

CHAQUE JOUR, NOUS AIDONS LES PERSONNES À PASSER AU NIVEAU SUPÉRIEUR

En aidant à produire des escaliers mécaniques fiables et sûrs –
avec l'aide de nos produits et de nos experts.

L'ÉQUIPE FOSECO VOUS
SOUHAITE UNE BONNE ET
HEUREUSE ANNÉE 2023 !

2023

RENCONTREZ-VOUS !

GIFA



HALL 12 STAND A01/02

Les marches en aluminium produites par le procédé de moulage sous haute pression réduisent le poids total de l'escalier mécanique, réduisant ainsi la consommation d'énergie et améliorant l'empreinte CO₂. D'autres avantages incluent une capacité de charge élevée, une apparence moderne et une durée de vie plus longue.

Les fonderies comptent sur un partenaire solide à leurs côtés depuis plus de 100 ans, avec des solutions innovantes, des technologies efficaces et des produits de la plus haute qualité. Ensemble avec l'expertise d'ingénieurs fondeurs expérimentés - dans le monde entier et aussi directement à votre porte.

FOSECO. **Your partner to build on.**



VESUVIUS

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



36^{N°}

JANVIER
2023

TECH NEWS

FONDERIE

ASSOCIATION
L'ATF VOUS PRÉSENTE
SON NOUVEAU SITE INTERNET

PAGE 10

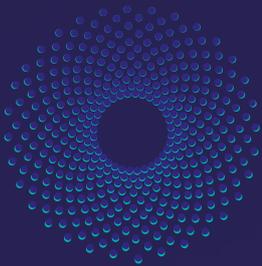
SALON
LA FABRICATION ADDITIVE
AU SALON 3D PRINT • PARIS

PAGE 12

UNE PUBLICATION DE



ASSOCIATION
TECHNIQUE DE FONDERIE



Laempe + Fischer

Fournisseur d'équipement pour fonderie depuis 1982

Z.I 1 rue Bartholdi
BP 20032
F-68190 Ensisheim
+ 33 (0) 3 89 81 18 38
info@laempefischer.fr
www.laempefischer.fr

Vous avez tous les atouts en main pour réussir !

Et plus encore...



- ▶ Stockage et transport de sable
- ▶ Malaxage
- ▶ Noyautage
- ▶ Traitement amines & SO₂

- ▶ Moulage
- ▶ Fusion et machine de coulée
- ▶ Décochage et convoyage
- ▶ Refroidissement

- ▶ Tri, régénération et recyclage du sable
- ▶ Parachèvement
- ▶ Automatisation



édito.

Bon courage !

De la ténacité et du courage.

Voici les mots qui me viennent à l'esprit quand je regarde dans le rétroviseur de cette folle année. On se souviendra probablement de 2022 comme de l'année où les idées reçues sur un nouveau marché et une nouvelle économie ont été détruites, et où investisseurs et industriels ont une fois de plus appris que cette fois-ci, ce n'est pas différent.

Nous avons une fois de plus été ramenés à la réalité économique et financière, une réalité où les bénéfiques comptent, où les matières premières et l'énergie peuvent s'envoler, où l'inflation peut augmenter et où les risques géopolitiques sont réels.

L'attaque agressive de la Russie contre l'Ukraine a déclenché des sanctions qui s'appliquent pour de nombreuses matières premières qui ne peuvent plus actuellement être achetées qu'à des prix maximums. Ces matières premières importantes pour l'industrie de la fonderie, notamment l'aluminium, le nickel, le zinc, le magnésium et les matières premières métalliques. De nombreux contrats-cadres existants pour la fourniture de matériaux ont été suspendus. Les contrats se traitent au mois ou au trimestre maximum. Les offres n'existent de plus en plus souvent que pour quelques heures, voire quelques minutes.

Alors, au regard de cette conjoncture, il reste intéressant de projeter ces deux mots sur le prisme de l'industrie de la fonderie.

Être tenace, c'est tenir fermement, ne pas rompre dans le temps sous des contraintes extrêmes. La ténacité se joue dans la durée ; ce n'est pas un « petit moment », c'est une capacité durable.

Elle se joue dans et par un ancrage. Les tenaces croient en leurs idées, leurs pensées, leurs actions, leurs convictions. Tirer la ténacité dans des circonstances instables signifie ne pas abandonner prématurément et rester engagé, agir avec persévérance et confiance. Dans le travail, patience et ténacité s'accompagnent toujours d'une récompense, aussi longue soit-elle pour vous parvenir.

Malheureusement, le fondeur n'a de choix que de tenir, dans un contexte où il a peu de choses à lui échapper. Espérons que la récompense soit au bout.

Les coûts des matières premières, de l'énergie, de la logistique jouent aux montagnes russes au gré de la

géopolitique mondiale et par conséquent, des opportunités commerciales – de l'argent facile et rapide pour certains, une mise à mort pour d'autres.

Combien de fonderie devront fermer cette année. On nous prédit un cataclysme industriel si rien n'est fait... cela a-t-il déjà commencé ? Je pense aux fonderies de Sival, de Tréveray, du Poitou Alu, du Nord, etc...

A l'inverse des grands décideurs nationaux, le fondeur n'a la main sur aucun levier, sauf celui du courage. Et il doit en faire preuve. Nous ne sommes pas en guerre, il faut remettre les choses à leurs places – parler d'héroïsme ou de guerre économique n'engage que nos politiques. Je laisse ces mots aux vrais héros historiques du passé.

Néanmoins, être industriel de nos jours est particulièrement difficile. Alors, oui, du courage il en faut. Il faut du courage pour maintenir son entreprise en vie et à ses salariés permettre de vivre leurs vies de famille sereinement.

Le courage n'est pas le talent exceptionnel des héros – il est la capacité à supporter ce qui arrive. Il n'a pas de cause, mais des occasions. Il ne se justifie pas. Comme le dit si bien Vladimir Jankélévitch : « *C'est une insurrection de l'individu, une façon de ne pas être soumis. Le courage est la vertu inaugurale du commencement* ».

Le fondeur ne rompt pas, il se bat donc avec courage, pour son entreprise, pour ses employés, sa passion et son histoire.

Le courage comporte un sens commun qui peut servir de référence à une même collectivité. Il est celui qui unit et ce qui résiste à l'adversité. Mais il peut exister aussi une culture du découragement.

Messieurs les politiques, prenez vos responsabilités et protégez cette industrie, essentielle à notre souveraineté industrielle dont vous parlez temps. Il semble bien difficile dans vos administrations d'accepter d'être au service non de son ego mais de la mission confiée ! Devenir souverain d'une industrie, cela se fait sur le long terme, et non par des pansements ici ou là. A vos réformes, les vraies, le monde industriel n'attend que cela.

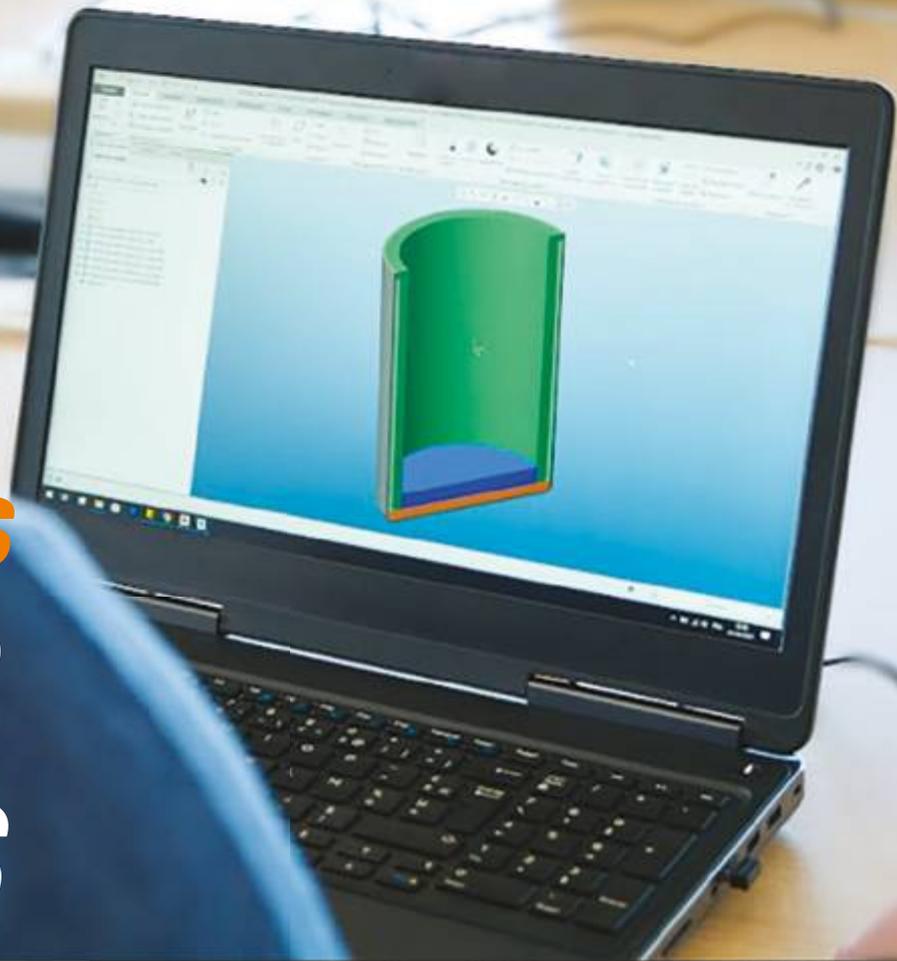
Alors pour 2023, je vous souhaite, mesdames, messieurs les fondeur(e)s, une bonne année, mais surtout bon courage !

L'ATF reste bien évidemment à vos côtés. Appelez-nous, demandez-nous. Nous ferons de notre mieux. C'est dans le collectif que nous réussirons avec courage et ténacité.



Guillaume ALLART
Président de l'ATF

CALDERYS **À VOS** **CÔTÉS**



**NOUS VOUS ACCOMPAGNONS DANS
LA RÉFECTION DE VOS POCHES :
DE LA CONCEPTION À LA RÉALISATION**

**NOS SOLUTIONS RÉFRACTAIRES POUR
VOS POCHES DE COULÉE, DE TRANSPORT
ET DE TRAITEMENT**

- Fourniture des bétons, formes prêtes à l'emploi et applications en fonction de vos procédés industriels
- Conseil dans la mise en œuvre et l'installation
- Réalisation sur vos sites ou dans nos usines
- De nombreux services, adaptés à vos besoins : de l'étude aux solutions partielles ou clés en main, dépannage et assistance technique

Sommaire.

03 / EDITO

Bon courage !

Article de Guillaume ALLART - Président de l'ATF

06 / AGENDA

ASSOCIATION

08 /

Journée d'Actions Régionales
Groupe Rhône Alpes / Sud-Est

Article de Lionel ALVES

09 /

Journée d'Actions Régionales
Centre Auvergne

Hommage à
Bernard GUIRONNET

Article de Patrice MOREAU - ATF

10 /

L'ATF vous présente son nouveau site internet

11 /

Bienvenue à Cloé TEODORI et Emeline JOLIBERT à l'ATF

16 /

Journée d'Actions Régionales Groupe Nord & île-de-france

Article de Laurent TAFFIN, Pierre TARDIF, Patrick VERDOT
et Jean-Charles TISSIER

19 /

Bulletin d'adhésion



SALON

12 /

La fabrication additive au salon 3D PRINT • Paris

Article de Patrice DUFEY - ATF

15 /

Les défis de l'industrie de la fonderie

Journée polonaise du fondeur 2022

Article de Guillaume ALLART - Président de l'ATF

FORMATION



20 /

L'agenda des formations

23 /

CYCLATEF® Les fontes GS

Article de Jean-Paul Chobaut, Xavier Menunni, Mourad
Toumi, Pierre-Marie Cabanne - ATF

TECHNIQUE

27 /

Effet des additifs au cérium et au lanthane sur la
composition des phases des alliages cuivre-nickel

Article de O.V. Samoilova, E.A. Trofimov and E.R.
Vakhitova

34 / HISTOIRE & PATRIMOINE

Des fonderies de Tusey aux fonderies de Vaucou-
leurs. De 1834 à 1959

Article de Yves LICCIA - ATF

36 / MERCI

À NOS PARTENAIRES

37 / ANNONCEURS

38 / EMPLOIS

Revue professionnelle
éditée par l'ATF.

Association Technique de Fonderie
14 avenue de l'Opéra • 75001 Paris
Téléphone : +33 1 71 16 12 08
E-mail : atf@atf-asso.com
<http://atf.asso.fr/>

Directrice de la publication

Mélody SANSON : Secrétaire Générale de
l'Association Technique de Fonderie

Comité de rédaction

Guillaume ALLART, Pierre Marie CABANNE, Patrice DUFEY,
Fernand ECHAPPE, Emeline JOLIBERT, Gérard LEBON,
André LE NEZET, Yves LICCIA, Xavier MENNUNI, Patrice
MOREAU, Denis NAJJAR, André PIERSON, Gilbert
RANCOULE, Jean Charles TISSIER, Alexis VAUCHERET

Publicité

ATF - Gérard LEBON - Tél. : +33 6 19 98 17 72
ATF - Emeline JOLIBERT - Tél. : +33 6 63 93 67 41
ATF - Mélody SANSON - Tél. : +33 1 71 16 12 08
E-mail : regiepubtnf@atf-asso.com



Suivez-nous sur LinkedIn :

[ATF - Association Technique de Fonderie](https://www.linkedin.com/company/atf-asso/)

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

agenda.

JANVIER 2023

- >>> **24 au 26 à Douai (France) :** SEPEM NORD
<https://douai.sepem-industries.com/fr>

FÉVRIER 2023

- >>> **8 au 10 à Greater Noida (Inde) :** IFEX 2023
71^e Congrès indien de la fonderie
<https://www.ifcindia.net/>

MARS 2023

- >>> **7 au 10 à Lyon (France) :** GLOBAL INDUSTRIE 2023
<https://global-industrie.com/fr>
Le 8 à 14h00 - Apéritif des Fondateurs - Rendez-vous sur le stand de la Fonderie GIROUD Industrie - Hall 6 Allée J 109
- >>> **29 au 30 à Clausthal-Zellerfeld (Allemagne) :** FORMSTOFF-FORUM 2023
<https://www.vdg-akademie.de/veranstaltungen/grossveranstaltungen/formstoff-forum/4-formstoff-forum-2023/>
- >>> **29 au 31 à Bologne (Italie) :** METEF
<https://www.metef.com/en/>

AVRIL 2023

- >>> **19 au 21 à San Luis Potosi (Mexique) :** MEITECH - DIE CASTING EXPO MEXICO - MOULAGE SOUS PRESSION
<https://meitechexpo.com/>

MAI 2023

- >>> **7 au 10 à Bregenz (Autriche) :** 30^{ème} CONFÉRENCE EICF (EUROPEAN INVESTMENT CASTER FEDERATION) Thème : conduire la transformation numérique dans le moulage de précision
<https://members.eicf.org/events/EventDetails.aspx?id=1536986>
- >>> **8 au 11 à Tianjin (Chine) :** METAL CHINA & DIECASTING CHINA 2023
<http://www.expochina.cn/en/index>
- >>> **8 au 11 à Détroit (Etats-Unis) :** AISTECH2023 - STEEL'S CONFERENCE AND EXPOSITION
<https://www.aist.org/conference-expositions/aistech>

JUIN 2023

- >>> **7 au 8 à Martigues (France) :** SEPEM SUD EST
<https://martigues.sepem-industries.com/fr>

- >>> **12 au 16 à Düsseldorf (Allemagne) :** GIFA / METEC / THERMPROCESS / NEWCAST
<https://www.gifa.com/>

- >>> **21 au 24 à Bangkok (Thaïlande) :** INTERMOLD THAILAND
<https://www.intermoldthailand.com/>

JUILLET 2023

- >>> **5 au 7 à Shanghai (Chine) :** ALUMINIUM CHINA
<https://www.aluminiumchina.com/>

SEPTEMBRE 2023

- >>> **13 au 14 à Paris (France) :** 3D PRINT
<https://www.3dprint-exhibition.com/>
- >>> **19 au 22 à Joinville (Brésil) :** METALURGIA
https://www.metalurgia.com.br/en_us/home-en-fair-foundry-brazil/

Retrouvez toutes les dates sur le site ATF
[Cliquez ici](#)

Événements de l'ATF et l'AAESFF

FONDERIALES 2023

se dérouleront à Doucy-Valmorel
les 28 et 29 janvier 2023
pour la 10^{ème} édition

CENTRE AUVERGNE

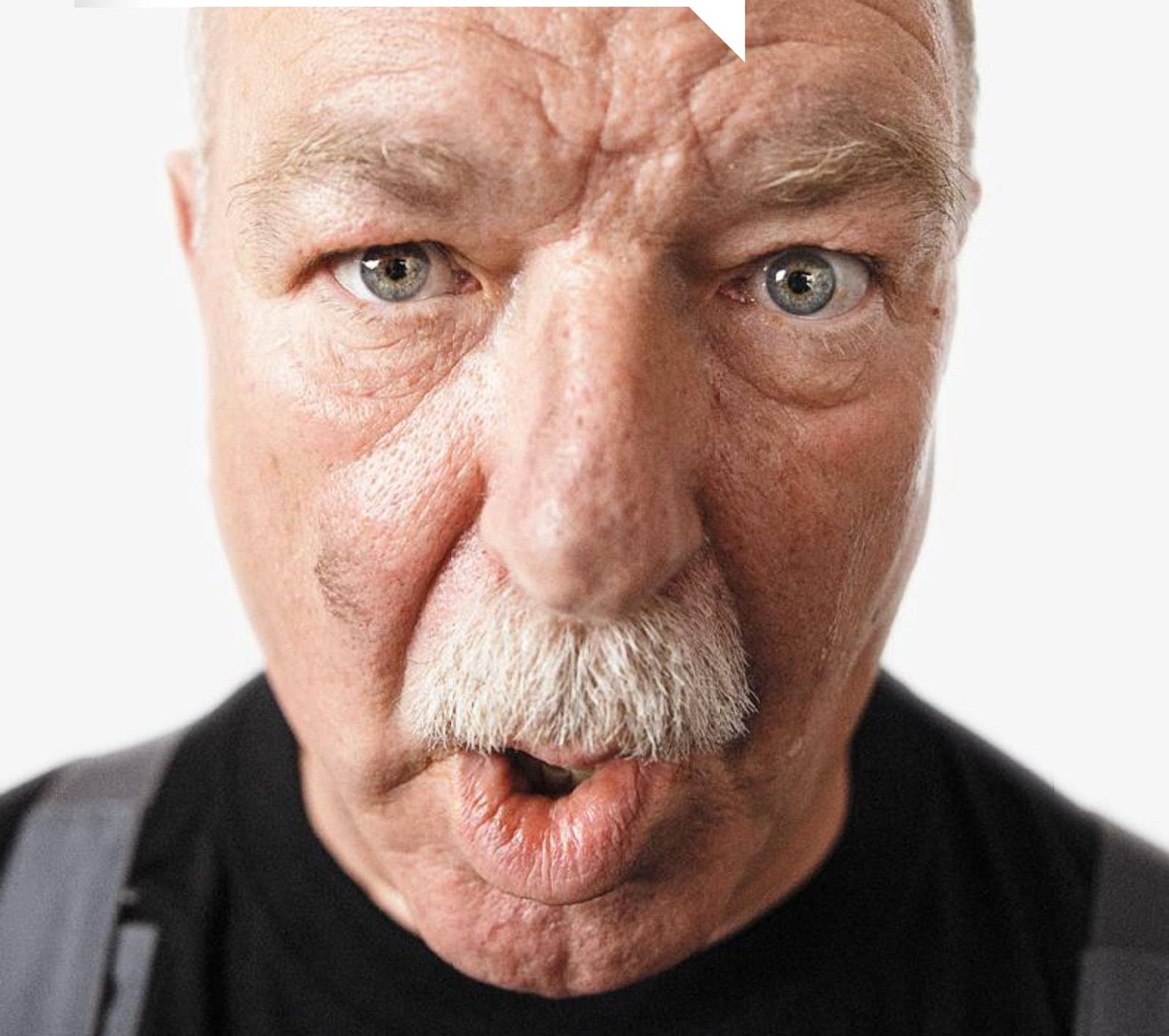
Journée d'Actions Régionales se déroulera :
le samedi 4 février 2023
à Vierzon

JOURNÉE PORTES OUVERTES
au Lycée polyvalent Henri Brisson de Vierzon
[télécharger le programme et le bulletin d'inscription.](#)

En 2023 l'ATF participera aux JPO organisées dans les établissements formateurs aux métiers de la fonderie.

HUM ... » WAHOU ! «

Comment est-ce possible ? J'enlève une masselotte ayant un col de 150 mm d'une simple pichenette.



Journée d'Actions Régionales Groupe RHÔNE ALPES / SUD-EST



Après les années Covid, les événements associatifs reprennent leurs droits !

En ce week-end de fête des lumières à Lyon, le 10 décembre 2022, le lycée Polyvalent Hector Guimard nous a chaleureusement accueilli dans ses locaux après 2 ans d'absence.

Avec une motivation décuplée et l'envie de redonner ses lettres de noblesses à la profession, le groupe régional ATF-AAESFF Rhône Alpes/Sud-Est, présidée par Lionel Alves, et son équipe toujours très dynamique et motivée, Mourad Toumi, Frédéric Montis et Benoît Moine a organisé en partenariat avec le lycée Hector Guimard, sous la houlette de son chef des travaux Lionel Barriquant, la Saint-Éloi en hommage à notre saint patron.



Après l'effort est venu le réconfort, les échanges et discussions ont continués autour d'un bon couscous qui aura revigoré nos convives et apporté de la chaleur en cette période hivernale. S'en ai suivi une activité Laser Game pour les plus téméraires et inconditionnels de la gâchette ainsi que le match des quarts de final de la coupe du monde Portugal-Maroc qui aura vu la victoire ainsi que la qualification des Marocains pour la plus grande joie de notre ami Mourad Toumi qui a également assisté à la qualification de la France face à son rival de toujours l'Angleterre.

Un grand remerciement à tous les participants ainsi qu'au nouveau proviseur du Lycée Polyvalent Hector Guimard - Cyril Jacquin, au directeur délégué aux formations - Lionel Barriquant, au corps enseignant du lycée Hector Guimard - Fabien Lanicot, Alphonse Dor, Thierry Frascone, Jean-Philippe

Turrel, Julien Redolfi et à notre équipe ATF-AAESFF Rhône Alpes / Sud-Est - Mourad Toumi, Frédéric Montis et Benoît Moine.

Lionel ALVES //////////////

Président ATF-AAESFF RA/SE



Plus de 110 personnes se sont retrouvées autour des tables de moulage afin de découvrir ou redécouvrir les métiers de la fonderie ainsi que pour les petits nouveaux réaliser leur première pièce moulée, comme Murielle Massutti d'EUROMETA (Chambéry).

Cette Saint-Éloi fut également la consécration pour nos jeunes étudiants issus de BTS et Licence Professionnelle fonderie qui ont reçu leur diplôme sous les acclamations et les



CLIQUEZ SUR LES PHOTOS
Pour accéder au diaporama

congratulations des industriels et familles venus pour encourager ces jeunes à persévérer dans ce milieu riche en aventures.

Un hommage a été rendu à notre ami Bernard Guironnet (fidèle membre actif des associations ATF et AAESFF) qui nous a quitté le 15 Novembre. Le délégué à la formation de la fédération forge fonderie, M. Sergio Da Rocha, est venu de Paris pour montrer l'engagement et l'engagement de la fédération à encourager ses futurs acteurs de l'industries. L'apéritif a été offert par nos sponsors Aluminium Martigny et ELKEM.





Groupe CENTRE AUVERGNE **Journée d'Actions Régionales**

Le Samedi 04 février prochain :

Nous vous attendons au Lycée Henri Brisson de VIERZON pour accompagner l'équipe pédagogique au cours des journées Portes Ouvertes.

Plus d'info

- A partir de 09h30 l'équipe ATF AAESFF vous attend dans le hall d'accueil de la Fonderie
- Entre 10h00 et 12h00 :
 - Rencontres avec les industriels exposants et visite des ateliers de la fonderie

→ Possibilité de participer à l'atelier moulage en compagnie des jeunes étudiants fondeurs

- En fin de matinée COULEE DE DEMONSTRATION DES ELEVES
- Déjeuner pris en commun au Restaurant Le Chalet de la Forêt Vierzon
 - Remise de la crosse Saint-ELOI 2022 au cours du déjeuner
- Retour au Lycée et fin de notre journée

Contact

SEBASTIEN MALLET pour envoi de vos [coupons de participations](#) :

@ sebetsab.mallet@orange.fr

Hommage à Bernard GUIRONNET

Bernard GUIRONNET nous a quitté en fin d'année 2022, les adhérents de l'AAESFF et de l'ATF lui ont rendu hommage en accompagnant sa famille.

C'était quelques jours avant la célébration de Saint-Eloi, patron des fondeurs, une célébration qu'il ne manquait que très rarement.

Bernard était très souvent présent lors de nos sorties régionales communes, il nous apportait sa bonne humeur, sa confiance et son optimisme.

Il avait une foi inébranlable dans ce que nos associations de fondeurs apportaient et apportent à notre profession, la formation, la diffusion du savoir.

Persuadé que les échanges techniques et amicaux de nos associations favorisent à la fois les membres des associations techniques et les entreprises, il avait été président de la commission CYCLATEF pendant la période de sa vie professionnelle où il officiait à la fonderie de SEPT-FONS.



Vous trouverez en lien ci-dessous les pages que l'AAESFF a rédigées sur Bernard dans sa Newsletter *Sup Forge Fonderie* n°36 de décembre 2022

https://www.aaesff.fr/images/newsletter/pdf/SupForgeFonderie_N36.pdf

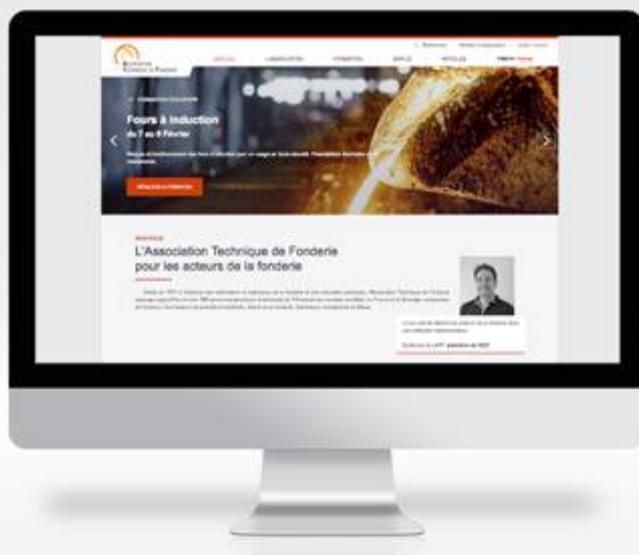
L'ATF adresse toutes ses amitiés à sa fille et à ses proches.

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



L'ATF vous présente son nouveau site internet

L'ATF a le plaisir de vous présenter son nouveau site internet !
Vous pouvez accéder au site à l'adresse : <https://atf.asso.fr/>



Ce nouveau site qui présente un design moderne et attrayant propose des fonctionnalités et services pratiques répondant aux attentes et aux usages actuels de ses utilisateurs. Le site s'articule autour de cinq axes principaux, ci-après listés, qui répondent en même temps aux objectifs statutaires de l'association : l'information, l'actualité, la formation professionnelle, l'emploi et la documentation technique. En plus le site favorise et facilite les échanges et les contacts entre les différents représentants et acteurs de la fonderie.

Notre site garde pour but principal de **VOUS INFORMER** et vous offre un accès public à toute l'actualité récente de la fonderie et de l'association. Le contenu est optimisé pour pouvoir être largement diffusé, repris et partagé sur différents appareils et canaux populaires ! À vos partages !

Dans le but de toujours plus apporter notre soutien au monde de la fonderie, et pour tenter de palier aux problèmes de recrutement, nous avons optimiser notre page **OFFRES D'EMPLOI** afin d'augmenter la visibilité des annonces et de faciliter la recherche pour les internautes qui pourront s'ils le souhaitent recevoir des alertes lorsqu'une nouvelle offre qui lui correspond sera mise en ligne.

Rappel : la publication d'offre sur notre site internet est **GRATUITE** pour les sociétés qui adhèrent à notre association !
Adhérez maintenant en cliquant sur ce lien :
bulletin d'adhésion - <https://atf.asso.fr/association#adhesions>

VOUS DOCUMENTER grâce à un accès réservé à la bibliothèque, à de nombreux articles techniques et à la veille technologique. La navigation à travers nos riches articles est simplifiée et vous propose un service de recherche intelligente par thèmes, auteurs ou mots-clés.

LA FORMATION : de la même façon, vous pourrez parcourir facilement notre catalogue complet des formations CYCLATEF avec la possibilité de les filtrer par critères. L'inscription aux formations y est repensée et simplifiée.

Notre revue professionnelle, **TECH News FONDERIE**, reste consultable directement en ligne sur le site ainsi que l'historique complet des numéros.



Enfin, notre nouveau site offre à nos annonceurs de nouveaux emplacements publicitaires : des placements stratégiques, ciblés et sans gêne pour l'utilisateur. Découvrez-les sans plus attendre sur notre Médiakit et réservez vite vos emplacements pour l'année 2023 - <https://atf.asso.fr/pdf/mediakit-2023.pdf>.

Nous espérons que ce nouveau moyen de communication sera à la hauteur de vos attentes. Nous vous laissons apprécier le site en vous souhaitant une excellente découverte et nous vous remercions pour votre confiance.

Merci également au développeur du site, Monsieur CHOLLEY Alexandre D.I.02 pour la qualité de son travail !

Pour plus d'informations,
contactez notre Secrétaire Générale :
atf-sg@atf-asso.com / 06.02.58.01.09

BIENVENUE au sein de l'ATF

*Dans le cadre de notre développement
afin de mieux servir l'industrie de la fonderie,
c'est avec plaisir que nous accueillons :*

Cloé TEODORI

**Assistante
administrative**

Cloé a une large expérience dans l'assistance administrative. Elle aura pour principale mission de supporter en interne nos activités auprès des fondeurs. Elle parle couramment l'anglais et l'italien. Nous lui souhaitons d'apprécier ses missions et d'être rapidement à votre contact.

Ses coordonnées :

@ assistante@atf.asso.fr
📠 06 02 58 01 09
☎ 01 71 16 12 08

Emeline JOLIBERT

**Commerciale
régie publicitaire**

Emeline est ingénieure ESFF et sans aucun doute passionnée par notre métier. Après une expérience en fonderie de quelques années et une expatriation en Guyane de 3 ans, elle rejoint l'ATF afin de succéder à Gérard Lebon (connu de tous). Une période de recouvrement de 6 mois minimum sera faite afin d'assurer 100% de nos missions dans les meilleures conditions

Ses coordonnées :

regiepubtnf@atf.asso.com @
06 63 93 67 41 📠
01 71 16 12 08 ☎



La fabrication additive au salon 3D PRINT • Paris

>>> PRÉAMBULE

Dans le n°3 de **TECH News FONDERIE** (avril 2018) Gérard LEBON et Patrice DUFEY avaient, pour l'ATF, parcouru les allées du salon Add Fab et participé à quelques conférences organisées sur les deux jours de ce salon qui s'était tenu à Paris les 11 et 12 avril 2018.

Cette 2^{ème} édition avait rassemblé une trentaine d'exposants et attiré plus de 2000 visiteurs. La 3^{ème} édition prévue en octobre 2019 avait été annulée et reportée en 2020. Le salon Add Fab a finalement disparu.

En effet, les sociétés organisatrices de salons, ayant perçu le potentiel de développement de cette technologie, voulaient toutes détenir le salon référent et la concurrence était rude.

Il y a 20 ans Londres accueillait la 1^{ère} édition du salon 3D Printshow.

En novembre 2013 ce salon se tenait à Paris. Les démonstrations et les conférences proposées concernaient les arts, l'architecture, la mode, la médecine.

Fort du succès de cette 1^{ère} édition parisienne une seconde édition se tenait de nouveau à Paris en octobre 2014.

En juin de la même année Lyon accueillait la 1^{ère} édition du salon 3D PRINT dont la cible était orientée B2B. La réussite de cette édition qui rassembla une soixantaine d'exposants incita les organisateurs à renouveler l'expérience. La 2^{ème} édition eu lieu de nouveau à Lyon en septembre 2015. Elle réunissait 80 exposants et accueillit plus de 2000 visiteurs.

En 2019, 250 exposants participaient à la 6^{ème} édition de 3D PRINT Lyon et 6000 visiteurs en parcouraient les allées.

Après deux années sans salon la 7^{ème} édition rassembla à Lyon début avril 2022 plus de 300 exposants dont 30% de nouveaux par rapport à l'édition 2019.

Fort de leur expérience les organisateurs du salon lyonnais souhaitant insuffler une nouvelle dynamique à leur démarche ont décliné cet évènement à Paris en octobre 2021.

150 exposants étaient présents à cette 1^{ère} édition parisienne.

L'ATF soucieuse de faire un point d'étape sur la fabrication additive a délégué un de ses bénévoles à la 2^{ème} édition 3D PRINT Paris qui s'est tenue les 19 et 20 octobre 2022 ; elle regroupait 200 exposants et proposait 45 conférences et ateliers animés par 80 intervenants.



>>> LE SALON

D'importants travaux liés au prolongement du RER E et du tramway T3 perturbaient l'accès au Palais des Congrès où se tenait le salon 3D PRINT, mais les visiteurs étaient cependant nombreux le mercredi 19 octobre 2022 à en parcourir les allées souvent fort encombrées. Ce salon qui se présente comme le salon de référence en impression 3D regroupe toute la panoplie de ce qui se fait en impression 3D et fabrication additive.

Ainsi on découvrait à l'entrée du salon le stand de « La Ferme 3D » qui est une ferme d'imprimantes 3D proposant la seule formation certifiante reconnue par France Compétence sous l'appellation « Exploiter une imprimante 3D à dépôt de filament fondu » ; un peu plus loin la start-up « la Pâtisserie Numérique » commercialise des imprimantes 3D pilotables par smartphone à destination des artisans pour la production de pâtes à biscuits et de fonds de tartes, son stand côtoie presque celui de la société américaine Markforged qui conçoit, développe et fabrique des imprimantes 3D métal.

Face à cette accumulation d'horizons divers explorés par l'impression 3D, je me suis focalisé sur l'impression 3D métal, technologie porteuse de solutions pour la fonderie.

>>> L'IMPRESSION 3D MÉTAL

Sur l'un des plus importants stands du salon la société **Markforged** présentait ses dernières imprimantes 3D dont la Métal X exploitant le procédé de fabrication additive par diffusion atomique (ADAM).

Ce processus propriétaire consiste dans un dépôt couche par couche de fil constitué du liant (polymère + cire) et de la poudre métallique.

Cette technologie permet de recourir à des supports d'impression, imprimés dans le même matériau que la pièce, mais facilement séparables par l'ajout d'une couche intermédiaire à base de céramique.



Une fois imprimée la pièce doit être déliantée (enlèvement de la part polymère + cire) dans une enceinte spécifique puis frittée dans un four de cuisson

Au terme de cette dernière étape au cours de laquelle les pièces subissent une réduction de dimensions dans toutes les directions d'environ 20%, présentent une « densité » de 96%. Markforged annonce des coûts de fabrication divisés par 100 par rapport à la fonderie ou l'usinage.

Actuellement les matériaux compatibles avec ce procédé sont le Titane, l'Inconel, le Cuivre et l'Aluminium.

Les consommables fils (polymère + cire + poudre métallique) sont fournis par Markforged, ils ne sont pas en open source comme chez la plupart des autres fabricants.

C'est un autre procédé de fabrication additive qui est mis en œuvre par la société **AGS Fusion** du groupe AGS présent aussi sur le salon. Il s'agit du procédé de fusion laser sur lit de poudre.

Le processus d'impression est réalisé au sein d'une imprimante 3D dont l'enceinte est d'abord remplie d'un gaz inerte puis chauffée à la température d'impression optimale.

Une fine couche de poudre est alors déposée sur le plateau. Le laser à fibre optique (200/500 W) vient alors balayer la section transversale de la pièce, fusionnant les particules métalliques. Lorsque la couche est terminée, le plateau descend et une autre couche de poudre est ajoutée. Le processus est répété jusqu'à l'obtention de la pièce finale.

La pièce est attachée au plateau par un support qui assure la dissipation des calories développées lors de la fusion laser.

Ce support est retiré par usinage ou autre technologie.

Les pièces peuvent être traitées thermiquement pour réduire les contraintes résiduelles et améliorer les propriétés mécaniques. Celles-ci sont aujourd'hui comparables à celles obtenues par les techniques de fonderie ou d'usinage.

Les poudres utilisées sont des poudres d'alliages tels que l'acier inoxydable, le cobalt-chrome, l'aluminium, le titane ou encore l'in-



TECHNOLOGIES DE FABRICATION ADDITIVE METALLIQUE Classées par matière première et source d'énergie

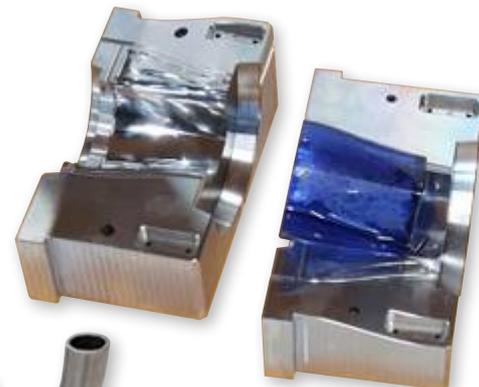
WIRE			POWDER				FILAMENT/ROOS PASTE
Directed Energy Deposition				Powder Bed Fusion		Binder Jetting	Extrusion de matériaux
Arc (WAAM)	WP-LMD	Cold Spray	Laser	Laser	Electron Beam		

conel. Quelques métaux précieux (or, platine, argent) peuvent être utilisés, presque exclusivement dans le secteur de la joaillerie.

L'aéronautique est très friande de cette technologie. AGS présentait sur son stand une des pièces du groupe de lubrification du moteur LEAP-1A développé par Safran Aero Boosters et réalisée par AGS par fusion laser sur lit de poudre aluminium.

Comme pour la robotique la technologie de fabrication additive a donné naissance à des sociétés intégratrices.

Ainsi la société française MULTISATION réalise l'intégration de tous les éléments de la chaîne de valeur de la fabrication additive et digitale. Elle en assure le déploiement sur site ainsi que la maintenance et la garantie de performance.



La société travaille en relation étroite avec divers partenaires fabricants comme Geferlec pour la technologie WAAM (dépôt de fil fondu par arc électrique), Meltio pour la technologie LMD (tête de dépôt de fil et poudre fondu par laser) ; ce process permet d'obtenir un état de surface de pièce plus fin que le procédé WAAM. SBI pour la technologie PMD (dépôt de fil fondu par plasma). Ces divers procédés peuvent être intégrés dans des machines CNC comportant jusqu' à 5 axes et pouvant atteindre pour la technologie WAAM des volumes de travail de 1,1m x 1,4m x 1,7m.





En 2018 HP se lançait sur le marché de la fabrication additive métal.

Présent sur le salon ce major américain présentait quelques-unes de ses machines basées sur le procédé Metal Jet Fusion qui s'apparente à du liage de poudre.

Cette technologie où des agents liants sont déposés sur la couche de poudre métal (binder jetting) demande la mise en œuvre de plusieurs étapes de fabrication : gestion de la poudre, impression, durcissement, débourrage puis frittage.

HP qui commercialise les machines assurant la totalité de ces opérations a collaboré pour fiabiliser son procédé et ses machines avec des partenaires de renom comme Volkswagen ou Schneider Electric.

Dans l'environnement de ces fabricants se sont développées des sociétés de service et de conseil : fournisseurs de matériaux, de logiciels de CAO, de logiciels de pilotage de machines, de logiciels de suivi de production, de moyens de contrôle dimensionnel... Un grand nombre de ces prestataires étaient présents sur le salon.

Le CETIM avait un stand sur ce salon. Il s'y présentait comme un des leaders français de la fabrication additive métal.

Ce centre de recherche collabore essentiellement avec la société EOS, le fabricant allemand d'imprimantes 3D utilisant la technologie DLMS (fusion laser sur lit de poudre). EOS se présente comme le leader mondial pour les imprimantes 3D métal haut de gamme. Le CETIM propose des stages de formation pour améliorer la chaîne de valeur des lignes de production de fabrication additive des utilisateurs français de cette technologie.

>>> NORMALISATION

Il est toujours très compliqué de s'y retrouver dans toutes les appella-

tions des technologies de fabrication additive et d'impression 3D.

En 2011, l'Association française de normalisation (AFNOR) s'y était attelée en publiant la norme unilingue française NF E 67-001.

L'ASTM a publié en 2012 la norme ASTM F2792-12a Standard Terminology for Additive Manufacturing Technologies, qui regroupe les procédés de fabrication additive dans sept catégories dont les dénominations ne font pas l'objet d'une propriété intellectuelle.

En décembre 2015 ISO et ASTM publiaient la norme 52900:2015 : « fabrication additive – principes généraux – terminologie ». Cette norme révisée en novembre 2021 devient ISO/ASTM 52900:2021 : « fabrication additive – principes généraux – fondamentaux et vocabulaire ».

Cependant les marques de commerce composées d'abréviations qui sont légion dans ce domaine ne facilitent pas l'harmonisation du vocabulaire.



>>> CONCLUSION

La fabrication additive métal prend une importance de plus en plus grande dans les processus de fabrication en offrant par rapport aux procédés classiques de fonderie et d'usinage des possibilités de concevoir des pièces aux structures plus complexes, ouvrant ainsi la porte à une infinie de possibilités, pour gagner en poids et/ou en coût. Les pièces peuvent être produites avec moins de soudures et/ou d'assemblages.

Elle permet d'intervenir en très petite série sur des prototypes, réduisant ainsi les coûts des tests de fonctionnement.

Elle permet aussi de fabriquer des moules ou des pièces de rechange non disponibles ou rares.

Ses contraintes actuelles restent la taille des pièces, dépendant de la capacité volumique des imprimantes, le coût des machines qui a cependant beaucoup diminué, la maîtrise par le personnel des logiciels et des machines d'impression et d'éventuels post-traitements.

Ce salon de par le nombre d'exposants présents, la diversité des technologies proposées, la foultitude des matériaux travaillés et le nombre de visiteurs sans cesse croissant illustre la forte progression de l'industrie de la fabrication additive.

Wohler Associates fait chaque année un point mondial sur le développement de l'impression 3D et la fabrication additive. Le rapport 2022 montre une croissance du marché de 19,5% en 2021. La moyenne sur 10 ans avant 2020 était de 27,4%.

D'après une récente étude d'Allied Market Research le marché de l'impression 3D devrait atteindre 107,7 milliards de \$ d'ici 2031.

Rendez-vous est pris pour une visite des salons 3D PRINT 2023 qui se tiendront à Eurexpo Lyon du 6 au 8 juin et du 11 au 12 octobre 2023 à Paris Porte de Versailles.

Patrice DUFÉY - ATF //////////////

Références :

- <https://www.circuitmagazine.org/chroniques-2/les-mots/la-fabrication-additive-un-casse-tete-terminologique-3d>
- <https://www.iso.org/obp/ui/#iso:std:iso-astm:52900:ed-2:vi:fr>
- <https://www.3dnatives.com/march-impression-3d-industrielle-07-09-20228/#/>

Les défis de l'industrie de la fonderie

Journée polonaise du fondeur 2022

C'est l'événement de fonderie le plus important en Pologne est également devenu un lieu de rencontre important des représentants de la fonderie de la scène internationale. Usuellement, dans la première moitié du mois de décembre, l'Association technique des fondeurs polonais organise une conférence de l'industrie, qui est aussi la journée nationale du fondeur.

Le 9 décembre 2022, la célébration de la Journée des fondeurs polonais a été accompagnée de la Conférence internationale sur les « Défis de l'industrie de la fonderie ». Le sujet de la conférence a été principalement consacré, aux possibilités de modernisation et d'innovation aux solutions pour réduire la consommation d'énergie, à la numérisation, aux changements dans les processus de production pour la réalisation de pièces moulées de plus en plus exigeantes et à la mise en œuvre de l'idée de l'industrie 4.0.

La fonderie, en tant qu'industrie à forte consommation d'énergie, est confrontée à de nombreux défis. Les prix élevés des matières premières et de l'énergie, la recherche du personnel adéquat et la modernisation des machines sont quelques-uns des défis fondamentaux posés à cette industrie. Relever ces défis est essentiel pour garantir l'avantage concurrentiel des entreprises sur les marchés mondiaux.

Lors de l'ouverture officielle de la conférence, les insignes honorifiques STOP et le prix de la fonderie de l'année - édition 2021 ont été remis à Odlewnia Silum Sp. z o.o.

L'invité de la cérémonie était Andrew Turner - Secrétaire exécutif de l'Organisation Mondiale de la Fonderie (photo ci-dessous), que le STOP a remercié pour sa coopération et son soutien à long terme.



A cette occasion, celui-ci a également présenté l'appel du WFO aux jeunes chercheurs et doctorants du monde, dans le milieu de la fonderie avec pour objectif la réalisation d'une conférence en ligne qui sera diffusée si cette dernière est retenue. Plus de détail sur le site www.atf-asso.fr et sur le **TECH News FONDERIE** n°36.

Les diverses discussions que j'ai pu avoir avec nos homologues fondeurs polonais furent l'occasion d'apprendre quelques faits amusants sur la fonderie locale :

- Les célébrations de cet événement à l'époque de la République populaire de Pologne (PRL) avaient généralement lieu le premier dimanche après le 4 décembre. De nos jours, la date de la célébration n'est plus aussi régulière...
- Le premier four de fonderie en Pologne a été lancé en 1796 à Gliwice - son concepteur était J. Baildon d'Écosse.
- Après la fin de la Seconde Guerre mondiale, l'Association technique des fondeurs polonais a repris son activité et la publication du magazine « *Przegląd Odlewnictwa* », qui est toujours publié à ce jour. Il est une source de connaissances sur la fonderie... rappelant un autre magazine français.

La conférence s'est organisée sous le patronage du WFO (World Foundry Organization) et sous le parrainage médiatique de Foundry Planet - le portail de la fonderie publié mondialement et des revues The Przegląd Odlewnictwa et The STAL, Metale i Technologie.

Au cours de la conférence, 13 articles ont été présentés :

1. **How much can be saved on the energy transition and why is it a strategic necessity for enterprises today?**
• Luneos Sp. z o.o.
2. **Examples of sand 3D printing applications for the Polish and foreign markets** • ExOne

3. **Waste heat recovery as one of the most effective ways to save energy in Foundries** • Nega-Energy

4. **Hybrid protective coatings - a new technology for the elimination of a group of surface defects typical for large-size castings: veins, deep filtration, penetration,**

roughness, burns • Krakodlew SA

5. **Modern materials that save costs in foundry** • Sand Team, spol. s r.o.

6. **Advanced Shimadzu solutions for foundry industry** • Shim-pol

7. **Possible application of different technology of using technical gases in foundries plants** • Messer Polska Sp. z o.o.

8. **Cutting edge composite technologies for use in the foundry industry. 1 instead of 2.** • Innerco Sp. z o.o.

9. **Żywfur EKO - New generation of environmentally friendly furfuryl resins for the foundry industry** • Grupa Azoty Jednostka Ratownictwa Chemicznego Sp.z o.o.

10. **Fast, non-destructive method for assessing residual stress as support for minimizing production costs** • NNT Sp. z o.o.

11. **Digitization of production processes in foundries using the ERP system and artificial intelligence** • ABAS Business Solutions Poland Sp. z o.o.

12. **Casting of engine pistons from aluminum alloys over 50 years in Federal-Mogul Gorzyce** • Silesian University of Technology

13. **Research directions in the application of new IT solutions in metal foundries** • AGH

La conférence était accompagnée d'une exposition de 17 entreprises. Environ 230 personnes de Pologne et de l'étranger ont participé à la conférence.

La Journée du fondeur polonais, comme chaque année, est un endroit idéal pour échanger des informations et établir de nouveaux contacts commerciaux. Dès à présent, STOP nous invite à la prochaine édition en Décembre 2023.

Guillaume ALLART - Président de l'ATF //////////////

Journée d'Actions Régionales Groupe NORD & ÎLE-DE-FRANCE

27 NOVEMBRE 2022

Les membres du bureau ATF et AAESFF Nord et Île-de-France remercient tous ceux qui ont contribué à la réussite de la dernière Journée d'Actions Régionales qui a eu lieu le 25 novembre, à l'occasion de la Saint-Eloi !



La production représente environ 34 tonnes coulées par jour et 540 mètres de tubes centrifugés par jour pour un chiffre d'affaires de pratiquement 60 millions d'euros.

400 personnes travaillent sur le site pour 100 métiers représentés.

Les membres du bureau ATF et AAESFF Nord et Île-de-France remercient tous ceux qui ont contribué à la réussite de la dernière Journée d'Actions Régionales qui a eu lieu le 25 novembre, à l'occasion de la Saint-Eloi !

>>> POINTS FORTS DE LA JOURNÉE

Cette journée à la fois technique et ludique organisée sur le site de Manoir Industries Pitres a réuni une trentaine de personnes toutes ravies de pouvoir se retrouver après 2 années pendant lesquelles les réunions virtuelles étaient devenues la norme. <https://www.manoir-industries.com/fr/accueil/>

Une visite de fonderie captivante :

Manoir Pitres possède incontestablement un savoir-faire unique et peu de fonderies dans le monde peuvent rivaliser. Cela a été particulièrement intéressant de parcourir les divers secteurs, guidés en petits groupes par les spécialistes des lieux.

Un thème de conférences très actuel :

3 conférences sur l'énergie et les mutations nécessaires en fonderie ont captivé l'auditoire.

La conclusion de la journée avec St Eloi :

Pour bien terminer la journée, la visite de Pont de l'Arche et le repas de la St Eloi à l'Auberge du Pressoir à Igoville ont permis à ceux qui étaient restés de se relaxer et de profiter de beaux moments de convivialité.

>>> PLUS DE DÉTAILS SUR CETTE JOURNÉE

Manoir Pitres nous accueille :

Tout a débuté par un accueil chaleureux autour de viennoiseries et de boissons matinales, ce qui a permis à chacun de retrouver les collègues et amis de la profession !

Nous remercions nos principaux hôtes, notamment Pierre Emanuel NIOCHE, Patrice CARPENTIER, Christophe BRICE, Pierre TARDIF,



Ousmane GAYE, Henri DABAS, Manuel ROUSSEL... Pour leur accueil très amical et professionnel, ainsi que leurs nombreux collègues du site qui ont pris part au bon déroulement de la journée.

Manoir Pitres fait partie du groupe Manoir Industries :

Manoir Industries est un groupe international spécialisé dans la transformation des métaux depuis plus de 100 ans : le groupe développe des alliages et exploite des procédés pour la fabrication de pièces métalliques moulées à haute performance et d'ensembles complexes pour les marchés de la pétrochimie, du nucléaire, de l'extraction du pétrole et du gaz, de l'hydraulique, de la défense, de la sidérurgie, de l'aéronautique et du transport. Pour ce qui concerne la branche FONDERIE, Manoir Industries maîtrise les procédés de moulage sable et par centrifugation horizontale et verticale, apportant à ses clients des solutions techniques compte tenu de son expertise métallurgique centenaire.

Manoir Pitres se présente :

Mr Pierre Emanuel NIOCHE nous a brossé l'historique du Manoir Pitres dont le centenaire a été fêté en 2017 !

« Nos processus sont liés à nos deux marchés de prédilection, plus le conventionnel :

- Le nucléaire pour lequel nous produisons de la robinetterie, des corps de pompes et de vannes en pièces moulées et de la tuyauterie par centrifugation
- La pétrochimie où nous réalisons des sous-ensembles, composés d'éléments centrifugés et moulés, pour le vapocraquage, le reformage et la DRI (Réduction directe du minerai)
- Le conventionnel pour compléter, qui nous sollicite pour la fabrication de pièces et de tubes pour l'armement, l'énergie, et le ferroviaire

Aux côtés de nos clients, notre rôle est celui d'un prestataire global. Nous sommes capables de maîtriser en amont la conception et le design, en intégrant tout au long de la chaîne de production, des procédés comme l'usinage, le soudage, les contrôles non destructifs sans oublier en aval, les services sur site »

Manoir Pitres affiche une stratégie d'innovation :

L'objectif de la R&D est de développer et proposer des solutions pour ses clients en termes de performance, de qualité et de fiabilité. L'usine travaille sur diverses solutions et notamment pour les marchés de la pétrochimie, des aciers brevetés, des matériaux avec de nouvelles manaurites®, géométriques ou revêtement pour permettre à ses clients d'atteindre de meilleurs rendements de leurs fours de vapocraquage, réformage et de réduction directe du minerai de fer (DRI).

Manoir Pitres nous fait visiter :

L'usine possède plusieurs départements avec la partie centrifugation et la fonderie statique ainsi que des laboratoires tant pour le contrôle et la caractérisation des sables que pour les essais métallurgiques ou encore les essais mécaniques de toutes sortes.



Nous découvrons tout d'abord le **côté centrifugation** qui se divise lui-même en centrifugation horizontale et centrifugation verticale. Les diamètres des tubes peuvent commencer à 30-50 mm pour aller jusqu'à 1,3m, pour des longueurs qui peuvent atteindre 6 m (selon les diamètres).

Pour la **centrifugation horizontale** en coquilles, la quantité de métal coulé exige une grande précision, en particulier pour le respect des diamètres intérieurs. La vitesse de rotation est logiquement plus faible pour les plus gros diamètres.

La centrifugation verticale utilise quant à elle des outillages graphite et peut inclure ou non des noyaux. La vitesse de rotation va également jouer un rôle prépondérant et peut même autoriser la fabrication pièces coniques !

Typiquement la température du métal coulé est de 1700°C avec des températures de coquilles proches de 450°C. La maîtrise du poids coulé est fondamentale avant l'usinage intérieur des tubes.

Le processus suivant consiste à redresser les tubes coupés à longueur puis à aléser l'intérieur. A ce niveau, des contrôles par ressage permettent de vérifier la qualité de chaque tube avant l'assemblage de longueurs définies de plusieurs tubes. Pour ce faire, les sections de tubes sont chanfreinées puis assemblées par soudage bout à bout grâce à différents procédés de soudage manuels, semi-automatiques ou automatiques. Nous y retrouvons plusieurs procédés dont le TIG et surtout le procédé high tech de soudage par faisceaux d'électrons sous vide.

Finalement des contrôles qualité par ressage, courants de Foucault, rayons X, gammagraphie et épreuves hydrauliques permettent de valider ces longueurs de tubes avant la phase finale d'assemblages des ensembles réalisés à façon dans des ateliers modulables mobiles.

La **fonderie statique** est plus conventionnelle : Même si le modelage est essentiellement

sous-traité, un atelier de modelage permet de faire les modifications internes nécessaires. Nous visualisons aussi l'utilisation d'un logiciel de simulation de remplissage et de solidification, pour la mise au point des systèmes de coulée et de masselottage.

Le moulage main en fosses ou à plat, inclut plusieurs techniques de sable à prise chimique avec en particulier le procédé polyuréthane et le procédé furanique. Ces procédés emploient du sable siliceux et du sable chromite selon les besoins. Le tri et la régénération de ces sables fait naturellement partie des solutions techniques bien maîtrisées dans la fonderie.

Nous avons pu entrevoir quelques autres aspects du large savoir-faire de Manoir Pitres : sans vouloir être exhaustif, nous pouvons mentionner la fusion AOD qui autorise des métallurgies très pointues, les procédés de traitements thermiques eau, air et polymères, les centres d'usinages très spécifiques permettant d'ébaucher ou d'usiner des pièces complexes que ce soit pour la pétrochimie ou le nucléaire, des outils de contrôles dimensionnels adaptés aux grosses pièces et enfin des puissants contrôles par radiographie Gama ou RX.

Merci encore à Manoir Pitres de nous avoir accueillis pour cette visite guidée très enrichissante.

Le repas de midi au restaurant d'entreprise est venu ponctuer la journée et a permis une recharge des batteries de chacun pour les conférences de l'après-midi.

Afin de capter l'auditoire sur toute la journée, 3 conférences intéressantes sur l'énergie et les mutations nécessaires en fonderie nous ont ensuite été proposées :

1 Intervention en visio-conférence de Monsieur **Jean-Baptiste DECHAUMONT** des Fonderies DECHAUMONT à Muret 31600 : En cette période de fin Novembre 2022 les fondeurs comme l'ensemble des industriels qui doivent renouveler leurs contrats d'ap-

provisionnement en énergies sont confrontés à des hausses de tarifs inédites, susceptibles de mettre en péril leur activité et d'entraîner purement et simplement la fermeture de leurs entreprises.

C'est dans ce contexte pour le moins anxiogène que Monsieur Jean-Baptiste DECHAUMONT a bien voulu faire part de sa propre situation et des décisions qu'il envisageait de prendre, dans le but de contribuer à éclairer ses collègues fondeurs et les différents acteurs du domaine de la fonderie.

Spécialisée dans la fabrication de pièces en fonte GS essentiellement, la fonderie DECHAUMONT emploie 150 personnes qui travaillent en deux équipes et réalise un chiffre d'affaires annuel de 20 M€.

Elle dispose de deux chantiers de moulage et de deux fours à induction moyenne fréquence de 6 tonnes/3600 kW chacun.

La consommation électrique de l'entreprise est de 12 GWh par an, celle de gaz de 1 GWh.

A titre indicatif, fin 2021 le prix du MWh était de l'ordre de 70 €. En Août 2023 il atteignait 1000 € en prix spot pour fixer les idées.

Dans ce contexte inimaginable, la facture d'énergie de l'entreprise pourrait passer de 700 k€ en 2019 à plus de 1,5 M€ aujourd'hui, sans qu'il y ait actuellement une véritable visibilité.

Monsieur DECHAUMONT a détaillé les offres qui lui étaient proposées par les différents fournisseurs et les solutions à cours-terme qu'il envisageait, mentionnant que le prix du MWh en spot pourrait fluctuer entre 80 et 150 €. Avant cette période de crise le coût de l'énergie représentait de l'ordre de 4 % du chiffre d'affaires de la fonderie DECHAUMONT. Il va probablement atteindre 8 % très rapidement dans le meilleur des cas et dans un avenir proche il est envisageable qu'il représente 15 %, ce qui est considérable, avec toutes les incidences que l'on peut supposer concernant les prix de pièces et le marché.

Lors de cette journée du 25 Novembre 2022 chez Manoir à Pitres, les aides destinées à aider ou accompagner les entreprises industrielles pour faire face à ces augmentations n'étaient pas encore dévoilées.





C'est donc dans le contexte le plus sombre et le plus inquiétant pour l'industrie en général que Monsieur DECHAUMONT nous a fait part de la gravité de la situation pour les fonderies et nous a exposé les solutions envisageables du moment.

Nous le remercions d'avoir bien voulu communiquer ce qui était relatif à sa propre entreprise pour nous éclairer, pour la clarté de ses explications et pour son dynamisme très communicatif.

2 Intervention de Monsieur **Eric DEFRETIERE** de la société EJ Picardie située à Saint-Crépin-labouvillers 60149 :

EJ Picardie est spécialisée dans la fabrication de pièces de voirie réalisées en fonte GS perlito-ferritique.

Le cubilot à vent chaud de l'entreprise permet de débiter de l'ordre de 25 tonnes par heure de fonte à une température de 1520°C. Après un traitement de désulfuration, le métal est stocké dans un four de maintien avant de subir un traitement de sphéroidisation.

Les pièces sont produites sur un chantier automatique de moulage à vert.

Au-delà du problème lié à l'augmentation du coût de l'énergie, les fondeurs sont aussi confrontés aux taxes relatives aux rejets de CO₂. Monsieur DEFRETIERE nous explique que son entreprise a mis en place un vaste plan d'action, dont il a la charge, qui porte sur l'amélioration du parachèvement des pièces et sur la décarbonation de ses fabrications.

La volonté de EJ est de s'inscrire dans une démarche de décarbonation, le remplacement du cubilot par la fusion électrique permettrait de réduire les émissions. Ce projet de plusieurs dizaines de millions d'euros qui mériterait un soutien conséquent pour une transition plus rapide. Il est suspendu à la visibilité des prix de l'électricité en France.

3 Intervention de Monsieur **Pierre TARDIF** de Manoir Industries Pîtres :

S'appuyant sur un PowerPoint d'une petite centaine de slides, Pierre nous a captivé pendant plus d'une heure sur l'énergie en général et les enjeux associés auxquels nous sommes et seront confrontés demain.

S'appuyant sur un conséquent rapport de RTE, il nous a fait une présentation magistrale de l'ensemble de la consommation énergétique mondiale, européenne et française en indiquant la part consommée par l'industrie et les autres grands domaines. Les chiffres sont impressionnants et les perspectives de consommations à venir le sont tout-autant.

Par rapport à ces besoins, Pierre nous a montré les ressources dont nous disposons concernant le pétrole, le gaz et le charbon et les limites de fournitures auxquelles nous aurons faire face dans les années à venir.

Nous avons tout appris ou réappris concernant la production d'électricité, qu'elle soit d'origine nucléaire, thermique au charbon ou au gaz ou hydroélectrique.

Rien n'a été oublié non plus concernant les énergies renouvelables, que ce soit le photovoltaïque, l'éolien et ce qui provient de la biomasse.

Bien informés sur les ressources et la production d'énergie en général, il n'y avait plus qu'à s'intéresser aux perspectives de consommation et à voir si des craintes ruptures d'approvisionnements étaient envisageables.

Les six scénarios de mix énergétique étudiés par RTE nous ont été présentés de façon précise en indiquant les moyens de production électrique dont nous disposons en France mais aussi chez nos voisins, de leur insuffisance et de la nécessité de développer le parc nucléaire en même temps que les énergies renouvelables.

Bref ! Un exposé de très haute tenue, très instructif et mené tambour battant par un Pierre

TARDIF passionné et parfaitement documenté sur ce vaste sujet.
Un grand merci Pierre.

Pour finir agréablement, certains sont restés pour le programme de la soirée St Eloi :

Nous avons profité de sa proximité pour visiter PONT DE L'ARCHE. Cette petite ville, située sur la rive gauche de la Seine, est entre autre connue pour son rôle de protection de la Seine et de Paris des invasions Vikings, grâce à un pont de bois et les artifices de défenses construits au IX^e siècle. C'est sous la houlette de notre ami autochtone Pierre Tardif, guide d'un jour, que nous avons fait la découverte du centre de la ville, des vestiges de ses remparts, de sa très belle église et des magnifiques demeures à pans en bois. La clémence de la météo nous a permis de prendre beaucoup de plaisir à arpenter les charmantes petites rues de la ville, ce qui nous a ouvert l'appétit.

Dîner à L'Auberge du Pressoir à IGOVILLE :

Il nous a suffi de traverser la Seine pour nous retrouver autour d'une bonne table traditionnelle. Nous avons pu profiter d'une ambiance très chaleureuse pour agrémenter nos discussions de tout genre, tout en dégustant les spécialités locales qui nous étaient proposées. Il va de soi que nous avons levé notre verre en l'honneur de notre Saint Patron, Eloi, à qui nous devons beaucoup, et notamment ces petits moments de convivialités dans le cadre de notre profession ô combien passionnante. Merci encore à tous ceux qui ont contribué au bon déroulement de cette journée, merci à tous les participants et rendez-vous pour la prochaine session au printemps 2023 !

L'équipe du bureau ATF et

AAESFF Nord et Île-de-France

Laurent TAFFIN, Pierre TARDIF // // //

Patrick VERDOT & Jean-Charles TISSIER // // //





Opérateur, technicien, ingénieur, dirigeant, chercheur, etc...
L'adhésion personne physique est ouverte à toutes personnes actives.

Parce que l'avenir de la fonderie, ce sont nos jeunes. et que nous croyons en eux. Adhésion gratuite pour les étudiants

A travers l'adhésion des lycées, LATF participe aux supports techniques et pédagogiques, aux rencontres élèves-professionnels du métier.

Ce n'est pas parce que la retraite arrive que l'on ne peut plus être actif. L'ATF et nos jeunes ont besoins de ses nouveaux actifs.

L'adhésion morale est une participation à la vie associative de notre métier, un support financier et une reconnaissance de notre association comme composante utile de notre filière.

Parce que faire un don c'est aussi montrer son adhésion et son attachement à la plus ancienne des organisations de la filière fonderie.

Adhérer en 2023

c'est donner des ailes à nos actions, soutenir la profession



DES OUTILS ET DES ACTIONS EN 2023 :

- Une revue numérique **TECH News FONDERIE** dont les 7 numéros annuels vous sont envoyés par mail,
- Un site internet : atf.asso.fr qui vous permet de suivre en ligne notre calendrier d'événements, nos activités, la vie de l'association, l'accès à la bibliothèque des revues et donc à tous les articles techniques.
- Des formations **Cyclatef®** inter et intra entreprises pour vos techniciens et ingénieurs
- Des tarifs privilégiés pour des activités variées : Fondérales, journées d'étude et visites de sites de production à travers toute la France, sorties Saint-Eloi en région 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 de la revue, sur le site internet et les réseaux sociaux.

... Et déduire jusqu'à 66 % sur vos impôts

L'ATF étant un organisme d'utilité publique : vous pouvez déduire jusqu'à 66% de votre adhésion annuelle, retenus dans une limite de 20% du revenu net imposable. (montant et plafonds de la réduction d'impôt 2022).

Exemple :

*une cotisation de 85€
ne coûte finalement
que 30€.*

PERSONNES PHYSIQUES

Pour devenir membre
CLIQUEZ ICI

PERSONNES MORALES

Pour devenir membre
CLIQUEZ ICI

L'AGENDA 2023 DES FORMATIONS

Cyclatef®

FORMATION FONDERIE

INSCRIVEZ-VOUS
DIRECTEMENT À
UNE FORMATION

Fours à induction

du 7 au 9 février (Beauvais)

Initiation aux bases de la fonderie

du 20 au 23 février (Lyon)

Défauts et imperfections en fonderie de fonte

du 7 au 9 mars (Châteaubriant)

Sables à prise chimique

du 21 au 23 mars (Saint-Dizier)

Utilisation des données 3D

du 4 au 6 avril (Metz)

Les aciers moulés : métallurgie,
élaboration et traitements thermiques

du 18 au 20 avril (Maubeuge)

Usage des réfractaires en fonderie

du 9 au 11 mai (Angoulême)

Fontes à graphite sphéroïdal

du 30 mai au 1^{er} juin (Nancy)

Initiation aux bases de la fonderie

du 6 au 9 juin (Nancy)

Réaliser un audit en fonderie

du 20 au 22 juin (Grenoble)

Défectologie et imperfections
en fonderie d'aciers

du 5 au 7 septembre
(Saint-Etienne)

Sables à vert

du 19 au 22 septembre (Le Mans)

Propriétés, élaboration et traitements
thermiques des alliages d'aluminium moulés

du 10 au 12 octobre

Outils coquille gravité alliages d'aluminium :
conception, remplissage, thermique, poteyage

du 24 au 26 octobre

Métallurgie et métallographie des alliages
d'aluminium

du 7 au 9 novembre

Le moulage de précision à la cire perdue

du 21 au 23 novembre

La fonderie d'Art

du 5 au 7 décembre (Paris)

Défauts en fonderie d'alliages d'aluminium coulés
par gravité : diagnostics et solutions

du 19 au 21 décembre

RÉFÉRENCE

Cyclatef® : Fours à induction

Public concerné & prérequis

Prérequis : aucun

Public concerné : personnel souhaitant découvrir ou approfondir leurs connaissances des fours à induction ainsi que les règles de sécurité et usages.

Objectifs

- Connaître les risques et le fonctionnement des fours à induction pour en assurer un usage en toute sécurité ainsi que les prescriptions d'entretien et de maintenance.

Méthodes & moyens pédagogiques

Méthodes : magistrales, interrogatives, démonstratives, interactives.
Moyens : tableau blanc, paperboard, vidéoprojecteur, support de cours.

Synthèse du programme

- Bases de la métallurgie des ferreux.
- Généralités sur les fours à induction.
- Règles de sécurité et risques des fours à induction.
- Utilisation et bonne conduite d'un four à induction.

Suivi des formations & appréciations des résultats

Une évaluation préalable sous forme de QCM évaluation pré formative. Une évaluation post formative à chaud sous forme de QCM sera réalisée au terme de la formation.

Avec les participants à la formation : En fin de formation et si possible 6 mois après sous forme d'entretien individuel ou bien de façon collective en analyse des pratiques professionnelles : qu'est-ce qui a changé ? Qu'est-ce qui n'a pas changé ? Pourquoi ?

Avec les responsables de l'entreprise : impact de la formation dans l'activité professionnelle.

DURÉE : 3 jours

LIEU : Nous consulter

PRIX HT (tva 20%) : 1500 €

ANIMATEURS :

F.KOOTZ, L. ALVES, C. BERNELIN

RÉFÉRENCE

Cyclatef® : Initiation aux bases de la fonderie

Public concerné & prérequis

Prérequis : niveau Bac ou équivalent, connaissance générale sur le monde de l'industrie.

Public concerné : toutes personnes travaillant avec des fondeurs et souhaitant comprendre leur langage et leurs problématiques.

Objectifs

- Connaître le vocabulaire utilisé en fonderie.
- Comprendre les étapes d'étude de conception et de fabrication d'une pièce de fonderie.
- Connaître les moyens utilisés pour définir la qualité des pièces de fonderie.

Méthodes & moyens pédagogiques

Méthodes : magistrales, interrogatives, démonstratives, interactives.
Moyens : tableau blanc, paperboard, vidéoprojecteur, support de cours.

Synthèse du programme

- Généralité et vocabulaire de fonderie.
- Masselottage et remplissage d'une pièce de fonderie.
- Les propriétés des principaux alliages.
- Les différents moyens de mise en œuvre
Fusion, moulage et noyautage.
- Analyse des défauts de fonderie.
- Les contrôles non-destructifs.

- Travaux pratiques : *Fabrication et coulée d'un moule.*
- Illustration concrète en entreprise.

Suivi des formations & appréciations des résultats

Une évaluation préalable sous forme de QCM évaluation pré formative. Une évaluation post formative à chaud sous forme de QCM sera réalisée au terme de la formation.

Avec les participants à la formation : En fin de formation et si possible 6 mois après sous forme d'entretien individuel ou bien de façon collective en analyse des pratiques professionnelles : qu'est-ce qui a changé ? Qu'est-ce qui n'a pas changé ? Pourquoi ?

Avec les responsables de l'entreprise : impact de la formation dans l'activité professionnelle

DURÉE : 4 jours

LIEU : Nancy, Lyon, Creil

PRIX HT (tva 20%) : 1650 €

ANIMATEURS :

J.C. TISSIER

Cliquer
sur les fiches
pour les afficher.

RÉFÉRENCE

Cyclatef® : Défauts et imperfections en fonderie de fonte (typologie, origine, actions correctives)

Public concerné & prérequis

Prérequis : niveau Bac ou équivalent et des notions de base en pièces de fonderie.

Public concerné : techniciens et ingénieurs fonderies et clients de la fonderie, de bureaux d'études, des services méthodes, qualité, production et laboratoire.

Objectifs

- Diagnostiquer un défaut de fonderie fonte et étudier toutes les potentielles non-conformités de fabrication.
- Analyser les différentes causes de défauts, l'influence des conditions d'élaboration et de maîtrise des processus.
- Définir les actions correctives destinées à éliminer les causes de non qualité.
- Savoir utiliser les outils de qualité totale utiles à la résolution des défauts de fonderie.

Méthodes & moyens pédagogiques

Méthodes : magistrales, interrogatives, démonstratives, interactives.
Moyens : tableau blanc, paperboard, vidéoprojecteur, support de cours.

Synthèse du programme

- Introduction aux défauts de fonderie.
- Définition, criticité et exemples types.
- Défauts de type métallurgique : *défauts de graphite et de structure.*

- Défauts liés au processus de coulée : *inclusions et crasses, retassures, etc.*
- Défauts liés aux dégagements gazeux : *piqûres et soufflures.*
- Méthodologie d'analyse des rebuts.
- Etudes de cas concrets (Apportés par les stagiaires).
- Illustrations concrètes et pratiques au cours de la visite en entreprise.

Suivi des formations & appréciations des résultats

Une évaluation préalable sous forme de QCM évaluation pré formative. Une évaluation post formative à chaud sous forme de QCM sera réalisée au terme de la formation.

Avec les participants à la formation : en fin de formation et si possible 6 mois après sous forme d'entretien individuel ou bien de façon collective en analyse des pratiques professionnelles : qu'est-ce qui a changé ? Qu'est-ce qui n'a pas changé ? Pourquoi ?

Avec les responsables de l'entreprise : impact de la formation dans l'activité professionnelle.

DURÉE : 3 jours

LIEU : Nous consulter

PRIX HT (tva 20%) : 1500 €

ANIMATEURS :

D. ROUSIERE, C. GAILLARD

TÉLÉCHARGEZ
LE CATALOGUE DES
FORMATIONS 2023



Nouveau SPECTROMAXx: Les améliorations récentes qui ouvrent la voie à des performances ultra-fiables

Avec la neuvième génération, le spectromètre à étincelles SPECTROMAXx fait un bond significatif en termes de vitesse et de qualité. Les utilisateurs obtiennent des informations ultrarapides et peuvent réagir sans délai aux conditions changeantes du processus. Il offre un coût de possession considérablement réduit – avec moins de consommables, des diagnostics avancés et une maintenance facile pour augmenter la disponibilité et éviter les temps d'arrêt coûteux. En savoir plus maintenant !

www.spectro.com/maxx



SPECTROMAXx

AMETEK SAS • Rond Point de l'Épine des Champs • Buroplus, Bât. D • 78990 Elancourt • www.spectro.com • spectro-france.sales@ametek.com

Réduisez vos coûts d'énergie pour la préparation du sable de 30% ou plus

Maximisez la polyvalence, la productivité, la rentabilité et l'efficacité de votre fonderie. Soigneusement conçu et proportionné pour obtenir des performances de mélange et une efficacité énergétique maximales tout en offrant une polyvalence.

Avec 8 modèles et des capacités allant jusqu'à 163 t/h avec une seule machine, il y a un malaxeur Simpson qui convient à votre fonderie.

Technologie innovante. Des Solutions optimisées.

simpsongroup.com



SIMPSON
A Norican Technology

Cyclatef[®]
FORMATION FONDERIE

Fontes GS
à Châteaubriant
du 18 au 27 octobre 2022
VISITE DE LA FONDERIE FOCAST

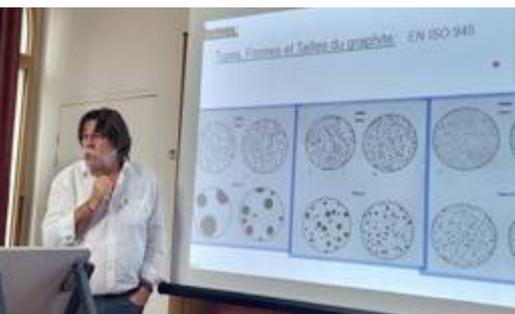
Après un Cyclatef en 2021 à l'Est, direction l'Ouest pour organiser le Cyclatef 2022. Tous les participants de la formation étaient de l'Est (Charleville Mézière, Joinville, Wassy et Saint Dizier)...

Étrange !

Malgré le blocage des raffineries et le manque d'essence dans les stations-services, le programme du stage n'a pas été perturbé. En 2023, l'ATF va proposer de la pratique du covoiturage pour contribuer à la préservation de notre planète, pour réduire les frais de déplacement, pour effectuer un voyage en sécurité et surtout pour avoir une bonne convivialité pendant le trajet.

Le lieu de cette formation était exceptionnel. Nous nous sommes retrouvés à Chateaubriant dans le domaine de la Ferrière. Notre établissement d'accueil est caractérisé par son vénérable château du XIX^e siècle au milieu de ses jardins et des espaces bien adaptées à la réception de séminaire.

C'était un plaisir d'être hébergé dans un confortable hôtel. Bravo au Chef pour avoir parfaitement ravitaillé l'équipe des fondeurs. **Pierre-Marie Cabanne** (AiC) a débuté la formation avec l'historique de la fonte GS et le positionnement de cet alliage par rapport à



Pierre-Marie Cabanne

d'autres matériaux. Il a ensuite présenté les dernières statistiques mondiales disponibles pour la fonderie et la fonte GS.

Après cette introduction de notre « expert GS », **Xavier Mennuni** (Directeur Technique de Focast Saint-Dizier) a abordé la partie élaboration / matières premières pour l'obtention d'une fonte GS de qualité. Nos participants ont découvert tous les moyens pour optimiser les coûts de fusion du point de vue énergie / lit de fusion. Xavier Mennuni a également rappelé tous les moyens de contrôles utiles pour garantir des nuances conformes aux cahiers des charges des clients de la fonderie.

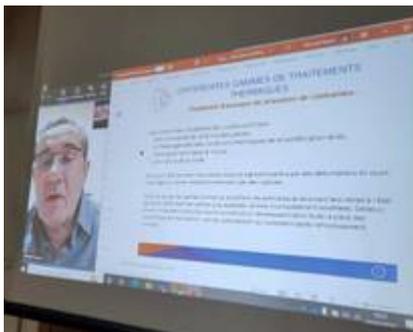
Mourad Toumi (ELKEM) a continué en détaillant toutes les méthodes et possibilités des traitements du métal liquide après la fusion pour obtenir de la GS en bonne et due forme pour les pièces destinées aux clients finaux... tout ça pour avoir une bonne fonte traitée. Et enfin, la partie théorique et pratique sur l'inoculation a été abordée pour terminer le traitement du métal liquide.



Xavier Mennuni (Directeur Technique de Focast Saint-Dizier)



Mourad Toumi



Jean-Paul Chobaut en visio-conférence

Jean-Paul Chobaut (ICAR-CM2T) a présenté via « Teams » les mécanismes des ségrégations dans les fontes GS et l'incidence sur les structures de solidification, ce qui a permis de faire le lien avec les traitements thermiques adaptés aux fontes GS, notamment les traitements de ferritisation, normalisation, trempe étagée pour obtenir des structures bainitiques du type ADI ou simplement des structures adaptées aux demandes des clients. Des exemples de microstructures, de propriétés mécaniques et de pièces ont été présentés.

La formation a été clôturée par une revue des principaux défauts spécifiques aux fontes GS. L'ensemble des participants a fortement apprécié la qualité de cette formation. A présent, il faut mettre en pratique ces notions dans les fonderies !

>>> VISITE DE LA FONDERIE FOCAS T CHÂTEAUBRIANT

Mais avant la mise en pratique, les stages Cyclatef (ATF et CPE) permettent toujours la visite d'une fonderie en rapport avec le sujet des stages et nous avons eu la chance de visiter la fonderie Focast Châteaubriant, <http://www.focastchateaubriant.com/fr/>.

Les participants ont découvert les deux installations pour le traitement GS : Fil Fourré et Tundish Cover. En principe, une fonderie possède seulement une méthode de traitement...

L'usine de Châteaubriant fait partie du groupe Ogepar (holding Belge) qui possède aussi une fonderie à Saint-Dizier mais également deux autres fonderies en Allemagne.

A Châteaubriant, avec **85 personnes**, la fonderie produit annuellement **3 000 tonnes de pièces finies** en fonte GL (30 %), en fonte GS (65 %) et quelques difficiles pièces en fonte vermiculaire.

L'activité est surtout concentrée dans le domaine des moteurs de grand poids (ou de hautes puissances : en V ou en ligne avec 4,



6, 8, 12, 16 et 20 cylindres).

Pendant notre visite, nous avons découvert la fabrication du nouveau moteur à combustion Hydrogène « Behydro » et non à pile à hydrogène ! Focast Châteaubriant est très certainement un champion de l'étude de moulage. Le groupe Cyclatef a été admiratif sur la complexité du moulage et du noyautage: pour 1 pièce, on peut avoir 78 noyaux, 48 masselottes et des multitudes de refroidisseurs. Certaines techniques ont été historiquement et largement développées en interne !

Equipements :

- **Fusion** : trois fours à induction de 4,5 tonnes.
- **Moulage** : deux chantiers (un de type carrousel et un typiquement de moulage main) avec sable à prise chimique.
- **Noyautage** : six machines boîtes froides d'une capacité allant de 1,5 litre à 40 litres.

La visite de la fonderie a été effectuée avec un masque. Pas pour le Covid mais en attendant des nouveaux investissements sur le grenailage et l'ébarbage, l'ensemble du personnel doit porter cet équipement pour respecter les recommandations de l'inspection du travail.

Merci à Messieurs Martial Gobeaux (Directeur de l'usine de Châteaubriant) et à Jean



Jacques Ottermann (Responsable Méthodes) pour cette visite très instructive et impressionnante de par la complexité des pièces.

Comme à l'accoutumé, nous avons partagé, le mercredi soir, un dîner tous ensemble et cette année Sandra Gaspar (FMFC) et Jean-Jacques Ottermann (Focast) ont rejoint le groupe Cyclatef GS. Ainsi, les participants ont pu rencontrer et échanger avec des fondeurs Bretons.



Le prochain Cyclatef FGS est planifié du 30 mai au 1^{er} juin 2023 à Nancy.

Votre équipe d'animateurs :
Jean-Paul CHOBOUT, Xavier MENUNNI
Mourad TOUMI, Pierre-Marie CABANNE

GNR France

Spectromètres, Diffractomètres et Essais mécaniques



MACHINES DE TRACTION / COMPRESSION ET MOUTON CHARPY



SPECTROMÈTRES À ÉTINCELLE
Analyse des métaux ferreux et non ferreux et analyse des huiles industrielles.



DIFFRACTOMÈTRES DE RAYONS X
Détermination de l'austénite et du stress résiduel.



DUROMÈTRES
Analyse de dureté Brinell, Vickers, Rockwell, Knoop.

FOURNITURE - INSTALLATION - FORMATION - MAINTENANCE - EXPERTISE

Site Web : www.gnrfrance.com / Tél : +33 (0)3 81 59 09 09 / Mail : b.bugna@gnrfrance.com

Maîtrisez la production de votre sable de moulage

avec nos malaxeurs à vitesse variable

ROTOMAX Compact 7 à 20 t/h

ROTOMAX 20 à 170 t/h

- Optimisation de la qualité de votre sable de moulage,
- Gains de consommation d'énergie,
- Diminution de vos rebuts et consommation d'additifs,
- Réduction des coûts de maintenance.



SCOVAL
fontaine



33 (0)2 38 22 08 12 • www.scoval.fr

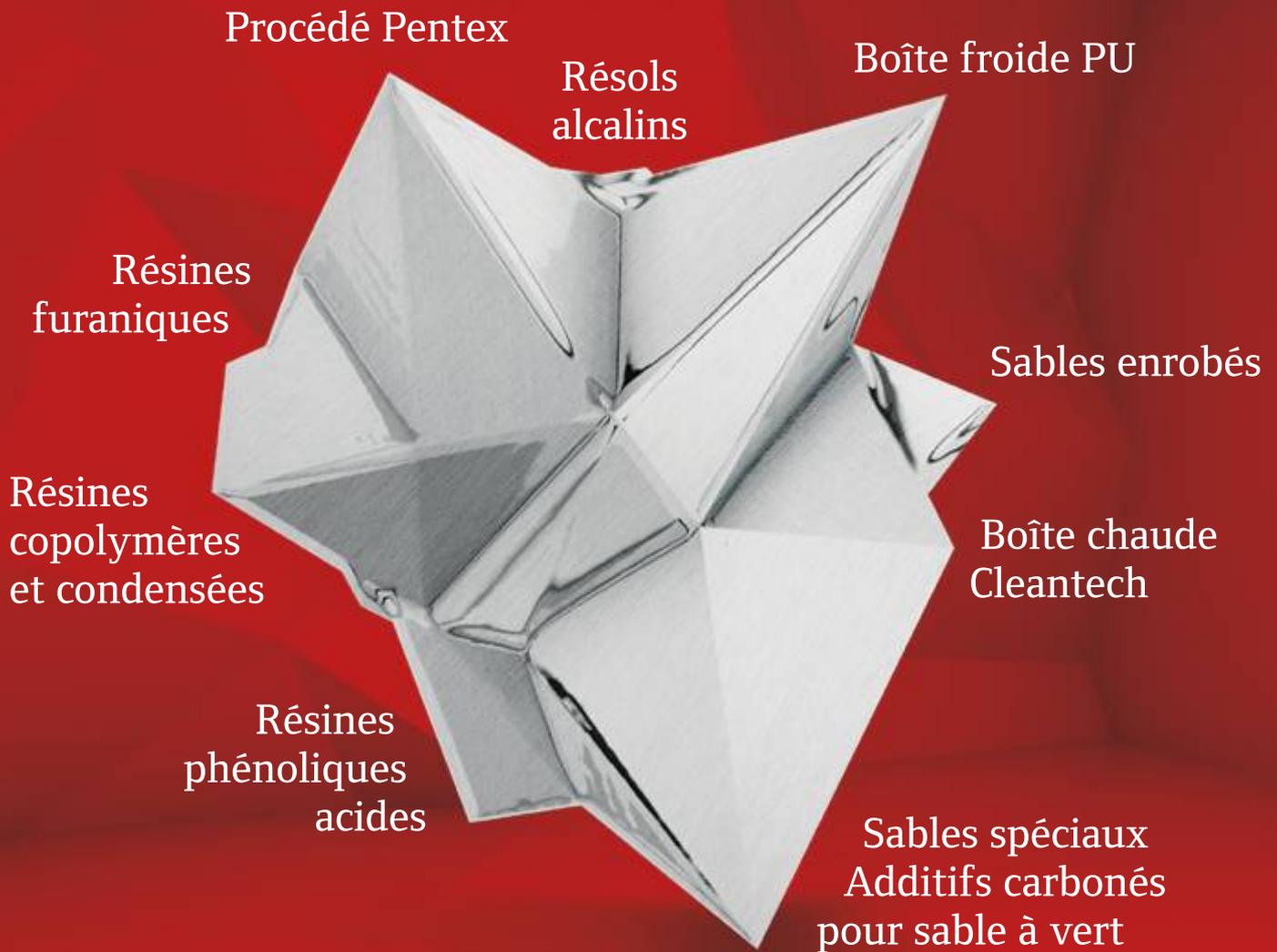
Représentant officiel :



Vibrants

Grenailleuses





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

Effet des additifs au cérium et au lanthane sur la composition des phases des alliages cuivre-nickel

O.V. Samoïlova^{1,a*}, E.A. Trofimov^{1,b} and E.R. Vakhitova^{2,c}

¹South Ural State University, Lenin Av. 76, 454080, Chelyabinsk, Russia

²Université de Technologie de Troyes, 12 rue Marie Curie, CS 42060, 10004 Troyes cedex, France

Une étude expérimentale de la composition des phases pour neuf échantillons d'alliages Cu-Ni-Ce-La avec différentes teneurs en composants a été réalisée. La concentration de nickel dans les échantillons expérimentaux varie de 3 à 40 % en poids, la somme des concentrations de cérium et de lanthane ne dépassait pas 7 % en poids. Les échantillons d'alliages du système Cu-Ni-Ce-La ont été étudiés à l'aide de la microscopie électronique à balayage et de l'analyse à la microsonde, ainsi que de l'analyse aux rayons X. La microdureté Vickers a également été étudiée. De plus, la microdureté Vickers a été mesurée sur les sections transversales des échantillons expérimentaux. Dans ce travail, les conditions de formation des composés intermétalliques dans les échantillons tels que coulés ont été étudiées. Les résultats de ce travail peuvent être utilisés pour l'analyse des processus technologiques de production du cuivre et des alliages à base de cuivre.

INTRODUCTION

Les alliages cuivre-nickel sont largement utilisés en ingénierie, grâce à leurs bonnes propriétés mécaniques, leur résistance à la corrosion et leurs propriétés électriques particulières, ils peuvent être facilement traités par pression à chaud et à froid. La plupart de ces alliages sont des matériaux déformables [1]. La concentration de nickel dans les alliages cuivre-nickel est très variable (selon la nuance de l'alliage), allant de 3 % en poids à 40 % en poids de nickel.

D'autre part, le bronze avec ajout d'éléments de terres rares (en particulier, le cérium et le lanthane) est intéressant en raison de la combinaison réussie entre résistance thermique élevée et conductivité électrique. En outre, les additifs de cérium et de lanthane réduisent la taille des grains dans la structure du cuivre et des alliages de cuivre [2-11]. En particulier, le travail [11] indique un effet positif significatif des additifs de métaux de terre rare sur la structure et les propriétés mécaniques des alliages tels que coulés avec la composition Cu-30Ni.

Cependant, la composition des phases des systèmes d'alliages Cu-Ni-REM (REM - métaux de terres rares) n'est pas bien étudiée. Par exemple, il n'existe aucune donnée sur la représentation du diagramme de phase du système Cu-Ni-Ce-La. Toutefois la littérature fournit quelques informations sur les systèmes doubles et triples comprenant du cuivre, du nickel, du cérium et du lanthane.

Le système Cu-Ni est caractérisé par une solubilité illimitée des composants, tant à l'état solide qu'à l'état liquide [12], on peut en dire autant du système Ce-La [13]. Selon le diagramme de phase du Cu-Ce [14], le système a cinq composés : Cu_6Ce , Cu_5Ce , Cu_4Ce , Cu_2Ce , $CuCe$, où seuls Cu_6Ce et Cu_2Ce sont fondus de manière congruente. Il convient de noter que la solubilité du cérium dans le cuivre solide selon [15] n'est que de 0,2 % en poids à 870 °C et ne dépasse pas 0,05 % en poids à 300 °C. Dans le système Cu-La, il existe six composés possibles [16] : $Cu_{37}La_3$, Cu_6La , Cu_5La , Cu_4La , Cu_2La , $CuLa$, où seuls Cu_6La et Cu_2La sont fondus de manière congruente. Cependant, la solubilité du lanthane dans le cuivre solide est comparable à la solubilité du cérium. Le système Ni-Ce est également caractérisé par une faible solubilité du cérium dans le nickel solide, dans ce système les intermétalliques suivants peuvent être formés : $CeNi_5$, Ce_2Ni_7 , $CeNi_3$, $CeNi_2$, $CeNi$, Ce_7Ni_3 [17, 18]. Le système Ni-La est caractérisé par la formation de huit composés intermétalliques : $LaNi_5$, La_2Ni_7 , $LaNi_3$, La_7Ni_{16} , La_2Ni_3 , $LaNi$, La_7Ni_3 , La_3Ni ; les solutions solides sont absentes dans ce système [19].

Selon les données expérimentales [20], dans le système Cu-Ni-Ce, il est possible de former

un certain nombre de solutions solides de composés intermétalliques $Ce(Ni,Cu)_5$ et $Ce(Ni,Cu)_5$ dans la zone enrichie en cuivre et en nickel. La solubilité du nickel dans le composé Cu_6Ce peut atteindre 5 at. % [20]. Dans le système Cu-Ni-La, la formation d'une solution solide de $La(Cu,Ni)_5$ est possible [21], il existe également des données sur la présence d'un composé triple $La_{10}Cu_{65}Ni_5$ [21, 22].

Cependant, malgré de nombreuses études sur les diagrammes de phase double et quelques informations disponibles sur les diagrammes de phase triple, la représentation des équilibres de phase du système Cu-Ni-Ce-La reste peu claire.

Le but de ce travail est d'étudier expérimentalement l'effet des additifs de cérium et de lanthane sur la composition de phase des alliages cuivre-nickel.

RECHERCHE EXPERIMENTALE

Les compositions des échantillons expérimentaux sont indiquées dans le **tableau 1**. Du cuivre électrolytique (pureté de 99,99 % en poids), du nickel électrolytique (pureté de 99,5 % en poids), du cérium métallique (pureté de 99,9 % en poids), du lanthane métallique (pureté de 99,9 % en poids) sont utilisés pour la coulée des alliages. Les creusets en alumine sont utilisés pour la fusion à une température de 1450-1500 °C dans le four à induction du laboratoire, où un élément chauffant sert de récipient en graphite, à l'intérieur duquel une atmosphère réductrice est créée pour protéger le métal de l'oxydation. À la fin de la fusion du métal, les creusets ont été maintenus dans le volume de travail du

Tableau 1. Compositions [% en poids.] utilisées pour l'étude expérimentale* et ses résultats.

No	Ni	Ce	La	HV	Phases **
1	40,10	0,68	0,97	1770	(Cu,Ni) solution solide, (Ce,La)(Ni,Cu)5
2	10,06	3,52	3,34	1660	(Cu,Ni) solution solide, (Ce,La)(Ni,Cu)5, Cu6Ce, Cu6La
3	10,13	0,87	0,99	1207	(Cu,Ni) solution solide, (Ce,La)(Ni,Cu)5
4	10,11	0,64	2,59	1457	(Cu,Ni) solution solide, (Ce,La)(Ni,Cu)5, Cu6Ce, Cu6La
5	5,19	0,09	0,26	950	(Cu,Ni) solution solide, (Ce,La)(Ni,Cu)5
6	5,16	0,58	0,61	1090	(Cu,Ni) solution solide, (Ce,La)(Ni,Cu)5, Cu6Ce, Cu6La
7	5,09	1,93	0,58	1130	(Cu,Ni) solution solide, (Ce,La)(Ni,Cu)5, Cu6Ce, Cu6La
8	3,14	0,89	1,10	1110	(Cu,Ni) solution solide, (Ce,La)(Ni,Cu)5, Cu6Ce, Cu6La
9	3,12	1,75	0,98	1170	(Cu,Ni) solution solide, (Ce,La)(Ni,Cu)5, Cu6Ce, Cu6La

* Cu balance; ** MRSA et XRD valeurs

Article info

Keywords: phase composition, Cu-Ni-Ce-La system, intermetallic compounds.

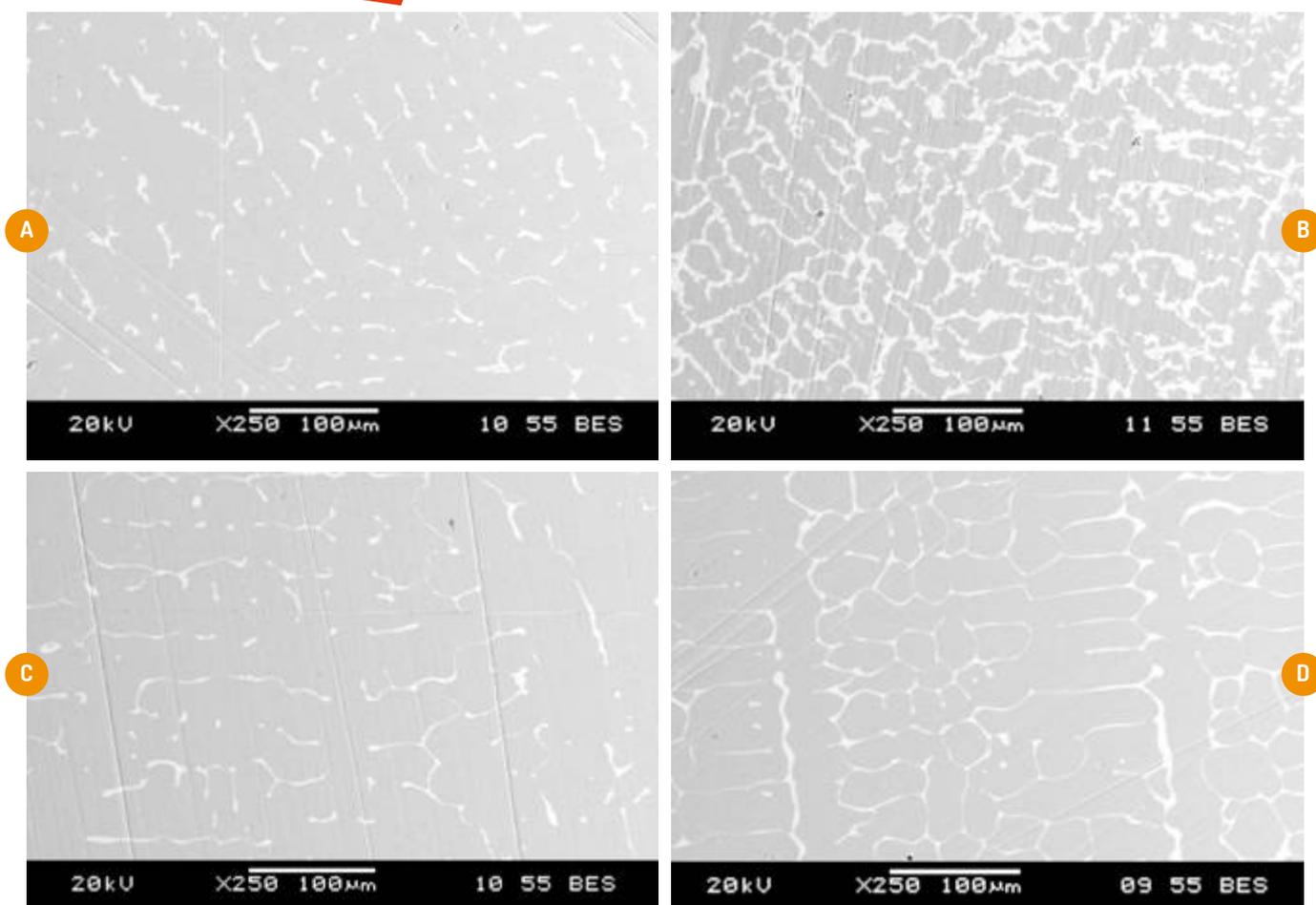


Fig 1. La structure des échantillons expérimentaux (d'après le MEB) : a) n°1; b) n°2; c) n°5; d) n°8.

four, sans réduction de la température pendant environ 15 à 20 minutes. Les creusets ont été recouverts d'un couvercle en graphite. Les échantillons ont été refroidis à l'air sans enlever le couvercle.

L'analyse de la composition des échantillons a été réalisée en déterminant la teneur en nickel, cérium et lanthane sur le spectromètre d'émission atomique à plasma à couplage inductif OPTIMA 2100 DV (Perkin Elmer).

La diffraction des rayons X (XRD) sur les sections transversales des échantillons polis a été réalisée à l'aide du diffractomètre polyvalent D8 ADVANCE, Bruker, avec la radiation $\text{Cu K}\alpha$.

Les structures des échantillons expérimentaux ont été étudiées à l'aide d'un microscope électronique à balayage (MEB) JEOL avec modification JSM-6460LV, équipé d'un spectromètre à dispersion d'énergie d'Oxford Instruments pour l'analyse spectrale micro-X qualitative et quantitative (MRSa).

Les mesures de microdureté Vickers HV ont été effectuées à l'aide de la machine d'essai de dureté FUTURE-TECH FM-800 avec le logiciel

Thixomet PRO, en appliquant la charge de 100 grammes au moins en dix points pour chaque échantillon.

Les résultats de l'étude sont présentés dans le tableau. Les microstructures des échantillons No. 1, 2, 5 et 8, obtenues par MEB, sont montrées sur la Fig. 1. La distribution des éléments le long de la ligne de balayage sélectionnée (selon SEM et MRSa) pour l'échantillon N° 9 est montrée sur la Fig. 2.

>>> RESULTATS ET ANALYSE

Dans les échantillons expérimentaux, on a trouvé des précipitations de composés intermétalliques, qui comprennent des métaux de terre rare.

Selon la Fig. 1, pour les alliages cuivre-nickel avec de petits additifs de cérium et de lanthane, la structure du type eutectique est typique. Lorsque la concentration de métaux de terres rares augmente, le composant eutectique devient plus important, tandis que les cellules de solution solide (Cu,Ni) sont affinées. Davantage de composés intermétalliques à bas point de fusion sont situés aux limites des grains de la solution

solide cuivre-nickel. Avec la diminution de la concentration de nickel et l'augmentation des concentrations de cérium et de lanthane dans les échantillons expérimentaux, leurs compositions de phase sont modifiées.

Pour les échantillons No. 1, 3, 5 avec des concentrations suffisamment faibles en métaux de terres rares, les précipités sont homogènes et représentent une solution solide de $(\text{Ce,La})(\text{Ni,Cu})_5$. Le rapport entre les concentrations totales de cérium et de lanthane et la concentration en nickel pour ces échantillons est : 0,041 pour l'échantillon n° 1 ; 0,183 pour l'échantillon n° 3 ; 0,068 pour l'échantillon n° 5.

Dans les autres échantillons, on observe des précipitations de $(\text{Ce,La})(\text{Ni,Cu})_5$ et d'autres phases intermétalliques à base de Cu_6Ce et Cu_6La . Selon la Fig. 2, les composés intermétalliques sont situés le long des joints de grains de la solution solide de (Cu,Ni). Apparemment, au cours de la cristallisation des échantillons expérimentaux, les cristaux de la solution solide sont principalement formés à partir du métal fondu, ce n'est qu'ensuite que se forment les composés binaires avec le nickel relativement réfractaires et les des métaux des terres rares, puis les composés

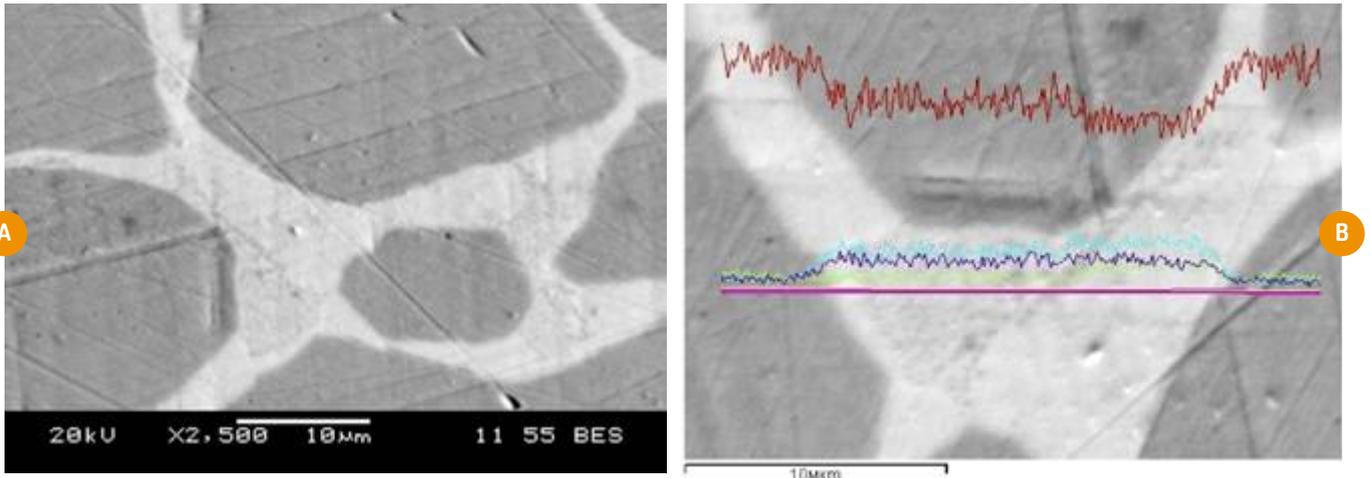
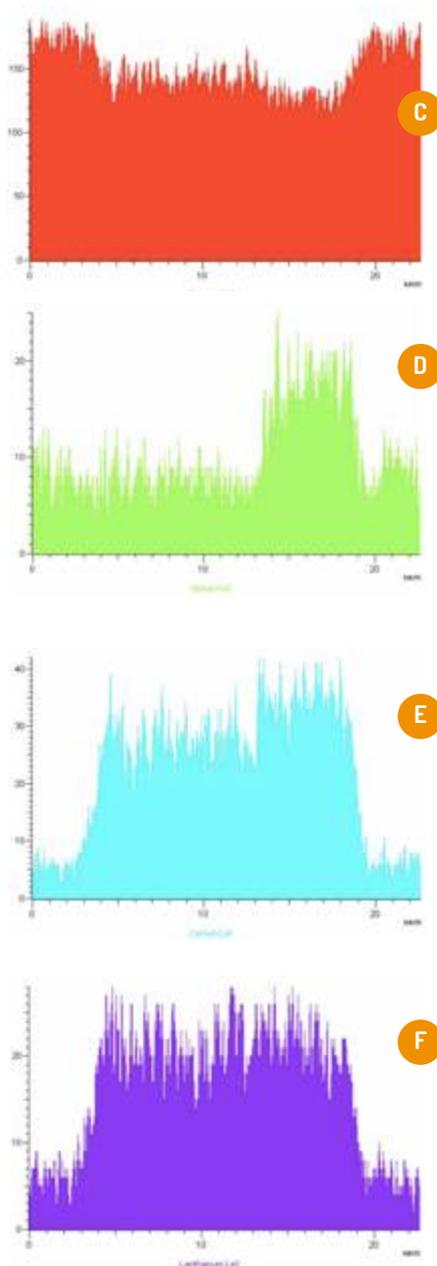


Fig 2. La structure de l'échantillon n°9 (selon MEB et MRSa) : a) vue générale des précipités (avec un grossissement de 2500x) ; b) zoom de zone (avec un grossissement de 5000x) indiquant la ligne le long de laquelle le balayage a été effectué ; c) distribution du cuivre le long de la ligne de balayage ; d) distribution du nickel le long de la ligne de balayage ; e) distribution du cérium le long de la ligne de balayage.



des métaux des terres rares avec le cuivre. Le rapport entre la somme des concentrations de cérium et de lanthane et la concentration de nickel pour ces échantillons est de : 0,682 pour l'échantillon n°2 ; 0,320 pour l'échantillon n°4 ; 0,231 pour l'échantillon n°6 ; 0,493 pour l'échantillon n°7 ; 0,634 pour l'échantillon n°8 ; 0,875 pour l'échantillon n°9.

La microdureté des échantillons expérimentaux dépend suffisamment des concentrations en nickel, cérium et lanthane. Plus la somme des concentrations de ces éléments est élevée, plus la valeur de microdureté est élevée.

>>> CONCLUSIONS

L'effet des additifs cérium et lanthane sur la composition des phases des alliages cuivre-nickel a été étudié. Avec un rapport de la somme des concentrations de cérium et de lanthane sur la concentration de nickel dans la composition des échantillons ne dépassant pas 0,2, en plus de la solution solide (Cu,Ni) dans le volume des lingots, une seule phase intermétallique (Ce,La)(Ni,Cu)₅ est observée. En augmentant la valeur de ce rapport, les phases intermétalliques (Ce,La)(Ni,Cu)₅, Cu₆Ce, Cu₆La sont formées, qui ségrègent aux limites de la solution solide (Cu,Ni). La microdureté des échantillons expérimentaux est suffisamment forte en fonction des concentrations en nickel, cérium et lanthane. Plus la

somme des concentrations de ces éléments est élevée, plus la valeur de microdureté est élevée.

TÉLÉCHARGER LA VERSION ANGLAISE

TÉLÉCHARGER LES SOURCES

BREFOND
vous souhaitez une

Bonne année

GIFA

2023

01 43 32 59 36 brefond.com

Des fonderies de Tusey aux fonderies de Vaucouleurs De 1834 à 1959

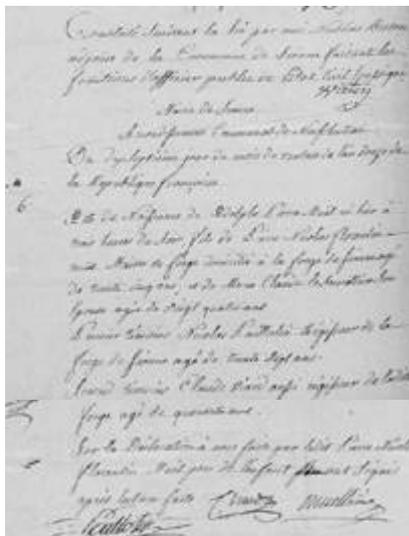
PREMIÈRE PARTIE : LA PÉRIODE MUEL DE 1834 À 1839

A l'origine des Fonderies de Tusey, **Pierre Adolphe MUEL** (1804-1862), né le 16^{ème} jour du mois de ventôse de l'an XII de la République Française (le 7 mars 1804) à Sionne (Vosges), fils de **Pierre Nicolas Florentin MUEL** (1769-?) Maître de forges âgé de 35 ans et **Marie Claude LESEMELIER** âgée de 24 ans.

En 1832, Pierre Adolphe MUEL se marie le 26 juillet 1832 avec **Françoise Célestine HUMBLLOT** (1814-?) à Gondrecourt-le-Château (Meuse). De cette union naîtra **Thérèse Léonie MUEL**, fille unique, mariée le 27 octobre 1857 avec **Hyacinthe Henri ARNOULD**.

Pierre Adolphe MUEL acquiert le domaine de Tusey, situé à 2 km de Vaucouleurs (Meuse), constitué du château et d'un terrain vierge de toute construction pour 1,200,000 francs.

En 1834-1936, Il fonde sur ses dépendances une grande fonderie avec le conseil technique d'**André GUETTIER** (1817-1894) et d'**Eugène FLACHAT** (1802-1873) (Réf-Fontes, 2014, HS6) « Hauts-Fourneaux, Fonderies de Tusey ». Les ateliers de fabrication sont groupés au Nord du château.



Acte de naissance de Pierre Adolphe MUEL le 7 mars 1804 à Sionne (Vosges). Archives départementales des Vosges.



Sur la stèle en granit, son buste en bronze au cimetière de Vaucouleurs. Sculpteur A. BARBET Paris 1863, fondu par Victor THIEBAUT - Photo : Roze Sylvain mai 2012 e-monument. Le tombeau - Photo : Guillaume Jasques © Région Grand Est - Inventaire général - Année de prise de vue 1980 - Vaucouleurs

Situation géographique des Fonderies de Tusey et des Ateliers et Fonderies de la Meuse à Vaucouleurs, actuellement Fonderies de Vaucouleurs. Vue aérienne vers 1955 - Géoportail



Tusey - Sur le mur d'enceinte : Hauts-Fourneaux, Fonderies et Ateliers de construction. Statues religieuses et profanes Fontes d'art et d'ornement Construction métallique.



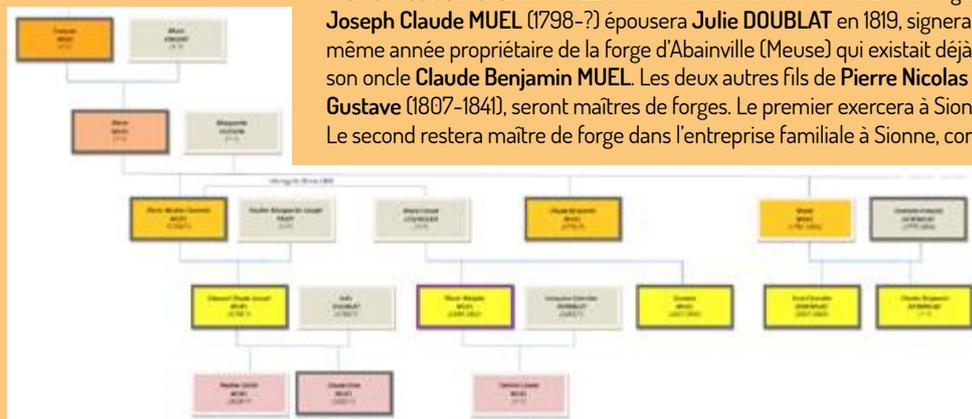
Vaucouleurs - Ateliers et Fonderies de la Meuse

Tusey - Hauts-Fourneaux, Fonderies Ateliers de construction et le château de la fonderie

Généalogie des MUEL

La reconstitution de la lignée des MUEL commence avec **François MUEL**, né avant 1734, marié avec **Marie VINCENT**. Leur fils **Pierre MUEL** épouse **Marguerite HUSSON** le 15 mai 1764 à Givrauvail (Meuse). Ce couple aura 12 enfants, dont 6 meurent en bas âge. Deux seront maître de forges : **Pierre Nicolas Florentin** (18 février 1769 - ?) et **Claude Benjamin** (1773-?).

Pierre Nicolas Florentin MUEL commence sa carrière de maître de forge à Sionne (Vosges). Son fils aîné, **Edouard Joseph Claude MUEL** (1798-?) épousera **Julie DOUBLAT** en 1819, signera ensuite MUEL-DOUBLAT, et deviendra la même année propriétaire de la forge d'Abainville (Meuse) qui existait déjà sous l'Ancien Régime en la rachetant à son oncle **Claude Benjamin MUEL**. Les deux autres fils de **Pierre Nicolas Florentin**, **Pierre Adolphe** (1804-1862) et **Gustave** (1807-1841), seront maîtres de forges. Le premier exercera à Sionne, puis à Tusey (Meuse) à partir de 1834. Le second restera maître de forge dans l'entreprise familiale à Sionne, commune dont il sera Maire.



HAL Open science : Thèse de doctorat - Antoine Naegel. Le département de la Meuse (France) : industrialisation entre 1790 et 1914. Histoire. Université de Nantes, 2006. Français. tél-00385765 - <https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00385765/document>

TÉLÉCHARGEZ
L'ARBRE GÉNÉALOGIQUE



Plan du château de Tusey (Maison de campagne) en 1818 - Archives départementales de la Meuse

Le château et l'entreprise Hauts-Fourneaux, Fonderies et Ateliers de construction de Tusey vers 1955 - Géoportail et en 2019-Google Earth (à droite)



L'entreprise entre 1834 et 1949 va changer quatorze fois de propriétaire et/ou de raison sociale :

- 1834 - 1843 : MUEL
- 1844 - 1846 : MUEL, SCHMITZ & Cie
- 1846 - 1862 : MUEL, WAHL & Cie
- 1862 - 1864 : LANDIER - ZEGUT
- 1864 - 1867 : BARBE Père & Fils - ZEGUT
- 1866 - 1874 : ZEGUT
- 1874 - 1878 : Veuve ZEGUT
- 1878 - 1884 : BARON
- 1884 - 1896 : GASNE
- 1896 - 1898 : DUFILHOL & CHAPAL
- 1898 - 1904 : DUFILHOL
- 1904 - 1925 : CHEVAILLER
- 1925 - 1935 : Les Héritiers de L. CHEVAILLER
- 1935 - : ESCH
- 1949 - 1959 : Ateliers et Fonderies de Tusey et de la Meuse
- 1959 : Fonderies de Vaucouleurs

Durantses115annéesd'existence,Hauts-Fourneaux, Fonderies et Ateliers de construction de Tusey vont évoluer, se diversifier et viser plusieurs marchés :

- l'équipement urbain
- l'équipement en infrastructures (chemin de fer, métropolitain)
- la fonte d'art
- la pièce mécanique

En 1834, MUEL confie à Eugène FLACHAT la fabrication de l'un des premiers laminoir français à Abainville (Meuse) puis du haut-fourneau et de la fonderie à Tusey.

En 1836, le 15 mai, « le garde général des forêts au cantonnement de Vaucouleurs constata que le sieur Adolphe Muel, maître de forges, à Thusey, avait fait récemment construire un haut fourneau qu'il avait mis en activité sans l'autorisation du gouvernement. Le sieur Muel fut cité à comparaître devant le tribunal... »

En 1837, Pierre Adolphe MUEL est autorisé par un décret du roi Louis-Philippe 1^{er} à y établir un haut fourneau et à se servir de l'eau du Ruisseau le Ru Nicole*, affluent de la Meuse, pour la Force motrice.

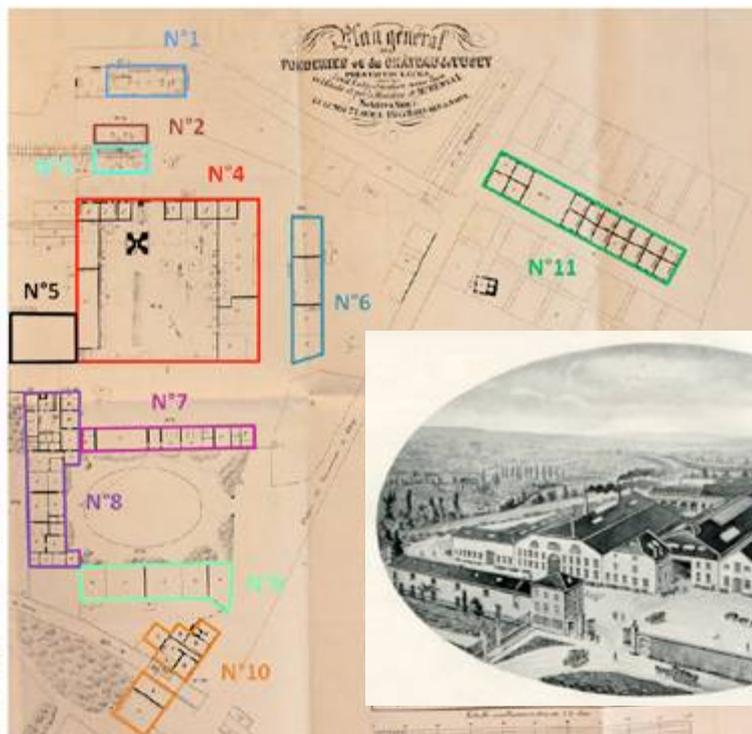
* appelé également ruisseau de Montigny.

Paul JEANNENEY (1833-1862), ingénieur de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures en dirige l'exécution ainsi que la fonderie.

Page 39 : Paul Jeanneney diplômé de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures

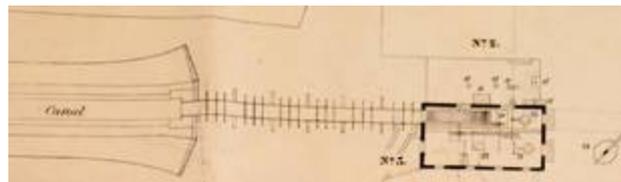
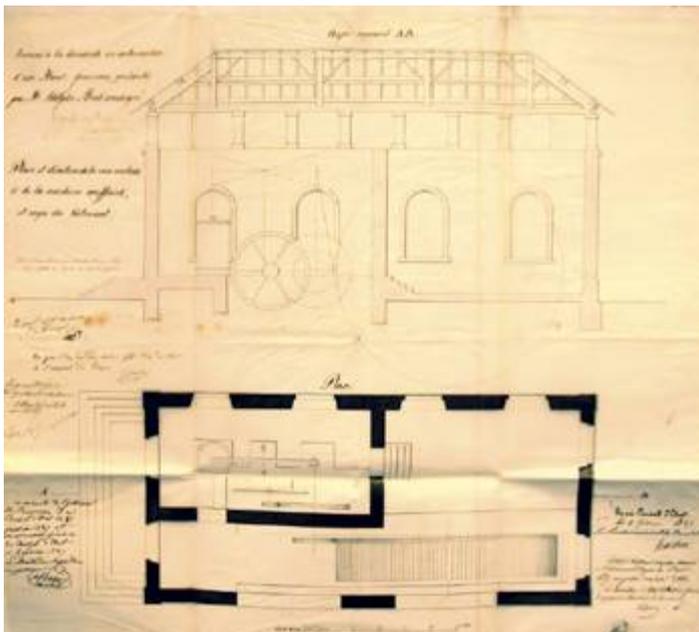
<https://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k6526508v/>

- N°1. Atelier de construction du rez-de-chaussée et de montage du premier étage :**
 - 1 transmission d'arbre sur toute la longueur assurant le mouvement d'une seule impulsion, passant de l'arbre de la soufflerie
 - 1 manivelle à engren
 - 1 machine à vapeur à cylindre simple
 - 1 machine à vapeur en fonte à chariot
 - 2 machines à vapeur à roues
 - 1 tour à vapeur à l'axe et à la fin de l'axe de la roue
 - 1 grand tour à vapeur à l'axe et à la fin de l'axe de la roue
 - 1 grand tour en fonte à l'axe les pièces de grand diamètre
 - 2 tours horizontales de tubes
 - 2 ardoisiers
 - 2 étaux à traîner
 - 25 étaux et bois établis
- N°2. Petit atelier de réparation**
- N°3. Ateliers de la soufflerie adjointe :**
 - 1 roue hydraulique à auge de 3,5 m de diamètre de la force de 18 Chevaux
 - 1 soufflerie à pulsations pour soufflerie de 10 m³ d'air par minute
 - 1 machine à vapeur à l'axe de 14 Chevaux
 - 1 soufflerie ou à l'axe à vapeur pour soufflerie de 20 m³ d'air par minute
 - 1 grue de chargement
- N°4. Grande halle de fourneaux contenant :**
 - 1 chaudière à vapeur et 1 grand ardoisier par les gaz du haut fourneau
 - 1 machine à vapeur à l'axe par la roue hydraulique
 - 1 haut-fourneau de 30 m de hauteur
 - 1 étuve avec cheminée de fonte pour sécher les bouilles
 - 1 grand zinc chariot
 - 1 grande grue à chariot
 - 2 grandes roues à eau sur les piles de fonte
 - 2 établis de montage
 - 1 tour à monter le cuivre
 - 1 petit hangar servant de magasin de bouillottes, sable...
 - 1 cabine et magasin de formes roulées
 - 1 magasin de tubes en tôle et en fonte
 - 1 bureau de fabrication et d'expédition
- N°5 - 2 piles à charbon**
- N°6 - rôt : Atelier d'expédition, 2 étaux pour essai à l'eau, 1 magasin à coke, 4 magasins à sable de fours, etc., avec d'accessoires, fontaines, bécasse à passer les vitesses - 1^{er} étage : une école et un logement**
- N°7 - 2 puits pour les échafauds, 2 puits pour les façades et les piles, magasins, 1 magasin de machines, 1 atelier de sculpture, 1 logement**
- N°8 - Cribins**
- N°9 - Rentes, bachelés, écuries, porcbéris, poulailler**
- N°10 - Loge de jardinier, écuries, 2 roues hydrauliques de 3 m de diamètre**
- N°11 - 22 logements d'ouvriers, 2 fours à pain, jardins d'ouvriers**



1844 - Plan général et légende des fonderies et du château de Tusey - Télécharger le plan





Alimentation de la roue hydraulique par l'eau du canal de la Ru Nicole

Planche 3 - Machine soufflante à Tusey - Machine à vapeur

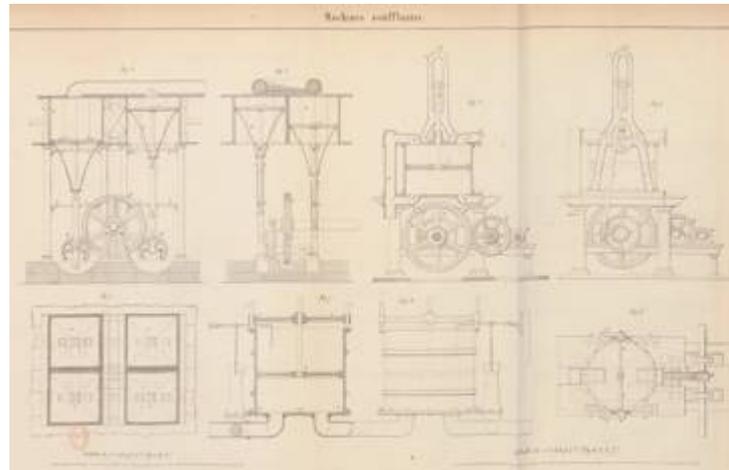
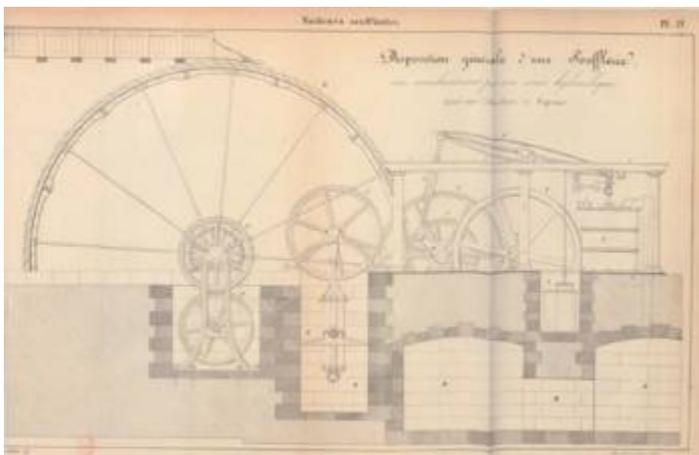


Planche 4 - Machine soufflante à Tusey - Roue hydraulique

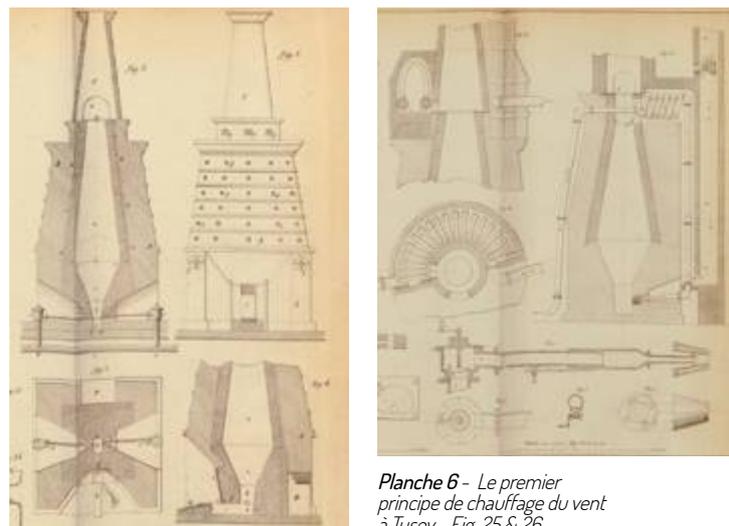


Planche 6 - Le premier principe de chauffage du vent à Tusey - Fig. 25 & 26

La fonderie dispose :

- d'un haut-fourneau à 2 tuyères fonctionnant au charbon de bois, d'une hauteur de 9,7 m, la production journalière de fonte est de 3,5 tonnes.
- de trois fourneaux à la Wilkinson.

Ces moyens de fusion associés, permettent de fournir suffisamment de fonte pour couler des pièces entre 10 et 12 tonnes.

Pour alimenter en air le haut-fourneau (Planche 5 Fig. 1, 2, 3 & 4) et les trois fourneaux à la Wilkinson que l'on devait faire marcher tous les jours compte tenu de l'importance de la fonderie, une roue hydraulique, une des plus belles construite en France, à aubes en bois d'une largeur de 1,6 mètres, montés sur deux couronnes en fonte de 8,75 m de diamètre, actionnée par l'eau du canal le Ru Nicole de 10 mètres de chute, sert de moteur à la seule machine soufflante : la soufflerie à pistons (Planche 4).

Le vent est chauffé par un appareil de chauffage situé au niveau du gueulard avant d'être

Planche 5 - Coupes et vue extérieure du Haut-Fourneau de Tusey - Fig. 1, 2, 3 & 4

insufflé par les deux tuyères (Planche 6 Fig. 25 & 26). Jusqu'en 1843, le H.F. sera équipé que d'une seule soufflerie.

En 1835 - Les principes d'alimentation en air du H.F. et de chauffage du vent vont évoluer (en 1835 pour le récupérateur de chaleur et en 1843 pour la chaudière à vapeur).

La roue hydraulique jusqu'alors seul moyen de force motrice de la soufflerie va travailler conjointement avec une machine à vapeur de seize chevaux (Planche 3), installée pour augmenter la force motrice, surtout en périodes d'été lors du manque d'eau.

Une demande datée du 1^{er} septembre 1840 est faite pour l'installation d'une machine soufflante et d'une chaudière à vapeur chauffée

par la flamme du gueulard du haut-fourneau, timbrée à 5 atmosphères, d'une puissance de 20 CV. Cette installation sera autorisée le 21 janvier 1843.

La machine à vapeur a également permis d'installer une seconde soufflerie. Le vent fourni par les deux souffleries est envoyé dans un réservoir commun de 35 m³.

Le récupérateur de chaleur au gueulard évolue en 1835. Il a été construit suivant le procédé ROBIN (Planche 2 Fig. 1, 2 & 3). M. ROBIN, ingénieur civil et ancien directeur des hauts-fourneaux et fonderies de Niederbronn.

Le haut-fourneau de Tusey (Meuse), fonctionne habituellement avec un mélange de

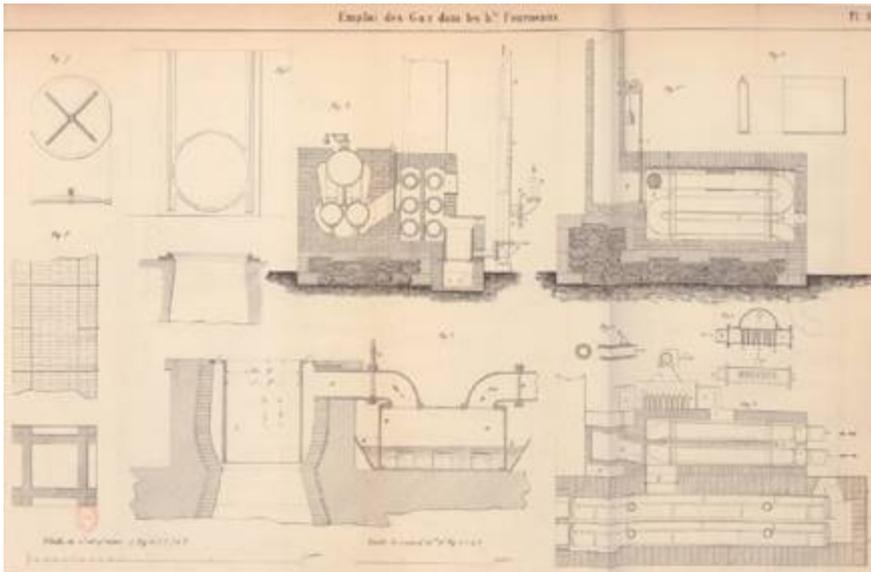


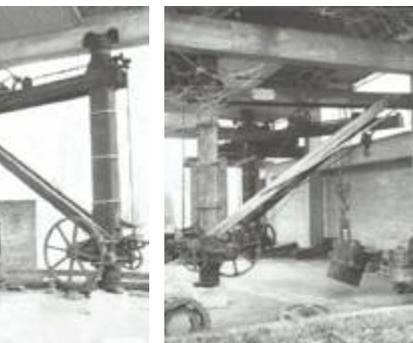
Planche 2 - Le second dispositif de chauffage du vent utilisé à Tusey - Breveté par M. Robin - Fig. 1, 2 & 3

0,55 de minerais de Tréveray, Héviliers et Saint-Joire, et 0,66 de minerai de Biencourt, auquel on ajoute environ 0,165 de castine. Les produits ordinaires donnent une bonne qualité de fonte grise d'une tenacité remarquable. En bonne marche, le mélange de minerais donne un rendement de 36 à 38 %.

A sa création, très rapidement, l'entreprise se spécialise dans la fabrication d'objets artistiques et la fonte d'art en bronze et en fonte. Elle va être une pionnière en France, créatrice des fontes d'art et d'ornement de fabrication industrielle, elle va en faire sa spécialité. Le procédé de moulage permettant d'obtenir de manière économique des éléments architecturaux répétitifs, la fonderie va commercialiser et proposer dans ses catalogues tout aussi bien des grilles de balcons et des plaques de cheminées aux particuliers que des monuments aux collectivités mais aussi des saints, des calvaires, des Mariannes, des fontaines, ...



Monument funéraire et grilles d'entourage pour M. CHARTIER curé de la Cathédrale de Clermont-Ferrand - Fonderies Tusey



Grue à chariot et cubilot à Tusey

Pour la fabrication l'usine compte 7 grues.

Informations sur la fonderie issues de de l'ouvrage de André GUETTIER, « de la Fonderie telle qu'elle existe aujourd'hui en France et de ses nombreuses applications à l'industrie » - Édition 1847

Téléchargez les ouvrages :

1^{ÈRE} EDITION 1847

2^{ÈME} EDITION 1858

ŒUVRES D'ANDRÉ GUETTIER

En 1836, la ville de Nancy, qui rénove depuis plusieurs années son réseau hydraulique domestique et urbain (remplacement des tuyaux en bois par des tuyaux en fonte et aménagement de fontaines), passe commande de bornes-fontaines aux Fonderies MUEL. La quantité demandée est de neuf unités, au prix unitaire de 300 francs.

Les gravures de l'Encyclopédie montraient la coulée d'une gueuse au pied du haut-fourneau. Cette image devient de plus en plus démodée au fur et à mesure qu'on avance dans le XIX^{ÈME} siècle. La fonte en marchandise, la production directe de fabrications moulées sont un développement notable, même si les surplus non utilisés sont recyclés dans les appareils de seconde fusion. Dans l'Encyclopédie, on nous montrait la coulée d'une plaque de cheminée à côté de la gueuse ; désormais ce sera l'inverse : la fonte moulée l'emporte pour des produits de la vie quotidienne, des éléments de machines industrielles, des composants pour la construction (colonnes, poutres...) et même des premiers éléments de décors et d'ornement comme dans les fonderies de Tusey (Vaucouleurs) créée par Muel en 1835 et du Val d'Osne, créée par J-P V André, en 1836).

Le système « eau + bois + minéral » à l'épreuve des mutations techniques. Résistances et innovation dans le bassin métallurgique de Saint-Dizier Dominique Perchet <https://www.cairn.info/revue-marche-et-organisations-2015-2-page-171.htm>

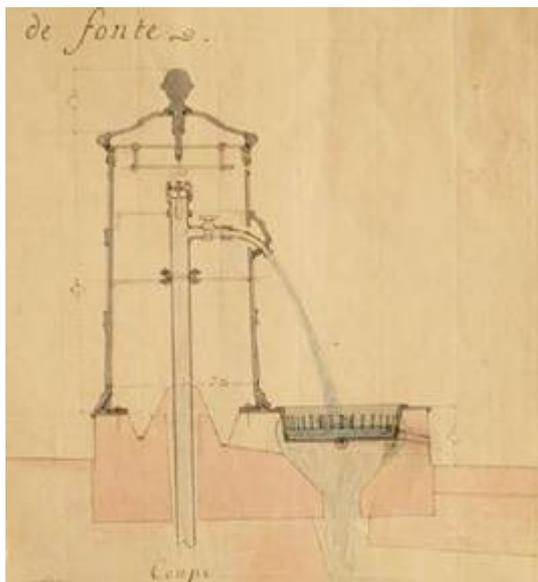




Fontaine funéraire au cimetière des Carmes à Clermont-Ferrand - Fonderies Tusey

Ces premières bornes sont dues à THIEBERT Euclide Justinien (1804-1858), architecte. Il décide de leur implantation, mais est également l'auteur-inventeur de leur forme et du mécanisme utilisé. En effet, à cette époque, les formes sont faites à façon, en fonction des desiderata du client, et non choisies parmi plusieurs modèles sur un catalogue général. Les bornes livrées à Nancy sont donc d'un modèle propre à la cité des ducs de Lorraine, et ne se retrouvent pas ailleurs.

UNIVERSITÉ NANCY 2
École Doctorale Langages, Temps, Société -
L'HYDROSISTÈME DOMESTIQUE ET URBAIN
A NANCY AU XIX^e siècle. ESSAI DE GÉOGRAPHIE
HISTORIQUE - Thèse pour le
doctorat en géographie présentée
et soutenue publiquement le 11
décembre 2010 par Etienne MAR-
TIN - [https://hal.univ-lorraine.fr/
tel-01748812/file/2010NAN21010.
pdf](https://hal.univ-lorraine.fr/tel-01748812/file/2010NAN21010.pdf)



Élévation et vue en coupe de la borne-fontaine dessinée par THIEBERT - 1836

En 1837-1839, Pierre Adolphe MUEL qui possédait une boutique rue Aumaire (actuellement rue au Maire) dans le III^e arrondissement de Paris, reçoit la commande spectaculaire des deux fontaines, des seize colonnes rostrales et des candélabres destinés à orner la place de la Concorde. L'architecte Jacques-Ignace HITTORFF dirige le projet de transformation de la place entre 1836 et 1846.

Cette commande prestigieuse assure renommée et reconnaissance aux Fonderies de Tusey, qui affirment leur place dans le domaine des bronzes d'art à la frontière entre les Beaux-arts et l'industrie. MUEL coulera

les deux fontaines de la Place de la Concorde (Fontaine des Mers et Fontaine des Fleuves), sous la direction de André GUETTIER.

A. GUETTIER qui dirige les ateliers note soigneusement dans ses registres les techniques utilisées, les méthodes de moulage, les étapes de fabrication des noyaux et de coulage ainsi que la nature des sables et des fontes employées. L'ensemble des pièces coulées pèse environ 50 tonnes.

Les deux fontaines pèsent ensemble 101 tonnes, les vingt colonnes rostrales qui les entourent pèsent chacune 4 à 5 tonnes, chacun des candélabres placés sur la place de la Concorde et sur la grande avenue des Champs-Élysées pèse 1,2 à 1,5 tonnes.

Yves LICCIA - ATF



La Place de la Concorde (1837-1854)



La Fontaine des Fleuves (haut) et des Mers (bas) de la Place de la Concorde (Paris). Les deux fontaines sont inaugurées le 1^{er} mai 1840 par le préfet de la Seine RAMBUTEAU (Claude-Philibert Barthelot, comte de Rambuteau)



André GUETTIER (1817-1894)

né en 1817 à Paris

Ingénieur Arts et Métiers Châlons-sur-Marne
promotion 1832

- 1835 - débute sa vie professionnelle aux forges de Virecourt
- de 1836 à 1837 - bureaux d'études Eugène Flachet et Indret
- de 1837 à 1839 - contremaître de la fonderie de cuivre d'Indret
- de 1839 à 1843 - chef de fabrication et des travaux aux Fonderies et Ateliers de Construction de Tusey
- de 1843 à 1848 - chef de la fonderie et professeur de dessin à l'École Royale d'Arts et Métiers d'Angers
- 1847 - il édite l'ouvrage : de la Fonderie telle quelle existe aujourd'hui en France et de ses nombreuses application à l'industrie
- 1848-1864 - directeur des usines fonderie et hauts-fourneaux de Marquise
- 1867 - il expose les productions de l'entreprise Vande (achetée en 1863) à l'Exposition Universelle de Paris
- 1880 - il revend l'entreprise
- Il décède le 14 mai 1894

Nécrologie - Société des anciens élèves des écoles nationales d'arts et métiers, Bulletin administratif, 1111, n° 5, mai 1894, pp. 280-292 : <http://clio.ish-lyon.cnrs.fr/patrons/AC000008638/AC000008638Doc1925.pdf>



Colonnes Rostrales de la Place de la Concorde - @Arnaud Frich Photographies

Modèle, partie du milieu d'un candélabre provenant de la Place de la Concorde - Paris, Fig. 2 du catalogue, à décor de masques encadrés de feuillages, rinceaux et frises de feuilles de lotus - Fonte de fer, H. 151 et 213 cm - Fonderies de Tusey



Signatures de l'architecte J. I. HITTORFF et du fondeur A. MUEL

RETROUVEZ L'ÉVOLUTION
DES FONDERIES DE TUSEY DANS LES PROCHAINS
NUMÉROS DE **TECH NEWS FONDERIE**



AMETEK	P 22
ASK	P 37
BREFOND	P 29
CALDERYS	P 04
FOSECO	4 ^e de couverture
GNR Industries	P 25
GTP SCHAFFER	P 07
HUTTENES ALBERTUS	P 26
LAEMPE FISHER	2 ^e de couverture
MAGMA	3 ^e de couverture
SCOVAL	P 25
SIMPSON	P 22



FAÇONNONS LE FUTUR

AVEC DES MATÉRIEAUX ET PRODUITS CHIMIQUES DE HAUTE PERFORMANCE

ASSISTANCE
NUMÉRIQUE

DÉFIS SUR SITE

Façonnons le futur avec nos services digitaux.

Nos solutions de support centrées sur le client vous aident dans vos défis sur site ou numériquement à distance.

ASK Online Academy vous donne un accès rapide à notre expertise et à notre meilleure connaissance de nos puissants produits et services.

ASK VISTA est votre outil pour garder un suivi sur les conteneurs et pour éviter les ruptures de produit

ASK NOW service virtuel distant vous donne un accès rapide à nos ressources et services techniques

Plus d'informations sur

www.ask-chemicals.com/digital-services

ASKCHEMICALS





HA France recherche :

Chef de projets

**« liants pour moules et noyaux de fonderie »
(H/F)**

Après avoir appréhendé la gamme actuelle de produits organiques, vous serez force de proposition pour accompagner notre clientèle vers la décarbonisation avec des solutions hybrides et/ou minérales. Ce poste constitue un véritable challenge et s'inscrit sur le long terme. Vous serez intégré dans l'organisation du groupe HA en tant que chef de projet HA France et bénéficierez de solutions technologiques et du support R&D du groupe HA. Vous aurez également localement une équipe R&D vous permettant de répondre aux spécificités du marché français. Ce poste s'adresse à un ingénieur matériaux ou fonderie maîtrisant l'anglais, curieux, ouvert d'esprit et ayant une expérience industrielle de 5 ans minimum. Vous travail-

lez sous la direction technico commerciale de HA France et serez basé dans l'Oise. Des déplacements en clientèle et dans le Groupe HA sont à prévoir. La rémunération est attractive et évolutive, véhicule de fonction.

POSTE A POURVOIR EN CDI

Contact : Alexandre STANKOVIC

Tel : 03.44.70.49.59

Email : alexandre.stankovic@ha-group.com

AUTRES OFFRES D'EMPLOI

Ingénieur Matière et Projets (F/H)	Arcelor Mittal	VOIR L'ANNONCE
Technicien de fusion (F/H)	CETIM / CTIF	VOIR L'ANNONCE
Opérateur de fusion (F/H)	CETIM	VOIR L'ANNONCE
Ingénieur Métallurgiste acier (F/H)	CTIF	VOIR L'ANNONCE
Opérateur de moulage (F/H)	CETIM	VOIR L'ANNONCE
Ingénieur Simulation des Procédés de Fonderie (F/H)	CETIM / CTIF	VOIR L'ANNONCE
Ingénieur R&D matériau thermique transitoire (F/H)		VOIR L'ANNONCE
Ingénieur en Chimie Minérale (F/H)	CETIM	VOIR L'ANNONCE
Ingénieur caractérisation des matériaux (F/H)	CTIF	VOIR L'ANNONCE
Responsable méthodes industrialisation (F/H)	Fonderies du Midi	VOIR L'ANNONCE
Responsable moulage-noyautage (F/H)	SAFE Métal	VOIR L'ANNONCE
Chef de projet (F/H)	Turbine Casting	VOIR L'ANNONCE
Représentant (F/H)	Ottojunker	VOIR L'ANNONCE
Ingénieur Méthodes Fonderie (F/H)	Bronze Alu Group	VOIR L'ANNONCE
Key Account Manager/commercial (F/H)	GESCRAP	VOIR L'ANNONCE
Ingénieur Process (F/H)	Constellium	VOIR L'ANNONCE
Technicien Chantier Réfractaire (F/H)	TRB	VOIR L'ANNONCE
Responsable Production Services (F/H)		VOIR L'ANNONCE
Chef de chantier (F/H)		VOIR L'ANNONCE
Conducteur de Machine (F/H) de moulage automatique	Fonderie Vincent Industrie	VOIR L'ANNONCE

Découvrez les autres offres d'emploi sur le site ATF • [Cliquez ici](#)

LA FONTE

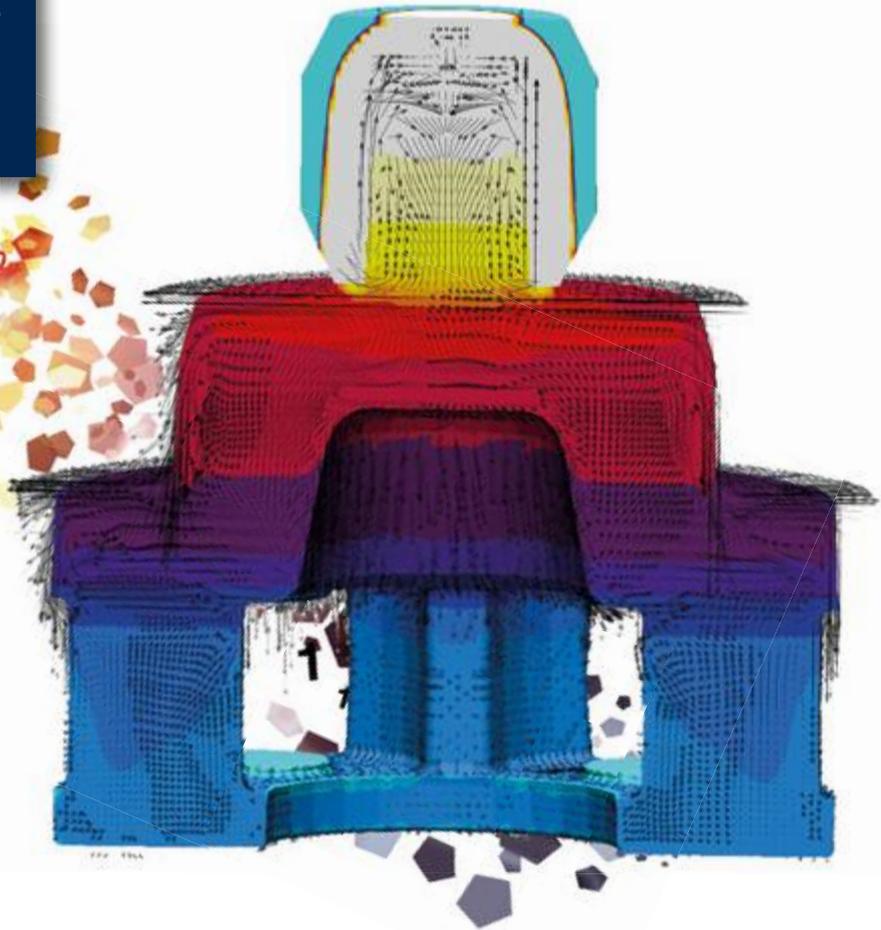
EN MOUVEMENT

GIFA

12-16 juin 2023



Düsseldorf
Hall 12
Stand A19 - A20



LA MÉTALLURGIE ET LE PROCESS DÉTERMINENT LA SOLIDIFICATION ET L'ALIMENTATION

Lors de la solidification, la convection thermique influe sur le comportement à l'alimentation quelle que soit la taille des pièces.

MAGMASOFT® prend cet effet en compte pour la formation des retassures et permet l'optimisation systématique de la composition, de la métallurgie et du process pour produire des pièces sans défaut.



EN SAVOIR
PLUS!

5

MAGMASOFT®
autonomous engineering