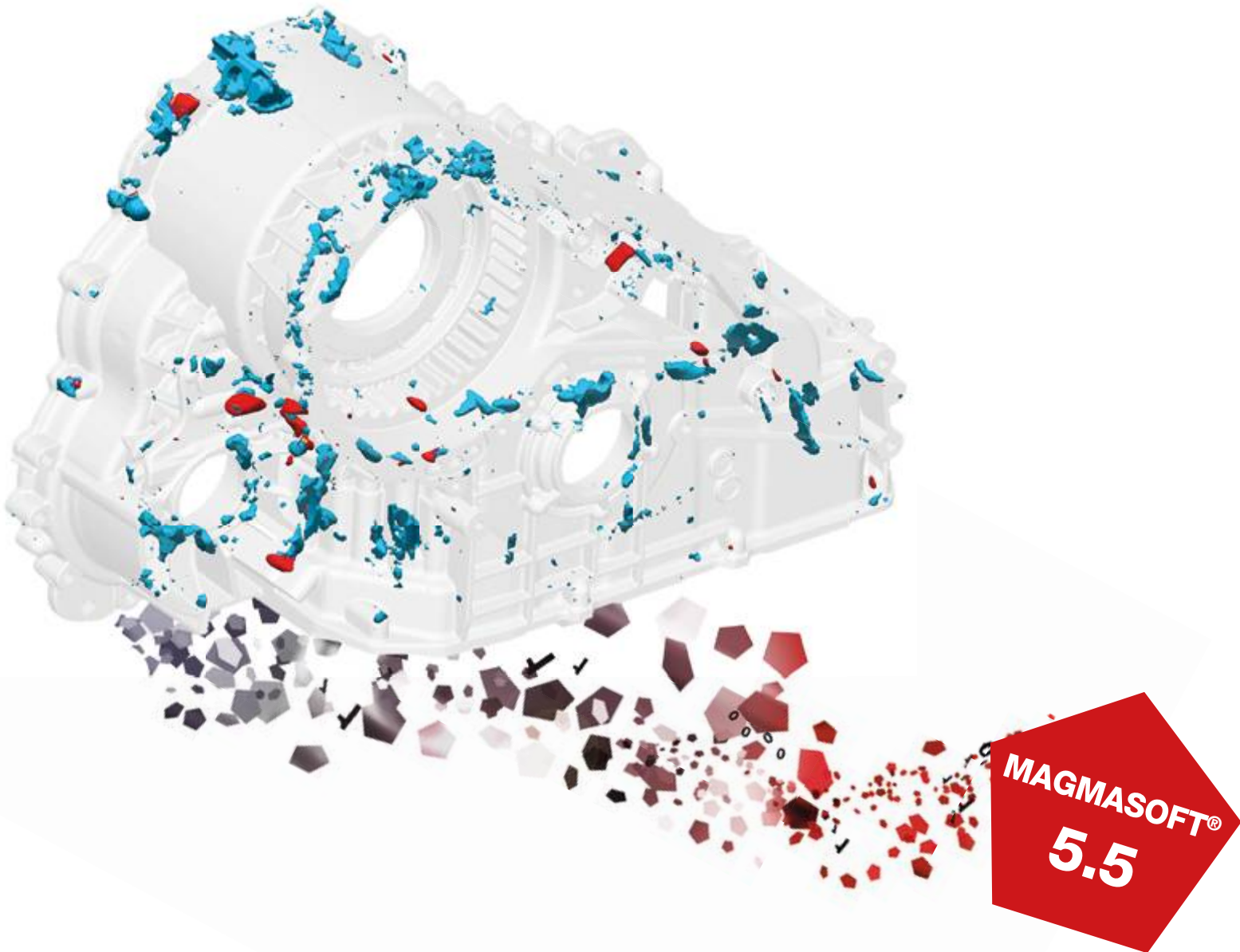


EXCLURE L'AIR



UNE QUALITÉ MESURABLE EN FONDERIE SOUS PRESSION

L'air emprisonné constitue avec les retassures les principales causes de rebut.

MAGMASOFT® prédit de façon fiable ces deux types de défauts.
Ne laissez pas la qualité de vos pièces de fonderie en suspens!

Conception robuste d'outillages et de processus à l'aide de
plans d'expériences virtuels - avant même le premier essai.



**EN SAVOIR
PLUS!**

5

MAGMASOFT®
autonomous engineering

28^{N°}
NOVEMBRE
2021

TECHNEWS

FONDERIE

ASSOCIATION
**RENCONTRE ENTRE L'ASSOCIATION TECHNIQUE
DE FONDERIE ET LES PARTENAIRES-
FOURNISSEURS DE LA FONDERIE**

PAGE 08

TECHNIQUE
**EFFECT OF MATERIAL-TECHNOLOGICAL
PROPERTIES ON THE RECONSTRUCTION OF
UTILITY PARAMETERS OF BELLS**

PAGE 17

UNE PUBLICATION DE



ASSOCIATION
TECHNIQUE DE FONDERIE

**NOUVELLES CELLULES
ROBOTISÉES DE FINITION**



Poids maxi
pièce 40 kg

Siif ECO 40
FONTE & ALU



Poids maxi
pièce 80 kg

Siif ECO 80
FONTE



Poids maxi
pièce 500 kg

Siif ECO 500
FONTE



Poids maxi
pièce 1000 kg

Siif HEAVY 1000
FONTE



Poids maxi
pièce 2000 kg

Siif HEAVY 2000
FONTE



Transition énergétique et taxe carbone



Gilbert RANCOULE
ATF

Tout le monde vous le rappelle : il faut penser à la facture énergétique, à la maîtrise des émissions polluantes, à la taxe carbone qui arrive. Les industries sont très souvent classées sur leur capacité à répondre aux exigences environnementales et leur contribution plus générale à la responsabilité sociale. Mais au-delà des approches économiques, le marché du carbone constitue une réponse aux objectifs européens de réduction des émissions de gaz à effet de serre décidé depuis le protocole de Kyoto de 1997.

Au cours de la dernière décennie, le type d'énergie utilisé a connu une évolution marquée vers l'électricité et le gaz naturel. Pendant que les fondeurs d'aluminium augmentaient l'utilisation du gaz naturel pour la fusion, les fondeurs de fer ont adopté encore davantage les fours électriques à induction. Les pressions gouvernementales et réglementaires de même que les équipements antipollution coûteux ont poussées la tendance à se concentrer sur les questions d'efficacité énergétique, le recyclage des matériaux, le contrôle des émissions industrielles, le remplacement des systèmes les plus polluants par des méthodes plus vertueuses, l'amélioration de la propreté métal dans une approche qualitative et économique, la réduction de la mise au mille, et de nombreuses autres évolutions de l'environnement de nos fonderies.

“*Le marché du carbone, une étape dans la réponse aux objectifs de réduction des émissions de gaz à effet de serre**”

La révision annuelle du marché du carbone au travers des quotas (ou droit à émettre des tonnes de CO₂) contribue à promouvoir la démarche vertueuse vers une industrie décarbonée sans provoquer une chute de compétitivité ou la délocalisation des entreprises émettrices de gaz à effet de serre vers des pays où la réglementation est la plus souple. Il faut bien reconnaître que la démarche n'est pas similaire pour les pays industrialisés, et que la tentation est forte de créer un protectionnisme local au détriment de l'objectif commun. La fonderie est à la fois dans un cercle vertueux grâce au recyclage des matériaux de base, et dans une logique d'évolution dans la maîtrise de l'énergie consommée (directe ou indirecte) ainsi que dans la poursuite de la réduction des polluants environnementaux.

Et là commencent les écarts entre la gestion des pays qui prennent le tournant de la transition écologique avec plus ou moins de considération pour leurs outils industriels et de protectionnisme. Moins 30% d'émissions de CO₂ d'ici à 2030. Atteindre la neutralité carbone en 2050.

Des règles plus contraignantes

En France, le plan climat annoncé en 2017, vise la neutralité carbone à l'horizon 2050. En Europe, la question du climat est considérée comme une priorité, mais cela reste sous la forte influence des disponibilités énergétiques qui sont de puissants indicateurs de l'activité économique en général. La fragilité de la disponibilité électrique en Chine est un exemple récent qui met en valeur la relation entre ressources énergétiques et besoin industriel pour soutenir la demande, si ce n'est la

croissance. Les volontés et décisions politiques sur la nature du mix énergétique imposent un chemin parfois semé d'embûches à nos industries, à défaut de nous contraindre à évoluer vers des usines moins énergivores. L'entrée de la Chine et des USA sur le marché du carbone peut être le signal de l'importance donnée à une solution environnementale. Jusqu'où les choix politiques pousseront ils la transition énergétique, reste une question tant pour l'Europe que pour les exemples extra-Européens qui sont mis en place.

Construire un lendemain industriel

Outre le durcissement de la réglementation, la question de l'image est devenue un facteur important. Certes, l'industrie lourde est assez peu concernée par une quelconque pression de la part de consommateurs qui décideraient d'orienter leurs choix de consommation vers des entreprises vertueuses vis-à-vis de l'environnement. En revanche, les industriels fortement émetteurs de CO₂ sont nombreux à avouer avoir de plus en plus de mal à embaucher, notamment des jeunes diplômés. Ces derniers sont de plus en plus réticents à l'idée de travailler pour un employeur qui pollue. La peur de voir des décisions politiques être prises rapidement suite à un scandale public et venir bouleverser leur activité ou leurs récents investissements. En 2015, la révélation de l'utilisation par le constructeur automobile allemand de techniques visant à réduire frauduleusement les émissions polluantes de ses véhicules diesel lors de tests d'homologation a précipité la décision d'interdire la vente de ce type de véhicules dans plusieurs pays. En France, la loi d'orientation des mobilités, promulguée le 24 décembre 2019, vise à interdire la vente de voitures à énergies fossiles carbonées (essence ou diesel) en France d'ici à 2040. La mise en place de plus restrictives réglementations sur les émissions gazeuses et les poussières en fonderie force les challenges et l'adaptation des outils industriels aux nouvelles normes qui s'imposent.

Répondre aux défis

L'exigence de réduction des émissions de CO₂ ne fera que se renforcer avec le temps, reste à les atteindre, ce qui représente un défi de taille pour nos industries traditionnelles qui doivent s'ouvrir à de nouvelles compétences. Efficacité énergétique, recours aux énergies renouvelables, électrification, modification des procédés et méthodes, usage potentiel de l'hydrogène tant pour la thermique que pour le remplacement du carbone, captage ou neutralisation des émissions gazeuses, stockage et utilisation du CO₂... La palette des solutions pour réduire les émissions de CO₂ sera propre à chaque entreprise et secteur industriel. Certaines sont déjà opérationnelles, mais nombre d'entre elles sont encore à implémenter sinon à inventer.

La fonderie est rentrée dans cette démarche contre la désindustrialisation, sortir de l'image d'une industrie polluante et trouver sa place dans un paysage vertueux, en apportant sa contribution au mouvement lancé aux générations futures. L'industrie est là et nous sommes tous consommateurs des produits qu'elle fabrique, oublier que leur existence est un maillon de notre réseau industriel et participe à la société ne règle pas la question du futur que nous devons construire. Délocaliser le problème n'est pas le régler.

(**) Dioxide de carbone CO₂, le méthane CH₄, le protoxyde d'azote N₂O, les hydrofluorocarbures HFC, le perfluorocarbure PFC, et l'hexafluorure de soufre SF₆.*

TÉLÉCHARGEZ LA VERSION INTÉGRALE

PETIT PRODUIT, GRAND POTENTIEL!



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



SCHÄFER
THE RISER COMPANY

Sommaire.

03 / EDITO

Transition énergétique et taxe carbone

Article de Gilbert RANCOULE - ATF

06 / AGENDA

ASSOCIATION

08 /

Rencontre entre l'Association Technique de Fonderie et les partenaires-fournisseurs de la fonderie

Article de Guillaume ALLARD - Président de l'ATF

SALON

09 /

METAL EXPO :

Tous les regards tournés vers Kielce.

Article de Guillaume ALLARD - Président de l'ATF

PROFESSION

10 /

Alarming Raw Materials and Energy Costs Situation

Article du CAEF

11 /

Raw Material and Energy Prices:

Existential threat to the European Foundry Industry - Call for Bilateral Agreements

Article du CAEF



FORMATION

12 /

L'agenda des formations

15 /

CYCLATEF® Sables à Vert du 16 au 19 novembre 2021

Visite des FONDERIES BROUSSEVAL ET MONTREUIL

Article de Patrice MOREAU - ATF



TECHNIQUE

17 /

Effect of material-technological properties on the reconstruction of utility parameters of bells

Article de : Dawid Cekus, Paweł Kwiaton, Maciej Nadolski, Krzysztof Sokół

23 /

L'inoculation des fontes • Publications d'Elkem • Article 2

Article de : Cathrine Hartung, Rob Logan, Chris Ecob, Leander Michels

26 /

Valeur d'usage des produits en nickel dans la production d'alliages ferreux

Article de : Rasoul Sadeghi, Dr. Sebastian Kreft

30 / HISTOIRE & PATRIMOINE

Les établissements Gailly Clouterie et fonderies

Article de Yves LICCIA - ATF & Association GH-FML

34 / ADHESION & ANNONCEURS

36 / 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 DUFÉY, Fernand ECHAPPE, Gérard LEBON,
Yves LICCIA, Jean-Marcel MASSON, 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 - 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](https://www.kalankaa.com/) • +33 2 38 82 14 16

agenda.

DÉCEMBRE 2021

- >>> **9 au 11 (Conférence virtuelle) : ALUCAST 2021**
Virtual Conference and Exhibition
thème : tendances actuelles du moulage sous-pression
<https://www.alucast.co.in/alucast-upcoming-events.html>

JANVIER 2022

- >>> **18 au 20 à Nüremberg (Allemagne) : EUROGUSS 2022**
<https://www.euroguss.de/>

FÉVRIER 2022

- >>> **11 au 13 à Ghandinagar (Inde) : 70TH INDIA FOUNDRY CONGRESS & IFEX 2022**
<http://ifcindia2022.com/>
- >>> **16 au 17 à Clausthal Zellerfeld (Allemagne) :**
4^{ème} FORUM DES MATÉRIELUX DE MOULAGE 2022 -
<https://www.vdg-akademie.de/veranstaltungen/grossveranstaltungen/4-formstoff-forum-2022>

MARS 2022

- >>> **1 au 5 à Istanbul (Turquie) : ALUEXPO - 7TH International Aluminium Technology, Machinery and Products Trade Fair**
<https://alvexpo.com/home-en/>

AVRIL 2022

- >>> **5 au 7 à Lyon (France) : 3D PRINT**
<https://www.3dprint-exhibition.com/>
- >>> **23 au 26 à Columbus (Etats-Unis) : CASTEXPO 2022**
<https://www.afsinc.org/tradeshows/castexpo-2022>
- >>> **26 au 28 à Saint-Petersbourg (Russie) : TECHNICAL FAIR 2022**
<https://ptfair.ru/en>
- >>> **28 au 29 à Loeben (Autriche) :**
64^{ème} CONFÉRENCE DE FONDERIE AUTRICHIENNE
<https://www.ogi.at/index.php/de-de/das-oegi/news>

MAI 2022

- >>> **17 au 20 à Paris (France) : GLOBAL INDUSTRIE 2022**
Parc des Expositions Paris-Nord Villepinte
TECH News FONDERIE est MEDIA PARTNER
<https://www.global-industrie.com/fr>

JUIN 2022

- >>> **7 au 9 à Moscou (Russie) : LITMASH RUSSIA 2022**
<https://www.litmash-russia.com/>
- >>> **9 au 11 à Bologne (Italie) : METEF 2022**
TECH News FONDERIE est MEDIA PARTNER
<https://www.metef.com/ENG/Home.asp>
- >>> **13 au 16 à Sao Paulo (Brésil) : FENAF 2022**
<https://www.abifa.org.br/fenaf-2021/>

- >>> **18 au 21 à Shanghai (Chine) : METAL + METALLURGY CHINA SHANGHAI 2022**
<http://www.mm-china.com/EN/>
- >>> **21 au 23 à Stuttgart (Allemagne) : CASTFORGE**
<https://www.messe-stuttgart.de/castforge/en/>
- >>> **22 au 25 à Bangkok (Thaïlande) : INTERMOLD**
<https://www.intermoldthailand.com/>

JUILLET 2022

- >>> **6 au 8 à Shanghai (Chine) : ALUMINIUM CHINA**
<https://www.aluminiumchina.com/>

SEPTEMBRE 2022

- >>> **26 au 29 à Shanghai (Chine) : THERMPROCESS CHINA + WIRE & TUBE CHINA**
<https://www.tubechina.net/index.php/en/exhibition/TPChina.html?page=4>
- >>> **28 au 29 à Düsseldorf (Allemagne) : ALUMINIUM WORLD TRADE FAIR**
<https://www.aluminium-exhibition.com/en-gb/media/news/alu-will-be-back-in-2022.html>
- >>> **28 au 30 à Monterey (Mexique) : FUNDIEXPO 2022**
<https://fundexpo2022.com/es/>

Découvrez toutes les dates sur le site ATF
Cliquez ici

JOURNEES REGIONALES ATF-AAESFF

GRAND EST

ST-ELOI le vendredi 3 décembre 2021
Visite du laboratoire d'ICAR/CM2T à Moncel-lès-Lunéville
[CLIQUEZ POUR PLUS DE DÉTAILS](#)

CENTRE AUVERGNE

ST-ELOI le samedi 4 décembre 2021
Journée moulage au Lycée Henri BRISSON de Vierzon
[CLIQUEZ POUR PLUS DE DÉTAILS](#)

ÉVÈNEMENT ANNUEL

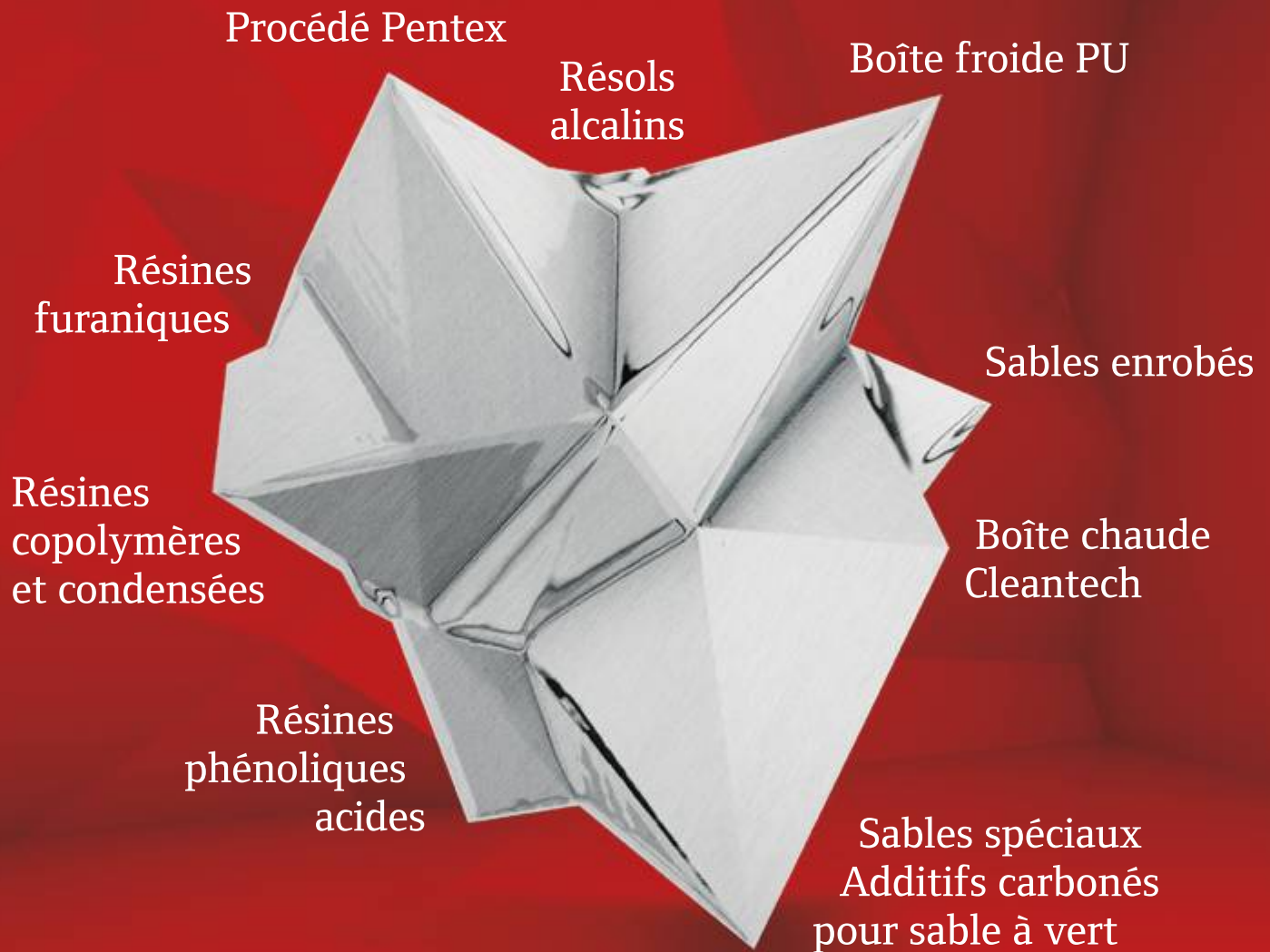
RHÔNE ALPES

ST-ELOI le samedi 11 décembre 2021
Journée moulage au Lycée Hector GUIMARD de Lyon
[CLIQUEZ POUR PLUS DE DÉTAILS](#)

FONDERIALES 2022

Rendez-vous à Doucy-Valmorel les 22 et 23 janvier 2022
pour la 10^{ème} édition des FONDERIALES

L'équipe AAESFF-ATF Rhône Alpes finalise encore des points sur l'organisation. Diffusion des tarifs et réservation en ligne (site aaesff.fr) dans quelques jours... A bientôt sur les pistes !



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

Rencontre entre l'Association Technique de Fonderie et les partenaires- fournisseurs de la fonderie

La rencontre baptisée
« Carrousel des fournisseurs »,
organisée à l'initiative de l'ATF,
contribuant au maintien du lien
et de la représentation
des fournisseurs de biens et de
services pour la fonderie,
a permis de réunir environ
40 personnes autour d'une
table.

Plusieurs thématiques ont été
abordés en lien avec la fonderie :

- Présentation du MediaKit 2022,
- Situation de la Fonderie Française et informations WFO / CAEF,
- Organisation du World Foundry Congress 2026 en France,
- Synergie partenaires / ATF - Propositions et axes d'améliorations.

L'occasion a été donnée dans un premier temps à notre Secrétaire Générale Mélody SANSON et Gérard LEBON de rappeler les objectifs et les missions de notre association.

S'ensuivit la présentation du MédiaKit 2022 – permettant aux partenaires-fournisseurs de fonderie de développer leur communication auprès des fonderies à travers notre magazine **TECH News FONDERIE** et le site internet de l'ATF. Furent présentées les très bonnes statistiques de notre site internet ainsi que le développement du futur site ATF avec le démarrage du projet réalisé fin septembre et ayant pour objectif janvier 2022.

La parole fût ensuite donnée à Lionel Alves, représentant l'ATF au World Foundry Organization (WFO), afin d'exposer les derniers chiffres économiques de la profession avec une mise en perspectives de l'économie industrielle française et la situation mondiale en fonderie – dont vous pouvez retrouver l'article dans le précédent TNF27.

Guillaume Allart, président de l'association, a informé nos partenaires du souhait pour 2026 par le WFO de réaliser le 100^{ème} WFC (World Foundry Congress) symboliquement en France, le 1^{er} Congrès mondial de fonderie ayant été organisé à Paris en 1926. Le président ayant rappelé « l'occasion et l'opportunité rare de faire briller notre industrie, nos talents, fonderies et partenaires au niveau mondial, avec néanmoins la condition unique et nécessaire de réaliser cet événement avec le support de l'ensemble de la profession (Institutions, partenaires et fondeurs). Un tel événement ne pouvant se réaliser seul ». L'année 2022 sera donc celle de la concertation et de la décision.



TÉLÉCHARGEZ
LE MÉDIAKIT
2022 ►

Pour finir, une table ronde, dirigée par notre président, dont le thème portait sur la solidarité, et la mise en place d'actions de synergie entre les partenaires et l'ATF – Ces discussions auront permis de présenter et d'initier de futures initiatives dédiées au monde de la fonderie en 2022, avec le support de nos partenaires, tel que :

- **Les Ambassadeurs ATF** : représentant intra-entreprise de l'ATF,
- **Les journées des jeunes Fondeurs** : réunissant les élèves BTS de France à 2 journées de présentations des métiers et techniques en fonderie,
- **Une application mobile ATF** en mars 2022,
- **Les Tech Times** : Journées Techniques / [Webinaires Fonderie](#).

Un plan de développement de ces actions sera présenté avant la fin de cette année, afin de coordonner l'ensemble de ces actions importantes pour la profession.

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

METAL EXPO : Tous les regards tournés vers Kielce.



Du 19 au 21 octobre 2021 - Le centre d'exposition et de congrès de Kielce a accueilli le Salon International des Technologies pour la Fonderie, l'événement ayant progressé années après années pour devenir le plus important de ce type d'Europe centrale et orientale : METAL Expo.

Retour sur cet événement par Guillaume Allart (Président de l'ATF), présent à l'édition 2021.

Des entreprises de Belgique, de Biélorussie, de France, d'Allemagne, de Russie et d'Ukraine participent depuis des années à l'exposition de Kielce, qui est devenue un pont entre l'Est et l'Ouest. Ce fut encore le cas cette année. Le salon fut à nouveau le lieu où s'établissent des contacts commerciaux à l'échelle mondiale, spécialement après une période sans rencontre en Europe de l'Est suite à la COVID-19.

Les rencontres d'affaires de la fonderie de Kielce ont toujours mis en avant des technologies innovantes et donné l'occasion de rencontrer et de discuter avec de nombreux spécialistes de haut niveau. Le salon de la fonderie de Kielce a rassemblé près de 300 exposants de 28 pays qui ont utilisé près de 10 000 mètres carrés de l'espace d'exposition du centre d'exposition et de congrès de Kielce afin de présenter leurs produits et services.

Organisé en alternance avec the « *Industrial Autumn* » (L' Automne Industriel), le salon aura attiré près de 3 000 initiés du monde

des affaires - des représentants de diverses industries : fonderie et moulage, machines et électromécanique, ferroviaire, construction navale, armement, robotique et automatisation, industrie automobile et aéronautique.

Tous venus à Targi Kielce des quatre coins du monde, notamment d'Autriche, de Belgique, d'Estonie, de France, de Lituanie, des Pays-Bas, de Suède, de Suisse, d'Ouzbékistan, d'Allemagne, de République tchèque, d'Italie, d'Ukraine, de Hongrie, de Biélorussie, de Slovaquie, d'Espagne, de Grande-Bretagne, des États-Unis, de Slovénie, de Russie, de Turquie, d'Inde, de Chine et du Japon.

METAL Expo est la vitrine d'un secteur très important - le moulage sous pression. Le salon de Kielce a accueilli de nombreuses entreprises internationales :

- Italie - AGRATI ; IDRA ; ITALPRESSE/GAUSS ; COLOSIO ; BORGA ; OMS Presse,
- Danemark - DISA Industries A/S,
- Suisse - BÜHLER ; FONDAREX,
- Chine - YIZUMI ; L.K. Machinery International Ltd,
- Pologne - Kelvin ALUKAST
- Allemagne - Heinrich Wagner Sinto Maschinenfabrik GmbH ; OTTO JUNKER GmbH et FRECH

Liste des exposants :

<https://www.targikielce.pl/en/metal/list-of-exhibitors>

Pour cette édition 2021, pas de nouveaux records, en comparaison avec

la précédente édition de l'automne industriel de Targi Kielce qui était entrée dans l'histoire comme l'événement qui a battu tous les records en Europe de l'Est. Les quelques milliers d'experts venus du monde entier étaient des participants du 73^e Congrès mondial de la fonderie qui se sont également joints à l'événement de Kielce.

Néanmoins, ce salon fut un bon test d'évaluation pour le monde de la fonderie de l'Europe de l'est - test réussi, car aux dires des exposants et des participants, ce fut un salon riches en rencontres, avec de nombreuses opportunités à la clé, malgré une fébrilité visible du marché aujourd'hui.

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





PRESS RELEASE • DÜSSELDORF, 19 OCTOBER 2021

Alarming Raw Materials and Energy Costs Situation

The current global developments in the raw materials and energy markets represent a significant threat to European foundry industry continuity. Without immediate political action, the economic recovery and future of skilled industrial workforce is at stake.

Foundries are an important player of the European value chain and home to many qualified workers in rural areas. 70 percent of the approx. 4 700 foundries with 300 000 employees operating in EU are considered small- and medium-sized enterprises (SME), operating mainly in regions, already having suffered from industrial decline in recent years. Their survival is of utmost importance for regional development and prosperity.



Nowadays high raw material and energy prices are a burden which many of these SMEs are no longer able to carry under consideration that the average profit margin in "normal times" lies only somewhere between 2-3 percent.

We as European Foundry Association (CAEF) must explicitly underline our concerns and therefore indicate that the current situation composes a vital treat to many of our member foundries. Never in post-second World war history, we had to face such an increase of prices across virtually all relevant input factors or that some materials are not even available regardless of their price. In particular, the following components go "beyond the ceiling":

1. Base materials: e.g. Ferrous and non-ferrous metals
2. Alloy elements: e.g. magnesium, silicium, copper, nickel
3. Chemicals and other oil derivates: e.g. sand, resin, binders
4. Energy: e.g. gas, coke, electricity, oil

Just to exemplify: the European economy might run out of magnesium end of this year, if imports from China remain restrained. Most factories are currently shutdown due to environmental issues and energy constraints. Europe has stopped its own magnesium production in 2001 in the aftermath of Chinese dumping. This dependency comes at a high price! Magnesium is needed as critical alloying element for aluminium and nodular cast iron,

In conjunction with the Russian decision not to book transport capacities for gas through the Ukrainian pipe to Europe, a cold and devastating winter lies ahead of us. Germany alone depends more

than 50 percent of its gas consumption on Russian imports. Moreover, natural gas is playing a crucial role in helping the European transition to low-carbon energy production and its lack would slow down this process significantly.

These are only the most recent updates in a year full of alarming signals from the raw material and energy sector.

Foundries operate with often 80-90 percent metal scrap and are therefore regarded as upcycles as well as pioneers of circular economy. Despite strong efforts to curb energy consumption and carbon emissions, most of the energy is needed in the furnace and heat treatment to produce components such as medical devices, pipes, pumps or wind turbines. European foundries therefore support the shift towards

renewable energy production but are dependent on reliable raw material and prices and available energy at competitive costs. Otherwise, we will lose our European facilities within the next years.

If the European industrial transformation and its related ambitions towards climate neutrality does not imply to transfer casting components to locations in low-cost countries with low environmental and social standards, authorities should take immediate actions.

Background information on CAEF:

CAEF is the umbrella organisation of the national European foundry associations. The organisation, founded in 1953, has 22 European member states and works to promote the economical, technical, legal and social interests of the European foundry industry. At the same time, CAEF implements activities which aim at developing national foundry industries and co-ordinating their shared international interests. The General Secretariat is situated in Düsseldorf since 1997.

CAEF represents 4 700 European foundries. Nearly 300 000 employees are generating a turnover of 43 billion Euro. European foundries are recruiting 20 000 workers and engineers per year. The main customer industries are e.g. the automotive, the general engineering and the building industries as well as the electrical engineering industry. No industrial sector exists without using casted components.

TÉLÉCHARGEZ LA VERSION FRANÇAISE ►

DÜSSELDORF, 28 OCTOBER 2021

Raw Material and Energy Prices: Existential threat to the European Foundry Industry - Call for Bilateral Agreements

Prices for raw materials, energy and logistics have soared on a broad front while an increasing number of input factors is prone to run out of European stocks within the next weeks. Forwarding these unavoidable cost increases is however not taken for granted.

Key input materials such as scrap, pig iron, aluminium, copper, coke, alloys and chemicals, as well as wooden pallets and mesh boxes, are just some of the materials that have increased in price by up to 250% over the past 12 months. Latest concerns focus on the dramatic global shortage of magnesium, a metal that is predominantly mined in China. European stocks will be exhausted as early as November, causing an explosion in the magnesium price from USD 2 000 to USD 12 000 recently. This is putting additional pressure on liquidity in foundries. Magnesium is not only poured in its pure element but mainly applied as critical alloy for iron and aluminium applications. In other words: It represents the baker's yeast in foundries. These castings are virtually needed – though in small quantities – everywhere, from automotive and aviation, over energy production, to medical devices.

Another serious issue is that energy providers have started to terminate contracts of their often long-standing and reliable customers and rather pay the fine instead of continuing delivery. Closing new contracts results in significantly higher costs for foundries. Particularly problematic for the small and medium-sized (SME) foundry landscape is that these heavily increasing prices have not been able to be anticipated within the calculation scheme, as they were not foreseeable at all. If that is not yet enough, customers broadly keep on demanding solidarity agreements, in other words cost sharing despite already burdensome cost saving expectations. This must be further understood at the background that the profit margin of foundries often lies between 2-3 percent.

In short: Many foundries face a serious survival threat and might eventually shut down production, fuelling the existing frictions of the already distressed European value chain. Since most foundries are deeply embedded in a regional context, their disappearance would coamplify the already difficult employment and economic situation of these regions having suffered from industry transformation already for several decades.

Foundries have so far always been reliable partners in customer relations. Now customers should be open to bilateral discussions with their suppliers in order to take adapted measures in this tense situation and a new way of fairness. Among others this includes an adjustment of the calculation to the dynamic raw material situation, a prompt payment of supplier invoices or the introduction of advance payments. However, reliable and regular demand reports from customers to suppliers would at least contribute to better planning of the raw materials to be procured. However, this alone would not calm the price situation. In the long term, we are urged to develop strong bonds along the entire value chain with a large European footprint.

Preserving employment and succeeding in the pursuit of the EU Green Deal demands not only governmental support but also a mutual understanding between suppliers and customers!



TÉLÉCHARGEZ LA VERSION FRANÇAISE ►

Further information at www.caef.eu.



CAEF The European Foundry Association

Contact:

Hansaallee 203 • 40549 Düsseldorf • Germany

• info@caef.eu

Fynn-Willem Lohe

phone: +49 211 68 71 – 277

e-mail:

• fynn.lohe@caef.eu

L'AGENDA DES FORMATIONS

Cyclatef[®]
FORMATION FONDERIE

Derniers stages Cyclatef[®] en 2021

Initiation aux bases de la fonderie (Creil)

du 30 novembre
au 3 décembre

Choix mise en place & maintenance
des réfractaires en fonderie
(Pour fours et poches de coulée)

du 7 au 9 décembre

INSCRIVEZ-VOUS
DIRECTEMENT À
UNE FORMATION

NOUVEL
AGENDA
2022

Défauts et imperfections en fonderie de fonte

du 2 au 4 février

Initiation aux bases de la fonderie

du 22 au 25 mars

Fours à induction

du 12 au 14 avril

Sables à prise chimique

du 17 au 19 mai

Réaliser un audit en fonderie

du 28 au 29 juin

Sables à vert

du 27 au 30 septembre

Fontes à graphite sphéroïdal

du 26 au 28 octobre

Initiation aux bases de la fonderie

du 15 au 18 novembre

Choix mise en place & maintenance
des réfractaires en fonderie
(Pour fours et poches de coulée)

du 6 au 8 décembre

RÉFÉRENCE

Cyclatex® : Défauts et imperfections en fonderie de fonte

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

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
- Études 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 ? Ou'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 €

RÉFÉRENCE

Cyclatex® : 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
- Masse-lottage et remplissage d'une pièce de fonderie
- Les propriétés des principaux alliages
- Les différents moyens de mise en œuvres
Fusion, moulage et noyautage

- Analyse des défauts de fonderie
- Les contrôles non-destructif
- 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 ? Ou'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 €

Cliquer sur les fiches pour les afficher.

RÉFÉRENCE

Cyclatex® : Fours à induction

Public concerné & prérequis

Prérequis : aucun
Public Concerné : personnel souhaitant découvrir ou approfondir leur 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 ? Ou'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 €



GNR France
Industries



SPECTROMÈTRES ÉTINCELLES

BG 90



RECTIFIEUSE
avec plateau magnétique
ou mandrin
Sec ou Arrosage

Minilab 150 / 300
S1/S3



SPECTROMÈTRE À ÉMISSION OPTIQUE
pour métaux ferreux
et non ferreux

Metallab Plus
S7



SPECTROMÈTRE À ÉMISSION OPTIQUE
pour métaux ferreux
et non ferreux

Atlantis
S9



SPECTROMÈTRE À ÉMISSION OPTIQUE
pour métaux ferreux
et non ferreux

FOURNITURE - INSTALLATION - FORMATION - MAINTENANCE - ETALONS - RAYONS X
Site Web : www.gnrfrance.com / Tél : +33 (0)381 590 909 / Mail : doc@gnrfrance.com

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

**SUIVEZ UN PROJET ROBOTIQUE
DE LA CONCEPTION À SA MISE
EN PRODUCTION SUR LINKEDIN**

**VOIR NOS AUTRES
PRESTATION**

SCOVAL
fonderie

Représentant officiel :

33 (0)2 38 22 08 12 • www.scoval.fr

Cyclatef®

FORMATION FONDERIE

Sables à Vert

DU 16 AU 19 NOVEMBRE 2021

Visite des FONDERIES BROSSEVAL ET MONTREUIL

Pas de rubrique faits-divers dans notre revue mais une place pour la rubrique formation et ce mois-ci pour le CYCLATEF® sables à vert.

Notre premier stage interentreprises de rentrée se déroule cette année à Saint-Dizier avec la visite des Fonderies Brousseval et Montreuil. Fidèle à ses traditions l'Association Technique de Fonderie allie, sérieux, convivialité échanges et supports concrets pour illustrer ses stages interentreprises.



Le support concret de notre visite dans une entreprise à laquelle **TECH News FONDERIE** a récemment ouvert ses pages [\[Téléchargez le TNE 22\]](#) nous a permis de jeter un regard assez large sur les différentes techniques et mesures mises en place dans cette fonderie pour le suivi et la maîtrise des sables de moulage.

Les stagiaires de cette année venus des différentes régions de notre hexagone, et même au-delà, ont pu apprécier l'approche de cette fonderie pour répondre aux besoins de ses trois différentes lignes de moulage.

Une ligne de moulage à plat de grande dimension, une ligne Disamatic « grosses pièces » et une ligne Disamatic « petites pièces », ne nécessitent pas obligatoirement les mêmes besoins en sable.

C'est ce que nos animateurs et intervenants expliquent, avec moult détails lors des séances de formation.

Et en cela la visite de cette année en a été une illustration parfaite.

C'est ce que nos hôtes Frédéric Pradaud, Benoit Augendre et Christophe Ganthier nous ont présenté et illustré lors de la visite des ateliers.

Les regards de chaussée attirent bien entendu nos yeux de fondeurs, mais pas seulement, en effet la diversité des pièces produites sur ce site de production a étonné nos stagiaires. Nous devons bien entendu renouveler nos remerciements à nos hôtes, car au-delà de la visite ils ont pu répondre aux nombreuses questions pratiques que nos stagiaires ont pu poser.

Fonderies Brousseval et Montreuil est l'une de composantes du groupe F3TEC <https://www.f3tec.com/fr/>

En quelques chiffres F3TEC c'est 90 millions d'euros de CA en 2020, une histoire qui remonte à 1830 pour les Fonderies Brousseval

et Montreuil, 600 personnes, trois fonderies et trois filiales de distribution. Les trois fonderies ont une capacité de production de 70 000 tonnes de fonte par an.

Nous laissons le regard de nos lecteurs aller voir le site de cette entreprise qui avance, investit et innove. Nous citerons en conclusion la réputation que se sont taillées les Fonderies Brousseval et Montreuil dans le développement de pièces en fonte GS capable de performances techniques pour résister même dans des conditions de températures extrêmes...

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

RENDEZ-VOUS EN SEPTEMBRE 2022 !

A ceux qui par manque de temps, par les incertitudes causées par la pandémie, et toutes autres raisons, n'ont pas pu s'inscrire en 2020 et 2021.

Les CYCLATEF®, l'Association Technique de Fonderie vous attendent pour de très riches séances de formation et d'échanges techniques !

**TÉLÉCHARGEZ LE BULLETIN
D'INSCRIPTION**





MERCI!



Nous remercions chaleureusement nos clients
de nous avoir confié leurs projets réfractaires cet été.

- CUBILOT
- FOURS À INDUCTION À CREUSET
- FOURS DE RÉGÉNÉRATION DES SABLES
- POCHEs FROIDES
- FOURS DE MAINTIEN
- FOURS DE COULÉE

Effect of material-technological properties on the reconstruction of utility parameters of bells

Dawid Cekus ^{a,*1}, Paweł Kwiaton ^a, Maciej Nadolski ^b, Krzysztof Sokół ^a

(a) Czestochowa University of Technology, Department of Mechanics and Machine Design Fundamentals, ul. Dabrowskiego 73, 42-201 Czestochowa, Poland

(b) Czestochowa University of Technology, Faculty of Production Engineering and Materials Technology, Al. Armii Krajowej 19, 42-201 Czestochowa, Poland

>>> ABSTRACT

An important utility parameter of bells, including church bells, is their sound – that depends on geometry of the body, changes in section thickness and material from which they are made. Knowing the geometry of casting and chemical composition of the alloy, it seems that the current state of art allows recreating not only solid, but also acoustic properties of the casting. Hence, the purpose of this work is to make a casting using reverse engineering tools, compare acoustic properties of the newly formed bell with the prototype, and test material for a bell alloy. For the host and casted bell the note and octave are identical, the sound differs only in the number of cents away from the exact note. Compared with the numerical model, the acoustic properties of newly formed bell were found with slight deviations. The reasons for registered differences between the components of the original sound and the copy are seen as differences during melting, pouring and solidification processes of the alloy. Material tests carried out on samples taken from the new bell also showed microporosity of the casting and change in microhardness of the α and eutectoid phase ($\alpha + \delta$) along height of the bell cross-section. The chemical composition of bronze also varied along with the change of measuring points at the rib height and the fraction of eutectoid in the alloy structure. Material tests showed a significant influence of cast porosity on its acoustic properties.

>>> INTRODUCTION

Bells have been known to humanity for several thousand years. They were used in China three thousand years before the birth

of Christ and they were known also in other cultures [1]. Along with approach of modern times, the shape of the bell changed from those made of copper or iron sheets, joined with rivets, to cast from copper alloys [2–4]. Sound is inseparably associated with bells. The bell is a musical tool from the group of idiophones – a group of musical instruments in which the sound source is a solid body with unchanged natural elasticity. The paper [5] presents a subjective comparative analysis of the sound quality of a bell. Two new parameters deviation of the bell and sound energy level, were also proposed for objective evaluation. Due to their function, it is possible to divide bells into musical bells, concert bells (carillons), and church bells (liturgical), i.e. their task was to call faithful to prayers, warning them of danger or calling inhabitants of the surrounding community for momentous events. Along with the change in shape of bells, the material from which they were made has also changed [6–8].

From the point of view of modern metal science, bell bronze is a fairly complex (structurally) metallic material whose properties are determined by the distribution, form, fraction, structure and properties of the basic phases present in it as well as the additional phases formed in the presence of small amounts of others in addition to tin and copper components. The properties of bell bronze are also influenced by the kinetics of solidification process (depending among others on the weight of casting and thermophysical properties of the mold) and some technological factors (temperature, pouring velocity, cooling time of the casting in the mold, method of charge melting and method of refining the alloy before pouring it into the form) [7,9–11]. The composition of the alloy is therefore very important, but not the only factor determining its properties. The problem of achieving required material characteristics is getting complicated with presence of an additional, unaccounted or non-controllable variable.

According to the modern recognition, tin bronze, which meets the mechanical and acoustic requirements of bells is a binary copper-tin alloy, with a tin content of 19–22%,

without additional components, admixtures or impurities. Cu-Sn alloys with lower tin content (Sn < 15.8%) solidify practically as single-phase. Their structure is formed by the α phase – a solid solution of tin in copper. Because α phase is a soft component, these alloys are plastic and ductile. It should be stated that under real crystallization conditions all solid solutions of Cu-Sn alloys are supersaturated (nonequilibrium) solutions at ambient temperature. This is the result of a very slow process of tin diffusion in copper. Bell bronze studies have shown that the composition of the α phase at ambient temperature gives bronze with a tin content close to its solubility limit (15.8%) in copper at a temperature about 600 °C [7,9]. As the amount of tin increases, a new structural component can be found in tin bronze structure: eutectoid ($\alpha + \delta$) the mixture of α and δ phases [12,8]. Out of other phases that may still occur during an increase of the tin content (δ , ϵ -, η -phase), the δ phase is important for bell bronze as a component of the eutectoid ($\alpha + \delta$). The base of this phase is the Cu_3Sn_8 intermetallic compound with a very complex cubic crystallographic lattice. This phase crystallizes in a very narrow range of concentrations and in 350 °C should decompose into eutectoid ($\alpha + \delta$). Because the process of decomposition occurs very slowly the metastable d phase should be preserved up to ambient temperature [6]. The d phase is a structural component – very hard and brittle. In steels its equivalent may be cementite, and eutectoid ($\alpha + \delta$) – pearlite. With an increase in the amount of tin, the amount of phase ($\alpha + \delta$) also increases, what affects hardness and plasticity of bell bronze [13]. With tin above 30% bell bronze becomes very brittle and nonpersistent to strong impacts.

Thus, bell bronze contains in a certain proportion two structural components, one of which – eutectoid ($\alpha + \delta$) – is responsible for the acoustic properties, the other one – α solid solution affects the mechanical properties [13–15]. In contrast to shape and material, the bell has been made for centuries according to almost unchanged technology transmitted in a narrow, usually family group. The method, whose description appears in the

Article info

Keywords: High-tin bronze Porosity Cast compositions Materials characterization Reverse engineering

Copyright: © 2021 Karabuk University. Publishing services by Elsevier B.V. This is an open access article under the CC BY-NC-ND license (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>).

Middle Ages [16,17] was slightly modified during the Renaissance [18] and from the eighteenth century procedure of creation of forms stays unchanged to the present times [19]. The casting mold is made using a template rotated around the axis of the bell. Elements that must be made are: the core of mold, the bell model, the external form and most often produced in other (not sample) technology so-called bell crown – element enabling the casting to be attached to the supporting structure. The forming operations are labor and energy consuming, each time applied molding sand requires drying at a temperature of about 80-90 °C. All procedures related to the implementation of the casting mold lasts for about three to six months. Of course, modern bell foundries use modern molding materials and it is possible to make bells limiting labor and time. Presently designed bells as well as the historical reconstructed ones were made with the use of shape simulation tools, vibration analysis with consideration of mold material as well as alloy composition and casting conditions [20].

The reconstruction works leading to the recreation of the bell so that its sound is identical or similar to the original one, without technical documentation, knowledge of material data and technology in which it was made, despite advanced methods of identifying objects [21], is time consuming and complicated. It happens that the bell which must be recreated is damaged and there is no information about acoustic properties, as presented in [22]. Authors have performed tuning of properties and resurrected sound qualities of a damaged 13th century bell. To recreate bell shape one used the slide gauge. Bell bronze mechanical properties – Young modulus and density – have been calculated on the basis of actual elemental and microstructural characteristics of the bronze, obtained by energy dispersive X-ray fluorescence spectrometry and electron microscopies. Based on the collected data, they performed a modal analysis using the finite element method, which allowed one to determine the unknown sound qualities of this his torical bell. However, based only on the numerical results, one can not always be sure that the results (sounds) are correct, what is shown in this article. A methodology for reverse engineering techniques to assess the vibro-acoustics properties of bell was presented in works [23,28]. To validate obtained results, an experimental modal analysis was carried out.

The authors of this paper have attempted to reproduce shape and five basic sound components of the church bell. The rib shape was obtained on the basis of 3D scanning, after which a solid geometrical model of the bell

was developed in one of computer-aided design programs. The CAD model was used in order to create a template for casting process and in numerical studies during frequency analysis. The numerical results were compared with the sounds of the new one. The obtained results were confronted with the results of material studies on samples taken from the newly casted bell.

In recent times, the development of 3D scanning has allowed for an in-depth analysis of cultural heritage objects and human-computer interaction [24]. This method is a solution that allows one to reproduce a small single element [25] and whole products [26,27]. When the scanned object is larger than working volume one uses tag points. Taken shoots are later combined in one in the programs dedicated for this purpose. Often some details can be omitted during scanning process or lost as a result of transformation errors. In this case, the CAD designer should reproduce these elements.

>>> REVERSE ENGINEERING

In this paper, in order to obtain the shape of bell, the 3D scanning was performed. This solution allows one to recreate the shape of bell and its rib (indirectly) without dismantling bell from belfry.

In recent times, the development of 3D scanning has allowed for an in-depth analysis of cultural heritage objects and human-computer interaction [24]. This method is a solution that allows one to reproduce a small single element [25] and whole products [26,27]. When the scanned object is larger than working volume one uses tag points. Taken shoots are later combined in one in the programs dedicated for this purpose. Often some details can be omitted during scanning process or lost as a result of transformation errors. In this case, the CAD designer should reproduce these elements.

The discussed object is a big element with overall dimensions: 620 mm of mouth diameter and 485 mm of height. The scanning process (Fig. 1a) has been proceeded with the Scan3D Universe (scanning technology: LED

white structural light, detector resolution: 5 MPix, accuracy: 0.02 mm, working volume: 300 x 200 x 200 mm), tags and the Mesh 3D software provided by Smarttech. Only the rib of bell has been required to reproduce the bell, that is why all the engravings have been omitted. The gathered data (point clouds – Fig. 1b) have been cleaned (noise was removed) and assembled to the single cloud, next the triangle mesh (Fig. 1c) has been created. The triangle mesh allows one to recreate the section profile and finally with the revolute operation (for instance in SolidWorks program) get the final 3D model (Fig. 1d).

On the basis of the 3D model, the creation of template of the external as well as internal part of bell can be done. Those templates are used to create a casting mold and bell casting in accordance with the traditional technology [16,17].

The casting material was a high-tin two component copper – tin alloy composed of 20% of Sn according to UNS C91300 [13]. The liquid alloy of 1040 °C temperature was delivered into the form with a trough about 1.5 m long. The bell was casted in the “natural” position (the thickest wall of the cloak was placed in the lowest location while the crown to which liquid alloy was delivered was on the top [20]).

>>> RESULTS AND DISCUSSION

Material studies

The cast after sound registration was submitted to the metallographic studies. From the bell in rotation axis, the sample was collected which presents the cross-sectional shape of side wall of 10 mm thickness. The cut-view of bell as well as samples A and B with indication of collection areas are presented in the Fig. 2.

In the same areas the identification of chemical composition was done – see Table 1.

Table 1. Chemical composition of examined samples.

Specimen	Chemical composition, % mass	
	Sn	Cu
A	20.28	79.72
B	23.43	76.57

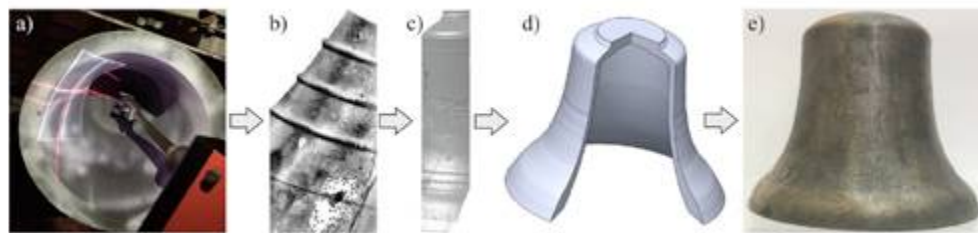


Fig 1. Reverse engineering of analysed bell: a) 3d scanning process, b) part of point cloud, c) triangle mesh, d) solid model, e) casted bell.

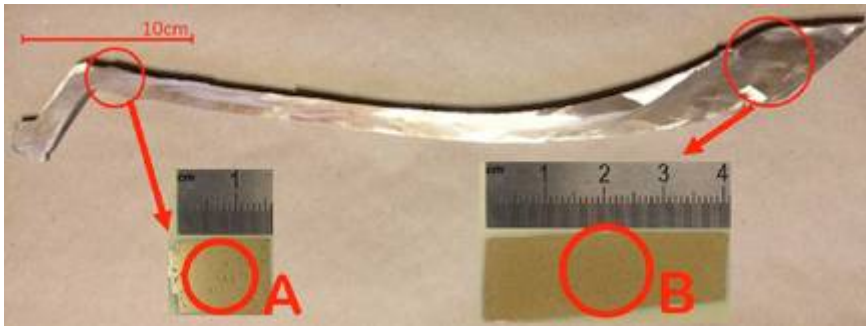


Fig 2. Cut-view and areas of samples collection.

Unetched metallographic specimens collected in areas A and B were also submitted to the porosity estimation studies by means of the NIS-Elements software which cooperates with an optical microscope Nikon Eclipse MA-200. It was concluded that the gas porosity in area A was 4.9% while in B is 2.7% (Fig. 3). The porosity measurements were done at samples with areas 2200 x 4500 μm. The most likely cause of the porosity is a mixture of the air from the niche of the form with gases which appeared as a result of contact of the liquid metal with a form material and their closure in a solidifying cast. The increased porosity in the upper part of casting is also a result of gases formed during contact of the liquid alloy with the mold material. That is why in the upper section (sample A) porosity is accumulated in gas separations with greater volume in relation to the sample B (Fig. 4).

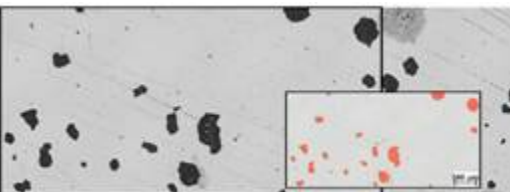


Fig 3. Microporosity - sample A.

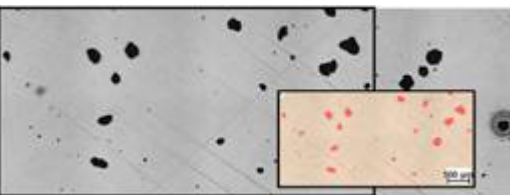


Fig 4. Microporosity - sample B.

The evaluation and observation of the microstructure of collected samples were done on the metallographic specimen etch in FeCl₃ solution – Figs. 5 and 6. The structure of obtained alloy is composed of plastic soft phase α and mixture of eutectoid phase α and hard intermetallic compound γ (Cu₃Sn₈) that is responsible for the acoustic properties of alloy [6,7,17]. The structure of sample A which was collected in the point where wall thickness is three times smaller than in sample B is characterized by the finer dendrite structure. The α phase deformation is most likely

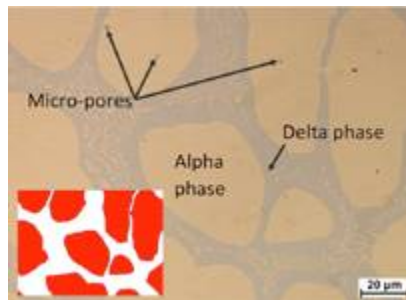


Fig 5. Bell bronze microstructure in the profile axis - sampling location according to 3 - «A» with an image analysis of fraction of α phase.

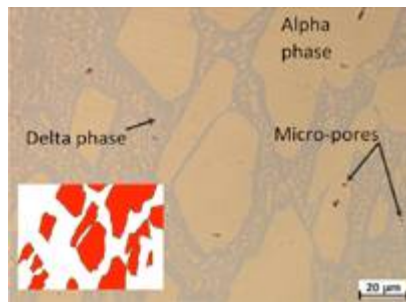


Fig 6. Bell bronze microstructure in the profile axis - sampling location according to 4 - «B» with an image analysis of fraction of α phase.

the result of the change in chemical composition (Table 1) of the analyzed samples and a difference in the heat dissipation velocity from casting to mold material. The change in shape and size of the α phase precipitates is accompanied by differences in the fraction of α and γ phases Figs. 5 and 6. The measurement showed that for the sample from area A the fraction of phase α is about 60%, while for the sample from area B is about 40%. The fraction of eutectoid α + γ is therefore 40% and 60% respectively without taking into account the porosity. The microhardness of α-phase in sample A was 132,2 ± 2,0 HV05 while in B – 134,9 ± 4,7 HV05; moreover the microhardness of δ-phase was 346,6 ± 3,6 HV05 and 318,5 ± 3,8 HV05 respectively. The decrease in microhardness of γ phase in area of the thickest cross-section of bell rib should not strongly affect the acoustic parameters of bells. However, such an influence can cause a decrease in the Sn content in the α phase, in the thickest section of bell rib, (from 15 to 13 part wt. – see Table 3) causing its heterogeneity in the chemical composition due to the

most likely prolonged solidification time in relation to the area three times thinner (area A from Fig. 3). Lowering the tin content does not change the microhardness, the parameter determining mechanical parameters of the alloy. Therefore, it should be stated that change in tin content in the α phase is not the cause of changes in the natural vibrations of bell body (difference between the results of numerical and physical tests).

Gases dissolved in liquid metal play an important role in creation of gas microporosity. In case when the amount of gas is too small, the pressure in pores is low and does not reduce microsupply between dendritic channels causing an appearance of greater hollowness and greater volume localized near the axis of the cast. When the amount of dissolved gases is too great, the atoms of gases penetrate created hollowness causing an excessive growth of pressure what leads to the increase of pores along with reduction in metal density. What results with inadequate sound in both cases - the sound is too low, the vibration frequency of the bell is too low, insufficient spaces between five sound frequencies [10,14,15]. Figs. 7 and 8 show the places of EDS spot analysis performed on a JOEL JSM-6610LV scanning electron microscope. The results of analysis are summarized in Tables 2 and 3. It has been noticed that slight changes in the composition of α and γ phases are presented in the analyzed areas.

Table 2. Results of the EDS point analysis of the chemical composition in the areas of analysis - sample A.

Analysis Area	Marked element, % wt.	
	Sn	Cu
1	82.99	17.01
2	66.88	33.12
3	68.92	31.08

Table 3. Results of the EDS point analysis of the chemical composition in the areas of analysis - sample B.

Analysis Area	Marked element, % wt.	
	Sn	Cu
1	84.60	15.40
2	86.67	13.33
3	67.27	32.73

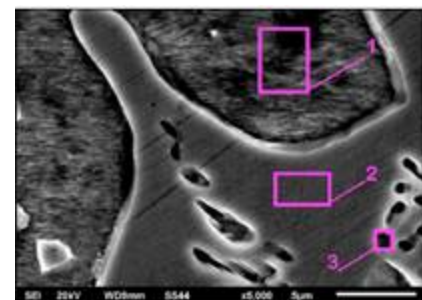


Fig 7. Analysis of the chemical composition of EDS from the micro area - sample A.

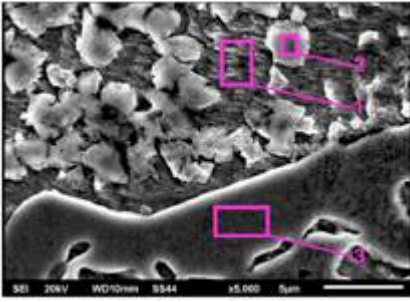


Fig 8. Analysis of the chemical composition of EDS from the micro area - sample B.

XRF fluorescence X-ray analysis was performed in the sample area of sample B shown in Fig. 9a. The analysis allowed presenting the distribution of concentration of Cu and Sn elements. Areas with increased Cu concentration are shown in Fig. 9b, while with increased Sn concentration in Fig. 9c. In the figures, the borderline was marked in order to separate the concentration of these elements. Uniform distribution of the analyzed elements in the characteristic areas of the α and γ phases was found.

With an expansion in tin content, the fraction of α phase increases. The phase affecting hardness and plasticity of bell bronze described in the literature as the soft component of alloy as opposed to the γ phase which is hard and brittle. It was observed that the bronze composition along the rib height changes Tables 1,2,3 and the distances between dendrites are increased (Fig. 5), therefore a growth in the eutectoid ($\alpha + \gamma$) fraction in interdendritic spaces is observed. Increase in the amount of ($\alpha + \gamma$) phase is accompanied by an extension in hardness, density, Young's modulus, sound transmission velocity and a decrease in the value of vibration damping coefficient. The mutual participation of the phases has a decisive influence on the acoustic parameters of bells, while the obser-

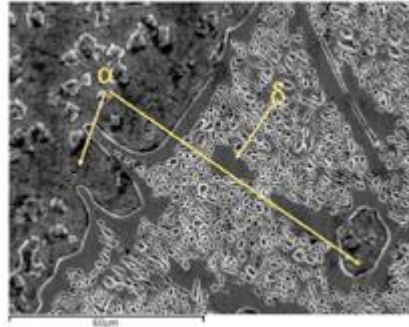
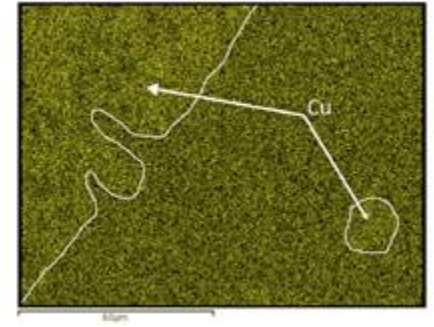


Fig 9. Examples of nonuniformity in the Cu and Sn distribution. a) Analyzed sample image, b) areas with increased Cu content, b) area with increased Sn content.

ved differences like drop in microhardness and an increase in distance between the α phase dendrites compensate each other without affecting the frequency characteristics. Thereby, it can be stated that the strongest influence on the acoustic parameters of bell bronze has a variable fraction of the gas porosity along the bell rib height. It can be assumed that, by reproducing bell casting technologies with accurate preservation of the bell bronze composition, the alloy's retention during solidification should be the same (the same phase components as well as their mutual fractions should be preserved) in the original bell as well as in the new one. However, taking into account the change in size and fraction of gas microporosity and slight change of microhardness of eutectoid in the analyzed areas, the acoustic properties of bronze may change causing some difficulties in transfer from CAD modeling and finite element method (FEM) analysis to the casting procedure, especially then five sound components are taken into account [10,14,15].



Frequency analysis

The verification of acoustic properties of the studied bell was based on numerical and experimental studies. The sound properties (for host bell and casted bell) were obtained by recording the sound of bell during operation and by converting it to sound components using the Wavanal program. Numerical frequencies were obtained using the FEM and the SolidWorks Simulation module. The numerical computational model was based on the solid model (Fig. 1d), with the finite element size defined with the hadaptive method. It was assumed that the bell is made (like a cast bell) of C91300 bell bronze with the following properties: elastic modulus = 1.1011 N/m²; Poisson's ratio = 0.34; shear

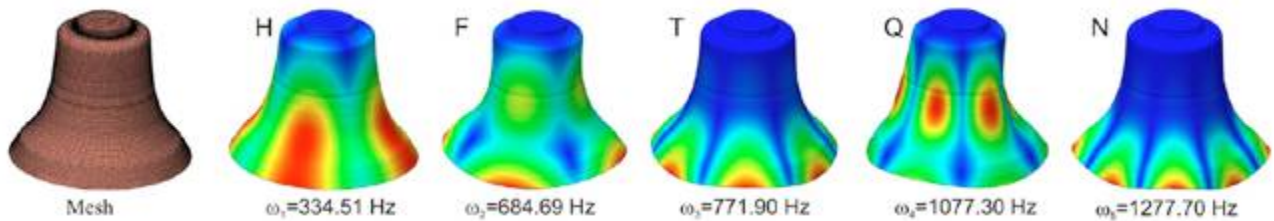


Fig 10. Mesh and modal shapes for the musical partials of an analyzed bell predicted by FEM.

Table 4. Experimental vibration frequencies.

	Host bell		Casted bell		
	ω_{eh} [Hz]	Note	ω_{ec} [Hz]	Note	δ_v [%]
Hum	319.5	Eb(1)+45	320.0	Eb(1)+48	0.16
Fundamental	650.5	E(2)-23	657.5	E(2)-4	1.08
Tierce	785.0	G(2)+2	762.0	G(2)-49	2.93
Quint	985.0	B(2)-4	1007.5	B(2)+34	2.28
Nominal	1320.0	E(3)+1	1282.0	E(3)-48	2.88

where: $\delta_v = \left| \frac{\omega_{ec} - \omega_{eh}}{\omega_{eh}} \right| \cdot 100\%$; ω_{eh} - experimental vibration frequency for host bell, ω_{ec} - experimental vibration frequency for casted bell

Table 5. Numerical vibration frequencies.

	Host bell		Numerical studies	
	ω_{nb} [Hz]	Note	ω_{n} [Hz]	δ_{n} [%]
Hum	319.5	Eb(1)+45	334.51	4.49
Fundamental	650.5	E(2)-23	684.69	5.26
Tierce	785.0	G(2)+2	770.53	1.84
Quint	985.0	B(2)-4	1077.3	9.37
Nominal	1320.0	E(3)+1	1277.7	3.20

where: $\delta_{\text{n}} = \left| \frac{\omega_{\text{n}} - \omega_{\text{nb}}}{\omega_{\text{nb}}} \right| \cdot 100\%$, ω_{nb} – experimental vibration frequency for host bell, ω_{n} – numerical vibration frequency

modulus = 3.8.10¹⁰ N/m² ; mass density = 8600 kg/m³. The model with an applied mesh (DOF 898896) and obtained vibration modes corresponding to the musical partials [14,15,28] are presented in Fig. 10.

Experimental and numerical vibration frequencies are placed in Table 4 respectively.

Comparison of the frequencies of casted and host bell shows an increase in frequency for hum, fundamental and quint. For tierce and nominal, the frequencies of casted bell are lower than in the host. Ideal relation between five basic sound components hum: fundamental: tierce: quint: nominal is given by the following relation 1, 1:2, 1:2.4, 1:3, 1:4 [14]. What in E2 tone gives 329.6, 659.2, 791.04, 988.8, 1318.4 Hz respectively. This means that neither the original bell nor the casted one sound in accordant with the E2 tone. For the original bell, these relationships are: 1: 2.04: 2.46: 3.08: 4.13, and for casted one the values are: 1: 2.05: 2.38: 3.15: 4.01. The obtained differences between cast and host bell may result from: production (manual method), each casting is different and in most cases, the structure of the material will differ from each other; smoothing the shape of scanned rib; omission of decorations. However, based on the conducted numerical and experimental research, it can be stated that the reverse engineering process with 3D scanning process was correct – the magnitudes of vibration frequencies of the host and casted one are very similar (maximum relative error – 2.93% for tierce – Table 4) as well as relation between five basic sound components is comparable for both bells. In addition, for both bells the note and octave are identical, the sound differs only in the number of cents away from the exact note.

Comparison of the results of experimental studies with numerical Table 5 ones shows much greater differences in the vibration frequencies. The maximum error is 9.37% (for quint) while the average error is 4.83%. In this case, the discrepancies result from the fact that numerical bell does not have material porosity, and the material parameters are idealized. In addition, its crown has probably an influence on the frequency magnitudes, what was not taken into account

during numerical tests. The performed tests show that the vibration frequencies obtained by means of numerical tests should not be taken as a certainty and on this basis the acoustic properties of the bell cannot be finally determined. However, such analyzes are very important when designing a new bell shape, as well as when reconstructing existing objects. On their basis, the frequency change trend can be determined at different shapes of the rib, which at small changes can significantly affect the frequencies.

>>> CONCLUSIONS

This paper presents the reverse engineering process, which concerned the possibility of recreating a church bell. Restoration of this type of objects is possible, but the acoustic properties without taking into account the porosity of cast will not be compatible with the original. Firstly, the digital bell model, which in this paper was created on the basis of a rib obtained in the 3D scanning process, may cause some errors resulting from incomplete reproduction of the bell shape. The scanned bell undergoes deformations during operation (e.g. a visible increase in the diameter of the heartshaped ring in the heart plane). Another simplification is the reconstruction of the bell without decorations and with smoothness of the outer surface, which causes a change in the weight of the casting and directly affects the sound quality.

A significant influence on the obtained results has casting process as well as production technology. The authors have tried to reproduce in a most faithful way the traditional technology of bell production. All this has an impact on the differences between the original object and the recreated one on the basis of reverse engineering. Finally, it should be summarized that the maximum error between frequencies did not exceed 2.93%.

From this point of view, it can be stated that the reverse engineering process was carried out correctly, with correctness of the geometric dimensions as well as functional parameters. The correctness of the studies is also confirmed by the material tests which are closely related to the adopted casting technology.

Material studies have shown a change in the microporosity of the casting at the cross-section level, as well as in the microhardness of the a phase and eutectoid. All these elements contribute to the change of the physical properties of the alloy adopted for numerical tests, causing differences in the results of acoustic tests between the original object and the one created on the basis of reverse engineering.

Declaration of Competing Interest

The authors declare that they have no known competing financial interests or personal relationships that could have appeared to influence the work reported in this paper.

Acknowledgment

The study has been carried out within statutory research of the Department of Mechanics and Machine Design Fundamentals of Czestochowa University of Technology.



DOWNLOAD REFERENCES

Analyseurs de métaux stationnaires

Une gamme complète pour vos besoins d'analyse des métaux

SPECTROLAB

Le meilleur de la technologie pour des analyses de métaux sans compromis



SPECTROMAXx

L'analyseur de métaux le plus vendu au monde



SPECTROCHECK

La performance et la fiabilité au meilleur prix



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

ÊTES-VOUS PRÊTS
POUR UN MONDE PLUS COLORÉ?



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

ASK Chemicals France S.A.S.
Tel: +33-2-32525027
Courriel: info.france@ask-chemicals.com
www.ask-chemicals.com

ASKCHEMICALS 
We advance your casting

L'inoculation des fontes

Publications d'Elkem

Auteurs : Cathrine Hartung, Rob Logan, Chris Ecob, Leander Michels

ARTICLE 2

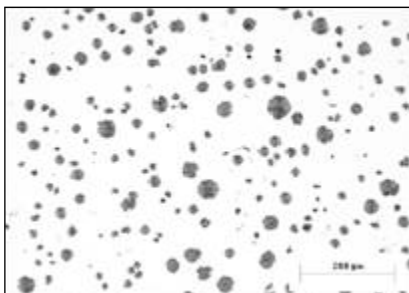
Cet article est le deuxième d'une série d'articles visant à examiner divers aspects du processus d'inoculation des fontes. Dans l'article précédent, nous avons examiné le rôle et l'utilisation des inoculants. Dans cet article, nous examinons où et quand inoculer, ainsi que les phénomènes d'évanouissement.

>>> EFFET DE L'ÉVANOUISSEMENT ET DU TEMPS D'ADDITION

Les effets positifs de l'inoculation ne durent que pendant une période limitée. Ce phénomène est appelé « l'évanouissement » ou « fading » en anglais, et commence immédiatement après la dissolution de l'inoculant et sa réaction qui forme des inclusions. On pense que les inclusions commencent à croître et que certaines finissent par devenir trop grosses (effet de déchirement d'Ostwald [12]) pour servir de sites de nucléation ou que leur composition et/ou leur structure change avec le temps, ce qui les rend moins propices à la formation de graphite.

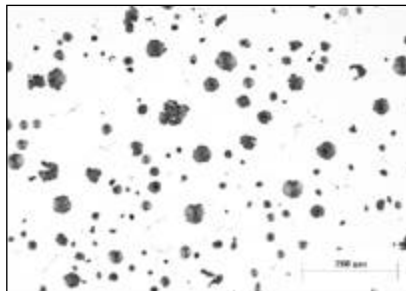
La perte de l'effet d'inoculation avec le temps peut également être liée à la réduction progressive de la zone enrichie en Si autour des particules de FeSi qui réduit ainsi la force motrice de précipitation du Carbone[3]. Cela augmente donc le temps de refroidissement de la fonte grise ou de la fonte ductile, et implicitement réduit le nombre de nodules et la nodularité de la fonte ductile ainsi que la taille des cellules eutectiques de la fonte

Fig 1. L'évanouissement de l'inoculant réduit la nodularité et le nombre de nodules de la fonte ductile.

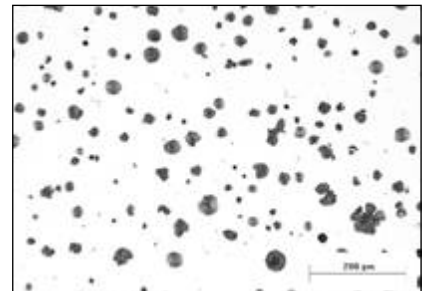


Structure de la fonte immédiatement après l'inoculation.
Densité des nodules : 300 N/mm²
Nodularité : 91 %.

Fig 2. Comparaison de l'effet d'évanouissement entre deux inoculants ; l'inoculant A et l'inoculant B après 10 minutes de maintien.



Inoculant A
Densité du nodule : 209 N/mm²
Nodularité : 87 %.



Inoculant B
Densité du nodule : 218 N/mm²
Nodularité : 90 %.

grise. La **figure 1** montre cet effet pour la fonte ductile.

Lors du choix de l'inoculant, il faut se rappeler que ces produits interviennent différemment dans le temps. Ceci a été présenté et publié par plusieurs auteurs tels que H. Morgan^[4], A. Moore^[5], J.V. Dawson^[6], A.G. Fuller^[7]. Certains inoculants ont un effet fort au départ mais s'estompent rapidement, tandis que d'autres donnent une inoculation plus régulière sur une plus longue période.

Dans la **figure 2**, on peut voir l'effet de deux inoculants différents après 10 minutes.

L'inoculant A est un inoculant très communément utilisé pour la fonte grise et la fonte ductile et fournit un bon effet initial avec une densité de nodules de 300 N/mm² comme on peut le voir dans la **figure 3**, mais après 10 minutes, la densité du nombre de nodules est inférieure de plus de 30%. Pour l'inoculant B,

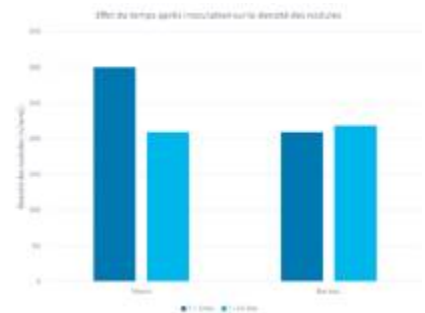


Fig 3. Effet de l'évanouissement sur la densité des nodules pour les inoculants A et B

la densité des nodules est cependant quasiment inchangée après 10 minutes.

Il est donc important de choisir le bon inoculant pour sa bonne application selon la pièce à produire. L'inoculant B est ici un inoculant qui fournit un effet plus durable et devrait être recommandé pour les pièces moulées avec un temps de maintien long après l'inoculation ou des temps de solidification longs.

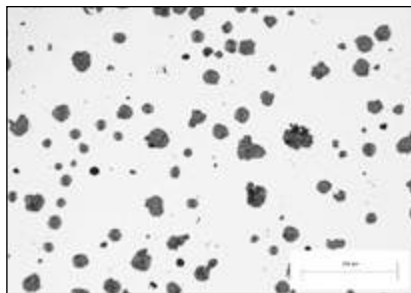
>>> EFFET DU MOMENT DE L'ADDITION

Un autre facteur important qui affecte la performance d'un inoculant est le moment de l'ajout de l'inoculant. En règle générale, l'inoculant doit être ajouté aussi près que possible de la coulée des pièces.

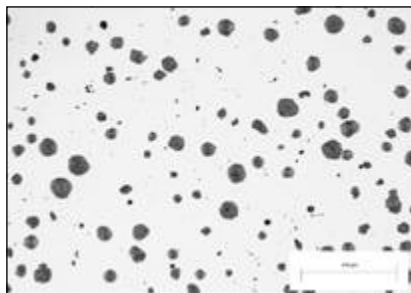
Lorsque des inoculants à base de FeSi sont utilisés, une zone avec des niveaux élevés de Si est créée autour des particules d'inoculant, ce qui entraîne des conditions favorables à la nucléation du graphite. Si l'ajout de l'inoculant

est effectué tôt, il y a plus de temps avant le début de la solidification, ce qui permet d'égaliser toute différence locale de chimie et de température. Cela réduit la dynamique de précipitation du C et par conséquent l'efficacité de l'inoculation. La **figure 4** révèle l'effet du moment de l'ajout sur la microstructure d'une fonte ductile et montre qu'une densité de nodules plus élevée est obtenue avec un ajout plus faible lorsque cet ajout est effectué tardivement. L'ajout d'un inoculant aussi près que possible de la coulée des pièces augmente les effets de l'inoculation comme on peut le voir dans la **figure 4** pour la fonte ductile.

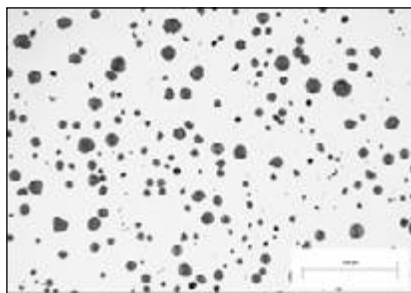
Fig 4. L'ajout d'un inoculant aussi près que possible de la coulée augmente les effets de l'inoculation.



Fonte non inoculée
Densité de nodules : 167 N/mm²



Fonte inoculée à la louche (0,20 % en poids)
Densité de nodules : 212 N/mm²



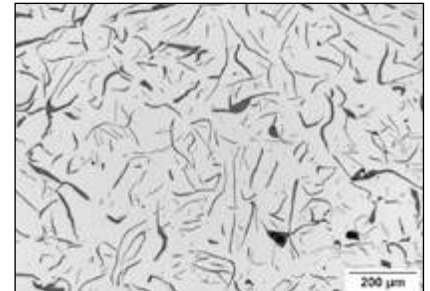
Inoculée dans le godet et le moule
(0,07 % en poids)
Densité de nodules : 369 N/mm²

L'inoculation dans la poche de coulée augmente la densité des nodules et augmente la nodularité par rapport à l'état de fonte non inoculée. En rapprochant les étapes d'inoculation de la coulée dans le moule, la densité et la nodularité des nodules peuvent être encore améliorées. En outre, ces résultats peuvent être obtenus avec un taux d'ajout global d'inoculant plus faible.

Fig 5. Une structure similaire peut être obtenue avec un ajout de 50% inférieur lorsque l'ajout est fait tardivement.



Ajout précoce
0,10 % en poids d'inoculant



Ajout tardif
0,05 % en poids d'inoculant

Tableau 1. Effet de l'ajout précoce ou tardif de l'inoculant sur la réduction du froid et l'analyse thermique pour l'inoculant Superseed®.

Paramètre	Ajout précoce	Ajout tardif
Réduction de l'effet de trempe (chill reduction) [%]	44	48
TE low [°C]	1143,1	1145,0
R [°C]	6,2	5,1
GRF1	66	70
GRF2	32	28
TS [°C]	1107,3	1109,4

Des observations similaires peuvent également être faites pour la fonte grise.

La **figure 5** montre la structure observée dans une barre de traction verticale de 30 mm de diamètre pour un ajout en poche de 0,10 % en poids par rapport à un ajout tardif de 0,05 % en poids avec le même inoculant.

En observant la structure de la fonte grise, il n'est pas si facile de voir directement l'effet de l'inoculation tardive mais en examinant les données de l'analyse thermique, cela devient plus clair.

Comme on peut le voir dans le **tableau 1**, de meilleures propriétés de réduction de l'effet de trempe et des résultats d'analyse thermique sont obtenus avec un ajout de 50% inférieur d'inoculant tout en fournissant une structure similaire.

En résumé, l'effet de l'inoculation « se perd avec le temps » et cet effet est appelé « évanescent- fading ». Cependant, chaque inoculant s'estompe à un rythme différent. Il est donc important d'en tenir compte lors du choix du produit d'inoculation.

Une façon de compenser la perte d'effet avec le temps est d'ajouter l'inoculant le plus tard possible dans le processus ou de le faire en multiples étapes. Cela vous permettra non seulement d'obtenir un meilleur effet d'inoculation, mais aussi d'optimiser l'ajout global d'inoculant.

L'article à venir examinera plus en détail les sujets spécifiques au « processus » d'inoculation : L'influence de la température, l'effet de l'épaisseur des pièces et pour finir l'effet des traitements de nodularisation au magnésium.

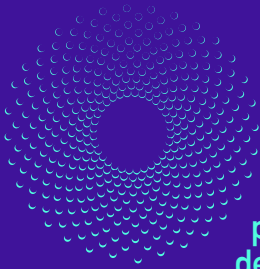
Surveillez la prochaine publication



Les équipes du service technique et de la R&D d'Elkem disposent de spécialistes basés dans le monde entier qui sont toujours heureux d'aider les clients à améliorer leurs processus et à minimiser leurs coûts.

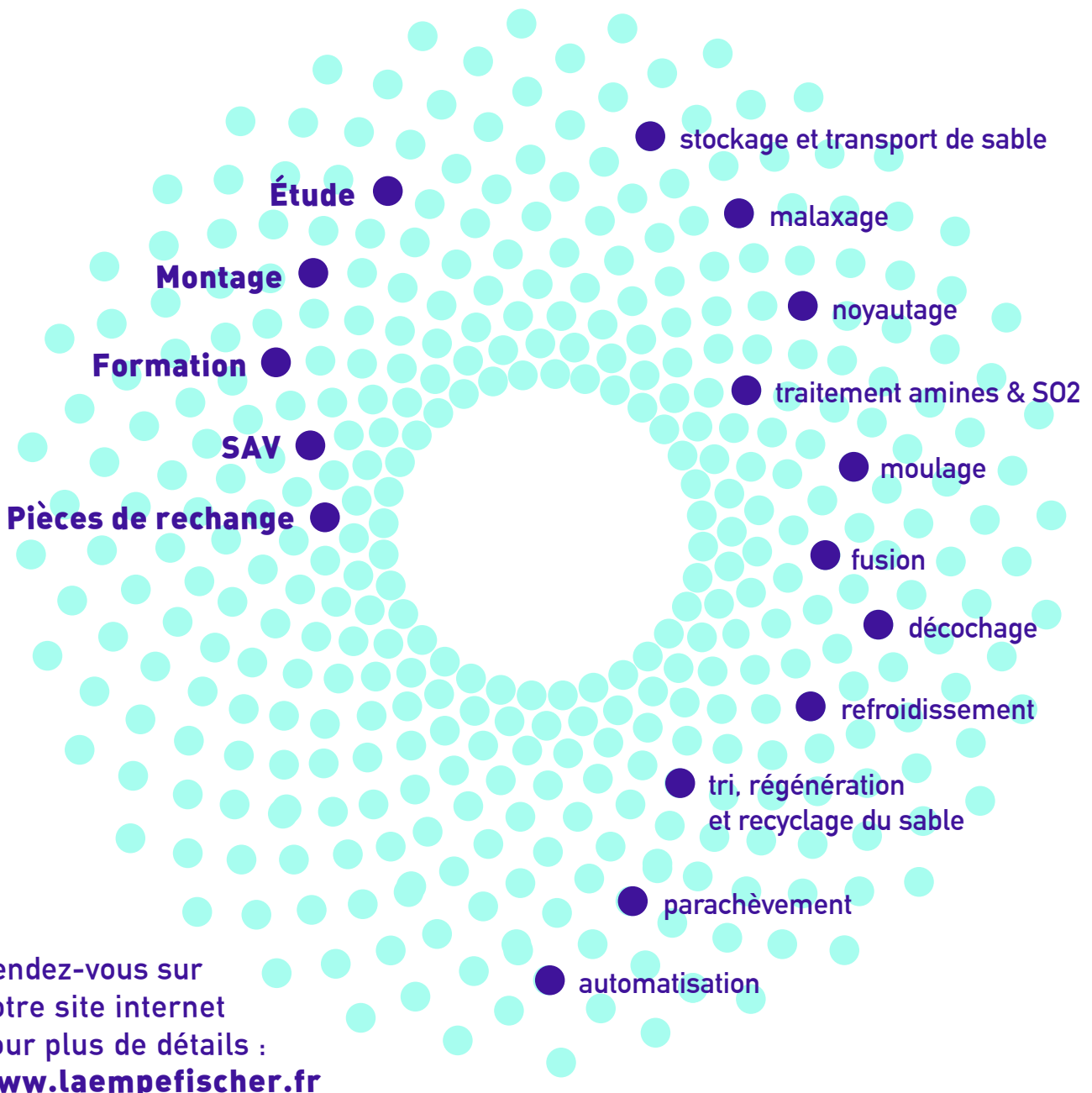
<https://www.elkem.com/>
<https://www.elkem.com/silicon-products/iron-foundries/inoculants/>

1. Ostwald, W.: *Lehrbuch der Allgemeinen Chemie, vol. 2, part 1. Leipzig, Germany, (1896).*
2. Ostwald, W.: «*Studien über die Bildung und Umwandlung fester Körper*» [*Studies on the formation and transformation of solid bodies*]. *Zeitschrift für Physikalische Chemie. vol. 22, pp 289-330 (1897).*
3. Harding, R.A.; Campbell, J. and Saunders, N.J.: "The inoculation of ductile iron: A review of current understanding", *Proceedings of the 4th Decennial International Conference on Solidification Processing, Sheffield, pp 489-493 (July 1997).*
4. Morgan, H. L.: "Inoculation of cast iron", *BCIRA Journal 32, pp 339-350 (1984).*
5. Moore, A.: "Some factors influencing inoculation and inoculant fade in flake and nodular graphite irons," *AFS Transactions, vol. 81, pp 268-277 (1973).*
6. Dawson, J.V. and Maitra, S.: "Recent research on the inoculation of cast iron." *British Foundryman. vol. 60 No. 4, pp 117- 127 (April 1967).*



Fournisseur
d'équipement
pour fonderie
depuis 1982

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



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

Laempe + Fischer
email : info@laempfischer.fr

Fonderie Équipement
email : info@fonderie-equipement.fr



HEINRICH WAGNER SINTO
Maschinenfabrik GmbH



LAEMPE
GLOBAL PARTNER OF  sinto



ConviTec
Schwingmaschinen und Fördertechnik



Valeur d'usage des produits en nickel dans la production d'alliages ferreux

Rasoul Sadeghi ^a, Dr. Sebastian Kreft ^b

(a) Senior Metallurgist, MSBB Engineering SDN BHD, Pusing, Perak, Malaysia
(b) Managing Director, Metals Hub GmbH, Platz der Ideen 1, 40476 Düsseldorf, Germany

>>> RÉSUMÉ

Le nickel est un métal d'alliage très important qui trouve son application dans de nombreuses fontes et aciers. La principale raison de l'ajout de nickel dans les alliages ferreux est de promouvoir une microstructure austénitique. Le nickel augmente généralement la ductilité, la ténacité et la résistance à la corrosion. Il existe deux catégories principales de produits en nickel disponibles pour les fonderies, le nickel métal, qui est disponible dans une variété de formes et de tailles, et le ferronickel. Cette étude examine et compare les effets de l'utilisation de ces deux groupes de produits sur le coût total et la qualité des alliages ferreux produits. Elle aidera les producteurs d'alliages ferreux à prendre des décisions plus éclairées lors du choix de la matière première nickel appropriée en fonction des exigences individuelles.

© 2021 Hosting by Metals Hub GmbH All rights reserved

>>> INTRODUCTION

En général, les fondeurs préfèrent les métaux purs aux ferroalliages en raison de leur facilité d'utilisation. Cependant, produire des ferroalliages plutôt que des métaux purs présente certains avantages par rapport à leur affinage en métaux hautement purifiés. En effet, le processus d'affinage et de concentration est coûteux et il n'est pas logique de retirer le fer alors qu'il est l'élément principal de la fonte ferreuse [7].

L'objectif principal de cet article est de présenter les avantages et les inconvénients du nickel métal et du ferronickel pour la production d'alliages ferreux. La valeur d'usage de ces deux options de produits est comparée en termes techniques et financiers. L'étude a été réalisée en passant en revue les recherches scientifiques disponibles ainsi qu'en considérant les propres expériences des auteurs au cours de plus de 10 ans de travail dans des départements de fusion d'alliages ferreux.

Définition et application du Nickel dans la fonte et l'acier

Le nickel est un métal de transition blanc argenté dont le point de fusion est de 1458°C

et la densité de 8,908 g/cm³. Il appartient au groupe VIII du tableau périodique avec le fer et le cobalt qui sont communément appelés la « triade du fer ». En effet, ils ont des propriétés similaires et la source des minerais. Le nickel a une structure cristalline cubique à faces centrées et facilite également la formation de cette structure dans les alliages ferreux [1, 2].

Le nickel est un élément d'alliage essentiel et largement utilisé dans les superalliages résistant aux hautes températures et dans les fers et aciers résistant à la chaleur, à l'oxydation et à la corrosion. Le nickel est bien connu pour son renforcement en solution solide et la promotion d'une grande ténacité, principalement à basse température. Outre sa principale application dans la fabrication de l'acier inoxydable, le nickel est également largement utilisé dans les aciers faiblement alliés et les fers à repasser [3]. L'ajout de quantités plus importantes de nickel favorise la stabilisation de l'austénite à la température ambiante ainsi que la perte de ferromagnétisme et l'augmentation de la résistance à la corrosion. En raison de son affinité faible ou nulle à réagir avec le carbone, le nickel a des effets de graphitisation dans les alliages ferreux qui sont nécessaires pour la microstructure graphitique caractéristique de la fonte. Pour les aciers, ce phénomène doit être stoppé en maintenant le carbone à un faible pourcentage ou en ajoutant des éléments formant des carbures comme le chrome. De plus, le nickel inhibe la croissance des grains et augmente la trempabilité des alliages ferreux [4-6].

Produits en Nickel pour les fonderies

En général, les fondeurs préfèrent les métaux purs aux ferroalliages en raison de leur facilité d'utilisation. Cependant, produire des ferroalliages plutôt que des métaux purs présente certains avantages par rapport à leur affinage en métaux hautement purifiés. En effet, le processus d'affinage et de concentration est coûteux et il n'est pas logique de retirer le fer alors qu'il est l'élément principal de la fonte ferreuse [7].

Selon le Groupe d'étude international du nickel (INSG), il existe deux classes de produits

Tableau 1. Classification des produits de nickel primaire

Classe 1	Classe 2
Produits ayant une teneur en nickel de 99 % en poids ou plus	Produits dont la teneur en nickel est inférieure à 99 % en poids
<ul style="list-style-type: none"> • Cathodes • Boulettes • Briquettes • Rondelles 	<ul style="list-style-type: none"> • Ferronickel • Fonte brute de nickel (NPI)

de nickel primaire qui sont applicables aux fonderies. La classe I, qui contient des produits dont la teneur en nickel est supérieure à 99 % en poids, et la classe II, qui contient des produits dont la teneur en nickel est inférieure à 99 % en poids, comme le montre le tableau 1.

Le ferronickel et la fonte brute de nickel (NPI) sont deux alternatives au nickel métal. La fonte brute de nickel contient généralement de 4 à 10 % en poids de nickel. Sa forte teneur en carbone (>3% en poids), en silicium (>3% en poids) et en manganèse (>1% en poids) fait que son application dans les fonderies est très limitée. En fait, les principaux consommateurs de ce produit sont les aciéries inoxydables en Chine, en raison de leur capacité à réduire le carbone et d'autres éléments indésirables [5]. Le ferronickel est un ferroalliage contenant principalement du fer et du nickel. Il se présente sous la forme de granulés fluides dont la taille typique est comprise entre 2 et 50 mm. Une partie du processus de production comprend une étape de raffinage qui réduit la quantité de carbone, de silicium, de manganèse, de soufre et de phosphore à un niveau acceptable pour les fonderies [6].

>>> COMPARAISON ENTRE L'UTILISATION DU NICKEL MÉTAL ET DU FERRONICKEL

La section suivante compare l'utilisation du ferronickel et du nickel métal d'un point de vue financier et technique.

Analyse Technique

En raison de son utilisation courante, les auteurs ont choisi un ferronickel brésilien

Tableau 2. Composition chimique garantie d'un ferronickel brésilien et de cathodes de nickel coupées de 4 « x4 » de qualité LME

Élément [wt%]	Ferronickel brésilien	4 «x4» qualité LME cathodes de nickel coupées
Ni	25-35	Min. 99.8
Co	Max. 0.85	Max. 0.15
Cu	Max. 0.06	Max. 0.02
Si	Max. 0.04	< 0.005
P	Max. 0.02	< 0.005
S	Max. 0.08	Max. 0.01
C	Max. 0.04	Max. 0.03
Fe	Balance	Max. 0.02
Cr	Max. 0.04	n/a

courant contenant nominaleme nt 28 % en poids de nickel. Le tableau 2 montre la spécification chimique garantie de ce ferronickel et la spécification chimique garantie de cathodes de nickel coupées de 4 « x 4 » de qualité LME.

Selon le diagramme d'Ellingham, qui est un graphique montrant la dépendance à la température de la stabilité des composés dans la plage de température de fusion et de coulée des alliages ferreux (1300 à 1600 °C), le nickel a moins d'affinité avec l'oxydation que les autres éléments disponibles dans le chemin de fusion. Par conséquent, il n'y a pas une quantité significative de perte de nickel pendant la fusion et, à cet égard, il n'y a pas de différences entre l'utilisation du ferronickel ou du nickel métallique. Cependant, il existe trois autres différences qui peuvent préoccuper les services de fusion : l'existence de fer, de cobalt et d'autres éléments dans le ferronickel.

Fer : Le ferronickel peut être ajouté à n'importe quelle charge de four pour fabriquer tout type de fonte et d'acier avec un nickel égal ou inférieur à sa composition. L'opérateur du four ou l'ingénieur chargé de la fusion n'a qu'à tenir compte de la quantité de fer dans ses calculs ou son outil logiciel. Le fer inclus dans le ferronickel est un substitut à l'ajout de déchets ferreux ou de fonte brute. Les services d'achat peuvent sélectionner le type de ferronickel dont ils ont besoin en fonction du niveau de nickel dans les spécifications de l'alliage ferreux [8].

Cobalt : Le ferronickel qui a été choisi pour cette discussion contient environ 0,7 % en poids de cobalt. L'une des raisons pour lesquelles le ferronickel est rarement utilisé comme élément d'alliage dans les fontes et aciers courants est la présence de cobalt et sa réputation négative en tant qu'élément d'alliage. Pour faire la lumière sur cette perception, les auteurs ont passé en revue la littérature disponible. L'ajout de cobalt dans les alliages ferreux est limité aux aciers utilisés dans les réacteurs nucléaires. Le cobalt devient

hautement radioactif lorsqu'il est exposé aux radiations intenses des réacteurs nucléaires et, par conséquent, tout acier inoxydable utilisé dans le cadre d'un service nucléaire est soumis à une restriction de cobalt d'environ 0,2 % en poids maximum. La Commission de réglementation nucléaire américaine (NRC) restreint la teneur en cobalt de l'acier destiné aux applications de l'énergie atomique en fonction de la zone d'utilisation dans une centrale nucléaire. La teneur maximale en cobalt est comprise entre 0,005 % en poids et 0,2 % en poids. À titre d'exemple, l'acier inoxydable de type 348 est une qualité nucléaire très courante dont la teneur maximale en cobalt est de 0,2 % en poids afin de limiter l'activation nucléaire de cet élément [9-11].

Il n'existe aucune restriction connue concernant la teneur en cobalt de la fonte et de l'acier pour les applications non nucléaires. Le cobalt peut même améliorer les propriétés de l'alliage car il intensifie les effets individuels des autres éléments dans les aciers plus complexes. En outre, le cobalt confère certaines propriétés uniques aux fontes et aux aciers. Le cobalt n'est pas un formateur de carbure dans les aciers. Il aide le nickel et le manganèse à stabiliser l'austénite. Le cobalt augmente la température de début

de transformation martensitique, permet des températures de trempe plus élevées (pendant la procédure de traitement thermique) et diminue la quantité d'austénite retenue, ce qui augmente la dureté de l'alliage. Récemment, plusieurs études ont examiné les effets de l'ajout de cobalt dans la fonte et l'acier et plusieurs nouveaux avantages du cobalt ont été découverts. Par exemple, Janssen (2010) a signalé que même de petites additions de cobalt (0,5 % en poids à 1,0 % en poids) facilitent une microstructure ferritique optimale et améliorent les caractéristiques mécaniques de la fonte nodulaire [12]. On observe également une amélioration significative de la résistance à la corrosion de l'acier faiblement allié dans une solution d'acide sulfurique à 10 % en poids avec l'ajout de 0,05 % en poids à 0,1 % en poids de cobalt [13].

L'avantage principal du cobalt est sa capacité à améliorer les propriétés à haute température de la fonte et de l'acier. Le cobalt améliore la résistance à haute température et favorise une plus grande dureté à chaud. Il inhibe la croissance des grains à haute température, améliorant ainsi la rétention de la trempe et la résistance à haute température. Cependant, le coût élevé du cobalt est la raison pour laquelle son application a été limitée aux aciers rapides, aux aciers pour outils de formage à chaud, aux aciers maraging, aux matériaux résistant au fluage et aux matériaux à haute température [14, 15]. Le prix actuel du cobalt est d'environ 50 000 \$/mt. Cela signifie que dans un ferronickel contenant 28 % en poids de Ni et 0,7 % en poids de Co, l'acheteur reçoit 1250 \$ de cobalt gratuit pour chaque tonne de nickel.

Autres éléments : Il existe d'autres éléments mineurs dans le ferronickel qui sont énumérés dans le tableau 3. La quantité de ces

Tableau 3. Quantités maximales et minimales d'éléments contenus dans le ferronickel dans la fonte et l'acier courants

	Élément [wt%]				
	C	Si	S	P	Cu
Quantité maximale dans les aciers moulés à usage restreint	0.03	0.35	0.01	0.02	0.04
Montant minimum en fontes restreintes	2.0	1.0	0.03	0.08	n/a
Exemples	Aciers inoxydables austénitiques	Aciers de laminage 14585	Aciers inoxydables austénitiques ASTM CAGN	Aciers inoxydables austénitiques 361	Aciers inoxydables ASTM A831
143009					
Quantité en ferronickel	0.04	0.04	0.08	0.02	0.06
Possibilité de réduction	Oui en ajoutant des déchets à faible teneur en carbone	Non requis	Aciers Oui par un agent désulfurant	Non requis	Oui en ajoutant des déchets sans cuivre

éléments dans le ferronickel est comparée aux alliages qui ont des restrictions concernant ces éléments. Le résultat montre que la quantité maximale de ces éléments dépasse rarement leur limitation et dans le cas où cela se produit pour le carbone et le soufre, cela peut facilement être surmonté par les solutions proposées.

Exemples de calcul de la charge du four : À titre d'illustration, les calculs de four pour deux alliages ferreux sont discutés ci-dessous : un acier inoxydable et une fonte fortement alliée. Les calculs de la charge du four pour deux scénarios, l'un sélectionnant le nickel métallique et l'autre le ferronickel, sont présentés dans les *annexes A, B, C et D*. La principale différence dans la charge du four calculée est la quantité de ferraille d'acier utilisée. En choisissant le ferronickel, il faut ajouter moins de ferraille d'acier ou de fonte brute.

Propriétés de charge : Le four est l'un des principaux postes de consommation d'énergie dans une fonderie. Le chargement manuel conventionnel du four augmente le temps de fusion et diminue l'efficacité du four. Les cathodes de nickel coupées peuvent créer des difficultés en ce qui concerne l'alimentation du four. En revanche, le ferronickel présente de bonnes caractéristiques d'écoulement et un système d'alimentation automatisé peut être utilisé. Cela permet d'augmenter la vitesse de chargement et d'accroître la sécurité. En outre, les chercheurs ont découvert qu'en diminuant la taille des particules de ferronickel, le temps de fusion peut être considérablement augmenté. C'est un avantage supplémentaire de l'utilisation du ferronickel, dont la taille des particules est inférieure à celle des cathodes 4 « x4 » [16].

Analyse Financière

Pour l'analyse financière, il faut prendre en compte tous les coûts que supporte une fonderie, tels que le coût des matières premières et le coût du transport. En outre, la valeur des autres éléments récupérables qui sont inclus dans les produits doit être évaluée. Pour illustrer l'analyse, les auteurs ont comparé toutes les questions ci-dessus pour deux produits de nickel courants sur le marché européen, des cathodes de nickel coupées de 4 « x4 » avec 99,8 % en poids et un ferronickel brésilien avec 28 % en poids de nickel. En fait, il existe deux coûts principaux pour la fourniture de toute matière première : le coût du produit et le coût de son transport jusqu'à l'usine du consommateur. Le prix d'achat du ferronickel est actuellement inférieur à celui des cathodes de nickel coupées de 4 « x4 ». Une grande partie du ferronickel est constituée de fer, ce qui augmente le coût de transport

Tableau 4. Value-in-use comparison between nickel cathodes and ferronickel based on estimated market prices in September 2021

Value-in-use relative to LME price (\$/metric ton of nickel)		Type of primary nickel product	
		Nickel cathode	Ferronickel
1	End-user product cost for 1 ton of nickel (Premium to LME price shown as a negative number)	-500 \$/mt Ni	100 \$/mt Ni
2	Shipping cost for product contains 1 ton of nickel	-40 \$/mt Ni	-143 \$/mt Ni
3	Value of iron per 1 ton of Nickel	0	+1,150 \$/mt Ni (70% iron)
4	Total value-in-use of product for 1 ton of nickel	-540 \$/mt Ni	1,107 \$/mt Ni

du produit. Cependant, le fer est gratuit. Une analyse est nécessaire pour déterminer si la quantité de fer incluse dans le ferronickel vaut plus que le coût de transport supplémentaire. Le port de Rotterdam, aux Pays-Bas, a été considéré comme le lieu de livraison et le centre de l'Allemagne comme le lieu de l'utilisateur final. Les détails financiers sont résumés dans le *tableau 4*.

Comme le montre le tableau 4, l'utilisation du ferronickel présente des avantages dans plusieurs domaines. Tout d'abord, le prix d'achat est plus bas pour la même quantité de nickel. Le prix du ferronickel en entrepôt à Rotterdam présente actuellement un rabais de 100 \$/mt par rapport au prix du LME, tandis que le prix des cathodes coupées de 4 «x4» présente une prime de 500 \$/mt par rapport au prix du LME. Le seul inconvénient du ferronickel est son coût de transport plus élevé, dû à sa teneur en fer. Pour chaque tonne de

nickel qu'un consommateur achète, il obtient gratuitement 2,5 tonnes de fer dans le ferronickel. Mais les consommateurs sont dans l'industrie de la fusion des métaux ferreux et tous leurs bains de fusion contiennent du fer. Le fer est donc bénéfique. Au prix actuel de la ferraille d'acier de 460 \$/t (DDP Europe), la valeur du fer gratuit de 1 150 \$/mt de nickel l'emporte largement sur les coûts de transport supplémentaires.

Globalement, en achetant une tonne de nickel par le biais du ferronickel plutôt que du nickel métal, le consommateur économise 1 647 \$/mt (1 107+540). Pour les deux alliages ferreux discutés dans cette étude, le *tableau 5* montre le coût total calculé des matériaux. Les calculs supposent un prix de 5,13 \$/kg pour le ferronickel, 18,82 \$/kg pour les cathodes de nickel coupées et 0,46 \$/kg pour les déchets d'acier. Pour faciliter la comparaison, seules les quantités de nickel et de fer sont prises en compte dans le calcul.

Tableau 5. Calcul du coût de la préparation de 1 000 kg d'acier AISI CF8

	Type de nickel primaire consommé	
	Cathode de Nickel	Ferro-nickel
Poids du produit de nickel primaire	101 kg	321 kg
Coût du produit de nickel primaire	1,901 \$	1,647 \$
Poids de la ferraille d'acier requise	599 kg	379 kg
Coût de la ferraille d'acier requise	276 \$	174 \$
Coût total (nickel + fer uniquement) de la fabrication de 1 000 kg d'acier CF8	2,176 \$	1,821 \$
Montant de l'économie dans 1 000 kg d'acier CF8	-	355 \$

Tableau 6. Calcul du coût de la préparation de 1 000 kg de Ni-Resist 2

	Type de nickel primaire consommé	
	Cathode de Nickel	Ferro-nickel
Poids du produit de nickel primaire	202 kg	714 kg
Coût du produit de nickel primaire	3,802 \$	3,663 \$
Poids de la ferraille d'acier requise	729 kg	217 kg
Coût de la ferraille d'acier requise	335 \$	100 \$
Coût total (nickel + fer uniquement) de la fabrication de 1 000 kg d'acier CF8	4,137 \$/mt	3,763 \$/mt
Montant de l'économie dans 1 000 kg d'acier CF8	-	374 \$/mt

Comme il est calculé dans le **tableau 5**, un consommateur économiserait environ 355 \$ en choisissant le ferronickel plutôt que les cathodes de nickel pour produire une tonne d'acier inoxydable CF8. La consommation de ferronickel présente également d'autres avantages économiques en permettant de gagner du temps et de l'énergie grâce au chargement automatisé du four. Le **tableau 6** présente une comparaison entre l'utilisation de cathodes de nickel et de ferronickel, cette fois pour la fonte Ni-Resist 2. Comme on peut le voir, il y a une économie de 374 \$ pour fondre une tonne de cet alliage en utilisant du ferronickel.

>>> RÉSUMÉ ET CONCLUSION DE L'ÉTUDE

Dans cette étude, nous avons comparé la valeur d'usage du nickel métal par rapport au ferronickel. Les résultats aident à la fois les opérations de fonderie et les départements d'achat à prendre des décisions plus éclairées dans le choix de la matière première optimale. La discussion a été divisée en une analyse technique et financière.

D'un point de vue technique, le ferronickel et le nickel métal peuvent tous deux être facilement ajoutés sans perte majeure par oxydation. Le cobalt est au centre de notre réflexion car il a été considéré comme la principale raison du refus du ferronickel. Cependant, d'un point de vue métallurgique, ce n'est pas un élément nuisible pour la fonte et l'acier, sauf pour les applications de l'énergie nucléaire qui sont sensibles aux propriétés radioactives du cobalt. On a constaté que la présence de cobalt, même en petites quantités, en tant qu'élément d'alliage, améliore considérablement les propriétés mécaniques, métallurgiques et de résistance à la corrosion de la fonte et de l'acier. D'autres éléments comme le carbone, le silicium, le soufre, le phosphore et le cuivre sont présents en quantités très faibles et acceptables.

D'un point de vue financier, le ferronickel offre un net avantage en termes de coût, avec environ 1 647 \$ par tonne métrique de nickel achetée. En outre, le chargement automatisé du four permet de gagner du temps, ce qui crée indirectement des économies supplémentaires pour le consommateur en fonction de l'opération spécifique. Actuellement, les auteurs ont connaissance de fonderies en Allemagne, au Brésil et aux États-Unis qui utilisent déjà le ferronickel. Le potentiel d'économie d'environ 10% par tonne de nickel devrait inciter d'autres fonderies à utiliser le ferronickel dans leur processus.

Remerciements

Nous remercions sincèrement Habib Azizi, de l'Esfahan Steel Company, qui nous a fait profiter de son expertise en ingénierie de la

fonderie, ce qui a grandement contribué à la rédaction de cet article. Nous tenons également à remercier Daniel Franzen de l'Institut de fonderie de la RWTH Aachen et Daniel Paas pour leurs commentaires utiles.

Annexe A. Détails de la charge du four pour l'acier inoxydable A351 CF8M avec ferronickel

Poids requis/calculé (kg)	Nom du matériau	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Co	S	P	
379	Ferraille d'acier à faible teneur en carbone	0.05	0.2	0.25	---	---	--	--	0.05	0.04	
321	Ferro-nickel	0.04	0.04	---	0.04	28	0.04	0.7	0.04	0.02	
300	Ferrochrome à faible teneur en carbone	0.08	0.98	---	65.25	---	---	---	0.01	0.03	
Charge totale de 1 000 kg		0.056	0.39	<0.25	19.58	9.0	<0.04	0.19	0.035	0.031	
Alliage souhaité		1,000kg	Max.	Max.	Max.				Max.	Max.	
		ASTM A351 CF8M (DIN 1.4408)	0.08	2	1.5	18-21	8-11	n/a	n/a	0.04	0.04

Annexe B. Comparaison entre la consommation de cathode de ferronickel et de nickel dans la charge du four pour A351 CF8M

Méthode de sélection de la charge	Détails de la charge du four (kg)			
	Ferraille d'acier à faible teneur en carbone	Cathode en nickel	Ferro-nickel	Fe-Cr
Par Nickel cathode	599	101	-----	300
Par Ferro-nickel	379	-----	321	300

Annexe C. Détails de la charge du four pour la fonte en alliage Ni-Resist avec ferronickel

Poids requis/calculé (kg)	Nom du matériau	C	Si	Mn	Cr	Ni	Cu	Co	S	P	
217	Ferraille d'acier à faible teneur en carbone	0.05	0.2	0.25	---	---	--	--	0.05	0.04	
714	Ferro-nickel	0.04	0.04	---	0.04	28	0.04	0.7	0.04	0.02	
12	Haute teneur en carbone Ferromanganèse	7.02	0.01	78.1	---	---	---	---	0.002	0.1	
37	Ferrochrome à haute teneur en carbone	7.28	0.65	---	66.8	---	---	---	0.05	0.09	
20	Carbone (graphite)	100	---	---	---	---	---	---	---	---	
Charge totale de 1 000 kg		2.36	0.1	0.95	2.47	20	<0.04	0.4	0.035	0.031	
Alliage souhaité		1,000kg	Max.	Max.			Max.	Max.	Max.	Max.	
		Ni-Resist 2 DIN EN 13835	3	1-2.8	0.5-1.5	1.5-2.5	18-22	0.5	n/a	0.05	0.2

Annexe D. Comparaison entre la consommation de ferronickel et de cathode de nickel dans la charge du four pour Ni-Resist 2

Méthode de sélection de la charge	Détails de la charge du four (kg)					
	Ferraille d'acier à faible teneur en carbone	Nickel	Ferro-nickel	Ferro-chrome	Ferro-manganèse	Carbone
Par Nickel cathode	729	202	-----	37	12	20
Par Ferro-nickel	217	-----	714	37	12	20



TÉLÉCHARGEZ LES RÉFÉRENCES

Les établissements Gailly

Clouterie et fonderies

TÉLÉCHARGEZ LA PREMIÈRE PARTIE

PARTIE 3

TÉLÉCHARGEZ LA DEUXIÈME PARTIE

➤ **En 1996** : Vente de l'Entreprise au **Groupe WAELES**, lui-même racheté par le **Groupe VALFOND** quelques mois après.

La Fonderie de Meung réalise un grand nombre de produits nouveaux : collecteurs, turbos, supports moteurs et améliore les produits anciens : pièces d'armement entre autres.

La spécialisation dans la productions des fontes alliées, nous place au premier rang des producteurs de corps de turbo.

Le chiffre d'affaires du Groupe VALFOND est de 1,32 milliard de francs, dont 36 % dans les métaux ferreux.

L'effectif de 2 300 personnes, dont 700 dans les métaux ferreux.

Les implantations : Bléré (Indre-et-Loire), Changé (Laval en Mayenne), Meung-sur-Loire (Loiret) et aux Pays-Bas, en Allemagne, en Angleterre et au Luxembourg.

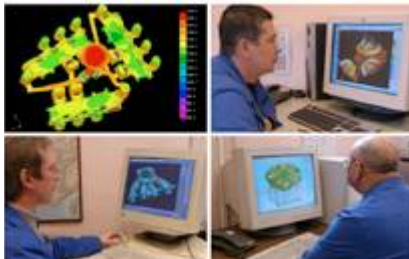
Patrimoine bléré - Le patrimoine industriel - La fonderie - Articles de presse :
<https://patrimoineblere.jimdofree.com/le-patrimoine-industriel/la-fonderie/articles-de-presse/>

➤ **En 1997**, une grève de 9 jours provoquera l'arrêt d'une ligne de production du client principal (PSA).

➤ **En 1999**, le **Groupe VALFOND** est repris par **UBS, l'Union des Banques Suisses** qui décide de revendre les Fonderies après avoir spécialisé chacune d'entre elles sur un secteur. La Fonderie de Meung, malgré l'opposition de l'ensemble de son personnel et de leurs représentants, se recentre sur un seul segment, à savoir : l'automobile. Ceci la rend trop dépendante d'un trop faible nombre de produits et... de clients. Le service commercial se recentralise à Levallois Perret. M. J.-C. PION quitte les Fonderies de Meung pour des fonctions dans VALFOND.

➤ **En 2000**, mise en ligne complète des matières premières jusqu'à la pièce prête au parachèvement (Grenailleuse à passage Wheelabrator CT-4). Grève de 7 jours.

➤ **En 2001**, l'effectif du groupe VALFOND était de plus 10 000 personnes avec 52 usines ; il accusait en 2000 un CA de 1 037 millions €



Une fabrication qui passe par la CAO et la simulation - © GH-FML



© GH-FML



Sortie de ligne de grenaillage, dégrappage - © GH-FML

avec près de 80 millions € de pertes avant son démantèlement en novembre 2001 sur les 31 usines qui lui restaient.

➤ **De 1999 à 2006**, six Directeurs vont se succéder à Meung : **Pascal RAPAUD, Didier DAGES, François MARALDI, Jacques GRARE, Francis JAN et Bruno CARON.**

➤ **En 2002**, la fonderie de Meung est rachetée par le **Groupe APM (Automotive Parts Manufacturing)** en même temps que



© GH-FML

7 autres fonderies de VALFOND. PSA organise le transfert progressif de ses produits vers d'autres fonderies (en Slovaquie). Le site devient « **APM Meung-sur-Loire** ».

➤ **En 2005**, le 29 juin, la Fonderie APM de Meung-sur-Loire dépose son bilan. Placée en redressement judiciaire en juillet, elle creusait ses pertes depuis plusieurs années (-3,5 millions d'euros fin 2004).

• *L'Usine Nouvelle, 2 février 2006.*

➤ **En 2006**, le tribunal de commerce de Nanterre n'a enregistré qu'une seule offre de reprise, celle d'un groupe allemand, **Osaci**, mais n'a pas donné suite car le client principal de la fonderie, le groupe PSA, n'a pas voulu s'engager sur un volume de commandes qui aurait pu garantir un niveau d'activité correct.

• *Les Echos, 3 février 2006.* La Fonderie est définitivement placée en liquidation judiciaire et arrête son activité. Sa fermeture entraîne 173 licenciements le 28 février 2006. La liquidation est confiée à Mme Laurence Riffier, mandataire judiciaire qui sera condamné en 2011 pour malversation.

• *Une mandataire judiciaire jugée pour détournement de fond - Le Monde, 2 juillet 2011.* L'annonce de la liquidation entrainera une grève de 24 jours.

Le 15 mai 2006 mise en vente aux enchères : l'acquéreur unique soutenu par PSA réimplante tous les moyens de production en Slovaquie, transférant ainsi le volume de commande correspondant. En décembre, le dernier camion au départ solde cette externalisation.

Création de l'Association **GH FML « Groupe d'Histoire »** avec pour objectif de sauvegarder la mémoire de l'entreprise en collectant des éléments mis en conservation, de restituer l'histoire de l'entreprise par des publications ; expositions ; films ou musée. La mairie de Meung-sur-Loire met un local à disposition de l'Association. L'Association est gestionnaire du contrat mutuelle complémentaire santé.





La Fonderie de Meung-sur-Loire en 2013 (avec un bâtiment incendié) - © Joël Aubry



© GH-FML

➤ **En 2008**, une première exposition est organisée par l'Association : de GAILLY à APM, plus de 60 ans de Fonderie à Meung-sur-Loire.

➤ **En 2013**, acquisition du site par la SARL VIGERY, qui démolit complètement la friche. Les projets d'aménagement ou d'urbanisation ne verront pas le jour.

➤ **En 2014, Décès de Christian GAILLY.**

➤ **En 2016**, le 26 novembre est inauguré à Meung-sur-Loire, sur l'emplacement du site de la Fonderie GAILLY / CROMETAL / WAELES / VALFOND / UBS / APM de Meung-sur-Loire, un monument à la mémoire de cette période. Monument réalisé par la mairie grâce à des

donateurs, dont l'association pour la plaque et les panneaux.

Sur la plaque réalisée par Saint Rémy Industries est inscrit :

68 ans de fonderie à Meung-sur-Loire
« Les anciens ont souhaité que cette plaque fasse mémoire des femmes et des hommes qui ont durement travaillé ici et ont participé à l'essor économique de la région »
La fonderie a été créée en 1938 par la famille Gailly

Du 17 novembre au 17 décembre, une deuxième exposition est organisée par l'Association GH-FML « 68 ans de Fonderie à Meung-sur-Loire ».

[Le travail du fondeur mis à l'honneur](#)

• La République du Centre, 30 novembre 2016



Le monument inauguré le 26/11/2016 et la plaque commémorative en bronze coulée chez Saint-Rémy Industries © GH-FML



Médaille commémorative du 26/11/2016 offerte par Francis Nitché - © GH-FML

« 68 ans de Fonderie à Meung-sur-Loire »
 Durée de la vidéo : 3:10 © GH-FML

68 ans de Fonderie à Meung-sur-Loire
 Exposition réalisée par l'association

Du 17 novembre au 17 décembre 2016
La Rencontre

FONDERIE - SUR-LOIRE
 Régulation publique
 1 novembre à 11h30

68 ans de fonderie à Meung-sur-Loire
HISTOIRE de l'ENTREPRISE

1938 - GAILLY / Anathème - 18 ans de Louis
 1939 - Début de la fabrication générale - Par Robert Goussard
 1940 - Acquisition de l'usine - par Bernard
 1940-1941 - 1942-1943 de 1943-1944 avec COUREL
 1944 - Essais dans le groupe - 1947-1948
 1947 - 1948-1949 - activité Martin
 1949 - Création de l'APM
 1949 - Fusion
 1949 - Essais dans le processus

VALFOND
apm

La Rencontre
 26 novembre 2016
 le samedi 26 novembre 2016
 à 11h - lieu de l'inauguration publique
 à 11h30 - lieu de l'inauguration publique
 à 11h30 - lieu de l'inauguration publique

Quelques images du processus de fabrication
Fonderies de Meung-sur-Loire
 Avril 2005

▶



L'exposition réalisée par GH-FML :
vue de la salle d'exposition
© GH-FML

➤ **En 2019**, renouveau de la friche industrielle à Charleville-Mézières avec la réalisation d'un complexe sportif sur l'emplacement des fonderies GAILLY. Le « **Stade GAILLY** » est inauguré le 12 juillet 2019.



1890 : Les Etablissements GAILLY Frères



2019 : Le Stade GAILLY

L'emplacement du monument sur le site non réaménagé en 2021

➤ **En 2021**, l'emplacement du site de la Fonderie de Meung-sur-Loire reste non réaménagé depuis la fermeture en février 2006. Il est classé « Zone artisanale ».

Suite aux divers incendies des bâtiments de la maintenance, du modelage, puis du local des archives de la Fonderie et enfin des expéditions, un dépôt très partiel est fait auprès des Archives Départementales du Loiret avec une disponibilité prévue en 2024.



Yves LICCIA - ATF // // // // //
& Association GH-FML

TÉLÉCHARGEZ LES SOURCES

Équipement de noyautage et cellules de noyautage complètes



FRITZ HANSBERG

Depuis le 1^{er} août 2021, l'acquisition est officielle.

JML est désormais titulaire des droits de la marque et de la propriété intellectuelle de la société FRITZ HANSBERG.

Désormais, JML a la possibilité de fournir des machines de noyautage de 12 à 400 litres capables de travailler avec des boîtes à noyaux à joints horizontales, verticales et combinées.

L'expérience de FRITZ HANSBERG de plus de 70 ans est mondialement reconnue.



Ensemble d'assemblage noyaux :

- Robots et portique de manipulation
- Cellules de palettisation de pièces
- Intégration des systèmes de vision 2D et 3D pour le contrôle qualité : contrôles dimensionnels, des noyaux/moules, prise en vrac et palettisation des pièces moulées



+33 (0)3 24 52 13 97

jml@jml-industrie.com

WWW.JML-INDUSTRIE.COM

UN AVENIR AXÉ SUR L'ÉCONOMIE DE VOS RESSOURCES

Installations HWS pour la régénération du sable.

- Un procédé hautement efficace et très flexible
- Concepts individualisés
- Solutions globales automatisées
- Aucune contrainte environnementale pour les unités de régénération
- Notre centre de test de régénération à votre disposition



Avant la régénération



Après la régénération



New Harmony » New Solutions™



sinto FOUNDRY INTEGRATION

www.sinto.com

HEINRICH WAGNER SINTO Maschinenfabrik GmbH

SINTOKOGIO GROUP

Bahnhofstr. 101 · 57334 Bad Laasphe, Germany
Phone +49 2752/907 0 · Fax +49 2752/907 280

www.wagner-sinto.de

Représentation en France :

Laempe + Fischer Sàrl

1 Rue Bartholdi · 68190 Ensisheim

Tel. 0033 (0)3 89 81 18 38 · Email: info@laempeschfer.fr

www.laempeschfer.fr





Adhérer à l'ATF : pourquoi ! 5 bonnes raisons incontournables

L'ATF, l'Association Technique de Fonderie, c'est l'institution qui représente la fonderie française au sein du WFO : World Foundry Organization ou plus simplement l'Organisation Mondiale de la Fonderie.

L'ATF c'est l'association qui regroupe des fondeurs, des fournisseurs, des institutions, des chercheurs, des enseignants, des étudiants, des clients de la Fonderie. Via ses diverses activités l'ATF offre l'opportunité à tous ses membres de nouer entre eux des contacts amicaux. L'ATF est donc un réseau dynamique et réactif par ses news et ses autres informations.

L'ATF, c'est l'association qui, en binôme avec son partenaire CPE propose des formations entièrement dédiées à la fonderie. Ses formateurs sont des fondeurs, des chercheurs, des enseignants de la fonderie ou plus simplement des Hommes de terrain. L'ATF, peut également élaborer et mettre en œuvre selon votre demande des formations spécifiques pour votre entreprise.

L'ATF, c'est l'association qui organise avec l'AAESFF (Amicale des Anciens de l'ESFF), dans les régions françaises, des réunions techniques et/ou ludiques qui permettent aux fondeurs, à leurs fournisseurs mais aussi à leurs clients de se retrouver pour échanger en toute convivialité sur tous les sujets techniques ou plus tout simplement historiques.

L'ATF, c'est l'association française qui a créé la première revue numérique française dédiée à la fonderie et distribuée à plus de 6000 personnes dans le monde. Cette revue c'est **TECH News FONDERIE**, qui reprend bien des articles techniques issus de nos écoles et rédigés par nos chercheurs mais aussi des articles techniques qui ont été présentés lors des congrès internationaux dédiés à la fonderie et à la métallurgie. La revue présente aussi les comptes-rendus des réunions de notre

Association, les comptes-rendus des sessions de ses formations, des retours sur l'histoire d'éminents métallurgistes et précurseurs de la fonderie. La revue présente aussi en relais avec son site internet www.atf.asso.com des offres d'emploi dédiées plus spécialement à la fonderie et des pages publicitaires qui montrent bien que les fournisseurs français de la fonderie sont des sociétés actives et réactives même dans ces périodes de pandémie et de doute économique.

EN RESUME :

En adhérant à l'ATF, l'Association Technique de Fonderie vous pourrez :

- Avoir accès sur demande à des informations du WFO comme les rapports annuels sur l'industrie de la fonderie mondiale ou pour des articles spécifiques présentés lors des congrès.
- Obtenir des remises de prix pour les formations Cyclatef organisées par l'ATF et CPE
- Bénéficier de tarif préférentiel et être prioritaire pour les réunions en région
- Recevoir 7 fois par an la revue **TECH News FONDERIE** sur votre adresse mail et ce gratuitement.
- Accéder sur le site atf.asso.com à la bibliothèque des revues et donc à tous les articles techniques.
- Partager vos succès et vos plus récents développements techniques en les publiant sur **TECH News FONDERIE**, le faire-savoir nécessitait, nécessite et nécessitera de plus en plus de démultiplier les réseaux de communication.

Pour 85 € par an comme personne physique ou 610 € comme personne morale hors réduction d'impôts, vous aurez accès à tout ce qui a été présenté ci-dessus !

L'ATF, l'Association Technique de Fonderie, vous attend.

PERSONNES PHYSIQUES

Pour devenir membre
CLIQUEZ ICI

PERSONNES MORALES

Pour devenir membre
CLIQUEZ ICI

annonceurs.

Ametek	P 22	Imerys	P 16
ASK Chemicals	P 22	JML	P 33
Foseco	3 ^e de couverture	Laempe Fisher.....	P 25
GNR Industries	P 14	Magma.....	4 ^e de couverture
GTP Schafer	P 04	Scoval.....	P 14
Huttene Albertus.....	P 07	SiiF	2 ^e de couverture
HWS	P 33		



Manager de proximité en production

DESCRIPTION DU POSTE

Sous la responsabilité du responsable de secteur vous êtes en charge de :

- Animer et manager une équipe;
- Contribuer à l'amélioration du fonctionnement des process et des conditions de travail;
- Organiser et adapter les activités de la maintenance en tenant compte des compétences de chacun et des aléas de fonctionnement;
- Veiller à la formation au poste de travail des nouveaux arrivants et suivre son évolution.

PROFIL RECHERCHÉ

Niveau Bac +2 ou Bac pro dans un domaine technique ;

Expérience en industrie ;

Facilité de compréhension du process, analyse des dysfonctionnements, proposition de solutions ;

Rigueur, organisation, gestion d'équipe et leadership ;

Esprit d'analyse, d'initiative et d'anticipation.

Statut : ETAM • Horaires : Après-midi

QUI SOMMES-NOUS ?

Acteur mondial de référence et leader européen de **solutions complètes de canalisation en fonte ductile**, Saint-Gobain PAM Canalisation conçoit, produit, commercialise un éventail complet de solutions dédiées au **transport de l'eau**. Saint-Gobain PAM Canalisation fait partie du groupe Saint-Gobain, qui conçoit et fournit des solutions innovantes et de haute performance qui améliorent notre habitat et notre vie quotidienne.

Merci d'adresser votre candidature à :

Emmanuel PIVA

@ : emmanuel.piva@saint-gobain.com



Ingénieur(e) Fonderie en charge de l'amélioration continue

DÉFINITION DE LA FONCTION

Titre de la fonction : Ingénieur Fonderie en charge de l'amélioration continue.

Rattachement hiérarchique : Directeur Général

Mission : Le responsable amélioration continue est l'animateur de la démarche de progrès sur le site. Il est en charge d'identifier les possibilités de progrès, d'établir le plan de progrès et les objectifs associés, il sera amené à travailler en management transverse avec les différents chefs de services (production, commerciale, maintenance, logistique, be et qualité) et avec la direction.

TÂCHES PRINCIPALES

Amélioration continue :

- Identifier les possibilités de progrès sur tout le périmètre du site industriel,
- Analyser les dysfonctionnements et participer à la mise en place d'une démarche d'amélioration continue,
- Établir le plan de progrès et les objectifs associés, estimer les coûts (budget, temps...) en lien avec le bureau d'études,
- Rechercher des solutions technico-économiques pour optimiser les coûts de production (Gains de temps, réduction de la consommation électrique et gaz, etc.),
- Établir le ou les plans d'actions visant à l'amélioration des processus industriels,
- Assurer le déploiement des solutions d'amélioration et en mesurer l'efficacité,
- Construire et suivre quotidiennement les indicateurs d'activités des ateliers de production (tableaux de bords, graphiques...), les optimiser si nécessaire,
- Conduire régulièrement des réunions techniques avec les responsables et les opérateurs pour rechercher les causes de dysfonctionnement/non-conformité et définir les actions à mettre en œuvre,
- Suivre les évolutions concernant les innovations dans le domaine ou secteur d'activité de l'entreprise,

- Apporter et transmettre vos connaissances et vos savoir-faire liés à vos formations spécialisées (BTS physico-métallographe, licence en physique et en chimie des matériaux et ingénieur en forge et fonderie),
- Assurer des missions dans le cadre du Projet Stratégique de Développement de l'entreprise,
- Contribuer aux travaux de recherche dans le cadre du crédit d'impôt recherche (CIR) et du crédit d'impôt innovation (CII), de Partenariats Nationaux et/ou Régionaux d'Innovation, de concours et dossiers Européens.

Amélioration continue (Sécurité, Environnement, Énergie) :

- Conduire régulièrement des réunions techniques avec les responsables et les opérateurs pour identifier les situations à risque et décider des interventions,
- Étudier des solutions technologiques pour réduire les risques industriels (émission de gaz, poussières, pollution sonore...),
- Étudier des solutions techniques pour réduire les déchets (Grasse et sables, bois, etc...),
- Organiser et piloter les groupes d'amélioration continue et les assister dans l'utilisation des méthodes appropriées (5S, 5M, 5P, 8D,...),
- Accompagner le déploiement de la démarche par des actions de communication, de formation et le soutien aux interlocuteurs concernés.

Méthodes / BE, Management et CODIR :

Lire la suite en cliquant sur le bouton ci-dessous

Merci d'adresser votre candidature à :

@ : administration@sougland.fr

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

CHAQUE JOUR, NOUS AIDONS LA MOBILITÉ ÉLECTRIQUE.

En permettant à nos clients de construire la voiture électrique du futur – avec l'aide de nos produits et de nos experts.

SOMMES NOUS
CONNECTÉS ?

Assurez-vous de ne pas manquer un nouveau produit, un webinaire ou les dernières nouvelles sur Foseco.



[linkedin.com/company/foseco](https://www.linkedin.com/company/foseco)

Les pièces moulées en aluminium allègent les véhicules électriques et réduisent ainsi les émissions de gaz à effet de serre. Les pièces de fonderie légères sont particulièrement importantes pour la production de voitures électriques et pour atteindre les objectifs de protection climatique.

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

www.foseco.fr

