vous les rencontrerez à leurs faire part de vos remarques, vos suggestions vos besoins quotidiens de formation au sein de vos entreprises.

Ils donnent de leurs temps pour le besoin de notre association et de notre métier, n'hésitez pas à leurs donner un peu du vôtre.

La revue TNF a choisi l'ordre alphabétique pour cette présentation.



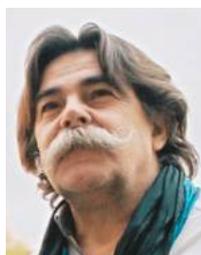
### ALLART Guillaume

Directeur Technique des fonderies de Brousseval, il a rédigé l'édito de notre précédent numéro de TNF le 17. Passionné formé par et pour la fonderie, il a pendant quelques années franchi la barrière côté clients de la fonderie, pour revenir à sa passion. Comptez sur lui pour recentrer nos travaux et nos projets sur les besoins quotidiens des fondeurs en matière de formation.



### ALVES Lionel

Une des jeunes recrues de notre commission, responsables des ventes en France des fours électriques chez ABP, polyglotte il est également le correspondant et représentant de l'ATF auprès du WFO. Il alimente les nouveaux courants de pensées de notre commission. Sa présence au WFO lui permet d'informer la commission sur ce qui se fait hors de notre hexagone.



### CABANNE Pierre Marie

Simplement précédé de son surnom international PMC, trempé comme ses frères et sœurs par son père fondeur, très jeune dans les bains d'aciers de la fonderie, certains prétendent qu'il faisait en famille quelques haltes, les jours de congés sur les sables de fonderie plutôt que sur ceux des plages... Il a tout récemment pris sa retraite et quitté le groupe Rio Tinto - Sorelmetal qui lui a fait faire plusieurs tours de la terre pour la promotion de la fonte neuve destinée à la production de fontes GS. Il a cédé avec bonheur son poste de représentant de l'ATF auprès de l'Organisation Mondiale de la Fonderie, le WFO, à Lionel Alves.



### CHOBAUT Jean-Paul

Directeur du développement et des partenariats de la société de recherche ICAR-CM2T, ex. Directeur du Critt Metall2T à Nancy et expert « métallurgie-fonderie », il participe depuis de nombreuses années aux travaux de notre commission, notamment pour les sessions sur les fontes et les traitements thermiques des alliages ferreux. Ses longues heures de présence à la tête de notre association en tant que précédent Président, sont un bien précieux pour notre équipe.



### DUFEY Patrice

Actuel Président de notre association au four et au moulin, comme dans les fonderies qu'il dirigeait avant, il veille au fonctionnement de notre association dans ses moindres rouages. Très rigoureux dans sa gestion il veille également dans les moindres détails à conserver un budget bien équilibré pour notre activité de formation.



### ECHAPPE Fernand

Jeune Secrétaire général de notre association, il est la clé de voute de l'association, chargé du suivi de la mise en place des décisions prises par le bureau et la commission CYCLATEF. Passionné par notre métier il essaie à ses heures de liberté d'activer sa fonderie personnelle.



### MOREAU Patrice

Arrivé en retard à une réunion associative vous conduit bien souvent à devoir en faire plus. A le plaisir d'animer depuis de nombreuses années les réunions de la commission et de rédiger leurs comptes rendus à ses heures perdues. Quand on aime on ne compte pas. A un seul mot d'ordre travailler sérieusement sans se prendre au sérieux.



**NORMAND Thierry**

Responsable application d'une des gammes de produit du groupe ASK, présent dans la commission depuis de nombreuses années. Il apporte son éclairage du côté des process de fonderie, plus précisément du côté moulage et noyautage, deux des nombreuses mamelles de la fonderie.



**TAFFIN Laurent**

Directeur commercial de Foseco France, il a rejoint les jeunes recrues de notre groupe de travail. Son expérience des multiples secteurs & facettes de la fonderie, des différentes demandes traditionnelles et nouvelles de notre industrie est précieuse pour la commission CYCLATEF.



**PLACE Jean-Louis**

Le plus ancien, ancien président de notre commission, le sage, l'expert des aciers, inoxydable au sens qu'il est aujourd'hui tel qu'il était lorsqu'il a rejoint notre groupe de travail, inoxydable au point qu'il garde toujours le même cap et la même fraîcheur de raisonnement. Il a l'art de recentrer toujours nos débats vers ce qui fait l'essentiel de notre mission, former les plus jeunes arrivants dans notre métier, la fonderie.



**LICCIA Yves**

Membre associé, le pivot de TNF, pivot de notre site web. Professeur de fonderie à la retraite, venant de l'Ecole Nationale Supérieure d'Arts et Métiers d'Aix-en-Provence, il s'affaire énormément pour notre association et pour pousser notre commission à lui communiquer des documents "up to date". La commission le remercie ici encore pour sa patience et son aide inestimable.



**RANCOULE Gilbert**

Fraichement arrivé dans notre commission, ancien directeur de la R&D du groupe Foseco, et jeune retraité, c'est le deuxième docteur du groupe de travail, toujours prêt pour rechercher et innover avant c'est encore le cas maintenant.



**>>> EN CONCLUSION**

Nous n'oublierons pas ici de remercier l'ensemble des animateurs et intervenants de nos stages. La liste de ceux qui épaulent avec fidélité nos actions de formation est longue. Vous retrouverez leurs noms si vous le souhaitez dans le calendrier de nos stages et auprès de notre secrétaire général Fernand Echappé.

Il est trop tôt pour dévoiler les axes de travail de la commission, car elle a encore beaucoup à faire. L'ensemble de nos bénévoles et partenaires espèrent un horizon plus clair plus dégagé pour la rentrée de Septembre.

Comme évoqué dans le titre de cet article, la commission s'affaire pour rendre une copie de son livre blanc. Cette rentrée sera pour la branche formation de notre association en somme comme une rentrée des classes.

Ainsi notre revue, notre site, nos membres bénévoles, notre secrétaire général pourront à la fois, vous rendre compte des stages fraîchement réalisés mais aussi, vous annoncer sans risque de report le calendrier de ceux à venir. C'est-à-dire revenir, pour la formation à une activité et des pratiques que nous souhaitons de tout notre cœur, les plus normales possible.

Bien amicalement au nom de la commission CYCLATEF.

Patrice MOREAU - ATF //////////////

**SAUVAGE Stéphane**

Jeune recrue de la commission, commercial France chez JML, société Ardennaise, un producteur Français spécialiste de différents types de matériels de fonderie. C'est l'un des membres les plus polyvalents de l'équipe. Si vous le croisez, vous constaterez que son caractère est totalement à l'inverse de son patronyme.



**CYCLATEF**

## Les formations



L'**ATF** contribue aux actions de formation professionnelle continue au sein de A3F-CTIF Formation en animant une série de stages inter-entreprises les cycles d'études et d'informations techniques (CYCLATEF)



Fidèle à son engagement, basé sur le partage des connaissances, des compétences, en assurant une convivialité chère à notre profession, l'**A.T.F.** agrmente ces stages de partages d'expériences, d'échanges entre participants et d'une visite d'usine illustrant de façon pratique les thèmes développés en formation.

**TÉLÉCHARGEZ**  
le catalogue général des formations A3F-CTIF

### ... JUILLET ...

DU AU  
**07 > 10**

#### Apprentissage des bases de la fonderie pour clients, fondeurs, fournisseurs

>>> réf. : TM F015 B <<<

*Catalogue A3F - CTIF : Page 28*

Lieu : Sèvres (92) - CTIF

DU AU  
**21 > 23**

#### Moulage et noyutage en sable à prise chimique

>>> réf. : TM F006 <<<

*Catalogue A3F - CTIF : Page 36*

Lieu : Sèvres (92) - CTIF

### ... SEPTEMBRE ...

DU AU  
**08 > 09**

#### Optimiser une visite technique chez son fondeur

>>> réf. : TM F065 <<<

*Catalogue A3F - CTIF : Page 42*

Lieu : Sèvres (92) - CTIF

DU AU  
**22 > 25**

#### Sables à vert : préparation et mise en œuvre

>>> réf. : TM F017 <<<

*Catalogue A3F - CTIF : Page 37*

Lieu : Sèvres (92) - CTIF

### ... OCTOBRE ...

DU AU  
**06 > 08**

#### Optimisation du parachèvement par la maîtrise des procédés

>>> réf. : TM F066 <<<

*Catalogue A3F - CTIF : Page 41*

Lieu : Sèvres (92) - CTIF

DU AU  
**20 > 23**

#### Apprentissage des bases de la fonderie pour clients, fondeurs, fournisseurs

>>> réf. : TM F015 C <<<

*Catalogue A3F - CTIF : Page 41*

Lieu : Sèvres (92) - CTIF

### ... NOVEMBRE ...

DU AU  
**17 > 19**

#### Métallurgie, élaboration et traitements thermiques des fontes GS

>>> réf. : FT F013 <<<

*Catalogue A3F - CTIF : Page 30*

Lieu : Sèvres (92) - CTIF

### ... DECEMBRE ...

DU AU  
**02 > 04**

#### Le moulage haute pression à joint vertical

>>> réf. : TM F047 <<<

*Catalogue A3F - CTIF : Page 37*

Lieu : Sèvres (92) - CTIF

# Metallurgical Coating to Reduce Graphite Degeneration at the Surface Zone of Compacted Graphite Iron Castings

Ugo Nwaogu<sup>1</sup>, Wolfram Stets<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Foseco Enschede, Netherland

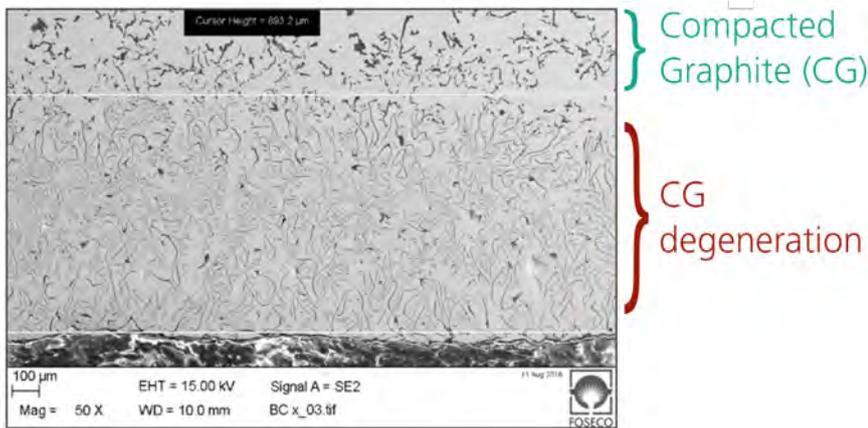


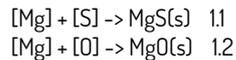
Figure 1. Compacted graphite reversion layer of flake graphite at the rim zone in a CGI casting.

## INTRODUCTION

With tightening emission legislation for combustion engines, there is an increasing trend for the wider adoption of compacted graphite iron (CGI) for automotive components, specifically blocks - to enable higher combustion pressures and reduce overall component weight. Currently, component design in CGI is limited by the reversion or degeneration of the compacted graphite (CG), resulting in a layer of flake graphite (FG) in the rim zone of the casting [1, 2]. An example of the microstructure of a CGI casting rim zone with CG degeneration is shown in *Figure 1*.

This defect commonly occurs in ductile iron (DI) and compacted graphite iron (CGI) grades of cast iron. The average thickness of the degenerated layer for thin wall DI castings ranged from 0.15 to 0.45 mm, while for CGI it ranged from 0.7 to 2.5 mm [3]. It was reported that a 0.1 to 3.0 mm thick degenerated graphite layer often occurs on ductile iron casting depending on the casting wall thickness and cooling rate [4]. The presence of this degenerated layer of graphite significantly reduces the mechanical properties (fatigue limit, elongation, etc.) of the component in the area where it occurs [2, 5]. Controlling the degeneration of CG at the surface rim zone requires an understanding of the effects of melt chemistry, melt temperature, cooling and solidification rates and the interaction between the metal and the mould/core surface. The assumption is that the direct cause

of graphite degeneration, resulting in a layer of FG as seen in *Figure 1*, is the depletion of magnesium (Mg) at the surface layer of the casting. This is due to the reaction of Mg with sulphur and oxygen present in the moulding materials and/or in the mould atmosphere. The reactions are :



These processes occur in the vicinity of the mould/core wall.

Another mechanism for the formation of CG degenerated layer at the rim zone is the influence of solidification kinetics effects (larger undercooling at the interface). Large undercooling at the mould/metal interface favours the precipitation and growth of austenite dendrites that rejects magnesium at the solidification front. This leads to low magnesium and flake graphite structure at the rim zone close to the metal/mould or core interface with higher nodularity zone further inside the bulk of the castings [2, 6]. According to ISO 16112-2006-08-01, CGI shall have a minimum of 80% of the graphite in vermicular form (form III in accordance with ISO 945), and the remaining 20% of the graphite particles should be of form VI or form V in accordance with ISO 945. Flake (lamellar) graphite (form I and form II according to ISO 945) is not permitted, except within the surface rim zone of the casting [7]. With the mechanisms of formation of dege-

nerated graphite highlighted, its formation reduction may be achieved by reducing the extent of magnesium depletion at the interface region and decreasing undercooling at the mould wall. Foundry coatings are generally applied to improve the surface finish of castings and prevent the occurrence of surface defects on castings [8, 9, 10], but do not prevent the occurrence of degeneration of CG to FG. However, it has been reported that specially formulated foundry coatings have been used to reduce the occurrence of this defect by applying about 0.20 - 0.25 mm dry layer thickness of the coating on the moulds or cores containing 0.02% sulphur [11]. Riposal et al. [4] reported the use of coatings based on desulphuriser (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaCO<sub>3</sub>, Basic slag, CaF<sub>2</sub>, Talc), and sinterable materials expected to act as protective layers for the reduction of the occurrence of the defect. Surface layer has been significantly reduced by CaO coatings, due to its reaction with SO<sub>2</sub> and its desulphurisation activity. From their findings, they concluded that mould coatings based on the generation of desulphurisation agents (such as CaO or MgO) are more effective than protective coatings. Boonmee and Stefanescu also applied mould coatings as a means of reducing the degeneration of the CG to FG [12]. In their study, they used three types of coatings namely, inactive coatings (mica based, zircon based and boron nitride) - coatings that are completely inert with respect to the melt, active coatings (ferrosilicon and graphite) - coatings that alter the local chemistry of the melt and reactive coatings (CaO, MgO and FeSiMg) - coating that have a chemical reaction with the melt, such as deoxidation and desulphurization. They found out that various coatings have influence on the degeneration of the CG to FG at certain various conditions. They further concluded that the coating made with FeSiMg was the most effective in reducing the degenerated CG layer thickness of iron of eutectic composition at all cooling rates investigated in their work. It was observed by the authors that most of the filler materials used by the above mentioned researchers are not compatible with the universal carrier liquid, water.

The main objective of this paper is to highlight the performance of a newly developed

water-based coating, CG800. This coating is used to mitigate the degeneration of the CG to FG, in CGI castings. The performance of this new product is based on the synergistic effect of insulation and optimised permeability provided by the coating.

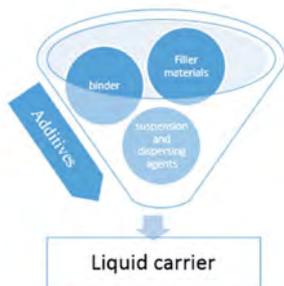
## >>> EXPERIMENTAL PROCEDURE

The experimental part of this paper is divided into two sections namely Coating Technology and Casting Technology.

## >>> COATING TECHNOLOGY

The coating part of the research involved the analyses of the raw materials using advanced technologies. From the results of the analyses, the formulation and production of a couple of coatings were carried out. This is followed by the processing and characterisation of the produced coatings identified as A, II, III, IV and ACTICOTE CG800. Then, benchmarking of the new product (CG800) with other commercial coatings (identified as B, C, D, E, F and G) used for the same application.

The coating was formulated based on the addition of controlled specified amounts of the following constituents: Liquid carrier, refractory filler materials, binder, suspension and dispersing agents, additives like biocides, antifoaming agents, etc. [9] as illustrated in **Figure 2**.

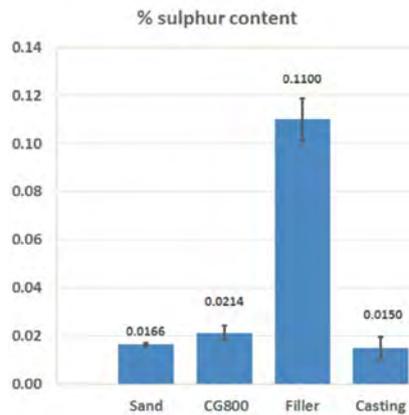


**Figure 2.** The coating components [9]

In order to determine the presence and source of sulphur, the sand used for making the cores, a filler material (with presumed high S content) used in the coating and the coating were analysed for sulphur content using LECO chemical analyser. The sulphur analysis results are shown in **Figure 3**.

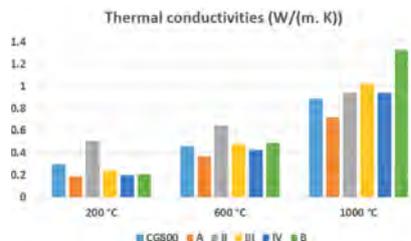
The sulphur content of the cold box sand and the coating are not significantly different from that of the casting. However, the filler showed a relatively high sulphur content but this did not reflect on the amount of sulphur in the coating. This is due to a careful balanced ratio addition relative to the major filler in the coating.

The thermal conductivity of some selected coatings was tested using the Anter Thermal



**Figure 3.** Sulphur content analysis results from the core sand, ACTICOTE CG800 (CG800), Graphite filler and the casting.

Diffusivity apparatus in Vesuvius Pittsburgh, R&D Centre in the US. The results (**Figure 4**) show that Coating A has the lowest thermal conductivity at 1000 °C (considered of interest because it is closer to the melting temperatures) followed by CG800 compared with the other coatings tested. This is expected as Coating A has the coarsest particle size distribution from the particle size distribution (PSD) analysis performed on the coatings (results not shown). A low thermal conductivity (insulation) balanced by other properties such as optimum permeability and high refractoriness (**Figure 4**), could be some of the reasons why CG800 performed better than all the other coatings used in the preliminary trials (screening tests).



**Figure 4.** Thermal conductivities of selected coatings at different temperatures

The thermal behaviour of CG800, the major filler material used and a modified version of CG800, PID2-20, was analysed with a heating microscope to determine the characteristic temperatures corresponding to the changes of the shape and the cross-section area of the samples as they are heated. The changes in shape and cross-section of test samples are described by different temperatures namely DT - Deformation temperature (of maximum sintering), ST - Spherical temperature (of initial softening), HT - Hemispherical Temperature (of melting) and FT - Flow Temperature (of flowing) [13]. Further description of these temperatures can be found in ISO 540:2008(E) [14]. The higher these temperatures are, shows the more refractory

the material tested is. Two other commercial coatings (D and F) were included in the thermal analysis programme. The results are presented in **Figure 5**. From the results it can be seen that the pure filler material, is more refractory compared with CG800 and PID2-20 and the commercial coatings from their HT temperatures. CG800 has a thermal behaviour similar to that of the filler material, from the shape of the changes occurring on the samples. However, with a slight modification of the filler materials in CG800, the thermal behaviour changed significantly, as can be seen in sample shapes of PID2-20. The refractoriness decreased from the DT-deformation temperature up to HT-hemispherical temperature relative to those of CG800. The PID2-20 sample has similar shapes with those of the commercial coatings across all the temperatures. From the transition temperatures, CG800 has comparable refractoriness with the commercial coatings, D and F. The thermal behaviour of CG800 from the transition shapes being different from those of the other coatings could also be one of the reasons for having performance edge over the commercial coatings. This will be investigated further, because the observed transition shapes are not common with heating microscope samples.

The CG800 coating was processed and analysed alongside some other commercial coatings to determine their foundry application properties. The results obtained (**Table 1**) showed that the coatings are stable and met the application specifications required by foundries.

## >>> CASTING TECHNOLOGY

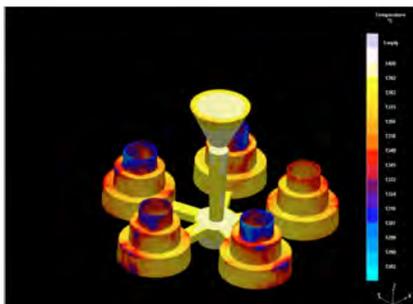
To investigate the behaviour of the different coatings under practical conditions several coating-casting trials were carried out. The casting technology involved the modelling and simulation of the casting process with a commercial software to optimise the geometry for making the tooling. Two simulation results are shown in **Figure 6** showing complete filling and uniform solidification of the hollow cylindrical castings with three different wall thicknesses.

Based on satisfactory simulation results, the tooling (**Figure 7**) was produced by an external pattern maker. The casting layout shown in **Figure 7**, is used to make all the pilot plant trials. This layout ensures that the filling of the casting cavities is done at the same melt temperature, pouring time and melt quality (chemical composition).

This layout is robust in that it provides the opportunity to investigate 5 different coating

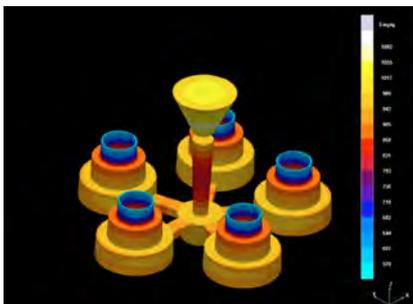
Properties	Other commercial coatings for the same application								Specifications
	CG800	A	B	C	D	E	F	G	
Solid content %	63	42.58	42.16	41.88	45.62	44.68	43.27	44.70	40 Minimum
Density g/cm <sup>3</sup>	1.48	1.37	1.36	1.35	1.4	1.39	1.37	1.38	1.30-1.40
Baume °Be	108	74	70	68	78	72	80	56	68 Minimum
Diluted coating									
Solid content %	50.62	30.45	32.58	33.2	34.7	32.27	30.86	39.68	
Density g/cm <sup>3</sup>	1.49	1.34	1.25	1.26	1.28	1.25	1.24	1.3	
Baume °Be	52	40	38	38	42	42	33	42	28-30
DIN Cup 4 viscosity s	15	14	14	14	16	15	13	15.5	
Matt time s	45-50	55					55		
RR number	No flow	12					21		
Adherence	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good	Good
Sedimentation % after 24hrs	1	0.5	0.5	1	1	1	1	1	Stable
Graphite flotation	No	NA	NA	NA	No	No	NA	NA	NA
Dry layer thickness µm	200-230	200-250	200-250	200-250	200-250	200-250	200-250	230-300	

Table 1. Foundry casting application properties.



(a) At the end of filling

Figure 6. Simulated temperature fields in castings at different times.



(b) At the end of solidification

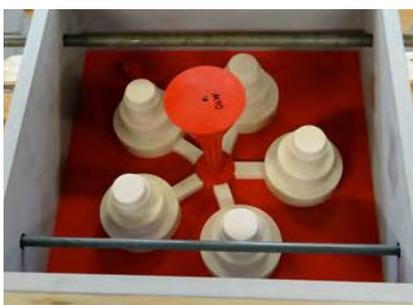
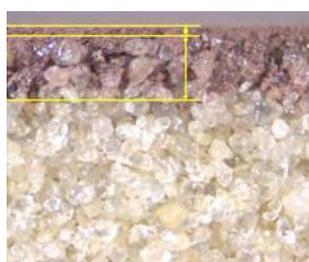


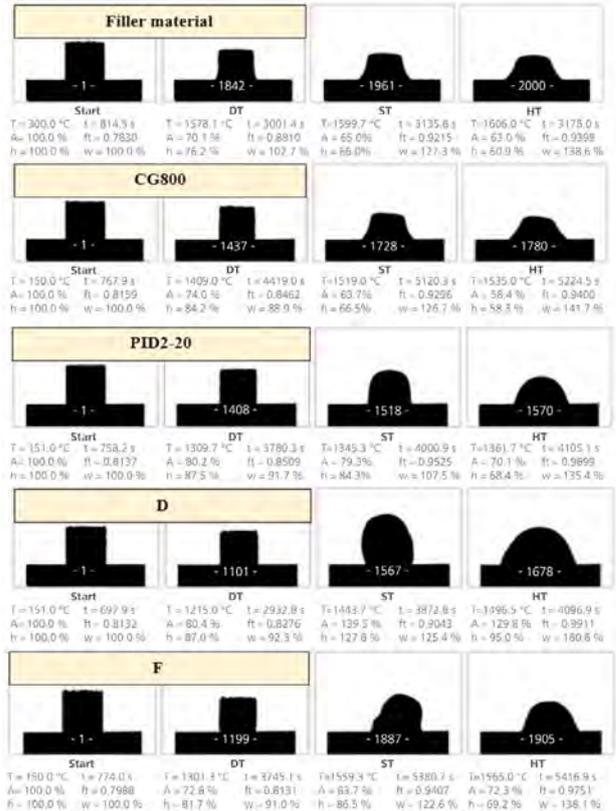
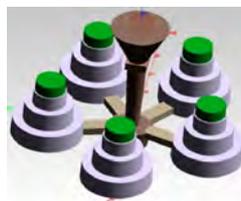
Figure 7. Casting layout and the tooling used to produce the castings.



Left (a) Drying coated cores in an oven  
Right (b) Showing top and penetrated layers

Figure 8. Processing the coated cores

Figure 5. Heating Microscope images of the five samples without thermal expansion properties. Temperatures: Start, DT-deformation temperature, ST-spherical temperature, HT-hemispherical temperature.



recipes and 3 different casting section thicknesses per casting in one mould. The section thicknesses investigated are 45, 20 and 5 mm identified as X, Y and Z respectively. These different wall thicknesses ensure different contact times between the cores (coatings) and the cast iron melt before it solidified.

The core is cylindrical in shape with a height of 210 mm out of which 40 mm at the base and 20 mm at the top are core prints with average diameter of 75 mm. The cores are coated by dipping in the coatings which have been diluted and ready for application to achieve a dry layer thickness of around 200 µm. The coated cores are dried in an oven at 120 °C for 2 hours (Figure 8a). The proud layer thickness of the coating (top layer) and the coating penetrated thickness of the core (penetrated layer) is clearly obvious in Figure 8b.

The melt chemical composition is presented in Table 2 and the Sintercast modification index is in the range of 38 – 39 for the various trials. This shows that the melts used for all the

trials were consistent in quality and satisfies the calibrated Modification limits, from 38 to 46, required to achieve the microstructure, properties and soundness in the heavy-duty blocks with Sintercast process technology [15].

The casting trials were conducted in a foundry, producing compacted graphite iron castings, according to the test programme in Table 3, using the SinterCast process.

TC*	Si	Mn	P	S	Cr
3.71	2.36	0.259	0.030	0.019	0.030

Mo	Ni	Cu	Sn	Mg	Fe
0.016	0.039	0.977	0.116	0.013	Bal.

\*Total Carbon (TC) - By Thermal Analysis of Base iron, remainder by spectroscopy of final poured metal.

Table 2. Chemical composition of the melt used for the casting.

Test programme		
Trials	Description of trial	Coatings
1	Comparative study of the performance of CG800 with selected coatings, in-house.	A, II, III, IV & CG800
2	Confirmatory performance test (from Trial 1 results)	A & CG800
3	Benchmarking of CG800 with other commercial coatings (external)	CG800, A, B, C, D, E & F
4	Industrial trial with CG800 and some commercial coatings in an external foundry	CG800, A, C & F

Table 3. Selected casting trials test programme.

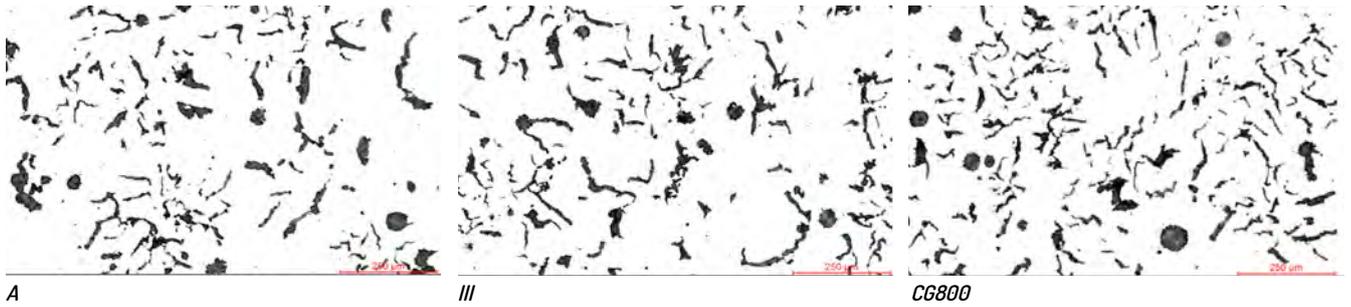


Figure 9. Bulk microstructure from the X-section of three selected casting.

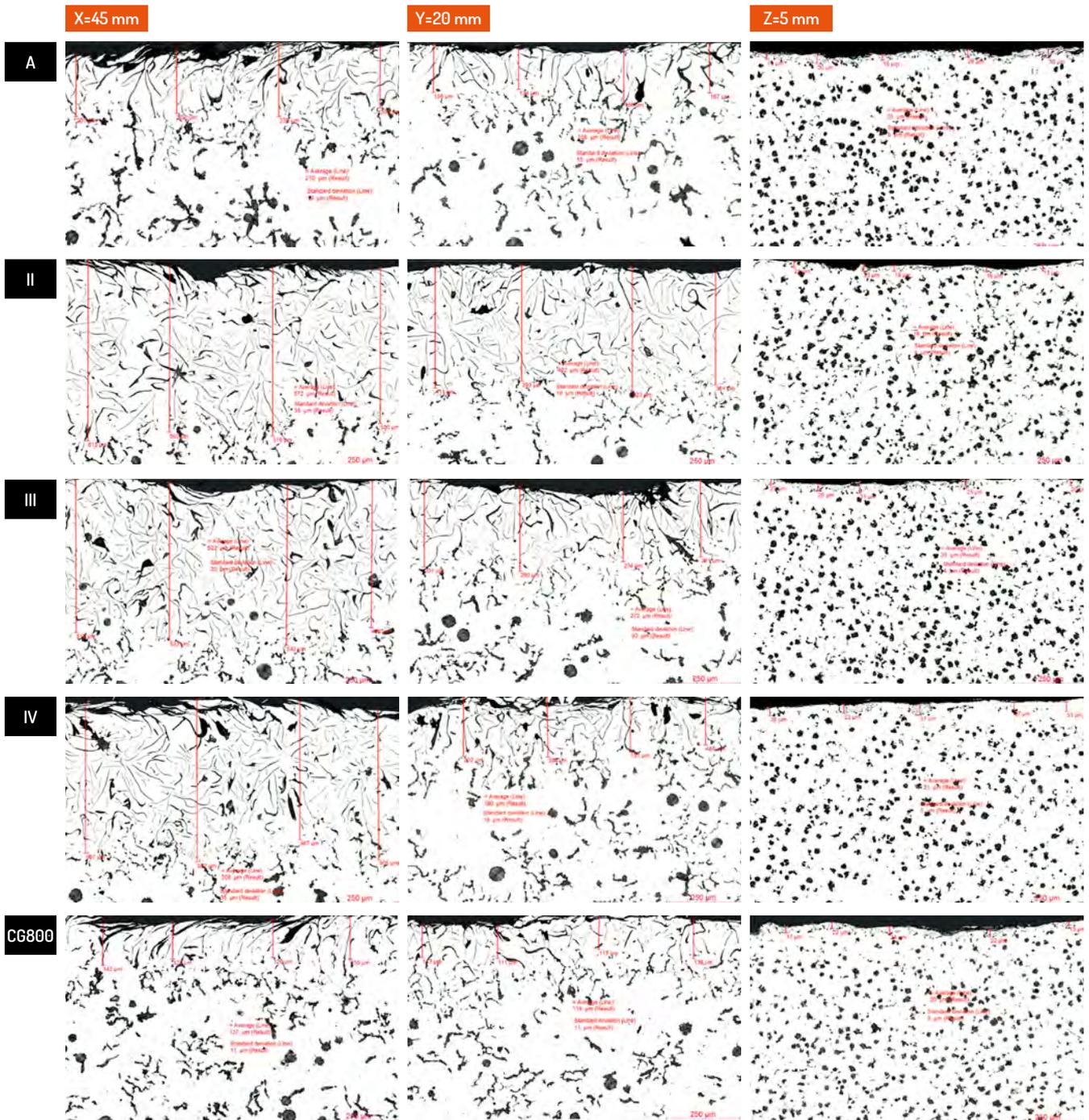


Figure 10. Interfacial of the three sections (X, Y & Z) of the casting made with 5 different coating (A, II, III, IV & CG800) on cores from the comparative study.

➤➤➤ RESULT

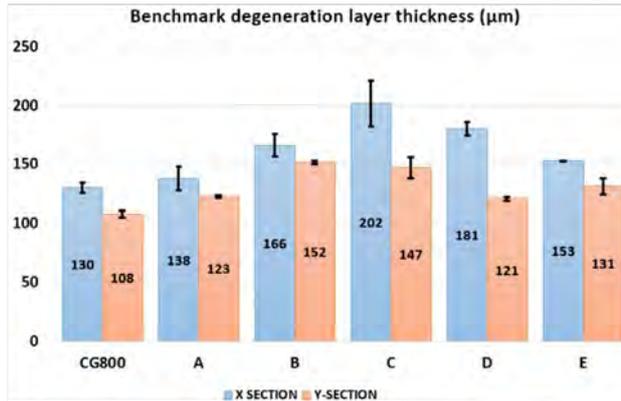
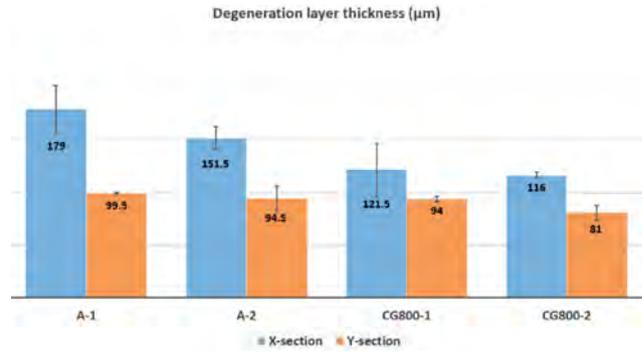
The results were judged based on the performance of the coatings in reducing the layer of compacted graphite (CG) degeneration to lamellar graphite (LG) at the rim zone of the castings. This performance is evaluated from the microstructures of the castings from various selected trials to compare the performance of ACTICOTE CG800 (CG800) and other commercial coatings used for the same application. The results will be presented according to the content sequence in Table 3. However, the bulk microstructure from selected castings are presented in *Figure 9*. It can be seen that the bulk microstructure exhibited typical compacted graphite structure.

From *Figures 10* and *11*, it can be seen that the coatings showed different performances on different section thicknesses in the reduction of degenerated CG layer. From the microstructures, it is obvious that the layer of degeneration of the CG to FG is section dependent. The defect increases with increasing casting section thickness. This is in agreement with the findings of other researchers and is attributed to the longer solidification and cooling times in the thicker sections [7, 12].

From these figures, it is also clear that the microstructures of the thin section, Z=5 mm, contains uniformly distributed tiny nodules of similar size and distribution. No difference is observed from the effect of the applied coatings. This shows that the solidification of the casting in this thin section was rapid and controlled by the solidification kinetics. There was no time for any diffusion of sulphur or oxygen into the melt surface.

Based on the results obtained from the comparative study of the performances of the coatings, Coatings A and CG800 exhibited

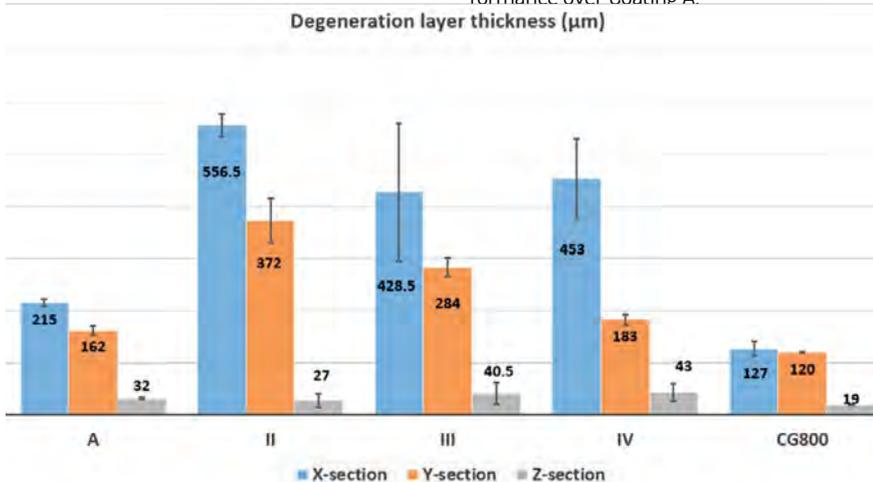
*Figure 12. Effect of the coating on the layer of degeneration of CG to FG at the surface rim zone of the X and Y sections of the castings from the confirmatory test with Coating A and CG800 in two replicates (1 and 2).*



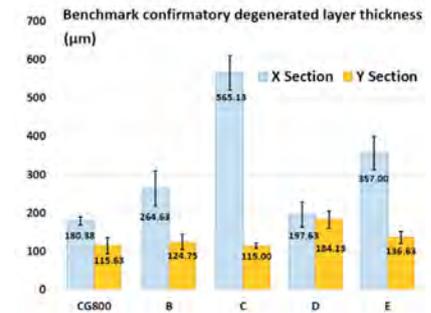
*Figure 13. Effect of CG800 and some selected commercial coating on the layer of degeneration of CG to FG at the surface rim zone of the X and Y sections of the castings from benchmark trial.*

more positive results relative to the other coatings. Hence, they were subjected to a further trial (confirmatory performance test) to ensure the repeatability and reproducibility of their performances. At this stage further investigation of the Z section (5 mm thin section) was dropped, since the coatings have no effect on this section. Further reports of the results will only focus on the 45 and 20 mm section thicknesses.

The results of the confirmatory trial test for Coatings A and CG800 in two replicates each (1 and 2) presented in *Figure 12*, show that the performances of the two coatings are consistent in both replicates. Both coatings showed a degeneration layer of less than 200 µm. However, CG800 showed a superior performance over Coating A.



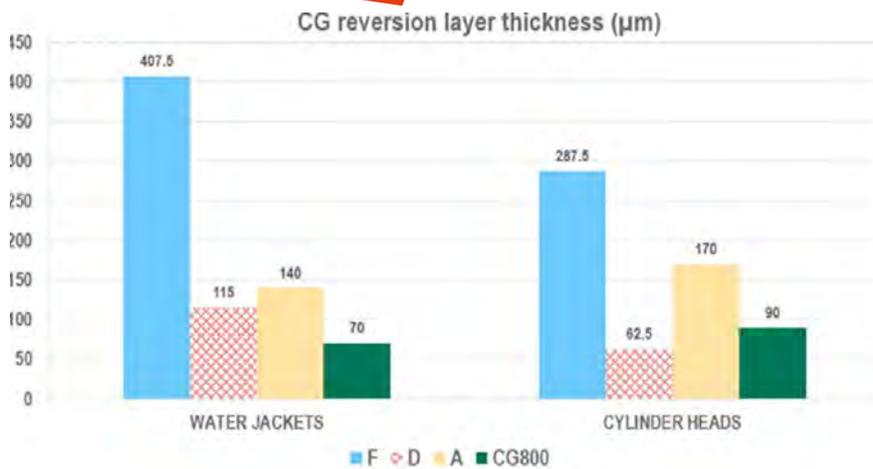
*Figure 11. Effect of the coating on the layer of degeneration of CG to FG at the surface rim zone of the different section thickness of the castings from the comparative study.*



*Figure 14. Effect of the commercial coatings on the layer of degeneration of CG to FG at the surface rim zone of the X and Y sections of the castings from confirmatory benchmark trial.*

CG800 and Coating A were benchmarked a couple of times with other commercial coatings for the same application, and the results from a selected benchmark trial are presented in *Figure 13*. As can be seen, CG800 performed slightly better than the other coatings. However, because the distinction in the performance of CG800 relative to the other coatings in this trial is not very clear, a further confirmatory benchmark test was performed. The results from this test are presented in *Figure 14*. In *Figure 14*, CG800 clearly showed superior performance compared to the other commercial coatings. Based on the results of this trial, it was decided to try the new coating CG800 in a foundry that produces large volumes of CGI engine blocks and cylinder head castings.

CG800 and three other commercial coatings (A, D and F) were applied on the cores used for the production of water jackets and



**Figure 15.** Effect of the commercial coatings on the layer of degeneration of CG to FG at the surface rim zone of water jacket and cylinder head castings.

cylinder heads castings in CGI. After the production of these two products, some samples were collected and investigated for their microstructure evolution at the rim zones. The results for the layer of CG degeneration to FG are presented in **Figure 15**. From the figure, it is clear that CG800 can be applied for the production of CGI castings with significantly reduced CG degenerated layer (less than 150 µm).

## >>> SUMMARY

The description of the defect, degeneration of Compacted graphite (CG) to Flake graphite (FG), and the probable causes of this defect have been discussed. The mechanism of defect formation was also mentioned. It was also illustrated that the occurrence and the extent of this defect are dependent on the casting section thicknesses. For remediation, the application of foundry coatings was explored. The performances of various coatings in reducing the compacted graphite (CG) degeneration layer to flake graphite (FG) and the extent to which this happens have been highlighted. It was extensively shown that CG800, significantly reduced the occurrence of this defect. This is due to the minimal sulphur content in the coating and insulation properties of the coating coupled with its higher density compared with the other coatings. The water based coating applied on the cores by dipping method, has stable application properties. The application of the right layer thickness of coating on cores will significantly reduce the degeneration of the compacted graphite at the rim zone of castings of various thicknesses to the barest minimum. This will improve the mechanical properties – tensile and fatigues properties, at the rim zone of castings leading to the reduction of machining allowance and reduction in energy consumption thereby saving cost.

## >>> REFERENCES

1. W. Guesser, T. Schroeder and S. Dawson, *Production Experience with Compacted Graphite Iron Automotive Components*, AFS Transactions 01-071 (Page 1 of 11).
2. M. Holtzer, M. Görný and R. Daňko, *Microstructure and Properties of Ductile Iron and Compacted Graphite Iron Castings, The Effects of Mold Sand/ Metal Interface Phenomena*, Springer 2015.
3. D.M. Stefanescu, S. Wills and J. Massone, *Quantification of Casting Skin in Ductile and Compacted Graphite Irons and Its Effect on Tensile Properties*, AFS Transactions 2009.
4. I. Riposan, M. Chisamera, S. Stan and T. Skaland, *Surface Graphite Degeneration in Ductile Iron Castings for Resin Molds*, ISSN 1007-0214 08/20 Volume 13, Number 2, April 2008 pp157-163.
5. BCIRA Broadsheet 234 – Flake graphite layers at the cast surfaces of cast nodular iron Castings.
6. S. Boonmee, D. M. Stefanescu, *Casting Management in Compacted Graphite Iron Part II: Mechanism of Casting Skin Formation*, AFS 2013.
7. International Standard ISO 16112 2006-08-01 – Compacted (vermicular) graphite cast iron – Classification.
8. U. C. Nwaogu, T. Poulsen, R. K. Stage, C. Bischoff and N. S. Tiedje, *New sol-gel refractory coatings on chemically-bonded sand cores for foundry applications to improve casting surface*, *Surface & Coatings Technology* 205 (2011) 4035- 4044.
9. U. C. Nwaogu and N. S. Tiedje, *Foundry Coating Technology: A review*, *Materials Science and Applications*, 2 (2011) 1143-1160.
10. U. Nwaogu, T. Poulsen, B. Gravesen and N. Tiedje, *Using sol-gel component as additive to foundry coatings to improve casting quality*, *International Journal of cast Metal Research* 2012 vol. 25 No.3.
11. B. Lundeen, *The Influence of Coatings on the Graphite Structure in the Rim Zone of Ductile Iron Castings* DIS Annual Meeting, June 2, 2011, Dallas, Texas.
12. S. Boonmee, D. M. Stefanescu, *Casting Management in Compacted Graphite Iron Part I: Effect of Mold Coating and Section Thickness*, AFS 2013.
13. W. Panna, P. Wyszomirski and P. Kohut, *Application of hot-stage microscopy to evaluating sample morphology changes on heating*, *J. Therm. Anal. Calorim.* (2016) 125:1053-1059.
14. International Standard ISO 540:2008(E) – Hard coal and coke – Determination of ash fusibility.
15. S. Dawson, P. Popelar, *Thermal Analysis and Process Control for Compacted Graphite Iron and Ductile Iron*, SinterCast, Sweden, 2014.

# VOYEZ ET AGISSEZ, INTERACTEZ!

# 5



## MAGMAinteract®

Utilisez notre nouvel outil 3D pour visionner simplement et rapidement les résultats de MAGMASOFT®.

MAGMAinteract® vous aide à prendre des décisions fondées et communes, aussi bien au sein de votre entreprise qu'avec vos fournisseurs et vos clients.

Téléchargez-le gratuitement:  
[www.magma-soft.de/interact](http://www.magma-soft.de/interact)

# 5

**MAGMASOFT®**  
autonomous engineering



## QUALITÉ ÉGAL LONGÉVITÉ

Votre partenaire pour des installations clé en main

- Installations de moulage à prise chimique à froid
- Malaxeurs continu
- Installations de régénération
- Systèmes de transport pneumatique (sable / poussière de filtre / etc.)
- Séparation sable chromite

Fabrication, montage et tests fonctionnels  
dans nos ateliers FAT

  
MADE IN GERMANY



Fonderie Equipement M. Pierre Risser · Téléphone +33 3 89 8118 38 · [info@fonderie-equipement.fr](mailto:info@fonderie-equipement.fr) · [www.fonderie-equipement.fr](http://www.fonderie-equipement.fr)

## La grille de votre décocheuse est à changer ?

Sur plan ou par relevé de cotes  
directement sur votre site,  
JML assure la fabrication et  
le montage pour vous !



[www.jml-industrie.com](http://www.jml-industrie.com)

PLUS D'INFORMATION ICI

[jml@jml-industrie.com](mailto:jml@jml-industrie.com)



# Remise des prix de thèse Pierre Bézier



Mardi 28 janvier 2020, six docteurs Arts et Métiers ont reçu les Prix de thèse Pierre Bézier. Créé en 2005 en hommage à Pierre Bézier, célèbre ingénieur Arts et Métiers, ce prix, financé par la [Fondation Arts et Métiers](#), récompense tous les ans les meilleures thèses d'une promotion.

## >>> LA SÉLECTION DES CANDIDATS AU PRIX PIERRE BEZIER

Lorsque le jury de thèse considère que le travail d'un docteur mérite la plus haute distinction, il peut le proposer au prix Pierre Bézier mettant en compétition les meilleures thèses d'une promotion. Chaque année, un à cinq prix sont attribués par la Fondation Arts et Métiers sur proposition de la Direction de la Recherche des Arts et Métiers

## >>> L'ATTRIBUTION DES PRIX

Un jury se réunit pour sélectionner les meilleures contributions. Ce jury est composé du Directeur de la Recherche et du Directeur de l'école doctorale de l'école, de deux représentants de la Fondation Arts et Métiers, de neuf membres nommés par le Directeur Général des Arts et Métiers (six membres du conseil scientifique et trois membres appartenant au corps des professeurs des universités).

Cette année, M. Dominique DESBOIS, Directeur Scientifique de Valéo était président d'honneur du jury et a remis les prix aux lauréats.

## >>> LES LAUREATS 2017

- **M. SANITAS Antonin** pour son travail « Étude expérimentale et numérique de la coulée basse pression de l'alliage de magnésium RZ5 dans des moules en sable imprimés en 3D » au sein du MSMP.

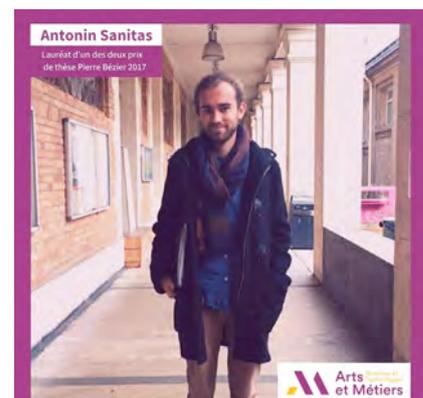
- **Mme TORABIAN DEHKORDI Noushin** pour son travail « Comportement en fatigue à grand et très grand nombre de cycles du DP600 acier dual phase : corrélation entre la température, la vitesse de déformation, et les mécanismes de déformation » au sein du laboratoire PIMM

## >>> LES LAUREATS 2018

- **M. COSTA Giulio** pour son travail « Conception et optimisation des structures obtenues par Additive Layer Manufacturing » au sein du laboratoire I2M
- **M. CURTI Rémi** pour son travail « Analyse, modélisation et simulation de la coupe orthogonale du bois vert en vue de son application au fraisage par canter » au sein des laboratoires LaBoMap et PIMM
- **Mme LUPINETTI Katia** pour son travail : « Identification de caractéristiques de forme et de structure d'assemblages de pièces CAO pour la recherche dans des bases de données » au sein du laboratoire LISPEN
- **M. VAN DEN ABBEELE Maxim** pour son travail « La Modélisation Musculo-Squelettique Personnalisée du Rachis Cervical » au sein du Laboratoire IBHGC.

## >>> LE LABORATOIRE DE RECHERCHE MSMP ET LA FONDERIE DU CAMPUS D'AIX- EN-PROVENCE A L'HONNEUR

Sous la direction de M. Mohamed EL MANSORI, Professor - Director of Mechanics, Surfaces and Material Processing Laboratory ([MSMP-FA7350](#)) et co-encadré par Mme Marie BEDEL, Maître de conférences au Campus Arts et Métiers d'Aix-en-Provence, M. SANITAS Antonin a été primé pour son travail dont vous trouverez le résumé ci-après :



Etude expérimentale et numérique de la coulée basse-pression de l'alliage de magnésium RZ5 dans les moules imprimés en 3D

### Résumé :

L'utilisation d'alliages de magnésium est d'un intérêt majeur pour l'allègement des structures dans le domaine aéronautique.

Leur principal inconvénient est leur forte oxydation rendant leur coulée hasardeuse. Aujourd'hui, l'association de la simulation numérique avec les procédés automatisés d'impression 3D de moule en sable et de coulée Basse-Pression (BP) promet l'amélioration de la robustesse de fabrication tout en limitant les itérations à l'échelle industrielle. Toutefois, ces méthodes récentes souffrent d'un manque de données sur la préparation et la génération des défauts lors du remplissage des alliages comme le RZ5.

Dans ce travail, après avoir défini dans quelle mesure les règles métiers actuelles de préparation des alliages Mg-Zr sont adaptées au procédé BP, des essais de coulabilité expérimentaux à l'échelle industrielle ont été développés. L'analyse des données expérimentales et des simulations numériques des écoulements permettent d'établir des modèles analytiques de prédiction du risque d'inclusions d'oxydes et de malvenue. Ces modèles sont utilisés pour proposer une cartographie du procédé limitant les défauts de remplissage. Une méthodologie de conception des grappes de coulée spécifique à la BP est proposée puis est appliquée pour la fabrication d'une pièce industrielle en RZ5.

**Mots clés :** magnésium, fonderie, coulée basse-pression, coulabilité



### TÉLÉCHARGER LE DOCUMENT

Auteur : Antonin Sanitas. Génie mécanique [physics.class-ph]. Ecole nationale supérieure d'arts et métiers - ENSAM, 2017. Français. (NNT - 2017ENAM0040). (tel-01763453)

## >>> TRAVAUX DE RECHERCHE DE M. SANITAS ANTONIN



### INVESTIGATING SURFACE ROUGHNESS OF ZE41 MAGNESIUM ALLOY CAST BY LOW-PRESSURE SAND CASTING PROCESS

**Abstract :** The sand mold 3D printing technologies enable the manufacturing of molds with great dimensional accuracy. However, the roughness of as-cast components is higher when cast in a 3D printed mold rather than in a traditional sand mold. Coating the inner cavity is an efficient solution but can be costly and, in the narrowest cavities, not achievable. Finding a procedure to reduce the as-cast roughness without coating would ease the casting procedures. In the present work, surface analysis of ZE41 magnesium alloy is presented after being cast in 3D printed furan sand molds without coating using the low-pressure casting process. The molten metal temperature was measured during casting at different positions along the cast cavity. The as-cast surface roughness was correlated to the molten metal temperature and solid fraction at the time of contact against the sand mold surface.

**Keywords :** Surface roughness, 3D printed mold, Low-pressure casting, Sand casting, Magnesium alloys



### TÉLÉCHARGER LE DOCUMENT

Auteurs : Antonin SANITAS, Nicolas CONIGLIO, Marie BEDEL, Mohamed EL MANSORI - International Journal of Advanced Manufacturing Technologies - Vol. 92, n°5-8, p.1883-1891 - 2017

### EXPERIMENTAL AND NUMERICAL STUDY OF SECTION RESTRICTION EFFECTS ON FILLING BEHAVIOR IN LOW-PRESSURE ALUMINUM CASTING

**Abstract :** The effect of pressurizing speed and mold geometry on mold filling in aluminum low-pressure casting was studied. The filling of cylindrical sand molds was both experimentally measured and simulated to characterize the free surface front velocity as linked to the mold geometry. Cylindrical molds with different diameters were filled with liquid AlSi13 alloy. The mold filling velocity was experimentally measured using electrical contacts and was simulated using ANSYS Fluent® simulation software. The experimental results show that during mold filling without any section change, the filling velocity is regular and follows the Bernoulli's equations. However, adding a sudden section restriction in the mold leads to oscillating filling phenomena. Moreover, the oscillation intensity is observed to be proportional to the imposed filling pressure ramp. These oscillations lead to a temporary increased velocity of the metal front, which could induce metal oxidization and reduced mechanical properties for the cast part. The presented fluid dynamics simulation results show the importance of simulating the tube and not only the mold to catch the dynamic effects of the process on filling. Simulating the tube or the whole system, the observed filling oscillations are quantitatively predicted by the model. An analytical model is proposed to forecast the effect of the restriction function of geometry and pressure ramp. It permits to define new guidelines for low pressure casting part designs and the associated process adjustments.

**Keywords :** low pressure casting, aluminum alloys, mold filling, fluid flow oscillations



### TÉLÉCHARGER LE DOCUMENT

Auteur : Antonin SANITAS, Marie BEDEL, Mohamed EL MANSORI - Journal of Materials Processing Technology - Vol. 254, p.124-134 - 2018

### GEOMETRICAL EFFECTS ON FILLING DYNAMICS IN LOW PRESSURE CASTING OF LIGHT ALLOYS

**Abstract :** In aluminum low-pressure sand casting process, filling oscillations are observed when the metal front reaches a section change in a part. The effect of geometry on the filling oscillations is primary considered experimentally, including both mold cavity and filling system geometries. To highlight the geometric parameters impacting the oscillations, the pressurized melt flow is secondly studied numerically and analytically. A new analytical model of oscillation is developed to quantitatively predict the oscillations. It links the resulting filling velocity to both the low-pressure casting parameters and the mold cavity geometry. Considering oxides inclusion criterion from casting literature, new rules to avoid bi-films defects are recommended for making reliable low-pressure castings.

**Keywords :** low pressure casting, aluminum alloys, mold filling, fluid flow oscillations, oxide inclusions



### TÉLÉCHARGER LE DOCUMENT

Auteurs : Marie BEDEL, Antonin SANITAS, Mohamed EL MANSORI - Journal of Manufacturing Processes - Vol. 45, p.194-207 - 2019

Torabian Dehkordi Noushin

Lauréate d'un des deux prix de thèse Pierre Bézier 2017



»» EGALEMENT PRIMÉE,  
MME TORABIAN DEHKORDI  
NOUSHIN, POUR SA THÈSE  
DANS LE DOMAINE DE LA  
MÉTALLURGIE, AU SEIN DU  
LABORATOIRE PIMM

PIMM - Laboratoire Procédés et Ingénierie en Mécanique et Matériaux (CNRS - UMR 8006)

Directeur de thèse : Véronique FAVIER.

Co-encadrement de la thèse : Justin DIRRENBERGER, Saeed ZIAEI-RAD

Mme TORABIAN DEHKORDI Noushin actuellement Ingénieure R&D chez ArcelorMittal a été primée pour son travail dont vous trouverez le résumé ci-dessous.

Comportement en fatigue à grand et très grand nombre de cycles du dp600 acier dual phase : corrélation entre la température, la vitesse de déformation, et les mécanismes de déformation

Résumé :

Ce travail vise à améliorer notre compréhension du comportement en fatigue à grand et très grand nombre de cycles d'un acier ferrito-martensitique dual phase, notamment les effets de la température et de la vitesse de déformation résultant de chargements cycliques à haute fréquence. L'effet de la fréquence sur la réponse en fatigue de l'acier DP600 a été étudié en effectuant des essais de fatigue sur une machine ultrasonique travaillant à 20 kHz et sur une machine conventionnelle travaillant à des fréquences inférieures à 100 Hz. Des études de fractographie et des observations microscopiques à la surface des échantillons ont été effectuées pour étudier les mécanismes de déformation et de rupture. De plus, la thermographie infrarouge in situ a été utilisée pour étudier la réponse thermique et les mécanismes dissipatifs du matériau lors des essais de fatigue. Les courbes S-N ont été déterminées à partir de chargements de fatigue ultrasoniques à 20 kHz et d'essais conventionnels à 30 Hz. La durée de vie pour une amplitude de contrainte donnée est plus élevée dans le cas de la fatigue ultrasonique bien que la limite de fatigue soit identique dans les deux cas. L'augmentation inévitable de la température en fatigue ultrasonique à fortes amplitudes de contraintes, ainsi que le comportement dépendant de la vitesse de déformation de la ferrite, en tant que structure CC, ont été trouvés comme les paramètres clés expliquant le comportement observé en fatigue, et la réponse thermique sous les fréquences faibles et ultrasoniques. Les écarts observés entre l'essai de fatigue conventionnel et celui ultrasonique ont été évalués à travers les mécanismes de mobilité des dislocations vis dans la phase ferritique de structure cubique centrée (CC). La durée de vie plus élevée et l'amorçage de la fissure principale sur une inclusion observés en fatigue ultrasonique ont été attribués au vieillissement dynamique résultant du fort auto-échauffement du matériau aux fortes amplitudes de contraintes. L'existence d'une transition du régime thermiquement activé au régime athermique avec l'augmentation de l'amplitude de contrainte a été mise en évidence. Au-dessous de la limite de fatigue, la déformation a lieu dans un régime thermiquement activé alors qu'elle est dans un régime athermique au-dessus de la limite de fatigue. En fatigue conventionnelle, la déformation est athermique pour toutes les amplitudes de contrainte. Une carte de transition a été produite en utilisant les résultats expérimentaux pour l'acier DP600 ainsi que les données disponibles dans la littérature pour d'autres aciers à base de ferrite, montrant ainsi la corrélation entre le mouvement des dislocations vis thermiquement activé et l'absence de rupture en fatigue à très grand nombre de cycle.

Mots clés : [Fatigue à très grand nombre de cycles](#), [Fatigue ultrasonique](#), [Acier dual phase](#), [Effet de fréquence](#), [Thermographie infrarouge](#), [Dislocations](#)



TÉLÉCHARGER LE DOCUMENT

Auteure : Noushin Torabiandehkordi. Mécanique des matériaux [physics.class-ph]. Ecole nationale supérieure d'arts et métiers - ENSAM; Université de technologie d'Isfahan (Isfahan, Iran), 2017. Français. (tel-01682888)

»» TRAVAUX DE RECHERCHE DE  
MME TORABIAN DEHKORDI NOUSHIN



SELF-HEATING MEASUREMENTS FOR A DUAL-PHASE STEEL UNDER ULTRASONIC FATIGUE LOADING FOR STRESS AMPLITUDES BELOW THE CONVENTIONAL FATIGUE LIMIT

CV : L'objectif de la présente recherche était d'étudier le comportement d'auto-échauffement d'un acier biphasé sous une charge de fatigue ultrasonique pour des amplitudes de contrainte inférieures à la limite de fatigue conventionnelle. L'acier étudié dans cette recherche était de l'acier commercial DP600 à deux phases. Des tests de fatigue ont été effectués pour différentes valeurs d'amplitudes de contrainte jusqu'à 107 cycles en utilisant une machine de fatigue ultrasonique à une fréquence de test de 20 kHz avec des échantillons plats. Une caméra infrarouge a été utilisée pour mesurer l'évolution moyenne de la température au cours des tests. Une forme spécifique d'équation de diffusion de chaleur a été adoptée dans ce travail pour calculer la dissipation intrinsèque des mesures de température. La variation de l'énergie dissipée en fonction de l'amplitude des contraintes sous charge cyclique a également été étudiée.



TÉLÉCHARGER LE DOCUMENT

Auteurs : Noushin TORABIAN, Véronique FAVIER, Saeed ZIAEI-RAD, Frédéric ADAMSKI, Justin DIRRENBERGER, Nicolas RANC - Procedia Structural Integrity - Vol. 2, p.1191-1198 - 2016

CORRELATION OF THE HIGH AND VERY HIGH CYCLE FATIGUE RESPONSE OF FERRITE BASED STEELS WITH STRAIN RATE-TEMPERATURE CONDITIONS

CV : Les écarts observés entre les tests de fatigue conventionnels et ultrasoniques sont évalués par les mécanismes de mobilité de dislocation dans les métaux BCC. L'existence d'une condition de transition entre les régimes thermiquement activés et athermiques pour la mobilité de la dislocation des vis est étudiée sous charge de fatigue basée sur la thermographie infrarouge et la caractérisation microstructurale, ici dans le cas de l'acier diphasique DP600. Des preuves sont obtenues concernant les sources microstructurales d'initiation des fissures, qui se révèlent compatibles avec l'existence d'une transition dans les modes de déformation. À

partir de l'analyse des données expérimentales recueillies dans ce travail, des lignes directrices sont données concernant la comparaison et l'interprétation des courbes SN obtenues à partir d'essais de fatigue conventionnels et ultrasoniques. Les inévitables augmentations de température sous fatigue ultrasonique à des amplitudes de contrainte élevées ainsi que le comportement de déformation dépendant de la vitesse de la ferrite, en tant que structure BCC, ont été trouvés comme les paramètres clés expliquant le comportement de fatigue et la réponse thermique observés sous des fréquences basses et ultrasoniques. Une carte de transition a été produite en utilisant les résultats expérimentaux pour l'acier DP600 ainsi que les données disponibles dans la littérature pour d'autres aciers à base de ferrite, montrant la corrélation entre le mouvement de dislocation des vis activé thermiquement et l'absence de rupture dans la fatigue à très haut cycle.



### TÉLÉCHARGER LE DOCUMENT

Auteurs : Noushin TORABIAN, Véronique FAVIER, Justin DIRRENBARGER, Frédéric ADAMSKI, Saeed ZIAEI-RAD, Nicolas RANC - Acta Materialia - Vol. 134, p.40-52 - 2017

### CALORIMETRIC STUDIES AND SELF-HEATING MEASUREMENTS FOR A DUAL-PHASE STEEL UNDER ULTRASONIC FATIGUE LOADING

**CV :** L'objectif de la présente recherche est d'étudier le comportement d'auto-échauffement d'un acier biphasé (DP) sous charge de fatigue ultrasonique et d'étudier l'effet de la fréquence sur la dissipation thermique intrinsèque du matériau. L'acier étudié dans ce travail est l'acier DP commercial DP600. Des essais de fatigue ont été effectués à l'aide d'une machine à fatigue ultrasonique à une fréquence d'essai de 20 kHz avec des échantillons plats. Une caméra infrarouge a été utilisée pour mesurer l'évolution moyenne de la température au cours des tests. Une forme spécifique d'équation de diffusion de chaleur a été adoptée dans ce travail pour calculer la dissipation de chaleur par cycle à partir des mesures de température. La variation de cette dissipation en fonction de l'amplitude des contraintes dans la charge cyclique a également été étudiée.



### TÉLÉCHARGER LE DOCUMENT

Auteurs : Noushin TORABIAN, Véronique FAVIER, Saeed ZIAEI-RAD, Justin DIRRENBARGER, Frédéric ADAMSKI, Nicolas RANC - 2016

### THERMAL RESPONSE OF DP600 DUAL-PHASE STEEL UNDER ULTRASONIC FATIGUE LOADING

**CV :** Le présent travail a utilisé la thermographie infrarouge in situ pour étudier la réponse thermique et les mécanismes dissipatifs d'un acier biphasé soumis à des tests de fatigue par compression-traction par ultrasons. Une réponse thermique classique s'est produite pour des amplitudes de contrainte inférieures à 247 MPa mais une réponse thermique anormale a été observée pour des amplitudes de contrainte supérieures à 247 MPa, en ce que la température s'est stabilisée après une forte augmentation jusqu'à 350 ° C. L'énergie dissipée moyenne par cycle a été estimée sur la base de mesures de température utilisant l'équation de diffusion de la chaleur. La relation entre l'énergie moyenne dissipée par cycle et l'amplitude des contraintes a été étudiée et les mécanismes liés à la réponse thermique observée ont été discutés.



### TÉLÉCHARGER LE DOCUMENT

Auteurs : Noushin TORABIAN, Véronique FAVIER, Saeed ZIAEI-RAD, Justin DIRRENBARGER, Frédéric ADAMSKI, Nicolas RANC - Materials Science and Engineering A - Vol. 677, p.97-105 - 2016



### 14 LABORATOIRES DE RECHERCHE IMPLANTÉS SUR TOUT LE TERRITOIRE



Arts Sciences et Technologies et Métiers

Yves LICCIA - ATF



# Fontes et Matériaux améliorés, vers de nouvelles solutions pour moules verriers

P.Brenot, JPChobaut, A Bastien, A Stuppfler, ICAR-CM2T -Moncel Lès Lunéville (\*)  
M.A.Skaper, L.Cornu, D.Garcia, Cerfav- Vannes le Chatel  
O.Marou-Alzouma, B.Cauwe, CRITT MDTs- Charleville-Mézières

\* à compter de juin 2020 l'Association Critt Metall2T basée à l'Institut Jean-Lamour Nancy et la société de recherche sous contrat ICAR constituent la nouvelle entité ICAR-CM2T

## >>> CONTEXTE ET ENJEUX DES MATÉRIAUX DANS LES OUTILLAGES VERRIERS

### Principaux matériaux utilisés

On connaît tous la fabrication du verre creux en soufflage artisanal à la canne, dans un moule en bois. A l'opposé de ces pratiques hautement qualifiées, l'industrie du verre peut être maintenant extrêmement mécanisée et capable de produire plus de 40000 articles à l'heure (1). Les moules de verrerie doivent présenter une bonne résistance à l'oxydation, à l'écaillage ou à la fatigue thermique. Nous avons étudié les principaux alliages métalliques utilisés dans les outillages verriers.

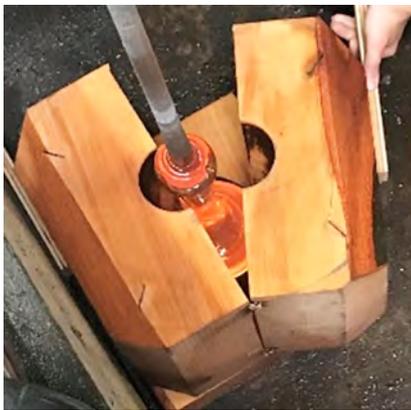


Figure 1. Verre soufflé dans un moule en bois, CERFAV.

Parmi les plus anciens matériaux d'outillage, on note l'utilisation de fonte à graphite sphéroïdal à 6% de silicium (2). Cette fonte qui possède un haut potentiel de résistance à l'oxydation était recherchée mais malheureusement des inconvénients sont vite apparus dus à la fatigue thermique et à l'écaillage.

Très vite il est apparu la nécessité de revenir à des teneurs en silicium autour de 4%. Les deux grandes familles de fonte utilisées aujourd'hui restent les fontes lamellaires et sphéroïdales.

Côté acier, on trouve en pressage et soufflage des alliages martensitiques à 16% de chrome (Ainsi 431) de qualité inoxydable proches des 18-10, ils possèdent une bonne tenue mécanique à chaud ainsi qu'une bonne résistance à l'oxydation. On trouve également certaines nuances ferritique ou austénitique (X8Cr-NiSi25-20).

Aujourd'hui, les alliages cuivreux utilisés dans des moules de bagues et finisseurs sont principalement élaborés en coulée continue, ce sont entre autres des Cupro-Nickel, (Ex : Cu-Ni10-Al8-Zn8...). Il existe aussi des Cupro Aluminium. La santé métallurgique de ces alliages est supérieure à celle des produits de fonderie. On doit également noter l'utilisation rare de superalliages base nickel ou base Cobalt. Comme la plupart des superalliages base Nickel, l'AlSi 685, (19% de chrome, 14% de cobalt, 4% de Molybdène et 3% de titane) est réputé performant. L'utilisation de composite en carbone renforcé de fibre de carbone sur des supports métalliques se développe, ces solutions permettent de ne pas rayer le verre et ne génèrent pas de tensions dans le verre.

### Principales contraintes et dégradations d'un outillage verrier

Même si le verre arrive très chaud, on peut considérer que la température moyenne dans l'outillage est de l'ordre de 450°C avec des oscillations périodiques de 80 à 100 °C. Ces contraintes de fonctionnement entraînent les dégradations suivantes :

- Fissuration par fatigue thermique,
- L'oxydation de la surface du moule accentuant non seulement la réaction entre les oxydes du verre et les oxydes métalliques (collage par diffusion solide), mais également les réactions à l'interface graphite/matrice (altération structurale et déstabilisation de la fonte grise),
- La corrosion chimique liée à l'utilisation de graisses utilisées comme élément

de démoulage, provoquant piqures (alliages base Nickel ou Cuivre),

- L'abrasion de la surface de contact moule-verre sous l'effet conjugué de la contrainte thermique et de la contrainte tribologique liée à la mise en forme du verre moulé.

L'outillage doit également posséder des propriétés complémentaires de mise en forme :

- Bonne usinabilité alliant dureté et qualité de finition (petits grains avec une structure métallique et une distribution de graphite uniformes) (pour les fontes),
- Bonne conductivité thermique,
- Résistance au cyclage thermique et capacité à conserver sa forme et à ne pas se déformer aux températures requises par le procédé, (résistance mécanique).

## >>> COMPARAISON DES PROPRIÉTÉS DES FONTES VIS-À-VIS DES AUTRES MATÉRIAUX

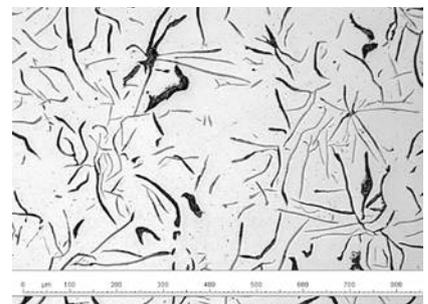


Figure 2. Micrographies optiques, X 200 d'une fonte à graphite lamellaire utilisée en Verrerie, CM2T

Le choix de la fonte réside dans son coût beaucoup moins élevé que celui d'un cuproalliage (rapport de 3 entre 1 kg de fonte et 1 kg de Cu-Ni-Al). C'est aussi un choix de raison puisque les « fontes » possèdent de grandes qualités techniques. Nous parlons évidem-

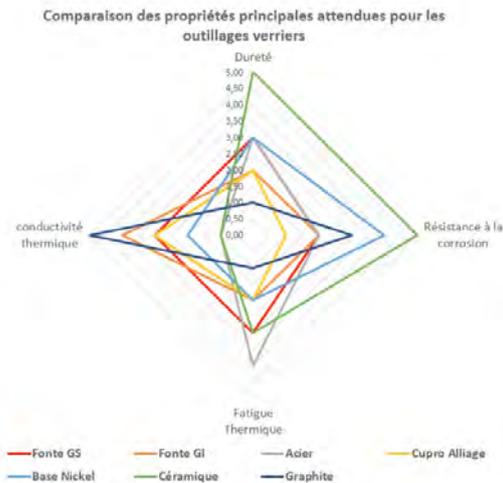


Figure 3. Comparaison des principales propriétés des fontes et des autres matériaux d'outillage verrier Critt Metall2T (CM2T).

ment de Fontes au pluriel, deux grandes familles de fontes conviennent selon les sollicitations, les fontes à graphite lamellaire, (EN GJL), avec une sous famille de fonte vermiculaire, (GV) et les fontes à graphite sphéroïdale, (EN GJS) (3).

Grâce au graphite les fontes présentent une réduction de 20 à 50 % des efforts de coupe. Ce graphite apportant également de meilleures propriétés de conductivité thermique que l'acier ou d'autres matériaux. Nous avons déterminé pour une fonte à graphite lamellaire à 600°C une conductivité thermique de 40 W/ (m.K), (CM2T méthode indirecte). La même mesure pour une fonte à graphite sphéroïdale nous donne 23 W/(m.K), contre moins de 15 W/(m.K) pour un acier d'outillage.

La conductivité d'un cuproalliage peut être de 70 W/(m.K), mais la résistance mécanique

est inférieure à celle des fontes GL ou GS. Par ailleurs, les cuproalliage présentent de faibles résistances à la corrosion, à la fatigue thermique et à l'abrasion. Un traitement de surface notamment par rechargement « cladding » est donc nécessaire pour augmenter leur durée de vie.

Les fontes GL et GS possèdent un ensemble homogène de propriétés contrairement aux autres matériaux, (fig 3). Le graphite conduit bien la chaleur, les céramiques résistent à la corrosion, mais ces matériaux pèchent par de faibles résultats en dureté ou en fatigue thermique.

## »» TESTS DE LABORATOIRE ET SÉLECTION DES MATÉRIEAUX

Afin de progresser dans la compréhension des mécanismes de dégradation puis élaborer de nouvelles solutions, nous avons testé différents matériaux en tribologie incluant la mouillabilité et les chocs thermiques.

### Résultats tribologiques pion/disque à 650°C/ norme ASTM G99 et G133. CRITT MDTs

Les matériaux testés constituent le disque et sont chauffés. Le verre ou pion est en contact sous une charge donnée, (silico-sodo-calciq, fusionné au Cerfav). Les différents graphites testés présentent des coefficients de frottement très bas contrairement aux alliages rechargés comme le Ferro-nickel, (ferro55), (fig 5). Face au verre, les fontes obtiennent le plus bas coefficient de frottement des alliages métalliques, (fig5). Un bas coefficient de frottement est recherché (graphite, fonte GL trop ferritique) mais il peut

être la conséquence de la formation d'un troisième corps entre le verre et le matériau. Nous avons confirmé ces mécanismes en quantification X au MEB, (fig 6). Nous relevons un transfert de type adhésif, les traces observées sur la figure 6 (b, c et d) signifient que certains éléments du verre (Silicium, sodium et oxygène) se retrouvent dans le sillon creusé sur le graphite. Même constat sur une fonte hématite ferritique « fonte pure ».

A noter que l'apport du nouveau revêtement Cold Spray Nickel-graphite, (Critt METALL 2T) sur une fonte à graphite lamellaire empêche le transfert adhésif. Sur le plan de l'usure, les carbures, le Ferro-Nickel, l'alumine, et l'acier H11 s'usent moins mais endommagent le disque en verre. Les fontes à graphite lamellaire FGL en revanche s'usent davantage que les fontes GS, (fig 7).



Figure 7. Délamination des carbures de tungstène après 25 cycles, ICAR.

### Mouillabilité

En complément de la tribologie à chaud, la mouillabilité a permis de discriminer davantage les matériaux candidats pour les tests sur le démonstrateur du moule verrier. Il s'agit de déterminer si le verre adhère sur

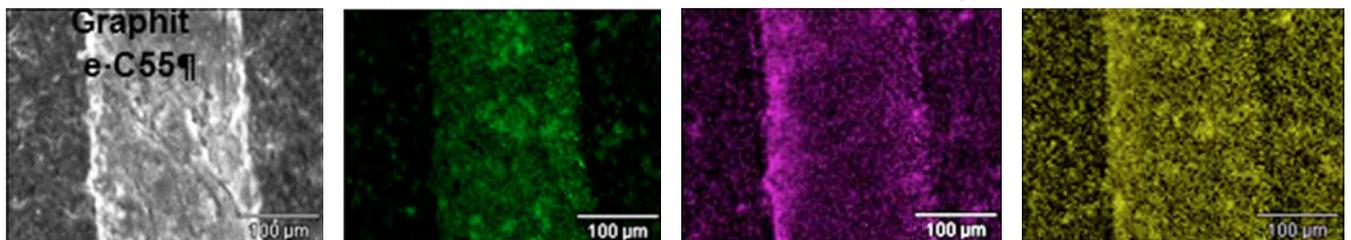


Figure 5. Traces d'usure sur le graphite C55, Image en électrons secondaires (a), Image X en Si (b), Image X en Na (c), Image X en O (d), CRITT MDTs

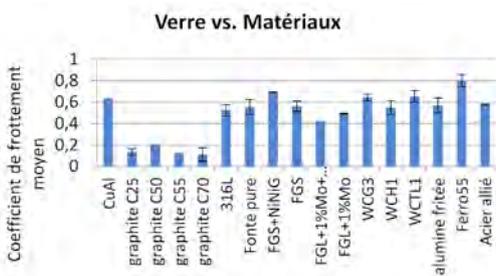


Figure 4. Coefficient de frottement moyen à plus de 650 °C entre le verre et les différents matériaux testés, CRITT MDTs.

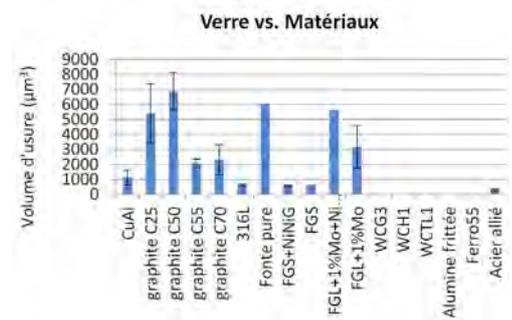


Figure 6. Volume d'usure correspondant au sillon de frottement de chaque matériau, CRITT MDTs.

les différents matériaux et si ces derniers se dégradent de façon significative. Les morceaux de verre à fondre (utilisés par le Cerfav) sont placés au centre de chaque échantillon pour être fondus. Le cycle est réalisé sous argon jusqu'à un palier à 730°. Le refroidissement s'effectue en mode four fermé. A l'issue du cycle d'essai de mouillabilité, certains types de graphites et carbures ont présenté une oxydation et une adhésion du verre, de la même façon que les fontes, en revanche un type de graphite, l'alumine et l'alliage formé par rechargement laser Fe55Ni ne présentent aucune altération avec le verre.

### Choc thermique

Le test de choc thermique (500 et 700 °C et trempe à l'eau) permet de vérifier que les matériaux ou couples matériaux/revêtement conservent leur intégrité de propriété. A chaque cycle nous procédons à des examens optiques, des pesées, des contrôles dimensionnels et des tests de résonance, (procédé Grindo-Sonic).

Nous avons testé plusieurs types de graphite, l'alliage par rechargement laser Ferro-Ni, un acier inoxydable et un acier d'outillage H11, une fonte GL allié au molybdène, des carbures de tungstène et une alumine frittée. Visuellement, tous ces alliages ont relativement bien résisté à 500 °C pendant 5 cycles. Ensuite, une oxydation légère est apparue sur la plupart des matériaux mis à part le Ferro-nickel. Aucun de ces matériaux n'a subi de rupture ou une fissuration.

A 700 °C, aucun des matériaux n'a subi une rupture mais à partir de 15 cycles certains matériaux se sont déstabilisés. Après 25 cycles, seuls les carbures subissent de gros dommages, les couches superficielles s'oxydent en formant des oxydes  $WO_3$  et se délaminent, (fig 7). A 700°C, le matériau le plus stable est l'alumine, puis dans des moindres mesures l'acier inoxydable, l'acier à outil, et l'alliage rechargé Fe55Ni.



Figure 8. Presse automatisée, exemple de remplissage, relevés de températures dans l'empreinte instrumentée, CERFAV.

### >>> DÉMONSTRATEUR

Afin de valider nos résultats obtenus en tribologie, en mouillabilité et en choc thermique et les confronter à la réalité de la mise en forme du verre dans un outillage à échelle 1, le Cerfav a réalisé des outillages en Fonte GS et en Graphite. Ces outillages sont montés sur un démonstrateur équipée d'une presse automatisée. Cette presse est équipée de thermocouples, de capteurs de déplacement et d'effort pour un suivi en temps réel lors des pressages (fig 8). Les températures mesurées sont exploitées en simulation thermique. Les analyses de la surface de l'outillage confirment le comportement des matériaux et les analyses par spectrométrie sur le verre renseigne également sur le comportement du moule.

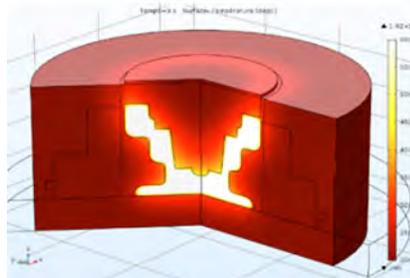


Figure 9. Simulation thermique de l'outillage «bougeoir» évolution des températures à 3 s de pressage. logiciel COMSOL, ICAR-CM2T.

### >>> SIMULATION THERMIQUE

Nous avons développé la simulation thermique de notre outillage « bougeoir ». En effet le fonctionnement de l'outillage et la durée de vie de l'outillage dépendent de l'évacuation rapide des calories. Nous avons observé que l'usure locale dans un outillage est souvent corrélée à des zones plus chaudes et où le frottement du verre est plus critique. Il est donc capital de concevoir l'outillage à partir d'une simulation thermique et des connaissances précises des propriétés thermiques des matériaux pour viser la performance à la fois en temps de cycle mais aussi en durée de vie des outillages.

### >>> L'AVENIR DES FONTES GL ET GS DANS LES OUTILLAGES VERRIERS

Comme nous avons pu le déterminer lors de nos études et du fait de l'homogénéité de leurs propriétés, les fontes continuent de s'imposer en verrerie. Il apparait néanmoins que des progrès peuvent encore être réalisés. En premier lieu le graphite, il doit être réparti de façon homogène et la taille des lamelles ou des nodules de graphite idéalement plus petite qu'actuellement (les paramètres ino-

culution et vitesse de solidification de la fonte sont prédominants). En second lieu, pour éviter les discontinuités, Il est impératif d'augmenter la santé inclusionnaire de la fonte et en particulier celle de la face de l'empreinte. De la même façon, le taux de porosité peut être encore diminué, notamment le taux de microretassures (importance de la simulation du remplissage et du masselottage du moule).

Il faut donc agir non seulement en fonderie mais aussi en laboratoire et à ce titre on peut évoquer les techniques non destructives qui se développent et sont prometteuses pour vérifier la qualité du graphite et le taux inclusionnaire à condition de rester corrélées aux examens optiques. Nos travaux nous ont conduit à comprendre comment le type de graphite pouvait changer les propriétés d'échange thermique, il faut en tenir compte pour les futurs outillages et ainsi améliorer la productivité en verrerie.

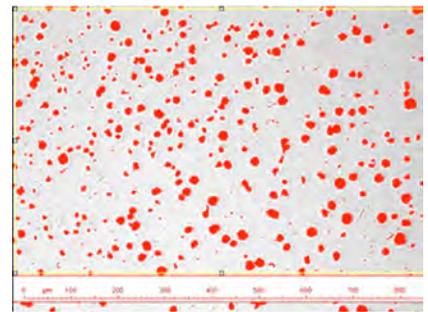


Figure 10. Analyse d'image, quantification de la quantité et qualité du graphite dans une fontes GS pour verrerie, CRIT METALL2T.

La forme du graphite conditionne les performances mécaniques mais aussi les propriétés thermiques de la fonte, nous illustrons les 3 formes principales utilisées en verrerie, (fig 11).

Nous avons caractérisé d'un point de vue thermique deux de ces formes et vérifié également des sources bibliographiques qui convergent sur ce sujet. La structure allotropique de la fonte n'est pas un facteur important pour les propriétés thermiques.

Sous forme de sphères (GS) ou de feuillettes (GL) le graphite conditionne les chemins de diffusion dans le matériau fonte, il conduit trois fois mieux la chaleur que la matrice Fe-Si, (130 W/m.K, contre 50 W/m.K. Les valeurs de conductivité thermique résultent ici du produit :  $\alpha(T)r(T)Cp(T)$ , (CM2T méthode indirecte).  $\alpha(T)$  est la conductivité thermique,  $a(T)$  est la diffusivité thermique,  $r(T)$  est la masse volumique;  $Cp(T)$  est la chaleur spécifique. La conductivité de la fonte GL est de 40 (W/(m.K), contre 25 (W/(m.K) pour une fonte GS. Lorsque la vitesse de refroidissement est

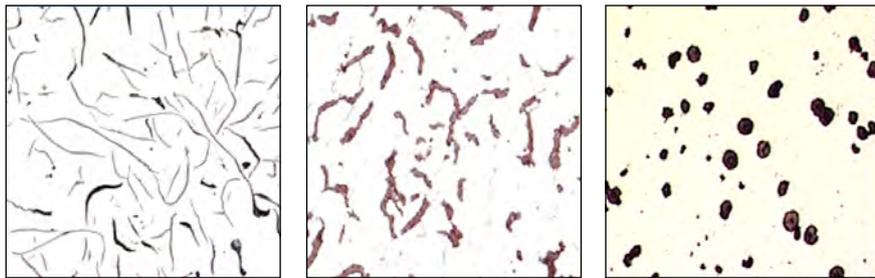


Figure 11. Les 3 formes principales de graphite en verrerie, de gauche à droite, Forme I lamellaire, Forme III vermiculaire et Forme VI sphéroïdal, ISO 945-1:2017, microstructures sans attaque CRITT METALL2T

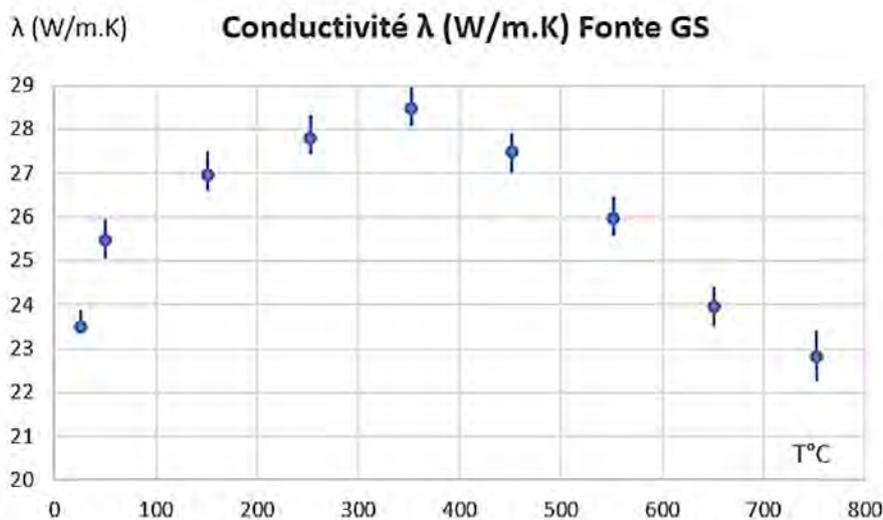


Figure 12. Evolution de la conductivité thermique d'une fonte GS en température, CRITT METALL2T.

prioritaire dans un moule c'est cette forme qui doit être retenue. Des auteurs, (Yangzhen Liva) (4) notent également une modification nette des propriétés thermiques, la forme vermiculaire étant la plus conductrice.

Pour une fonte GS, nous avons mis en évidence que la conductivité thermique augmentait en fonction de la température, (Fig 12), elle atteint un maximum vers 350 °C, (contre 250 °C pour Yangzhen). Ces observations ne sont pas valables pour les fontes GL ou la conductivité thermique baisse d'environ 30 % entre l'ambiante et 600 °C, (de 54 à 39 W/m.K). Ces évolutions sont à intégrer à la simulation thermique pour réduire les incertitudes.

Nos études et caractérisations le montrent, même si le fondeur connaît bien le monde de la verrerie et de la technique des moules verriers, la mise en place d'un cahier des charges conjoint, Fondeur/Mouliste/BE permettrait d'élaborer des fontes GL, GV ou GS de qualité améliorée et parfaitement adaptées aux besoins de production. Les recom-

mandations pourraient porter sur la santé interne, la forme du graphite, la densité de graphite, l'homogénéité structurale et bien sur la dureté.

## >>> LE FUTUR DES OUTILLAGES VERRIERS

Les travaux de Recherche et Ressourcement vont se poursuivre avec le consortium ICAR-CM2T, Critt MDTs, CERFAV et Holo 3 pour la suite des essais sur démonstrateur verrier, l'étude de nouveaux outillages et matériaux avec non seulement les moyens d'expertises métallurgiques et thermo-mécanique, mais également les outils de simulation, modélisation, contrôle des surfaces. L'innovation sera de reconnaître en temps réel optiquement sur la surface du moule les moindres modifications et d'anticiper sur la productivité. Le CRT HOLO 3 sur sa plateforme de Saint-Louis va étudier et développer des solutions de métrologie rapide et de contrôle par déflectométrie, technique non invasive et non destructrice. Nous allons également

utiliser les moyens modernes de fabrication 3D pour optimiser les moules d'essais et leur performance thermique, mais aussi travailler sur les revêtements de surface auto lubrifiants compte tenu des enjeux de performance environnementale en verrerie. Les résultats de ces travaux vont permettre d'accompagner les industriels de la Région Grand-Est mais aussi à l'échelon national en réalisant des actions de diffusion technologique et transfert de compétences. Dans le contexte actuel de renforcement des compétences dans l'industrie française et le maintien de l'emploi dans nos territoires, notre consortium engagera également des actions de formations sur mesure et proposera des partenariats industriels dans le cadre de programmes nationaux et européen.

## >>> REFERENCES

- (1) Une petite encyclopédie du verre, fabrication du verre creux, Gérard Pajean
- (2) The use of heat resistant silicon cast iron with spheroidal graphite for glass mold, P. A. Averchenko, Glass and ceramics
- (3) La norme NF EN ISO 945-1 de mai 2009, Techniques de l'ingénieur, base documentaire
- (4) Effect of graphite morphology on the tensile strength and thermal conductivity of cast iron Yangzhen Liva

## Remerciements :

Ces travaux ont été réalisés dans le cadre du programme R&D collaboratif MATREX pour la création d'un pôle d'excellence régionale dédié aux matériaux utilisés en conditions extrêmes, en associant depuis juillet 2017 les ressources et compétences complémentaires des CRT Grand-Est CRITT MDTs, Cerfav, ICAR-CM2T et depuis 2020 le CRT HOLO 3. Ce programme ambitieux de Recherche et Ressourcement bénéficie d'un cofinancement de la Région Grand-Est et du Fond Européen de Développement Régional FEDER sur la période 2017-2022.

# Jean-François CAIL

## Un acteur majeur de la première révolution industrielle

>>>DEUXIÈME PARTIE



Téléchargez la première partie

Le 6 juin 1850 J.-F. Cail crée la « **Société J.-F. CAIL et Cie** » (Fig.26), société par actions en cogérance avec Louis-Antoine Cheilus (1806-1886), son associé pendant 20 ans. Avec la reprise des affaires, il fonde une caisse d'aide mutuelle pour les employés.

Fig. 26 - Acte de création de la Société J.-F. CAIL et Cie (archives nationales).

Avec d'une part le marché des usines centrales sucrières aux Antilles et d'autre part le boom des années 50 au niveau ferroviaire, permettant une ouverture des marchés à l'exportation, la société va profiter de 20 années de transformation du pays et de la prospérité économique que connaît le Second Empire (en 1853, l'entreprise construira jusqu'à 136 locomotives par an, contre 12 en 1851. Au total entre 1845 et 1870, 1544 locomotives seront fabriquées).

Il en résulte une extension de l'entreprise :

- En 1852, la Maison de Bruxelles s'ouvre vers la Russie où elle fonde, à **Smela**, une agence et un dépôt de machines, suivi d'un dépôt de machines à Moscou et une usine à Saint-Petersbourg.
- En 1853, Denain essaime, avec l'ouverture de deux succursales :
  - à **Douai** sous la direction de **M. Adolphe Zoude**
  - à **Valenciennes** sous la direction de **M. Lachaume**.
 En 1857, Denain et ses deux succursales emploient 1200 ouvriers.



Fig. 27 - La distillerie de Trostianetz.

- En 1857 J.-F. Cail achète le Domaine agricole de Trostianetz-Podolski, à 350 km de Kiev en Ukraine, d'une superficie de 18000 ha avec l'implantation de quatre sucrières (Fig.27). La production est basée sur la culture de la betterave sucrière et la distillation. C'est ici que son épouse, Mme Marguerite Célinie CAIL y décèdera le 6 décembre 1890.



Fig. 28 - Vue de l'usine Cail & Cie, Aspect de la grande salle des machines après l'incendie de 1885 - gravure, 1865

- En 1865, un incendie dans la nuit du 15 au 16 décembre détruit l'atelier du quai de Billy (Fig.28). Le site est abandonné et l'ensemble des installations regroupé à l'usine de Grenelle qui doit s'étendre. Les terrains de Chaillot sont alors utilisés pour réaliser des opérations immobilières.

En 1864, son fils Alfred est nommé Chef de service des affaires coloniales et de l'étranger. J.-F. Cail, seul ou en collaboration, édifie ponts et viaducs métalliques tant en France qu'à l'étranger (Espagne, Italie, Suisse...). Il diversifie la production des machines-outils et des voies ferrées.

J.-F. Cail devient un acteur majeur de la première révolution industrielle.

En 1856, sous la direction de l'ingénieur Alphonse Oudry, l'entreprise fabrique la structure du premier pont en fer de Paris : Le pont d'Arcole (Fig.29), large de 20 mètres et comportant une arche unique de 80 mètres de portée assise entre deux culées en pierre de taille.



Jean-François CAIL (1804 - 1871)

- Entre 1857 et 1859, le pont ferroviaire de Moulins (Fig.30) est construit par la Société J.-F CAIL & Cie pour permettre d'achever la nouvelle liaison ferroviaire entre Moulins et Montluçon. Pont conçu par deux ingénieurs belges, Basile Parent et Pierre Schaken (deux des fondateurs de la Société FIVES en 1861).



Fig. 30 - Le pont de Moulins franchissant l'Allier.

A la mort de Jacques Cail, survenue en 1858, la Société Jacques et J.-F. CAIL & Cie, Maison de Denain, est dissoute. Les trois établissements du Nord : Denain, Douai et Valenciennes forment alors un groupe, la Régie de Denain, dirigé par Frédéric Zoude et rattaché à la Maison de Paris J.-F. CAIL & Cie.

À partir de la fin des années cinquante, J.-F. Cail anticipe la baisse prévisible de commandes des grands réseaux ferroviaires français en se lançant activement dans la fabrication des infrastructures ferroviaires de lignes secondaires françaises, et de lignes étrangères, mais aussi dans les charpentes métalliques. Activités qui vont être menées, dans les années soixante, en association avec « FIVES-LILLE », un de ses principaux concurrent.



Fig. 29 - Le pont d'Arcole.

## La création de l'entreprise FIVES-LILLE

À la base, deux ingénieurs, Basile Parent (1807-1866, ingénieur belge), Pierre Schaken (1793-1870, ingénieur franco-belge) créent la firme d'entrepreneurs de construction de chemins de fer, Parent Schaken et Cie, qui construisit, sous le Second Empire, de nombreuses lignes en France et à l'étranger.



Basile Parent

En 1854, chargée par la Compagnie du Grand Central de la réfection complète de l'infrastructure et du matériel roulant des lignes reliant Saint-Etienne à Lyon et à Roanne ainsi que de leur exploitation, pour réaliser ces travaux, Parent et Schaken prirent à bail les ateliers d'Oullins. Il y construisirent des locomotives, des ponts métalliques et autres matériels, non seulement pour les lignes stéphanoises mais aussi pour d'autres compagnies de chemins de fer, en France.



Pierre Schaken

En 1861, à l'expiration du bail, les ateliers d'Oullins furent repris par le P.L.M., héritier depuis 1857 d'une partie du réseau du Grand Central. De leurs côtés, Parent et Schaken et un de leurs ingénieurs, Ferdinand Caillet (1818-1875, ingénieur civil), décidèrent de créer leur propre établissement de constructions mécaniques pour fabriquer des locomotives à vapeur et des équipements dédiés à la construction des voies de chemin de fer. La société au capital de 4 millions est constituée le 6 septembre 1861 et dénommée « Parent, Schaken, Caillet et Cie ». Celle-ci sera implantée à Fives en agglomération lilloise sur un terrain acquis par Basile Parent.

Un second site de fabrication à Givors permet de réaliser une partie de la production des roues et essieux de wagon.

	Nombre de locomotives existant en France			Accroissement d'une année sur l'autre		
	Françaises	Étrangères	Total	Françaises	Étrangères	Total
1838	18	30	48			
1839	25	59	84	+ 7	+ 29	+ 36
1840	56	86	142	+ 31	+ 27	+ 58
1841	74	95	169	+ 18	+ 9	+ 27
1842	102	102	204	+ 28	+ 7	+ 35
1843	129	127	256	+ 27	+ 25	+ 52
1844	168	124	292	+ 39	- 3	+ 36
1845	194	119	313	+ 26	- 5	+ 21
1846	309	149	458	+ 115	+ 30	+ 145
1847	484	162	646	+ 175	+ 13	+ 188

Tableau 1 - Nombre et accroissement d'une année sur l'autre de locomotives existant en France.

Par la convention de participation conclue le 9 septembre 1861, les deux usines se partagent les fabrications en série des locomotives de manière à optimiser l'utilisation en continu des matériels ainsi que leurs investissements. Elles réaliseront ensemble ou par alternance des ponts, des viaducs ferroviaires, des rails destinés aux lignes des locomotives fabriquées, des structures métalliques. Par cette coopération, contre offensive à l'encontre de la menace que représentait les Etablissements Schneider (8000 ouvriers), les entreprises vont assurer leur stabilité et leur compétitivité sur ce type de marché. Grâce à cet

accord, Cail va exporter jusqu'aux trois cinquièmes de ses locomotives construites à Grenelle ou à Fives-Lille. La Russie et les pays d'Amérique latine seront ses principaux débouchés.

### ■ PONTS ET VIADUCS

Quelques réalisations de pont, viaduc et structures à charpentes métalliques :

- 1863-1864 : Le viaduc de Busseau d'Ahun (Fig.32 a&b) a été construit

Le 9 septembre 1861, une convention de participation fut conclue avec Jean-François Cail et Cie et Jules César Houel (1818-1876, ingénieur A&M Angers 1833) « participation Cail, Parent, Schaken, Houel, Caillet, à Paris et Fives-Lille ».

Cette convention qui prévoyait le partage de certains travaux a certainement facilité le démarrage de la société, Cail, rétrocédant en vertu de cet accord, de nombreuses commandes de locomotives et de travaux de construction. En 1871, lorsque prendra fin la participation, la société fivoise ajoutera à ses activités la construction de matériels de sucrerie, secteur qui avait été réservé à Cail.

Le 1<sup>er</sup> janvier 1866, l'usine lilloise devient une S.A.R.L : la « Compagnie de FIVES-LILLE » et son capital porté à 6 millions. Elle emploie 1 500 ouvriers. Elle compte 95 forges, 500 machines outils et construit 80 locomotives par an.

Le 27 août 1867, Napoléon III vient visiter en personne les ateliers de la Compagnie FIVES-LILLE (Fig.31) qui vient de recevoir sa première commande de la Compagnie ferroviaire du Nord, soit 34 locomotives.

La même année, l'entreprise est récompensée à l'Exposition Universelle de Paris pour ses appareils de préparation mécanique de minerais, ses machines à vapeur, ses locomotives et ses ponts métalliques. En 1868, elle devient la S.A. « Compagnie de Fives-Lille pour constructions mécaniques et entreprises ».

La société s'oriente vers la production d'armements pendant la guerre de 1870, et réussit après la guerre à relancer sa production de locomotives en pratiquant une politique d'export. Elle étend le champ de ses fabrications aux divers domaines de l'équipement et des travaux publics. L'entreprise compte 3000 ouvriers à la veille de la première guerre mondiale...



Fig. 31 - Napoléon III visite l'usine de Fives-Lille (L'illustration n° 1649).



Fig. 32 a & b - Le Viaduc de Busseau d'Ahun (CAIL & Cie et FIVES-LILLE).



Fig. 36 - Modèles d'ensemble pour la fabrication du sucre par DEROSNE & CAIL Médaille d'or à l'Exposition Universelle de 1867.



Fig. 33 a & b - Le Pont de l'Europe - Paris (CAIL & Cie et Cie de FIVES-LILLE).

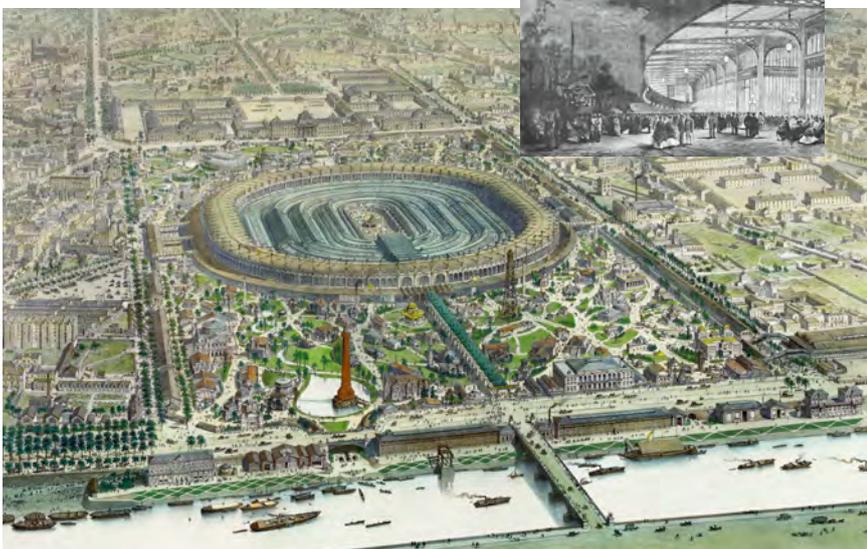


- 1866-1867 : Le pont de la Place de l'Europe (Fig. 33 a&b) à Paris (CAIL & Cie et Cie de FIVES-LILLE).
- 1867 - Le palais de l'Exposition Universelle à Paris (Fig. 34). CAIL & Cie et la Cie de FIVES-LILLE fournissent et construisent une grande partie de la structure métallique du Palais Omnibus.

Au centre du Champ-de-Mars (situé à l'emplacement actuel de la tour Eiffel), le Palais Omnibus est la première construction « gigantesque » réalisée à Paris pour les expositions universelles. De forme ovoïde, il était constitué de 5 galeries concentriques, un jardin central, et un vaste portique extérieur (« le promenoir ») permettant la promenade des visiteurs (Fig. 35).

Fig. 34 - Le Palais de l'Exposition Universelle de 1867 Paris (CAIL & Cie et Cie de FIVES-LILLE).

Fig. 35 - Le promenoir du Palais Omnibus.



Conçu par Frédéric Le Play et construit par l'ingénieur Jean-Baptiste Krantz et l'architecte Léopold Hardy, ses dimensions étaient de 495 mètres par 380, pour une superficie totale d'exposition de près de 156 000 m<sup>2</sup>. A titre de comparaison, le Crystal Palace de Londres à l'Exposition Universelle de Londres en 1851 faisait 70 000 m<sup>2</sup>, le Palais de l'Industrie en 1855, 20 000 m<sup>2</sup>, et le Grand Palais en 1900, 13 500 m<sup>2</sup>. Il aura fallu 6 millions de rivets pour tenir les 135000 tonnes de l'édifice, (la Tour Eiffel fait 10000 tonnes, pour 2,5 millions de rivets et 18 000 pièces).

Au cours de l'exposition :

- J.-F. Cail reçoit deux médailles d'or : une pour ses moteurs de chemin de fer, et une autre pour ses machines à sucre (Fig. 36), en tant que fournisseur d'équipements pour les sucreries - tant pour la canne que pour la betterave.

## 18 SUCRERIES EN UN DÎNER

- Le khédivé Ismail et J.-F. Cail sont invités au dîner d'État offert par l'empereur Napoléon III et ont été placé à la même table, sûrement du à ce que :
  - l'entreprise entretenait des relations commerciales depuis 1845 avec la famille du Khédivé,
  - un ancien employé Cail travaillait comme ingénieur en chef pour la Daira Saniyya des domaines du Khédivé,
  - l'entreprise avait une renommée internationale et quelle ait été primée à l'exposition,
- à la fin du dîner, Cail a obtenu la commande de 18 nouvelles sucreries pour le Khédivé (Fig. 37 & 38).



Fig. 37 - Carte de la vallée du Nil entre Le Caire et Assiout indiquant l'emplacement des sucreries construites pour le khédivé Ismail Pacha entre 1867 et 1875. (Source : Ralph Bodenstein).

En 1867 Alfred Cail se rend en Egypte pour la fourniture des usines commandées. Les 18 sucreries seront construites entre 1867 et 1875 par CAIL & Cie et la Cie de FIVES-LILLE ainsi que le réseau ferroviaire des Chemins de fer de campagne de Daira Saniyya soit 250 km de voie ferrée pour le transport des matériaux de construction des sucreries, de la canne à sucre et des produits sucriers.

- Entre 1867 et 1869 - La première ligne ferroviaire entre Kiev et Balta en Russie ainsi que 87 locomotives associées à la commande (CAIL & Cie et Cie de FIVES-LILLE).
- 1868-1871 - Le Viaduc de la Boule. Louroux, Allier (Fig. 39).

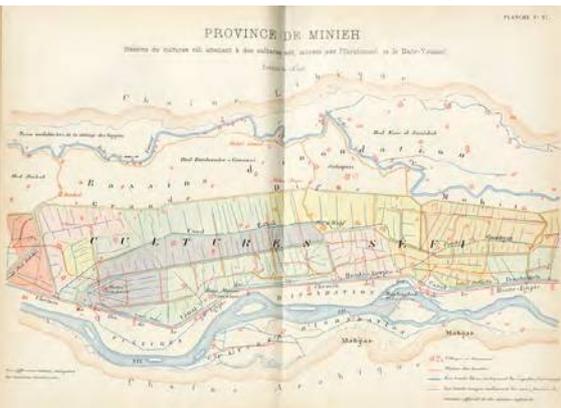


Fig. 38 - Détail : Culture sucrière dans la province d'Al Minya (Minieh) en 1881. Réseau ferroviaire (lignes rouges), Canaux d'irrigation (lignes bleues).



Fig. 39 - Le Viaduc de la Boule - Louroux, Allier (CAIL & Cie et Cie de FIVES-LILLE).



Fig. 40 - Le Viaduc du Bellon - Louroux, Allier (CAIL & Cie et Cie de FIVES-LILLE).

- 1869-1871 - Le Viaduc du Bellon. Louroux, Allier (Fig.40).

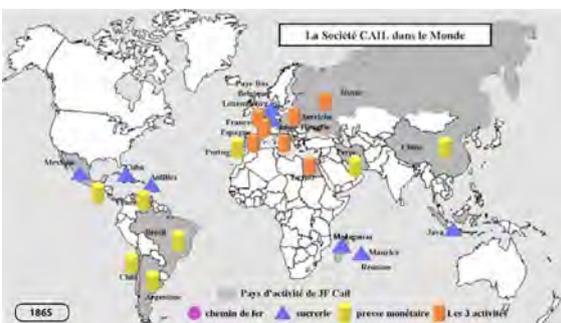


Fig. 41 - La Société J.-F. CAIL & Cie dans le monde en 1865 (J.L. Thomas - archives : association CAIL).

Implantée sur 4 continents, la Société CAIL est une multinationale avant la lettre (Fig.41). L'usine de Grenelle avec ses 2000 employés

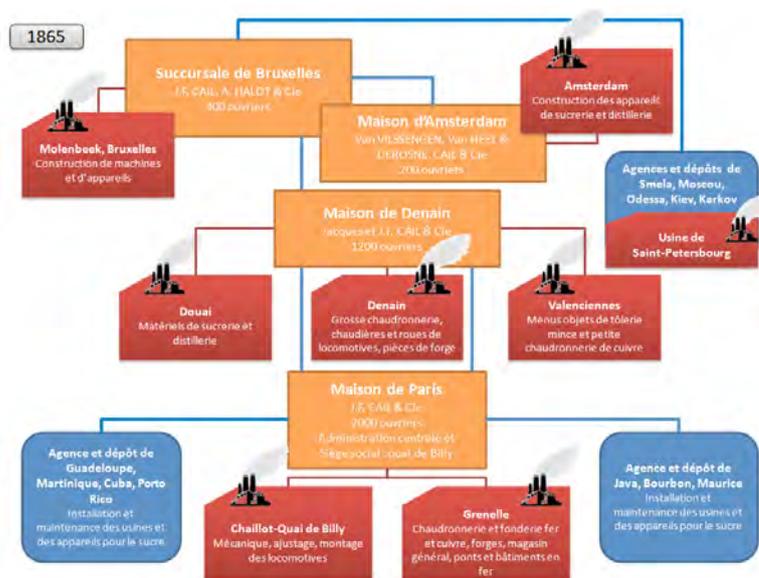


Fig. 42 - Organigramme de la Société CAIL & Cie en 1865 (J.L. Thomas - archives : association CAIL).

est le plus grand établissement de Paris (Fig.42). Il est un des lieux de visite des chefs d'état ou de gouvernement lors de leur passage à Paris.

J.-F. CAIL va déposer plus de cinquante brevets. « Il faut toujours être à la pointe de l'innovation technique si on veut survivre ». Alors, il perfectionne sans cesse ses machines et ses appareils pour en améliorer les performances et en simplifier la maintenance et l'utilisation.

## LA RECONNAISSANCE ET LES HONNEURS

La qualité des produits CAIL est reconnue mondialement et il est honoré par son pays, par des souverains étrangers et ses pairs :

- le rapport de l'Exposition de 1844 vante l'habileté de manufacturier de la Société Derosne & Cail,
- le rapport de 1849 constate d'immenses progrès dans la fabrication des locomotives et la construction très soignée des Crampton,
- lors de l'Exposition Universelle de Londres en 1851, la Société obtient la Council Medal of the Royal Commission for the Great Exhibition of 1851,
- elle décroche la grande médaille d'honneur à l'Exposition Universelle de Paris en 1855 pour « services exceptionnels rendus aux chemins de fer pour l'importance et la qualité de la fabrication de locomotives et à l'industrie du sucre pour la variété et la supériorité de ses appareils »,
- à la suite de l'exposition de Londres de 1862, J.-F. Cail est élevé au grade de

- Chevalier de la Légion d'Honneur,
- l'exposition de Paris de 1867 marque l'apothéose de sa carrière. Il y obtient une médaille d'or pour chacune de ses deux activités, sucrerie et locomotives et il triomphe à l'exposition annexe de l'agriculture pour ses outils, ses machines agricoles et l'aménagement de La Briche cité comme modèle,
- des souverains étrangers (belge, hollandais, égyptien) qui l'ont décoré pour services rendus à leur économie (Officier de l'ordre de Léopold de Belgique par le roi des Belges, Léopold II, Chevalier de l'Ordre de la Couronne de Chêne de Hollande, Commandeur de l'Ordre du Medjidié par le Khédivé d'Égypte, Ismail Pacha),
- ses pairs qui font appel à sa Société, gage du perfectionnement technique, pour concevoir leur prototype. Quel plus bel éloge que celui d'un contemporain écrivant qu'on peut à la rigueur faire aussi bien mais qu'il est impensable de pouvoir penser faire

## UN PATRON PATERNALISTE

À la tête d'une fortune colossale il est sensible à la condition ouvrière. En 1850, il crée une caisse d'aide mutuelle à laquelle il affecte un onzième des bénéfices de son entreprise. Elle permettait aux ouvriers accidentés du travail de percevoir une allocation.

J.-F. Cail sera très impliqué dans divers projets d'amélioration de l'habitat et de la vie ouvrière. Afin que les personnes à revenus modestes et ses ouvriers, mais aussi des artisans, ne soient pas exclus du cœur de Paris compte tenu du prix des loyers prohibitifs, il va faire l'acquisition de terrains dans un quartier



Fig. 43 a & b -- Logements ouvriers construits par J.-F. Cail : Faubourg Saint-Denis (a) et rue Cail (b)

où le foncier est resté moins cher, entre le chemin de fer de l'Est et celui du Nord (le long du Faubourg Saint-Denis (Fig.43a), de la rue des Buttes Chaumont et de deux nouvelles artères créés en 1866, les rues Cail (Fig.43b) et Perdonnet.

Là, il fait construire tout un ensemble d'immeubles avec des locaux pour les artisans au

rez-de-chaussée et à l'entresol, le reste étant constitué d'appartements dont les loyers resteront modérés tout en gardant le confort bourgeois de l'époque : pierre de taille, pilastres, balcons et usage du gaz. En 1869, 31 immeubles sont déjà construits. Entre les années 1850 et 1860, l'énergie vapeur se démocratise, un demi siècle avant l'adoption de l'électricité, les petites entreprises souvent installées dans le logement vont pouvoir bénéficier de cette énergie, mais aussi les ateliers prévus en rez-de-chaussée et en entresol. Une machine à vapeur de 200 chevaux, construite par la Société Cail & Cie et située au sous-sol d'un immeuble au milieu de la

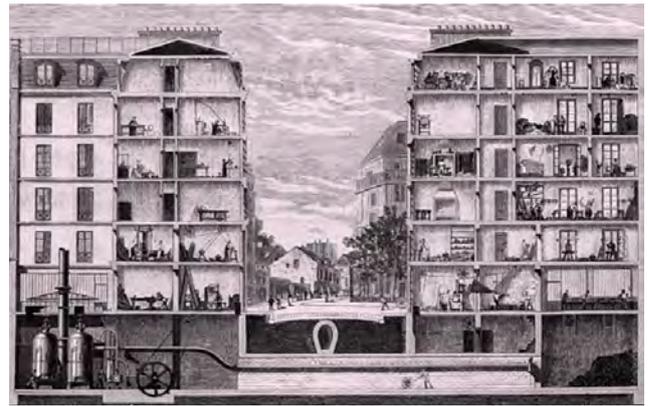


Fig. 44 - Coupe de maisons industrielles à Paris. D'après un dessin de Armengaud aîné. Vers 1873

rue, fournit l'énergie, distribuée par arbres (Fig.44).

Aux logements, J.-F. Cail y adjoint aussi école, magasins et même un théâtre, l'actuel Théâtre des Bouffes du Nord. Cependant, cette forme de paternalisme pèse à certains ouvriers qui ressentent cela comme une contrainte et une forme d'asservissement.

Yves LICCIA - ATF //////////////



Voir les sources de l'article



## DIFFRACTION & SPECTROMETRIE

Stress X



Mesure de stress / contrainte par diffraction de Rayon X

AreX L



Analyseur d'Austénite résiduelle

Metal Lab Plus S7



Spectromètre à émission optique pour l'analyse des alliages métalliques

Atlantis S9



Spectromètre à émission optique pour l'analyse des alliages métalliques

**UNE GAMME COMPLETE A VOTRE DISPOSITION DEPUIS 1993 EN FRANCE !**

VENTE - INSTALLATION - FORMATION - MAINTENANCE - ETALONS - ACCESSOIRES

Site Web : [www.gnrfrance.com](http://www.gnrfrance.com) / Tél : +33 (0)381 590 909 / Mail : [doc@gnrfrance.com](mailto:doc@gnrfrance.com)



## **Chef de Poste Hauts Fourneaux H/F**

Leader mondial de solutions complètes de canalisation en fonte ductile, Saint-Gobain PAM conçoit, produit et commercialise un éventail complet de solutions dédiées au transport de l'eau : pièces de voirie, canalisations pour l'adduction d'eau potable, l'assainissement, l'évacuation des eaux pluviales, systèmes d'évacuations sanitaires et pluviales du bâtiment, canalisations pour l'industrie, pièces de voirie, robinetterie et services aux gestionnaires des réseaux d'eau.

Depuis plus de 160 ans, la réputation de Saint-Gobain PAM se fonde sur un savoir-faire reconnu, la fiabilité de ses produits et la grande qualité de son service client. La société intervient aujourd'hui dans 153 pays, assurant une présence locale dans plus de 30 d'entre eux, sur les cinq continents.

L'entreprise est ainsi en mesure de répondre aux besoins et exigences d'une clientèle diversifiée : collectivités territoriales, industries, mines, centrales hydroélectriques, stations de traitement des eaux, plateformes logistiques et portuaires, zones de loisirs et d'activités... Partout à travers le monde.

Saint-Gobain PAM fait partie de l'activité Canalisation du groupe Saint-Gobain, leader mondial de l'habitat durable, spécialisé dans la production, la transformation et la distribution de matériaux pour l'industrie et la construction.

**DESCRIPTION DU POSTE :** Dans le cadre des objectifs de production de l'Usine de Pont-à-Mousson (54) et des directives du service Production Hauts Fourneaux, vos missions sont les suivantes :

- Manager une équipe de 16 opérateurs hauts fourneaux
- Gérer le processus de fabrication de la fonte
- S'assurer du respect des règles de sécurité en vigueur compte tenu des risques propres à l'activité (Gaz de haut fourneau, fonte liquide)
- Garantir le respect des procédures du service

La première année sur le poste sera consacrée à votre formation :

- Une période en doublon avec le chef de poste expérimenté dans les différentes équipes
- Une période d'un mois au service process
- Une période d'un mois au service Energie et au Laboratoire
- Circuit de formation Manager PAM

**STATUT :** Agent de Maîtrise

**RYTHME DE TRAVAIL :** Feux continus (5x8)

**PROFIL :** Issu d'une formation Bac ou Bac+2 Fonderie-Métallurgie-Chimie, vous avez idéalement 3 ans d'expérience en management d'équipe.

Autonome et organisé, vous êtes reconnu pour vos qualités de réactivité, d'adaptation et de rigueur et d'analyse.

*L'industrie de process n'a pas de secret pour vous et vous êtes sensible à la sécurité? N'hésitez plus, postulez en suivant ce lien :*

**CONTACT :**

<https://joinus.saint-gobain.com/fr/fra/tpr/p/57125/577721/chef-de-poste-hauts-fourneaux-hf>



## **Dans le cadre d'un remplacement, nous recherchons notre Ingénieur support technique et Account Manager F/H**

IMERYS, leader mondial des spécialités minérales pour l'industrie, offre des solutions fonctionnelles à haute valeur ajoutée pour un grand nombre de secteurs, depuis les industries de procédés jusqu'aux biens de consommation. Présente dans de nombreux pays, la Business Area "High Temperature Solutions (HTS)" est destinée à servir les procédés de fabrication à haute température et notamment les marchés de la sidérurgie, du travail des métaux, et de la fonderie. Elle se positionne comme l'un des principaux fournisseurs de solutions minérales industrielles. A partir de nos gisements, nos usines nous permettent de développer une offre étendue de solutions complètes. En fonderie, IMERYS HTS propose un large choix de solutions complètes réfractaires (sous la marque Calders), d'additifs pour sable à vert, de sables spéciaux, d'additifs de noyautage et d'agglomérats de crasses.

Rattaché (e) au Responsable des Ventes Imerys HTS - Foundry le/la titulaire aura comme missions principales :

### **SUR LA PARTIE SUPPORT TECHNIQUE :**

Grâce à son expertise en Métallurgie, en Réfractaire, en industries thermiques, en industries sidérurgiques et en fonderies, le/la titulaire du poste :

- Est le garant (e) de la préparation des offres techniques dans le respect des règles de l'art et des orientations du groupe,
- Assure la traduction du besoin du client à partir de visites techniques et présente la solution technique à l'issue de l'étude,
- Accompagne le commercial en visites techniques,
- Fait le suivi de la performance de la solution retenue et actionne la démarche PDCA,
- Met à jour les dossiers de réalisation et de préparation,
- Anticipe les difficultés liées aux chantiers en organisant des réunions de travail avec les autres services concernés.
- Transmet son savoir faire et les techniques relatives à sa spécialité en fonction des demandes de sa hiérarchie.

### **SUR LA PARTIE ACCOUNT MANAGER :**

Le/la titulaire du poste est responsable de la relation technico-commerciale d'une clientèle qui lui est confiée et dont il/elle a la charge du développement. A ce titre il/elle :

- Développe et fidélise le portefeuille clients confié
- Assure une veille concurrentielle
- Elabore et transmet mensuellement les reportings

**PROFIL RECHERCHÉ :** Nous recherchons un profil avec une formation technique du type : Ingénieur Fonderie, Matériaux, Ingénieur Bureau d'étude ou Chef de projet en fumisterie industrielle ou Ingénieur de production ou expérience équivalente.

Complété par une expérience significative vous ayant permis d'acquérir les connaissances suivantes :

- Connaissance du réfractaire (corrosion, thermique, thermomécanique, constituants)
- Connaissance du garnissage réfractaire (conception des empilements, réalisation)
- Connaissance en science des matériaux, thermique, RDM, thermomécanique
- Connaissances générales de fonderie

Les qualités recherchées pour ce poste sont :

- Capacité d'écoute d'analyse et d'expertise
- Capacité d'initiative
- Capacité de communication
- Aptitudes au management transversal
- Sens du contact permettant d'établir une relation de confiance avec les acteurs internes et les clients
- Résistance au stress, disponibilité
- Force de proposition, initiative
- Autonomie, précision et rigueur

Ce poste nécessite des déplacements très fréquents principalement sur la moitié Nord de la France.

L'anglais professionnel est requis pour ce poste, ainsi que la maîtrise des outils bureautique, idéalement Google Suite.

***Vous souhaitez nous rejoindre ?***

***Alors rendez-vous sur l'espace Carrières de notre Internet Imerys pour postuler !***

**CONTACT :** <https://www.imerys.com/fr/talents/offres-emploi>



## **Technical Customer Service professional (Europe)**

An exciting opportunity for the right person who enjoys working with development and improvements towards customers.

Elkem Foundry Products Division is looking for an experienced, result oriented professional for its European Technical Customer Service (TCS) team.

**THIS POSITION IS FOR A PROACTIVE GOOD TEAM PLAYER, WHO ENJOYS TO :**

- support Customers, developing customized solutions for the improvement and development of Cast Iron Metallurgy and Castings.
- develop new Solutions and Products for the new and continuously evolving needs of the Cast Iron market. The role is carried out in a team and directly covering responsibilities for the assigned European areas. It is supported by modern equipment and facilities that enable us to have a deep capacity of investigation of Irons of our customers and high capacity of development of new products, solutions and processes. The customer focused department carries out Solutions and products development on processes, alloys and additives for the cast iron industry, and act in a team with our R&D and sales force.

### **AREAS OF RESPONSIBILITY :**

- Technical customer support. Through visits, technical meetings and seminars, audits, improvements and development of process and product
- Project Management and Execution for Customers Improvement and development joint-projects
- Project Management and Execution for Internal projects, for the development of new Solutions and Products
- Support sales organizations for the definition and implementation of the best solutions for the Customers
- Support European Production Plants
- Highly contribute to the innovation process of the division and help the division to achieve its strategic targets

### **QUALIFICATIONS REQUIRED FOR THE POSITION:**

- Degree in metallurgy, chemistry or mechanics
- Large technical background on iron foundry metallurgy, production processes and control
- Large technical background on cast iron, castings defects, their analysis and solutions
- Ability and aptitude to read customer's processes and understand customer's needs
- Ability and aptitude to analyze problems and develop customized solutions, fully achieving customer targets
- Advanced skills on production processes and chemical, metallographic and thermal analysis of the various types of cast iron
- Advanced understanding of the use of alloys and additives in the cast iron process
- Strong communication skills and customer orientation
- Ability to provide precise and efficient deliveries
- Fluent in English.

The position will report to the European TCS Manager and will work from home or, possibly, in one of the Elkem offices, if the opportunity exists.

**CONTACT :** Trudi Vågene | Application deadline: 30.06.2020  
mob: +47 91138522, Homepage: <http://www.elkem.com/en/Foundry/>

**Découvrez les autres offres d'emploi sur le site ATF**  
 *Cliquez ici*



## Rejoignez-nous !

**Parce que l'union fait la force  
et qu'il y a plus d'idées dans plusieurs têtes que dans une.**

COMPÉTENCES - CONNAISSANCE - CONVIVIALITÉ

Forte de son expérience et de ses membres actifs, l'ATF vous propose :

- »»»»» **une toute nouvelle revue numérique** dont vous lisez un exemplaire ;
- »»»»» **un site Internet [www.atf.asso.fr](http://www.atf.asso.fr)** qui vous permet de suivre en ligne notre calendrier d'événements, nos activités, la vie de l'Association, relayé sur les réseaux sociaux Twitter@ATFonderie et Facebook ;
- »»»»» **des tarifs privilégiés** pour des activités variées : Fondé-riales, journées d'étude et visites de sites de production à travers toute la France, sorties Saint-Eloi en régions en collaboration avec l'AAESFF ;
- »»»»» **un soutien à l'emploi** : accès aux profils des entreprises pour vos recherches d'emploi et à une insertion gratuite dans la rubrique demandes d'emploi dans notre revue, sur le site Internet et les réseaux sociaux.

*Paiement en ligne de votre cotisation via la plateforme PayPal ou par chèque à envoyer à cette adresse : Association Technique de Fonderie • 44 avenue de la Division Leclerc • 92318 Sèvres Cedex. **Nous vous rappelons que 66 % de votre cotisation est déductible de l'impôt** (pour les personnes physiques)*

### Cotisations 2020

#### PERSONNES PHYSIQUES

- Membre actif zone UE : 84 €
- Membre tarif réduit (enseignants, retraités) zone UE : 74 €
- Tarif « Jeunes » (étudiants, jeunes de moins de 30 ans) : 36 €
- Membre actif hors zone UE : 109 €

Pour devenir membre  
CLIQUEZ ICI

### Cotisations 2020

#### PERSONNES MORALES

- Membre donateur UE : 604 €
- Membre bienfaiteur UE : 704 €
- Membre bienfaiteur hors UE : 709 €

Pour devenir membre  
CLIQUEZ ICI

## annonceurs.

ASK Chemicals ..... 4<sup>e</sup> de couverture  
FAT ..... P 22  
Foseco ..... P 07  
GNR Industrie..... P 35  
GTP Schafer ..... 2<sup>e</sup> de couverture  
Huttenes Albertus..... P04

HW Sinto ..... P 10  
JML ..... P 22  
Magma..... P 21  
Scoval..... 3<sup>e</sup> de couverture  
SiiF ..... P 11



# SCOVAL

*fontaine.*

**Fondeurs, projetez votre entreprise dans le futur en modernisant votre outil de production avec Scoval.**



**Malaxer**



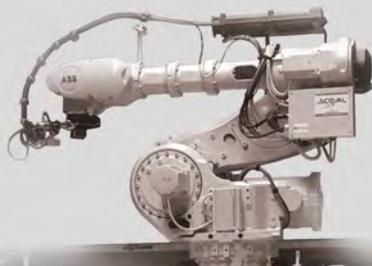
**Mouler**



**Contrôler**



**Refroidir**



**Robotiser**

**Intégrer**

Représentant officiel  
des matériels vibrants :

Grenailleuses



33 (0)2 38 22 08 12 • [www.scoval.fr](http://www.scoval.fr)

