

TRUST

It's the heart of
the relationship

Snam is the trusted name for over 25 years in niche market segment of highly customized and value-added Ferro Alloy products in the world. Apart from being the undisputed market leader in India, Snam supplies to leading automotive and engineering foundries to six continents and over 46 countries.

Our leading customers have reposed their trust in our unmistakable quality, prompt delivery and adhering to gold standards in Quality Management Systems. Snam. Where the best rely on the best.

Manufacturers of Ferro Silicon Magnesium and Inoculants

SNAM ALLOYS PRIVATE LIMITED

Kariamanickam Village, Nettapakkam Commune, Pondicherry - 605 106, India.

Ph: +91 413 2695100. Fax: +91 413 2695123. Email: info@snam.co.in

www.snam.co.in

14^{N°}
NOVEMBRE
2019

TECH NEWS

FONDERIE

SALON
**EUROGUSS : LE LEADER DES SALONS
DE LA FONDERIE SOUS PRESSION**

PAGE 15

TECHNIQUE
**PRIMARY STRUCTURE AND GRAPHITE NODULES
IN THIN-WALLED HIGH-NICKEL
DUCTILE IRON CASTINGS**

PAGE 21

FORMATION
**LE CATALOGUE DES FORMATIONS CYCLATEF 2020
PILOTÉES PAR L'ATF EST DISPONIBLE**

PAGE 36

UNE PUBLICATION DE



ASSOCIATION
TECHNIQUE DE FONDERIE



10 YEARS
2007-2017
ENVIBOND

ENVIBOND

10 years "green" casting

Il y a 10 ans, nous avons lancé le concept ENVIBOND® destiné à l'industrie de la fonderie.

Cette nouvelle technologie, pionnière en son temps, a permis une baisse considérable des composants organiques présents dans le sable de moulage à vert.

Les avantages:

- Réduction des Emissions
- Amélioration des conditions de travail
- Diminution des polluants (BTEX)

Conscient des enjeux du secteur de la fonderie de demain, l'expertise et l'expérience technique d'Imerys contribuent à la mise en place de solutions innovantes pour le bénéfice de sa clientèle.

***A brighter future for the environment
and the people***

Pour plus d'informations, merci de contacter
Foundry.France@imerys.com



Filtre
vierge



Avec
ENVIBOND®



Avec
produit
traditionnel

édito.

Notre vénérable association, née en 1911, continue d'exister et se modernise.

Depuis sa création, l'édition d'un annuaire, d'un bulletin, d'un journal d'informations techniques et d'une revue est institutionnelle et fondamentale :

Juste quelques dates retraçant la communication de l'ATF et des sociétés savantes connexes pour infirmer cet adage :

- Annuaire de l'ATF, 1921 - 1967
- Bulletin de l'ATF, 1927 - 1945
- Bulletin d'information de l'ATF et du CTIF, 1946 - 1947
- Journal d'informations techniques des industries de la fonderie (ATF), 1948 - 1967
- Technique de fonderie (ATF), 1968 - 1969
- Fonderie (CTIF et ATF), 1946 - 1980
- Hommes et fonderie (ATF), 1970 - 2009
- Fonderie magazine (AAESFF, ATF, CTIF), 2010 - 2015
- Forge et fonderie (avec le concours de l'ATF), 2016 - décembre 2017
- **TECH News FONDERIE** (ATF) depuis février 2018



En 2018, ATF a lancé la première et unique revue numérique concernant la fonderie Française en premier lieu et internationale pour bien des articles techniques.

Cette revue est : **TECH News FONDERIE** et vous parcourez son 14^{ème} numéro.

La liste de ses lecteurs n'a fait qu'augmenter et dépasse à ce jour les 6000 téléchargements. Cela n'est possible que par l'aide des adhérents-lecteurs mais aussi par celle des partenaires-fournisseurs qui collectent lors de leurs déplacements de par le monde toutes idées et nouveautés techniques qui vous seront bénéficiales.



Depuis juin 2019, le site ATF : <http://www.atf.asso.fr/> a été revu de fond en comble et cette action est validée puis confirmée par le nombre de connections mensuelles croissant présentement plus de 13 000 par mois issues du monde entier.

Toutes ces évolutions ont été faites par une équipe de bénévoles, passionnés et amoureux de la fonderie qui œuvrent pour voir le nombre d'adhésions et de publicitaires augmenter afin que l'Association Technique de Fonderie, perdure !

Le média kit 2020 a été envoyé aux fournisseurs et partenaires avec la nouvelle possibilité de publier aussi leurs messages sur le site de l'ATF. Les Fondateurs et clients de la fonderie ont également cette possibilité de communication afin de valoriser leur société et leur savoir-faire.

En payant une **cotisation** à titre personnel ou en tant que société vous agirez et œuvrerez pour que perdure cette institution, plus que centenaire, qui est une source de relations et de connaissances !



Gérard LEBON
Régie publicitaire
de TNF
Comité de rédaction



Yves LICCIA
Coordinateur de TNF
Comité de rédaction
Webmaster du site

NOUS CONTRIBUONS CHAQUE JOUR AUX RÉCOLTES.

En proposant des produits pour la construction de machines modernes de moissonnage, et l'aide de nos experts.

**NOUVEAU
PRODUIT**

**SEMCO IC - Enduit de
Propreté Interne des
dernières technologies
de moteurs**



Les pièces moulées sont indispensables pour construire des machines agricoles assurant une moisson abondante et de haute qualité.

Les fonderies peuvent s'appuyer sur un partenaire solide, porteur de solutions innovantes, de technologies efficaces et de produits de la plus haute qualité depuis plus de 100 ans. Nous vous permettons également de bénéficier de l'expertise de nos ingénieurs spécialisés en fonderie partout dans le monde.

FOSECO. Your partner to build on.



VESUVIUS

Abonnez-vous dès à présent à notre newsletter sur www.foseco.fr

www.foseco.fr | info.france@foseco.com



Sommaire.

03 / EDITO

06 / AGENDA

SALON

09 /

Forum technique WFO 2019, Portoroz, Slovénie
Article de Lionel ALVES - ATF

PROFESSION

09 /

Platinum 3D
Article de Patrice DUFÉY - ATF

ASSOCIATION

10 /

Réunion du comité directeur ATF

11 /

Carrousel des partenaires 2019
Article de Stéphane SAUVAGE - JML Industries - ATF

12 /

Fondériaes 2020

SALON

15 /

EUROGUSS, Le leader des salons de la fonderie sous pression

Article de Gérard LEBON - ATF

TECHNIQUE

21 /

Primary Structure and Graphite Nodules in Thin-Walled High-Nickel Ductile Iron Castings

Article de Marcin Górný, Magdalena Kawalec, Gabriela Sikora, Ewa Olejnikland Hugo Lopez

27 /

Céramique impression 3D en coulée de précision

Article de Michael WEISSENBACHER - IMERYS

EUROGUSS 2020



29 /

New High Strength 3xx Series Alloy Case Study: Automotive Wheel Weight Reduction

Article de Francis BRETON - RIO TINTO ALUMINIUM

FORMATION

34 /

Agenda

36 /

Le catalogue des formations CYCLATEF 2020

pilotees par l'ATF est disponible



38 / HISTOIRE & PATRIMOINE

PEIGNOT, une famille de fondeurs de caractères

Du « blanc » au « noir », du plomb au numérique

Article de Yves LICCIA - ATF



43 / OFFRES D'EMPLOIS

44 / 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
<http://atf.asso.fr/>

Directeur de la publication

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

Comité de rédaction

Pierre Marie CABANNE,
Patrice DUFÉY,
Gérard LEBON,
Yves LICCIA,
Patrice MOREAU,
André PIERSON,
Gilbert RANCOULE,
Jean Charles TISSIER,

Publicité

ATF - Gérard LEBON
Téléphone : +33 6 19 98 17 72
ATF - Fernand ECHAPPE
Téléphone : +33 1 71 16 12 08
E-mail : regiepubtnf@atf-asso.com



Suivez-nous sur Facebook :
www.facebook.com/ATFonderie



et
TWITTER
@ATFonderie

Maquette et réalisation

Kalankaa • +33 2 38 82 14 16

NOVEMBRE 2019

- >>> **28 au 29 à Hagen (Allemagne) :**
SYMPOSIUM SUR LA MÉTALLURGIE DES POUDRES
<https://www.pulvermetallurgie.com/symposium-terme/symposium-aktuell/>

DECEMBRE 2019

- >>> **Le 6 à Cracovie (Pologne) :**
POLISH FOUNDRYMAN'S DAY 2019
<https://odo.foundry-conference.com/en/>
- >>> **10 au 11 à Metz (France) :**
TRAITEMENT ET PARACHÈVEMENT DES PIÈCES ISSUES DE FABRICATION ADDITIVE
<https://www.a3ts.org/les-congres-expositions/post-fabrication-additive-2019/>
- >>> **12 au 14 à Bangkok (Thaïlande) :**
METALAP 2019 - Asia Pacific Metal Industry Exhibition 2019
<http://www.metalap.com/en/home/index>
- >>> **19 au 21 à Bangkok (Thaïlande) :**
EUROGUSS ASIA PACIFIC
<https://www.euroguss.de/en/international#AsiaPacific>

JANVIER 2020

- >>> **14 au 16 à Nuremberg (Allemagne) :**
EUROGUSS
<https://www.euroguss.de/en>
- >>> **28 au 30 à Rouen (France) :**
SEPEM NORD-OUEST
<https://rouen.sepem-industries.com/>

FÉVRIER 2020

- >>> **11 au 13 à Grenoble (France) :**
SEPEM AUVERGNE RHÔNE-ALPES
<https://grenoble.sepem-industries.com/>
- >>> **28 au 1^{er} mars à Chennai (Inde) :**
IFEX 2020 - 16th International Exhibition on Foundry Technology, Equipment, Supplies and Services
<http://www.ifexindia.com/>

MARS 2020

- >>> **18 au 20 mars à Saint-Petersbourg (Russie) :**
SALON INTERNATIONAL DE LA TECHNOLOGIE
<http://en.ptfair.ru/>
- >>> **31 mars au 31 avril à Paris Nord Villepinte (France) :**
GLOBAL INDUSTRIE
TECH News FONDERIE est MÉDIA PARTNER
<https://www.global-industrie.com/fr>

AVRIL 2020

- >>> **15 au 18 à Osaka (Japon) :**
INTERMOLD
<https://10times.com/intermold>
- >>> **21 au 23 à Cleveland - Ohio (USA) :**
AFS METALCASTING CONGRESS
<https://www.afsinc.org/tradeshows/metalcasting-congress-2020>
- >>> **21 au 24 avril 2020 à Karlsruhe (Allemagne) :**
PAINTEXPO - 8^{ème} salon-phare mondial de la peinture industrielle
<https://www.paintexpo.de/en/>

MAI 2020

- >>> **4 au 7 à Cleveland - Ohio (USA) :**
AISTECH 2020 - The Iron & Steel Technology Conference and Exposition
<https://www.aist.org/conference-expositions/aistech/>
- >>> **13 au 15 à Split (Croatie) :**
19th INTERNATIONAL FOUNDRYMEN CONFERENCE
<https://ifc.simet.hr/>
- >>> **13 au 16 à Shanghai (Chine) :**
METAL+METALLURGY CHINA
<http://www.mm-china.com/En/>
- >>> **13 au 16 à Shanghai (Chine) :**
METAL CHINA - 18th China International Foundry Expo
<http://www.foundry-china.com/>
- >>> **13 au 16 à Shanghai (Chine) :**
DIE CASTING CHINA 2020 - 14th China International Die Casting Industry Exhibition
<https://www.showsbee.com/fairs/Die-Casting-China.html>
- >>> **18 au 19 à New York city (USA) :**
WFO WORLD FOUNDRY SUMMIT 2020
<http://www.thewfo.com/world-foundry-summit/wfo-world-foundry-summit-2020/>

JUIN 2020

- >>> **3 au 5 juin à Shanghai (Chine) :**
FASTENER EXPO SHANGAI
<https://shen.fastenerexpo.cn/>
- >>> **9 au 11 à Colmar (France) :**
SEPEM EST
<https://colmar.sepem-industries.com/>
- >>> **11 au 13 à Canton (Chine) :**
CHINA GUANGZHOU INTERNATIONAL DIE-CASTING
<http://www.julang.com.cn/english/>
- >>> **16 au 18 à Lyon (France) :**
3D PRINT
<https://www.3dprint-exhibition.com/>
- >>> **16 au 18 à Stuttgart (Allemagne) :**
CASTFORGE
<https://www.messe-stuttgart.de/castforge/en/>
- >>> **24 au 27 à Bangkok (Thaïlande) :**
MANUFACTURING EXPO - InterMold Thailand
<https://www.manufacturing-expo.com/en-gb.html>

Sablerie
sable à vert

Sablerie
sable à
noyaux

Refroidisseur
de pièces

Convoyeur
laitier

Filtre
dépolvéseur



WWW.JML-INDUSTRIE.COM

STAY AHEAD



Le choix de la sérénité
pour vos équipements de fonderie

+33 (0)3 24 52 13 97

6, rue Jean-Jacques Rousseau • F-08330 Vrigne-aux-Bois

jml@jml-industrie.com

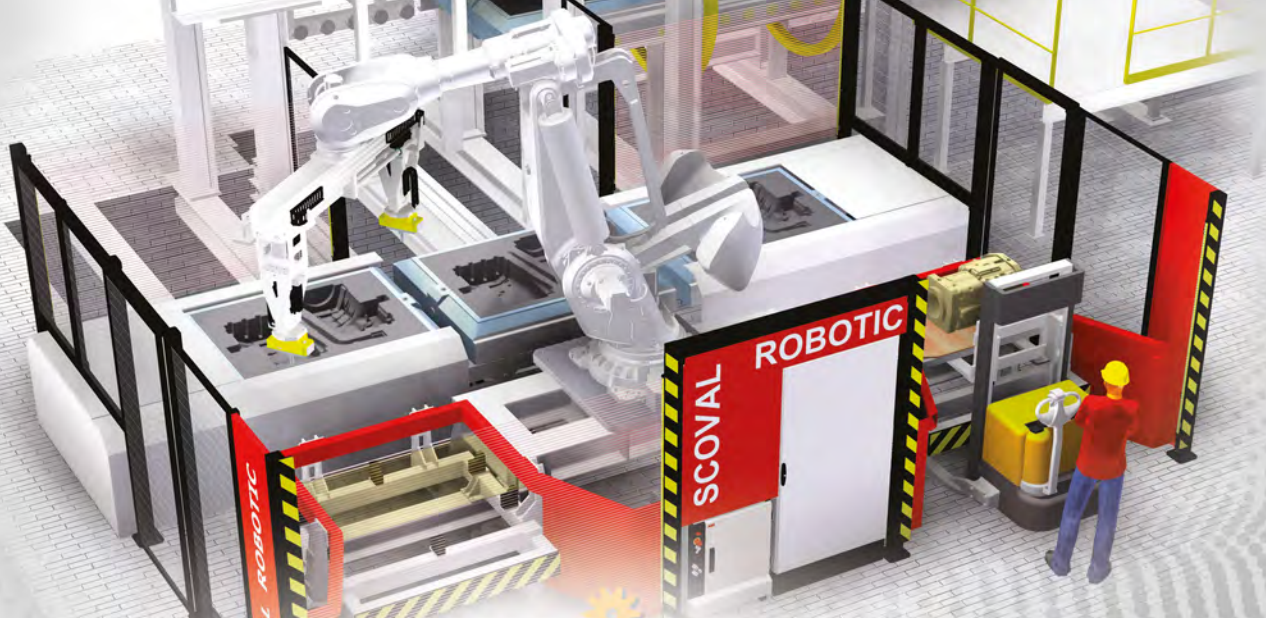
Chariots de
chargement
de fours

Grilles de
décochage

Convoyeurs
métalliques

Régénération
des sables

Vibrants



SCOVAL

R O B O T I C

Présente

ASTERIX & OBELIX chez les fondeurs Belges



POUR EN SAVOIR PLUS
Cliquez sur les images

A l'occasion de la mise en place du robot que notre client belge a baptisé «Obélix» permettant la manipulation de noyaux de plus de 600 kg, la société Scoval a profité d'une mise en lumière exceptionnelle par la presse de notre savoir-faire en matière de robotisation d'outil de production et d'utilisation des technologies digitales dans la simulation. **Donnez-vous un peu de potion magique : consultez-nous !**

Représentant officiel
des matériels vibrants :

33 (0)2 38 22 08 12 • contact@scoval.fr

www.scoval.fr



Représentant officiel
des grenailleuses et équipement
pour le traitement des surfaces :





Forum technique WFO 2019 Portoroz, Slovénie



Membres du conseil d'administration présents à Portoroz

Suite au départ à la retraite de notre ami Pierre-Marie Cabanne, c'est avec une grande fierté que je reprends la représentation de l'ATF ainsi que des fonderies françaises au sein de cette grande organisation qu'est le WFO.

Cette année le « Technico-Forum » s'est tenu à Portoroz en Slovénie du 18 au 20 septembre. Ce fut pour moi l'opportunité de découvrir cette organisation internationale qui a su conserver un contact humain très fort ainsi qu'une très grande convivialité. La cérémonie d'ouverture s'est déroulée sous les chants et rythmes typiques slovènes ainsi que les mots d'accueil de madame Jan-Blazic, présidente de l'association slovène de fonderie (Drustvo Livarjev Slovenije) suivi d'un discours du président de la République de Slovénie, M. Borut Pahor. Pendant ce congrès des thématiques concernant toutes les industries

de la fonderie ont été abordées, allant des soucis de non-qualité métallurgique jusqu'à la présentation de nouveaux procédés de transformation et de mise en œuvre des métaux, tout en passant par une problématique récurrente, la difficulté à recruter du personnel qualifié dans le domaine de la fonderie

Ce forum s'est déroulé en même temps que la 59^{ème} édition de la conférence internationale de la fonderie regroupant les principaux fournisseurs d'équipements industriels et de consommables pour la fonderie. Tous les éléments étaient réunis pour découvrir ou redécouvrir le monde la fonderie ainsi que les principaux acteurs de la profession. Les membres du conseil d'administration du WFO, dont je fais partie souhaitent organiser le congrès de 2026 pour fêter le centenaire du WFO dans le pays qui accueilli sa première édition : notre hexagone.

De multiples raisons dictent ce souhait, selon le WFO la France fait toujours partie des acteurs majeurs de la fonderie et bénéficie de plus d'une indéniable attractivité pour organiser de grands événements. Vos commentaires et idées sont les bienvenus pour rendre cet événement unique et inoubliable.

À vos agendas :

- World Foundry summit, New York, les 18 et 19 mai 2020,
- World Foundry congress, Bexco, Busan, Corée du sud, du 18 au 22 octobre 2020.

Pour ce Congrès mondial **les appels aux conférenciers sont ouverts**. Vous trouverez chers lecteurs les modalités à suivre sur le lien suivant : http://www.74wfc.com/2018/english/04_paper/01_paper.asp

Lionel ALVES - ATF //////////////

profession.



Chaque année,
le Symposium Fabrication
additive et métiers de la
Métallurgie regroupe à
Charleville-Mézières
entreprises et chercheurs
spécialisés dans
l'impression 3D de pièces.

Organisé par Platinum 3D, la plateforme de recherche régionale dédiée aux nouveaux procédés de fabrication additive, et ses partenaires, cette 5^{ème} édition qui s'est tenue le 17 octobre 2019 offrait plusieurs conférences et tables-rondes animées par des professionnels du secteur sur différents sujets, tels que :

- > Fabrication Additive indirecte de pièces métalliques et céramiques

- > Objets connectés et Fabrication Additive
- > Fabrication Additive métallique par fusion de fil
- > Fabrication Additive des composites
- > Fabrication Additive des pièces de grandes dimensions
- > Formation et Fabrication Additive
- > Tour de France de l'Innovation dans les Territoires d'Industrie
- > Matériaux et composants fonctionnels en Fabrication Additive

Les visiteurs du salon ont pu aussi visiter un village de stands de sociétés de la région et ainsi découvrir des innovations industrielles porteuses d'avenir, voire toucher divers produits.

<https://www.3dprint-exhibition.com/2019/04/24/3d-metal-industrie-conjugaison-des-traditions-ancestrales-avec-les-toutes-dernieres-technologies/>

Patrice DUFÉY - ATF //////////////

Voir la vidéo du Symposium 2018

Réunion du comité directeur ATF

Ce sont 17 membres sur les 21 que compte le Comité Directeur de l'ATF qui participaient à la réunion extraordinaire organisée le 18 octobre dernier dans la salle Grand Orion du CTIF à Sèvres.

L'objet des deux heures de réunion était de :

- Présenter les obstacles actuels et à venir pouvant handicaper le fonctionnement de l'Association dans les années à venir,
- Réfléchir aux actions à mettre en œuvre pour franchir efficacement ces obstacles.

Après avoir rappelé les objectifs statutaires de l'ATF et les moyens mis en place pour y répondre, à savoir :

- **Assurer le perfectionnement de la fonderie et de toutes les techniques qui s'y rattachent** (la formation permanente, le perfectionnement des connaissances scientifiques, techniques et technologiques),
 - > Formations inter et intra-entreprises
- **Unir ses Membres,**
 - > Adhésions personnes physiques et morales
- **Instruire et renseigner,**
 - > Revue *Tech News* FONDERIE
- **Favoriser les échanges et les rencontres.**
 - > Réunions régionales

Patrice DUFÉY a présenté l'apport actuel de ces 4 outils dans le budget de l'ATF ainsi que les menaces qui pourraient l'impacter à l'avenir :

- Difficultés de recrutement de bénévoles actifs,
- Evolution du cadre législatif de la formation professionnelle,
- Restrictions budgétaires au sein des entreprises,
- Vieillesse des responsables en place,
- Modification prochaine de la structure d'A3F,

Les membres présents du Comité directeur ont ensuite commenté quelques propositions d'actions comme :

- **Le lancement de recrutement de bénévoles actifs,**
 - > Cette démarche est en cours et sera poursuivie
- **Le rapprochement avec l'AAESFF,**
 - > Plusieurs réunions entre ATF et AAESFF ont récemment eu lieu pour approfondir cette hypothèse mais les spécificités respectives des 2 entités rendent ce rapprochement difficile au-delà des actions régionales existantes.

- **Le rapprochement avec FFF,**
 - > Cette hypothèse avait été discutée la veille de la réunion avec Wilfrid BOYVAULT, le Directeur général de la Fédération Forge Fonderie. De cette discussion il en est ressorti que si l'organisation en commun d'actions spécifiques ayant pour objet de rassembler les acteurs de la fonderie française est tout à fait envisageable il ne fallait surtout pas que cela puisse créer de la confusion dans l'esprit des acteurs de la profession. Ce souci de clarté nécessitait que chacun reste dans son rôle.
- **La proposition de prestations formations inter et intra entreprises hors A3F,**
 - > Cette hypothèse a été initiée par la probable intégration d'A3F au sein du CTIF. Face aux interrogations exprimées par quelques membres du Comité, le Directeur général de FFF membre du Comité Directeur et présent à cette réunion a affirmé qu'ATF avait toute sa place dans les actions de formation des années à venir et que la Fédération veillerait à ce que toutes les formations mises en œuvre dans le nouveau cadre d'A3F servent en priorité la profession.
- **L'inscription de la démarche formation ATF dans un cadre éligible au CIR.**
 - > Cette hypothèse a été évoquée pour éventuellement réduire les coûts pris en charge par les sociétés clientes. En effet, l'évolution du cadre législatif risque fort de réduire dans les années à venir les subventions actuellement redistribuées par les OPCA organismes appelés à disparaître au profit des URSAAF. Au fil d'interventions de membres maîtrisant le fonctionnement des CIR, il est apparu que cette hypothèse ne pouvait être mise en œuvre dans le cadre actuel des sessions de formation animées par l'ATF.

En conclusion si ce Comité directeur n'a pas permis d'apporter toutes les solutions aux problèmes évoqués il a été l'occasion de faire un point sur la situation de l'ATF et de mettre en évidence les défis qui attendent l'Association dès 2020. A la charge de ses adhérents et de ses bénévoles de relever efficacement ces défis.

Patrice DUFÉY • ATF //////////////

Vendredi 15 novembre, une quarantaine de personnes ont répondu présents à la participation du Carrousel des partenaires de la fonderie qui se déroulait au Musée de l'Automobile de Reims.

C'est au milieu des voitures anciennes que nous avons pu échanger sur notre profession.

Carrousel des partenaires 2019



>>> UNE RICHE MATINÉE...

La matinée était réservée aux présentations suivantes :

- **Retour sur la GIFA 2019** présentée par Stéphane Sauvage. Il est ressorti que cette édition était tournée vers la digitalisation, l'automatisation, la fabrication additive et l'éco-efficience,
- **Présentation du MédiaKit TNF 2020** par Fernand Echappé. La nouveauté 2020 est l'actualisation du site internet de l'ATF qui permet 3 niveaux de sponsoring et d'y présenter des publi-reportages ou des compléments d'articles trop importants pour être en totalité dans TNF,
- **Présentation de la situation des fonderies en 2018 dans les pays membres du WFO** (the World Foundry Organisation) par Lionel Alves. Si 2018 a principalement été propice aux affaires et aux investissements, la fin d'année 2019 accuse un coup d'arrêt dans les fonderies qui subissent le ralentissement de l'économie mondiale et la baisse de ventes de véhicules neufs,
- Après une **présentation rapide des chiffres de l'économie en France complétée par la vision des partenaires présents** à ce carrousel, nous nous attendons tous à un ralentissement plus appuyé pour 2020 en espérant que cela ne se transforme pas en une nouvelle crise économique.

Cette réunion a été très appréciée par tous les participants qui ont aussi validé l'idée d'une prochaine réunion décentralisée en 2020, avec une préférence pour le Nord-Est.



>>> LE MUSÉE AUTOMOBILE DE REIMS

Après un déjeuner pris en commun et les explications de M CARAYON sur l'histoire de ce musée, nous avons pu arpenter les allées en admirant les véhicules exposés. Cette visite a donné lieu à des échanges pour connaître quel modèle était le plus emblématique de son époque. Certains ont même partagés des souvenirs sur la voiture de leurs grands-parents, parents ou de leur première voiture.

Quelques mots sur le musée :

Fondé en 1985 par M. Philippe CHARBONNEAUX (styliste, designer), le musée accueille dans un premier temps sa collection personnelle qu'il alimente jusqu'en 1998, année de son décès. C'est à ce moment que des amateurs de véhicules anciens créent l'association S.C.A.R (Salon des Collections Automobiles Rémois). L'association devient alors responsable et gestionnaire du Musée de l'Automobile Reims-Champagne.

Le musée est maintenant doté de plus de 250 véhicules anciens qui appartiennent principalement au musée ou à des particuliers qui n'ont pas assez de place dans leur garage. On y retrouve des voitures, des motos mais également de nombreuses miniatures et voitures à pédales.

Quelle que soit la recherche et l'intérêt des visiteurs, chacun trouvera le type de véhicule, auto ou moto, qui lui rappellera des souvenirs personnels.

Stéphane SAUVAGE //////////////
JML Industrie • ATF



L'ATF et l'AAESFF
vous proposent de participer
aux « FONDERIALES »
à Doucy-Combelouvrière
les 18 et 19 Janvier 2020

Consultez : Programme et tarifs



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 / Tél : +33 (0)381 590 909 / Mail : doc@gnrfrance.com

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.

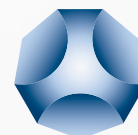
Nos experts sont à votre disposition

Tel.: +33-2-32525027

E-Mail: info.france@ask-chemicals.com

www.ask-chemicals.com/beyondtomorrow

ASKCHEMICALS
We advance your casting



GLOBAL INDUSTRIE

MARCH, 31ST
APRIL, 03RD 2020
PARIS NORD - VILLEPINTE

PARIS, THE GLOBAL MEETING
PLACE OF THE INDUSTRY

RÉSERVEZ VOTRE
STAND DÈS
MAINTENANT !



"CAP SUR" LA FORGE FONDERIE

TOUTE la filière présente sur GLOBAL INDUSTRIE !

- > la fabrication, les savoir-faire,
- > les équipements de production,
- > les services.

global-industrie.com

DGE
DIRECTION GÉNÉRALE
DES ENTREPRISES

**La FRENCH
FAB**



**GLOBAL
INDUSTRIE** MIDEST SMART
INDUSTRIES INDUSTRIE TOLEXPLO
Excellence and Industrial perspectives

Nuremberg, Germany
14 – 16.1.2020



EUROGUSS 2020

International Trade Fair for Die Casting:
Technology, Processes, Products

FUTURE CASTING IDEAS

Visit Europe's
leading trade fair!

euroguss.com

Honorary sponsors

VDD Verband Deutscher
Druckgießereien, Düsseldorf
CEMAFON, Frankfurt am Main

We'll be pleased to help you!

NürnbergMesse GmbH
T +49 9 11 86 06-49 16
visitorservice@nuernbergmesse.de

NÜRNBERG MESSE



EUROGUSS 2020

Le leader des salons de la fonderie sous pression
Nuremberg 14-16 Janvier 2020

Le salon est déjà plein et de nombreux acteurs de cette profession sont sur une longue liste d'attente. EUROGUSS est le seul événement couvrant l'ensemble de la chaîne du processus de coulée sous pression, des machines de haute technologie aux nouveaux matériaux en passant par des nouveaux services efficaces. Dans le segment de la fonderie sous pression, le groupe Nürnberg-Messe est également actif au sein de CHINA DIECASTING (tous les ans à Shanghai), d'ALUCAST qui se déroule sur plusieurs sites en Inde, toutes les années paires et d'EUROGUSS Mexico, qui se tiendra pour la deuxième fois à Guadalajara en 2020.

L'année dernière NürnbergMesse a également organisé le pavillon EUROGUSS ASIA PACIFIC au salon Metal AP de Bangkok, en Thaïlande.

Pour plus d'informations, rendez-vous sur : <https://www.euroguss.de/de/international>

Un exposé de l'activité de cette industrie a été fait par Christopher Boss Director Exhibitions et international Product Manager EUROGUSS, NürnbergMesse, Gerd Röders VDD - Verband Deutscher Druckgießereien et Ines Polak CE-MAFON The European Foundry Equipment Suppliers Association.

EUROGUSS 2018 a fait sensation avec une forte croissance du nombre d'exposants et la success story se poursuivra en 2020. « les préparatifs d'EUROGUSS 2020 n'auraient pas pu être meilleurs », commente Christopher Boss, directeur et chef de produit international



Katja Spangler et Christopher Boss Euroguss



Les années paires, l'industrie européenne du moulage sous pression se réunit en Allemagne au salon EUROGUSS à l'Exhibition Center de Nuremberg. Pour la treizième fois, pendant trois jours, quelque 696 exposants et plus de 15 000 visiteurs professionnels vont se familiariser avec les dernières technologies, processus et produits.

de EUROGUSS « Les quatre salles sont déjà entièrement réservées, avec une croissance de 17 %, ce qui montre que nous sommes absolument sur la bonne voie avec notre stratégie. Toutes les grandes fonderies de coulée sous pression et leurs fournisseurs sont une fois à nouveau représentés parmi les exposants. C'est un signe positif, surtout compte tenu de l'état plutôt faible de l'économie, en ce qui concerne l'industrie automobile et ses fournisseurs. Pour nous, c'est la preuve que EUROGUSS est perçu comme le point de rencontre pour l'industrie du moulage sous pression ».

Les produits couvrent toute la chaîne de valeur de cette activité.

Plus de la moitié des exposants d'EUROGUSS sont internationaux. Après l'Allemagne, le plus grand contingent d'exposants vient d'Italie, suivi de Turquie, Espagne, Autriche et Suisse. Les fonderies de coulée sous pression constituent le groupe d'exposants le plus important, avec environ 39%. Le solde des exposants présentent les technologies de moulage sous pression, y compris les machines, périphériques, fours, moules, métaux, alliages et agents de séparation et matériel d'exploitation. Il existe également des produits et

services pour le post-traitement des pièces moulées, l'assurance qualité, la technologie de contrôle et de formation, le prototypage et logiciels. Pour plus d'informations sur les exposants et leurs produits, voir www.euroguss.de/exhibitors-products.

Les visiteurs professionnels d'EUROGUSS sont principalement des décideurs et des utilisateurs de l'industrie automobile, des entreprises de construction de machines et d'installations, fabrication de moules, industrie électronique, énergie et médecine.

Les billets pour EUROGUSS peuvent être acheté à : www.euroguss.de/ticket

>>> RÉUNIONS ET INTERACTION AU PLUS HAUT NIVEAU

La 20^{ème} conférence sur le moulage sous pression se tiendra à NCC Ost parallèlement à EUROGUSS. C'est l'une des principales plates-formes d'information pour l'industrie du moulage sous pression. Plus de 1 300 participants ont visité le programme des conférences pendant EUROGUSS 2018. Les conférences donnent aux visiteurs professionnels une chance d'apprendre sur tout ce qui concerne actuellement l'industrie, tandis que les experts internationaux en moulage sous pression se réunissent pendant trois jours discuter des nouvelles technologies et des développements dans le domaine des processus et matériaux. Les présentations seront en anglais ou en allemand, et une traduction simultanée est fournie pour toutes les conférences. La conférence est organisée par le Verband Deutscher Druckgießereien (Association des Fonderies allemandes (VDD), dans le cadre du Bundesverband der Deutschen Giesserei-Industrie (Fédération allemande du moulage sous pression Industrie, BDG). Pour l'ensemble du programme d'appui, voir : www.euroguss.de/programm

>>> MACHINES À COULER SOUS PRESSION ET BASSE PRESSION :

**le commerce mondial et
CEMAFON reporte que les
exportations augmentent en 2019**

Les exportations de machines pour produits moulés sous pression et basse pression ont augmenté en moyenne de 6,5% dans tous les pays - d'un peu moins de 866 millions d'euros à 922 millions d'euros suite à la baisse du commerce international en 2016 et 2017. Alors que la Chine, les États-Unis et le Japon ont enregistré une baisse à un chiffre de leurs exportations en 2018, les exportations des pays du CEMAFON (European Foundry Equipment Suppliers Association) ont augmenté en moyenne de 11%. L'année dernière, les exportations de l'Autriche et la Corée du Sud ont enregistré une croissance significative avec des exportations d'environ 27 millions d'euros et 28,5 millions respectivement, des valeurs équivalentes aux exportations des USA.

>>> LES PAYS DU CEMAFON CONSERVENT LEUR PART DE MARCHÉ EN 2018

À l'exception des exportations suisses, les exportateurs de CEMAFON ont pu enregistrer des taux de croissance à deux chiffres en 2018. L'Espagne était au maximum avec une augmentation annuelle de près de 26%. Les exportations de l'Allemagne et de l'Italie travaillant dans le secteur ont augmenté de 15%. En 2018, la valeur des équipements exportés par CEMAFON, fonderie sous pression et les fabricants de machines de coulée sous pression à basse pression se sont élevés à 395,5 millions d'euros.

Par rapport à 2017, leur part de marché a légèrement augmenté de 1,3% pour atteindre environ 43% du marché mondial. Comme les années précédentes, le plus grand exportateur mondial de machines de moulage sous pression est l'Italie, suivie par le Japon, la Chine, la Suisse et l'Allemagne.

>>> VERS UNE COMMUNICATION MACHINE-MACHINE INTELLIGENTE :

le secteur de la fonderie sous pression se prépare pour l'industrie 4.0

Les exigences du marché imposées aux cellules de coulée sous pression ne cessent d'augmenter : vitesse de mise en service, suivi détaillé des processus, productivité optimale, reproductibilité, qualité du produit ou stockage complet des paramètres et des données de processus, pour n'en nommer que quelques-uns.

Cependant, afin d'accroître davantage la productivité, un échange d'informations interopérable efficace et indépendant du fabricant est nécessaire. Jusqu'à présent, cela a seulement été atteint dans une mesure limitée. Les technologies de bus de terrain disponibles ne sont que partiellement standardisées, la communication avec les systèmes MES de niveau supérieur nécessite des solutions spécifiques aux fabricants. Cela signifie que les fonderies de coulée sous pression doivent mettre en œuvre diverses technologies et protocoles de communication dans leurs systèmes pour gérer cette tâche seule, ce qui entraîne des goulots d'étranglement dans la communication de données et du temps et des efforts pour les projets.

>>> COLLABORATION SUR LA SPÉCIFICATION OPC UA SPECIFICATION AVEC PLUG- AND-PLAY EN TANT QU'OBJECTIF

Les systèmes compatibles avec Industrie 4.0 nécessitent un échange de données intelligent dans la cellule de coulée sous pression et avec ses périphériques. Pour ce faire, des représentants du secteur européen de la fonderie sous pression collaborent au développement d'une interface de communication ouverte normalisée basée sur la norme d'interface ouverte «Open Platform Communications Unified Architecture (OPC UA)». Cette norme qui offre des fonctions de sécurité, est librement accessible et fournit des métadonnées sur les données accessibles à tous.

Sous l'égide de CEMAFON et de VDMA Metallurgy, plus de 60 experts de plus de 30 entreprises européennes développent des

informations indépendantes des fabricants des modèles (spécifications associées), représentant les interfaces entre les composants, machines et systèmes. Ces spécifications contiennent des informations sur les périphériques et les capacités, ce qui permet à une machine d'être plus facilement intégrée dans un réseau d'installation indépendamment du fabricant. Cela signifie également qu'elle peut être connectée, par exemple, à un logiciel système de planification et de contrôle de la production. Les informations standardisées incluent une description du nom du fabricant, du type d'appareil et des données de processus telles que température ou pression, ainsi que des informations organisationnelles telles que la productivité et la qualité atteinte.

Le projet a été officiellement enregistré auprès de la Fondation OPC en décembre 2018. Il a été suivi par une réunion de lancement à la fin du mois de janvier 2019 et par une semaine d'introduction en mars. Le contenu des interfaces est en cours de définition et de développement. La première version est prévue pour le deuxième trimestre de 2020.

À propos du CEMAFON

CEMAFON (Association européenne des fournisseurs d'équipement de fonderie) a été fondée en 1972. Les membres sont les associations européennes nationales et donc tous les principaux fabricants de machines de fonderie et d'installations, de fours et de produits pour la Fonderie européenne. L'association représente le secteur économique et technique intérêts de ses membres dans le monde entier, fournit des informations et crée une plate-forme pour l'échange d'opinions au niveau européen.

Pour illustrer cette activité Euroguss a invité les journalistes de fonderie à un press tour à Salzburg, Autriche ou nous avons pu visiter **KTM** à Mattighofen et **BMW** à Steyr, gros utilisateurs de pièces en sous pression.



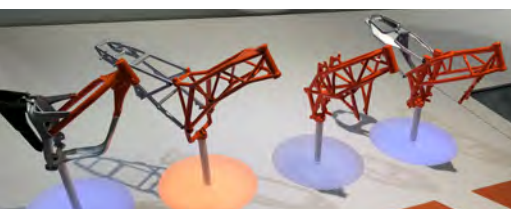
<https://www.ktmgroup.com/en/company/>



Première esquisse en pâte à modeler.



Le fameux bi cylindres en V.



Parties de châssis en aluminium sous pression.

Créée en 1934 cette société a commencé sa première moto en 1951 une petite vespa la R100 avec moteur Rotax, ils ont 2 bâtiments et 160 personnes en 1953. KTM est présente dans tous les championnats Moto enduro, cross, rallye et piste.

Première participation au Dakar en 1981 où ils finissent 5^{ème} avec pour la première fois une moto 2 temps. Ils ne seront premiers qu'en 2001 avec ensuite une série de premières places impressionnantes.

En 1991 une grave crise les oblige à déposer le bilan mais ils repartent en 1992 avec de nouveaux actionnaires et en 2007 une société indienne Bajaj Motorcycles prend 49 % des parts. Aujourd'hui c'est **22 bâtiments** et **4200 personnes**, un magasin de pièces en SAV de **20 000 pièces**.

Pour des raisons de sécurité et confidentialité nous n'avons pas pu visiter la fabrication mais le Motorhall de 15 000m² et de 35 millions € qui reprend 68 ans de production. A voir sur le site : <https://www.ktm-motohall.com/>

Les plus belles pièces de fonderie sont évidemment dans le moteur et la transmission mais aussi dans le châssis et le freinage. Plus de 25 pièces de fonderie en moyenne par moto.



Un freinage carbone surdimensionné pour la piste avec de beaux étriers Brembo.



Première E-Bike en 2010 mais voici la version 2020 pour l'apprentissage de la moto.

La version voiture du XXI^{ème} siècle de KTM la X-Bow RR. Pour environ 100 000€ vous avez une barquette deux places tout en carbone, moteur Audi 2 litres TSFI de 360 CV pour 810 kg, 3.9 secondes de 0 à 100 km/h et 33 m pour freiner de 100 à 0.

La mécanique est aussi présente au self de KTM avec ces entrées dans des caisses à outils !



Source Euroguss



<https://www.bmwgroup-werke.com/steyr/en.html>



Source Euroguss
3 cylindres majoritairement pour Mini

L'usine de Steyr est un élément essentiel du réseau de production mondial du groupe BMW. Il s'agit de la plus grande usine de moteurs du groupe. Elle fabrique des moteurs essence et diesel à trois, quatre et six cy-

lindres, qui équipent les voitures BMW et MINI dans le monde. En tant que centre de compétence pour l'ensemble du groupe, le groupe BMW Steyr est également responsable du développement de tous les moteurs diesel

BMW. L'expertise pour la production de composants de moteur à l'échelle de l'entreprise est également concentrée sur ce site. Avec un moteur sortant de la chaîne de montage en moyenne toutes les 15 secondes, l'usine

produit plusieurs centaines de variantes de moteurs différentes et atteint un rendement de près de **6 000 moteurs par jour** ouvrable aux heures de pointe.

Les ventes de voitures 2018 sont de 2.168 500 pour BMW, 369 000 pour Mini, 4353 pour Rolls Royce et 162 700 pour les motos pour **97.5 Milliards avec 134 682 personnes**.

Ce site a été créé en 1979 pour 7.1 milliards d'équivalents €, la surface est de 55 terrains de football, il réalise 3.65 M€ de CA. La production 2018 a été de 1.218 000 moteurs, 594 000 essences et 624 000 diesels.



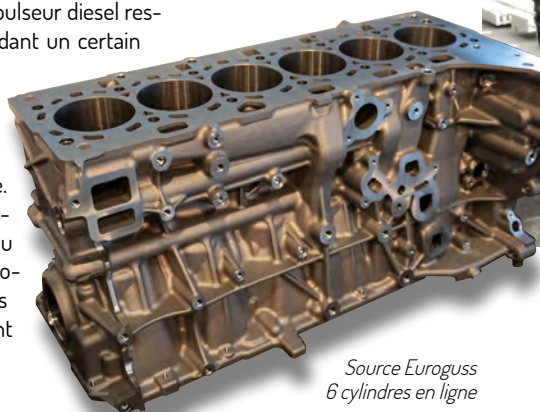
12.4 millions de composants arrivent pour être usinés, assemblés et expédiés dans le monde par 4 647 employés (85 % hommes et 15 % de femmes).

Ils travaillent sur l'E Mobility et vont passer de 6% en 2018 à 25 % en 2025 de véhicules électriques ou Hybrides mais les dernières versions de leurs diesels seraient les moins polluantes du marché. Plus de 700 personnes sont dédiées au « diesel engine development ».

Le diesel en Autriche : 60 % du marché soit plus de 2,7 millions de voitures diesel immatriculées au total.

Les technologies de transmission alternatives ne peuvent pas encore rivaliser avec les technologies de transmission conventionnelles en termes de prix d'achat, de disponibilité d'infrastructures et de temps passé à renouveler la gamme. La formidable importance économique du groupe motopropulseur diesel restera donc incontestée pendant un certain temps.

Le diesel représente 172 milliards d'euros de valeur ajoutée brute en Autriche. Cela représente une contribution de six pour cent au produit intérieur brut. Au total, 230 000 emplois dans le pays, soit un sur 19, sont attribuables au diesel.



Source Euroguss
6 cylindres en ligne



Source Euroguss

Cependant, mis à part l'importance économique énorme, la contribution du diesel propre à la réalisation des objectifs climatiques est souvent sous-estimée. Actuellement, 94% des véhicules vendus dans le monde sont déjà soumis à la réglementation sur les émissions de CO₂. Ces réglementations deviendront encore plus strictes au cours des prochaines années, notamment dans l'Union européenne. Les véhicules diesel modernes jouent un rôle important dans la réduction des émissions de CO₂, car ils consomment jusqu'à 25% moins de carburant que les moteurs à essence comparables et émettent jusqu'à 15% de CO₂ en moins.

La seule façon d'atteindre les objectifs de la flotte européenne consistera à utiliser des moteurs à allumage automatique modernes et à poursuivre l'électrification.

En conséquence, BMW continuera à construire des moteurs à combustion hautement efficaces au cours des 10, 20 prochaines années.



Source Euroguss

Les photos sont interdites sur le site mais nous avons été impressionnés par la propreté des locaux, l'éclairage puissant et les couleurs claires et modernes.

Tous les usinages sont 100 % automatiques, plusieurs types de moteurs peuvent se suivre sur la chaîne et sont tous essayés en pression dans des box automatiques.

Plus de 400 variantes de moteurs exigent une gestion rigoureuse de tous les flux.

La réduction des consommations d'énergie et d'eau semble être une obsession.

L'Autriche est un très beau pays et confirme par ces visites son excellence dans le domaine des mondes mécaniques.

Nos plus vifs remerciements à KTM et à BMW pour leur accueil et à Euroguss pour son invitation.

Gérard LEBON 
envoyé spécial de
TECH News Fonderie



6 cylindres diesel double turbos



BENEFIT FROM OUR EXCELLENT ADVICE

Casting iron is our speciality

By understanding your local conditions, our team of regionally based metallurgists and process engineers support you and target complex casting issues. Working closely together with you, we address challenges, improve processes, reduce costs and eliminate waste, supported by our extensive local laboratory facilities and R&D group. From magnesium treatment and inoculation to process automation and thermal analysis, we are your partner for improved castings.

For more information do not hesitate to ask your Elkem representative or visit elkem.com/foundry



Primary Structure and Graphite Nodules in Thin-Walled High-Nickel Ductile Iron Castings

Marcin Górny¹, Magdalena Kawalec¹, Gabriela Sikora¹, Ewa Olejnik¹ and Hugo Lopez²

¹ Faculty of Foundry Engineering, Department of Engineering of Cast Alloys and Composites, AGH University of Science and Technology, St. Reymonta 23, 30-059 Cracow, Poland; kawalec@agh.edu.pl (M.K.); gsikora@agh.edu.pl (G.S.); eolejnik@agh.edu.pl (E.O.)

² Materials Department, University of Wisconsin-Milwaukee, 3200 N. Cramer Street, Milwaukee, WI 53211, USA; hlopez@uwm.edu

Received: 27 July 2018; Accepted: 15 August 2018; Published: 17 August 2018

>>> ABSTRACT

This paper considers the most important quality factors in processing spheroidal graphite cast iron; namely, primary grains and graphite nodules in thin-walled ductile iron castings (TWDI). In the present study, the effect of grain refinement (by means of Ti, Nb and Zr) and of the holding time after spheroidization and inoculation on effecting the primary grains and eutectic structure in TWDI castings was investigated. Moreover, metallographic examinations (including electron backscattering diffraction, EBSD) were carried out to reveal the macro- and micro-structural features during the primary and eutectic solidification of the cast iron. EBSD results indicate that, within a single dendritic grain, there are numerous boundaries that split the grain into numerous smaller areas. In particular, it is found that the graphite nodules are in contact with the boundaries inside the primary dendritic grain. In turn, crystallization of highly branched dendrites is observed, which seems to “push” the graphite nodules into the interdendritic regions during their growth. The present work investigates the dominant mechanism that gives rise to the primary spheroidal graphite cast iron (SGI) structure. In addition, this work shows that the melt quality is closely associated with the resultant morphology and number of austenite dendrites, graphite nodules, and matrix structure.

>>> INTRODUCTION

Spheroidal graphite cast iron (SGI) belongs to a group of important engineering materials due to its excellent mechanical properties and significant savings in cost and weight (as compared to equivalent steel and aluminum alloys) [1-3]. This, in combination

with excellent castability and machinability, including a less-sensitive microstructure to cooling rates (vs. flake graphite cast iron, FGI) makes it the base material for the production of “high tech” austempered ductile iron (ADI). ADI contains graphite which contributes directly to the lubrication of wearing surfaces and provides reservoirs to accommodate and hold lubricants.

The excellent combination of properties found in thin-walled ductile iron castings (TWDI), including thin-walled austempered and alloyed iron (e.g., ferritic and austenitic SGI), make them highly viable materials to be employed as substitutes for steel castings and forgings in various engineering applications. Hence, SGI should be considered as an ideal material for the manufacture of light castings possessing good mechanical strength and ductility, the cost of which is relatively low. From the point of view of economics and ecology, thin-walled iron castings easily compete with “light” aluminum alloy castings in terms of mechanical properties [1,4-7].

In SGI castings, the primary grains (austenite dendrites) and graphite nodules are quality factors which reflect the physical-chemical state of liquid metal at a given cooling rate. In general, increasing the volumetric density of primary grains leads to reduced shrinkage porosity, improved castability, increased pressure tightness, and improved mechanical properties [8,9]. In contrast, increasing the number of graphite nodules leads to a reduction in the chilling tendency of cast iron, an increase in the pre-shrinkage expansion and a reduction in segregation [10-14].

The complexity of the problem of graphite crystallization in cast iron has recently been reviewed in the literature [15-17]. The solidification of SGI is a subject of appreciable computer modeling programs described in the literature [18-24]. The latest approach is related to the use of multiphase cellular automaton models. In this case, the evolution of

the microstructure of spheroidal graphite cast iron during its solidification process (hypoeutectic, eutectic, or hypereutectic composition) has been carried out by employing both, the dendritic austenite and the spheroidal graphite growth models. In addition, a solute balance method including decentered square algorithms has been employed to simulate austenite dendrite growth with different crystallographic orientations. This has been shown by the simulation of Wu et al. [24], after eutectic graphite precipitation from the liquid, and envelopment by the austenite phase. In their work, the graphite nodules are mainly located on dendritic grain boundaries. The interaction between graphite nodules and austenite dendrites is controlled by a similar mechanism to that controlling particle engulfment and pushing (PEP) as reported by Ruxanda et al. [25]. In addition, in modeling SGI natural forced convection is not considered in the solidification process. In fact, the graphite nodules can change their location (e.g., as a result of the turbulence in the liquid metal during mold filling and the occurrence of hot spots). The numerical models for the nucleation and growth processes in SGI reported in the literature do not take into account the dendrite morphology from the point of view of interactions between the dendrite branches and the graphite nodules. This is very important as it is directly related to the structural homogeneity and optimization of the mechanical properties.

One of the important factors affecting the austenite dendrites and graphite nodules is related to primary grain refinement and inoculation treatment (to increase the number of graphite nodules). In general, it can be stated that all high-quality alloys are grain refined or inoculated. Grain refinement, inoculation and cooling rate control the exhibited austenite dendrite including the eutectic grain structure. Moreover, the matrix microstructure depends on the conditions under which the eutectoid reaction occurs. Among the variables that influence the eutectoid

Keywords:

Solidification; primary austenite grain; eutectic grain; graphite; ductile iron

reaction are the chemical composition, the cooling rate through the eutectoid temperature range, and the eutectic grain structure. According to Fraš [26], grain refinement/inoculation can be defined as the treatment in which certain substances (called grain refinements or inoculants) are introduced to the melt to radically enhance the number of grains in single-phase alloys. In addition, in alloys crystallizing through a eutectic reaction, they modify the density of eutectic grains as well as their morphology. A common feature of the grain refinement process is the fading effect overtime from the instant of addition to the liquid metal. This is why grain refinement differs from micro alloying as the effects associated with alloying are independent of time [27].

In this study, a high Ni-alloyed (>18%) cast iron, which does not undergo a eutectoid transformation (i.e., austenitic metallic matrix) was investigated. Ni has a similar electron structure to Fe (Y) and, during solidification, both the Fe (Y) and Ni have a primary phase which consists of a face-centered cubic (FCC) crystal structure. High Ni-alloyed cast iron is also an excellent modeling alloy where one can examine the crystallization process of both the primary and eutectic structures. In addition, high Ni-alloyed SGI (Ni-Resist ductile iron) with an austenitic matrix possesses high corrosion resistance, pressure seal and creep resistance, and good load-bearing properties. It is also non-magnetic when containing low levels of chromium, and it is highly castable and machinable. The tensile strength is within a range of 380–550 MPa, and its elongation might exceed 45%. The published literature provides limited data on the formation of the primary structure in SGI [28–35]. This is key to understanding themicrostructural evolution and, ultimately, the optimization of mechanical and other properties. In this work, an investigation into the changes in the primary dendrites and graphite nodules in thin-walled SGI with an austenitic metallic matrix as a result of liquid treatment. In particular, this work considers the relationships between holding time after the spheroidization and inoculation processes, including the resultant micro- and macro-structure formation in thin-walled SGI castings. Finally, in this work, a mechanism is proposed that accounts for the primary structure and for the eutectic in high-nickel TWDI with an austenitic metallic matrix.

>>> MATERIALS AND METHODS

The experimental melts were produced using an electrical induction furnace IMSK 10 (Inducal Göllingen, Dresden, Germany) of intermediate frequency with a 15-kg-capacity crucible (Mammut, Puschwitz, Germany). The

furnace charge consisted of Sorelmetal, technically pure silica, Fe-Mn, steel scrap, and pure nickel (99.99%Ni, Stanchem, Niemce, Poland). Melting was carried out at 1490 °C, with the liquid metal held at this temperature for 2 min. This was followed by spheroidization and inoculation using the bell method. After dissolution of both, the master alloy and the inoculant in time intervals of 40, 150, 300, and 600 s, the liquid metal was poured into sand molds. As-cast test blocks were obtained by following the ASTM A 536–84 standard with plate cross section thicknesses, $t = 5$ mm. A Fe-Si-Mg (6% Mg, Elkem, Norway) master alloy was used for the spheroidization process and a Fe-Si alloy (75% Si, 0.75–1.25% Ca, 0.75–1.25% Ba, 0.75–1.25% Al, Elkem, Norway) in an amount of 0.6 wt.% for inoculation. Four series of melts were produced, the first one without alloying additions. In the second series of melts, Fe-Ti was introduced along with the spheroidization process. In the third and fourth series of melts, Fe-Zr and Fe-Nb (Stanchem, Niemce, Poland) were added, respectively. The addition of Ti, Zr, and Nb was set to attain a 0.1% of the alloying elements. The pouring temperature was approximately 1400 °C. Samples for metallographic examinations were taken from the bottom part of the ingots and the macrostructure was revealed by immersion in a Stead reagent for 30 s. Clea-

ning in a special solution was used to remove the adhered Cu and the austenite grain structure was revealed by Electron Back Scattering Diffraction (EBSD) in a Jeol JSM-7200 (JEOL, Tokyo, Japan) scanning electron microscope.

>>> RESULTS

Table 1 shows the composition of the experimental cast irons. The carbon equivalent (CE) of the experimental high-nickel cast irons was estimated using Equation (1) [36]:

$$CE = C + 0.33 * Si + 0.047 * Ni - (0.0055 * Ni * Si) \quad (1)$$

Taking into account the chemical composition (Table 1), it is found that the CE corresponds to cast irons of hypoeutectic composition for all of the investigated alloys (CE = 4.09, 3.97, 4.07, and 4.11 for Series I, II, III, and IV, respectively).

MICROSTRUCTURE

Figure 1 shows the high-nickel cast iron microstructures as a function of the holding time after spheroidization and inoculation treatments.

Figure 1. Microstructures in thin-walled castings ($t = 5$ mm) attained at various holding times of the liquid metal after spheroidization and inoculation. Magnification: 100x (non-etched samples).



Table 1. Chemical composition of the investigated cast irons.

Series No.	Element, wt.%									
	C	Si	Ni	Mg	Mn	S	Ti	Nb	Zr	Fe
I	2.55	2.15	23.50	0.050	0.85	0.010	0.00	0.00	0.00	Balance
II	2.43	2.28	22.84	0.037	0.81	0.008	0.13	0.00	0.00	Balance
III	2.50	2.10	25.85	0.040	0.98	0.020	0.00	0.00	0.10	Balance
IV	2.51	2.05	24.66	0.042	1.00	0.003	0.00	0.11	0.00	Balance

In the case of Series I, III, and IV (Figure 1), graphite nodules are present in the microstructures up to 300 s, whereas a complete transformation of nodular graphite into the D-type graphite (interdendritic) is visible only after 600 s. Due to the adverse impact of high cooling rates on the formation of compacted graphite, thin-walled compacted graphite iron castings (TWCGI) are difficult to produce [37,38]. In this connection, standard foundry practice and good production discipline are not enough to maintain the desired microstructures under high cooling rates without the use of both, anti-nodularization elements (such as Ti) and a control of the cooling rate at the start of solidification [39]. From the microstructures Series II shown in Figure 1, it is found that the addition of Ti has a very strong compacting effect. Immediately after the spheroidization and grain refinement treatments (with the addition of Fe-Ti), the fraction of compacted graphite is 50%. At increasing times, the fraction of the compacted graphite increases to 65% (after a holding time of 150 s) and 80% (holding time, 300 s), respectively.

After 600 s, there is a transformation of compacted graphite into graphite D (as was the case in Series I, III, and IV). The presence of titanium in spheroidal graphite cast iron is found to be very harmful due to: (1) the strong compacting effect on the graphite; and (2) the solidification of the titanium carbides and titanium carbonitrides in the form of faceted crystals. The presence of these carbides or carbonitrides can strongly reduce the machining tool life. This is particularly important in the production of castings that require extensive machining (such as cylinder blocks and heads) where titanium additions are not permissible and should be kept as low as possible [39]. Hard Ti-rich inclusions can also nucleate cracks during cyclic stressing and, thus, reduce the fatigue life [40].

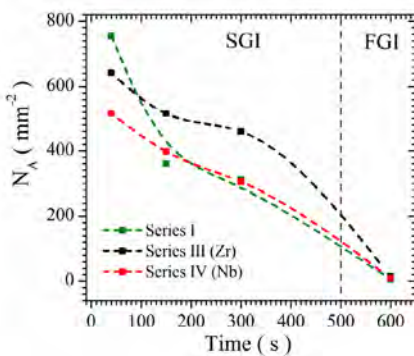


Figure 2. Influence of holding time of the liquid metal after spheroidization and inoculation on the graphite nodule count.

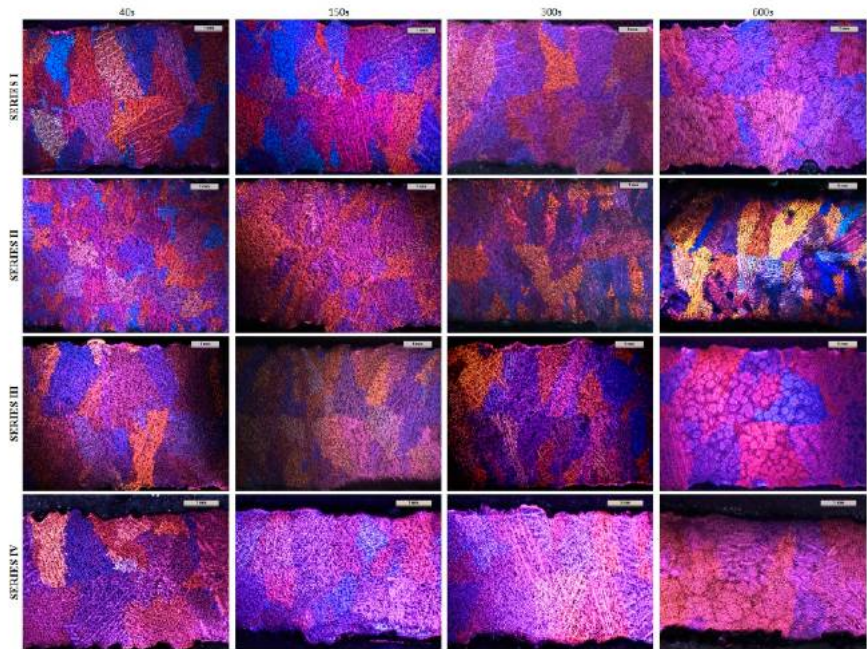


Figure 3. Macrostructures in thin-walled castings ($t = 5$ mm) obtained at different holding times of liquid metal after spheroidization and inoculation: Magnification: $8\times$ leached samples; polarized light.

Fading of the spheroidization and inoculation effects is accompanied by a change in the number of eutectic grains as well as in the eutectic morphology. The change in the number of graphite nodules as a function of the holding time of the liquid metal from the inoculation process is shown in Figure 2.

In Figure 2, it is found the highest change in graphite nodule count occurs during the first period of fading (150 s after spheroidization and inoculation), confirming prior research [41]. The main effect of the inoculation process is an increase in the graphite nucleation potential. Each graphite nucleus in SGI creates a single eutectic grain, which can be treated as a measure of the graphite nucleation potential. Right after the dissolution of the inoculant, the so-called super-inoculated state occurs, which is characterized by the highest eutectic grain density.

MACROSTRUCTURE

Figure 3 shows the primary austenite grains in the macrostructures of the cast iron as a function of holding time after spheroidization and inoculation.

In Figure 3 it is observed that the austenite grains in Series I, III, and IV are of columnar morphology. Notice that austenite dendrites commonly nucleate on the mold walls and grow until they impinge in the central part of the casting because the solidification rate is higher, and the heat flows significantly along the wall thickness from the center

to the edge. After the impingement of the dendrites, growth continues by dendrite arm coarsening. From metallographic determinations (Series I), it is found that the thickness of the dendrites (measured as the width at its half-height) increases with time as: $796 \pm 135 \mu\text{m}$ (40 s) $\rightarrow 854 \pm 137 \mu\text{m}$ (150 s) $\rightarrow 1077 \pm 112 \mu\text{m}$ (300 s) $\rightarrow 1308 \pm 279 \mu\text{m}$ (600 s). This is because the holding time of the liquid metal removes the existing heterogeneous austenite nuclei or makes them less effective, giving rise to a reduced number of nuclei. A high cooling rate close to 20 K/s, typical of thin-walled castings (with a wall thickness of 5 mm), undoubtedly favors columnar grains.

In the second series, where Fe-Ti was employed, the transformation of exogenous to endogenous crystallization occurs after a relatively short time of only 300 s. A refining effect of titanium on the primary austenite is likely since carbides, nitrides, and carbonitrides can act as nucleation substrates for austenite [42]. In the case of titanium, a refining effect is also plausible since, at $\{001\}$ $\text{TiC}/\{110\}$ austenite crystal faces and along the $\langle 110 \rangle \text{TiC} // \langle 111 \rangle$ austenite directions, the atom-spacing difference is rather large, 1.5% [42]. Other elements besides Ti (like Zr or Nb) can give rise to carbides, nitrides, or carbonitrides, which are effective nuclei for austenite formation [42]. In this work, it is found that the addition of zirconium and niobium did not change the morphology of the austenite dendrites. In addition, the time elapsed after the liquid treatment does not change crystallization mode of the primary grains.

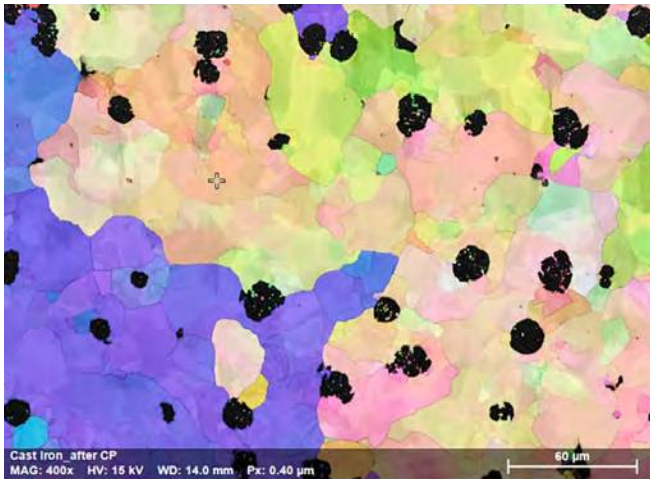


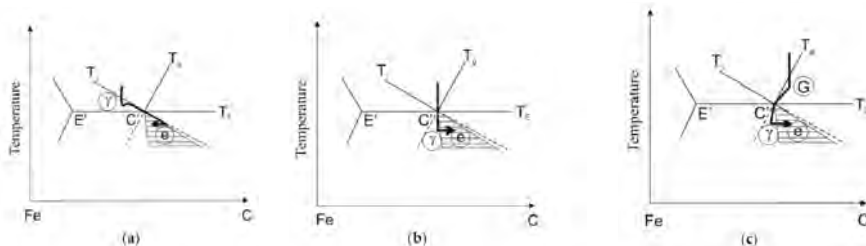
Figure 5. EBSD map for high-nickel SGI (Series I, time 150 s) with an austenitic matrix.

The solidification of the hypoeutectic and eutectic Fe-C alloys (see Figure 4) starts with the nucleation and growth of the austenite dendrites [43].

In the case of alloys with hypereutectic composition when the temperature decreases below the liquidus, graphite nodules are nucleated and then grow freely in the liquid [44]. Then, austenite dendrites begin to nucleate and grow as soon as the solidification path intersects the metastable line corresponding to the austenite liquidus (extrapolated) (see Figure 4). Spheroidal graphite cast iron has an asymmetric eutectic coupled zone, which is why the austenite dendrites play an important role in shaping the structure of cast iron, as they are present in the structure regardless of whether we consider the hypoeutectic, eutectic, or hypereutectic composition of cast iron (Figure 4).

In general, each primary grain is composed of one dendrite and has the same crystallographic orientation all over it. Yeung et al. [45] investigated the morphology of the solidified structures of thin-section ductile iron castings by color metallography. They found that the austenite dendrites usually nucleate on the mold walls in thin-walled castings [45].

Figure 4. Solidification "path" of: hypoeutectic (a); eutectic (b); and hypereutectic (c) cast iron. *Y*, austenite dendrites; *G*, primary graphite; *e*, eutectic; *E'*, carbon content in austenite at temperature *T_{E'}*; *C*, carbon content in graphite eutectic; *T_Y*, equilibrium temperatures for solidifying austenite dendrites; *T_G*, equilibrium temperatures for solidifying primary graphite; *T_E*, graphite eutectic equilibrium temperature.



Yeung et al. [45] proposed a model in which the dendrites are thin (without branching) and long in shape growing normal to the surface of the castings towards the center and along the wall thickness. Outlining the austenite dendrites on the metallographic structure is not trivial [46]; this topic is particularly thorny in cast iron due to the presence of a eutectoid reaction which prevents disclosing the primary dendrites of the austenite grains. Boeri and Sikora [47] disclosed the austenite dendrite grains by austempering the cast iron after solidification without cooling to room temperature (direct austempering after solidification, DAAS). Rivera et al. [30] indicated that the solidification of spheroidal graphite cast irons is dominated by the growth of austenite dendrites developing a grain pattern similar to that found in most metallic alloys.

According to Rivera et al. [30], spheroidal graphite particles are enveloped by an austenite layer soon after they make contact with the growing austenite dendrites. Further growth is controlled by carbon diffusion from the melt to the graphite nodules through the austenite envelope. As the dendrites grow, they contact each other, defining the grain size. As a result of this growth mechanism, each austenite grain contains a large number of graphite nodules inside. Unfortunately, there is little space devoted to the problem of the influence of austenite dendrites with graphite nodules in the literature. In most cases, the statement is used that the graphite nodules are enveloped by an austenite layer and further growth occurs as a result of carbon diffusion through its shell. The influence

of the cooling rate, temperature gradient, and chemical composition on the degree of the austenite dendrite branching and, consequently, the structural homogeneity is usually omitted.

In the literature, one can also find discrepancies related to "eutectic grains" in spheroidal graphite cast iron (SGI). According to Fraš et al. [44], each graphite nodule represents one eutectic grain, while, according to Stefanescu [46], the eutectic grain cannot be defined in ductile iron. According to the work of Stefanescu [46], several nodules grow in contact with the primary austenite, and the eutectic austenite cannot be distinguished from the primary austenite. This is probably due to the rapid growth of the austenite dendrites, which "engulf" the graphite nodules preventing austenite nucleation on them. Considering the crystallographic orientation and minimal mismatch between the (0001) plane of graphite and the (111) plane of austenite, it is expected that graphite can be an effective substrate for austenite nucleation [42].

The problem of austenite nucleation on graphite nodules has been described by Zhou [42], who suggested the formation of an austenite halo around graphite. Using color metallography, Zhou [42] stated that the nucleation of austenite occurs in several sites on the graphite nodule. It is not clear if this model reflects reality. If so, crystallographic orientation conditions for the austenite arising from each nucleus would be determinant. Hence, to further elucidate the nucleation aspects, microstructural studies were carried out using a scanning electron microscope with an EBSD system. Figure 5 shows the microstructure of spheroidal graphite cast iron with an austenitic metallic matrix.

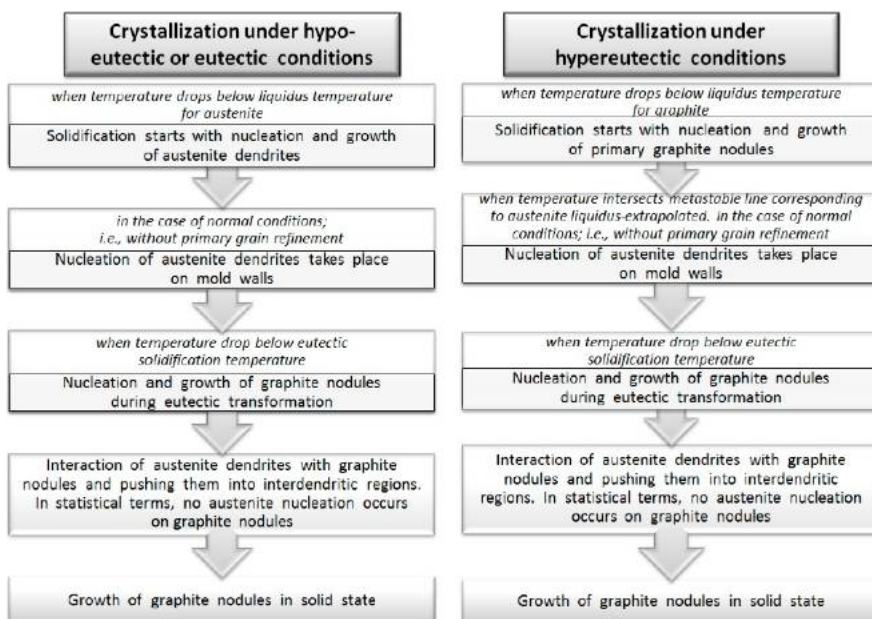
The micrograph in Figure 5 shows two columnar austenite dendrite grains (Grain I, violet color; Grain II, yellow/greenish/pink). Notice that there are boundaries inside each grain that divide these primary grains into numerous smaller areas. These in turn most likely resulted from the crystallization of highly branched dendrites. In this figure, it is apparent that each graphite nodule is in contact with a boundary inside these primary grains. In turn, this suggests that graphite nodules nucleate in the inter-interdendritic spaces with the dendrites pushing them during their growth. A possible pushing mechanism of graphite spheroids was also suggested by Ruxanda et al. [25]. This is also evidenced by the uneven distribution of the graphite nodules (Figure 1) even though graphite alignment can be induced as reported by Gorny et al. [1].

Graphite alignment plays a greater role in TWDI castings than in thicker sections. Under stress, this weak graphite alignment may induce premature failure of the casting [17]. The movement of graphite nodules in the liquid metal also occurs in some cases as a result of graphite segregation (flotation), causing structural heterogeneity [17]. Such behavior can be a result of a long crystallization time, for example, where graphite nodules of large sizes move towards the upper surface of the casting due to Stokes's law. Figure 5 shows that the austenite color does not differ at all from the one around the graphite nodules and it can only mean a slight deviation of the dendrite branches. In turn, from this outcome, there is no support for the model proposed by Zhou [42] for the nucleation of austenite on the graphite nodules in thin-walled castings.

The interaction of the dendrite-graphite nodules can be analogous to metal matrix composites (MMC), for example, with silicon carbide particles as a reinforcing phase.

The proposed crystallization mechanism (Figure 6) results from an analysis of the micro- and macro-structures of high-nickel SGI with an austenitic matrix by means of color metallography and the EBSD technique. The occurrence of graphite in the interdendritic spaces contributes to the inhomogeneity of the structure. This is particularly evident in thin-walled castings cooled at high speeds. The morphology of the austenite dendrites depends on various technological factors; mainly, the mentioned cooling rate, temperature gradient, and chemical composition.

Figure 6. Crystallization mechanism in high-nickel TWDI.



Generally, it can be stated that the process of crystallization of austenite dendrites and graphite nodules is of the greatest importance as they determine the final structure and, thus, the useful properties of the castings. Here, carbon diffusion in the solid state for graphite growth also plays an important role, since, after the eutectic transformation, the degree of graphitization is only about 40%.

>>> CONCLUSIONS

The following conclusions can be drawn from the present experimental investigation:

- The fading effects of grain refinement and inoculation of the primary structure and eutectic are accompanied by changes in the morphology and number of austenite dendrites and eutectic grains.
- The refining process of the primary and eutectic grains is unstable and requires strict metallurgical control.
- Under non-refined conditions, the solidification of SGI in thin-walled castings is dominated by the presence of large (columnar) austenite primary grains.
- Additions of Ti to the melt (Series II) can modify the primary structure in thin-walled castings, resulting in the transformation of the exogenous to endogenous crystallization of the austenite dendrites.
- Additions of Zr and Nb to the melt (Series III and IV) does not modify the primary structure in thin-walled castings as in the case of Ti.
- The EBSD study shows that there are numerous boundaries dividing the grain into many small areas within a

single dendritic grain. It is found that the graphite nodules are in contact with the boundaries developed inside the primary grains. This most likely resulted from crystallization of highly branched dendrites that pushed the graphite nodules into the interdendritic regions during their growth. This in turn strongly affects the graphite nodule distribution, and it may also contribute to the occurrence of graphite alignment.

Author Contributions: Conceptualization, M.G., M.K., E.O. and H.L.; Methodology, G.S.; Investigation, M.G. and G.S.; Writing—Original Draft Preparation, M.G.; and Writing—Review and Editing, M.G., M.K. and H.L. Funding: This research was funded by Polish National Science Centre grant number 2013/09/B/ST8/00210. Acknowledgments: This research was conducted within Polish National Science Centre grant number 2013/09/B/ST8/00210. Conflicts of Interest: The authors declare no conflict of interest.

REFERENCES

- [1] Görrny, M.; Stefanescu, D.M. Thin-wall ductile iron castings. In Cast Iron Science and Technology; Stefanescu, D.M., Ed.; ASM Handbook; ASM International: Columbus, OH, USA, 2017; Volume 1A, pp. 617–628. ISBN 978-1-62708-133-7.
- [2] Loper, C.R. Cast Irons—Essential Alloys for the Future. In Proceedings of the 65th World Foundry Congress, Gyeongju, Korea, 20–24 October 2002; pp. 169–179.
- [3] Stefanescu, D.M.; Ruxanda, R. Lightweight Iron Castings—Can They Replace Aluminum Castings. In Proceedings of the 65th World Foundry Congress, Gyeongju, Korea, 20–24 October 2002; pp. 71–77.
- [4] Stefanescu, D.M.; Dix, L.P.; Ruxanda, R.E.; Corbitt-Coburn, C.; Piwonka, T.S. Tensile Properties of Thin Wall Ductile Iron. AFS Trans. 2002, 110, 1149–1161.
- [5] Ruxanda, R.; Stefanescu, D.M.; Piwonka, T.S. Microstructure Characterization of Ductile Thin Wall Iron Castings. AFS Trans. 2002, 110, 1131–1147.
- [6] Dix, L.P.; Ruxanda, R.; Torrance, J.; Fukumoto, M.; Stefanescu, D.M. Static Mechanical Properties of Ferritic and Pearlitic Lightweight Ductile Iron Castings. AFS Trans. 2003, 111, 1149–1164.
- [7] Fragassa, C.; Minak, G.; Pavlovic, A. Tribological aspects of cast iron investigated via fracture toughness. Tribol. Ind. 2016, 38, 1–10.
- [8] Fraś, E. Solidification of Metals; WNT:Warsaw, Poland, 2003; ISBN 83-204-2787-8.
- [9] Campbell, J. Castings; Butterworth-Heinemann: Oxford, UK, 1991.
- [10] Jincheng, L.; Elliot, R. The influence of cast structure on the austempering of ductile iron. Int. J. Cast Met. Res. 1999, 11, 407–411.
- [11] Fraś, E.; Görrny, M.; Lopez, H.F. Chilling Tendency and Nodule Count in Ductile Cast Iron Part II—Experimental Verification. AFS Trans. 2006, 114, 595–603.
- [12] Fraś, E.; Görrny, M.; Lopez, H.F. The Transition from Gray to White Iron during Solidification, Part I—Theoretical Background. Metall. Mater. Trans. A 2005, 36A, 3075–3082. [CrossRef]
- [13] Lesoult, G.; Castro, M.; Lacaze, J. Solidification of Spheroidal Graphite Cast Iron: III Microsegregation Related Effects. Acta Mater. 1999, 47, 3779–3792.
- [14] Rebas, N.; Dommarco, R.; Sikora, J. Wear Resistance of High Nodule Count Ductile Iron. Wear 2002, 253, 855–861. [CrossRef]
- [15] Stefanescu, D.M.; Alonso, G.; Larranaga, P.; De la Fuente, E.; Suarez, R. A Comparative Study of Graphite Growth in Cast Iron and in Analogous Systems. Int. J. Metalcast. 2018, 1–31. [CrossRef]
- [16] Stefanescu, D.M.; Alonso, G.; Larranaga, P.; De la Fuente, E.; Suarez, R. On the crystallization of graphite from liquid iron-carbon-silicon melts. Acta Mater. 2016, 107, 102–126. [CrossRef]

[17] Lacaze, J. Trace Elements and Graphite Shape Degeneracy in Nodular Graphite Cast Irons. *Int. J. Metalcast.* 2016, 11, 44–51. [CrossRef]

[18] Guo, J.; Samonds, M.T. Modeling and Experimental Validation of Ductile Iron Castings During Solidification. *J. Mater. Eng. Perform.* 2008, 17, 831–837. [CrossRef]

[19] Stefanescu, D.M. Solidification and modeling of cast iron—A short history of the defining moments. *Mat. Sci. Eng. A Struct.* 2005, 413, 322–333. [CrossRef]

[20] Beltran-Sanchez, L.; Stefanescu, D.M. Growth of solutal dendrites: A cellular automaton model and its quantitative capabilities. *Metall. Mater. Trans. A* 2003, 34, 367–382. [CrossRef]

[21] Beltran-Sanchez, L.; Stefanescu, D.M. A quantitative dendrite growth model and analysis of stability concepts. *Metall. Mater. Trans. A* 2004, 35, 2471–2485. [CrossRef]

[22] Wang, W.; Lee, P.D.; Mclean, M. A model of solidification microstructures in nickel-based superalloys: Predicting primary dendrite spacing selection. *Acta Mater.* 2003, 51, 2971–2987. [CrossRef]

[23] Zhu, M.; Zhang, L.; Zhao, H. Modelling of microstructural evolution during divorced eutectic solidification of spheroidal graphite irons. *Acta Mater.* 2015, 84, 413–425. [CrossRef]

[24] Wu, B.; Meng, D.; Zheng, H.; Tian, X. Numerical simulation of microstructure evolution on near eutectic spheroidal graphite cast iron. *China Foundry* 2017, 14, 386–391. [CrossRef]

[25] Ruxanda, R.; Beltran-Sanchez, L.; Massone, J.; Stefanescu, D.M. On the Eutectic Solidification of Spheroidal Graphite Iron—An Experimental and Mathematical Modeling Approach. *AFS Trans.* 2001, 109, 1037–1048.

[26] Fraš, E. Theoretical background of inoculation: Part I: Metals and single phase alloys. *Arch. Foundry Eng.* 2010, 12, 89–96.

[27] Pan, E.N.; Hsu, W.S.; Loper, J.C.R. Effects of Some Variables on the Matrix and Mechanical Properties of

Ferritic Ductile Irons. *AFS Trans.* 1988, 96, 645–660.

[28] Qing, J.; Richards, V.L.; Van Aken, D.C. Examination of Austenite Solidification and Spheroidal Graphite Growth in Ni-Fe-C Alloys. In *Advances in the Science and Engineering of Casting Solidification*; Springer: Cham, Switzerland, 2015; pp. 277–288. ISBN 978-3-319-48117-3.

[29] Rivera, G.; Boeri, R.; Sikora, J. Revealing and characterising solidification structure of ductile cast iron. *Mater. Sci. Technol.* 2002, 18, 691–697. [CrossRef]

[30] Rivera, G.; Calvillo, P.R.; Boeri, R.; Houbaert, Y.; Sikora, J. Examination of the solidification macrostructure of spheroidal and flake graphite cast irons using DAAS and EBSD. *Mater. Charact.* 2008, 59, 1342–1348. [CrossRef]

[31] Rivera, G.; Boeri, R.; Sikora, J. Searching for a Unified Explanation of the Solidification of Cast Irons. In *Proceedings of the 8th International Symposium on Science and Processing of Cast Iron*, Beijing, China, 16–19 October 2006; pp. 45–50.

[32] López, M.; Rivera, G.; Massone, J.; Boeri, R. Solidification Macrostructure of Compacted Graphite Cast Iron and its relationship with Shrinkage Porosity. In *Proceedings of the 10th International Symposium on the Science and Processing of Cast Iron*, Mar del Plata, Argentina, November 2014. Available online: <http://rinfi.fimdp.edu.ar/xmlui/handle/123456789/51> (accessed on 10 May 2018).

[33] Kopyciński, D.; Guzik, E.; Szczesny, A.; Dorula, J.; Siekaniec, D.; Ronduda, M. Inoculation of Austenite Primary Grains in Cast Iron. *Arch. Foundry Eng.* 2014, 14, 45–48. [CrossRef]

[34] Elmquist, L.; Diószegi, A.; Svidrů, P. Influence of Primary Austenite on the Nucleation of Eutectic Cells. *Key Eng. Mater.* 2011, 457, 61–66. [CrossRef]

[35] Natxiondo, A.; Suárez, R.; Sertucha, J.; Larrañaga, P. Graphite and Solid Fraction Evolutions during Solidification of Nodular Cast Irons. *Metals* 2015, 5, 239–255. [CrossRef]

[36] Fatahalla, N.; AbuElEzz, A.; Semeida, M. C. Si and Ni as alloying elements to vary carbon equivalent of austenitic

ductile cast iron: Microstructure and mechanical properties. *Mater. Sci. Eng. A* 2009, 504, 81–89. [CrossRef]

[37] Górný, M.; Kawalec, M.; Sikora, G.; Lopez, H.F. Effect of Cooling Rate and Titanium Additions on Microstructure of Thin-Walled Compacted Graphite Iron Castings. *ISIJ Int.* 2014, 54, 2288–2293. [CrossRef]

[38] Llorca-Isern, N.; Nesa, D.; Vicente, M. Thin wall compacted graphite cast iron for automotive applications. *Int. J. Cast. Metal. Res.* 2003, 16, 325–328. [CrossRef]

[39] Dawson, S.; Schroeder, T. Practical applications for compacted graphite iron. *AFS Trans.* 2004, 114, 1–9.

[40] Guesser, W.; Schroeder, T.; Dawson, S. Production experience with compacted graphite iron automotive components. *AFS Trans.* 2001, 109, 1–11.

[41] Fraš, E.; Górný, M. Fading of inoculation effects in ductile iron. *Arch. Foundry Eng.* 2008, 8, 83–87.

[42] Zhou, J. Colour metallography of cast iron. *Grey Iron II. China Foundry* 2009, 6, 255–267.

[43] Podrucki, C.; Wojtysiak, A. Unalloyed ductile iron. Part I—Cast iron with spheroidal graphite; AGH: Crakow, Poland, 1987; pp. 85–124.

[44] Fraš, E.; Górný, M.; Lopez, H.F. Eutectic Cell and Nodule Count in Cast Iron Part I. Theoretical Background. *ISIJ Int.* 2007, 47, 259–268. [CrossRef]

[45] Yeung, C.F.; Zhao, H.; Lee, W.B. The Morphology of Solidification of Thin-Section Ductile Iron Castings. *Mater. Charact.* 1998, 40, 201–208. [CrossRef]

[46] Stefanescu, D.M. *Science and Engineering of Casting Solidification*, 3rd ed.; Springer: Cham, Switzerland, 2015; ISBN 978-3-319-15692-7.

[47] Boeri, R.; Sikora, J. Solidification macrostructure of spheroidal graphite cast iron. *J. Cast Met. Res.* 2001, 13, 307–313. [CrossRef]

[48] Stefanescu, D.M.; Dhindaw, B.K.; Kacar, S.A.; Moitra, A. Behavior of ceramic particles at the solid-liquid metal interface in metal matrix composites. *Metall. Mater. Trans. A* 1988, 19, 2847–2855. [CrossRef]

SAFER
BETTER
FASTER

300 Million
reasons to use
Automatic Grinding
from...



500 MACHINES ACROSS EUROPE GRINDING 100,000,000 CASTINGS EACH YEAR



IMERYS



Céramique impression 3D en coulée de précision

La production de turbines dans le secteur de l'aérospatiale et de la production d'énergie fait face à une demande sans cesse croissante. Ces développements conduisent à des températures de fonctionnement toujours plus élevées pour augmenter l'efficacité des turbines, ce qui rapproche chaque aube des turbines et les matériaux utilisés des limites de leurs capacités.

Afin de résister à ces températures, outre les techniques de coulée de précision spéciales telles que la coulée monocristalline, des canaux de refroidissement de plus en plus complexes sont nécessaires dans les aubes individuelles - et donc aussi les noyaux en céramique correspondants afin de pouvoir imaginer ces canaux dans le processus de coulée de précision.

Après plusieurs années de développement, Lithoz a réussi à adapter son processus d'impression 3D sur céramique, ainsi qu'aux sys-

tèmes de poudre à base de silice généralement utilisés pour la production en fonderie.

En coopération étroite avec le centre technologique Imerys ITC-AT en Autriche, une formulation de lier a été développée avec «LithaCore 450», capable de répondre aux exigences élevées du secteur. L'expérience de Lithoz en matière de fabrication additive, associée au savoir-faire d'Imerys en matière de poudres, permet donc de produire de manière reproductible des noyaux de fonderie qui répondent à toutes les exigences du matériau de fonderie de précision avec une précision inférieure à 100µm. Ces exigences comprennent à la fois la plus faible dilatation thermique possible dans le processus de coulée et la facilité de résolution du noyau de pale.

Les essais de coulée ont déjà permis d'obtenir de très bons résultats avec des alliages à base de nickel, mais également avec divers aciers. Des expériences réussies dans le domaine de la coulée monocristalline ont également déjà été menées.

Etant donné qu'aucun outillage n'est requis en impression 3D, comparé au moulage par injection de céramique, ce nouveau procédé

peut économiser beaucoup de temps et d'argent dans le développement de nouvelles géométries de lames. En outre, les coûts d'exploitation sont nettement inférieurs à ceux du moulage par injection, car l'usure du matériau par la poudre de silice abrasive est un sujet beaucoup moins important.

Les développements pour la fonderie de précision chez Lithoz sont actuellement axés sur la production de noyaux en céramique, mais à l'avenir, une attention croissante devrait être accordée à la production des moules afin de simplifier le processus de fabrication conventionnelle, en termes de temps, de coût et de consommation de matériau.

D'un point de vue prospectif, l'impression 3D est une technologie perturbatrice, car elle fournit également un, sinon le seul moyen de créer le noyau et la carapace d'un seul tenant. Potentiellement, cela révolutionnerait tout le processus de moulage de précision.

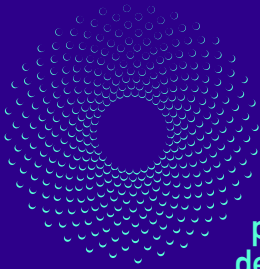
CONTACT :

Mr Michael WEISSENBACHER // // // //

Technical Support Manager

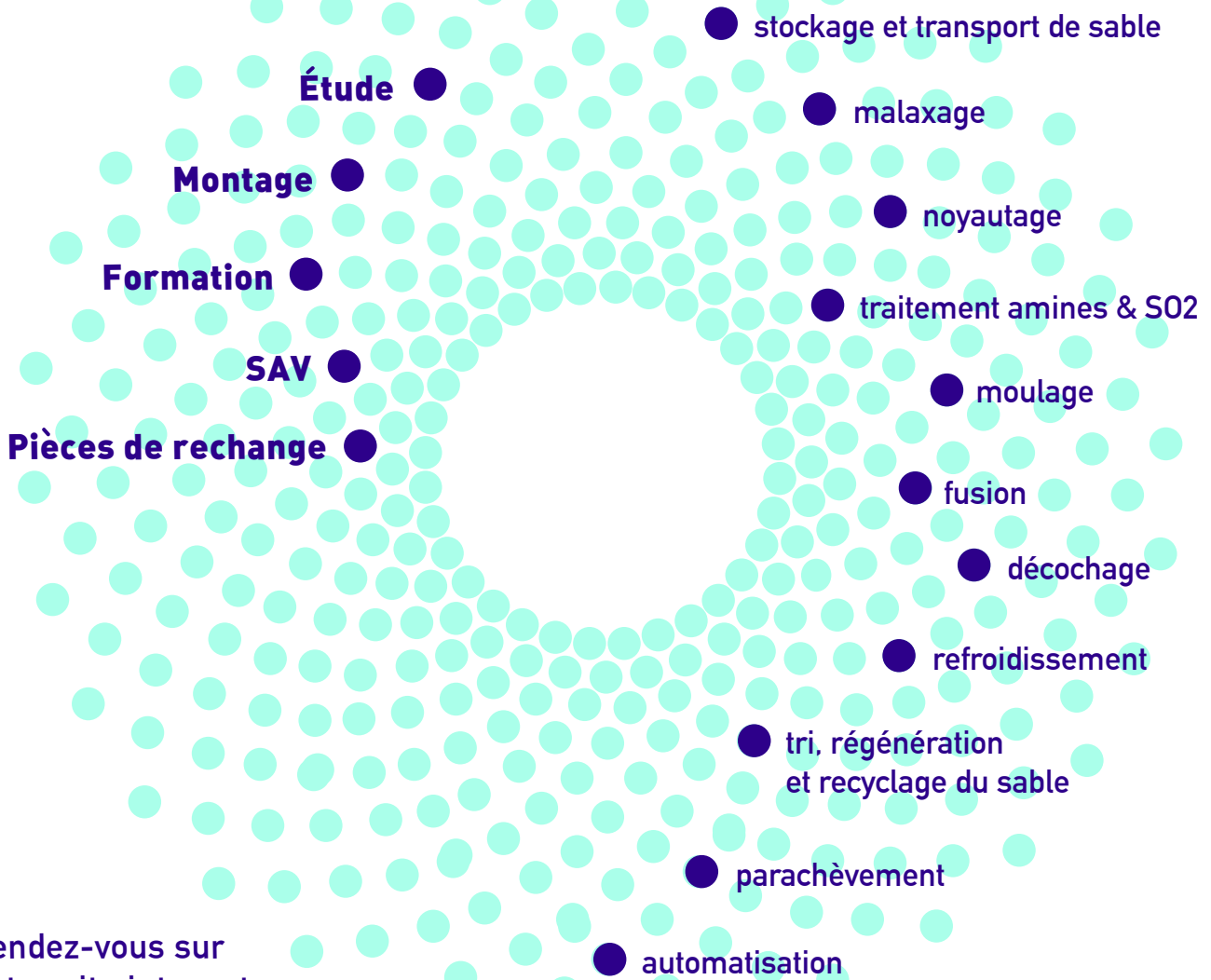
michael.weissenbacher@imerys.com

Télécharger l'article
en allemand au format pdf



Fournisseur
d'équipement
pour fonderie
depuis 1982

Z.I 1 rue Bartholdi
BP 20032
F-68190 Ensisheim
Tél. : + 33 (0) 3 89 81 18 38
Fax : + 33 (0) 3 89 26 49 26
www.laempfischer.fr



Rendez-vous sur
notre site internet
pour plus de détails :
www.laempfischer.fr

Laempe + Fischer
email : info@laempfischer.fr

Fonderie Équipement
email : info@fonderie-equipement.fr



sinto

HEINRICH WAGNER SINTO
Maschinenfabrik GmbH

B.G.T.

... bietet gute Technik.



LAEMPE
GLOBAL PARTNER OF  **sinto**

SHL
Automatisierungstechnik

 **ConviTec**
Schwingmaschinen und Fördertechnik



New High Strength 3xx Series Alloy Case Study: Automotive Wheel Weight Reduction

Francis BRETON

Rio Tinto Aluminium, usine de Arvida Research and Development Centre, Saguenay, Quebec, Canada

Copyright 2019 American Foundry Society

>>> ABSTRACT

A356.2 and 357.2 are the most commonly used aluminum alloys in the foundry industry. They provide medium to high strength with excellent fluidity and corrosion resistance. Higher strength variants can be associated with the formation of coarse iron-bearing constituents which have a negative impact on strength and ductility. Specific alloying additions were made to A356.2 and 357.2 to eliminate the β and n phase formation and, as a result, improved the strength/ductility ratio. The influence of part thickness on mechanical properties and iron phase morphology was studied.

Industrial trials of the new alloy were performed using an optimized automotive wheel design. Due to the inherent higher mechanical properties, a 7% weight reduction was obtained compared to the original design. Thirteen degree and ninety-degree impact as well as rotary/cornering fatigue testing requirements were also successfully met. The new alloy can therefore allow automotive wheel weight reduction but could also be applicable to other market segments.

>>> INTRODUCTION

A356.2 is the most commonly used alloy in the foundry industry. It provides good mechanical properties, fluidity and corrosion resistance. For higher strength requirements, 357.2 is used because of its higher magnesium content. During solidification, coarse iron-bearing constituents form and impact both the strength and ductility of the final part. The iron-phase chemistry and morphology will be determined by various parameters such as cooling rates and alloy chemistry.

For 357.2, due to the higher magnesium content, n phase forms during solidification and thus absorbs a portion of the magnesium

which becomes unavailable for precipitation of Mg_2Si . In order to further improve the strength/ductility ratio, manganese additions were made to modify the iron phase in 357.2 or other high-magnesium Al-Si-Mg foundry alloys. Manganese is well known for its iron phase conversion from β to α .

Laboratory-scale casting trials were conducted to study the impact of the new alloy variant on the mechanical properties and iron-phase morphology for multiple part thicknesses.

From the preliminary results, a 7% weight reduction was obtained from an actual wheel design using the higher mechanical properties. The lighter automotive wheels were produced and characterized using the industry standard tests.

>>> PRELIMINARY TRIALS

Foundry ingots were prepared at Rio Tinto's Arvida Research and Development Centre using industrial P0610 primary aluminum ingots. The chemical compositions of the final parts are presented in *Table 1*. The initial ingots iron level was lower than the chemistry in *Table 1* to account for some iron pickup during production.



Figure 1. Step mold used for preliminary trials.

Table 1. Alloy Compositions

Alloy	Al	Si	Fe	Mg	Mn	Ti	Sr
				%			ppm
A356	Rem.	7.0	0.15	0.37	<0.01	0.10	80
357	Rem.	7.0	0.12	0.48	0.01	0.11	112
New alloy ¹	Rem.	6.9	0.15	0.51	0.27	0.10	114

Preliminary trials were carried out at the Centre de Métallurgie du Québec on their AL 7-5 TC-type Kurtz low-pressure machine using the step mold as shown in Figure 1. This casting was selected to allow the characterization of three thicknesses: 6 mm, 12 mm and 25 mm.

Prior to casting, the molten metal was degassed and controlled using a reduced pressure test to obtain a hydrogen content below 0.15 ml/100 g. Strontium was maintained at 100 ppm prior to casting. Solution heat treatment at 1004°F (540°C) for 4 hours followed by a warm water quench at 122°F (50°C) were applied to the complete castings prior to machining. Natural aging for 12 to 24 hours at room temperature took place between quenching and artificial aging. Aging curves were developed at 320°F (160°C). For comparison purposes, a heat treatment at 374°F (190°C) for 4h was performed on the new alloy and at 374°F (190°C) for 5h on alloy 357. In addition, a reference point is available for alloy A356 aged at 320°F (160°C) for 6h. Three standard ASTM B557 tensile flat bars were machined from each thickness. Eight tensile bars were pulled per condition. The mechanical properties obtained for the 6-mm section are presented in *Figures 2 to 4*. The influence of part thickness is presented in *Figures 5 and 6*.

6 MM THICK SECTIONS

In *Figures 2 to 4*, for all the alloy compositions tested, strength increased while elongation decreased with longer aging times. This trend is to be expected with artificial aging of the Mg_2Si system. The yield strength of the new alloy is 10% higher than that of 357 with similar elongation when aged at 320°F (160°C). In addition, the strength advantage of the new alloy over 357 increased at higher aging temperature: a 15% yield strength increase

Keywords:

A356.2, 357.2, automotive wheels, high strength, iron phases, mechanical properties, weight reduction.

Figure 2. Step mold UTS aging curves.

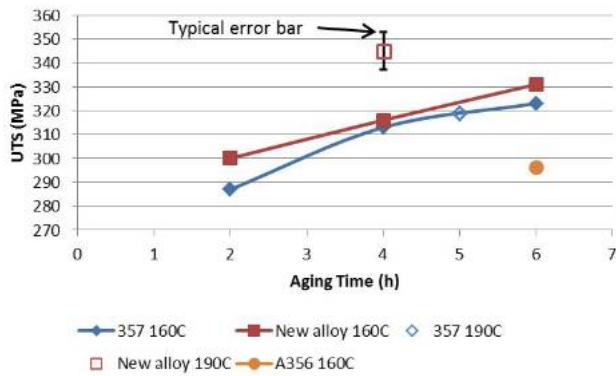


Figure 3. Step mold YS aging curves.

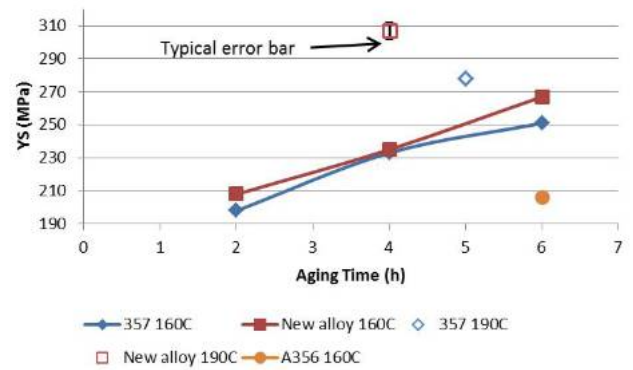


Figure 4. Step mold elongation aging curves.

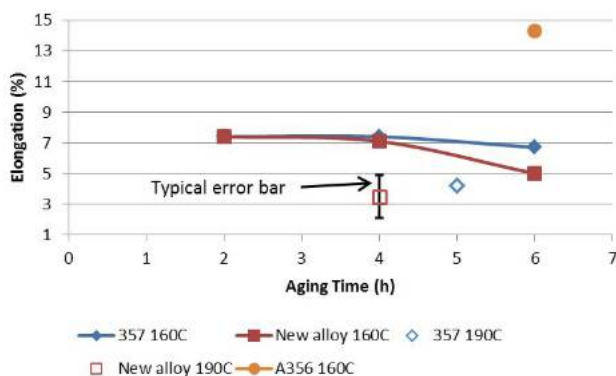
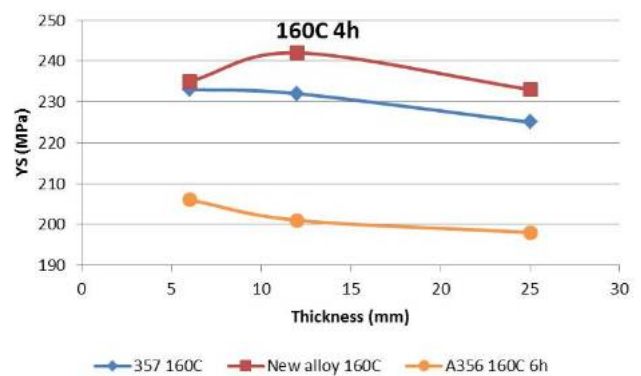


Figure 5. Effect of part thickness on YS.



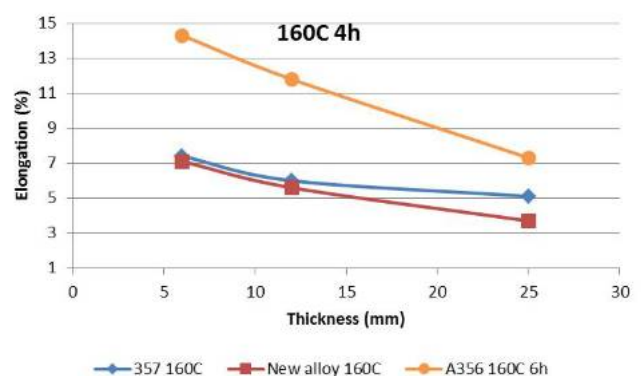
was possible for the new alloy using artificial aging at 374°F (190°C) (310 MPa vs 270 MPa) with similar elongation (3.2% vs 3.5%). When compared to A356, the new alloy provided a 30% higher yield strength (270 MPa vs 205 MPa), but a 64% lower elongation (5% vs 14%).

IMPACT OF COOLING RATES

For all alloys, strength and ductility decrease with increasing section thickness. Faster solidification rates reduced the dendrite arm spacing, thus improving both strength and ductility. In Figures 5 and 6, the new alloy and 357 were aged at 320°F (160°C) for four hours while A356 was aged for six hours. The new alloy provided a 20% yield strength improvement compared to A356 with a two-hour shorter aging time. In addition, the difference in elongation between the new alloy and A356 decreased with increasing thickness. The properties of the new alloy were less influenced by thickness variations than was the case for A356. Metallographic samples were taken to investigate this phenomenon.

Iron can form a range of phase types in aluminum alloys². In hypoeutectic Al-Si alloys containing iron, magnesium and manganese, three iron phases are predominant:

Figure 6. Effect of part thickness on elongation.



α -Al₁₅(FeMn)₃Si₂,
 β -Al₅FeSi and
 n -Al₈FeMg₃Si₆. The alpha phase mainly appears as a compact iron-rich phase, which is normally preferred due to its minimal impact on ductility.

The beta phase consists of needle-like iron phases, which are detrimental to ductility. Finally, the n phase exhibits a "Chinese script" morphology. The disadvantage of the n phase is its magnesium content such that when the n phase is present, magnesium is locked inside the intermetallic and is not available as Mg₂Si to strengthen the alloy. Therefore, the alpha phase is preferred for both strength and ductility.

Iron phases were characterized by optical microscopy using a Leica DMI8000 and Clemex Vision 8.0 image analysis software. The phases were identified visually in terms of morphology and color to determine the proportions of each phase type. To validate the

visual observations, the samples were also analyzed using a Tescan Vega 3 Scanning Electron Microscope. Twenty-one images at 4000x magnification were taken per samples and analyzed by energy-dispersive x-ray (EDX) analysis software (total surface of 53 300 μm^2). The total amount of iron phase is given by their surface area on the scanning electron microscopy (SEM) images. The results are presented in Table 2 and 3. Typical microstructures are presented in Figures 7 and 8.

The n phase was clearly present in Alloy 357. Moreover, the amount of n phase increased as thickness increased. The iron phase type was influenced by the Mg level and cooling rate. n phase typically forms in foundry alloys

Table 2. Iron Phase Fractions vs. Part Thickness

	Part thickness	SDAS μm	Al-Si-Fe (β)	I-Fe-Si-Mg (π)	I-Fe-Si-Mn (α)	I-Fe-Si-Mn (α)	Iron phase content in SEM images (%)
357160C 2h	6 mm	11	90%	10%0			,64
	12 mm1	67	0%	30%0			,34
	24 mm1	85	0%	50%0			,63
357160C 4h	6 mm	12	85%1	5%			0,46
	12 mm1	68	0%	20%0			,56
	24 mm1	86	0%	40%0			,43
357160C 6h	6 mm	11	55%4	5%			0,34
	12 mm1	44	5%	55%0			,39
	24 mm1	84	0%	60%0			,38
New alloy 160C 2h	6 mm	14		<1%<	1%	100%0	,61
	12 mm1	7<		1%	<1%	100%0	,63
	24 mm2	01		%<	1%	99%0	,81
New alloy 160C 4h	6 mm	15		<1%<	1%	100%0	,34
	12 mm1	7<		1%	<1%	100%0	,55
	24 mm1	81		%1	%9	8%	0,71
New alloy 160C 6h	6 mm	13		<1%<	1%	100%0	,54
	12 mm1	7<		1%	<1%	100%0	,81
	24 mm2	0<		1%	20%8	0%	0,67

that contain 0.5% or more magnesium. Addition of manganese to the new alloy successfully replaced the π phase by the α phase and as a result all the magnesium in the alloy was available for precipitation hardening explaining the higher strength in Figure 5.

In addition, the addition of manganese eliminated the impact of part thickness on iron phase selection. The cooling rates in industrial parts are typically much slower than those in the step samples used in the current study. Therefore, the new alloy is expected to be more resistant to π phase formation in commercial parts.

INDUSTRIAL TRIALS

WHEEL SIMULATION

The mechanical properties obtained during the preliminary trials were evaluated by a wheel company. They conducted finite element modeling of their current wheels to quantify the weight reduction potential of each alloy and heat treatment. From this modeling, it was determined that the best alloy/temper combination was provided by the new alloy aged at 320F (160C) for four hours. Based on this alloy/temper variant, the weight of a current wheel design that passed the OEM (Original Equipment Manufacturer) testing was reduced by 7%. The higher strength of the new alloy, as compared to A356, allowed a significant thickness reduction for the wheel rim, spoke and hub sections.

WHEEL CASTING & CHARACTERIZATION

The wheel mold was modified according the lighter wheel design and parts were produced at an independent foundry. Wheels were cast in both A356 and the new alloy to compare their microstructure and mechanical properties, along with impact and cornering fatigue

behavior. After casting, high porosity levels were observed for both alloys. To avoid air leaks during trials, wheels were hot isostatically pressed (HIPed) using the Densal-II process. HIP has a limited impact on alloy strength, slightly improves the ductility but greatly improves the fatigue properties compared to typical castings.³ Afterwards, the wheels were solution heat treated at 1004F (540C) for four hours, quenched in warm water, subjected to 12 to 24 hours of natural aging at room temperature followed by artificial aging. The A356 wheels were aged at 320F (160C) for six hours, while the new alloy wheels were aged at 320F (160C) for four hours. Coupons were machined from the hub, spoke and rim sections as seen in Figure 9. The same method, as described in the preliminary trials, was used to identify the iron-phase type fractions (Table 3). Typical microstructures are presented in Figures 10 and 11. Sub-sized ASTM B557 tensile flat bars were machined and tested. The mechanical properties are presented in Figure 12.



Figure 9. Sampling location in the wheels.

Table 3. Iron Phase Fractions in Wheels

Alloy	Section	Al-Si-Fe (β)	Al-Fe-Si-Mg (π)	Al-Fe-Si-Mn (α)	Iron phase content in SEM images (%)
A356	Rim1	%2	0%	79%0	,31
	Spoke	<1%	0%	99%0	,15
	Hub	<1%	0%	100%0	,84
New alloy	Rim0	%0	%	100%0	,41
	Spoke0	%0	%	100%0	,52
	Hub0	%0	%	100%0	,56

Figure 7. 357 microstructure in 12mm section.

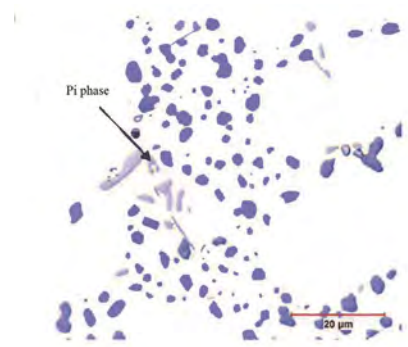


Figure 8. New alloy microstructure in 12mm section.

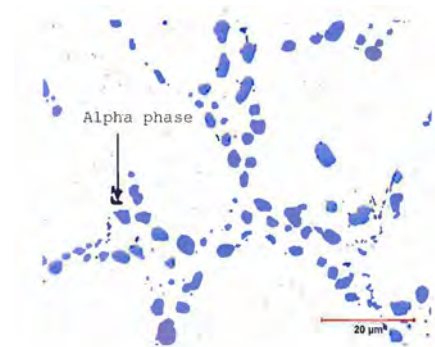


Figure 10. A356 microstructure in the rim section.

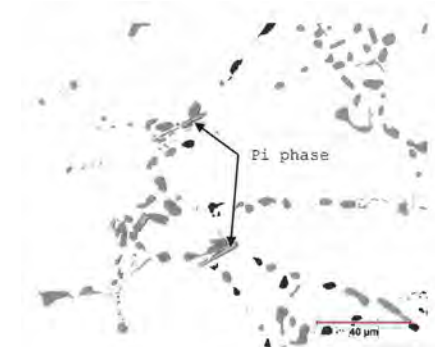


Figure 11. New alloy microstructure in the rim section.

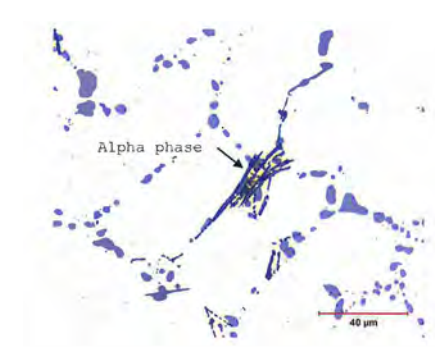
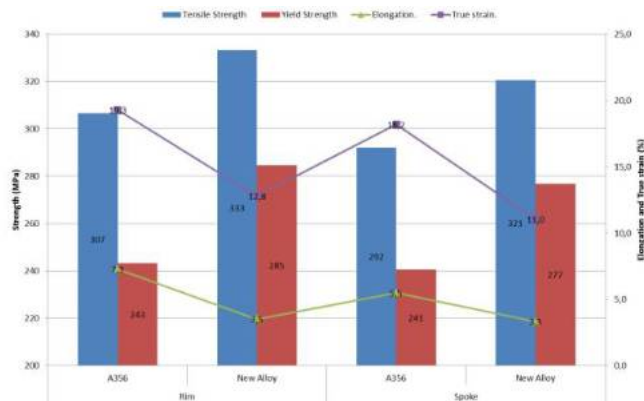


Figure 12.
Mechanical properties
in the wheels.



Both alloys exhibited a similar dendrite arm spacing and grain size as they were both produced using the same casting parameters. The results confirmed that addition of manganese to the new alloy prevents the formation of n phase and promoted α -AlFeSiMn as previously observed in the preliminary trials when comparing the new alloy with 357. In A356 wheels, some n phase was detected.

The new alloy was 15 to 20% stronger than A356, but its elongation was reduced. According to OEM standards, low elongation values will reduce the wheel's tendency to absorb energy during impact tests. However, according to experience in diecasting and extrusion, uniaxial tensile elongation is not a particularly good indicator of deformation performance⁴ at high plastic strain. The true fracture strain is a more useful parameter to characterize the response to plastic deformation. Therefore, true fracture strain measurements (reduction of area) were made on the broken tensile specimens to compare the deformation potential of A356 with that of the new alloy. A356 exhibited higher fracture strain values than the new alloy suggesting it has better ductility. However, from the finite element modeling, the plastic strain expected for in service wheels is far below the fracture strain of either alloy. Therefore, both alloys are expected to pass the OEM impact tests.

OEM TESTS

Heat-treated wheels were machined to final specifications and subjected to a typical paint-bake cycle: 352F (178C) for 15 minutes, followed by 329F (165C) for 17.5 minutes and a final coat at 284F (140C) for 20 minutes. OEM trials⁵ are separated into three specific tests: 13° impact testing, 90° impact testing and rotary/cornering fatigue testing.

The 13° impact testing is used to simulate the behavior of a car sliding sideways into a curb. The impact is performed on the "face" side of the wheel, at the spoke junction on the rims. A tire was installed and pressurized at 35 psi. A 479-kg load was then dropped from

variable heights. Five wheels were tested for each alloy and both alloys successfully passed the 225-mm height drop criteria.

The 90° impact testing is used to simulate a pothole impact. There is no specification for this test on a MC flange wheel as used in the current study, but the test allows comparison between the two alloys. The impact is performed on the rim "inboard" flange area where real-life pothole damage would be situated. A 175-kg load was dropped from a range of heights. This test is considered a failure if the tire loses its pressure in less than 30 seconds. A356 passed the 800-mm drop while the new alloy passed the 900-mm drop.

The rotary/cornering fatigue test is performed to simulate wheels turning. No tires are mounted on the wheel for this test. The applied torque was 2606 Nm. The pass criteria are 100 000 cycles. The machine automatically detects a drop in resistance due to the formation of a crack and automatically shuts down. The results are presented in Table 4. Both alloys successfully passed the cornering fatigue test by a large margin. The new alloy outperformed A356 by 18%.

Table 4. Rotary Fatigue Results

	Cycles
A356	394 792
New alloy	467 142

>>> CONCLUSIONS

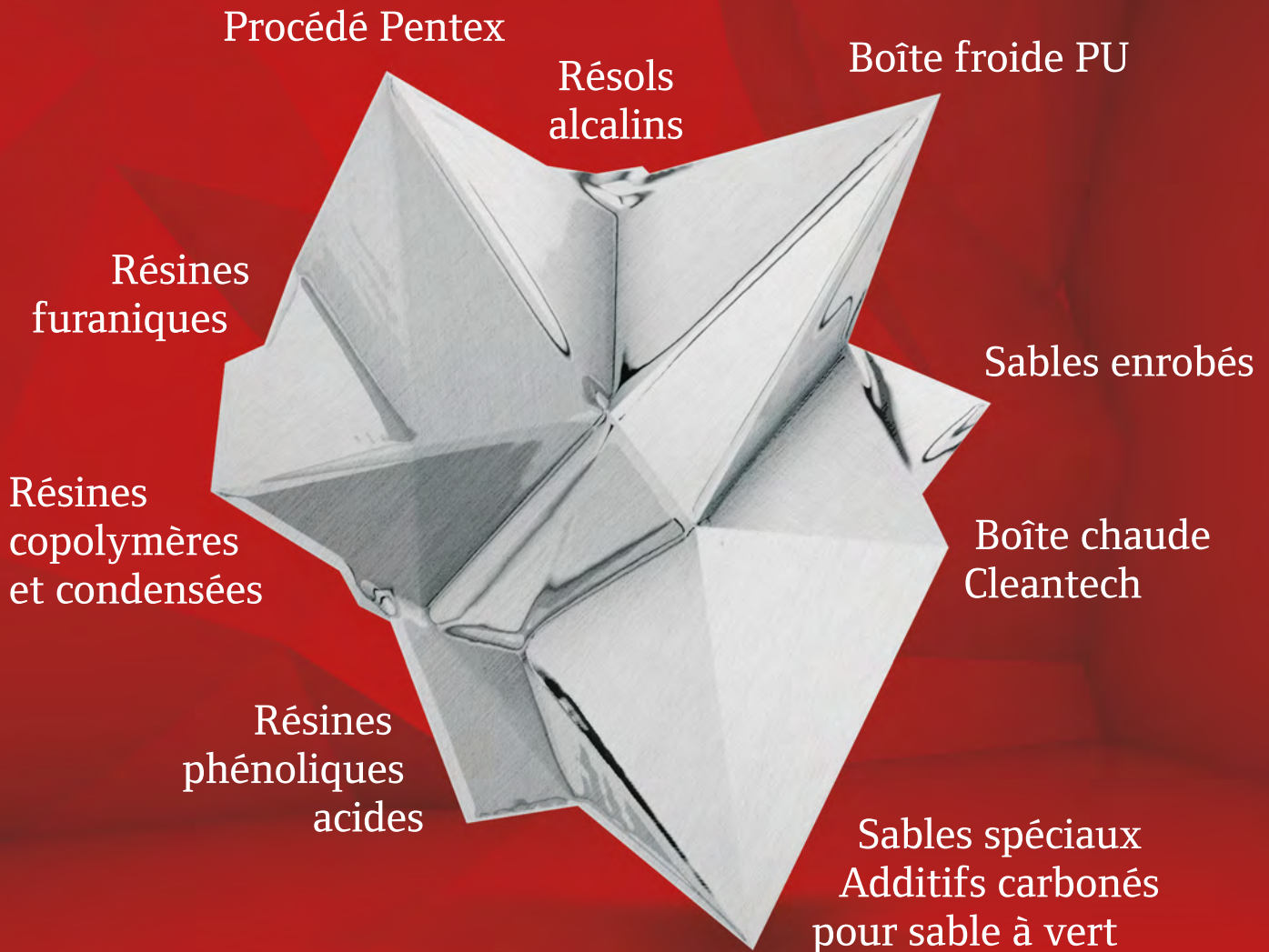
A new high-strength foundry alloy has been developed to counteract the detrimental p phase that normally forms in Al-Si-Mg alloys with high magnesium content. The new alloy is 10 to 15% stronger than 357 depending on aging treatment selection with similar elongation. In addition, the new alloy is less affected by thickness variation and retains good iron-phase morphologies. Industrial trials validated the advantages of the stronger alloy to reduce wheel weight.

A current wheel design was optimized using the new mechanical properties and successfully reduced the wheel weight by 7%. Moreover, the optimized wheel design passed the impact and cornering fatigue tests.

The new alloy showed potential for wheel applications but could also be used for high-strength application where standard 357 is currently used. The new alloy can provide higher strength than, and similar ductility as 357.

REFERENCES

- [1] International Patent application W0/2017/165962 "Aluminum Alloys Having Improved Tensile Properties," <https://patentscope.wipo.int/search/en/detail.jsf?docId=W02017165962> (Link last accessed 04-15-2109.)
- [2] Shouxun, J., Wenchao, Y., Feng, G., Douglas, W., Zhongyun, F., "Effect of iron on the microstructure and mechanical property of Al-Mg-Si-Mn and Al-Mg-Si cast alloys," *Material Science and Engineering A* 564, pp. 130-139 (2013).
- [3] Hebeisen, J.C., Cox, B.M., Rampulla, B., "HIP of Aluminum Castings," *Advanced Materials & Processes*, pp. 38-40 (April 2004).
- [4] Lloyd, D.J., "Ductility and Bendability in 6000 Series Automotive Alloys," *Proceedings of the Symposium Automotive Alloys 1999*, p.211, TMS (1999).
- [5] Independent Test Services (2018) <https://www.wheeltest.com/services/impact-testing.html> (Link last accessed 04-15-2109.)



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

Les formations



L'A.T.F. contribue aux actions de formation professionnelle continue au sein de l'A3F en animant, une série de stages inter-entreprises, les Cycles d'Études et d'Informations Techniques (CYCLATEF).

TÉLÉCHARGEZ
les fiches des formations pilotées par l'ATF



Fidèle à son engagement, basé sur le partage des connaissances, des compétences, en assurant une convivialité chère à notre profession, l'A.T.F. agrèmente 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

CLIQUEZ SUR LA RÉFÉRENCE POUR ACCÉDER À LA FICHE DE LA FORMATION ET SUR « S'INSCRIRE » POUR ACCÉDER AU BULLETIN ET AUX CONDITIONS D'INSCRIPTION.

... DÉCEMBRE ...

DU AU
03 > 05

Moulage haute pression à joint vertical

>>> [réf.: TM F047](#) • [S'inscrire](#) <<<

Lieu : Redon (35)

... JANVIER ...

DU AU
21 > 23

Réfractaires en fonderie de métaux ferreux : choix et mise en œuvre

>>> [réf.: FE F001](#) • [S'inscrire](#) <<<

... MARS ...

DU AU
10 > 13

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

>>> [réf.: TM F015 A](#) • [S'inscrire](#) <<<

Lieu : Lyon (69)

DU AU
23 > 26

Défauts en fonderie de fonte : diagnostics et solutions

>>> [réf.: FT F014](#) • [S'inscrire](#) <<<

... MAI ...

DU AU
12 > 14

Technologie et conduite des fours électriques à induction

>>> [réf.: FE F045](#) • [S'inscrire](#) <<<

DU AU
26 > 28

Métallurgie et métallographie des fontes

>>> [réf.: FT F043](#) • [S'inscrire](#) <<<

... JUIN ...

DU AU
02 > 05

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

>>> [réf.: TM F015 B](#) • [S'inscrire](#) <<<

DU AU
16 > 18

Moulage et noyautage en sable à prise chimique

>>> [réf.: TM F006](#) • [S'inscrire](#) <<<

... SEPTEMBRE ...

DU AU
08 > 09

Optimiser une visite technique chez son fondeur

>>> [réf.: TM F065](#) • [S'inscrire](#) <<<

DU AU
22 > 25

Sables à vert : préparation et mise en œuvre

>>> [réf.: TM F017](#) • [S'inscrire](#) <<<

... OCTOBRE ...

DU AU
06 > 09

Optimisation du parachèvement par la maîtrise des procédés

>>> [réf.: TM F066](#) • [S'inscrire](#) <<<

DU AU
20 > 23

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

>>> [réf.: TM F015 C](#) • [S'inscrire](#) <<<

... NOVEMBRE ...

DU AU
17 > 19

Métallurgie, élaboration et traitements thermiques des fontes GS

>>> [réf.: FT F013](#) • [S'inscrire](#) <<<

... DÉCEMBRE ...

DU AU
02 > 04

Le moulage haute pression à joint vertical

>>> [réf.: TM F047](#) • [S'inscrire](#) <<<

Moulage haute pression à joint vertical

OBJECTIFS

- Savoir pourquoi choisir la technique de moulage en joint vertical.
- Valider l'intérêt et la limite relative de cette technologie compte tenu de l'ensemble des paramètres à prendre en compte pour déterminer la technique de moulage la mieux adaptée.
- Définir les paramètres d'obtention de moulages de bonne qualité en joint vertical.
- Apporter un savoir pratique sur les matériels annexes à la machine à mouler et leur utilisation.

PROGRAMME

- Rappels sur les différents modes de moulage
- Présentation du moulage haute pression à joint vertical et de ses spécificités :
 - principe de ce mode de moulage,
 - types de pièces concernées et leur tracé,
 - la conception des outillages,
 - la définition d'un système de remplissage, présentation d'une méthode et étude de cas,
 - la sablerie et la qualité requise du sable de moulage,

- la coulée des pièces,
- les fours de coulée : conception, utilisation, réfractaires,
- la prise en compte de la métallurgie : fonte et aluminium,
- les principaux modes de décochage : avantages - inconvénients,
- le décochage sélectif : pourquoi ?
- les principaux défauts de fonderie en relation avec ce mode de moulage.
- Présentation des principaux constructeurs de machines à mouler à joint vertical.

Illustrations concrètes et pratiques en entreprise

PRÉREQUIS : Niveau bac ou équivalent

PERSONNES CONCERNÉES

Utilisateurs et futurs utilisateurs de machines mouler à joint vertical. Ingénieurs et techniciens de fabrication, des méthodes.

ORGANISATION

FILIÈRE

Toutes filières

RÉFÉRENCE

TM F047

DURÉE

3 jours

DATES

3 au 5 décembre 2019

LIEU

Redon (35)

PRIX HT (tva 20 %)

1 630 €



ANIMATEURS : Florent BAERT (LFA), Hervé MASTIN (LORAMENDI), Christian TROCHU (ATF)

POUR TOUS RENSEIGNEMENTS : Contactez l'ATF au +33(0)1 71 16 12 08 ou e-mail : atf@atf-asso.com

ou A3F au +33(0)1 41 14 63 59 ou e-mail : contact@a3f-forge-fonderie.fr

Réfractaires en fonderie de métaux ferreux et cuivreux : Choix et mise en œuvre



OBJECTIFS

- Déterminer les paramètres à prendre en compte pour le choix d'un réfractaire en fonction des types d'appareils de fusion ou de maintien, de l'agressivité du métal, de la température d'élaboration...
- Connaître les récents progrès techniques réalisés par les fabricants offrant désormais aux fondeurs une garantie de qualité (tenue) et une plus grande souplesse d'emploi en fonderie.

PROGRAMME

- Les propriétés des différentes familles de réfractaires.
- Leur comportement aux chocs thermiques et leur résistance à la corrosion.
- Les critères qui guideront leurs choix.
- Leur mise en œuvre (matériels adaptés).
- Leur contrôle en service.
- Une partie sera consacrée aux revêtements pour les poches de transport et de traitement.

Illustrations concrètes et pratiques en entreprise

PRÉREQUIS : Niveau bac ou équivalent

PERSONNES CONCERNÉES

Ingénieurs responsables des services fusion, méthodes, laboratoires, maintenance, agents de maîtrise, techniciens de fabrication.

ORGANISATION

FILIÈRE

Toutes filières

RÉFÉRENCE

FE F001

DURÉE

3 jours

DATES

21 au 23 janvier 2020

LIEU

Nous contacter

PRIX H.T. TVA 20%

1 630 €



ANIMATEURS : Sylvain CHOQUENET (Calderys), Gilbert RANCOULE (ATF)

POUR TOUS RENSEIGNEMENTS : Contactez l'ATF au +33 1 71 16 12 08 ou e-mail : atf@atf-asso.com

ou A3F au +33 1 41 14 63 59

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



OBJECTIFS

- Rappeler les principes élémentaires des principales techniques de fonderie.
- Formaliser les étapes de conception et de fabrication d'un produit moulé en les illustrant par des exemples concrets.
- Analyser les facteurs agissant sur la qualité des pièces de fonderie.
- Initier les utilisateurs, les acheteurs, les dessinateurs de pièces moulées aux techniques et possibilités qu'offre la fonderie.

PROGRAMME

- Les techniques de moulage en moule destructible.
- Les procédés de noyautage.
- Les techniques de moulage en moule permanent.
- La conception des pièces moulées, règles du tracé.
- L'étude des principaux alliages de fonderie.
- La présentation des moyens de fusion.
- Les systèmes de remplissage et de masselottage, règles de calcul.
- L'apport de la simulation numérique.

- Les traitements thermiques des pièces moulées.
- Le contrôle : moyens et procédures.
- Les aspects marketing, les relations client/fournisseur.
- La décomposition d'un devis, la revue de contrat.
- Etudes de cas : tous les points évoqués ci-dessus seront illustrés par des études de fabrication (cas concrets) avec des réalisations en atelier (moulage, noyautage, fusion, traitement du métal liquide, coulées).

Illustrations concrètes et pratiques en entreprise

PRÉREQUIS : Niveau bac ou équivalent

PERSONNES CONCERNÉES

Tout public débutant et voulant connaître les techniques de fonderie

ANIMATEUR : Fernand ECHAPPE (ATF)

POUR TOUS RENSEIGNEMENTS : Contactez l'ATF au +33 1 71 16 12 08 ou e-mail : atf@atf-asso.com
ou A3F au +33 1 41 14 63 59

ORGANISATION

PLIEURE

Toutes filières

REFERENCE

TM F015A

DUREE

4 jours

DATES

10 au 13 mars 2020

LIEU

Lycée Hector GUIMARD
Lyon (69)

PRIX H.T. TVA 20%

1930 €



ASSOCIATION
TECHNIQUE DE FONDERIE

**Le catalogue des formations
CYCLATEF 2020**
pilotées par l'ATF est disponible sur le site :
<http://atf.asso.fr/wordpress/agenda-des-formations/>

FORMATIONS 2020
PILOTÉES PAR L'ATF

Avec l'expérience de ses membres, de ses partenaires et la qualité de ses consultants ATF propose une large gamme de stages. Ces stages s'adressent à tous les publics de salariés dans les entreprises et désireux de s'informer sur les dernières évolutions techniques mais également de rencontrer leurs homologues.

Vous pouvez consulter l'agenda A3F des formations pour les métiers de la métallurgie, forge, fonderie et fabrication additive en [cliquant ici](#)

Siif

and your casting fits

LE PROCESS DE FINITION SUR-MESURE POUR VOTRE FONDERIE

NOUVEAU ! SIIF LANCE LA PLUS GRANDE CELLULE D'ÉBAVURAGE ET DE DESSABLAGE BLOC MOTEUR !



Robot 1 200 Kg

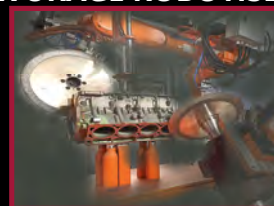
REFROIDISSEMENT



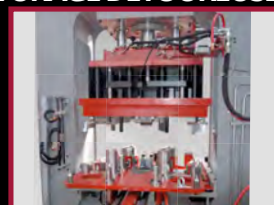
DESSABLAGE



ÉBAVURAGE ROBOTISÉ



ÉBAVURAGE DÉTOUREUSE



VISION, CONTRÔLE ET INSPECTION



SCIAGE ET PRÉ-USINAGE



Station meulage diamant



Station dessablage de 0
à 360° et martelage



Siif S.A.S.

130 rue Léonard de Vinci

56850 Caudan - FRANCE

info@siif.fr - +33(0)2 97 81 04 30

www.siif.fr

PEIGNOT, UNE FAMILLE DE FONDEURS DE CARACTÈRES

DU « BLANC » AU « NOIR », DU PLOMB AU NUMÉRIQUE

(Première partie - Période de 1842 à 1915)

Après avoir fabriqué eux-mêmes leurs caractères typographiques, les imprimeurs confient rapidement la gravure des poinçons et la frappe des matrices à des orfèvres ou à des graveurs; aussi, peu à peu, la fabrication des caractères en métal, ou caractères fondeurs, est-elle devenue une spécialité. L'origine de la gravure de poinçons, permettant la fabrication de caractères mobiles, remonte à Gutenberg qui était lui-même issu de l'orfèvrerie.



Je suis composé avec la police « UNIVERS »



Fig.1 - La fabrication des poinçons



Fig. 4 - Gustave Peignot (1839-1899)



DU DESSIN AU CARACTÈRE

Le poinçon, barreau d'acier sur lequel une lettre à l'envers et en relief a été gravée (Fig.1), sera frappé dans un bloc de cuivre. Dans cette matrice en creux seront fondus des milliers de caractères en plomb qui serviront à la composition typographique.

Quatre étapes sont nécessaires : le dessin, la gravure des poinçons, la confection des matrices et la fonte des caractères. Dans une composition typographique, en plus des caractères sont également utilisés des « blancs ». Et c'est avec ces « blancs » que l'aventure de la famille Peignot a débuté, voilà maintenant quatre générations.

Nous sommes en 1842, date de création par Pierre Leclerc, artisan mécanicien, d'une fonderie de lingots métalliques et de blancs typographiques (Fig.2) (éléments en plomb sans relief qui couvrent tous les secteurs non imprimés d'une composition typographique (Fig.3) : « blancs » entre les mots et les lignes, dans les marges, ..., et qui exigent une grande précision). Pour accroître la précision, Pierre Leclerc, met au point un procédé qui permet de couler les blancs dans un moule¹ pour remplacer les blancs coupés.

En 1856, à la mort de Pierre Leclerc, son épouse fait appel à son amie Clémentine Dupont de Vieux Pont (1815-1897), veuve de Laurent Alexis Peignot (1811-1852) directeur de charpenteries, pour assurer

la direction de l'atelier de fonderie avec le contremaître Genty.

Au cours des neuf années de gestion de l'atelier, elle installe à ses côtés, son fils Gustave Peignot (1839-1899) (Fig.4), ingénieur Arts et Métiers (Châlons-en-Champagne, promotion 1855). Mme Leclerc meurt en 1860 et son fils Amédée en 1865. Le fond Leclerc est mis aux enchères publiques en 1865 et acheté par Gustave Peignot grâce à la dot de son épouse et à une association financière de dix ans avec la veuve Routier. La fonderie prendra le nom de Fonderie Veuve Routier en 1865 puis Veuve Routier et Peignot en 1867. De 1875 à 1898, Gustave Peignot continue à dégager avec la fabrication des blancs d'importantes marges, non amputées cette fois-ci des remboursements à la veuve Routier. « Dans ce plomb il y a de l'or », lui avait dit sa mère en l'engageant.

En 1869, l'entreprise déménage boulevard de Montrouge (futur boulevard Edgar-Quinet), aux nos 66-68, où un immeuble est construit (en étage pour la famille, au sol pour l'usine).



Fig. 2 - Caractères et blancs typographiques



Fig. 3 - Composition typographique



Fig. 5 - Fonderie Spéciale de Blancs d'imprimerie G. Peignot

En 1875, le contrat Routier, venant à terme et Clémentine Peignot prenant sa retraite, Gustave devient l'unique propriétaire de la fonderie G. Peignot (Fig.5). L'entreprise va rapidement prospérer grâce à une importante mécanisation qui va en faire la plus grande fonderie de blancs du marché. Gustave rachète plusieurs fonderies de caractères: Longien en 1881, Cochard & David en 1892. Il épouse le 10 janvier 1865 **Marie Zélie Laporte** (1847-1922). Ils auront 8 enfants: *Jane Laurence*, le 25 janvier 1866, *Charles Robert*, le 7 janvier 1868, *Baptistine Julia*, le 30 avril 1869, **Georges Louis Jean-Baptiste**, le 24 juin 1872, *André Maurice*, le 14 mars 1878, *Suzanne Marie Louise*, le 14 août 1880, *Gustave Lucien*, le 9 janvier 1884 et *Rémi Jean*, le 14 février 1888.

En 1875, Gustave, reconnu dans la profession, est choisi par ses pairs comme premier président de la toute nouvelle Chambre Syndicale des Maîtres-Fondeurs Typographes. C'est au sein de cet organisme professionnel que Gustave fait la connaissance de **Charles Tuleu**², polytechnicien, héritier d'Alexandre de Berny. Gustave, rêve au mariage de sa fille aînée, Jane, avec le propriétaire des prestigieuses fonderies Deberny. Ce sera chose faite en 1887, Jane Laurence Peignot (sœur de Georges Peignot) épouse Charles Aubin Désiré TULEU, fondeur en caractères.



Fig. 6

Georges Peignot (1872-1915) (Fig.6), second fils, est admis à 18 ans, en 1890 à l'École Nationale Supérieure des Arts Décoratifs. En 1891, il part à Leipzig pour y apprendre, dans la fonderie de caractères Schweiger, la gravure de poinçons sur acier non trempé. puis en 1892 à Hambourg dans la fonderie de caractères Gentsch. Il y découvre et se passionne pour le monde des caractères d'imprimerie. De retour en France en 1893, Georges Peignot fait deux ans et demi de service militaire, et en sort adjudant.

En 1896, il épouse *Suzanne Chardon* (1876-1962), fille d'un imprimeur tailleur-doucier, chargé des impressions de la Chalcographie du Louvre. Ils ont quatre enfants: **Charles** (1897-1983), *Madeleine* (1899-1944), *Geneviève* (1900-1993) et *Colette* (1903-1938).

Georges a eu le temps dans ses ermitages allemands de se faire une opinion sur la typographie de l'époque. À peine arrivé en 1896 à la fonderie dirigée par son père, il a fait le siège et l'a convaincu que la création typographique stagnait depuis plus d'un siècle. A l'usine, Georges est chargé de la gestion des fonds de caractères acquis ainsi que de la création de nouveaux.

Robert Peignot (1868-1913), le frère aîné, ingénieur Arts et Métiers (Châlons-en-Champagne Promotion 1883) comme son père, a lui en charge la fabrication. En 1898, Gustave Peignot fait donation à ses enfants de l'entreprise qui prend le nom de « G. Peignot & Fils » (Fig.7). Georges Peignot, son second fils, est choisi pour lui succéder, et est nommé cogérant jusqu'à la mort de Gustave Peignot en juin 1899.



Fig. 7 - Fonderie G. Peignot & Fils

■ AU TOUT PREMIER PLAN

À partir de 1899, alors seul gérant de l'entreprise. Il faudra attendre deux générations pour que Georges Peignot s'essaie avec succès au « noirs » Il oriente la fonderie de blancs vers la production de caractères (Fig.8), ce qui provoque une importante croissance du chiffre d'affaires. La qualité des alphabets met la fonderie G. Peignot & Fils au tout premier plan des entreprises françaises de typographie du XX^e siècle.

Fig. 8 - Caractères Robur - 1900



Georges, s'entoure de talents comme Eugène Grasset ou Georges Auriol qui lui dessinent des caractères éponymes, qui ont un grand succès lors de la présentation hors concours à l'Exposition universelle de 1900. Il augmente encore son catalogue par l'acquisition en 1912 de la Fonderie Générale de caractères français et étrangers.



Fig. 9 - Carte postale n°17 - Le style Hector Guimard



Fig. 10 - Caractères Babyloniennes G. Peignot & Fils - Le Style Hector Guimard

La police de caractères employée par Hector Guimard pour sa série de cartes postales « Le Style Guimard » éditée en 1903 (Fig.9) est tirée du catalogue de la fonderie Peignot & Fils qui a repris sous son enseigne le catalogue de la Fonderie Générale d'où sont issus les caractères sous l'appellation Babyloniennes (Fig.10) et sera utilisée dans de nombreux travaux d'impression.



Fig. 11a - Grasset (1898)



Fig. 11b - Auriol (1902)



Fig. 11c - Cochin (1912)



Fig. 11d - Garamond-Peignot (1912)

En douze ans, Georges Peignot crée un grand nombre de caractères (Fig. 11) : Grasset, Auriol, Cochin, Garamond-Peignot, Bellery-Desfontaines, Naudin, Guy-Arnoux.

Il publie également un catalogue de caractères (Fig. 12) : Le spécimen général de la fonderie G. Peignot & fils qui est composé de 2 volumes parus entre 1903 et 1906 (T.1 de 546 pages; T.2 de 202 pages).

Pour faire face au développement de ses ventes, la fonderie G. Peignot & Fils va faire construire une nouvelle usine. Le 26 mars 1902, il signe chez M^e Lindet l'acte de vente d'un terrain de 3 226 m² au coin des rues Cabanis et Ferrus. L'architecte P. Friesé soumet un devis de 327 000 F que la veuve de Gustave accepte et signe. L'usine est inaugurée le 16 octobre 1904. En 1911-1912, Georges Peignot envoie ses frères, les ingénieurs Robert (Arts et Métiers) et Lucien (Centrale), aux USA choisir les nouvelles fon-

deuses automatiques «Linotype». L'entreprise est à son apogée.

Marie Zélie Laporte (mère de Georges Peignot) va voir partir après sa fille Suzanne Marie Louise en 1881, son fils Charles Robert en 1913 de maladie, quatre de ses enfants à la guerre entre 1914 et 1916, quatre fils ! en 1914, André Maurice (Lieutenant dans les Troupes coloniales), en 1915, Rémi Jean (Maréchal-des-Logis au 57^{ème} Régiment d'Artillerie), Georges Louis Jean-Baptiste (Adjudant au 43^{ème} Régiment d'Infanterie Coloniale) et en 1916, Gustave Lucien (Lieutenant au 57^{ème} Régiment d'Artillerie).

En 16 ans de gérance, Georges Peignot a transformé une grosse fonderie de blancs en la première Fonderie de caractères de France. Grasset, Auriol, Bellery-Desfontaines, Cochin, Garamond, Naudin, il a créé sans relâche à une époque où les autres copiaient. En voulant toujours une typographie et non un alphabet il a imposé dans la création de caractères la notion d'ensemble typographique permettant les mises en pages harmonieuses (caractères complémentaires et ornements). Avec l'aide précieuse de Francis



Fig. 12 - Spécimen général de la fonderie G. Peignot & fils. Tome 1 & 2

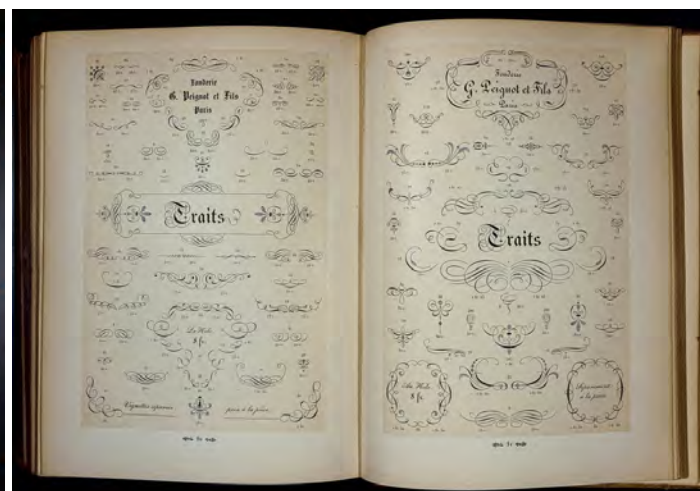
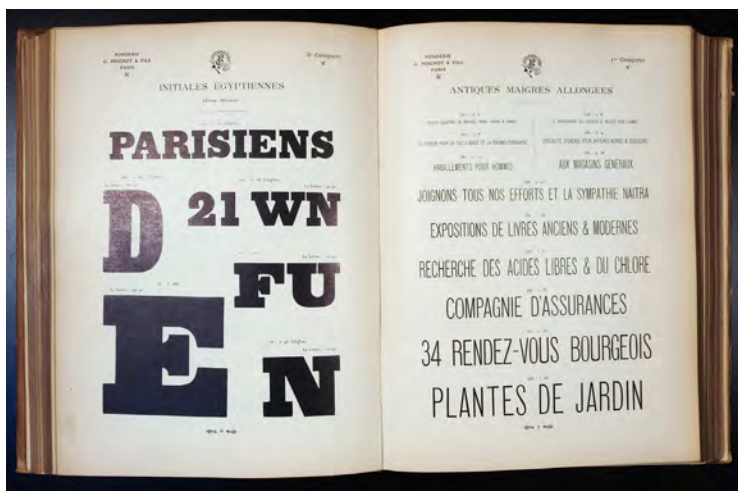




Fig. 14a - Linotype



Fig. 14b - Creuset de Linotype



Fig. 14c - Lignes bloc de Linotype

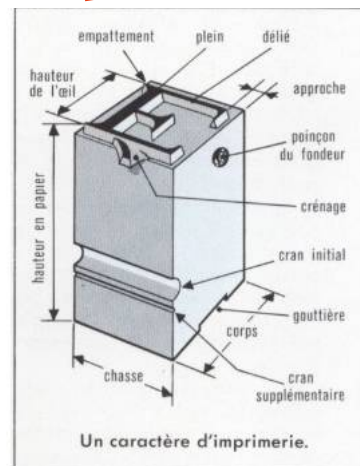


Fig. 18a - Caractère avec un crénage : l'accent du É

Thibaudeau il a lancé sur le marché commercial des caractères d'imprimerie un Spécimen et des plaquettes d'une qualité artistique inégalée, forçant ainsi le respect pour la beauté de ses caractères.

Peignot représente commercialement la **Mergenthaler Linotype Company** (société fondée à Brooklyn-États-Unis, en 1886, réimplantée à Baltimore dès 1890) pour vendre la machine de composition automatique Linotype (Fig. 14) inventée par **Ottmar Mergenthaler**. En dehors des États-Unis, son seul concurrent était la société américano-anglaise **Lanston Monotype Machine Company**³, fondée en 1887.

(1) - Moule à main pour la coulée de caractères - Johannes Gutenberg crée, vers 1450, les caractères mobiles en plomb typographique et leur technique de fabrication avec un moule. Ci-dessous (Fig. 15) un moule à arçon datant de 1604, fabriqué par Guillaume II le Bé, libraire, papetier, fondeur et imprimeur

Le moule (Fig. 16) est composé de différentes parties qui s'assemblent et qu'un arçon, un ressort en fer à cheval, maintient. La matrice est positionnée dans le moule. L'ouvrier verse le plomb fondu (qu'il puise dans une « cuillier » en fer, posée sur un fourneau) avec un pochon, dans le moule qu'il tient de la main gauche. Ce geste nécessite un « coup de main » particulier pour que le plomb atteigne bien le fond de la matrice avant de se figer rapidement. Le caractère moulé est démoulé (Fig. 17), et l'opération se répète « jusqu'à deux et trois mille fois par jour ». Il faut ensuite affiner le caractère en cassant le « jet », petite tige qui résulte de la fonte, puis limer les parties qui le nécessitent et découper les lettres qui ont un crénage (Fig. 18) (l'espacement optique entre deux lettres est identique, quelle que soit la paire de lettres considérée ce qui est le cas pour presque tous les italiques).

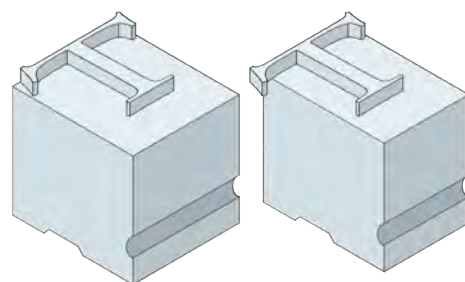


Fig. 18b - Caractère sans crénage (gauche) et avec crénage latéral (droite)

(2) - Deberny et Peignot, comme la plupart des grandes fonderies du XX^e siècle, est le résultat d'une série de fusions et de rachats de petites maisons concurrentes. Côté Deberny, les origines de la maison remontent à la création, en 1748, de la fonderie Gillé, une entreprise importante employant plus de quatre-vingts ouvriers. A la mort du fondateur, Joseph Gillé, en 1789, la maison passa à son fils Joseph Gaspard qui mourut, après bien des péripéties, couvert de dettes. En 1827, une partie de son fond fut acquise par son ancien prote, Jean-François Laurent et deux associés, André Barbier et Honoré de Balzac (Fig. 18).

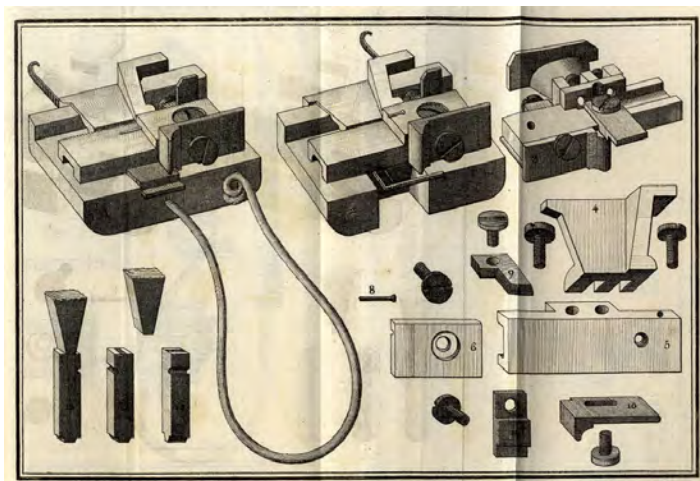


Fig. 17 - Matrice et caractère brut en plomb

Fig. 16 - Pierre-Simon Fournier, « Manuel typographique utile aux gens de lettres et à ceux qui exercent les différentes parties de l'art de l'imprimerie », 1723.



Fig. 15 - Un moule à arçon fabriqué par Guillaume II Le Bé en 1604



Mais l'affaire ne rencontra pas le succès escompté par ses fondateurs et dû être renfloué par Mme Louise-Antoinette-Laure de Berny (le premier grand amour de Balzac). Son fils Alexandre, alors âgé de dix-neuf ans, prit la place de Balzac. Homme d'affaires avisé, en 1840, il se retrouve avec la fonderie entre ses seules mains. Alexandre de Berny (Fig. 18) (devenu Deberny pour cause de saint-simonisme) s'associa, en 1877, à son fils naturel Charles Tuleu (Fig. 18), sous la raison sociale de Deberny & Cie. A la mort de son père en 1882, Charles Tuleu devint seul propriétaire de la fonderie et s'associa, en 1914, avec Robert Girard, ingénieur de l'Ecole Centrale, entré dans la société en 1907; la société s'appela alors Tuleu & Girard. En 1921, la société prit le nom de Tuleu, Girard et Cie.



Fig. 18 - Honoré de Balzac, Gustave Peignot, Alexandre de Berny, Georges Peignot, Charles Tuleu

[3] - La Monotype est une machine de composition d'imprimerie, inventée en 1887, par l'ingénieur américain Tolbert Lanston. Dans l'histoire de l'imprimerie, elle constitue un chaînon entre la typographie manuelle et la photocomposition. Contrairement à la Linotype, les étapes de composition et de fonte sont séparées dans la monotype. Le typographe chargé de la composition saisit le texte sur un clavier (Fig.19a), qui le convertit en un enregistrement par bande perforée. C'est aussi à ce niveau que la justification est résolue par l'opérateur. Le typographe peut choisir une grande variété de tailles de caractères. La fondeuse (Fig.19b) est une machine séparée du clavier; à la différence de la Linotype, la Monotype ne coule pas des lignes-bloc, mais des caractères individuels, ce qui permet éventuellement d'intervenir encore en cas d'erreur de saisie, à l'aide d'une pince typographique. La bande perforée donne la dimension des espaces, ou « blancs typographiques » à couler. Il faut ensuite placer les caractères composant la ligne dans une galée pour former la ligne qui sera encrée. Le plomb typographique en fusion (un alliage de plomb, d'étain et d'antimoine) produisait des vapeurs nocives et provoquait des cas de saturnisme. Le fait de séparer le clavier de la fondeuse protégeait l'opérateur des effets nocifs du creuset. Plus tard, les Linotypes seront également équipées de lecteurs de bandes perforées. Un autre avantage de la Monotype résidait dans la possibilité

d'éditer le texte manuellement : en cas de faute de frappe, il était possible de remplacer manuellement un caractère fraîchement fondu par un autre, puisque contrairement à la Linotype, les caractères de la Monotype n'étaient pas solidaires (Fig.19c). En effet, si une ligne-bloc Linotype contenait une coquille, il fallait recommencer toute la ligne-bloc, voire toutes les lignes-blocs constituant la suite du paragraphe (si la correction initiale dépassait la longueur de la ligne-bloc incriminée). En revanche, la Linotype avait l'avantage de produire des lignes-blocs faciles à empiler et à déplacer en cours de mise en page, ce qui rendait ce procédé particulièrement utile dans la presse quotidienne. La Monotype était donc privilégiée dans l'édition d'ouvrages de qualité.

La société Lanston Monotype Machine Company, fondée en 1887 sera rachetée en 1998 par la société Agfa-Gevaert. L'année suivante, le département Mécanographie et Typographie fut disjoint pour former la filiale Agfa Monotype. La majorité des actions d'Agfa Monotype a été vendue en 2004 au fonds d'investissement TA Associates, sous le nom de Monotype Imaging Inc.

Yves LICCIA • ATF //////////////

Sources :

- Du plomb à la lumière de Alan Marshall Edition de la Maison des sciences de l'homme-Paris
- Jean-Luc Froissart, L'Or, l'âme et les cendres du plomb : L'épopée des Peignot, 1815-1983, Paris, librairie Tekhnê, 2004
- Marie Laporte-Peignot, Souvenirs, manuscrit, Fonds Peignot, Bibliothèque Forney (Paris).
- <http://www.fornax.fr/articles.php?l-ng=fr&pg=818&tconfig=0> (Ateliers typographiques - Association Format typographique à Saran - Frédéric Tachot)
- <https://youtu.be/d4Fu2eaidR0> (Musée imprimerie de Bâle)
- <https://www.grapheine.com/divers/musee-imprimerie-bale>
- [http://www.plume-et-papier.com/peignot\(police_d_écriture\).php](http://www.plume-et-papier.com/peignot(police_d_écriture).php)
- <http://www.patronsdefrance.fr>
- <http://amgweb.rit.edu/dphist1.htm>
- <https://gw.geneanet.org>
- <http://indexgrafik.fr/adrian-frutiger/>
- <http://www.howardironworks.org/collection/mi-intertype.html>
- <http://paris.blog.lemonde.fr/2007/05/23/production-graphique-pour-les-graphistes-et-designers-typographie-plomb-avant-la-photocomposition/>
- https://www.garamonpatrimoine.org/chazournes/patrimoine_in.pdf
- <http://www.fnepsa.fr/fr/limprimerie.htm>



Fig. 19a - Machine Monotype : Clavier de composition

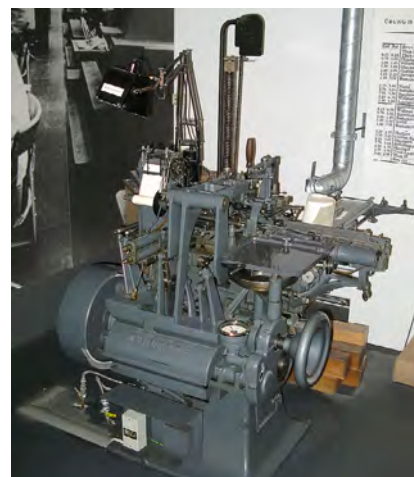


Fig. 19b - Machine Monotype : Fondeuse des caractères



Fig. 19c - Machine Monotype : Fondeuse des caractères

EN SAVOIR PLUS
sur la famille Peignot
Arbre généalogique



La société Focast Saint-Dizier est une des 4 fonderies du groupe OGEPAR. Avec 150 salariés et un chiffre d'affaires de 32 M€ en 2018, Focast Saint-dizier est un acteur incontournable dans la production de pièces de fonte dans l'industrie agricole et poids lourds. Le cœur de métier porte sur des pièces en différentes nuances de fonte de 50 à 360 kg fortement noyautées.

Ingénieur Fonderie H/F

DESCRIPTIF DU POSTE

Vous aurez la charge de :

- Réaliser des études de faisabilité et chiffrages à partir des définitions de pièces fournies par les différents clients
- Prendre en charge les demandes d'évolutions de produits (comparaison de plans et 3D, échanges avec les modeleurs, suivi des délais de modification, échange avec la production pour définir la durée d'immobilisation des outillages, ...)
- Etre vecteur de l'amélioration continue
- Participer aux réunions d'amélioration qualité avec les services de production
- Entretenir un contact étroit avec les clients de façon à s'assurer de la meilleure prise en compte possible de leurs attentes
- Participer aux essais
- Apporter un appui technique aux services qualité, méthodes et production

Poste évolutif en fonction du profil (BE/Méthodes/Qualité)

PROFIL RECHERCHÉ

De formation supérieure, une expérience réussie dans les métiers de la fonderie sera appréciée. Nous recherchons une personne :

- Réactive, rigoureuse et autonome avec de réelles capacités d'analyse et une forte orientation résultat
- À l'aise avec les outils informatiques Excel, SolidWorks et Magma (ou NovaFlow & Solid)
- Avec des connaissances en conception d'outillages de fonderie.
- Communicante, capable de travailler en équipe, de partager des informations et de faire preuve d'ouverture d'esprit.
- Qui sait s'adapter aux moyens et ressources à disposition ainsi qu'aux objectifs et délais fixés.

Ingénieur Qualité H/F

DESCRIPTIF DU POSTE

Vous aurez notamment la charge de :

- Développer l'esprit qualité et de garantir la conformité aux exigences clients
- Suivre les coûts d'obtention de la qualité, de la non-qualité et des budgets
- Analyser, exploiter les indicateurs qualité et en rendre compte
- Participer aux réunions d'amélioration qualité avec les services de production,
- Traiter les non-conformités, rédiger les mesures correctives et intervenir en fabrication si nécessaire,
- Faire respecter les règles qualité en fonction des référentiels Qualité.

Une expérience en **fonderie est indispensable.**

PROFIL RECHERCHÉ

Nous recherchons quelqu'un qui est la capacité à transmettre clairement des informations, à faire preuve d'ouverture d'esprit, à planifier, prioriser et anticiper des actions en tenant compte des moyens, des ressources, des objectifs et du calendrier pour les réaliser. Il faudra également être capable de réaliser des tâches en suivant avec exactitude les règles, les procédures et les instructions qui ont été fournies.

COMPÉTENCES SOUHAITÉES

Apporter un appui technique aux services qualité, maintenance, méthodes
Concevoir des outils de suivi de la qualité
Contrôler la conformité d'application de procédures qualité
Contrôler la conformité d'une production
Déterminer des actions correctives
Identifier des non-conformités

LANGUES SOUHAITÉES : Anglais Bon Souhaité, l'Allemand serait un plus.

Contact : Mathieu LEBLANC (Responsable R.H.) • rh@focastsd.fr

Focast-Saint-Dizier SAS • Chemin du Closot • 52115 Saint-Dizier cedex • Téléphone : 03.25.06.38.00 – Fax : 03.25.06.38.10



La fonderie GIROUD recherche un

Chef d'équipe fusion

pour gestion d'une équipe de 2 personnes

Rattaché au responsable fusion Formation : BTS fonderie + expérience similaire Ou expérience significative dans poste similaire

HORAIRE : postés 2x8 – pas d'horaires de nuit – pas de poste le week-end

SALAIRE HORAIRE BRUT : salaire de base mensuel 2 000 €, variable selon expérience

PRIMES : douches = 25 % du salaire, horaire pauses = 33.33 % du salaire, horaire panier jour net = 6.30 €

CONTACT : marie.ansermin@giroudfonderie.com

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, en 2019 l'ATF vous propose :

- »»»»» **une toute nouvelle revue numérique** dont vous lisez un exemplaire ;
- »»»»» **un site Internet** 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 ;
- »»»»» **le catalogue 2019 des formations** Cyclatef inter entreprises sous l'égide d'A3F ;
- »»»»» **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 2019 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 2019 PERSONNES MORALES

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

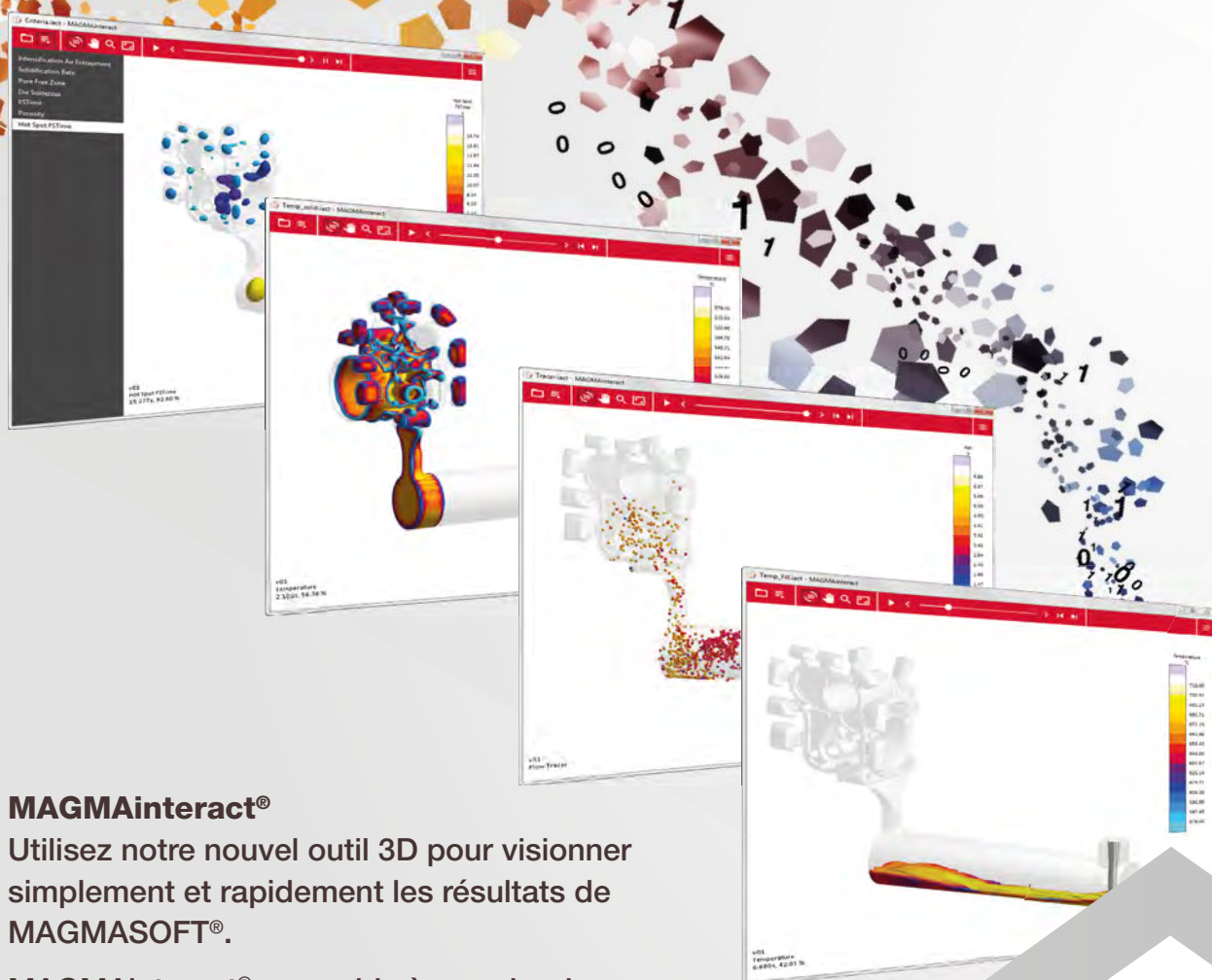
**Pour devenir membre
CLIQUEZ ICI**

annonceurs.

ASK Chemicals	P 13	Imerys	2° de couverture
Elkem	P 20	JML	P 07
Euroguss	P 14	Magma	3° de couverture
Fonderiales	P 12	Midest	P 14
Fonderie équipement	P 28	PS Foundry Tech	P 26
Foseco	P 04	Scoval	P 08
GNR Industrie	P 12	SiiF	P 37
Huttènes Albertus	P 33	SNAM India	4° de couverture

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.magmaflow.com/interact

5

MAGMASOFT®
autonomous engineering