

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

ha-group.com/fr

52 N°
AVRIL
2025

FONDERIE

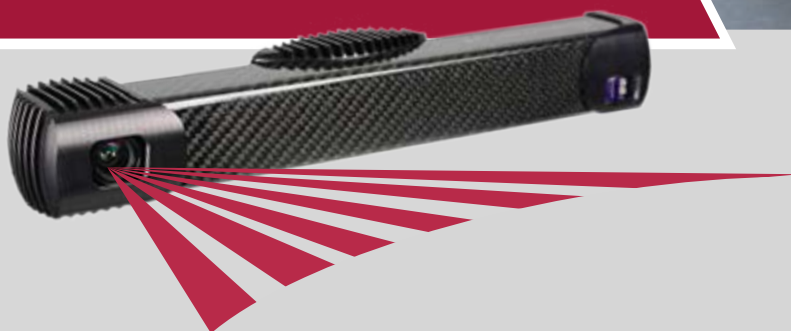
TECH NEWS

PROFESSION
**NOYAUX EN SABLE :
LE NOYAUTAGE HYBRIDE ET NUMÉRIQUE DU FUTUR**
PAGE 12

DÉCOUVERTE
**LA FONDERIE BOUYER : L'EXPERTISE AU SERVICE
DE LA PERFORMANCE INDUSTRIELLE**
PAGE 18

UNE PUBLICATION DE

DÉCOUVREZ NOTRE APPLICATIF Siif VISION



INNOVATION

Siif

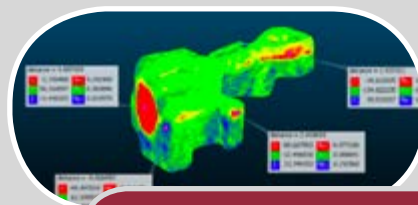
Fonderies Fonte
Aluminium - Acier

LOGICIEL

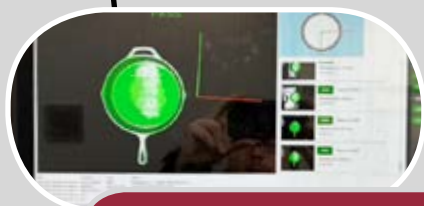
Siif
VISION SYSTEMS



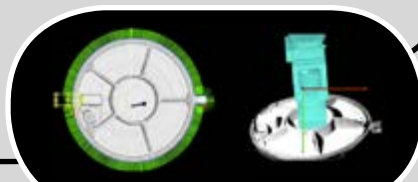
Localisation pièce



Contrôle qualité



Scan pièce



Génération automatique
de trajectoires

ACTIVITÉS Siif



Remmoulage



Refroidissement



Dessablage



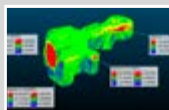
Ébavurage
robotisé



Ébavurage
détoureuse



Systèmes
de vision



Contrôle
qualité



Sciage et
Pré-usinage



Siif S.A.S
130 rue Léonard de Vinci
56850 Caudan - FRANCE
+33 (0)2 97 81 04 30

www.siif.fr

info@siif.fr
Tel. +33 (0)7 62 36 24 14

édito.

Votre satisfaction !!!

L'Association Technique de Fonderie est constituée d'un groupe de bénévoles et de deux salariées, autour desquelles tout s'organise. Parmi nos diverses activités, nous mettons au profit des participants à nos formations Cyclatef, des personnes pédagogues riches en expériences et en compétences. Nous rédigeons, traduisons, mettons en forme également des articles que nous publions dans sept éditions annuelles de notre revue digitale Tech News Fonderie gratuite. Nous organisons aussi des Journées Techniques d'envergure nationale, pour enrichir vos connaissances. De plus, en collaboration avec l'AAESFF, nous organisons les Journées d'Actions Régionales pour vous réunir en toute convivialité.

POURQUOI LE FAISONS-NOUS ?

Parce que nous sommes tous animés par la passion ainsi que par la volonté d'être utile à la profession. Nos indicateurs de performances sont essentiellement quantitatifs : le nombre de participants à nos formations, le nombre de lecteurs de notre revue TNF, le nombre d'adhérents à notre association ; mais finalement, notre objectif ultime est **vosre satisfaction ! Alors comment mieux vous satisfaire ?**

Certainement en nous rendant encore plus **utiles**, en comprenant vos attentes et en y répondant. Vous faites face à des défis technico-économiques de plus en plus ambitieux, vous êtes soumis à une forte pression commerciale, les connaissances et le savoir-faire sont de plus en plus difficiles à remplacer, vous avez du mal à recruter, vous devez former, adapter, transformer, recommencer. Nous voulons vous aider ! Nous pouvons vous aider ! **Vous serions-nous utiles en renforçant les compétences techniques de vos équipes, chez vous ou à proximité ?**

Eh bien essayons ensemble. Nous allons mettre nos ressources et notre motivation sans faille au service de votre satisfaction. Nous allons **nous** donner les moyens de **vous** être encore plus utiles. **Comment ?**

Nous allons renforcer notre positionnement **Technique et Régional** en organisant près de chez vous, des événements dont le fondement sera « **la fonderie** », favorisant le partage des connaissances, la recherche de solutions à vos problématiques. **Quand ?**

Nous aurons besoin de tester le modèle qui répondra le mieux à vos attentes. Nous réaliserons quelques **Journées Techniques Régionales** test en 2025 de manière à vous proposer à plus grande échelle en 2026. Nous aurons besoin de votre participation et de vos appréciations pour modeler notre proposition à vos besoins. **Et en attendant ?**

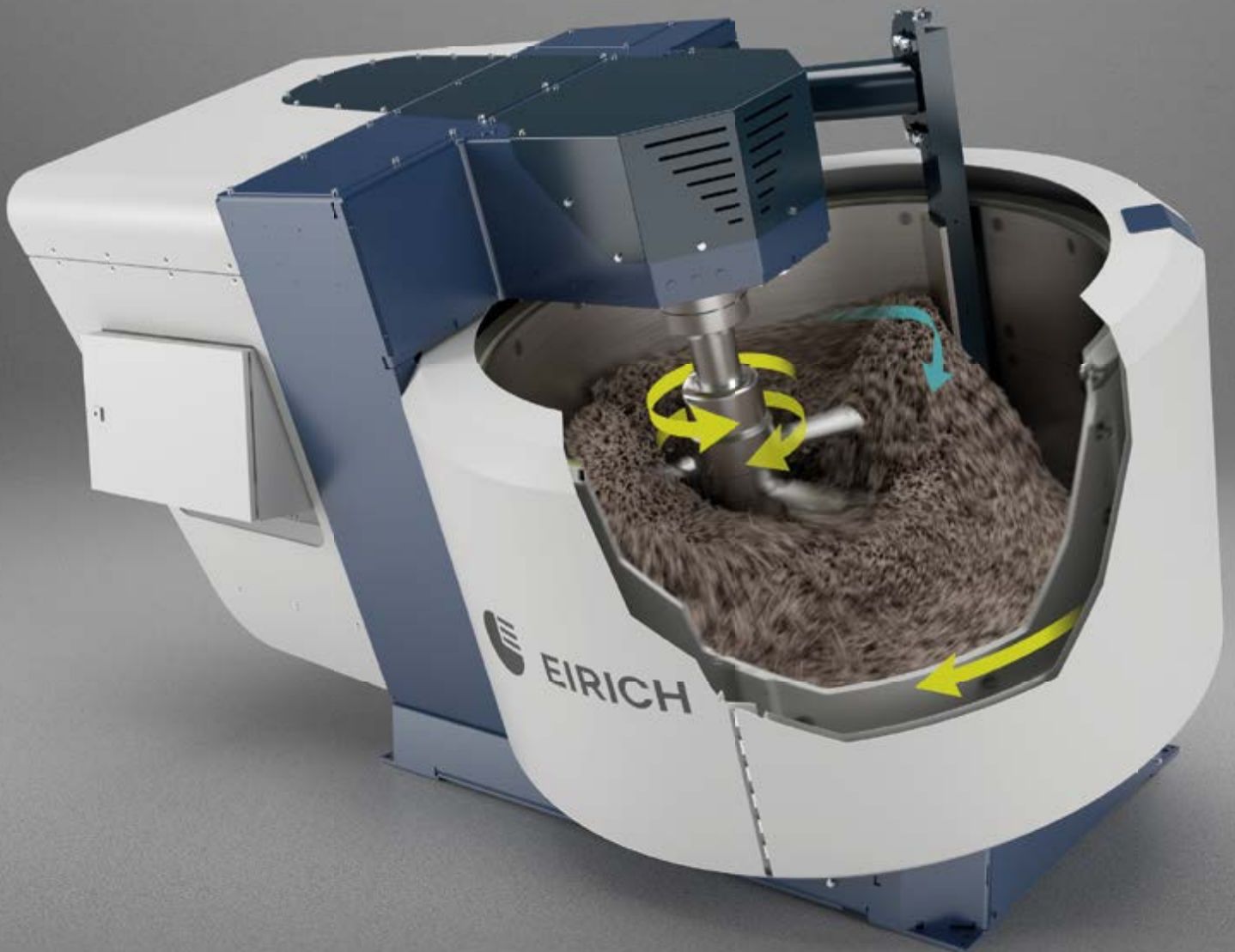
Pour **nous** permettre de **vous** aider, nous avons besoin de votre soutien. Vos adhésions sont vitales pour notre fonctionnement, la diffusion auprès de vos collaborateurs pour la lecture de nos magazines TNF renforcera l'envie à nos annonceurs de communiquer. Aussi continuez à nous faire confiance pour la formation de vos collaborateurs chez vous, où lors de nos Cyclatef.

Avec vous, avec votre aide, votre participation, nous poursuivrons la mission initiale de notre association qui repose sur trois axes : **Former, Informer et Réunir.**

Vous l'aurez compris, **nous avons besoin de votre aide pour nous permettre de vous proposer la nôtre.** Nous vous remercions par avance de mieux nous permettre de **vous satisfaire.**



Laurent TAFFIN
Président de l'ATF



Le mélangeur le plus efficace et le plus rapide du marché.

Depuis 5 générations, nous concevons et fabriquons sur notre site historique en Allemagne, les malaxeurs qui répondent à vos besoins en terme de qualité, répétabilité et fiabilité.

Pour des besoins de quelques tonnes à plus de 600t par heure, n'hésitez pas à contacter nos spécialistes.

sommaire.

03 / EDITO

Votre satisfaction !

Article de Laurent TAFFIN - Président de l'ATF

06 / AGENDA

PROFESSION

09 /

European Foundry Industry Sentiment Indicator (FISI) marks an increase in February 2025

Article de European Foundry Federation

10 /

Customer Success Story: Waupaca Foundry's Sand Reclamation Journey

Article de Missy GRUWELL - Marketing manager Simpson

12 /

Noyaux en sable: Le noyautage hybride et numérique du futur

Article de Rudolf WINTGENS Dipl.

Ing. Directeur général de Laempe Mössner Sinto GmbH

DÉCOUVERTE

18 /

La Fonderie Bouhyer : l'expertise au service de la performance industrielle

Article de Rafaële MERLIN - Groupe BOUHYER // // // // //



NEWS

20 /

Analyse du marché des moteurs électriques

Article de Gilbert RANCOULE - ATF

21 /

Opportunités et défis de l'industrie mondiale de la fonderie jusqu'en 2030

Article de Gilbert RANCOULE - ATF

22 /

Actualités WFO

Article de Patrice MOREAU - ATF



TECHNIQUE

16 /

PUBLI REPORTAGE : Les données sur les manchons et les filtres FOSECO sont désormais disponibles dans le logiciel ProCAST d'ESI



25 /

75^e conférence mondiale de la fonderie à Deyang (Chine) - Article 2/3

FORMATION

Cyclatef[®]
FORMATION FONDERIE

30 /

L'agenda 2025 des formations

33 /

Initiation aux bases de la fonderie à Nogent-sur-Oise au Lycée Marie Curie

Article de Jean-Charles TISSIER - ATF



34 / ADHÉRER EN 2025

35 / HISTOIRE & PATRIMOINE

L'aluminium (Troisième partie)

Article de Yves LICCIA - ATF



44 / ANNONCEURS

44 / EMPLOIS

TECH News
FONDERIE

Revue professionnelle éditée par : Association Technique de Fonderie • 14 avenue de l'Opéra • 75001 Paris
Téléphone : +33 6 02 58 01 09 • E-mail : atf@atf-asso.com
<https://atf.asso.fr/>

Directrice de la publication : Mélody SANSON : Secrétaire Générale de l'Association Technique de Fonderie

Comité de rédaction : Guillaume ALLART, Patrice DUFEY, Gérard LEBON, André LE NEZET, Yves LICCIA, JM MASSON, Xavier MENNUNI, Patrice MOREAU, Gilbert RANCOULE, Laurent TAFFIN, Jean-Charles TISSIER.

Publicité ATF : Gérard LEBON - Tél. : +33 6 19 98 17 72 • Cloé TEODORI / Mélody SANSON - Tél. : +33 6 02 58 01 09 • E-mail : regiepubtfnf@atf-asso.com



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

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

agenda.

MAI 2025

>>> **9 au 10 à Bergen (Norvège) : NORWEGIAN FOUNDRY CONGRESS** - Congrès de la fonderie
<https://www.stoperi.no/stoperikongressen/>

>>> **10 au 12 à Guangzhou (Chine) : CHINA INTERNATIONAL DIE-CASTING, FOUNDRY & INDUSTRIAL FURNACE EXHIBITION 2025** - Salon international spécialisé dans la fonderie, les moules et la coulée à haute pression ainsi que les fours industriels
<https://www.julang.com.cn/>

CHINA INTERNATIONAL EXHIBITION OF CASTING PRODUCTS & TECHNOLOGY SYMPOSIUM - Salon international des produits de fonderie et symposium des technologies afférentes
<https://www.julang.com.cn/>

>>> **13 au 15 à Châteaubriant (France) : SABLES A PRISE CHIMIQUE**
<https://atf.asso.fr/formation/inscription?id=05hGVhKl3uyvxnQaRsTN>

Cyclatéf
FORMATION FONDERIE

>>> **14 au 16 à Osaka (Japon) : METAL JAPAN - HIGHLY-FUNCTIONAL METAL EXPO** - Salon des matériaux métalliques (aluminium, cuivre, titane, magnésium, métaux nobles, acier, etc.), des machines de traitement, de l'équipement d'analyse / l'inspection, des technologies de recyclage de métaux
<https://www.material-expo.jp/hub/en-gb.html>

>>> **21 au 23 mai à Toulouse (France) : USAGE DES REFRACTAIRES EN FONDERIE**
<https://atf.asso.fr/formation/inscription?id=Va3MZl7eo010MdNE07ml>

Cyclatéf
FORMATION FONDERIE

>>> **28 au 29 à Bangkok (Thaïlande) : SEA DIE CASTING CONGRESS**
Collaborative Development: New Energy Vehicles Leading Market Transformation
<https://dccongress.mysxl.cn>

JUIN 2025

>>> **3 au 5 à Martigues (France) : SEPEM INDUSTRIES SUD-EST**
Salon des services, équipements, process et maintenance pour les industries du Sud de la France
<https://martigues.sepem-industries.com/fr>

>>> **3 au 5 à Saverne (France) : DEFATS ET IMPERFECTIONS EN FONDERIE DE FONTE**
<https://atf.asso.fr/formation/inscription?id=jaNURtUwIIBg8KM5B4iK>

Cyclatéf
FORMATION FONDERIE

>>> **3 au 6 à Poznan (Pologne) : ITM INDUSTRY EUROPE METAL FORUM** - Salon de l'ingénierie de la métallurgie et de la fonderie
<https://itm-europe.pl/en>

>>> **4 au 7 à Shanghai (Chine) : DMC - DIE & MOULD**
Salon international de la fonderie et du moule et des process du métal
<https://www.dmexpo.com/en/>

>>> **17 au 19 à Châteauroux (France) : ELABORATION METALLURGIQUE ET TRAITEMENTS THERMIQUES DES ALLIAGES D'ALUMINIUM MOULES**
<https://atf.asso.fr/formation/inscription?id=Bt06rd880SzGjUj7Zq6y>

Cyclatéf
FORMATION FONDERIE

>>> **18 au 21 à Bangkok (Thaïlande) : INTERMOLD**
Salon international des moules et de la fabrication des moules
<https://www.intermoldthailand.com/>

>>> **24 au 26 à Bilbao (Espagne) : FUTURE STEEL FORUM**
Forum international de l'industrie de l'acier. Réduction des coûts, réalité augmentée, robotique, conception et fabrication assistées par ordinateur...

>>> **24 au 26 à Sablé-sur-Sarthe (France) : REALISER UN AUDIT EN FONDERIE**
<https://atf.asso.fr/formation/inscription?id=QSLvhszwuHWGIAMPraJN>

Cyclatéf
FORMATION FONDERIE

>>> **26 à Châlons-en-Champagne (France) : JOURNÉE TECHNIQUE PARTENAIRE SUR L'ÉCONOMIE DURABLE**
Programme et inscription à venir

JOURNÉES TECHNIQUES PARTENAIRES

« Des solutions pour une économie durable »

SAVE THE DATES

26 juin 2025
Châlons en Champagne

25 septembre 2025
Angers

Programme et inscription à venir

Contact : Cléo TEODORI, assistante@atf.asso.fr, 06.02.58.01.09

FOSECO ASSOCIATION TECHNIQUE DE FONDERIE

JUILLET 2025

>>> **2 au 3 à Dijon (France) : SALON A3TS & CONGRES 2025**
Salon & Congrès des Traitements Thermiques et Traitements de Surface. A l'heure de l'électrification de la mobilité et de l'usine numérique - <https://www.a3ts.org/evenements>

>>> **9 au 11 à Shanghai (Chine) : CHINA DIECASTING & CHINA NONFERROUS 2025** - Congrès et exposition internationaux sur le moulage sous pression. - <https://www.diecastexpo.cn/en/>

JOURNÉES D' ACTIONS RÉGIONALES ATF/AAESFF

CENTRE AUVERGNE

Samedi 7 juin à Romorantin Lanthenay (41)

Au programme :

Visite du Musée MATRA, déjeuner, transmission de la Croix Saint-Eloi, visite du Musée de la Sologne

Plus d'informations • Inscription

NORD / ÎLE-DE-FRANCE

Jeudi 19 juin à Senlis (60)

Au programme :

Exposés, déjeuner, visite du CETIM et convivialité !

Plus d'informations et inscription à venir

Casting Knowledge. In a Software.

MAGMA ECONOMICS!

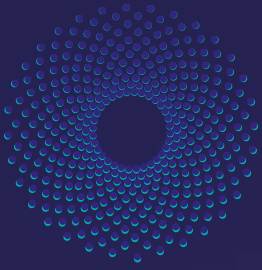


Curieux?



Optimisez la **qualité**,
les **coûts** et l'**empreinte CO₂**
de vos pièces de fonderie





Laempe + Fischer

Fournisseur d'équipement pour fonderie
depuis 1982

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

Vous avez tous les atouts en main pour réussir !

Et plus encore...



- ▶ Stockage et transport de sable
- ▶ Malaxage
- ▶ Noyautage
- ▶ Traitement amines & SO₂
- ▶ Moulage
- ▶ Fusion et machine de coulée
- ▶ Décochage et convoyage
- ▶ Refroidissement
- ▶ Tri, régénération et recyclage du sable
- ▶ Parachèvement
- ▶ Automatisation



European Foundry Industry Sentiment Indicator (FISI) marks an increase in February 2025

February 2025 was the second month in a row, which displayed delicate signs that the situation of the European foundry industry is beginning to improve. The European Foundry Industry Sentiment Indicator (FISI), conducted monthly by the European Foundry Federation, shows signs of a slight economic recovery. Compared to the data from January 2025, the FISI increased from 91.3 to 93.4.

This does not mean an automatic, sudden, certain and dynamic economic growth in the upcoming months, yet these are the first signs that the European foundry industry is slowly recovering after an exceptionally difficult year 2024, when the FISI index value fell every month – from 96.2 in January to 89.0 in December 2024.

This rise suggests a slight improvement in the industry’s outlook, moving closer to the neutral 100-point mark. This development is partly due to positive expectations for the second half of 2025, as businesses anticipate potential growth and stabilization in demand.

At the same time, in February 2025, the Business Climate Indicator (BCI), an index published by European Commission increased from -0.94 in January to -0.74 and according to the latest news, the euro zone’s GDP growth is expected to increase by +1.4% in 2025, up slightly from +0.7% in 2024.

The latest data shows a normalization of the situation in the eurozone’s manufacturing sector. The eurozone manufacturing Purchasing Managers’ Index (PMI) rose to 47.6 in February 2025, from 46.6 in January and from 45.1 in December, almost approaching the 50-point threshold that separates growth from contraction.

Purchasing Managers’ Index (PMI) in the Euro area is an indicator of the economic health of the manufacturing sector. It is based on such indicators as: new orders, inventory levels, production, supplier deliveries and the employment environment.

Geopolitical events, those of recent weeks, months and years, have caused revolutions in most industries in Europe. In the foundry industry, it began with a drastic increase in the prices of materials and energy, and declines in production in almost every EU country. Now, the diversification of foundry production is increasingly noticeable. Due to the geopolitical situation, the arms industry and energy industry – which have always been significant recipients of castings – are gaining importance.

The FISI – European Foundry Industry Sentiment Indicator – is the earliest available composite indicator providing information on the European foundry industry performance. It is published by EFF every month and is based on survey responses of the European foundry industry. The EFF members are asked to give their assessment of the current business situation in the foundry sector and their expectations for the next six months.

European Foundry Industry sentiment Indicator (FISI) and Business Climate Indicator Euro Area (BCI) • February 2025



The BCI – Business Climate Indicator – is an indicator published by the European Commission. The BCI evaluates development conditions of the manufacturing sector in the euro area every month and uses five balances of opinion from industry survey: production trends, order books, export order books, stocks and production expectations.

Please find the chart enclosed or combined with additional information at eff-eu.org/.

Background information on EFF:

EFF 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, EFF 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. EFF represents 4 400 European foundries. Nearly 260 000 employees are generating a turnover of 39 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.

Further information at eff-eu.org and [LinkedIn EFF](#).



EFF contact:

Johannes KAPPES

Secretary Commission for Economics & Statistics

phone: +49 211 68 71 – 291

e-mail: secretarygeneral@eff-eu.org

Customer Success Story: Waupaca Foundry's Sand Reclamation Journey

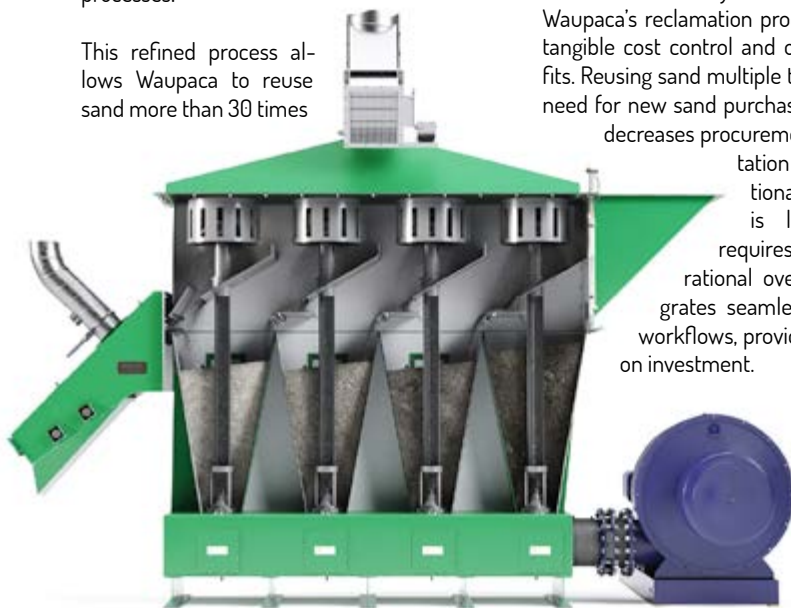
Simpson's Pro-Claim plays a key role in Waupaca Foundry's sustainable sand reclamation, reducing waste and maximizing sand reuse for a more sustainable operation.

Waupaca Foundry, a world-class manufacturer of ductile and gray iron castings, has long prioritized sustainability in its operations. By implementing advanced sand reclamation processes across multiple locations, Waupaca has significantly minimized its environmental impact while reducing costs through sand reuse. Central to this transformation is a 3-step process featuring two Simpson Pro-Claim systems—one at the beginning and one at the end—with a thermal reclamation unit in the middle. This arrangement creates a highly efficient green sand to core sand reuse process.

▶ THE RECLAMATION PROCESS

Waupaca's sand reclamation system begins with dry returned green sand being processed through the first Simpson Pro-Claim unit using pneumatic technology. This step assists in the removal of any chemical binders, residual dry raw materials, and debris, increasing the efficiency of the sand for thermal reclamation. The sand is then subjected to high heat in the thermal unit, which burns off any remaining organic material. Finally, the sand passes through a second Pro-Claim system to assist in removing any residual dust fines and final cleaning, aiding in the optimal grain size and quality for the sand and core-making processes.

This refined process allows Waupaca to reuse sand more than 30 times



before it reaches the end of its lifecycle. By decreasing the need for new sand, reducing landfill waste, and enabling beneficial reuse, it perfectly supports Waupaca's sustainability goals.

▶ SUSTAINABILITY IN ACTION

For Waupaca, sustainability is more than a goal—it's a commitment to the environment and the community. By implementing sand reclamation, the foundry has reduced its reliance on raw sand resources, which are often mined locally, and decreased the volume of waste sent to landfills. The ability to reuse sand within the foundry's operations has also reduced transportation costs and emissions associated with sourcing and disposing of materials.

Waupaca's approach reflects a broader industry shift toward circular resource management. By keeping sand within its production cycle for as long as possible, the foundry maximizes material efficiency and minimizes environmental impact.

▶ COST CONTROL AND OPERATIONAL BENEFITS

While sustainability is at the forefront, Waupaca's reclamation process also delivers tangible cost control and operational benefits. Reusing sand multiple times reduces the need for new sand purchases, which in turn decreases procurement and transportation expenses. Additionally, the Pro-Claim is low-maintenance, requires minimal operational oversight, and integrates seamlessly into existing workflows, providing a high return on investment.



▶ A LONGSTANDING PARTNERSHIP

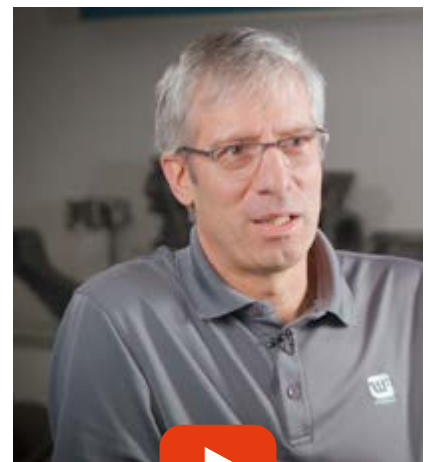
Simpson has been a trusted partner to Waupaca Foundry for decades, offering reliable, high-quality solutions tailored to their needs. The Pro-Claim units' reliable performance and Simpson's dedicated partnership and technical support have been instrumental in Waupaca's journey toward sustainability.

▶ LOOKING AHEAD

Waupaca Foundry's success with sand reclamation demonstrates how innovative processes can drive both environmental and cost containment benefits to the foundry industry. By reducing waste, conserving resources, and promoting efficient operations, Waupaca has set a benchmark for sustainability in the metalcasting industry.

With continued advancements in sand reclamation technologies, the foundry is well-positioned to maintain its leadership in sustainable practices while supporting its customers with high-quality, environmentally responsible castings.

Missy GRUWELL 
Marketing manager Simpson





DECOUVREZ CALDE® GUARD

- Un concept innovant pour les fours à induction combinant nos pisés SILICA MIX sans bore et un anneau préfabriqué en partie supérieure.
- Une méthode d'installation spécialement conçue pour la totalité du concept CALDE® GUARD.
- Offrant aux fondeurs une solution environnementale et une meilleure productivité.

Contactez votre conseiller Calderys pour plus d'information !



www.calderys.com

 calderys

L'AUTOMATISATION DE LA FABRICATION ET DE LA MANIPULATION DES NOYAUX AMÉLIORE L'EFFICACITÉ ET LA QUALITÉ DANS LA FONDERIE.

Noyaux en sable:

Le noyautage hybride et numérique du futur

Pour la fabrication des noyaux en sable, les fonderies ont utilisé différents procédés de fabrication et systèmes de liants au fur et à mesure des progrès industriels. Plus les pièces coulées devenaient complexes, plus la fabrication des noyaux devait évoluer.

L'étape suivante, possible et très probable, sera la numérisation et l'hybridation de la fabrication des noyaux.

Des entreprises comme Laempe Mössner Sinto GmbH jouent un rôle de premier plan dans cette transformation et posent de nouveaux jalons pour la fabrication de noyaux du futur.

La fabrication de noyaux en sable dans les fonderies a connu de nombreux changements dans les procédés de fabrication et les systèmes de résines au cours de l'évolution industrielle. En commençant par des contours relativement simples qui étaient remplis manuellement dans des boîtes à noyaux en bois avec des systèmes à base silicate (CO₂), en passant par les premiers systèmes mécanisés de durcissement à chaud en sable enrobé de résine pour les noyaux creux et pleins selon le procédé Croning, jusqu'au développement du procédé de moulage des noyaux en 1949 à partir du premier brevet de l'allemand Hansberg. Les développements continus des systèmes de résines durcissant à chaud, durcissant à froid et des systèmes inorganiques modernes, ainsi que la technique de machine correspondante avec parfois, un post-traitement du noyau entièrement automatisé, représentent aujourd'hui dans la plupart des fonderies l'état de la technique pour la fabrication mécanique de noyaux. La fabrication manuelle de noyaux avec des systèmes de résine à froid est surtout utilisée pour les grandes pièces de fonderies et la fabrication de pièces uniques ou de petites séries. Les prochaines étapes de développement possibles - et très probables - seront la digitalisation et l'hybridation de la fabrication de noyaux.

➤ **Qu'est-ce donc que le principe de l'hybride et le digital par rapport à la « fabrication de noyaux du futur » ?**

La fabrication hybride de noyaux permet aux fonderies du monde entier de disposer de la flexibilité nécessaire dans une époque

de transformation - tout cela dans le but de produire en respectant la qualité, en économisant les ressources et au coût unitaire le plus bas. Dans le cadre de l'approche hybride, les fonderies et les fabricants de noyaux décident, en fonction de leur portefeuille de produits individuel, quels noyaux seront produits de manière traditionnelle (« tirés »), quels noyaux seront fabriqués via une fabrication additive (« imprimés ») et quels noyaux seront éventuellement achetés en plus (« Core-as-a-service »).

Ces décisions stratégiques doivent se baser sur des données de calcul fiables. Les évaluations numériques intégrées dans les installations permettent d'obtenir rapidement des données fiables, en plus du contrôle de la production proprement dit. Des systèmes tels que le Digital Cockpit de Laempe, permettent de consolider, de visualiser et d'évaluer les données empiriques et les données relatives au fonctionnement des machines. Ces données effectives fournissent en temps réel des informations sur l'efficacité globale de l'installation (« OEE ») et indiquent les potentiels d'amélioration pour optimiser les coûts. La capacité en temps réel offre l'avantage de permettre à l'utilisateur de prendre immédiatement

Une technique de machinerie moderne et automatisée contribue à un fonctionnement efficace, également dans le domaine de la fabrication de noyaux.

des contre-mesures en cas d'erreur, contrairement à l'approche analogique traditionnelle qui ne permet qu'une rétrospective du passé pendant le travail en équipe ou le week-end.

Signification et interprétation

Le terme hybride, qui vient du grec (dérivé de υβριζήν *hybris* : arrogance, présomption), est passé par le latin (*hybrida* : bâtard, mélange), notamment dans les langues anglaise et allemande. Aujourd'hui, le terme « hybride » désigne quelque chose de groupé, de croisé ou de mélangé ; en général, les combinaisons de différents procédés ou processus sont donc qualifiées d'« hybrides ». Le terme latin digital (dérivé de *digitus* : doigt) décrit quelque chose de non analogique, une information discrète.

➤ PROCESS & PRODUIT

Systemes de commande basés sur les données

La future fabrication de noyaux profitera donc fortement des systèmes de commande basés sur les données. L'utilisation de plates-formes de commande pour optimiser l'utilisation des installations et l'intelligence artificielle (IA) pour la création de scénarios amélioreront la compréhension technique des process. L'utilisation accrue des résultats de simulation et des ajustements automatiques des paramètres sur la durée de production permettra d'optimiser davantage les process de production.

Les connaissances et l'expérience personnelles sont transférées dans des systèmes de données, ce qui conduit à une amélioration continue des process de fabrication. Les fonderies sont aujourd'hui confrontées au défi de maîtriser un process de transformation



qui exige de nouvelles géométries, parfois complexes. Parallèlement, les coûts marginaux et l'exploitation efficace d'un atelier de noyautage sont au centre des préoccupations. L'atelier de noyautage hybride et numérique, a la capacité d'atteindre le point de fonctionnement optimal afin de produire au coût unitaire le plus bas et avec une efficacité maximale des ressources. Pour ce faire, les fonderies ont besoin de l'équipement et du savoir-faire adéquats ainsi que de solutions logicielles intelligentes pour la prise de décision.

Fabrication de noyaux par tir de noyaux

Pour chaque type de noyau, la première étape de la réflexion consiste à choisir la technique de machine et d'installation la plus optimale possible, y compris une automatisation spécifique mais flexible, en la comparant éventuellement avec l'inventaire des installations existantes.

L'intégration précoce de toutes les étapes de fabrication : de la production des noyaux, de l'extraction des noyaux, du traitement ultérieur des noyaux (par exemple l'ébavurage, l'encollage, le séchage, le montage des paquets) à la mise en place des noyaux dans des installations de moulage ou des lingotières, en passant par la logistique de stockage, est fondamentale.

En commençant par la conception de l'outillage des boîtes à noyaux, les exigences de tous les processus doivent être prises en compte :

>>> Quelle est l'orientation idéale du noyau pour le processus de tir ? Dans cette position, le noyau peut-il être maintenu de manière sûre et précise par un préhenseur (robotisé) lors du retrait de la boîte à noyaux, de la finition, du dépôt sur une étagère de stockage ou de l'insertion dans le moule ?

>>> Est-il possible de réaliser des scénarios de préhension et de stockage standardisés pour plusieurs types de noyaux, afin de pouvoir malgré tout automatiser des petites séries sans devoir acquérir un équipement d'outillage complet pour chaque type ?

>>> Quel est le flux de matières entre l'atelier de noyautage et la fonderie ? Quels sont les mécanismes de découplage entre les étapes du process qu'il serait judicieux d'intégrer afin d'éviter que l'arrêt d'une partie du process n'entraîne l'arrêt de certaines parties, voire de toute la chaîne de production ?

>>> Est-il possible de tirer des noyaux de grande taille pour des pièces moulées à la main, qui étaient jusqu'à présent serrés manuellement, afin de fabriquer plus rapidement et plus efficacement avec moins de personnel ?

Si l'on répond fondamentalement à ces ques-

tions et que l'on en tient compte lors de la planification, la technique moderne des machines favorise un fonctionnement efficace (image 1). La technique des machines dans la fabrication de noyaux est révolutionnée par l'utilisation croissante d'automatisations, même pour les petites et moyennes séries. Les machines de noyautage à procédés variables exigent une plus grande profondeur de planification en tenant compte de la production des noyaux, du stockage, de la logistique et de l'insertion des noyaux. Cette flexibilité et cette automatisation contribuent à augmenter l'efficacité et à réduire les coûts.

Fabrication de noyaux par impression 3D

L'utilisation des technologies d'impression 3D dans la fabrication de noyaux présente des avantages considérables. Les installations individuelles permettent de produire des lots de petite et moyenne taille (image 2) sans avoir besoin d'outillages coûteux. L'impression directe à partir de données 3D permet des changements rapides de variantes et réduit les dépenses de fabrication d'outillages, de stockage et de maintenance. Jusqu'à présent, l'impression 3D sur sable était essentiellement utilisée pour les pièces uniques et les petites séries en raison des temps de process relativement longs et de l'effort manuel important requis pour le déconditionnement. Mais il existe désormais des imprimantes à grande vitesse dotées de systèmes de déconditionnement et de nettoyage entièrement automatisés (image 3) qui produisent rapidement des noyaux prêts à être coulés - à titre d'exemple, la ligne d'impression 3D de Laempe à la fonderie de métaux légers BMW à Landshut (DE). Ainsi, le procédé d'impression 3D au sable permet de réduire les coûts et les délais de fabrication des outillages des noyaux pour les pièces

Installation d'impression de noyaux entièrement automatisée avec une imprimante pour les lots de petites et moyennes séries.

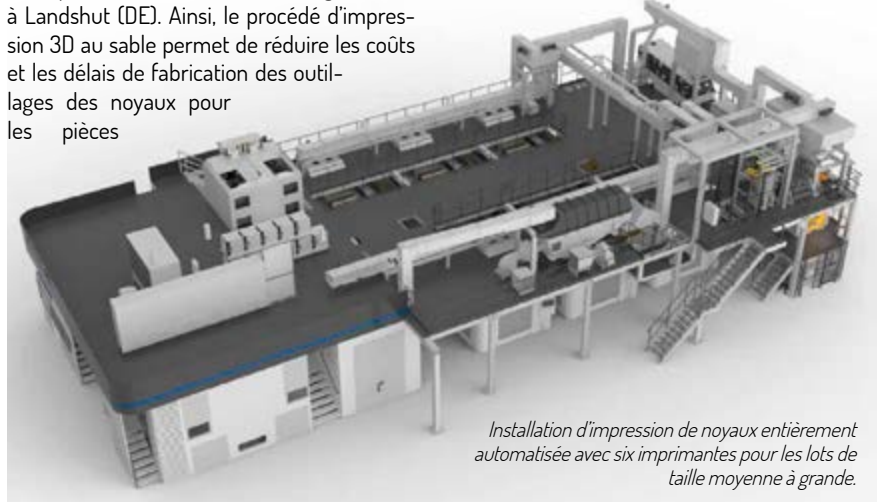


unitaires et les petites séries, mais aussi de reproduire des structures complexes pour les grandes séries qui ne peuvent pas être fabriquées à l'aide d'outillages.

Noyaux provenant d'un approvisionnement extérieur

Le noyautage est souvent un « enfant mal-aimé » dans les fonderies - elle est complexe, coûteuse et ne fait pas partie des focus sur lesquels les priorités technologiques et humaines sont mises. L'approvisionnement externe de noyaux et de moules par des prestataires de services spécialisés permet de se concentrer sur les process clés et d'augmenter la productivité. Ces prestataires de services, dont l'activité principale est la fabrication de noyaux, peuvent non seulement couvrir les pics de production ou fournir des noyaux que le parc de machines interne ne peut pas fabriquer. Grâce à leur spécialisation dans la fabrication de noyaux, ils offrent souvent une combinaison optimale entre technicité, process avec les résultats commerciaux bien exploitables qui en découlent.

Par exemple, la focalisation sur la production de noyaux inorganiques auprès de la société Inacore GmbH, une Joint-Venture de Laempe Mössner Sinto GmbH et de R. Scheuchl GmbH.



Installation d'impression de noyaux entièrement automatisée avec six imprimantes pour les lots de taille moyenne à grande.

Calcul des coûts de noyaux et de l'empreinte carbone

(CO₂-Footprint)

Aujourd'hui, rares sont les fonderies qui peuvent dire de manière fiable à combien s'élevaient les coûts d'un noyau, y compris les coûts de toute la chaîne de création de valeur. Des programmes de calcul spécialisés avec un contenu technique élevé peuvent ici apporter de la transparence.

Sur la base de la géométrie de la pièce et des quantités prévues, la plate-forme permet de déterminer très rapidement combien coûtera un noyau et quelle quantité de CO₂ sera probablement émise à cette occasion. Des outils de calcul professionnels, comme par exemple l'outil de calcul TSET, déterminent de manière fiable les coûts et l'empreinte carbone.

Les coûts réels sont calculés soit sur la base de valeurs standard, soit en fonction de l'installation de production concernée. Les données spécifiques à l'installation sont saisies et introduites à partir de systèmes tels que le « Laempe Digital Cockpit » (LDC) dans un atelier de fabrication de noyaux.

Il est ainsi possible de déterminer l'efficacité globale de l'installation (OEE) et de savoir où se situent les obstacles à un OEE de pointe : Est-ce l'arrêt, est-ce le rebut ou est-ce la cadence ? - C'est précisément à ces questions

et à bien d'autres que le LDC apporte une réponse.

Réalité Augmentée Laempe

(Laempe-AR) : Aide à la résolution de problèmes en temps réel

Laempe dispose d'un vaste savoir-faire dans le domaine de la maintenance et de la réparation des machines et installations de tir de noyaux. Ce savoir-faire peut être mis à la disposition des clients. Les techniciens de service peuvent ainsi se connecter directement aux clients depuis les sites Laempe du monde entier et effectuer ensemble le dépannage à l'aide d'un appareil approprié (par ex. des lunettes VR). C'est un élément fondamental, notamment en raison du manque de personnel qualifié et de la disponibilité limitée des techniciens de service, ainsi que de l'efficacité des processus.

Nouveaux procédés de liants

Dans les procédés de liant du futur, l'utilisation de systèmes organiques à teneur réduite en solvants et de liants inorganiques sera renforcée. Les liants inorganiques, en particulier, sont de plus en plus utilisés dans la coulée de précision. Le développement de systèmes inorganiques durcissant à froid

contribue en outre à améliorer le respect de l'environnement et la qualité de la fabrication des noyaux.

Meilleure efficacité et qualité accrue grâce à la fabrication numérique et hybride de noyaux. La fabrication de noyaux hybride et numérique du futur combine les techniques de fabrication traditionnelles avec les technologies et l'automatisation les plus modernes. L'utilisation de l'impression 3D, de l'automatisation et des systèmes de contrôle basés sur les données permet d'augmenter considérablement l'efficacité et la qualité de la fabrication de noyaux. Des entreprises comme Laempe Mössner Sinto GmbH jouent un rôle de premier plan dans cette transformation et posent de nouveaux jalons pour la fabrication de noyaux du futur. La combinaison de la fabrication en interne et du recours à des prestataires de services externes permet de réagir de manière flexible aux exigences du marché tout en optimisant les coûts. Dans l'ensemble, le noyautage hybride et numérique va modifier durablement le secteur et créer de nouvelles possibilités d'innovation et d'efficacité.

Rudolf WINTGENS //

Dipl.-Ing, Directeur général de Laempe Mössner Sinto GmbH
www.laempe.com



sinto

OMEGA SINTO FOUNDRY MACHINERY LTD

New Harmony » New Solutions™

www.ofml.net

Votre sable de moulage a de la valeur !

Plus de 100 millions de tonnes de déchets de sable de fonderie sont produites chaque année dans le monde.

La régénération de votre sable de moulage pour la production de vos propres noyaux vous permet :

- Une meilleure gestion de la ressource naturelle
- La réduction des coûts de matières
- L'amélioration de votre bilan carbone
- La diminution de vos déchets

Plus de 200 unités vendues dans le monde.

- L'unité d'attrition secondaire Omega USR est le leader du marché dans la réduction de pertes au feu par traitement mécanique uniquement.
- La conception brevetée permet une réduction significative des pertes au feu sans endommager les grains de sable.



Vos contacts Omega Sinto en France



Didier Legrand
+33 (0)6 07 66 47 63
d.legrand@astea-consulting.fr



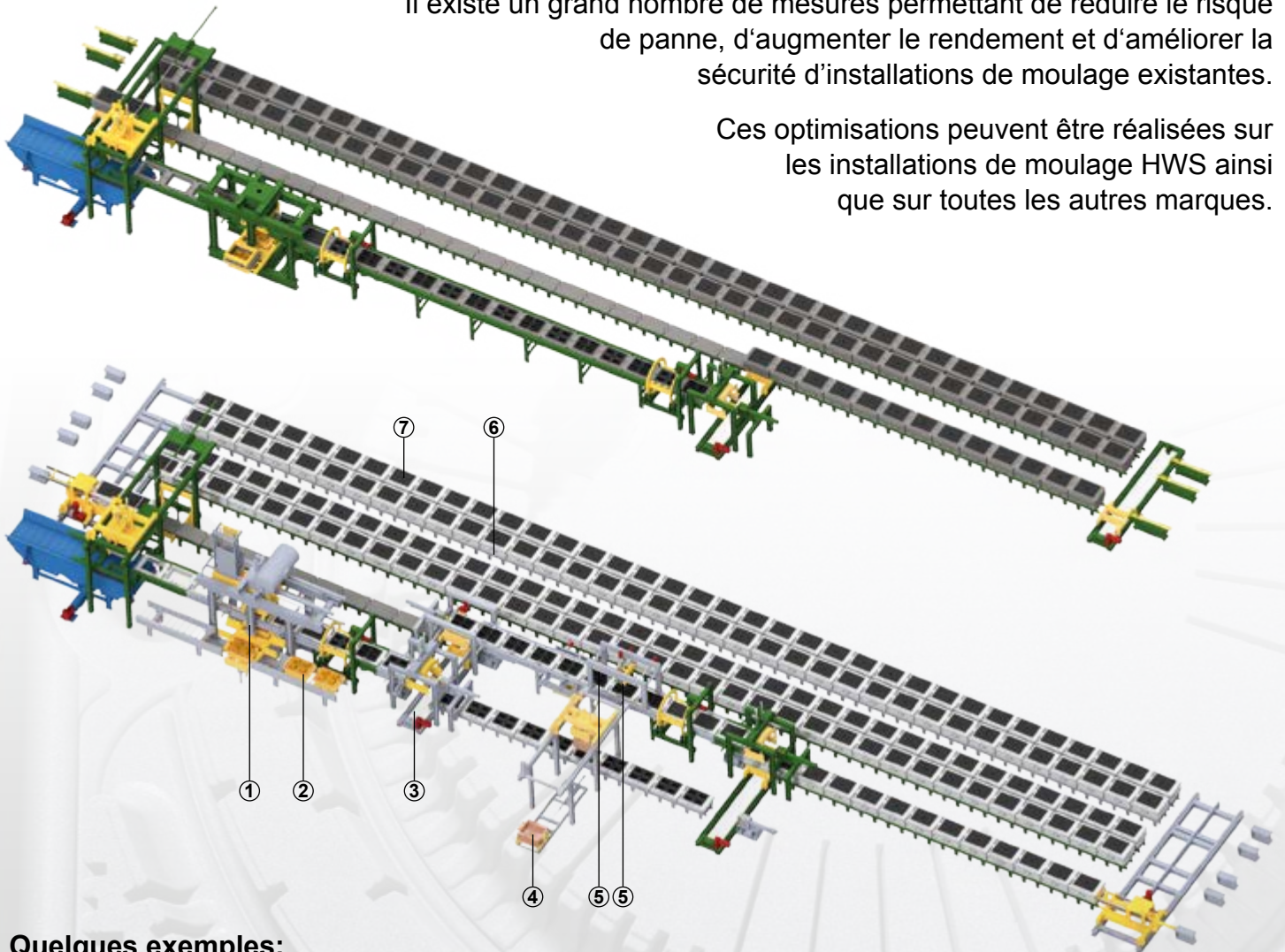
Etienne Legrand
+33 (0)7 61 93 56 14
e.legrand@astea-consulting.fr



OPTIONS DE MODERNISATION D'INSTALLATIONS DE MOULAGE

Il existe un grand nombre de mesures permettant de réduire le risque de panne, d'augmenter le rendement et d'améliorer la sécurité d'installations de moulage existantes.

Ces optimisations peuvent être réalisées sur les installations de moulage HWS ainsi que sur toutes les autres marques.



Quelques exemples:

- ① Remplacement de la machine à mouler
- ② Station de changement automatique de modèle
- ③ Séparation de la ligne de pose de noyaux en lignes séparées de châssis supérieurs et inférieurs
- ④ Poseur automatique de noyaux
- ⑤ Dispositif automatique de perçage de bols de coulée et d'évents
- ⑥ Extension du temps de refroidissement
- ⑦ Châssis neufs
Remplacement de la commande



New Harmony » New Solutions™

www.sinto.com



sinto FOUNDRY INTEGRATION

HEINRICH WAGNER SINTO Maschinenfabrik GmbH

SINTOKOGIO GROUP

Bahnhofstr. 101 · 57334 Bad Laasphe, Germany

Tel +49 2752/907 0 · Fax +49 2752/907 280 · www.wagner-sinto.de

Représentation en France : Laempe + Fischer Sàrl 1 Rue Bartholdi · 68190 Ensisheim

Phone +33 38981 1838 · Email : info@laempenfischer.fr www.laempenfischer.fr

Les données sur les manchons et les filtres FOSECO sont désormais disponibles dans le logiciel ProCAST d'ESI



FOSECO, la division fonderie de Vesuvius, et l'un des principaux fournisseurs mondiaux de consommables de fonderie, et ESI Group, qui fait partie de Keysight Technologies, l'un des principaux fournisseurs mondiaux de logiciels pour la simulation et l'optimisation des processus de fonderie, annoncent une nouvelle coopération.

Les données thermophysiques des gammes de manchons et de produits de filtration FOSECO sont intégrées et disponibles dans le logiciel ProCAST (& QuikCAST) d'ESI. ProCAST, qui s'appuie sur plus de trois décennies d'expertise, fournit des informations détaillées sur la dynamique complexe du processus de coulée, permettant aux fonderies d'évaluer, de valider et d'optimiser leurs processus de coulée, réduisant ainsi les coûts de fabrication.

L'intégration des données thermophysiques des manchons et des filtres de Foseco dans ProCAST permet aux clients communs de Foseco et d'ESI ProCAST d'exécuter des projets de simulation plus efficacement et en toute confiance. En attribuant les propriétés des matériaux spécifiques au produit à chaque manchon et à chaque filtre, les

résultats des simulations de remplissage et de solidification deviennent plus fiables.

Cette précision et cette confiance accrues facilitent une prise de décision plus rapide, ce qui permet de mieux concevoir les systèmes de masselottage et de remplissage, de réduire le nombre d'itérations de simulation afin d'obtenir une qualité de coulée optimisée avec un rendement maximal. Cette intégration, qui se concentre dans un premier temps sur les produits destinés aux fonderies de métaux ferreux en Europe, ouvre la voie à de futures expansions, avec des projets d'extension de la couverture géographique au cours des phases ultérieures. Foseco et ESI Group s'engagent à fournir aux fonderies des solutions de pointe qui améliorent l'efficacité, optimisent les processus et stimulent l'innovation dans l'industrie de la fonderie.

PRINCIPAUX AVANTAGES :

- + SIMULATIONS PRÉCISES :**
La collaboration entre Foseco et ESI intègre les données de manchon et de filtre de Foseco dans ProCAST pour des prévisions précises du processus de coulée et des défauts, une meilleure prise de décision, la réduction des itérations et l'amélioration de la qualité avec un rendement maximisé.
- + UN FLUX DE TRAVAIL EFFICACE :**
L'accès aux données de Foseco dans ProCAST aide les fonderies à éliminer l'incertitude dans les simulations et à accroître la productivité.
- + IMPACT MONDIAL :**
Les ensembles de données Foseco pour les produits destinés aux fonderies ferreuses en Europe seront disponibles dans un premier temps, et cette collaboration ouvrira la voie à une expansion régionale ultérieure, puis à d'autres régions du monde.



À PROPOS DE FOSECO

FOSECO, la division fonderie de VESUVIUS plc, est un leader mondial en matière de produits et de solutions pour l'amélioration des performances des fonderies. Notre objectif est d'améliorer les performances des fonderies en travaillant avec nos clients pour développer et appliquer des produits et des services qui permettent d'obtenir une meilleure qualité de coulée et une plus grande productivité à moindre coût dans un environnement de travail sûr et sain.

www.vesuvius.com

Contact :

Olaf SCHULZ

Directeur mondial des produits -
Masselottage et filtration
olaf.schulz@vesuvius.com



À PROPOS D'ESI

ESI Group, qui fait partie de Keysight Technologies, fournit des solutions fiables et personnalisées fondées sur la modélisation physique prédictive et l'expertise en matière de prototypage virtuel. Agissant principalement dans les secteurs de l'automobile, du transport terrestre, de l'aérospatiale, de la défense et de l'industrie lourde, les logiciels d'ESI permettent aux ingénieurs de simuler des conceptions mécaniques, des processus de fabrication intelligents et des flux de travail centrés sur l'homme afin de prendre de meilleures décisions plus tôt dans le cycle de vie du produit. Keysight est une société du S&P 500 qui fournit des solutions de conception, d'émulation et de test à la pointe du marché pour aider les ingénieurs à développer et à déployer plus rapidement, avec moins de risques, tout au long du cycle de vie du produit.

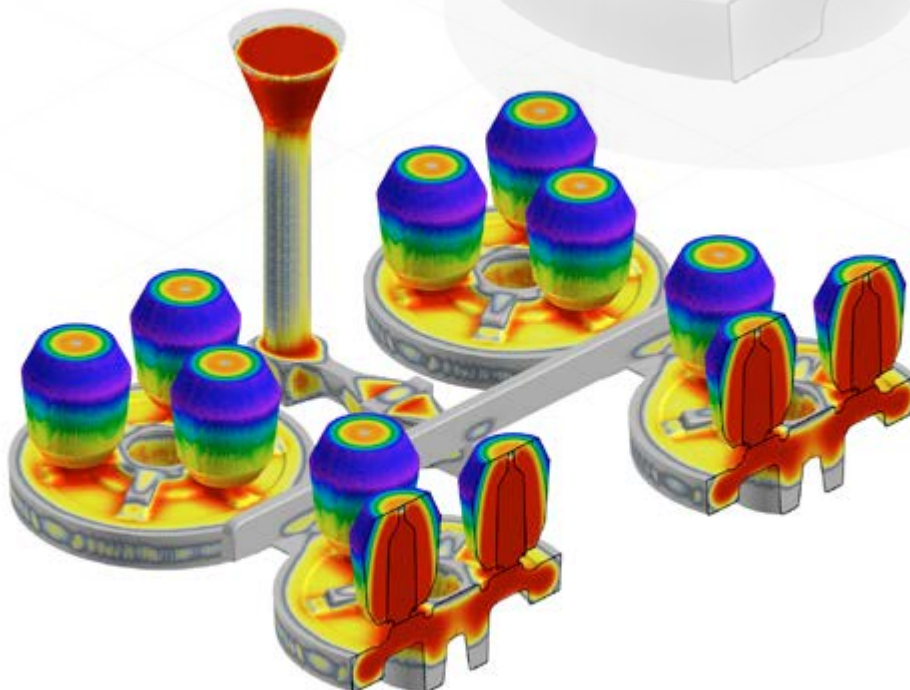
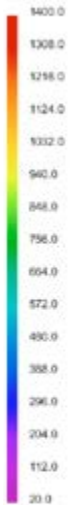
www.esi-group.com

Contact :

Emilie LIEBLICH

Directeur du marketing et de la
communication au niveau mondial
press@esi-group.com
+33 1 41 73 58 32

Temperature[°C]



Fraction Solid



esi ProCAST

découverte.

Le Groupe Bouhyer : l'expertise au service de la performance industrielle

*Le Groupe Bouhyer est une
ETI industrielle française de
référence, spécialisée dans la
fabrication de contrepoids en
fonte recyclée.*



Fort de plus de 250 collaborateurs répartis entre son site historique d'Ancenis en Loire-Atlantique et son unité dans les Ardennes, le groupe, créé en 1913, réalise un chiffre d'affaires de 60 millions d'euros. Grâce à un savoir-faire centenaire et à la maîtrise du moulage en sable, Le Groupe Bouhyer conçoit des pièces robustes et précises, allant de **500 à 17 000 kg**, destinées aux secteurs du BTP, de la manutention et de l'énergie.

Exportant plus de 90 % de sa production, l'entreprise est un partenaire stratégique des grands noms européens du levage et du transport. Ses contrepoids, principalement conçus pour les grues, pelles, chariots télescopiques et engins de forage, assurent la stabilité des équipements en équilibrant des charges de 100 kg à 25 tonnes, avec une moyenne située entre 5 et 12 tonnes. Le choix de la fonte permet d'optimiser la capacité des machines, d'abaisser leur centre de gravité et d'en soigner l'esthétique.

Alliant tradition et innovation, Le Groupe Bouhyer privilégie une approche collaborative en travaillant en étroite coordination avec les bureaux d'études de ses clients, dans une logique de co-développement. **Engagée dans une démarche écoresponsable**, la fonderie utilise exclusivement de la fonte issue de ferraille recyclée et affirme son rôle d'acteur industriel du développement durable.

Depuis sa reprise en 2007 par M. MIMOUNI et Mme DANIELI, Le Groupe Bouhyer porte une ambition claire : *« Produire des pièces de haute qualité, techniques et responsables, pour accompagner nos clients dans leurs défis de sécurité, de performance et de transition énergétique. »*

Sa matière première ? Une fonte 100 % recyclable, issue exclusivement de ferraille de récupération, qui fait de la fonderie un acteur industriel engagé dans l'économie circulaire. Aujourd'hui, **plus de 90 % des sables de moulage sont recyclés** et réutilisés, et l'objectif à moyen terme est de valoriser la totalité des déchets.



Avec une capacité de **production annuelle de plus de 80 000 tonnes**, le Groupe Bouhyer fournit depuis ses ateliers des clients de renommée mondiale tels que :

- LIEBHERR,
- TEREX
- MANITOWOC,

avec lesquels il entretient des relations de confiance de longue date.

Pour rester compétitive face aux défis actuels : hausse des coûts de l'énergie, tension sur les compétences, l'entreprise investit :

- Une cabine robotisée d'ébarbage, développée avec un partenaire breton, pour automatiser une tâche pénible, réduire les risques et accélérer les flux de production ;

Historique :

Implantée au cœur d'Ancenis depuis 1913, l'histoire de l'entreprise Bouhyer est celle d'une petite structure familiale ayant évolué, en l'espace de trois quarts de siècle, d'un artisanat local à un rayonnement européen.

Cette ascension s'est construite progressivement autour de la maîtrise du marché du contrepoids, domaine dans lequel elle est aujourd'hui leader.

Fondée par M. Gaston BOUHYER en 1913, l'entreprise est reprise par ses trois fils, Marcel, Michel et Maurice BOUHYER, à la suite de son décès en 1953. Elle produisait des pièces mécaniques pour l'automobile et le secteur nucléaire et s'oriente stratégiquement vers la conception de contrepoids à partir des années 50. La fonderie accompagne alors le développement des premiers chariots élévateurs Braud et Fauchoux, en fournissant leur élément de stabilité clé. Ce produit devient rapidement l'activité principale de l'usine.

L'ouverture du marché commun pousse Maurice BOUHYER à exporter à l'international. Une première commande en Belgique lance une expansion réussie. Des marques comme CLARK, LIEBHERR, DEMAG ou STILL deviennent des partenaires clés. L'internationalisation s'étend à l'Italie, au Royaume-Uni, à la Suède, l'Autriche et l'Algérie.

En 1966, l'entreprise modernise ses procédés avec un moulage à prise chimique, un chargement automatique du cubilot et une coulée améliorée, allégeant le travail et permettant de franchir les **10 000 tonnes annuelles en 1970**.

À l'étroit rue Audigane, la société déménage au Château Rouge (44100) en périphérie d'Ancenis. En 1996, elle rachète la Fonderie Béroutiaux à Revin (08500) dans les Ardennes. En 2000, la production atteint 69 000 tonnes, avec 2 000 m² d'extensions et deux nouveaux cubilots.

Enfin, en 2007, M. Alain MIMOUNI rachète la fonderie et en devient l'actionnaire principal, ouvrant un nouveau chapitre dans l'histoire de cette entreprise centenaire.

- Des capteurs intelligents pour analyser en temps réel les cycles de production ;
- Des machines d'usinage 7 axes de dernière génération.

Ce qui distingue La fonderie Bouhyer, c'est avant tout sa culture profondément humaine. *« Dans notre comité de direction, les femmes sont majoritaires. Nous adaptons les postes pour intégrer des profils variés, et proposons des cours de français à nos salariés étrangers de 23 nationalités différentes. C'est cela, être une entreprise de son temps. »*

Engagé dans une trajectoire de décarbonation ambitieuse, le Groupe aligne désormais ses décisions d'investissement avec les enjeux écologiques et sociétaux. Dans un monde en mutation, Bouhyer prouve qu'une industrie responsable peut rester un moteur de progrès, d'emploi et de souveraineté.

Rafaële MERLIN - Groupe BOUHYER //////////////



Analyse du marché des moteurs électriques

La taille du marché des moteurs électriques est estimée à 137 milliards USD et devrait atteindre 192 M.USD d'ici 2029 avec une croissance de 7% au cours de la période de prévision (2024-2029).

- A moyen terme, des facteurs tels que **l'utilisation croissante du moteur électrique** à des fins résidentielles, l'adoption des véhicules électriques et l'automatisation de divers processus industriels **devraient stimuler le marché** des moteurs électriques.
- D'un autre côté, les contraintes telles que **la durée de vie de ces actifs** dues aux conditions d'exploitation difficiles et aux **fluctuations des prix des matières premières** devraient perturber la croissance du marché.
- Néanmoins, **les développements technologiques** visant à faire progresser la technologie des moteurs électriques créent **d'énormes opportunités pour le marché**. Des technologies émergentes comme le flux axial, uni wheel,... gagnent en popularité. Entre avantages, puissance accrue et intégration ces systèmes deviennent incontournables.
- **La région Asie-Pacifique devrait dominer le marché** au cours de la période en raison des progrès actuellement observés dans le secteur industriel.

➤ LES TENDANCES

- On estime que le segment automobile connaîtra **une croissance significative** au cours de la période en raison de la transition croissante vers les véhicules électriques comme moyen de transport plus propre.
- **La demande de moteurs électriques devrait augmenter de façon exponentielle**, en raison de la croissance rapide des ventes sur les marchés mondiaux, malgré des disparités géopolitiques.

Electric Motor Market: New Electric Car Registrations, in Numbers, Germany, 2011-2022



environnementales comme face aux variations dans les promotions gouvernementales en faveur des énergies renouvelables.

- Les **coûts d'exploitation bien inférieurs** pour les véhicules électriques que pour les véhicules thermiques ICE doivent favoriser la transition technologique, si cette évolution est consolidée par des annonces gouvernementales visant à interdire la mobilité thermique à court terme, 2035.

Electric Motor Market: Growth Rate by Region, 2023-2028



- Les gouvernements de plusieurs pays adoptent des initiatives pour augmenter les ventes de véhicules électriques, offrant des subventions et des opportunités aux fabricants pour installer en interne des usines de fabrication de batteries et de moteurs. **Des pays comme la Chine, L'Inde, la France et le Royaume Uni ont annoncé leurs intentions d'éliminer complètement l'industrie des véhicules essence et diesel avant 2040.**
- Selon l'autorité fédérale des transports automobiles, **l'Allemagne a connu une augmentation significative du nombre de nouvelles voitures électriques immatriculées** ces dernières années.

➤ LA CROISSANCE ET DOMINATION DU MARCHÉ ASIE-PACIFIQUE

L'Asie-Pacifique est le meilleur hôte pour l'industrie des moteurs électriques et devrait maintenir sa domination dans les années à venir en raison de la croissance rapide du secteur. Des secteurs tels que l'automobile, la chimie, les engrais et la pétrochimie connaissent une croissance constante dans la région, ce qui devrait offrir d'énormes opportunités de croissance aux acteurs mondiaux des moteurs électriques ;

La Chine a joué un rôle déterminant dans le dynamisme du secteur manufacturier à l'échelle mondiale. Le pays est d'ores et déjà le leader mondial dans les secteurs de l'acier, la chimie, l'énergie et le ciment, parmi les principaux acteurs dans la pétrochimie et le raffinage.

Récemment, le gouvernement chinois a approuvé de nouveaux projets de raffinerie avec la participation d'entreprises étrangères.

L'Inde est le deuxième producteur mondial d'acier, poursuivant également des projets avec des partenaires internationaux, démontrant une volonté de rester une force industrielle dans une économie mondiale à la recherche d'un équilibre.

Gilbert RANCOULE - ATF //////////////

Opportunités et défis de l'industrie mondiale de la fonderie jusqu'en 2030

La production automobile n'augmentera que légèrement en Europe et en Amérique du Nord à moyen et à long terme, mais restera un marché de vente important pour les produits moulés. Ceci est particulièrement vrai pour le moulage du fer et de l'acier à moyen terme, en raison de la montée en puissance plus lente que prévue de l'électromobilité en Europe. Des impulsions plus fortes sont attendues du marché des véhicules commerciaux en raison de la modernisation prochaine des flottes. Un boom économique particulier est attendu en Amérique du Nord en 2025 et 2026 pour toutes les classes de véhicules commerciaux de plus de 65 tonnes, en raison des normes d'émission EPA beaucoup plus strictes à partir de l'année modèle 2027.

Dans l'ensemble, le moulage de l'aluminium continuera à gagner en importance avec la montée en puissance de l'électromobilité et la tendance à la construction légère. Le secteur mondial de l'ingénierie mécanique devrait connaître une forte augmentation des ventes d'ici à 2030. Des impulsions importantes sont données par la numérisation en cours et le besoin associé de moderniser les machines. L'industrie mondiale de la construction reste également sur une trajectoire de croissance à long terme, les projets d'infrastructure étant le principal moteur. L'expansion prévue de l'énergie éolienne en Europe donnera des impulsions à la demande du secteur de l'énergie.

➤ GLOBAL IRON AND DUCTILE IRON CASTING: contrasting developments

En 2020, la pandémie de Covid-19 a provoqué une forte baisse de la production de fonte et, en 2022, seules quelques régions avaient retrouvé leur niveau de 2018.

La Chine a pu renforcer sa position dominante à court terme, mais elle sera pénalisée à long terme par la baisse de la demande du secteur de la construction.

Le Japon et la Corée perdront également des parts de marché. Le reste de l'Asie se développera en moyenne, comme le reste du monde.

L'Inde, qui a une forte demande d'investissements dans les infrastructures, connaît une croissance plus forte ; le Vietnam et l'Indonésie suivront dans les années à venir.

En Europe, une croissance plus forte est attendue dans les pays d'Europe de l'Est et en Turquie, qui souffre toujours de la guerre menée par la Russie en Ukraine. L'Espagne pourrait bénéficier à moyen terme du boom de l'énergie éolienne.

➤ ALUMINIUM CASTING: trend towards lightweight construction is a major global driver

La tendance à la construction légère dans le secteur automobile et dans d'autres domaines d'application entraîne une augmentation de la demande et une substitution des matériaux, ce qui offre de très bonnes perspectives d'avenir pour la fonte d'aluminium.

La Chine continuera à renforcer sa position dominante sur le marché.

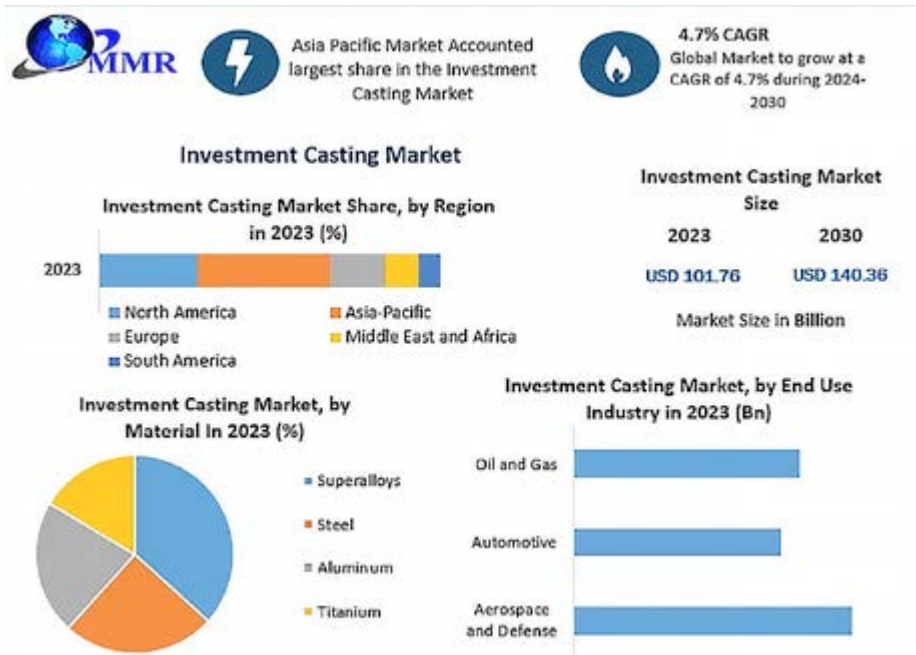
Dans la région de l'ALENA, le Mexique devrait connaître une plus forte croissance à moyen terme.

En Europe occidentale, les impulsions positives ont été éclipsées en 2023 par la reprise de l'industrie automobile à la suite de l'évolution économique, en particulier de l'effondrement des commandes dans la construction mécanique.

La Turquie et certains pays d'Europe de l'Est (par exemple, la Roumanie, la Slovaquie et la Hongrie) bénéficient des investissements des fonderies d'Europe de l'Ouest dans les produits moulés pour les véhicules légers, ce qui laisse entrevoir de bonnes perspectives de croissance à moyen terme pour le moulage de l'aluminium en Europe.

« En conclusion : L'une des principales dynamiques du marché des ferreux repose sur les alliances et partenariats stratégiques visant à renforcer les capacités technologiques, permettant d'envisager une croissance pouvant atteindre 3,8 % sur la période 2024-2032. Il conviendra également de suivre l'évolution du marché du moulage à la cire perdue, qui devrait progresser à un taux annuel moyen de 4,7 % au cours de la période de prévision. »

Gilbert RANCOULE - ATF



Actualités WFO



Notre association, vous le savez est l'un des membres fondateurs et membre actif du WFO : World Foundry Organisation. Nous trouvons opportun dans ce numéro 52 de rendre compte à l'ensemble de nos adhérents des actions de cette association internationale et de l'activité de l'ATF au sein de cette association. [World Foundry Organisation | Global Foundry Knowledge | WFO](#)

Sans en dévoiler tous les détails nous vous présentons ci-dessous les grandes lignes de la réunion du 22 janvier 2025 qui nous sont livrées par Lionel Alves, représentant de notre association au sein du comité exécutif du WFO.

L'agenda de cette réunion :

> VŒUX DU PRÉSIDENT

Le président Professor Yanchun Lou (Chine) a ouvert la réunion en nous remerciant de notre engagement pour la profession et a souhaité la bienvenue aux nouveaux membres exécutifs américains et coréens. S'en est suivi un tour de table pour que chacun des membres exécutifs se présente.

>>> [Executive Committee Members | What is the WFO | WFO](#)

> COMPOSITION DU SECRÉTARIAT ET DE LA PRÉSIDENTIE

- Prof. **Yanchun Lou** (Chine), *président*
- **Rafal Danko** (Pologne), *vice-président*
- **Mehmet Özalp** (Turquie), *vice-président*
- **Karsten Kuhlitz** (Allemagne), *président sortant*
- **Andrew Turner** (UK), *secrétaire exécutif*
- **José Javier Gonzalez** (Espagne), *secrétaire général*
- **Katarzyna Liska** (Pologne), *secrétaire général*
- **Xavier Gonzalez** (Espagne), *trésorier*

Pays membre du comité d'administration : France, Allemagne, Espagne, Turquie, USA, Corée, Chine, Pologne et dernièrement la République Tchèque.

> ÉVALUATION DU CONGRÈS DE DEYANG (CHINE) D'OCTOBRE 2024

Le WFO a félicité FICMES (association chinoise) ainsi que le gouvernement pour l'organisation du congrès de Deyang aussi bien sur le plan du congrès que pour l'organisation des visites des industriels. Le congrès fut également l'opportunité d'échanger sur le « Branding » WFO et sur les projets futurs. Des points d'amélioration comme la précision des traductions, la densité de l'agenda et une meilleure organisation dans le choix des papiers ont été remontés.

> ÉVÉNEMENTS WFO 2025 ET 2026

- **Technical forum 2025** à Atlanta durant la Cast Expo 2025. WFO profitera de cet événement pour organiser la réunion des exécutifs sur place probablement le

12 avril. Quatre sessions par jour seront organisées sur des thématiques tel que l'aluminium, la fonte, l'économie circulaire... Présentation le dimanche 13 matin sur la stratégie du WFO ainsi que la remise du prix Josef Suchy

- **World Foundry Summit 2025** en France 02 & 03 octobre à Chantilly. Déplacement le 1^{er} des membres WFO. Prévision de 2 à 3 présentations + réunion exécutif WFO Andrew Turner prévoit environ 40 « speakers » pour ce Summit de Chantilly.
- **World Foundry Congress 2026**, Turquie Décision prise en décembre 2024 de l'organiser au centre des congrès d'Istanbul dû à l'intérêt des participants (proximité du centre-ville côté Europe).

> CONFÉRENCE DES JEUNES CHERCHEURS

"Call for paper" prochainement pour l'année 2026. Optimisation de l'événement par consultation des anciens organisateurs

> PROBLÉMATIQUE DES ASSOCIATIONS

- Association **suédoise** : problème de trésorerie, ne règle pas son adhésion et souhaite quand même participer aux groupes de travail WFO
- Association **roumaine** : risque de disparition ou fusion avec une autre entité
- Association **italienne** : changer d'association (AMAFON ou autre) en l'absence d'informations en provenance de l'Italie retarde la rédaction du global foundry report

> GROUPES DE TRAVAIL : CHANGEMENT DE PROCÉDURES

- Le WFO remarque des réceptions tardives de documents et une réduction des groupes
- Deadline : remise des documents à fin janvier passe au mois de décembre de l'année en cours
- Demande du rapport groupe de travail fait pour que l'ATF puisse étudier la possibilité d'aider le WFO (**voir nota en fin de cet article)

> SPONSORS

- Envoi des factures et appels de cotisation d'ici fin janvier
- Recherche de sponsors en Chine

> GLOBAL FOUNDRY REPORT (GFR)

Le WFO se plaint de ne pas recevoir les infor-

mations en temps et en heure des associations membres et travaille en ce moment à la réception des documents manquants. Les industries sont demandeuses de ce document que le WFO ne parvient à finaliser faute de réponses des associations. Réunion prévue en février 2025 pour le GFR, ressenti des associations, engagement et renfort du GFR en 2025. L'idée de préparer un canevas commun à toutes les associations a été également évoquée.

> ÉVÉNEMENTS NATIONAUX DES PAYS MEMBRES DU WFO

La liste des événement nationaux des pays membres sera éditée et prochainement envoyée.

> PRÉSENCE DU SECRÉTARIAT

Cette année le secrétariat se déplacera aux USA et en France dans le cadre des événements WFO ainsi qu'en Chine (recherche sponsors) et en Angleterre. Réunions WFO (jours définitifs et plannings à confirmer) :

Exécutifs : en distanciel : 22/01/2025 et 23/07/2025 et en présentiel : 11/04/2025 (Atlanta) et 2/10/2025 (Chantilly)

Groupes de stratégie, tous en distanciel : 6/03/2025 - 4/06/2025 - 16/12/2025

Réunion pour le GFR planifiée le 13/02/2025

> CONCLUSION ET NOTES DU COMITÉ DE LECTURE DE NOTRE MAGAZINE

Les activités du WFO ont fourni et fourniront des articles et des présentations techniques venant des différentes conférences organisées par le WFO. La participation de notre association aux activités du WFO est essentielle à notre propre activité. Cette organisation est ouverte bien entendu à tous nos adhérents.

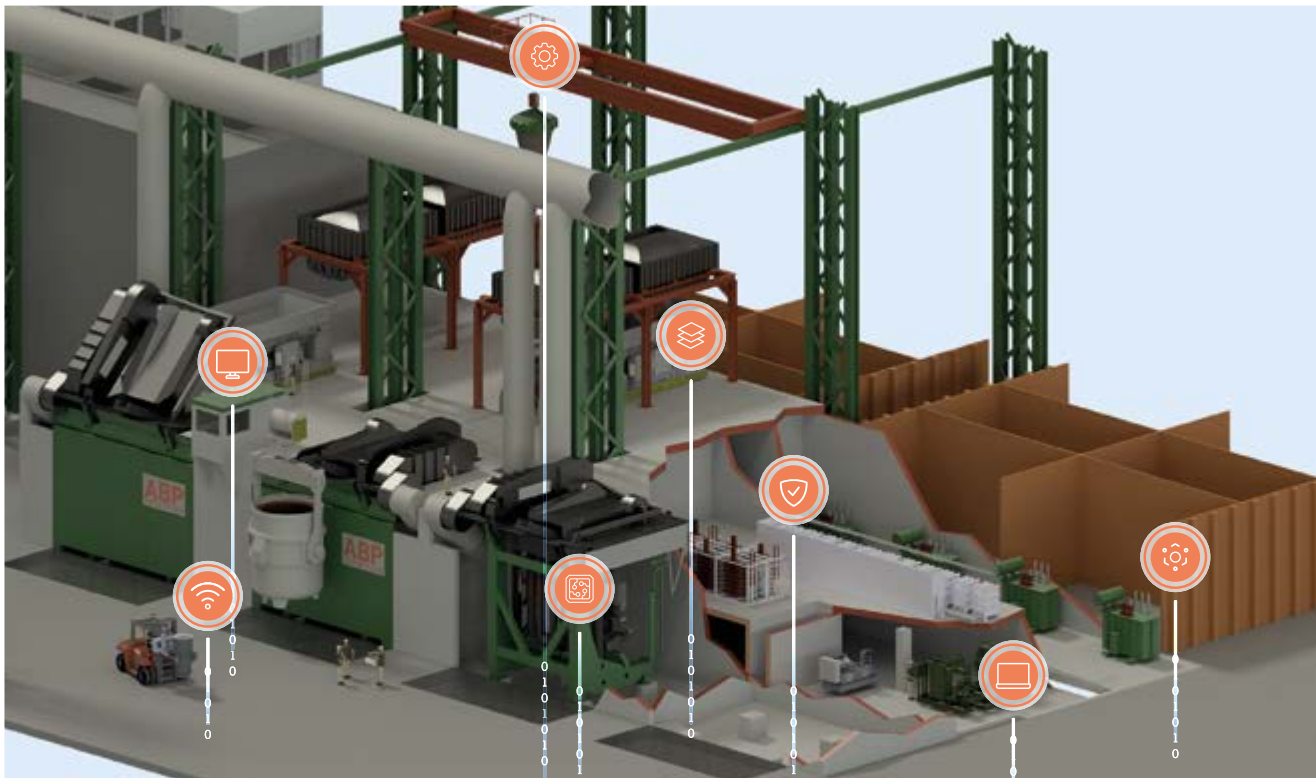
Information : Le WFO a dans ses activités "8 groupes de travaux" travaillant sur des thèmes techniques spécifiques dont la liste est disponible en ligne sur le site suivant : [Working Groups | World Foundry Organisation | WFO](#)

Ces groupes vous sont ouverts pour représenter notre pays, votre entreprise, votre organisme et ainsi l'ATF. Les réunions de ces groupes se font désormais en ligne, dématérialisées, ce qui permet une participation du plus grand nombre.

Pour ne citer que l'un de ces groupes de travail "Training and Professional Développement" vous pourrez, une fois de plus, constater que la formation et le développement des compétences professionnelles est un sujet universel qui fait partie des priorités fixées par le WFO, une activité qui pour ce qui concerne l'ATF est depuis son origine dans son ADN.

Les membres de notre bureau souhaitent communiquer régulièrement sur les activités du WFO, si vous aussi vous participez aux activités internationales de cette association, n'hésitez pas à contacter l'équipe de notre comité de lecture afin de rendre compte d'informations utiles au plus grand nombre.

Lionel ALVES - WFO ///////////////
Patrice MOREAU - ATF ///////////////



ABP
INDUCTION | **YOUR PARTNER ON THE WAY TO ZERO EMISSION**

All information about digitalization by ABP at:
www.abpinduction.com/digitalization



Nouveau SPECTROMAXx:

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

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

www.spectro.com/maxx



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

GTP ToolBox®

Pour une transparence maximale entre vous, en tant que client, et nous.



Tout en un coup d'œil et en un seul clic

Qu'il s'agisse de demandes d'échantillons, de rapports de visite, de notre gestion des réclamations ou de notre gamme de manchons : Avec notre GTP ToolBox®, vous avez un aperçu de tous les processus commerciaux entre vous et nous – et donc une transparence maximale.

Vous souhaitez en savoir plus sur les avantages que vous offre notre GTP ToolBox® ? Visitez notre site web:

www.gtp-schaefer.com/service-support/gtp-schaefer-toolbox

Votre contact :

Didier Legrand
+33 (0) 6 07 66 47 63
didier.legrand@gtp-schaefer.de
www.astea-consulting.fr



www.gtp-schaefer.com



SCHÄFER
THE RISER COMPANY

75^e conférence mondiale de la fonderie à Deyang (Chine)

ARTICLE 2/3

Téléchargez L'ARTICLE 1/3

Nous poursuivons le résumé des conférences tenues dans le cadre de la 75^e Conférence mondiale de la fonderie (WFC2024), sous l'égide de l'Organisation Mondiale de la Fonderie (WFO) à Deyang, dans le Sichuan. Sur les thèmes de l'innovation technologiques et de produits de l'industrie de la fonderie en 2024 et après avoir analysé les diverses études dans le domaine du « DIE CASTING TECHNOLOGY » dans notre numéro du TNF 51, nous proposons ici une revue des papiers sélectionnés parmi les présentations sur le « CAST IRON and STEEL ».

>>> CAST IRON AND CAST STEEL TECHNOLOGY

[Analysis of the Effect of Scrap on the Refractory Lining and the Application of New DVR Material](#)

The erosion mechanism of the most common scrap steel on the silica-based dry vibration refractory (DVR) of the induction furnace (IF) in the casting and melting process was analyzed by using FactSage phase diagram software.

The results show that the eutectic point of the binary compound formed by FeO from the corroded scrap steel and SiO₂ in the siliceous furnace lining is 1205 °C. The eutectic point of the binary compounds formed by MnO from manganese-containing scrap and SiO₂ is 1345 °C, and these two types of scrap are easy to react with the furnace lining to form low-melting point compounds, thereby reducing the refractory of the furnace lining. The eutectic point of the binary compound formed by ZnO from galvanized scrap and SiO₂ is 1510 °C, so it will prevent the sintering of the lining material. In addition, because the melting point of the binary compound formed by ZnO from galvanized scrap and SiO₂ is 1510 °C, so it will prevent the sintering of the lining material. In addition, because the melting point of zinc metal is about 420 °C and the vaporization temperature is about 906 °C, the addition of galvanized scrap may also penetrate the entire furnace lining in the form of zinc vapor at low temperatures, resulting in thermal erosion damage of the coil.

According to the analysis of the causes of damage to the DVR lining caused by different types of scrap steel, a new type of DVR suitable for high scrap steel melting conditions was developed, which can effectively extend the service life of the furnace lining and improve the safety of the melting equipment.

[Production of Steel Castings in Green Sand](#)



Traditionally, steel castings are produced in shell moulding and different no-bake processes. A limited amount of steel castings is produced in green sand today. However, the shell moulding and different no-bake processes are much less efficient than the green sand moulding process. That means there is considerable potential for cost savings if steel castings can be moved to the green sand process.

There are many different reasons why steel castings are being produced in shell and other no-bake processes, some of which are technically valid while others are more about simply

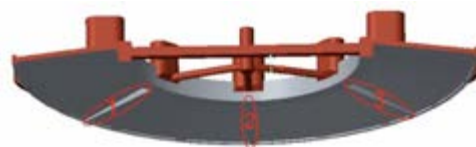
following tradition – “we've always done it this way”.

This paper will discuss the opportunities and challenges involved in producing steel castings in green sand. Opportunities include significant cost savings driven by productivity, flexibility, low manpower requirements and green sand's inherent recyclability; simply by adding a little fresh bentonite, sand and water, and mixing it again, green sand can be easily reused.

Some examples of steel castings being poured in green sand will also be given in the paper, such as container corners

[Casting Process and Pre-Deformation Prevention of Large Diameter Retaining Rings for Steam Turbines in Production Practice](#)

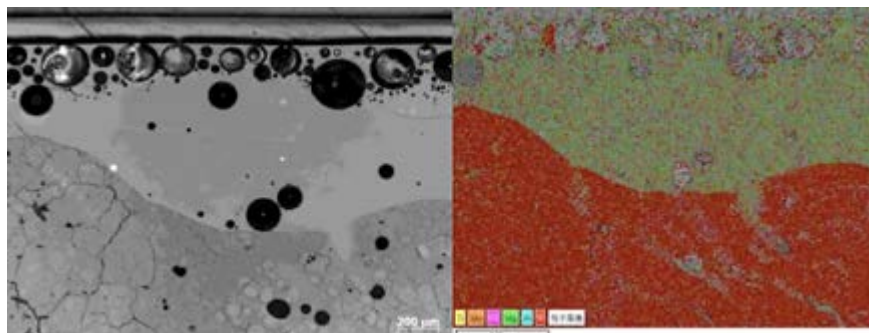
The retaining ring is one of the important components of the same flow section on the reaction turbine, and is the load-bearing body of the multi-stage stationary blades. The casting shape is simple, but the contour size is large, which is prone to deformation and the casting difficulty is high. By optimizing the casting process of the holding ring and setting process ribs at the corresponding positions of the inner runner, sand inclusion



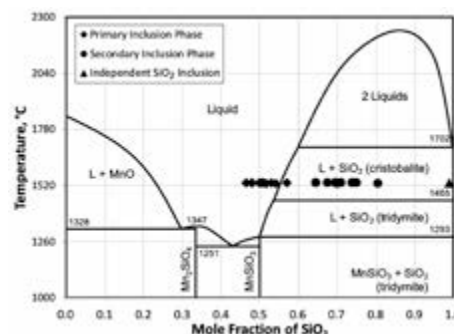
Improvement process for holding ring



Shape of Holding Ring Parts



SEM-EDS analysis of the hot face of new silica lining after used



SiO₂-MnO diagram

defects and deformation can be prevented during the casting process; Strengthen the quality inspection process control, use a laser line projector to level the ring before heat treatment, ensure that the deformation generated during the heat treatment process is within a controllable range, and ensure that the product quality meets the requirements.

In-situ Surface Modification of High Silicon Ductile Cast Iron Produced by Sand Mold Casting

Corrosion is a critical and common problem in cast iron castings used in industry. To improve the corrosion resistance different strategies could be used, however, most of these methods lead to expensive casting.

In this work, a surface modification layer was produced by in situ casting on high-silicon ductile cast iron using "Duplex powder". The microstructure of the generated surface layer was characterized by using optical microscopy (MO), scanning electron microscopy (FE- SEM), electron backscatter diffraction (EBSD) and the phases were identified by X-ray diffraction.

The corrosion behavior of the samples was analyzed by potentiodynamic polarization test in 3.5% NaCl solution. The Vickers hardness measurements were performed to determine the properties of the modified surface layer. The results showed that the layer formed consists of carbides, ferrite, and γ -Fe. The modified surface layer created has higher hardness and better corrosion resistance compared with the high-silicon ductile cast iron. EBSD characterization shows that the morphology of grains.

Evaluation of Optimum Niobium Addition in Heat Resistant Cast Steel (1.4837) and Development of a Low Nickel Grade with Optimized Niobium

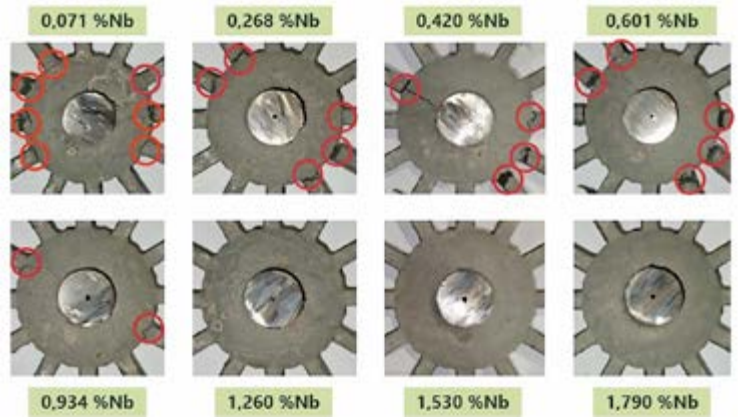
The present study analyses four different Niobium (Nb) additions in Heat Resistant Cast

Results with 0% Nb (left) to 1.80% Niobium (right)

Steel (Din 1.4837) for optimization purposes in this alloy grade. In addition to this evaluation, this study also suggests a new alloy design to reduce material costs, due to high pressure from the automotive industry claiming high nickel (Ni) price to produce turbine housings. Therefore, the baseline alloy (Din 1.4837) was thermomechanical evaluated with 0%Nb, 0.6%Nb, 1.2%Nb, and 1.8%Nb additions to define the optimum %Nb addition to promote the best performance considering a complete list material property.

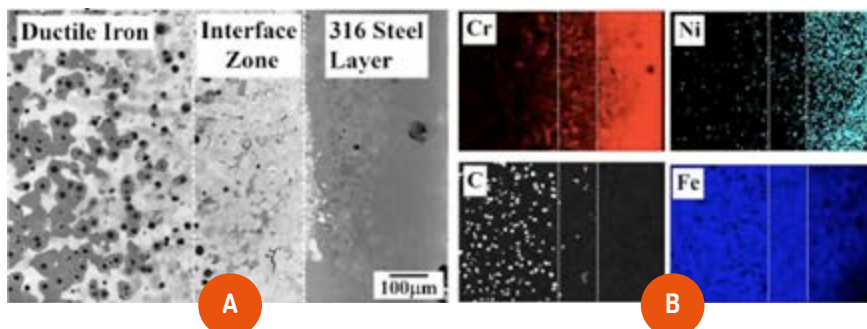
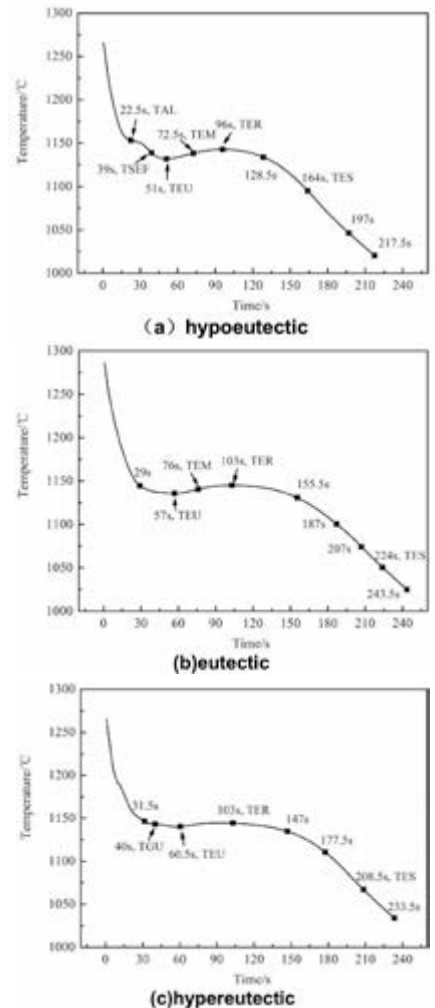
Graphite Growth and Shrinkage Formation During Solidification of CGI

The morphology and evolution of the graphite have an important impact on the mechanical properties and shrinkage tendency of the compacted graphite cast iron (CGI). Compared to gray cast iron and ductile iron, there is relatively little understanding of the graphite precipitation behavior during the solidification process of CGI. Therefore, the precipitation and evolution process of graphite during the solidification process of hypoeutectic, eutectic, and hypereutectic CGI was systematically investigated based on thermal analysis, liquid quenching experiments, and metallographic analysis. Results demonstrate that the thermal analysis curve characteristics of three types of CGI are significantly different from the ideal curves. The closer the composition of hypoeutectic CGI is to the eutectic point, the higher the vermicularity and the smaller the shrinkage tendency. The primary graphite precipitated during solidifica-

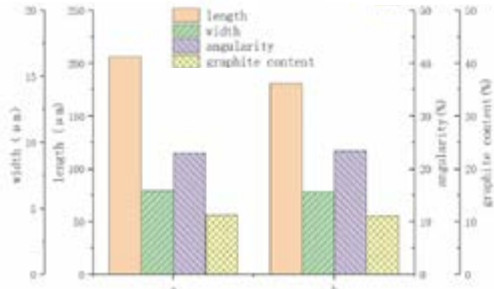


tion of hypereutectic CGI is spherical or exploded shaped, and the further away from the eutectic point, the larger the volume fraction of graphite balls, the lower the vermicularity, and there is the austenite dendrite precipitation before eutectic reaction, which increases the probability of shrinkage porosity in hypereutectic CGI. The solidification of eutectic CGI is prone to the formation of a large amount of vermicular graphite, with a higher vermicularity and the smallest shrinkage tendency. The tendency of eutectic CGI to produce leakage is relatively small.

Thermal analysis curves of CGI and quenching point



SEM microstructure (a) and EDS elemental mapping analysis (b)



Comparison of graphite characteristics before and after Mo content adjustment

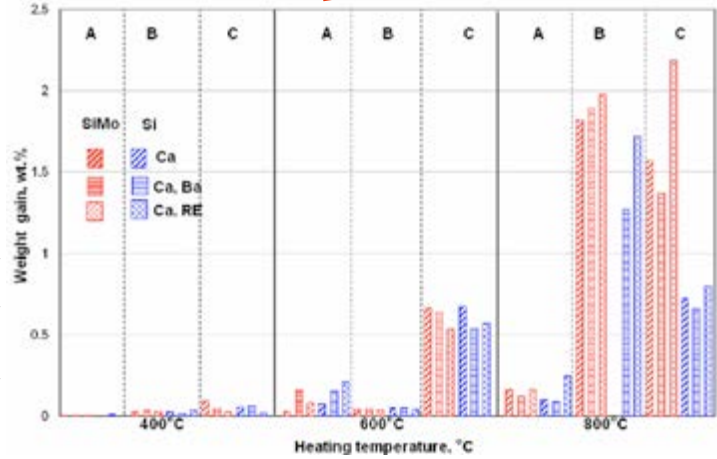
Regression Analysis of Graphite Characteristics and Properties of Gray Cast Iron

The microstructure and properties of gray cast iron are closely related. Properties of gray cast iron can be improved by changing the graphite characteristics when the pearlite content is constant. It is of great significance to analyze the relationship between graphite characteristics and properties of gray cast iron for the development of gray cast iron with high tensile strength and high thermal conductivity. Regression models of graphite characteristics and properties of gray cast iron was established, including tensile strength and thermal conductivity. By calculating the coefficients of the two models, the different effects of graphite characteristics on the properties of gray cast iron were obtained. The analysis results are applied to the actual production, and the performance of the castings is improved.

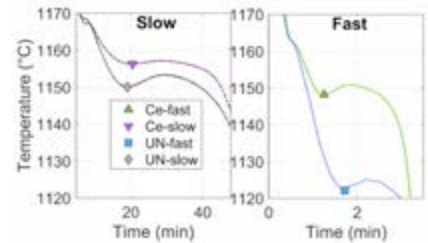
Improving the Anti-wear Properties of Cast Steel for Working Parts of Mining Industry Equipment

Tribology has become a crucial field in both science and industry in recent decades. Abrasive wear is also increasingly being considered in terms of the functionality of materials used in many industries. Tribological wear of machinery and equipment components for

Weight gain of the Si/SiMo inoculated (Ca/Ca,Ba/Ca,RE) DI, in dry air (A) and combustion atmospheres (B, C), at 400, 600 and 800°C.



Effect of Inoculation, Section Size and Cooling Rate on Microstructure and Inclusion Characteristics in Spheroidal Graphite Iron



Comparison of graphite characteristics before and after Mo content adjustment

mining depends on surface roughness and hardness. At low roughness, adhesion has the greatest influence on wear performance, and as the roughness of the metal component increases, the proportion of micro-cutting increases and abrasive wear dominates. To improve the service life of castings for high-wear operation, padded layers are applied using welding techniques. The selection of appropriate parameters for the process itself and the materials used is crucial. Padded layers are currently the subject of innovation, for example through modification processes or the creation of composite layers.

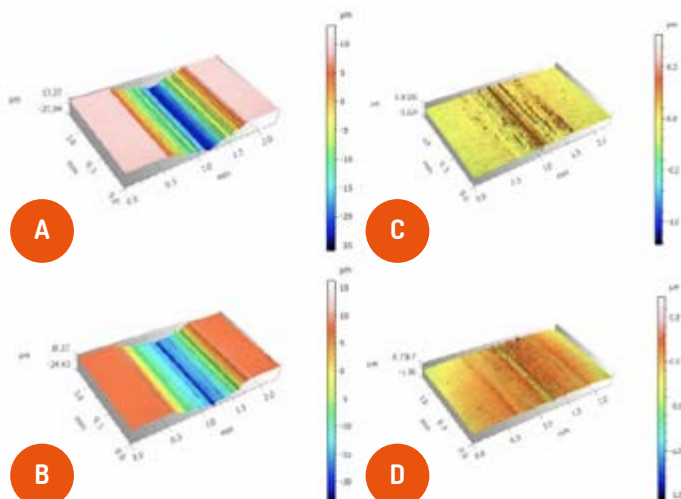
Oxidation Behaviour of Inoculated Si/SiMo Spheroidal Graphite (Ductile) Cast Iron

The present work aims to investigate the effect of heating temperature (400, 600 and 800°C, 8 h) and inoculating elements (Ca/Ca,Ba/Ca,RE) on 5.25%Si and 4.8%Si/2.3%Mo ductile irons' oxidation behaviour in dry air and combustion atmospheres containing water vapour. The oxidation is influenced by the considered influencing factors, with different contributions depending on the temperature (higher temperature, higher specific effects of these factors). Depending on its level, the water vapour in the combustion atmosphere is an important factor at 600 °C and especially at 800 °C.

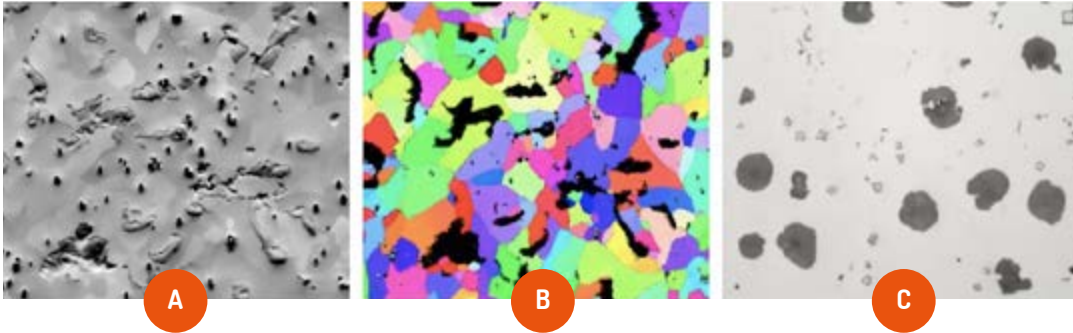
The cooling rate substantially affects the graphite nucleation in spheroidal graphite irons. Faster cooling, in general, requires more potent inoculants to prevent eutectic cementite. However, the effect of cooling rate on the population of micro-inclusions and graphite nucleation frequency is still not completely understood. In this context, two different casting sections with thicknesses of 75 mm (slow cooling) and 35 mm (fast cooling) were studied regarding final microstructure and micro inclusions populations with and without inoculation. Higher nodule and micro-inclusion density are seen with both inoculation and slower cooling. In contrast, the difference in type and size of micro-inclusions can be observed between inoculated and uninoculated conditions.

Insights into Carbides in Cast Iron

This work focuses on carbides in high-alloyed, gray, vermicular, and spheroidal cast iron. The presence of complex carbides containing elements such as V, Ti, Mo, and Cr is crucial for strengthening cast iron and improving specific functional properties, including wear resistance, hardness, and increased thermal stability. In addition to the classic method of introducing carbide-forming elements into



The figure shows isometric images of wear tracks on the cross-section a) L20HGSM, b) L120G13, c) sample 1, d) sample 2



Microstructure of CGI + TiC EBSD (a, b) and SGI + TiC in thin walled casting (3mm) (c)

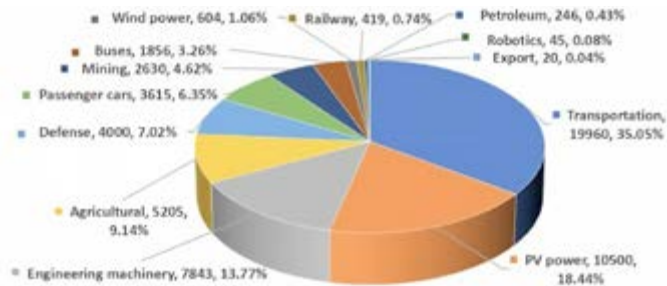
cast iron, the high-temperature synthesis reaction in a metal bath of the SHSB (Self-propagating High-temperature Synthesis in Bath) reaction was used to produce ceramic phases (carbide phases). The paper explores crystallization, structure formation, and the properties of cast iron with particular emphasis on the influence of carbides with different morphological characteristics and their distribution. The study also analyzes the impact of carbides on the formation of the primary structure, i.e., austenite dendrites, and their role in enhancing the thermal stability of cast iron. Metallographic examinations, including electron backscattering diffraction (EBSD), were conducted to reveal macro- and micro-structural features during the primary and eutectic solidification of cast iron. Furthermore, this work demonstrates that melt quality is closely linked to the resultant morphology and number of carbides, graphite, and matrix structure.

Optimizing the Impact Performance of High Manganese Steel Casting by Controlling the Pouring Temperature and Soaking Time

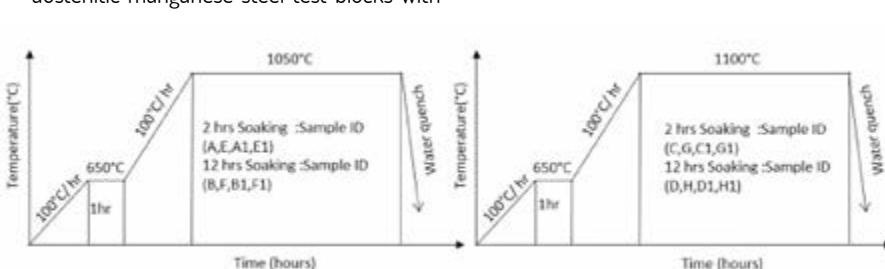
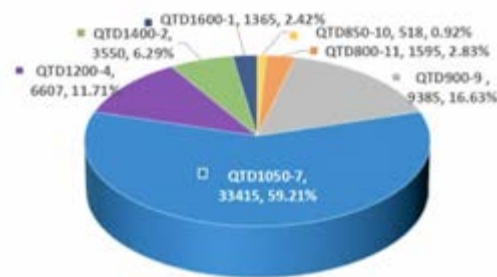
The wear resistance of high manganese steel is significantly affected by its ability to undergo work hardening under impact loads. This property is influenced by factors such as composition, pouring temperature, and heat treatment. Achieving optimal ductility and tensile properties requires a fine grain size. As carbon content increases from 0.7% to 1.3%, higher soaking and quenching temperatures are necessary. However, excessively high soaking temperatures can lead to decarburization and grain growth. In this study, 16 austenitic manganese steel test blocks with

a Mn:C ratio greater than 10.5 were produced using sand molds. Two pouring temperatures (1425 °C and 1520 °C) and two heat treatment temperatures (1050 °C and 1100 °C) were investigated, with soaking durations of 2 and 12 hours. The castings were evaluated for microstructure, hardness, and impact resistance. The most significant increase in impact energy was observed at 1100 °C with a 12-hour soak, highlighting the critical relationship between heat treatment parameters and the mechanical properties of the castings.

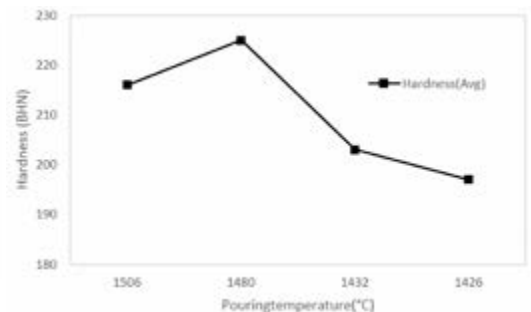
The application of structural ADI castings and distribution in China in 2023 (tons, %)



The grade distribution of ADI produced in China in 2023 (tons, %)



Heat treatment cycle & hardness variation with pouring temperature in as cast Austenitic steel



Melt	C	Si	CE	Mn	S	Cu	Sn	Ti	Type Gr.	FRF (Hz)
1	3.62	2.14	4.33	0.67	0.127	0.29	0.093	0.01	A	987
2	3.73	2.21	4.47	0.68	0.125	0.32	0.112	0.01	A+C	932
3	3.60	2.14	4.31	0.67	0.133	0.17	0.049	0.01	A	987
4	3.60	2.09	4.30	0.56	0.081	0.27	0.100	0.02	A	975
5	3.72	2.18	4.45	0.68	0.082	0.29	0.103	0.02	A+C	927
6	3.73	2.16	4.45	0.68	0.116	0.25	0.062	0.02	A+C	914

FRF, type of graphite and chemical composition (%mass) of experimental cast irons

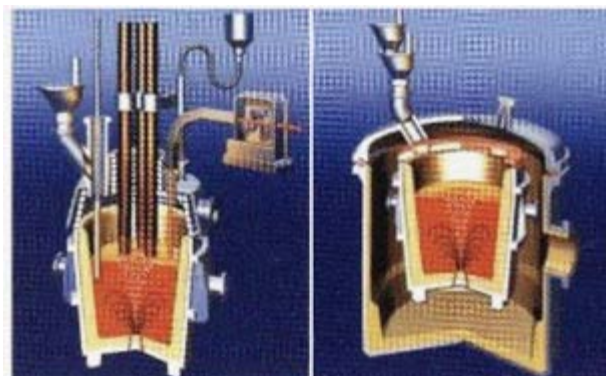
Influence of Graphite Morphology on the Frequency Response Function of Brake Discs

The automotive industry has evolved hugely in recent years. Components such as brake discs not only ensure the customer safety, but also provide comfort and a sense of well-being. This new concept of quality is defined by an absence of noise which is related to the natural frequencies of the brake discs. This issue is of significant concern in future years. As for the mechanical properties, these natural frequencies are directly influenced by the amount, shape and type of the graphite. To further understand the influence of graphite morphology on the frequency response function (FRF) of brake discs, six gray cast irons with carbon equivalents (CE) between 4.30 and 4.47 were produced. A total of 25 brake discs were cast from each melt. An inoculant rich in Ba was also used. The FRF was measured by an impact test. Graphite flake shape parameters were determined by a commercial image analysis software. Hardness (HB) and tensile strength were also evaluated.

As expected, the type of lamellar graphite changes from A to C when CE increases, decreasing significantly the FRF. This type C is characterized by a lamellae thickening, but also by the precipitation of graphite with starfish shape (kish graphite) and by the formation of big clusters of graphite. A clear inverse relation between the number of primary kish graphite particles and natural frequencies was found. The drop in FRF is also related to a loss of mechanical properties.

Low-Alloy Steel Refining Process

The machinery industry requires high-quality, low-alloy steels to enhance the performance and durability of mechanical components. However, conventional steelmaking methods often lead to impurities and inclusions that can compromise the integrity and functionality of these steels. The AOD (Argon Oxygen Decarburization) refining process has emerged as a promising solution to this pro-



LF (Ladle furnace - left) and VD (Argon Oxygen Decarburization - right)

blem, offering a more efficient and effective way to produce low-alloy steels with superior properties. This paper introduces the comparison of LF, LF + VD and AOD of low alloy steel refining, and the advantage of AOD during low alloy steel refining process.

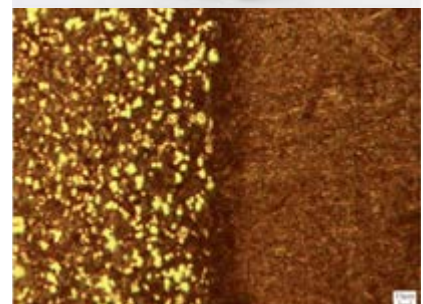
Precision Spray Forming (PSF) of High-Performance Alloys

Features of Precision Spray Forming (PSF) in production of high-performance alloys are described with example of industrial applications. Its super rapid solidification and simple process makes uniform and fine structure in the metals, results in better mechanical properties and cost performance.

The contents cover ferrous as well as nonferrous metals. Industrial application results reveal that PSF makes good techno-economic benefits.

Influence of Intercritical Quenching Treatment on Microstructure And Mechanical Properties in a High-Strength Low-Alloy Steel

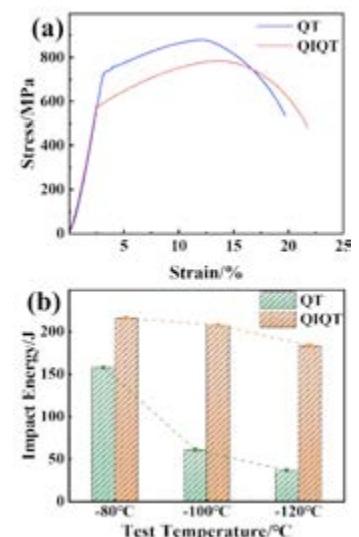
The present work aims to investigate the effect of intercritical quenching treatment between traditional quenching and tempering on microstructure and mechanical properties in a high-strength low-alloy (HSLA) steel. The microstructure of investigated steel subjected to quenching and tempering (QT) treatment was composed of tempered bainite, while the investigated steel subjected to quenching, intercritical quenching, and



Microstructure of the bimetallic boundary, 500x (R), PSF- Ti5M on the left PSF-H13 on the right; and the gear hob (L). (PSF - Precision Spray Forming)

tempering (QIQT) treatment consisted of intercritical ferrite and tempered bainite. Results indicated that QIQT treatment not only led to significant grain-size refinement, but also resulted in a lower yield ratio (YR) and higher impact toughness.

Mechanical properties of QT sample and QIQT sample: (a) engineering stress-strain curves; (b) impact energy at -80 °C, -100 °C and -120 °C.



L'AGENDA 2025 DES FORMATIONS

Cyclatef[®]

FORMATION FONDERIE

**INSCRIVEZ-VOUS
DIRECTEMENT À
UNE FORMATION**

Sables à prise chimique

du 13 au 15 mai (Châteaubriant)

Usage des réfractaires en fonderie

du 21 au 23 mai (Toulouse)

Défauts et imperfections en fonderie de fonte

du 3 au 5 juin (Saverne)

**Élaboration métallurgique et traitements
thermiques des alliages d'aluminium moulés**

du 17 au 19 juin (Châteauroux)

Réaliser un audit en fonderie

du 24 au 26 juin (Sablé-sur-Sarthe)

Défectologie et imperfections en fonderie d'aciers

du 9 au 11 septembre (Montbéliard)

Sables à vert

du 16 au 19 septembre (Vénissieux)

Fontes à graphite sphéroïdal

du 7 au 9 octobre (Saint-Quentin)

**Outillages métalliques gravité, basse pression,
contre pression pour alliages d'aluminium : conception,
remplissage, alimentation, thermique, poteyages**

du 14 au 16 octobre (Cluny)

**Métallurgie et métallographie des alliages
d'aluminium moulés**

du 4 au 6 novembre (Vendôme)

Fonderie sous pression

du 18 au 20 novembre (Molsheim)

Moulage de précision à la cire perdue

du 25 au 27 novembre (Rennes)

Management des ateliers

du 2 au 4 décembre (Saint-Dizier)

Fonderie d'art et d'ornement

du 9 au 11 décembre (Bordeaux)

**Défauts en fonderie d'alliages d'aluminium coulés par
gravité (sable et coquille) : diagnostics et solutions
basse pression et contre pression**

du 16 au 18 décembre (Brive-la-Gaillarde)

REFERENCE

Cyclatef® : Sables à prise chimique : moulage et noyautage de pièces unitaires et de séries

Public concerné & prérequis

Prérequis : Niveau Bac ou équivalent et des notions de base en pièces de fonderie.
Public concerné : Opérateurs, techniciens méthode, qualité ou de laboratoire et ingénieurs.

Objectifs

- La formation a pour but de faire un « screening » de toutes les technologies disponibles et les orientations futures (productions séries ou de grandes dimensions).
- Une introduction à la chimie du fondeur sera faite pour une meilleure compréhension des interactions d'un liant sur la productivité, la qualité pièce.
- Préconiser les moyens de production, contrôle et les actions correctives dans une sablerie récupérant son sable mécaniquement et (ou) thermiquement.

Méthodes & moyens pédagogiques

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

Synthèse du programme

- Les moyens de production et de contrôle.
- Les sables disponibles et caractérisation.

- Les procédés de moulage et de noyautage et la chimie du fondeur.
- Avantages et inconvénients des procédés.
- Influence de la chimie des procédés sur les allages.
- La récupération des sables.
- Les points de contrôle d'une sablerie et actions correctives.
- Etude de cas des stagiaires.
- Les nouvelles technologies.

Suivi des formations & appréciations des résultats

Moyens de suivi : Feuille d'émargement signée par demi-journée et attestation de fin de formation plus certificat de réalisation.
Moyens d'évaluation mis en œuvre : la validation des acquis peut se faire via des études de cas, des quiz, tout au long de la formation et à la fin.

DURÉE : 3 jours

LIEU : Nous consulter

PRIX HT (TVA 20%) : 1500 €

ANIMATEURS : P. SADON, B. TARANTOLA

TÉLÉCHARGEZ
LE CATALOGUE DES
FORMATIONS 2025

Cliquer sur les fiches pour les afficher.

Les dates peuvent évoluer, merci de nous consulter. Les formations sont assurées tant en présentiel qu'à distance, en inter comme en intra entreprise.

REFERENCE

Cyclatef® : Usage des réfractaires en fonderie

Public concerné & prérequis

Prérequis : Niveau Bac ou équivalent. Les bases de chimie et de métallurgie appliquées à la fonderie seront délivrées pendant le cours. Le programme et les explications viennent compléter les informations qui sont délivrées par les fournisseurs habituels de la fonderie.
Public concerné : Techniciens, agents de maîtrise et ingénieurs participant à la mise en œuvre des solutions réfractaires ou à la maîtrise des procédés liés à la qualité métal dans la fonderie.

Objectifs

- Découvrir les solutions réfractaires mises en œuvre dans la fonderie (fours de fusion, poches de transfert, physique de la coulée et de la solidification du métal).
- Comprendre et guider le choix des réfractaires dans l'environnement de la fonderie.
- Développer une approche spécifique du moule de coulée (sables et liaisons chimiques, contrôle de la pureté métal, contrôle du flux métal filtration, isolation et systèmes exothermiques).
- Reconnaître les besoins spécifiques de chaque application (corrosion, isolation, mise en œuvre, environnement, recyclage).

Méthodes & moyens pédagogiques

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

Synthèse du programme

- Connaissance des réfractaires et céramiques industrielles, leurs propriétés et applications (briques, pisés, monolithiques, fibreux, carbonés, liants chimiques, additifs minéraux).
- La résistance au métal en fusion, la corrosion (fontes, aciers, non ferreux).
- Les fours de fusion et de maintien, les poches de transfert.
- Le moule et son environnement (noyautage, prise chimique, filtration, manchons).

Suivi des formations & appréciations des résultats

Moyens de suivi : Feuille d'émargement signée par demi-journée et attestation de fin de formation plus certificat de réalisation.
Moyens d'évaluation mis en œuvre : la validation des acquis peut se faire via des études de cas, des quiz, tout au long de la formation et à la fin.

DURÉE : 3 jours

LIEU : Nous consulter

PRIX HT (TVA 20%) : 1500 €

ANIMATEURS : G. RANCOULE, C. LEFEBVRE, E. SIEGEL

REFERENCE

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

Public concerné & prérequis

Prérequis : Niveau Bac ou équivalent et des notions de base en pièces de fonderie.
Public concerné : Techniciens et ingénieurs fonderie et clients de la fonderie, de bureaux d'études, des services méthodes, qualité, production et laboratoire.

Objectifs

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

Méthodes & moyens pédagogiques

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

Synthèse du programme

- Introduction aux défauts de fonderie.
- Définition, criticité et exemples types.

- Défauts de type métallurgique : Défauts de graphite et de structure.
- Défauts liés au processus de coulée : Inclusions et crasses, retassures, etc.
- Défauts liés aux dégagements gazeux : Piqûres et soufflures.
- Méthodologie d'analyse des rebuts.
- Etudes de cas concrets (Apportées par les stagiaires).
- Illustrations concrètes et pratiques, au cours de la visite en entreprise.

Suivi des formations & appréciations des résultats

Moyens de suivi : Feuille d'émargement signée par demi-journée et attestation de fin de formation plus certificat de réalisation.
Moyens d'évaluation mis en œuvre : la validation des acquis peut se faire via des études de cas, des quiz, tout au long de la formation et à la fin.

DURÉE : 3 jours

LIEU : Nous consulter

PRIX HT (TVA 20%) : 1500 €

ANIMATEURS : D. ROUSIERE, C. GAILLARD



REPUBLIQUE FRANÇAISE

La certification qualité a été délivrée au titre de la catégorie d'action suivante : **ACTIONS DE FORMATION**



OPTIMISEZ VOTRE PROCESSUS DE COULÉE AVEC LES SOLUTIONS DE GRENAILLAGE DE WINOA

Faites comme Volvo - visitez notre centre technique pour améliorer nettoyage et préparation de surface.

De la grenaille fine d'acier au fil de zinc coupé, en passant par des abrasifs en acier inoxydable, Winoa propose une gamme complète de solutions de sablage.

Découvrez vous-même notre savoir-faire et notre expertise technique.

winoa
preparing tomorrow's surfaces



FIL COUPÉ



UFS



Planifiez votre essai
aujourd'hui !

Visitez nos centres
techniques pour essayer
votre prochain abrasif



Maîtrisez la production de votre sable de moulage

avec nos malaxeurs à vitesse variable

ROTOMAX Compact 7 à 20 t/h

ROTOMAX 20 à 170 t/h

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



33 (0)2 38 22 08 12 • www.scoval.fr

Représentant
officiel :



SCOVAl
for Darc



Vous y étiez
Cyclatef[®]
 FORMATION FONDERIE

Initiation aux bases de la fonderie à Nogent-sur-Oise du 11 au 14 mars 2025

AU LYCÉE MARIE CURIE

Durant ces quatre journées, les stagiaires ont pu découvrir les fondamentaux relatifs à l'obtention d'une pièce par procédé de fonderie, le programme alternant entre **apports théoriques et mises en pratique**. Tout ce qui préoccupe le fondeur a été abordé : les procédés de moulage et de noyautage, leurs domaines d'utilisation, les sables et leurs propriétés, la coulée en coquille gravité et sous pression, les différents alliages mis en œuvre en fonderie et leurs domaines d'application, le masselottage, le remplissage, la notion de tracé de pièce, l'étude de moulage, les défauts, les contrôles non destructifs... bref, le programme a été très dense et propice à de très nombreux

échanges dans une ambiance très conviviale. Ces temps d'échange ont permis aux participants de confronter leurs expériences professionnelles aux notions abordées. Les séances en salle ont été complétées par des démonstrations concrètes au sein de l'atelier de fonderie du lycée, encadrées par Monsieur Vincent LACROIX et Yannick TREMENEK, professeurs de fonderie. **Chaque stagiaire a réalisé son moule et ses noyaux et a coulé sa pièce en fonte grise lamellaire à 1400°C. Un moment très fort pour chacun d'entre eux, qu'ils n'oublieront pas.** Des démonstrations de coulée en coquille gravité d'alliage d'aluminium ont aussi été réalisées.

Nous remercions chaleureusement l'ensemble des personnels de l'établissement pour leur accueil, ainsi que les professeurs pour leur implication et la qualité des travaux et des démonstrations proposés.

Un remerciement tout particulier à Monsieur Nelson ALVES DOS SANTOS, Directeur des activités industrielles du lycée pour la qualité de son accueil, l'organisation impeccable qu'il a mise en place, son implication dans cette formation et son souci de faire en sorte que tout se passe pour le mieux pour les stagiaires durant ces quatre jours. Il a « l'industrie » chevillée au corps et ses discours enthousiastes sur le sujet et le rôle indispensable de la formation technique font du bien.

Enfin, un grand merci aux stagiaires pour leur engagement, leur curiosité et la richesse des échanges, qui ont largement contribué à la réussite de cette session.

Jean-Charles TISSIER - ATF //////////////



Opérateur, technicien, ingénieur, dirigeant, chercheur, etc...
L'adhésion personne physique est ouverte à tous les actifs.

Membre actif

85 €

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

Entreprise

610 €

Montrez votre attachement à la plus ancienne des organisations de la fonderie.

Membre bienfaiteur

711 €

Restez actif ! L'ATF et nos jeunes ont besoins de vous.

Retraité membre actif

75 €

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

Lycée université

200 €

L'avenir de la fonderie, ce sont nos jeunes qui se forment à nos métiers, nous croyons en eux. L'adhésion pour tous les étudiants est gratuite.

Étudiant

0 €



Adhérer en 2025 c'est bénéficier d'un réseau pour renforcer vos compétences et celles de votre entreprise

DES OUTILS ET DES ACTIONS EN 2025 :

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

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

L'ATF étant un organisme d'utilité publique : vous pouvez déduire jusqu'à 66% de votre adhésion annuelle (dans une limite de 20% du revenu net imposable).

Exemple :

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

ADHÉSION INDIVIDUELLE

TARIF DES COTISATIONS 2025
PERSONNE PHYSIQUE



ADHÉSION ENTREPRISE

TARIF DES COTISATIONS 2025
PERSONNE MORALE



L'aluminium

(Troisième partie)

TÉLÉCHARGER LA 1^{re} PARTIE

TÉLÉCHARGER LA 2^e PARTIE

**Paul-Louis Toussaint
HÉROULT
(1863-1914)**

**Découvreur du
procédé industriel
de production
de l'aluminium**



1872 - Paul HÉROULT
et sa mère Elise
LEPETIT



Cadastre napoléonien Gentilly Canton de Villejuif en 1811
Archives départementales du Val-de-Marne - Gentilly 1811
- Cote 3P1039

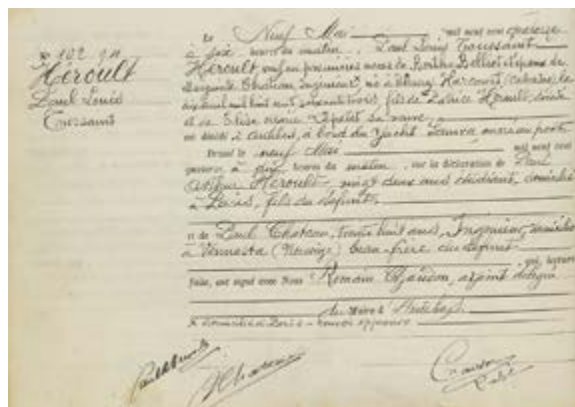
>>> Son enfance, ses études <<<

Dans le quartier Saint-Bénil, situé à 1,5 km de Thury-Harcourt (Calvados), petite ville de Normandie à 26 km au Sud de Caen, la famille HÉROULT y exploite une tannerie. C'est dans la maison familiale annexée à cette tannerie que né le **10 avril 1863, Paul Louis Toussaint HÉROULT** (1863-1914).

Son père, Patrice HÉROULT (1834-1885) et son grand-père, Pierre Toussaint HÉROULT (1810-) étaient tanneurs. Sa mère, Elise LEPETIT (1841-1918) était la fille de François Aimé LEPETIT (1814-1887) qui tenait le relais de

poste d'Harcourt et de Glostaire Stéphanie GODILLON (1820-1878) aubergiste.

Sept ans plus tard, lorsque survint la guerre de 1870, il se rend avec sa mère à Londres, où son grand-père maternel y réside. Il y restera trois années, pendant lesquelles il put apprendre et pratiquer la langue anglaise, la maîtrisant aussi bien que sa langue maternelle.



1875 - Paul HÉROULT,
pensionnaire au
Collège Sainte-Barbe
à 12 ans

**VOIR
L'ARBRE GÉNÉALOGIQUE**

(G) Acte de naissance de Paul HÉROULT
- Source : Archives départementales du
Calvados - Cote 2M1 EC

(D) Acte de décès - Source : Archives muni-
cipales d'Antibes Juan-les-Pins - Cote 4E16

En 1878, Paul HÉROULT, alors âgé de quinze ans, se rend à Thury-Harcourt chez Maître Anne Julien BELLIOU (1830-1892), Notaire et ami de sa famille, père de Berthe JULIENNE (1864-1894) sa future épouse. Il découvre dans la bibliothèque personnelle de Maître BELLIOU l'ouvrage de 1859 de Henri Sainte-Claire DEVILLE « *DE L'ALUMINIUM, ses propriétés, sa fabrication et ses applications* » où sont développés l'ensemble de ses travaux sur ce nouveau métal et mentionnés, la possibilité de le produire en faisant intervenir l'électricité. DEVILLE en son temps, n'avait pu dépasser le stade de l'expérience, ne disposant comme source d'énergie que de la pile. La source importante d'énergie électrique qui avait manqué à DEVILLE est obtenue par le belge Zénobe GRAMME qui brevète en 1869 et construit en 1872 la première dynamo.

TÉLÉCHARGEZ
L'OUVRAGE DE SAINTE CLAIRE DEVILLE

Source :
Bnf-Gallica - ark:/12148/bpt6k8589139.

HÉROULT qui montre déjà un goût prononcé pour les sciences naturelles, la physique et la chimie, ainsi que pour la mécanique, va se passionner pour l'ouvrage de Sainte-Claire DEVILLE, faisant probablement naître en lui une vocation et de chercher un moyen de perfectionner la fabrication de l'aluminium en utilisant la dynamo.

Après avoir été reçu au baccalauréat ès sciences en 1880, il est envoyé par son père en Angleterre pour effectuer pendant une année un stage dans une entreprise de construction mécanique.

Le 1er juillet 1881, Etienne Henri Sainte-Claire DEVILLE décède en son domicile au n°4 rue Denfert Rochereau (Boulogne-Billancourt) à l'âge de 63 ans. Il sera inhumé au cimetière du Père-Lachaise. Paul HÉROULT a 18 ans.

Le 29 août 1881, Paul HÉROULT écrit à sa mère pour lui demander son appui dans une démarche cruciale : obtenir de son père l'autorisation d'utiliser la dynamo de sa tannerie de Gentilly pour ses essais d'électrolyse en vue de produire de l'aluminium.

De retour à la maison, il va devoir, selon la volonté paternelle, entrer à l'école Jean-Baptiste SAY en classe préparatoire à l'école des Mines de Paris, où, contre toute attente, « Je ne vais pas être reçu cette année. Je n'ai pas la tête à ce que je fais. J'en aurais pourtant bien besoin », il sera reçu en octobre 1881.

En 1882, il suit le cours préparatoire où il a comme professeur M. Henry LE CHATELIER (1850-1936) [3]. Sur les bancs, il y rencontre Jules FAUCHER, Lucien JAN dit Kerguistel et surtout Louis MERLE le fils du fondateur de Salindres, avec lesquels il noue une solide amitié.

Paris le 29 Avril 1881

Ma chère mère

Me voilà désolé de la peine que j'ai pu te faire hier mais c'est un accident et cela ne se reproduira pas.

Parlons de choses sérieuses. Je suis tourmenté de mon idée d'hier midi et je voudrais faire les essais en grand. Je ne vais pas être reçu cette année. Je n'ai pas la tête à ce que je fais. J'en aurais pourtant bien besoin.

La théorie me promet la réussite, mes essais de Gentilly aussi mais pourtant ce n'est pas suffisant. D'un autre côté cela peut être trouvé d'un jour à l'autre par un autre et par conséquent perdu pour moi. Toujours je veux en parler sérieusement à papa et toujours je suis arrêté par la peur de me faire moquer de moi.

J'ai vu à l'exposition des procédés et des machines employées pour des choses analogues cela a fortifié ma conviction et augmenté mes craintes vu qu'il n'y a qu'un pas à faire pour passer de là à mon idée.

Papa m'a dit qu'il faudrait attendre ma sortie de Centrale. C'est possible mais j'ai trop à mener et il faut aller vite.

C'est une affaire à gagner beaucoup. Je n'ai pas assez d'expérience pour savoir au juste mais je pense te donner une idée en te disant.

Cela revient au fabriquant à 60 fr le kg. et moi je pourrais le vendre à 8 fr le kg amortissement du matériel compris la paye des ouvriers les matières premières et le charbon.

Par la force hydraulique ça reviendrait à 4 fr.

Tu vois d'ici l'importance d'une affaire de cette nature.

Réponds-moi S.t.P.

Ton fils

Je pourrais le vendre à 8 fr le kg. amortissement des machines et des matières premières et le charbon.

Par la force hydraulique ça reviendrait à 4 fr.

Je suis sûr d'être l'auteur d'une affaire de cette nature.

Réponds-moi S.t.P.

Ton fils

Officiellement

Paris le 29 avril 1881

Ma chère mère

Me voilà désolé de la peine que j'ai pu te faire hier mais c'est un accident et cela ne se reproduira pas.

Parlons de choses sérieuses. Je suis tourmenté de mon idée d'hier midi et je voudrais faire les essais en grand. Je ne vais pas être reçu cette année. Je n'ai pas la tête à ce que je fais. J'en aurais pourtant bien besoin.

La théorie me promet la réussite, mes essais de Gentilly aussi mais pourtant ce n'est pas suffisant. D'un autre côté cela peut être trouvé d'un jour à l'autre par un autre et par conséquent perdu pour moi. Toujours je veux en parler sérieusement à papa et toujours je suis arrêté par la peur de me faire moquer de moi.

J'ai vu à l'exposition des procédés et des machines employées pour des choses analogues cela a fortifié ma conviction et augmenté mes craintes vu qu'il n'y a qu'un pas à faire pour passer de là à mon idée.

Papa m'a dit qu'il faudrait attendre ma sortie de Centrale. C'est possible mais j'ai trop à mener et il faut aller vite.

C'est une affaire à gagner beaucoup. Je n'ai pas assez d'expérience pour savoir au juste mais je pense te donner une idée en te disant.

Cela revient au fabriquant à 60 fr le kg. et moi je pourrais le vendre à 8 fr le kg amortissement du matériel compris la paye des ouvriers les matières premières et le charbon.

Par la force hydraulique ça reviendrait à 4 fr.

Tu vois d'ici l'importance d'une affaire de cette nature.

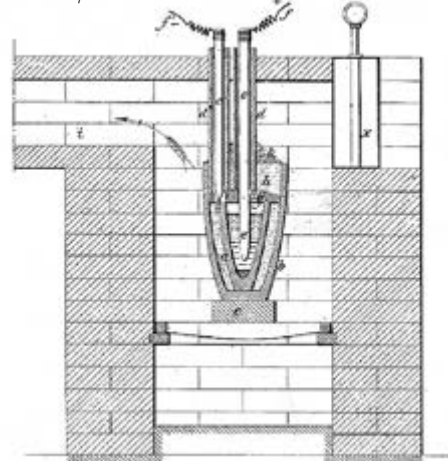
Réponds-moi S.t.P.

Ton fils



Toujours en prise avec son idée première d'invention, on retrouve sur un cahier de cours la reproduction d'un croquis fait par lui, qui présente une ressemblance frappante avec le dessin accompagnant le dépôt du premier brevet pris par l'inventeur, en 1886, à l'âge de 23 ans.

(G) - Croquis de Paul Héroult tracé sur un de ses cahiers de cours, à l'école préparatoire à l'école des mines (ci-dessous) - Schéma de principe du procédé dans le brevet déposé en 1886



>>> L'invention de l'électrolyse de l'aluminium <<<

En 1884, son père décède à l'âge de 50 ans. Rentré à Gentilly, Paul qui a 21 ans doit choisir entre la reprise de l'entreprise familiale de tannerie et ses travaux sur l'aluminium. Il priorise ses recherches pour la production de l'aluminium, suspendant l'exploitation de la tannerie.

En 1885, Il utilise les locaux de la Tannerie et la petite dynamo Gramme actionnée par la machine à vapeur de faible puissance pour entreprendre ses expériences. Aidé par ses amis du cours préparatoire des Mines, HÉROULT, MERLE et KERGUISTEL passent dès lors la plus grande partie de leur temps à la tannerie de Gentilly.

Propos rapporté par **M. Louis MERLE (1862-1936)** [6], ami de Paul HÉROULT, sur cette période :

« Ce fut en 1885 qu'il entreprit des expériences à la vieille tannerie de Gentilly, dont le moteur à vapeur était encore en bon état. Il n'avait qu'une petite dynamo Gramme du plus petit modèle et se trouvait, de ce fait, très limité dans ses premiers essais d'électrolyse de l'alumine, pour laquelle il expérimenta des divers fondants, en se décidant finalement pour la cryolithe.

Sa première idée, qui fut reconnue par lui-même inexacte dans la suite, était qu'une haute température était indispensable. Il avait construit un four en briques au pied de la cheminée même de l'usine pour avoir tout le tirage et brûlait du charbon de cornue d'usine à gaz. Il employait le creuset en plombagine avec électrode centrale en charbon tel qu'il est spécifié dans son premier brevet.

C'est au commencement de 1886 que je vins m'installer à Gentilly pour l'aider. Nous formions avec lui, Kerguistel et moi-même, un petit groupe de trois camarades, travaillant à deux pour entretenir la chaudière, pendant que le troisième se reposait. Alternant entre nous, toutes les trois heures, nous avons ainsi fait des chauffés de 48 à 56 heures consécutives, sans hélas! trouver de métal dans le creuset. L'aluminium, à cette haute température, se retransformait en alumine dès sa production. Un jour, Héroult eut l'idée de mettre un autre métal dans le fond du creuset et retira un alliage riche en aluminium : le premier procédé était trouvé. »

Sa mère lui remittra 50 000 francs pour ses expériences de Gentilly et il sera également aidé financièrement par ses camarades **Louis MERLE** [6] et **Lucien VAN KERGUISTEL**, per-

[6] **Louis MERLE (1862-1936)** : est né à Alès, le 9 décembre 1862. Son père, **Henry MERLE (1825-1877)** [4], ancien élève de l'Ecole Centrale des Arts et Manufactures, dirigeait l'usine de produits chimiques de Salindres, qu'il avait fondée avec l'aide de capitaux lyonnais. **Louis MERLE** est ancien élève de l'Ecole des mines de Paris (promotion 1883) : il entre aux cours préparatoires le 21/8/1882, classé 10 ; admis comme externe le 19/9/1883, classé 20, il démissionne en 1884. Il a suivi le cycle d'ingénieur civil des mines. Il est un des premiers, un des meilleurs et des plus fidèles amis d'HÉROULT,

auquel il apporta, dès les premiers essais de Gentilly, une aide financière et une collaboration technique et matérielle qui furent alors précieuses au jeune inventeur, **Louis MERLE** est mort, le 17 mars 1936. Il était administrateur de la Compagnie de Produits chimiques et Electrometallurgiques Alais, Froges et Camargue où il représentait la double tradition de l'ancienne production chimique de l'aluminium au moyen des procédés de Sainte-Claire DEVILLE, par l'œuvre de son père **Henry MERLE** à Salindres, et la fabrication électrolytique moderne du métal, par son amitié et sa collaboration avec **Paul HÉROULT**.

Source : Les Annales des Mines.



Louis Merle



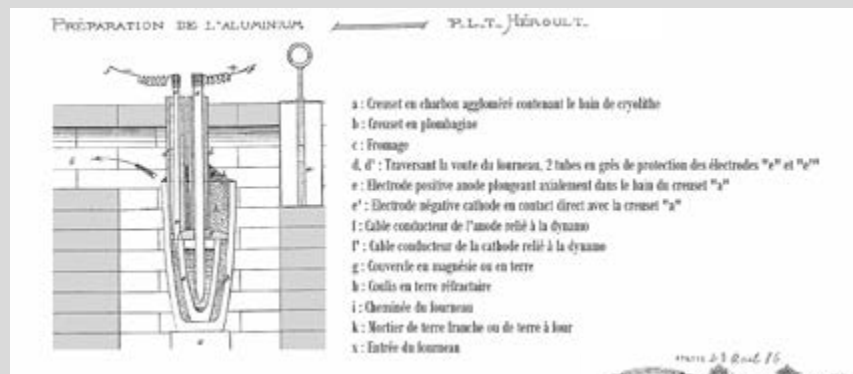
Henry Merle

mettant de faire construire par Bréguet une nouvelle dynamo de 30 volts et 400 ampères (une des premières dynamos à grande intensité). Ce sera la voie du succès et de son brevet en 1886.

En 1886, **Paul HÉROULT** a 23 ans. Il dépose le 23 avril, par l'office de MM. BLÉTRY frères, une demande de brevet d'invention enregistrée sous le No 175.711 avec le titre et le résumé suivant :

PROCÉDÉ ÉLECTROLYTIQUE POUR LA PRÉPARATION DE L'ALUMINIUM

En principe le procédé que je désire breveter, pour la préparation de l'aluminium, consiste à décomposer de l'alumine en dissolution dans un bain de cryolithe en fusion, par un courant électrique aboutissant au bain, d'une part, au moyen d'une électrode en contact avec le creuset en charbon aggloméré qui contient la cryolithe et, d'autre part, au moyen d'une autre électrode, en charbon aggloméré comme la première, plongeant dans le bain. Cette combinaison produit la décomposition de l'alumine en employant un courant de faible tension : l'oxygène se rend à l'anode et brûle avec elle ; l'aluminium se dépose sur les parois du creuset qui constitue la cathode et se précipite en culot dans le fond de ce creuset. Le bain reste constant et sert indéfiniment s'il est alimenté d'alumine. L'électrode positive, c'est-à-dire l'anode, est à remplacer après combustion, mais cette combustion empêche la polarisation et assure, par cela même, la constance dans l'énergie et dans l'action du courant électrique.



Téléchargez le mémoire descriptif déposé le 2 avril 1886 en complément du brevet d'invention de quinze ans « Procédé électrolytique pour la préparation de l'aluminium » n° 175.711 déposé le 23 avril 1886 et le certificat d'addition au brevet pour la fabrication du bronze d'aluminium déposé le 15 avril 1887.



Un mois plus tard, le 22 mai, Paul HÉROULT dépose le même brevet aux Etats-Unis, mais celui-ci sera rejeté.

L'estimation du coût de production faite par Paul HÉROULT dans la lettre à sa mère en 1881 va se vérifier lors de la mise en œuvre industrielle de son procédé. « Cela revient au fabriquant à 60 fr le kg. et moi je pourrais le vendre à 8 fr le kg amortissement du matériel compris la paye des ouvriers les matières premières et le charbon. Par la force hydraulique ça reviendrait à 4 fr. », faisant passer l'aluminium de l'état semi-précieux à celui de métal courant.

De son côté, HÉROULT lui-même nous a laissé le récit des circonstances dans lesquelles il réalisa son invention (Conférence à l'Exposition de 1900), n'hésitant pas, avec sa franchise habituelle, à reconnaître que deux incidents fortuits, mais dont il sut immédiatement interpréter les résultats, vinrent favoriser ses recherches :

« Parmi de nombreux déboires, j'eus un encouragement lorsqu'en essayant d'électrolyser la cryolithe fondue, la cathode en fer fondit en laissant échapper le contenu du creuset. La température à laquelle j'opérais et les quelques éléments Bunsen dont je me servais à l'époque ne devaient pas suffire pour expliquer la fusion du fer. L'examen des débris de la cathode en question permettait de croire qu'il s'était formé un alliage. A quelques jours de là, ayant essayé d'abaisser la température de l'électrolyte, en y mélangeant du chlorure double d'aluminium et de sodium, j'eus la surprise de constater que l'anode en charbon portait des traces évidentes de corrosion. J'en conclus que j'avais eu affaire à un oxyde dont la réduction s'était opérée aux dépens de l'anode. Vérification faite, il se trouva que ce que j'avais acheté pour du chlorure double était en réalité de l'alumine, provenant de la décomposition dudit chlorure par l'humidité ».

Paul HÉROULT

En 1886, HÉROULT, pour remplacer sa petite dynamo Gramme, en commande une à la société Oerlikon (Suisse) délivrant 800 ampères sous 15 volts.

Le brevet maintenant déposé, le souhait de Paul HÉROULT est son exploitation industrielle. Compte tenu des difficultés rencontrées et les limites en ressources du groupe d'amis, il se met à la recherche d'un appui plus important et plus expérimenté au point de vue industriel.

Introduit par son ami Louis MERLE, il rencontre **M. Alfred RANGOD PÉCHINEY (1833-1916)**^[7], qui reprit à Salindres la direction de la

[7] Alfred Rangod PÉCHINEY (1833-1916) : Orphelin de père, il avait choisi d'associer à son patronyme à celui de son beau-père, Martin PÉCHINEY, artisan, fabricant de quincaillerie. Ce dernier lui permettra de poursuivre des études de chimie. Employé pendant deux ans dans une usine de production d'acide borique il en deviendra le directeur mais la quittera en 1859 à la faveur d'une rencontre déterminante puisqu'il s'agira de Henry MERLE qui cherche de nouveaux débouchés pour son acide chlorhydrique et un superphosphate produits dans son usine de Salindres. A. R. PÉCHINEY travaille alors dans une soudière de Saint-Foin (Rhône) et s'occupe également d'un commerce d'engrais à Lyon avec un dénommé BOUVARD. Les deux associés sont amenés à signer un contrat de commerce avec Henry MERLE. Mais BOUVARD décède. A. R. PÉCHINEY épouse sa veuve et se retrouve à la tête de la Compagnie des Phosphates fossiles du bassin du Rhône. Les liens avec Henry MERLE se resserrant, il sera chargé par ce dernier de s'occuper de la représentation commerciale de sa compagnie à l'exposition de Lyon en 1872. Le 1^{er} janvier 1874, A. R. PÉCHINEY est nommé adjoint d'Henry MERLE qui décédera en 1877 et à qui il succédera en tant que directeur. Surnommé « Lou padre », il prendra une place prépondérante dans la commune de Salindres dont il deviendra le maire de 1883 à 1904 aux côtés de son épouse qui se voudra être à la fois son agent de relations publiques auprès des autorités locales et religieuses et agent du personnel. Car tout nouveau salarié espérant un poste important ne pouvait échapper à un examen probatoire de Madame ! A. R. PÉCHINEY marquera de son empreinte son passage à l'usine laissant deux réflexions qui en disent long sur son trait de caractère. Il jugeait notamment que les retraits ouvrières étaient « inopportunes » parce qu'elles enlèveraient aux salariés le sens des économies. Et de s'adresser à Paul HÉROULT, venu lui présenter son brevet d'électrolyse de l'alumine (en usage encore aujourd'hui), ainsi « l'aluminium est un métal à débouchés restreints, il ne s'emploie qu'à faire des tubes de lorgnettes ». Alfred Rangod PÉCHINEY se retirera petit à petit des affaires et s'installera à Hyères où il s'éteindra à l'âge de 83 ans le 18 janvier 1916.

Source : Midi Libre.



Alfred Rangod Péchiney

société des Produits Chimiques d'Alais et de Camargue (PCAC) après le décès de **M. Henry MERLE**^[4] en 1877.

A Salindres, bien que la production d'aluminium par voie chimique, d'une tonne/an en 1873 aie doublée, le marché lui n'est pas en progression. Malgré le prix de 80 F/kg, cela ne représentait que 7% du chiffre d'affaire de la PCAC. Pour A. R. PÉCHINEY la mise en place d'une nouvelle méthode ne changera rien au niveau du marché actuel. Un autre point et pas le moindre, qui pousse M. A. R. PÉCHINEY à ne pas s'engager était la nécessité de disposer d'une importante quantité d'énergie électrique.

La rencontre est un échec.

Il raconte ainsi ses démarches auprès de M. Alfred RANGOD PÉCHINEY :

« Mes connaissances en chimie étaient limitées à ce que peut savoir un étudiant de vingt-trois ans, non spécialiste. Il n'est pas étonnant, dans ces conditions, que, mon premier brevet étant pris, j'aie cherché appui et conseil auprès de personnes faisant autorité en la matière. Une de ces personnes à qui je proposais mon affaire, me dit : « L'aluminium est un métal de

débouchés restreints... si vous faisiez du bronze d'aluminium, ce serait une autre affaire, car il s'en emploie des quantités considérables. » — J'avais fait quelques expériences encourageantes de ce côté. J'abandonnai l'aluminium pur pour une série de nouveaux travaux qui aboutit, en 1887, à une addition à mon premier brevet. Cette addition décrivait un système de four électrique et un procédé permettant de réaliser la fabrication continue, par l'électricité, des alliages d'aluminium et, en général, de tous les corps difficilement fusibles ou réductibles »

Paul HÉROULT

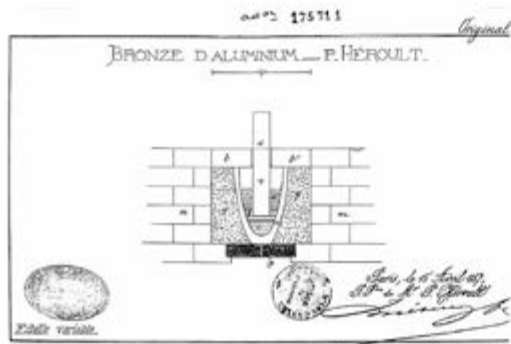
Paul HÉROULT va échouer également dans sa recherche de capitaux pour l'exploitation son brevet. Il s'adresse à la banque Rothschild qui demande alors une expertise à **Adolphe MINET (1854-1914)**^[8], ingénieur chimiste directeur de laboratoire. Le rapport remis est défavorable.

HÉROULT opère alors un changement d'orientation en abandonnant l'aluminium pur pour la mise au point d'un procédé permettant d'élaborer des alliages d'aluminium en continu par l'électricité et tout particulièrement du bronze d'aluminium.

Le 15 avril 1887, l'additif N° 175.711 à son brevet primitif est déposé. Il se met en quête d'industriel pouvant l'aider à mettre en œuvre son procédé et l'exploiter.

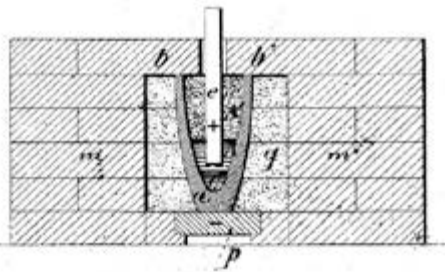
Paris, le 15 avril 1887.
Par P^{re} de Mr P. L. T. Héroult.
Signé : Biétry Fres

[Certificat d'addition délivré le 14 septembre 1887]



- a : creuset
- b, b' : briques servant de couvercle et de guide au charbon vertical
- c : cuivre fondu
- A : alumine fondue
- A' : alumine non fondue
- d : charbon positif en mouvement vertical
- m : briques
- p : plaque conductrice en charbon, pôle négatif
- q : charbon de cornue en poudre

Schéma de principe du procédé de fabrication du bronze d'aluminium dans l'additif du brevet enregistré le 15 avril 1887



Design of the crucible included in the addition to Paul Héroult's French patent (170.003), in his first English (74426) and Belgian (77100) patents and in the American patent (387.876) on aluminium bronze.

>>> Les jumeaux de l'aluminium – Paul HÉROULT & Charles Martin HALL <<<

Depuis la découverte de Henri Etienne Sainte-Claire DEVILLE, les méthodes chimiques de production de l'aluminium ont reçu leurs plus grands perfectionnements en Angleterre. En revanche, c'est à la France et aux États-Unis que revient l'honneur d'avoir pris l'initiative des procédés électriques, et d'être pionniers dans son application industrielle.

En 1886, engagé dans la même voie technique, sans avoir eu le moindre rapport direct avec Paul HÉROULT, Charles Martin HALL (1863-1914) fait la même découverte aux États-Unis et déposera son brevet le 9 juillet 1886, la même année que Paul HÉROULT.



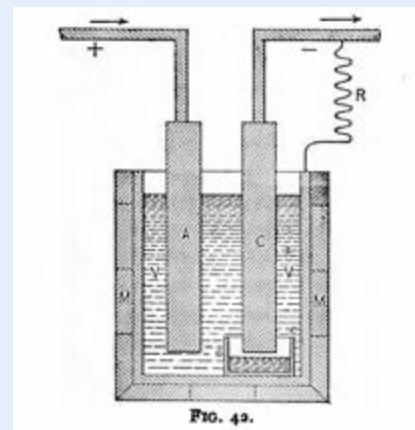
Charles Martin HALL (1863-1914)

[8] Adolphe MINET (1854-1914) : est un ingénieur chimiste qui a entrepris des recherches sur l'électrolyse du fluorure d'aluminium, additionné de divers autres sels, tels que fluorure de sodium et chlorure de sodium et mis au point le procédé « Minet ». Un an après les découvertes de MM. HÉROULT et HALL, en mars 1887, en collaboration avec les frères Myrtil & Ernest BERNARD, ils expérimentent le procédé à Paris (Impasse du Moulin Joli) durant un an. Jusqu'en mars 1887, ils produisent 500 kg d'aluminium pur et 1500 kg d'alliages d'aluminium. La force motrice était fournie par une locomotive de 6 chevaux et la source d'électricité par une machine Gramme de 12 volts et 150 ampères.

En avril 1888, la production est délocalisée à Creil jusqu'au mois d'octobre 1891 avec une nouvelle installation de production utilisant comme force motrice une vieille machine à balancier d'une puissance de 40 chevaux et pour la production d'électricité une machine Edison fournissant un courant de 27,5 volts et 1200 ampères. La production journalière était de 10 kg d'aluminium et de 5 à 6 kg d'aluminium allié. En 1892, après avoir acheté les brevets d'Adolphe MINET, les frères BERNARD décident de passer du stade expérimental à la production industrielle et créent l'usine de Calypso à Saint-Michel de Maurienne (73).

Des travaux d'aménagement de la rivière sont réalisés pour l'exploitation hydroélectrique : ils comprennent un barrage et deux conduites forcées. En 1893, l'usine démarre sa production d'aluminium avec un effectif de 40 personnes (principalement des ouvriers-paysans locaux). La marche des cuves est irrégulière et la production totale est d'environ 10 t à l'année. Après deux années de résultats de production médiocre, le procédé « Minet » ne pouvant conduire à des résultats pratiques satisfaisants, l'usine de Calypso est vendue à la Société Industrielle de l'Aluminium et des Alliages Métalliques (SIAAM). Directeur du journal « L'électrochimie », Adolphe MINET meurt en avril 1914.

Source : L'aluminium. Fabrication, emploi, alliages / par M. Adolphe MINET – Culturalu.org



Première cuve utilisée par M. Adolphe MINET en 1887
Source : University of Wisconsin – Madison



L'usine Calypso

Le 6 décembre 1863, Charles Martin HALL né à Thomson dans l'Ohio, la même année que Paul HÉROULT. Fils de Herman Bassett HALL (1823-1911), révérend et de Sophronia HALL BROOKS (1827-1885), mariés le 31 octobre 1849 à Lorain, Ohio. Charles HALL est le sixième enfant d'une fratrie de huit. Il avait deux frères : George Edward (1851-1921), Lewis Albert (1855-1862) et cinq sœurs : Ellen Julia (1852-1882), Emily (1857-1943), Julia BRAINERD (1859-1926), Edith May (1865-1937), Louise Alice (1870-1944).

En 1873, la famille s'installe à Oberlin.

En 1880, il fait ses études de chimie au Oberlin College. Il assiste à la conférence du professeur Frank Fanning JEWETT sur l'aluminium. Au cours de celle-ci, JEWETT montra l'échantillon d'aluminium qu'il avait obtenu de Friedrich WÖHLER à Göttingen et remarqua :

« Si quelqu'un devait inventer un procédé par lequel l'aluminium pourrait être fabriqué à l'échelle commerciale, non seulement il serait un bienfaiteur pour le monde, mais il serait également en mesure de s'amasser une grande fortune ».

Frank Fanning JEWETT



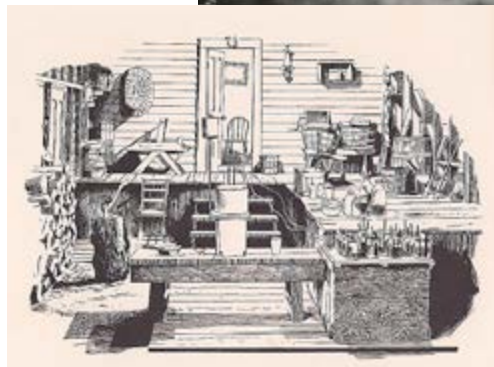
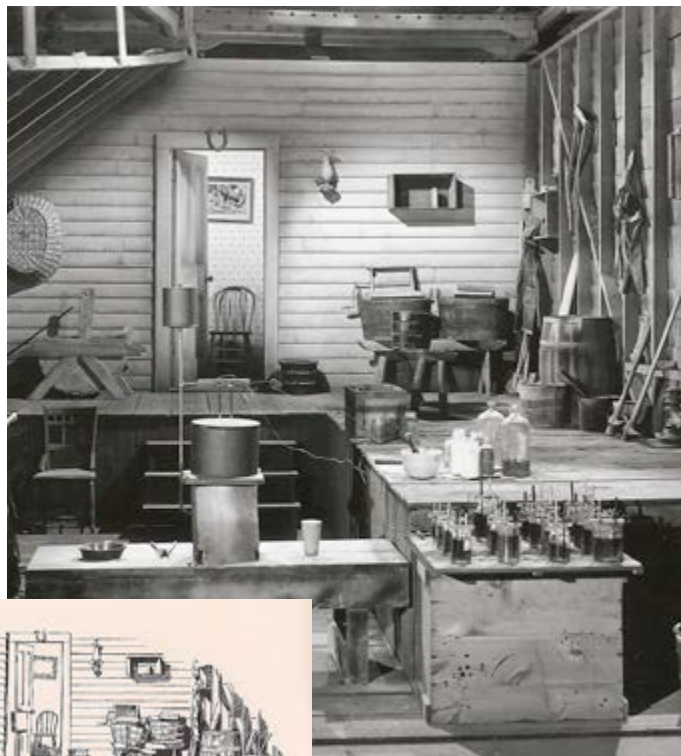
Frank Fanning JEWETT (1844-1926)

Comme Paul HÉROULT le fut par les découvertes de Sainte-Claire DEVILLE, C. M. HALL le sera également attiré par ce métal. Au cours de ses études, aidé par M. JEWETT, il va passer une grande partie de son temps libre à essayer de concevoir une méthode économique pour obtenir l'aluminium pur. Ses premières expériences pour trouver un procédé de réduction de l'aluminium remontent à 1881, mais resteront pendant quelques années sans succès.

En 1884, après avoir installé un four à charbon et un soufflet fait maison dans un hangar derrière la maison familiale, il reprend les expériences :

« J'ai essayé des mélanges d'alumine et de carbone avec des sels de baryum, avec de la cryolite et avec du carbonate de sodium, dans l'espoir d'obtenir une

1886 - Le bucher de la maison familiale, local utilisé avec sa sœur Julia à Oberlin, Ohio, où il découvre un moyen de produire de l'aluminium par électrolyse. Source : Alcoa Incorporated



double réaction par laquelle le résultat final serait de l'aluminium. Je me souviens avoir acheté du sodium métallique et essayé de réduire la cryolite, mais j'ai obtenu de très mauvais résultats. Sulfure, mais je l'ai trouvé très peu prometteur en tant que source d'aluminium à l'époque, comme c'est le cas depuis ».

Charles Martin HALL

Cette même année, le prix de vente de la livre d'aluminium est de 12.00 \$, celui de l'argent est de 15.00 \$.

Le 7 mai 1885, sa mère décède. Affecté par le décès et frustré par les échecs successifs, il faut tout le soutien de la famille et surtout de sa sœur Julia pour le faire persévérer.

Cette même année, Charles Martin HALL est diplômé de l'Oberlin Collège.

Le 23 février 1886, avec sa sœur aînée Julia Brainerd HALL (1859-1926), chimiste, menant des essais pour parvenir à fabriquer de l'aluminium par électrolyse en utilisant une solution d'oxyde d'aluminium dissous dans la cryolite, il obtient les premières gouttes d'aluminium au fond du creuset. Tout au long des expériences menées, Julia consigna les travaux et découvertes.

Julia BRAINERD HALL (1859-1926), sœur de Charles Martin HALL - Chimiste



Cette année-là, le 9 juillet, HALL dépose deux brevets relatifs à son procédé, sans le savoir, **la même année que Paul HÉROULT qui lui, avait déposé le sien le 23 avril en France et le 5 mai aux Etats-Unis.**

Brevets de Charles Martin HALL :

- le N° 400,766. Serial No. 207,601. Two figures. « *Process of Reducing Aluminium by Electrolysis* »,
- le N° 400,664. Serial No. 207,601. Divisé et déposé le 2 février 1887, Serial No. 226,206. Three figures. « *Process of Reducing Aluminium from its Fluoride Salts by Electrolysis* ».

Charles HALL, cherchant à créer un partenariat va trouver le soutien en la personne des frères **Alfred et Eugene COWLES** qui produisaient des alliages d'aluminium par voie électrothermique.

Le 26 juillet 1887, Charles HALL signa un accord avec Cowles Electric Smelting and Aluminum Company pour expérimenter son procédé de production de aluminium pur à l'usine de Lockport, New York.

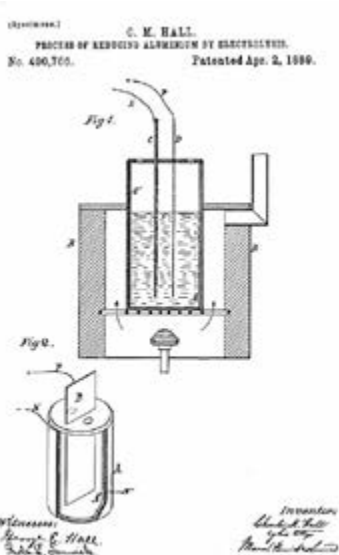


Figure 1. Sectional elevation of a form of apparatus applicable in the practice of the invention

Figure 2. View, partly in elevation and partly in section, of a modified form of apparatus

A. crucible A'. carbon lining B. furnace
C. positive electrode D. negative electrode P. positive
N. negative

Bath composition: cryolite $\text{Na}_2\text{Al}_2\text{F}_6$ i.e. 67% AlF_3 + 33% NaF , with or without addition of 5.5% LiF

Cell technology: Crucible in iron or steel with carbon lining. Anode of carbon, copper, platinum or other suitable material.

Cathode of carbon (the carbon lining of the crucible may be employed as a cathode).

Heating: External heating

Extraits du brevet n° 400,766 déposé en 1886 par C. M. Hall et attribués en 1889.

Source : United States Patent and Trademark Office

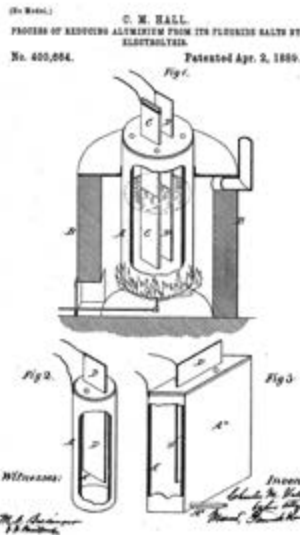


Figure 1. Sectional elevation of a form of apparatus applicable in carrying out the invention

Figure 2 and 3. Views, partly in section, of modified forms of crucible

A. crucible A'. carbon lining
A2. A3. discharge tubes B. furnace
C. positive electrode D. negative electrode

Bath composition: Aluminium and potassium fluorides ($\text{K}_2\text{Al}_2\text{F}_8$) formed by mixing together 59.5% of aluminium fluoride (AlF_3) and 40.5% potassium fluoride (KF).

Addition of lithium fluoride to lower the melting point and increase the capacity for dissolving alumina.

Cell technology: Crucible of metal - iron, steel, copper, etc. - with carbon lining.

Cathode of carbon or metal coated with carbon. It is preferable to use the carbon lining of the crucible as a cathode. Anode of copper, platinum or other suitable non-carbonaceous material.

Heating: External heating

Extraits du brevet n° 400,664 déposé le 9 juillet 1886 par C. M. Hall et attribués en 1889.

Source : United States Patent and Trademark Office

Il y travailla d'octobre 1887 à juillet 1888 avec un équipement rudimentaire. Mais les relations avec les deux frères se détériorant, la collaboration tourne court.

De son séjour à Lockport, HALL va en tirer des bénéfices. Ayant rencontré de grandes difficultés à obtenir des résultats réguliers et à assurer la reproductibilité du processus, les nombreuses expériences menées vont lui permettre d'améliorer son procédé de production d'aluminium.

La rencontre décisive de Mme Romaine COLE, directrice générale chez Cowles et du « Captain » Alfred Ephraim HUNT (1855-1899) [9], métallurgiste, le conduit à s'installer à Pittsburgh (Pennsylvanie).

En 1888. A. E. HUNT, aidé de C. M. HALL et accompagné d'un groupe de cinq autres personnes (George Hubbard CLAPP, son partenaire au laboratoire d'essais de Pittsburgh ; W.S. SAMPLE son chimiste en chef ; Howard LASH, directeur de la Carbon Steel Company ; Millard HUNSIKER, directeur des ventes de la Carbon Steel Company, et Robert SCOTT, surintendant de l'usine de la Carnegie Steel Company), créent la Pittsburgh Reduction Company, qui prendra le nom « Aluminum Company of America » en 1907 puis « Alcoa » en 1929.

Cette même année, à Smallman Street (Pittsburgh), les deux premières cellules utilisées pour la production de l'aluminium, sont alimentées par deux dynamos Westinghouse actionnées par un moteur Steam de 125 chevaux.

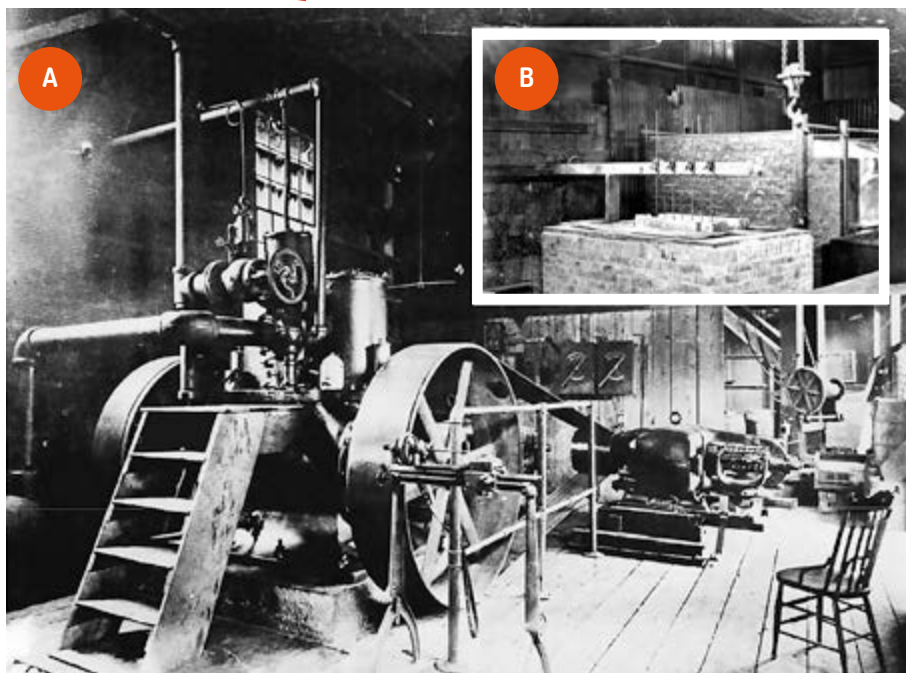
TÉLÉCHARGEZ CHARLES M. HALL'S PERSISTENT QUEST OF PATENTS FOR REFINING ALUMINIUM METAL BY ELECTROLYSIS



[9] **Le capitaine Alfred Ephraim (Ephraim) HUNT (1855-1899)** : est né à East Douglas, dans le Massachusetts, le 31 mars 1855. Son grand-père, Oliver HUNT, et son oncle Joseph, forgerons, fondèrent la Hunt Axe and Edge Tool Works à East Douglas en 1795. C'est là, enfant, que le jeune Alfred développa son intérêt pour les métaux. Il obtint son diplôme du Massachusetts Institute of Technology en 1876, avec un diplôme en métallurgie et exploitation minière. Il se consacra aussi durant la fin de ses études à des travaux d'analyse et de métallurgie pour la Bay State Steel Company de South Boston, puis continua à travailler pour cette entreprise, participant à la construction de la deuxième aciérie à foyer ouvert des États-Unis. En 1877, Alfred rejoignit la Nashua Iron and Steel Company comme métallurgiste et fut nommé responsable des travaux chimiques et métallurgiques du département des fours à foyer ouvert. Le 29 octobre 1878, Alfred épousa Maria T. MCQUESTEN. Le capitaine et Mme HUNT eurent un fils, Roy Arthur, né le 3 août 1881. En 1881, la famille s'installa à Pittsburgh où Alfred avait accepté un poste chez Park, Brother & Company, une entreprise sidérurgique. En 1883, Alfred démissionna de l'entreprise et, avec George

H. CLAPP, créa un laboratoire indépendant et une société de conseil. Ils commencèrent à travailler pour le Pittsburgh Testing Laboratory, pionnier de l'analyse et des essais mécaniques de l'acier, et en firent l'acquisition en 1887. C'est là qu'ils découvrirent les mérites d'un nouveau procédé peu coûteux développé par Charles Martin HALL pour séparer l'aluminium de son oxyde. Ils achetèrent les brevets de HALL et fondèrent la Pittsburgh Reduction Company. Alfred Ephraim (Ephraim) HUNT mourut en avril 1899 de complications liées au paludisme, qu'il avait contracté l'année précédente à Porto Rico alors qu'il servait comme capitaine dans la cavalerie pendant la guerre hispano-américaine.

Source : Roy A HUNT Foundation



Vue intérieure de la Pittsburgh Reduction Company en 1888.

Source : Alcoa Incorporated.

a : Dynamos alimentées par une machine à vapeur
b : Une cellule de réduction utilisée Smallman Street à la Pittsburgh Reduction Company en 1888.

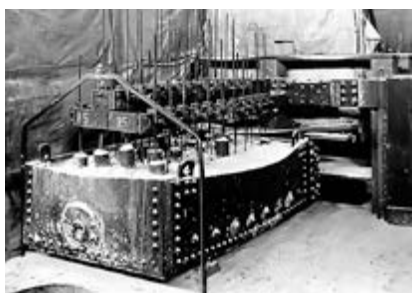
Source : John Heinz History Center

1888 - Une des premières unités de fabrication de l'aluminium dans la Pittsburgh Reduction Company.

Source : Alcoa Incorporated



C.M. HALL y commence à produire de l'aluminium pur. Mi-janvier 1889, la production est d'environ 11 kg d'aluminium par jour et en 1890, avec des capacités de puissance plus grandes et six plus grandes cellules contenant chacune 30 anodes, elle atteint 213 kg par jour.



1890 - Une des premières grandes cellules de fusion d'aluminium de la Pittsburgh Reduction Company © John Heinz History Center

C. M. HALL va au cours des ans participer au développement industriel de son procédé.

La même année, une « querelle de brevets » débute entre Paul HÉROULT et Charles Martin HALL avec comme désaccord les dates de dépôt des brevets. La législation dans les deux pays qui est différente : En France, la législation veut que l'invention soit attribuée au premier déposant donc seul le brevet de P. HÉROULT est valable par contre, aux Etats-Unis, la législation veut que le brevet soit attribué à celui des deux inventeurs qui a le premier réalisé et mis en pratique son invention : Là encore, Paul HÉROULT en est bénéficiaire. Mais avec une clause particulière : « que cela soit établis sur le territoire des États-Unis ».

Paul HÉROULT, n'ayant pas effectué ses essais en 1885-86 aux Etats-Unis, ne put naturelle-

ment pas bénéficier de la priorité accordée à son brevet mais la conserve son en France. C'est aussi en grande partie à cause des archives de Julia HALL et aux propres lettres de Charles Martin HALL, obliérées et adressées à son frère George Edward HALL ministre à Dover (la seconde lettre postée le 24 février 1886 décrivant les aspects techniques très détaillés de la découverte), que Paul HÉROULT échoue devant les tribunaux américains à démontrer l'antériorité de son brevet. Finalement, après une longue procédure, le brevet aux Etats-Unis est attribué à HALL le 2 février 1892.

Les deux procédés vont poursuivre respectivement et indépendamment leur exploitation :

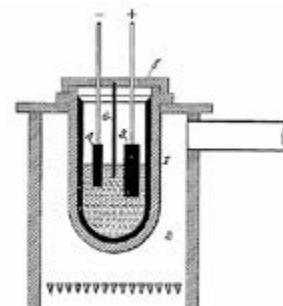
- le procédé HALL aux Etats-Unis et pendant quelques années, en France : grand nombre de petites anodes et mélange de 36 parties de cryolithe, 44 parties de fluorure d'aluminium et 20 parties de spath fluor,
- le procédé HÉROULT en Europe : grosses anodes et bain de fusion formé par la seule cryolithe.

Le 17 août 1888, HALL dépose le brevet N°400,665. Serial N°. 282,954. One figure. « Manufacture of Aluminium ».

En mars 1891, compte tenu de la demande pour ce nouveau métal, la production est transférée à New Kensington. On y produit des lingots et des produits manufacturés.

En 1895, la Pittsburgh Reduction Company, alors à la recherche d'énergie électrique bon marché, après avoir signé un contrat en 1893 avec la Niagara Falls Power Company, fait construire une nouvelle fonderie à Niagara Falls (Etat de New-York), qui sera mise en

(No Model)
C. M. HALL.
MANUFACTURE OF ALUMINIUM.
No. 400,665. Patented Apr. 2, 1892.



WITNESSES:
B. Howell
P. C. Schuber

INVENTOR:
Charles M. Hall
by Bennett & Cole

Figure. Sectional elevation of a form of apparatus applicable for carrying the invention

1. crucible or vessel • 2. furnace • 3. positive electrode
4. negative electrode • 5. cover • 6. partition

Bath composition: Double fluoride of aluminium and calcium (CaAl₂F₈) or other similar double fluorides of the same metal. This composition avoids the formation of black compound that increase the resistance of the bath and allow a continuous use of the bath.

Cell technology:

Crucible or vessel carbon lined. Electrodes of carbon. Aluminium being lighter than the bath, it rises and floats on the surface after being reduced. Thus the crucible is provided with a cover and a partition that prevent the reduced aluminium from oxidizing on contact with the air or the positive electrode.

Heating: External heating

Extraits du brevet n° 400,665 déposé le 17 août 1888 par C. M. Hall

service en août 1895. Première fonderie industrielle, elle fut d'abord équipée de trois générateurs de 2 500 A, 160 V et d'une ligne de cuve de 30 cellules avec 32 anodes chacune. L'électricité était fournie par la centrale électrique d'Adams. Deux autres fonderies seront construites en bordure des gorges du Niagara (Etat de New-York) en 1896 et 1897.



1891- La société Pittsburgh Reduction Company à New Kensington. Source : Alcoa Incorporated



Pittsburgh Reduction Company à Niagara Falls

Désireuse d'ouvrir de nouvelles applications et de pénétrer de nouveaux marchés, elle entre sur le marché des ustensiles de cuisine pour la maison avec des bouilloires légères, robustes et résistant à la corrosion.

En 1903, le bloc moteur et les carters du moteur de l'avion « Flyer » des frères Wright sont moulés en aluminium fourni par la Pittsburgh Reduction Company.



1895 - La fabrication d'ustensiles de cuisine. Source : Alcoa Incorporated

En 1907, la Pittsburgh Reduction Company change son nom pour devenir Aluminum Company of America.

En 1911, Charles Martin HALL reçoit la médaille Perkin, un prix décerné chaque année par la section américaine de la Society of Chemical Industry à un ou une scientifique résidant aux États-Unis pour une innovation en chimie appliquée conduisant à un développement commercial. Elle est considérée comme la

plus haute distinction accordée dans l'industrie chimique américaine. Sur la médaille de M. C. HALL, on peut lire au verso : « Presented to Charles Martin HALL AM 1910 For Distinguished Services to Applied Chemistry ».



TÉLÉCHARGEZ
LE DISCOURS PRONONCÉ PAR CHARLES MARTIN HALL LORS DE LA REMISE DE LA PERKIN MEDAL

Paul Héroult alors en voyage aux États-Unis, assiste à la cérémonie de la remise de la médaille Perkin attribuée à Charles Martin HALL et peut l'entendre s'exprimer ainsi :

« Je présume que mon ami, le Dr HÉROULT, que j'ai le plaisir de voir ici ce soir, qui a inventé le procédé de manière indépendante en France à peu près à la même époque, a rencontré les mêmes difficultés ».

Charles Martin HALL

En 1913, le papier d'aluminium est introduit aux États-Unis par la Pittsburgh Reduction Company (C'est un Suisse du nom de Dr. Edwin LAUBER qui a inventé la première feuille d'aluminium. C'est également un Suisse, Robert Victor NECKER, qui, en 1910, créa la première usine de fabrication de papier d'aluminium, la Dr. Lauber, Neher & Cie à Emmishofen). utilisée à partir de 1911 pour l'emballage des tablettes de chocolat Suisse Tobler. La feuille d'aluminium sera commercialisée à partir des années 1920 pour un usage domestique.

HALL va poursuivre tout au long de sa vie ses recherches sur l'aluminium et obtiendra 22 brevets américains, la plupart sur la production d'aluminium.

En 59 ans (entre 1855 et 1914), le prix de la livre d'aluminium (\$/livre) a été divisé par 500, diminuant sur cette période de 99,8%.

Evolution du prix de l'aluminium en \$/livre

1855	90.00
1857	22.50
1862	12.00
1886	12.00
1888	5.00
1914	0.18

Charles Martin HALL a siégé au conseil d'administration de l'Oberlin College et fut vice-président d'Alcoa jusqu'à sa mort.

Il a été élu membre de l' American Institute of Mining Metallurgical and Petroleum Engineers (AIME) en 1890, membre fondateur en 1902 de American Electrochemical Society et vice-président dès sa fondation, membre de l'American Philosophical Society et du Franklin Institute.

Le 27 décembre 1914, célibataire et sans enfant, C. M. HALL meurt à Daytona Beach en Floride, à l'âge de 51 ans, la même année que Paul HÉROULT.



Statue en aluminium de Charles Martin HALL à l'Oberlin College.

C. M. HALL qui a légué la grande majorité de sa fortune à des œuvres caritatives est aussi l'un des bienfaiteurs les plus éminents de l'Oberlin College. Aussi, sa statue en aluminium a été érigée au deuxième étage du nouveau centre scientifique d'Oberlin.



(G) Charles Martin HALL - (D) Paul HÉROULT - (C) The Sunday Express du 12 juin 1938 - Article faisant un parallèle entre Paul HÉROULT et Charles HALL. Désignés comme les « jumeaux

de l'aluminium » du à l'enregistrement de leur brevet en 1886, ils naîtront la même année en 1863, la première lettre de leur nom est un « H », la première lettre de leur lieu de naissance est un « T » et mourront tous les deux à l'âge de 51 ans en 1914.

Suite aux découvertes simultanées de HALL et HÉROULT en 1886, sur le continent européen, c'est en Suisse à Neuhausen, à partir de 1888, que l'on va exploiter industriellement le procédé nommé « HALL-HÉROULT ».

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

La suite de la vie et des découvertes de Paul Louis Toussaint HÉROULT dans le prochain numéro de **TECH News FONDERIE**

OFFRES D'EMPLOI

Ingénieur

Technico-commercial (F/H)

Ferry Capitain

[VOIR L'ANNONCE](#)

Ouvrier de maintenance (F/H)

[VOIR L'ANNONCE](#)

Technicien en fonderie et caractérisation des matériaux (F/H)

Arts & Métiers (Lille)

[VOIR L'ANNONCE](#)

Pilote d'Équipements Industriels spécialisé fonderie /Fondeur (F/H)

Métalor

[VOIR L'ANNONCE](#)

Technicien ou Ingénieur Electro-automaticien Roboticiens (F/H)

Scoval

[VOIR L'ANNONCE](#)

Responsable Atelier Usinage (F/H)

Manoir Pitres

[VOIR L'ANNONCE](#)

Coordinateur Qualité Fonderie (F/H)

KSB

[VOIR L'ANNONCE](#)

Chef d'atelier Fonderie (F/H)

Fonderie NICOLAS

[VOIR L'ANNONCE](#)

Responsable études industrialisation procédés de forgeage (F/H)

SAFRAN

[VOIR L'ANNONCE](#)

Ingénieur de Recherche (F/H)

ENSAM

[VOIR L'ANNONCE](#)

Chef d'équipe fusion (F/H)

Fonderie GIROUD INDUSTRIE

[VOIR L'ANNONCE](#)

Technicien Méthodes (F/H)

[VOIR L'ANNONCE](#)

Responsable production fonderie (F/H)

LBI

[VOIR L'ANNONCE](#)

Découvrez les autres offres d'emploi sur le site ATF

annonceurs.

ABP P 23
 AMETEK P 23
 ASTEA CONSULTING /OMEGA P 14
 CALDERYS P 11
 EIRICH P 04
 FOSECO 3^e de couverture
 FOSECO Publi reportage P 16
 GTP SCHAFFER P 24
 HUTTENES ALBERTUS 4^e de couverture
 HWS SINTO P 15
 LAEMPE+R P 08
 MAGMA P07
 SCOVAL P 32

SiiF 2^e de couverture
 WINOA P 32





FOSECO

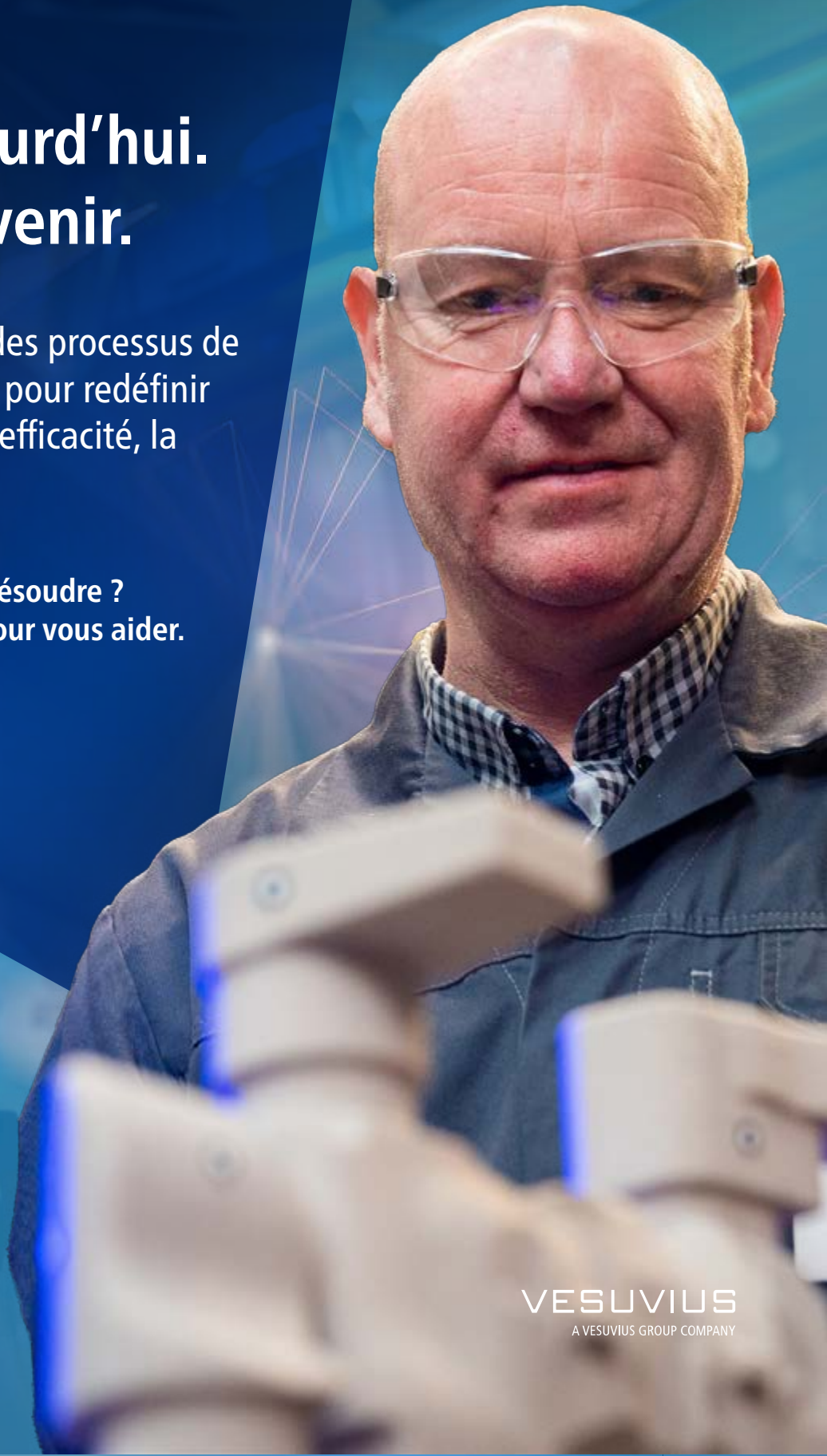
Innover aujourd'hui. Façonner l'avenir.

Notre R&D va au-delà des processus de fonderie d'aujourd'hui pour redéfinir l'avenir, en favorisant l'efficacité, la qualité et la durabilité.

Vous avez un problème à résoudre ?
Notre équipe R&D est là pour vous aider.



www.foseco.com



VESUVIUS
A VESUVIUS GROUP COMPANY