

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



N°  
**17**

JUIN  
2020

# TECH NEWS

FONDERIE

**QUAND L'IMPRESSION 3D COMBAT LE COVID 19**

NEWS

PAGE 10

**À LA CONQUÊTE DU DÉSERT  
AVEC LE MOULAGE SOUS PRESSION**

PROFESSION

PAGE 12

**CARACTERISATION QUANTITATIVE DE  
LA MICROSEGREGATION APPLICATION AUX ACIERS  
FAIBLEMENT ALLIES BRUTS DE FONDERIE**

TECHNIQUE

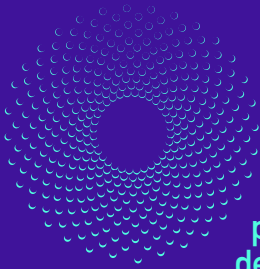
PAGE 23

UNE PUBLICATION DE



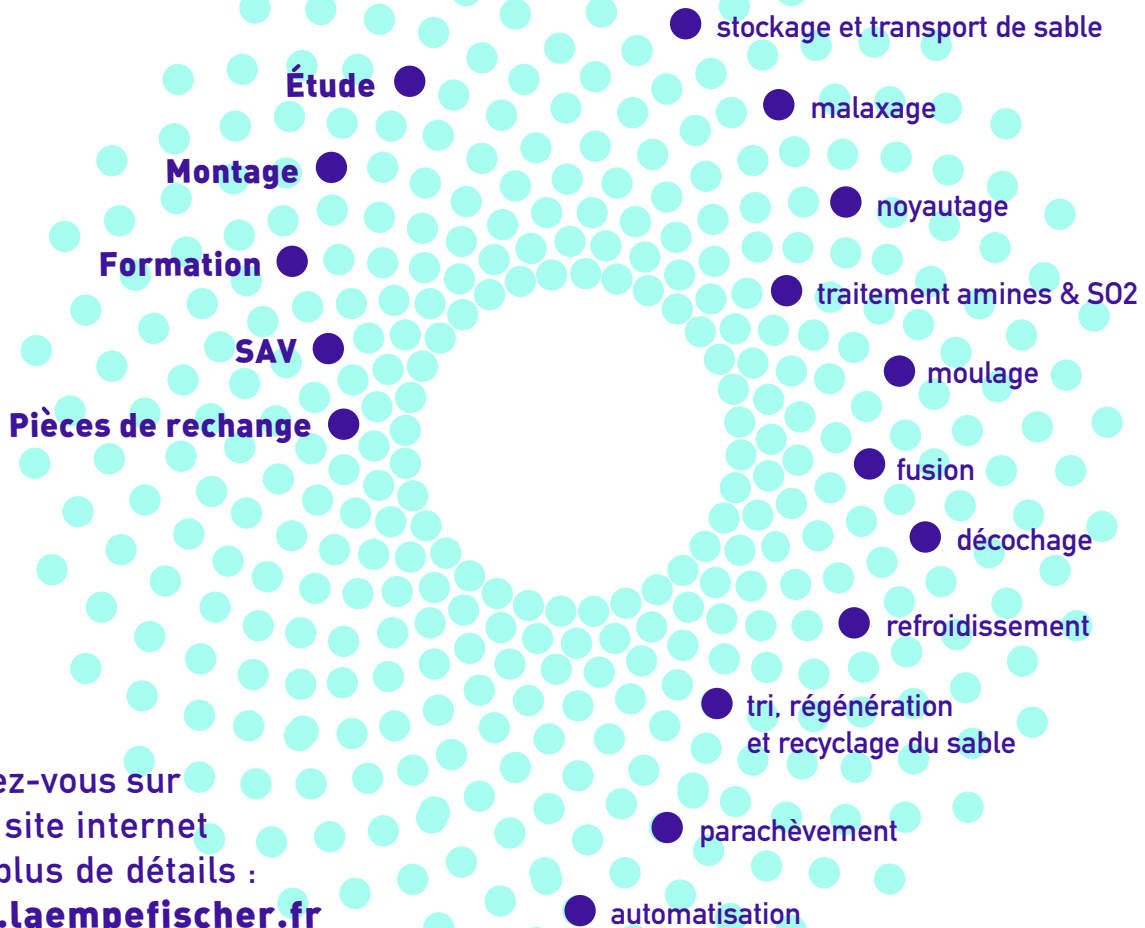
ASSOCIATION  
TECHNIQUE DE FONDERIE





Fournisseur  
d'équipement  
pour fonderie  
depuis 1982

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



Rendez-vous sur  
notre site internet  
pour plus de détails :  
[www.laempesfischer.fr](http://www.laempesfischer.fr)



Retrouvez-nous  
aux emplacements :



Hall 16 / A44



Hall 15 / H16



sinto

HEINRICH WAGNER SINTO  
Maschinenfabrik GmbH

Hall 17 / B20 - D20



Hall 17 / B40



Hall 16 / A09

Laempe + Fischer  
email : [info@laempesfischer.fr](mailto:info@laempesfischer.fr)

Fonderie Équipement  
email : [info@fonderie-equipement.fr](mailto:info@fonderie-equipement.fr)

# édito.

## “L’avenir ne se prévoit pas, il se prépare.”

L'épidémie du COVID-19 est sans commune mesure un choc majeur pour les économies européennes et mondiales, elle représente une situation sans précédent pour tous les citoyens européens, et aura très certainement un impact important sur l'organisation des démocraties européennes et sur leurs économies.

Les conséquences sont multiples et touchent l'ensemble des acteurs du monde de la fonderie. Le virus aura eu et continue à avoir des répercussions, sur de nombreuses fonderies membres et non membres de l'Association Technique de Fonderie, avec pour conséquences la fermeture temporaire d'usines en raison de l'effondrement de la demande, de pénuries d'approvisionnement, ou pour se mettre en conformité avec les mesures sanitaires.

Dans le même temps l'arrêt de production de grande envergure dans l'industrie automobile continue à réduire la demande de composants moulés. Cela frappe particulièrement les petites et moyennes fonderies, qui produisent principalement des composants pour cette industrie.

Parallèlement les consultations et propositions publiques non essentielles de l'UE, comme la révision du BREF et de la NACE, ont été mises en standby afin de concentrer tous les efforts sur la lutte contre la pandémie.

Les entreprises ont maintenant pour objectifs de reprendre leurs activités normales dans un contexte incertain, comme le souligne le cabinet de conseil McKinsey & Company qui énumère trois scénarios possibles sur son site Web et qui décrit l'impact du Coronavirus sur l'économie : reprise rapide, ralentissement mondial ainsi que pandémie et récession. (<https://www.mckinsey.com/business-functions/risk/our-insights/covid-19-implications-for-business>)

Cependant, il ne sera pas possible (sauf pour des cas particuliers) de récupérer tous les volumes perdus. Par conséquent, de nombreuses entreprises seront confrontées à d'importants problèmes de liquidité à court et à moyen terme. Cela conduira à l'insolvabilité de certaines fonderies, mais aussi de nos partenaires de tous les jours comme nos chers modeleurs, si fragiles.

Après la crise, une industrie forte sera essentielle pour garantir que la fonderie française soit prête à faire face aux conséquences socio-économiques de la pandémie.

L'ATF se devra par conséquent, d'être présente encore davantage, afin d'aider à préserver autant de fonderies et d'emplois que possible.

Nous y travaillons déjà depuis plusieurs mois, cherchant à nous réinventer et à trouver des réponses utiles et concrètes aux besoins de notre industrie – le besoin est encore plus grand aujourd'hui.

Les pistes de réflexions sont grandes et prometteuses pour certaines. Nous espérons qu'elles seront à la hauteur de l'enjeu.

***Pour cela, nous avons besoin de vous.***

*En BTS nous disions « Fondeur un jour, Fondeur toujours ». Cette appartenance à ce passionnant métier, elle existe pour moi depuis le début, comme pour tous ceux qui sont fondeurs aujourd'hui, sans aucun doute. C'est un métier que nous aimons, un métier de partage, qui nous apprend le respect et nous rend humble. Il est important que cette solidarité entre fondeurs perdure, et encore plus lors de moments difficiles et particuliers comme celui que nous connaissons aujourd'hui.*

Saint Augustin nous rappelle que : « Celui qui se perd dans sa passion perd moins que celui qui perd sa passion ».

**Alors rejoignez-nous, participez, réagissez, ou simplement cotisez pour que les missions de cette Association, qui sont d'unir, d'aider, de perfectionner prennent encore plus de sens en ces temps d'incertitudes.**

Bonne lecture et portez-vous bien.



**Guillaume ALLART**  
Directeur Technique aux  
Fonderies de Brousseval  
et Montreuil

LA TECHNOLOGIE DE  
FONDERIE DE DEMAIN

# Etes-vous prêts

un monde plus coloré?



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



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

Nos experts sont à votre disposition

Tel.: +33-2-32525027

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

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

**ASKCHEMICALS**  
We advance your casting



# Sommaire.

03 / EDITO

06 / AGENDA

## ASSOCIATION

08 /

Actions régionales ATF • AESFF

## NEWS

10 /

Quand l'impression 3D combat le covid 19

Article de Patrice DUFÉY - ATF



## PROFESSION

12 /

Mit Druckguss die Wüste erobern

À la conquête du désert avec le moulage sous pression

Interview de : Joachim SAUER Chef de produit senior

gestion des produits tout-terrain KTM

sportmotorcycle GmbH

Article de Gérard LEBON - ATF



## FORMATION

14 /

Une page blanche pour la formation (suite)

Article de Patrice MOREAU - ATF

16 /

Agenda des formations

## TECHNIQUE

19 /

Les systèmes d'alimentation innovants  
génèrent des réductions de coût dans la production  
en série de pièces de fonderie

Auteur : Jörg Schäfer, GTP Schäfer, Grevenbroich

• [www.gtp.schaefer.com](http://www.gtp.schaefer.com)

23 /

Caractérisation quantitative de la microségrégation  
application aux aciers faiblement alliés bruts de  
fonderie - Article de Ahmed YAKTITI,

Alexis VAUCHERET, Philippe JACQUET,

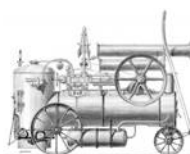
Jean-François CARTON



## 28 / HISTOIRE & PATRIMOINE

Jean-François Cail : un acteur majeur de la  
première révolution industrielle (Première partie)

Article de Yves LICCIA - ATF



## 37 / OFFRES D'EMPLOIS

## 38 / ADHESION & ANNONCEURS

Photographie de couverture : Sophie SPITERI - Photographe

<https://www.sophiespiteri.fr/>

### Revue professionnelle éditée par l'ATF.

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

### Directeur de la publication

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

### Comité de rédaction

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

### Publicité

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



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



et  
TWITTER  
@ATFonderie

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

## JUIN 2020

- >>> **9 au 11 à Colmar (France) :** SEPEM EST  
EVENEMENT REPORTE DU 17 AU 19 NOVEMBRE 2020  
<https://colmar.sepem-industries.com/>
- >>> **9 au 11 juin à Moscou (Russie) :**  
LITMASH – International Foundry Technology,  
Supplies and Castings Trade Fair  
EVENEMENT REPORTE DU 8 AU 10 JUIN 2021  
<https://www.litmash-russia.com/>
- >>> **11 au 13 à Canton (Chine) :**  
CHINA GUANGZHOU INTERNATIONAL DIE-CASTING,  
FOUNDRY & INDUSTRIAL FURNACE EXHIBITION  
EVENEMENT REPORTE - Nouvelles dates dévoilées  
prochainement  
<http://www.julang.com.cn/english/>
- >>> **12 au 15 à Taiwan :**  
INTERNATIONAL METAL TECHNOLOGY  
EVENEMENT REPORTE - Nouvelles dates dévoilées  
prochainement  
<https://en.imttaiwan.com/>
- >>> **16 au 18 à Lyon (France) :** 3D PRINT  
EVENEMENT REPORTE - Nouvelles dates dévoilées  
prochainement  
<https://www.3dprint-exhibition.com/>
- >>> **16 au 18 à Stuttgart (Allemagne) :** CASTFORGE  
EVENEMENT REPORTE DU 8 AU 10 JUIN 2021  
<https://www.messe-stuttgart.de/castforge/en/>
- >>> **23 au 26 Paris Nord Villepinte (France) :**  
GLOBAL INDUSTRIE  
EVENEMENT REPORTE EN 2021  
<https://www.global-industrie.com/fr>
- >>> **24 au 27 à Bangkok (Thaïlande) :**  
MANUFACTURING EXPO - InterMold Thailand  
EVENEMENT REPORTE DU 23 AU 26 JUIN 2021  
<https://www.manufacturing-expo.com/en-gb.html>

## JUILLET 2020

- >>> **8 au 10 à Shanghai (Chine) :** ALUMINIUM CHINA  
<https://www.aluminiumchina.com/en-gb.html>
- >>> **15 au 17 à Shanghai (Chine) :**  
CHINA DIECASTING 2020 – CHINA NONFERROUS 2020  
<http://www.diecastexpo.cn/en/> - <http://www.cnf-ex.com/en/>
- >>> **15 au 18 à Nagoya (Japon) :** INTERMOLD – Die and Mold Asia  
<https://www.intermold.jp/nagoya/english/>  
EVENEMENT REPORTE - Nouvelles dates dévoilées  
prochainement

## AOUT 2020

- >>> **18 au 20 à Shanghai (Chine) :** METAL CHINA  
18<sup>th</sup> China International Foundry Expo  
<http://www.foundry-china.com/>
- >>> **18 au 20 à Shanghai (Chine) :**  
DIE CASTING CHINA 2020 – 14<sup>th</sup> China International Die Casting  
Industry Exhibition  
<https://www.showsbee.com/fairs/Die-Casting-China.html>

## SEPTEMBRE 2020

- >>> **8 au 10 à Sao Paulo (Brésil) :** EXPOALUMINIO 2020  
<https://www.expoaluminio.com.br/pt-br.html>
- >>> **15 au 18 à Joinville (Brésil) :**  
METALURGIA – Exhibition and Congress of Technology for  
Foundry, Forging, Aluminium & Services  
[https://www.metalurgia.com.br/en\\_us/home-en-fair-foundry-brazil/](https://www.metalurgia.com.br/en_us/home-en-fair-foundry-brazil/)
- >>> **15 au 18 à Minsk (Biélorussie) :**  
LITMETEXPO. FOUNDRY & METALLURGY  
<http://www.minskexpo.com/english/litmetekspo>
- >>> **16 au 18 à Portoroz (Slovénie) :**  
60<sup>th</sup> IFC PORTOROZ 2020  
<https://www.drustvo-livarjev.si/home>
- >>> **23 au 26 à Shanghai (Chine) :**  
INTERNATIONAL WIRE & CABLE INDUSTRY TRADE FAIR  
<http://www.wirechina.net/?list-525.html>
- >>> **29 au 1<sup>er</sup> octobre à Avignon (France) :** SEPEM SUD EST  
<https://avignon.sepem-industries.com/>

## OCTOBRE 2020

- >>> **5 au 9 à Brno (Tchéquie) :**  
FOND-EX INTERNATIONAL FOUNDRY FAIR  
<https://www.bvv.cz/en/fond-ex/>
- >>> **6 au 8 à Düsseldorf (Allemagne) :**  
ALUMINIUM 2020  
<https://www.aluminium-messe.com/en/10/>
- >>> **14 au 16 à Kielce (Pologne) :**  
23<sup>TH</sup> INTERNATIONAL FAIR OF TECHNOLOGIES FOR FOUNDRY METAL  
<https://www.targikielce.pl/en/metal>
- >>> **18 au 20 à Busan (Corée) :**  
74<sup>th</sup> WORLD FOUNDRY CONGRESS  
EVENEMENT REPORTE EN 2022  
[http://www.74wfc.com/2020/english/main/index\\_en.asp](http://www.74wfc.com/2020/english/main/index_en.asp)

## NOVEMBRE 2020

- >>> **4 au 5 à Chaville (France) :**  
METALDAYS  
<https://metaldays.ctif.com/>
- >>> **10 au 12 à Guadalajara (Mexique) :**  
EUROGUSS MEXICO  
<https://www.spotlightmetal.com/euroguss-mexico/>
- >>> **10 au 13 à Francfort sur Main (Allemagne) :**  
FORMNEXT – Salon International des Technologies de Production  
Additives, impression 3D  
<https://formnext.mesago.com/frankfurt/en.html>
- >>> **10 au 13 à Moscou (Russie) :**  
METAL EXPO – 26<sup>th</sup> International Industrial Exhibition  
<https://www.metal-expo.ru/>



# PETIT PRODUIT, GRAND POTENTIEL!



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

 **SCHÄFER**  
THE RISER COMPANY





## Actions régionales ATF • AESFF

Chers lecteurs, chers membres de nos associations, vous le comprendrez aisément et vous l'aviez très certainement deviné, les sorties de Printemps envisagées en ce début d'année 2020 par les différents responsables de nos actions régionales, ont été annulées.

Les cinq branches de nos organisations régionales, Ouest, Nord Île-de-France, Centre Auvergne, Est et Rhône-Alpes vont tout mettre en œuvre pour que les sorties prévues pour célébrer notre Saint Patron Eloi, se tiennent sur leurs périodes habituelles.

### >>> DEUX DE NOS GROUPES ONT DÉJÀ BLOQUÉ UNE DATE :

- Ainsi couplée à la date de la Fête des Lumières du samedi 05 Décembre prochain, le groupe Rhône-Alpes a programmé sa traditionnelle journée moulage au Lycée Hector Guimard de Lyon.
- De son côté le groupe Centre Auvergne a annoncé dans la précédente édition de TNF la date du samedi 28 Novembre, avec un accueil par le lycée de Vierzion.

L'annonce des sorties pour les différents groupes, les programmes détaillés, vous seront communiqués dans nos prochains numéros. N'hésitez pas à bloquer déjà vos agendas et à contacter vos contacts ATF régionaux si vous souhaitez obtenir plus de détails. En espérant que cet imprévisible ennemi, ait été vaincu ou du moins bien maîtrisé pour nous permettre de célébrer notre Saint Patron, sans risque pour les fondeurs et leurs familles.

## Modernisez votre outil de production et gagnez en productivité

Spécialisée dans la conception et la réalisation de projets pour la fonderie, SCOVAL est une société française qui fabrique et commercialise des produits intégrables à votre process.

Scoval, c'est aussi :

Malaxeurs  
Refroidisseurs

Machines à mouler et  
lignes de moulage

Contrôle des sables  
de moulage

Robotisation  
et Ingénierie

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



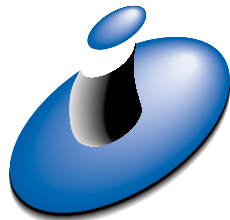
**SCOVAL**  
fondDare.  
Représentant officiel :

Vibrants

Grenailleuses



# Une gamme complète d'additifs pour moulage à vert



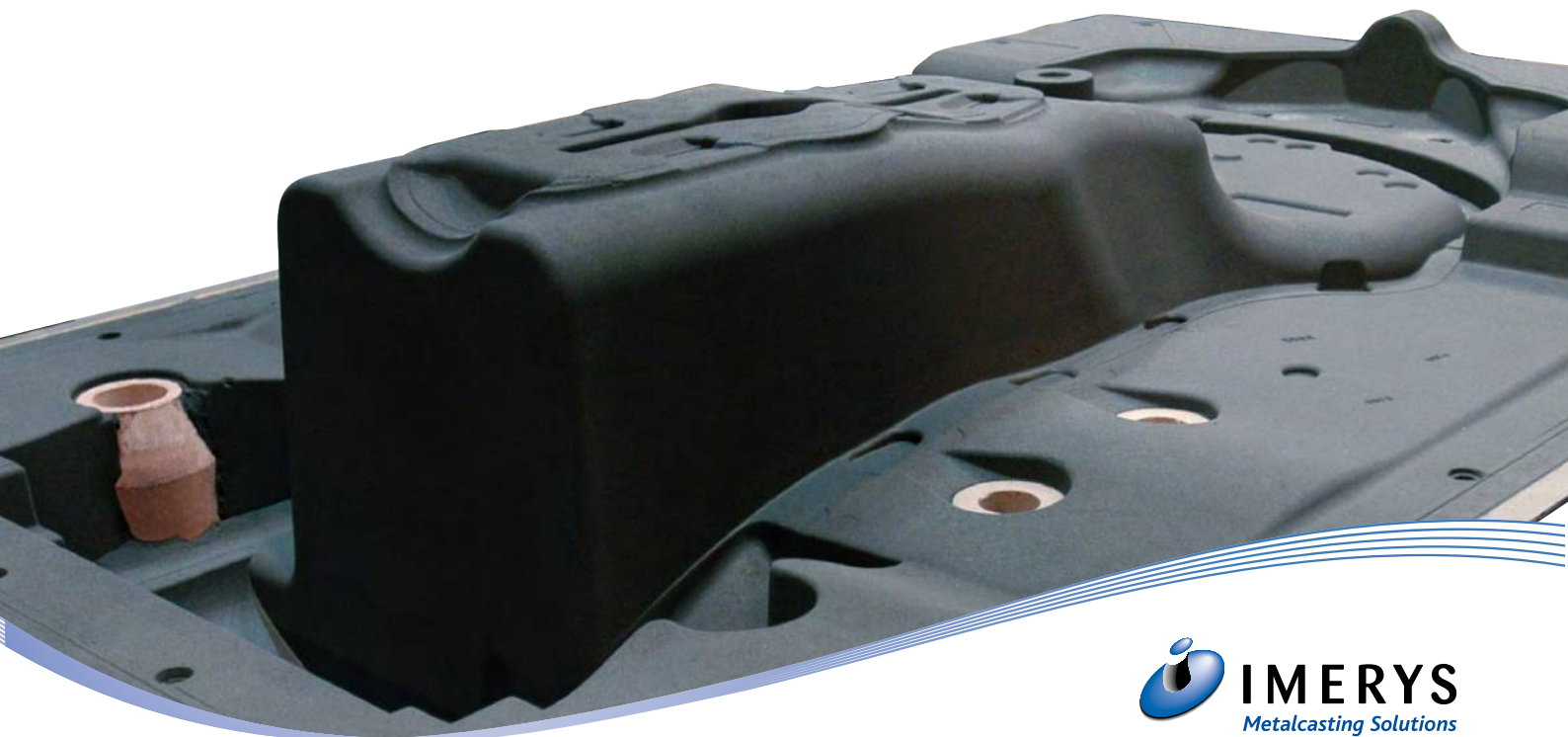
# IMERYYS

*Metalcasting Solutions*

- Bentonites
- Noir minéral
- Noirs enrichis
- Mélanges prêts à l'emploi
- Additifs basse émission

[contact.montoir@imerys.com](mailto:contact.montoir@imerys.com)

[www.imerys.com](http://www.imerys.com)



**IMERYYS**  
*Metalcasting Solutions*

# Quand l'impression 3D combat le covid 19

L'impression 3D procédé de fabrication additive, dont le premier brevet a été déposé le 16 juillet 1984 par 3 français (Jean-Claude ANDRE, Olivier DE WITTE et Alain LE MEHAUTE) pour la société Cilas Alacatel et qui convertit un modèle numérique en un objet solide en trois dimensions, se révèle aujourd'hui précieuse voire indispensable.

En effet, la période de pandémie de coronavirus a relancé l'intérêt de cette technologie particulièrement adaptée aux situations d'urgence.



L'AP-HP se dote de 60 imprimantes 3D pour concevoir des dispositifs médicaux en urgence.



En chamboulant les chaînes d'approvisionnement des entreprises, le Covid 19 a mis dans la lumière cette révolution industrielle qui peinait à émerger et a provoqué un emballement qui pourrait accélérer l'adoption de l'impression 3D au-delà du cercle restreint des universités et des start-ups.

« Contrairement à la production industrielle traditionnelle, qui demande des machines spécifiques, fabriquées dans des usines spécifiques, l'imprimerie 3D est très flexible », enchérit Greg Mark, fondateur et PDG de Markforged, une start-up américaine fabriquant des machines 3D. « Pour passer de l'impression de masques à celle de conton-tiges il suffit de changer de fichier informatique » poursuit-il.

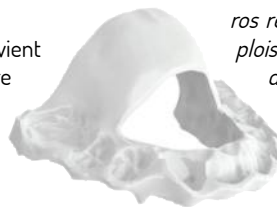
En France, visières, pousse-seringues, valves pour respirateurs artificiels... les amateurs et les industriels équipés d'imprimantes 3D se sont organisés pour répondre en temps réel à la pénurie d'équipements de protection et de fournitures médicales. De la conception du fichier informatique à la validation le circuit a été de 48 heures là où souvent ce processus prend parfois plus d'un an.

L'AP-HP associée à la start-up Bone 3D, avec qui elle avait signé en octobre 2019 une licence de développement, a installé à l'hôpital Cochin soixante imprimantes 3D. Elles produisent du matériel médical en plastique destiné aux soignants et aux patients touchés par le virus.

Hewlett Packard a mis sur pied un groupe de travail dédié à la production de matériel pour lutter contre le Covid-19. Avec ses milliers d'imprimantes 3D, l'entreprise est désormais capable de concevoir et de fabriquer des produits pouvant être imprimés à une échelle industrielle. L'équipe dirigée par Fabio ANNUNZIATA, directeur du développement chez HP, a réuni en quelques jours des centaines d'employés pour organiser l'impression des pièces nécessaires. Résultat : 1,5 million de produits ont été imprimés en 3D aux Etats-Unis l'épicentre actuel de la pandémie.

L'impression 3D a déjà révolutionné certains domaines, notamment celui de la médecine.

La start-up Bone 3D qui vient de réaliser en décembre 2019 sa première levée de fonds de 1,4 million d'€ fabrique par exemple une gouttière de repositionnement pour les opérations des mâchoires pratiquées en chirurgie maxillo-faciale.



L'impression 3D permet également de créer des cornées à partir de cellules souches. L'aéronautique avec Airbus produit certaines pièces de ses avions avec ce procédé notamment pour l'A350. Si le recours à l'impression 3D est d'une grande utilité aux soignants son

développement dans l'industrie reste malheureusement freiné par sa lenteur et son coût.

Il est important que ce focus sur l'impression 3D résultant de cette pandémie crée une dynamique entrepreneuriale autour de cette technologie et qu'il y ait, en France et en Europe, des acteurs qui avancent, agissent et tentent de créer de la richesse donc des emplois.

Comme le disait Alain LE MEHAUTE, l'un des pères de l'impression 3D lors d'un interview « on estime à plusieurs centaines de milliards d'euros le potentiel économique de cette technologie... sachant que cent milliards d'euros représentent entre 1 et 4 millions d'emplois... et sachant en outre que la maîtrise de cette technique induit de multiples créations dérivées y compris conceptuelles » il est essentiel que la dynamique de l'innovation ne soit pas cassée au sortir de cette pandémie.

Patrice DUFEY - ATF //////////////

- > Site COPPER 3D : <https://copper3d.com/hackthepandemic/>
- > SITE 3D NATIVE : <https://www.3dnatives.com/ap-hp-imprimante-3d-covid-19-060420203/>



## MACHINES DE COULÉE

PAR PILOTAGE SEMI-AUTOMATIQUE OU AUTOMATIQUE

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



PERFECTION IN EVERY SINGLE MOULD.



New Harmony >> New Solutions™



sinto FOUNDRY INTEGRATION

www.sinto.com

**HEINRICH WAGNER SINTO  
Maschinenfabrik GmbH**

SINTOKOGIO GROUP

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

Représentation en France :

**Laempe + Fischer Sàrl**

1 rue Bartholdi · 68180 ENSISHEIM  
Tel. 0033 (0)3 89 81 18 38 · Email: [info@laempfischer.fr](mailto:info@laempfischer.fr)  
[www.laempfischer.fr](http://www.laempfischer.fr)



# EIRICH



## Systemes d'entrainement direct, efficaces, pour équiper les mélangeurs Eirich.

**Vous aussi, pouvez bénéficier des moteurs synchrones sur vos mélangeurs.**

**Economie d'énergie jusqu'à 25%.**

**D'autres bénéfices** constatés : maintenance, réduction bruit et vibrations, design plus compact.

**Eirich France**

Parc Aktiland, 1 rue de Lombardie · 69800 Saint Priest  
Tél : +33 (0) 4 78 93 11 47 · Fax : +33 (0) 4 78 89 09 21  
[eirich@eirich.fr](mailto:eirich@eirich.fr) · [www.eirich.com](http://www.eirich.com)

KTM SPORTMOTORCYCLE GMBH – QUESTIONS POUR LES ARTICLES DANS GIESSEREI

## **Mit Druckguss die Wüste erobern**

Ansonsten Fragen an :

Joachim SAUER Senior product manager offroad product management KTM sportmotorcycle GmbH

### ? **Wie hoch ist der Anteil der E-Motorräder inzwischen?**

Bisher liegt der Verkaufsanteil an E-Modellen noch im unteren einstelligen Prozentbereich. Wir bieten zurzeit zwei Modelle an, vor allem von unserem neuesten « Baby », der KTM SX-E 5 erwarten wir allerdings eine stark steigende Nachfrage in der kommenden Offroad Saison.

### ? **Wie wird sich der Anteil an E-Motorräder weiterentwickeln?**

Die KTM Entwicklung arbeitet intensiv an diversen E-Projekten. Mit dem Modelljahr 2024 sollte KTM ein interessantes Portfolio an Elektro-Zweirädern auf dem Markt haben. Genauere Angaben dazu werden rechtzeitig bekannt gegeben.

### ? **Was hat der Sinneswandel hervorgerufen, massiv in diesen Bereich zu investieren?**

Einer der Beweggründe war zunächst sicherlich, sich innovativen Technologien zu öffnen, die in diesem Falle auch einen wesentlichen Vorteil mitbringen, nämlich die Eliminierung des Lärms, ein ständiger Kritikpunkt im Motorradbereich.

Aber als zukunftsorientierter Zweiradhersteller kann man sich auch den Anforderungen hinsichtlich CO2 Reduzierung nicht verwehren. Keine Frage, auch das Zweirad wird sich elektrifizieren. Wie schnell das geschieht bleibt spannend, aber sicher mit einiger Verzögerung gegenüber dem Automobilssektor. Aber wie schnell das gehen kann, konnte man bereits bei den Fahrrädern mitverfolgen.

### ? **Auf welchen Maschinen (Hersteller + Schließhälfte) stellen Sie die Teile her?**

In Sachen Produktion erfolgt bei KTM allein die Assemblierung von Motor und Fahrgestell. Gussteile des Motors und die elektrischen Komponenten inklusive 12-V-Batterie werden von externen Lieferanten produziert.

### ? **Wer ist der Zulieferer?**

Selbstverständlich haben wir unterschiedliche Lieferanten für all unsere verschiedenen Teile. Wir möchten hier aber keine Namen nennen. Aber wir können hierzu ergänzen, dass wir Druckguss generell nur von renommierten Lieferanten aus Europa beziehen.

### ? **Wie wichtig ist die Druckgusstechnik (Gießereitechnik) für Ihre Motorräder?**

Druckguss ist ein wesentliches Verfahren zur Herstellung von hochwertigen Motoren aber auch Fahrgestellkomponenten wie zum Beispiel Schwingen für zahlreiche Straßenmodelle. Hinsichtlich Gewicht und Kosten bietet Druckguss ganz klare Vorteile.

### ? **Es heißt, jeder 6. Mitarbeiter arbeitet bei Ihnen in der Forschung? Woran arbeitet ihr gerade?**

Das lässt sich nicht pauschal beantworten. KTM hat ein sehr breites Portfolio an unterschiedlichsten Modellen: Von 50 Kubik Motocross Kindermotorrädern bis hin zum 180 PS Streetfighter mit 1300 ccm. Von Zweitakt-, Viertakt-, bis hin Elektromotoren. Global verkaufen wir mehr als 140 unterschiedliche Modell-Spezifikationen. Daraus ergibt sich ein enormer Entwicklungsaufwand, um auf dem stark umkämpften Zweiradmarkt Schritt zu halten und unsere Position als größter europäischer Motorradhersteller weiter auszubauen.

### ? **Wie beurteilen Sie die Welle an E-Rollern + E-Scootern, die gerade über Europa hinweg schwappt?**

Wir begrüßen diesen Trend ganz klar und freuen uns, auch in diesem Segment zukünftig mitspielen zu können.

### ? **Sind Sie in dieses Geschäft involviert?**

Bereits heute bieten wir über Husqvarna ein breites Spektrum an E-Fahrrädern an, hier wird noch vieles folgen.

### ? **Wie sehen Sie diese Entwicklung hinsichtlich Ihres Absatzes?**

KTM hat einen ganz klaren Fahrplan. Wir werden durch die Erschließung weiterer Märkte sowie die Erweiterung unserer Produktpalette unsere Marktposition weiter ausbauen, um aggressiv auch den starken japanischen Marken entgegen zu treten.

### ? **Präsentieren Sie sich auf der Euroguss?**

Nein, wir sind als Fahrzeughersteller nicht als Aussteller präsent.

### ? **Welche Rolle spielt die Messe für Sie?**

Selbstverständlich ist die Messe für unsere Entwickler und Einkäufer von großer Bedeutung, da hier immer die neuesten Trends vorgestellt werden und ein breites Angebot an potenziellen Lieferanten zu finden ist.

### ? **Metalldruck**

Metalldruck ist auch bei uns ein Thema, das in der Entwicklung enorme Vorteile bringt. Wir setzen dieses Verfahren schon vielseitig ein, z.B. in der Entwicklung von Auspuffanlagen, aber auch für Motorkomponenten wie etwa Zylinderköpfe etc.



**l'auteur :**

Robert Piterek

Stellvertretender Chefredakteur / Rédacteur en chef adjoint

Bundesverband der Deutschen Gießerei-Industrie / Association fédérale de l'industrie allemande de la fonderie



# À la conquête du désert avec le moulage sous pression

Interview de :

Joachim SAUER Chef de produit senior gestion des produits tout-terrain KTM sportmotorcycle GmbH

## ? Quelle est la part actuelle des motos électriques ?

Jusqu'à présent, la part des ventes des modèles électriques se situe toujours dans la partie inférieure de la fourchette à un chiffre. Nous proposons actuellement deux modèles, en particulier notre dernier « bébé », le KTM SX-E 5, mais nous prévoyons une forte augmentation de la demande pour la prochaine saison tout-terrain.



## ? Comment la part des E-motos va-t-elle continuer à se développer ?

Le développement de KTM travaille intensivement sur divers E-projets. Avec l'année modèle 2024, KTM devrait disposer d'un portefeuille intéressant de deux-roues électriques sur le marché. De plus amples informations seront communiquées en temps utile.

## ? Qu'est-ce qui vous a amené à changer d'avis et à investir massivement dans ce secteur ?

L'une des motivations était certainement au départ l'ouverture aux technologies innovantes, qui dans ce cas ont également un avantage significatif, à savoir l'élimination du bruit, un point de critique constant dans le secteur des motocyclettes. Cependant, en tant que fabricant de deux-roues tourné vers l'avenir, on ne peut pas se priver des exigences en matière de réduction du CO<sub>2</sub>. Il ne fait aucun doute que le deux-roues sera également électrifié. La rapidité avec laquelle cela se produira reste passionnante, mais certainement avec un certain retard par rapport au secteur automobile. Mais on a déjà vu à quelle vitesse cela peut se produire avec les vélos.

## ? Sur quelles machines (fabricant + sous traitants) produisez-vous les pièces ?

En matière de production, KTM assemble à elle seule le moteur et le châssis. Les pièces moulées du moteur et les composants électriques, y compris la batterie 12 V, sont fabriqués par des fournisseurs externes.

## ? Qui est le fournisseur ?

Bien sûr, nous avons différents fournisseurs pour toutes nos différentes pièces. Nous ne voulons pas citer de noms ici. Mais nous pouvons ajouter que nous n'achetons généralement que des pièces moulées sous-pression auprès de fournisseurs renommés en Europe.

## ? Quelle est l'importance de la technologie de moulage sous pression (technologie de fonderie) pour vos motos ?

Le moulage sous pression est un procédé essentiel pour la production de moteurs de haute qualité, mais aussi de composants de châssis tels que des bras oscillants pour de nombreux modèles de route. En termes de poids et de coût le moulage sous pression offre des avantages évidents.

## ? Je crois savoir qu'un sur six de vos employés travaille dans la recherche. Sur quoi travaillez-vous en ce moment ?

Il n'y a pas de réponse générale à cette question. KTM dispose d'un très large portefeuille de modèles différents : de 50 cm<sup>3</sup> de motocross pour enfants au Streetfighters de 1300 cm<sup>3</sup> et 180 ch. Des moteurs à deux temps, quatre temps et électriques. Nous vendons dans le monde entier plus de 140 modèles de spécifications différentes. Cela se traduit par un énorme effort de développement pour suivre le marché très concurrentiel des deux-roues et pour renforcer notre position de premier fabricant européen de motos.

## ? Comment évaluez-vous la vague d'E-scooters qui déferle actuellement sur l'Europe ?

Nous nous félicitons clairement de cette tendance et sommes impatients de jouer dans ce segment à l'avenir.

## ? Êtes-vous impliqué dans cette activité ?

Aujourd'hui déjà nous proposons une large gamme de vélos électriques via Husqvarna, il y a encore beaucoup à faire.

## ? Comment voyez-vous cette évolution en ce qui concerne vos ventes ?

KTM a un calendrier très clair. Nous continuerons à développer notre position en ouvrant de nouveaux marchés et en élargissant notre gamme de produits afin de faire face de manière forte aux marques japonaises.

## ? Serez-vous présents à Euroguss ?

Non, en tant que constructeur de véhicules, nous ne sommes pas présents en tant qu'exposants.

## ? Quel rôle le salon joue-t-il pour vous ?

Bien entendu, le salon est très important pour nos développeurs et nos acheteurs, car les dernières tendances y sont toujours présentées et un large éventail de fournisseurs potentiel y est proposé.

## ? Impression métal

L'impression métal est également un sujet pour nous, ce qui apporte d'énormes avantages en termes de développement. Nous utilisons déjà ce procédé de diverses manières, par exemple pour le développement de systèmes d'échappement, mais aussi pour des composants de moteur tels que les culasses, etc.

Gérard LEBON - ATF //////////////



Lien vers l'article en anglais





## Une page blanche pour la formation (suite)

Notre précédent numéro affichait une page blanche pour la formation ATF en 2020, notre numéro 17 n'en sera que la pale copie.

Nous vous annonçons chers lecteurs que cet exercice **nécessiterait une grande souplesse et une grande adaptabilité de la part de notre association.**

C'est encore le cas aujourd'hui à la date de publication de ce numéro, les bénévoles de notre association attendent d'y voir plus clair pour écrire les pages de leur livre blanc.

C'est encore le cas aujourd'hui car nous n'avons pas de compte-rendu de récentes sessions à publier !

Le déconfinement progressif est lancé, et tous les pans de notre économie sont déstabilisés d'une façon ou d'une autre. Ceux qui sont restés au front, peut-être moins touchés économiquement parlant, n'en sont pas moins touchés physiquement et psychologiquement. Sans disposer de chiffres précis, nul doute que notre métier avec de nombreuses entreprises à l'arrêt ou en périodes de reprises très progressives est lui aussi durement touché.

La tenue de notre programme 2020 reste à ce jour une grande inconnue, les deux prochains stages du catalogue A3F, animés par notre association, programmé en Juin (programme en copie dans ce numéro) risquent d'être annulés, car nous n'avons pas à ce jour pu vérifier avec l'organisme de tête, la multitude des conditions tant sanitaires que logistiques qui pourraient permettre de maintenir ces deux stages.

La commission CYCLATEF sera de nouveau convoquée pour étudier avec les bénévoles et avec l'aval des membres du bureau si nous pouvons réaliser la refonte nécessaire de notre programme comme évoqué dans le précédent numéro à partir de Septembre 2020 ?

En effet, le modèle de nos formations CYCLATEF, repose sur la proximité les échanges, l'appui de visite d'entreprises, et tous ces concepts se trouvent aujourd'hui balayés pas les mesures de confinement et de post-confinement pas encore assez claires pour envisager sereinement les quatre derniers mois de l'année.

Du côté des femmes et des hommes de notre profession, des stagiaires et des animateurs & intervenants, seront-ils autorisés par leurs entreprises respectives de voyager hors des murs ?

En conclusion de ce message, les longues heures de confinement nous aurons à tous permis de se plonger dans "plus" de lectures.

Pour ma part signataire de cet article pour **TECH News FONDERIE**, j'ai retenu une courte réflexion d'un éminent neuropsychiatre Boris Cyrulnik, extrait d'un interview qu'il a donné au journal Les Echos.

Extrait du texte de l'interview des ECHOS.

**« L'éducation est un thème qui vous est cher. »**  
*Quel regard portez-vous sur le téléenseignement ?*  
 Réponse de Boris Cyrulnik :



*"Le téléenseignement ne peut donner que de mauvais résultats. A l'École nationale de la magistrature de Bordeaux, où j'ai enseigné, on a voulu mettre en place des MOOC. Et on s'est vite rendu compte que les étudiants retenaient moins bien les cours via les MOOC. La raison en est parfaitement documentée sur le plan neurologique. Ce qui, dans le cerveau, active la mémoire, c'est l'émotion. Seul chez soi, en pyjama devant son écran, on n'a pas d'émotions. Tout le monde en a fait l'expérience : les meilleurs professeurs, ceux qui vous marquent à vie, sont ceux qui, en sus d'un certain contenu, vous ont transmis de l'émotion."*

Je laisse à la sagacité des lecteurs de tirer quelques enseignements de ce court extrait. Tout en vous permettant de consulter cet article dans son intégralité en pièce jointe, où il est également question de résilience un concept développé par Boris Cyrulnik.

Cet article doit conforter les membres de notre association, qui a vu le jour avant les deux grandes guerres du siècle précédent. Les principes d'échanges et la formation qu'a développé l'ATF depuis de nombreuses années en n'omettant jamais l'émotion sont de bons principes ceux qui lui ont certainement donné sa résilience. Tout sera fait pour maintenir ces bons principes, même si nous devons attendre 2021.

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



Téléchargez l'article de Boris CYRULNIK



## Les formations



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



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

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

### ... JUIN ...

DU AU  
**02 > 05**

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

>>> réf. : TM F015 B <<<

*Catalogue A3F - CTIF : Page 28*

DU AU  
**16 > 18**

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

>>> réf. : TM F006 <<<

*Catalogue A3F - CTIF : Page 36*

### ... SEPTEMBRE ...

DU AU  
**08 > 09**

#### Optimiser une visite technique chez son fondeur

>>> réf. : TM F065 <<<

*Catalogue A3F - CTIF : Page 42*

DU AU  
**22 > 25**

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

>>> réf. : TM F017 <<<

*Catalogue A3F - CTIF : Page 37*

### ... OCTOBRE ...

DU AU  
**06 > 08**

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

>>> réf. : TM F066 <<<

*Catalogue A3F - CTIF : Page 41*

DU AU  
**20 > 23**

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

>>> réf. : TM F015 C <<<

*Catalogue A3F - CTIF : Page 41*

Lieu : Nancy (54) - Lycée Henri Loritz

### ... NOVEMBRE ...

DU AU  
**17 > 19**

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

>>> réf. : FT F013 <<<

*Catalogue A3F - CTIF : Page 30*

### ... DECEMBRE ...

DU AU  
**02 > 04**

#### Le moulage haute pression à joint vertical

>>> réf. : TM F047 <<<

*Catalogue A3F - CTIF : Page 37*



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

### OBJECTIFS

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

### PROGRAMME

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

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

**PRÉREQUIS** : Niveau bac ou équivalent

### PERSONNES CONCERNÉES

Tout public débutant et voulant connaître les techniques de fonderie



**ANIMATEUR** : Fernand ECHAPPE (ATF), Jean-Charles TISSIER (ATF)  
**POUR TOUS RENSEIGNEMENTS** : Contactez l'ATF au +33 1 71 16 12 08 ou e-mail : [atf@atf-asso.com](mailto:atf@atf-asso.com)  
 ou A3F au +33 1 41 14 63 59

### ORGANISATION

#### FILIERE

Toutes filières

#### REFERENCE

TM F015B

#### DUREE

4 jours

#### DATES

2 au 5 juin 2020

#### LIEU

Nous contacter

#### PRIX H.T. TVA 20%

1 930 €



## Moulage et noyautage en sable à prise chimique

### OBJECTIFS

- Rappeler les principes généraux des sables à prise chimique.
- Faire l'inventaire des procédés existants.
- Décrire leur mise en œuvre.
- Définir les paramètres à surveiller pour assurer la qualité.
- Identifier les exigences réglementaires environnementales à considérer.

### PROGRAMME

- La description et la mise en œuvre des procédés
    - Boîte chaude (phénolique, furannique, Croning,...).
    - Prise à froid, Procédé polyuréthane, Procédé
    - Phénolate alcalin ester (Alphasel, Betaset),
    - Procédés à liants minéraux
  - Chimie des procédés de moulage et noyautage
  - Les matériaux utilisés et contrôles des matières premières.
  - Préparation des sables et chantiers
  - Les contrôles du sable préparé
  - Les outillages et machines
  - Les contraintes Hygiène et Sécurité.
  - Récupération et régénération.
- Les prescriptions réglementaires à considérer
  - Présentation des projets réglementaires européens et nationaux
  - Enduction
    - Rôle et propriétés des principaux enduits
    - Méthode d'enduction, Séchage
    - Les méthodes de contrôle
    - Les additifs
  - Les défauts liés au moulage, noyautage et aux enduits
- Illustrations concrètes et pratiques en entreprise**

**PRÉREQUIS** : Niveau bac ou équivalent ou expérience industrielle confirmée

### PERSONNES CONCERNÉES

Ingénieurs, techniciens des méthodes et de fabrication de fonderies.



**ANIMATEURS** : Pierre SADON (ATF), Thierry NORMAND (ASAF), Manuel VARGAS (HA)  
**POUR TOUS RENSEIGNEMENTS** : Contactez l'ATF au +33 1 71 16 12 08 ou e-mail : [atf@atf-asso.com](mailto:atf@atf-asso.com)  
 ou A3F au +33 1 41 14 63 59

### ORGANISATION

#### FILIERE

Toutes filières

#### REFERENCE

TM F006

#### DUREE

3 jours

#### DATES

16 au 18 juin 2020

#### LIEU

Nous contacter

#### PRIX H.T. TVA 20%

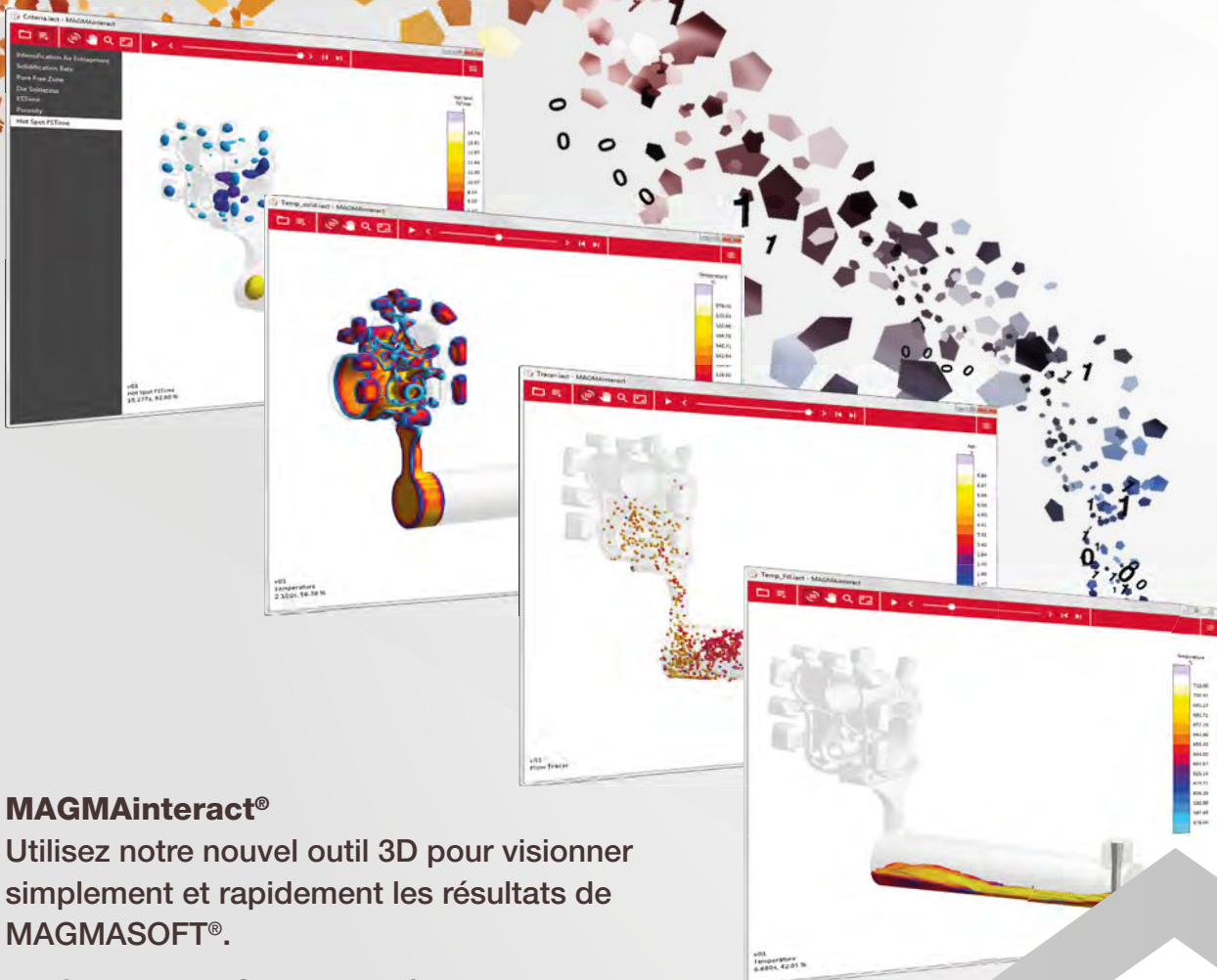
1 630 €



# VOYEZ ET AGISSEZ, INTERACTEZ!



# 5



## MAGMAinteract®

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

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

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



# 5

**MAGMASOFT®**  
autonomous engineering

# Les systèmes d'alimentation innovants génèrent des réductions de coût dans la production en série de pièces de fonderie

Auteur : Jörg SCHÄFER, GTP Schäfer, Grevenbroich • [www.gtp.schaefer.com](http://www.gtp.schaefer.com)

*La tendance continue pour la production de pièces moulées complexes.*

*Le fil conducteur des ingénieurs concepteurs de pièces de fonderies, recherchent en permanence, des améliorations de performances et de coûts. Ceci exige un perfectionnement constant des systèmes d'alimentation traditionnels.*

Les manchons avec positionnement précis sur la pièce sont particulièrement conçus pour répondre aux exigences actuelles des fondeurs dans leur environnement compétitif de marché.

Après un lancement réussi de cette gamme de produits nous obtenons, des résultats très positifs.

Dans le monde entier, les fonderies sont confrontées à des exigences très élevées concernant les procédés de production et leurs optimisations, tel que, l'augmentation de la productivité, la réduction des coûts matières, de parachèvement et d'usinage.

Afin d'aider les fonderies à relever ces défis quotidiens, nous, comme partenaire de cette industrie, sommes, avant tout, incités au développement de solutions innovantes pour et avec les clients.

La technologie des systèmes d'alimentation disponible aujourd'hui sur les marchés, en dehors de l'Europe, est dominée par des manchons exothermiques conventionnels. Très souvent, le masselottage traditionnel est encore utilisées en fonderies. Cette technologie offre une efficacité très limitée et génère un rendement matière très faible. L'efficacité des différents systèmes d'alimentation disponibles peut être comparée comme suit :

Tableau d'efficacité

Type de manchon	Rendement [%]	Poids résiduel [kg]		Comparaison avec masselottage traditionnel [%]
Masselotte traditionnelle	10 - 15	approx. 8	→	100
Manchon exothermique	25 - 35	approx. 3	→	38
Manchxon-POINT®	60 - 70	approx. 0,7	→	8



Figure 1. Manchon exothermique en fusion.

Pour une coulée en fonte à graphite sphéroïdal de 20 kg, le retrait du métal peut être estimé à environ 5 %, ce qui correspond à un besoin en métal pour l'alimentation de 1,0 kg. Afin de fournir un tel volume de métal d'alimentation, les systèmes de masselottage suivants devraient être appliqués :

En résumé du tableau ci-dessus, nous pouvons observer une efficacité des manchons positionnés précisément bien plus élevée que celle d'une masselotte traditionnelle ou d'un manchon exothermique classique.

Alors qu'une masselotte en sable avec une efficacité d'environ 13 % aurait permis d'obtenir un poids du système d'alimentation de 8 kg, un manchon conventionnel aurait été plus léger avec un poids de système de 3 kg.

En utilisant un manchon positionné précisément ayant une efficacité de 60 à 70 %, le poids du système d'alimentation serait réduit à moins de 1 kg.

Dans le cas mentionné d'une coulée de 20 kg, le rendement peut être très nettement amélioré par l'utilisation de cette technologie innovante.

L'efficacité d'un système d'alimentation devient, également, très importante pour les pays en voie développement tels que l'Inde, la Chine et les pays d'Amérique du Sud. Ces pays ont historiquement bénéficié de coûts de conversion plus faibles grâce à des coûts énergétiques et de main-d'œuvre plus favorable. Toutefois, à mesure que ces pays se développent, ces coûts augmentent et influencent la rentabilité globale de leurs fonderies.

Outre l'efficacité bien plus faible de la technologie d'alimentation « traditionnelle » mentionnée ci-dessus, le problème est souvent

Figure 2. Schéma comparatif de masselotte traditionnelle / manchon exothermique / POINT-Riser®.





augmenté par le fait que les points chauds sont situés au centre de la pièce coulée. Afin d'alimenter ces sections centrales, les masselottes latérales (à talon) devront assurer une longue distance d'alimentation, ce qui nécessite souvent une masselotte de dimension encore plus importante. C'est pourquoi les fondeurs ont tendance à ajouter des points d'alimentation très précis afin de mieux atteindre le point chaud avec des masselottes à talon. Ces ajouts de matière ne sont, souvent, pas acceptés par le client et doivent donc être enlevés pendant les opérations d'ébarbage de la pièce. Cela entraîne, à nouveau, une augmentation des temps d'ébarbage ainsi que le risque de rebut.

Dans le but d'offrir un produit de série procurant une valeur ajoutée significative sous forme d'amélioration de la productivité, nous avons accentué nos efforts de développement de cette gamme de Manchons. En 2003, les premiers manchons avec feuille métallique ont été présentés à l'industrie internationale de la fonderie. Cette gamme, comme le montre la *figure 3*, a été développés pour répondre à la demande de surfaces de liaison entre la masselotte et la pièce de plus en plus petites, sur des formes de modèles complexes avec des pressions de serrage des machines à mouler très élevées.

## >>> DESCRIPTION ET PROPRIÉTÉS DU PRODUIT

Ces Manchons très ajustés possèdent une forme auto-centrant dont le grand diamètre interne se réduit par une ouverture plus petite que l'accessoire collé au manchon pour former un profil de col de masselotte plus petit. En option, cet accessoire peut être une galette (noyau) de casse traditionnelle, une plaque de réduction exothermique ou une feuille métallique plate (*figure 3*).



Figure 3. Gamme manchons POINT-Risers®.

De plus des alternatives mentionnées ci-dessus, les manchons auto-centrant sont également disponibles avec une feuille métallique de rupture, de forme convexe solidement reliée au corps du manchon. Son principal avantage est une grande résistance mécanique sécurisant le processus de serrage, plus

particulièrement sur les machines à mouler à haute pression les plus modernes.

La feuille métallique est disponible avec des diamètres d'alésage allant de 15 à 40 mm, en fonction du module de la masselotte ainsi que de l'application individuelle (par exemple, les caractéristiques du matériau). Des alésages ovales (20 mm x 30 mm) sont disponibles pour les positionnements étroits, telles que les brides, qui n'ont qu'une épaisseur de paroi de 20 à 30 mm mais et nécessitent le plus grand col de masselotte possible.

Ce développement est une étape supplémentaire dans l'extension du système modulaire éprouvé des manchons dans lequel le système d'alimentation est adapté aux besoins des clients et des processus.

Le système d'alimentation peut également être personnalisé concernant le choix du matériau du manchon. Si, par exemple, le client souhaite éviter la contamination du sable de circuit par le fluor, des formules permettent de répondre aux critères de rejet du sable utilisé, en choisissant des manchons à teneur réduite en fluor ou sans fluor. Pour les modules d'alimentation plus grands, il est préférable d'augmenter les propriétés isolantes des manchons.

## >>> TECHNOLOGIE D'APPLICATION

Ces manchons offrent aux fondeurs un large éventail de possibilités liées à la technologie de moulage, et permettant d'adapter la technique aux conditions de moulage individuelles. Pour la forme intérieure auto-centrant des manchons des broches à ressorts et à tiges fixes peuvent être aussi utilisées pour maintenir le manchon au-dessus du modèle avant le serrage. La figure 4 montre l'exemple schématique d'un manchon avant et après le serrage avec des broches à ressort ou fixes.

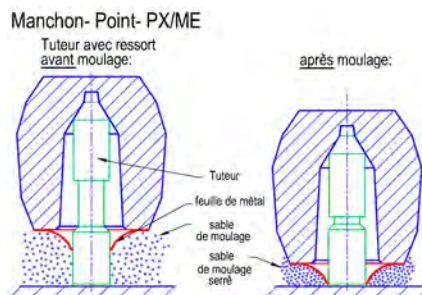


Figure 4. Technologie d'application avec une broche à ressort et une tige fixe

Pendant le serrage du sable de moulage, la pression mécanique élevée exercée par la machine à mouler comprime la feuille métallique avec le système d'alimentation préalablement maintenu debout sur la plaque modèle, formant ainsi un bord de rupture prédéfini juste au-dessus de la surface de moulage.



Figure 5. Les manchons POINT-Risers® positionnés sur une plaque modèle.

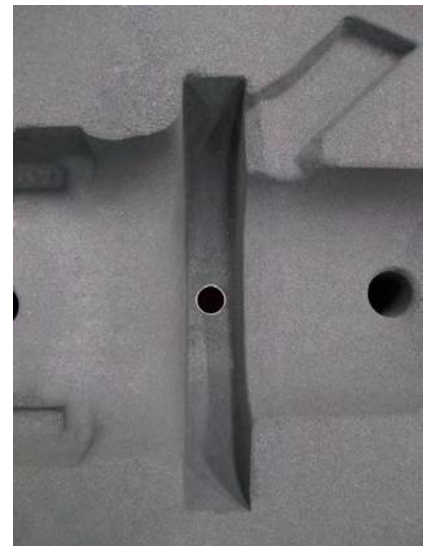


Figure 6. Col d'alimentation des manchons POINT-Risers® dans le moule après serrage.

Pour un réglage optimal de la hauteur de la broche, la feuille de métal doit être maintenue sur la broche au-dessus du modèle (*figure 5*), car la feuille de métal sera poussée vers le bas jusqu'à la plaque modèle pendant le processus de serrage du moule. Les variations de la hauteur de la broche permettent de rationaliser et de sécuriser les paramètres de processus « hauteur du col de masselotte ».

L'extrémité inférieure de la broche peut avoir un bord biseauté supplémentaire en fonction du matériau, de la surépaisseur d'usinage et de l'emplacement. Cela permet d'éviter d'endommager la surface de la pièce coulée en cas de rupture des restes de masselottes lors du décochage.

Après serrage, le manchon s'adapte à la forme du modèle avec le bord de sa tôle (*figure 6*). Ainsi, la surface de positionnement de la masselotte n'est que légèrement plus grande que le diamètre du col de la masselotte sélectionné sur la tôle ME.

La nouvelle technologie avec les tôles de métal permet d'appliquer les manchons sur des petites surfaces, irrégulières sans risque d'endommager le noyau de casse. Ce système d'alimentation élargit considérablement le champ d'application des manchons, en particulier sur les surfaces extrêmement petites ou saillantes, telles que les cames, les articulations ou les flancs.

En outre, ces manchons réduisent considérablement la longueur du col de masselotte, ce qui réduit le risque de « gel » précoce du col de la masselotte.

Le serrage optimal du sable sous les manchons est un autre avantage obtenu par le fait que ce type de manchon est maintenu en position verticale par le tuteur avant le serrage.

**>>> COMPORTEMENT AU DÉCOCHAGE**

Une arête de rupture prédéterminée, formée par la feuille de métal (figure 6) immédiatement au-dessus de la surface de coulée facilite, la séparation efficace et sûre de la masselotte. La surface de positionnement minimisée de la feuille de métal crée une surface de haute qualité (figure 7). L'ébarbeur n'a plus à se soucier de la tâche fastidieuse du

meulage de la pièce autour du col de la masselotte. Cela permet de réduire le temps de cycle des pièces coulées, ainsi que le temps d'ébarbage. Le risque de rebuts causé lors de l'ébarbage est réduit grâce à des arêtes de rupture définies facilitant des opérations d'ébarbage simplifiées.



Figure 7. Découpage

**>>> AMÉLIORATION DES COÛTS POUR LA PRODUCTION EN SÉRIE**

Les capacités uniques de ce type de manchons, offre aux fonderies une alternative rentable. Jusqu'à présent, les économies réalisées par l'utilisation de cette gamme de manchons ont largement dépassé les coûts des manchons. Les économies potentielles peuvent être résumées comme suit :

1. Amélioration du rendement grâce à une plus grande efficacité des manchons exothermiques
2. Positionnement flexible et précis sur des points de pièces complexes
3. Efficacité accrue de l'utilisation de l'espace - plus de pièces par châssis
4. Réduction des rebuts grâce à une plus grande stabilité du processus
5. Réduction des coûts, des déchets et du temps de finition des pièces
6. Réduction du temps de production

Gérard LEBON - ATF //////////////



**ANALYTICAL INSTRUMENTS GROUP**



**SPECTROMÉTRIE D'ÉMISSION OPTIQUE**



**www.gnrfrance.com**

**DIFFRACTION & SPECTROMÉTRIE**

**Stress X**



Mesure de stress /  
contrainte par diffraction  
de Rayon X

**AreX L**



Analyseur d'Austénite  
résiduelle

**Metal Lab Plus S7**



Spectromètre à émission  
optique  
pour l'analyse des alliages  
métalliques

**Atlantis S9**



Spectromètre à émission  
optique  
pour l'analyse des alliages  
métalliques

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

**VENTE - INSTALLATION - FORMATION - MAINTENANCE - ETALONS - ACCESSOIRES**

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



ONDARCOOL  
Refroidisseur de sable



ONDARMEC  
Récupération mécanique du sable



ONDARBLOW  
Transport Pnéumatique



ONDARCHROM  
Récupération de sable de chromite



[www.ondarlan.com](http://www.ondarlan.com)



OMCO  
Récupération de sable par friction



ONDARMIX  
Malaxeur de sable

**ONDARLAN**  
An inductotherm Group Company



- . Fabrication locale.
- . Équipement robuste pour travailler 24h/24.
- . Amortissement à court terme.
- . Pieces de rechange en stock

ONDARLAN S.L.

+34 943 635079

ou visiter: [www.ondarlan.com](http://www.ondarlan.com)

email: [oficina@ondarlan.com](mailto:oficina@ondarlan.com)



# Caractérisation quantitative de la microségrégation

## application aux aciers faiblement alliés bruts de fonderie

Ahmed YAKTITI<sup>1,2</sup>, Alexis VAUCHERET<sup>1,3</sup>, Philippe JACQUET<sup>1,3</sup>, Jean-François CARTON<sup>2</sup>

<sup>1</sup>LaBoMaP, Arts et Métiers ParisTech, 71250 Cluny, France

<sup>2</sup>CastMetal, 1 Boulevard de la Boissonnette, 42110 Feurs, France

<sup>3</sup>Université de Lyon, ECAM Lyon, INSA-Lyon, LabECAM, F-69005 Lyon, France

Cet article a été présenté lors du Colloque International Franco-Québécois en énergie (CIFQ) du 16 au 20 juin 2019 à Baie Saint-Paul, Canada. Les auteurs remercient le CIFQ pour leur autorisation de publication de cet article dans TechNews Fonderie. Pour les personnes intéressées, la prochaine édition du CIFQ se tiendra à Paris (date à définir).

*Cette étude présente une méthodologie permettant d'évaluer la microségrégation des aciers à partir de deux paramètres obtenus par analyses EDS et WDS : le taux de microségrégation et l'indice de ségrégation mineure résiduelle. Grâce à cette méthode, il est possible d'évaluer l'efficacité des traitements thermiques d'homogénéisation (recuits) sur les pièces brutes de fonderie. Ce travail a notamment permis de mettre en évidence l'influence de la température de recuit sur la diminution de la microségrégation ainsi que la tendance plus ou moins forte des différents éléments d'addition de l'acier à ségréger.*

### >>> INTRODUCTION

La ségrégation dans un alliage se définit comme l'enrichissement (ou l'appauvrissement) local en certains atomes, par rapport à une composition nominale recherchée [1]. Si ce phénomène est localisé à l'échelle dendritique, on parle de microségrégation dont l'ampleur est fonction de plusieurs paramètres comme : la composition chimique de l'acier, la vitesse de refroidissement, la géométrie de la pièce coulée, la nature des phases générées... [2]. Une sur (ou sous)-concentration locale en un élément chimique particulier peut être à l'origine d'une microstructure singulière et de contraintes associées qui seront le siège d'une future défaillance mécanique [3][4]. Dans le cas de pièces de fonderie – et pour les nuances d'aciers qui font l'objet de cette étude (pièces d'attelage pour véhicules, éléments de pelles mécaniques, chenilles de

tracteur, etc.) – la solidification donne directement la forme définitive adaptée à l'usage. Avant de commercialiser ce type de pièces, il est donc indispensable de leur faire subir un traitement thermique (recuit d'homogénéisation) qui permet d'atténuer les microségrégations afin de garantir des propriétés mécaniques homogènes pour un fonctionnement de ces éléments en toute sécurité.

Le but de cette étude est de mettre en évidence l'influence de la température des traitements thermiques d'homogénéisation sur ce phénomène afin de pouvoir les optimiser en fonction de différentes nuances d'acier.

### >>> MÉTHODOLOGIE

La microségrégation est un phénomène qui se développe à l'échelle de la dendrite. Pendant la solidification, les éléments d'alliage ne se répartissent pas uniformément dans toute la pièce à causes de plusieurs facteurs : vitesse de refroidissement, composition chimique de l'alliage... A l'échelle de la microstructure, cette répartition non uniforme engendre une composition des grains qui varie de leur centre en direction des joints de grain et par conséquent la concentration en un élément en un point donné sera plus ou moins importante comparée à un autre point voisin. La concentration des solutés tout le long du grain va présenter une différence plus ou moins grande par rapport à la composition nominale d'un alliage (Figure 1) [5]. Cette différence de concentration en solutés est variable selon les éléments d'addition de la nuance. En effet, chaque élément a une tendance plus ou moins forte à la ségrégation

lors de la solidification. Cela pourrait s'expliquer en première approche par la différence de coefficient de diffusion de chaque élément au sein de la phase solide lors de la solidification. Cependant, la diffusion de chaque élément dans l'alliage ne peut pas être considérée comme indépendante des autres éléments. La prédiction de la microségrégation doit donc se faire à partir de modèles complexes prenant en compte notamment les interactions entre les différents éléments au sein de l'alliage [6]. Par exemple, l'augmentation de la teneur en molybdène conduit à une diminution du coefficient de diffusion du chrome.

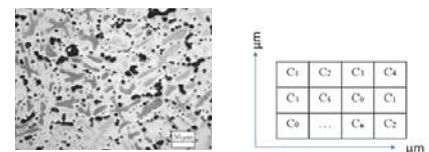


Figure 1. Micrographie des ségrégations d'un alliage Cu-Sn-Pb [7]

Quantitativement, la microségrégation est caractérisée par un rapport connu sous le nom de taux de microségrégation  $\bar{\pi}$ . Ce paramètre a été cité dans plusieurs ouvrages tels que le traité des matériaux [8] et dans divers documents de l'American Society of Metals [9-11]. Ce taux est défini comme le rapport entre la concentration massique du soluté considéré mesuré dans les espaces interdendritiques et la concentration massique du même élément dans l'axe de la dendrite :

$$\bar{\pi} = \frac{W_{ie}}{W_{ia}} \quad (1)$$

La figure 2 présente un schéma d'une solidification dendritique et renseigne sur l'emplacement

#### MOTS CLÉS :

microségrégation, recuit d'homogénéisation, EDS, WDS, acier

#### NOMENCLATURE :

##### Symboles

$\bar{\pi}$ : Taux de microségrégation du soluté i

$W_{ie}$ : Titre massique du soluté i mesuré dans l'espace interdendritique

$W_{ia}$ : Titre massique du soluté i mesuré dans l'axe de la dendrite

EDS: Spectrométrie à rayon X à dispersion d'énergie.

S: Indice de ségrégation mineure résiduelle

$W_{ie}^*$ : Titre massique du soluté i mesuré dans l'espace interdendritique avant traitement.

$W_{ia}^*$ : Titre massique du soluté i mesuré dans l'axe de la dendrite avant traitement

WDS: Spectrométrie à rayon X à dispersion de longueur d'ondes



cement de mesure des différentes concentrations massiques mesurées.

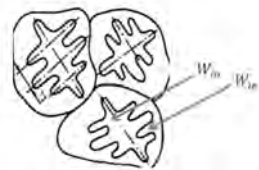


Figure 2. Schéma d'une dendrite [12]

Afin d'être capable de calculer ce paramètre avec exactitude, il faut d'abord déterminer les concentrations des solutés avec une grande précision et pour cela, deux techniques ont été utilisées : la spectroscopie de rayons X à dispersion d'énergie (EDS) et la spectroscopie de rayons X à dispersion de longueur d'onde (WDS). L'objectif est de minimiser le recours à l'analyse par WDS car cette technique est certes plus précise que l'EDS mais beaucoup plus lente. Pour commencer, la première étape dans le choix de la technique d'analyse est la détermination des dispersions de mesure de chaque technique. Trois nuances d'acier dont les compositions chimiques massiques nominales sont données en table 1 ont été étudiées.

Grade	C	Mn	Si	Ni	Cr	Mo
A	0.17	0.8	0.48	2.15	0.79	0.28
B	0.19	1.26	0.55	1.87	0.73	0.42
C	0.23	1.66	0.48	0.11	0.23	0.04

Tableau 1. Composition chimique massique nominale des aciers déterminée par spectrométrie étincelle

Sur chaque nuance, un point a été analysé successivement 30 fois avec chaque technique, EDS et WDS. Le tableau 2 présente les écarts-types maximaux obtenus lors de ces mesures.

Écart-type	Mo	Ni	Cr	Mn	Si
Nuance A	EDS 0.06	0.05	0.03	0.04	0.03
	WDS 0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
Nuance B	EDS 0.06	0.05	0.03	0.03	0.01
	WDS 0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
Nuance C	EDS 0.07	0.07	0.02	0.04	0.02
	WDS 0.01	0.02	0.01	0.03	0.03

Tableau 2. Dispersion de mesures de concentrations en soluté par EDS et WDS

Ces résultats confirment que les mesures par WDS sont plus précises et répétables que par EDS. Dans le cas de l'EDS, la dispersion augmente dans le cas des éléments en faible teneur, inférieure à 0.15%. (Ni dans la nuance C par exemple). L'analyse du molybdène présente aussi des dispersions plus fortes en EDS indépendamment de sa teneur. Cela s'explique par la difficulté de déconvolution entre les raies d'énergies du soufre (présent en faible teneur) et du molybdène.

Les taux de microségrégation de chaque nuance avant traitement d'homogénéisation ont été calculés à partir de mesures faites en EDS et WDS en 30 points différents. Les résultats sont présentés dans le tableau 3. Le carbone n'est pas analysé lors de cette étude car cet élément est peu sensible à la ségrégation en général dans les aciers.

Grade		Mo	Ni	Cr	Mn	Si
A	EDS	2.4	1.4	1.3	1.4	1.4
	WDS	1.8	1.4	1.2	1.3	1.4
B	EDS	2.5	1.1	1.2	1.2	1.3
	WDS	2	1.1	1.1	1.2	1.4
C	EDS	∞	3.3	1.3	1.2	1.2
	WDS	3.6	1.6	1.2	1.2	1.2

Tableau 3. Taux de microségrégation pour chaque alliage selon la technique

Les résultats montrent que les deux techniques donnent pratiquement les mêmes taux de microségrégation pour certains éléments alors qu'elles indiquent des différences pour d'autres comme pour le molybdène ou le nickel. Il est possible de conclure que le calcul du taux de microségrégation par les deux techniques est le même pour les éléments qui ont des concentrations massiques suffisamment élevées et donc supérieures à la limite de détection de la technique utilisée (0.15% massique dans le cas de ces nuances). Dans ce cas, il sera alors possible d'utiliser les analyses EDS pour le calcul des taux de microségrégation. Pour le molybdène, la technique EDS ne permet pas de refléter correctement la microségrégation. Il faudra donc avoir systématiquement recours à la WDS dans la détermination de la concentration de cet élément pour toutes les nuances ainsi que pour le nickel lorsqu'il est en faible teneur (nuance C).

Une fois la technique d'analyse chimique déterminée pour chaque élément et pour chaque nuance, il a fallu définir un protocole d'essai permettant de mettre en évidence l'influence de la température et du temps de traitement thermique sur la réduction de la microségrégation. Pour chaque acier, une zone d'étude a été définie et sera analysée

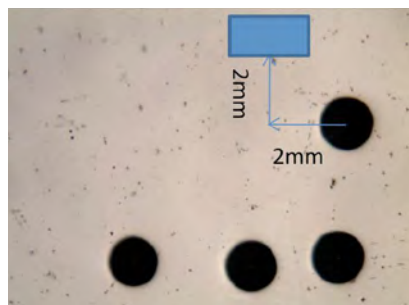


Figure 3. Marquage de la zone analysée (en bleu)

avant et après traitement. Cette zone a été repérée grâce à des empreintes de dureté comme le montre la figure 3 afin de pouvoir la retrouver après traitement thermique.

Une zone d'un échantillon prélevé dans un lingot brut de solidification est choisie pour analyse et mesure environ 4 mm<sup>2</sup>. La figure 4 présente les deux stratégies d'analyses de la composition chimique de chaque élément. Dans le cas des analyses EDS, la zone est quadrillée en 1200 points (400x300µm avec un pas de 10µm) qui seront analysés automatiquement en 3 heures. Dans le cas de la WDS, la zone est analysée sur 3 lignes (x, y et diagonale) de 30 points chacune pour maximiser la probabilité de passer par un maximum de zones pauvres et riches en solutés.



Figure 4. Illustration simplifiée de la méthodologie d'analyse, en EDS à gauche et en WDS à droite

Pour conclure ce paragraphe, la méthodologie repérage des zones étudiées ainsi que les techniques de caractérisation en fonction de chaque élément chimique et de sa teneur dans chaque grade d'acier ont été présentées. La suite de cet article s'intéressera à l'influence des traitements thermiques de recuit sur le taux de microségrégation des alliages.

## >>> RÉSULTATS

Comme décrit précédemment, le but de cette étude est de déterminer l'influence des traitements thermiques d'homogénéisation sur le taux de microségrégations des aciers.

Pour cela, des échantillons de trois grades d'acier précédemment décrits ont été prélevés au cœur d'un lingot brut de solidification dans la zone 2 qui correspond à la zone de ségrégation maximale.

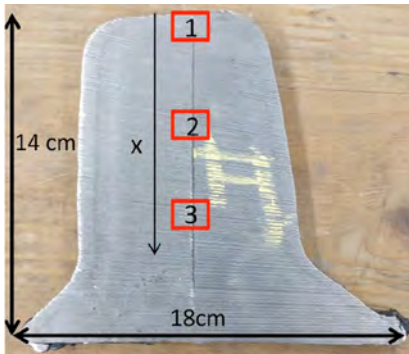


Figure 5. Lingot d'acier brut de solidification.

Afin de mettre en évidence l'influence des traitements thermiques sur la microségrégation, il a fallu mettre en place un plan d'essais. Chaque grade d'acier a subi 2 traitements de recuit de 2 heures à deux températures différentes : 970°C et 1020°C. Le choix de ces températures s'est fait en calculant la moyenne de AC3 des alliages (température de transformation austénitique propre à chaque acier et fonction de sa composition chimique) et en lui ajoutant 150 et 200°C. La figure 6 présente le cycle de traitement à 970°C subi par les échantillons. Ce cycle a été réalisé dans un four sous vide pour éviter l'oxydation des échantillons et se divise en 3 parties distinctes : une phase de chauffe à 10°C/min pour atteindre 970°C, un maintien de 2 heures à cette température et un refroidissement lent en four fermé.

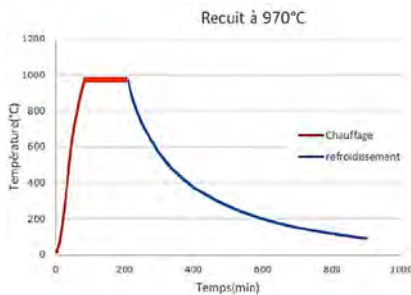


Figure 6. Cycle de traitement thermique à 970°C

Les résultats étant similaires sur les 3 grades d'acier, seuls les résultats du grade C seront présentés dans cet article car la nuance C est la plus sensible à la microségrégation comme il est possible de le voir sur le tableau 2. L'acier C a été analysé avant et après traitement thermique selon la méthodologie précédemment décrite.

Pour commencer, quel que soit le traitement thermique le phénomène de microségrégation diminue suite au traitement. Il est possible de le voir sur la figure 7 comparant l'ensemble des teneurs chimiques en silicium obtenues pour chaque point mesuré avant et après traitement à 970°C et 1020°C dans la même zone. Après traitement, les teneurs en

ces éléments se rapprochent de la composition nominale de l'acier mesurée sur l'alliage liquide. Il y a donc bien réduction du phénomène de ségrégation.

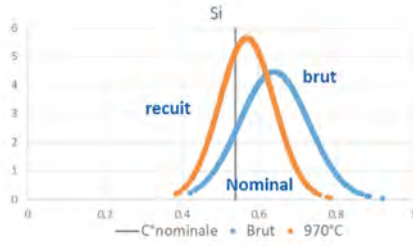


Figure 7. Courbe des teneurs en Si (%) avant et après traitement thermique à 970°C.

A la suite de ces analyses, il est possible de déterminer l'évolution du taux de microségrégation suite aux différents traitements. La figure 8 présente l'évolution du taux de microségrégation suite au recuit à 970°C. Pour rappel, plus ce taux est plus faible, plus le traitement s'avère efficace pour supprimer ce phénomène.

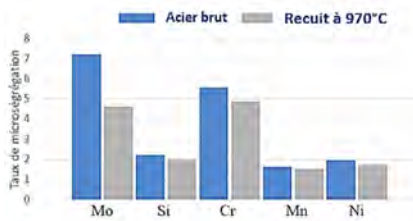


Figure 8. Taux de microségrégation avant et après traitement thermique à 970°C.

Les résultats obtenus montrent bien la diminution de la microségrégation suite au traitement thermique. Ce résultat se confirme avec le traitement à 1020°C comme le montre la figure 9.

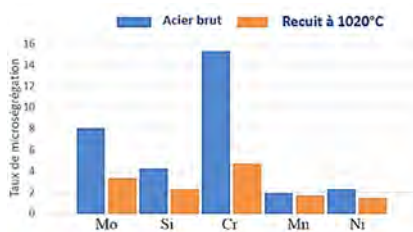


Figure 9. Taux de microségrégation avant et après traitement thermique à 1020°C.

Il est possible de voir grâce aux figures précédentes que tous les éléments n'ont pas la même tendance à la microségrégation. Certains éléments tel que le molybdène ou le chrome présentent des taux de microségrégation élevés et auront donc tendance à ségréger lors du refroidissement de l'acier contrairement au manganèse ou au nickel. Ces résultats permettent donc d'établir un classement des éléments en fonction de leur tendance à ségréger : Mo-Cr > Si > Mn-Ni. Cette évolution du taux de microségrégation suite

à un traitement thermique montre l'importance de cette homogénéisation des pièces brutes de coulée en acier. La nécessité de ce type de traitement est d'autant plus importante que l'acier sera fortement allié.

Ces résultats montrent que les traitements thermiques réduisent la microségrégation des aciers. Il convient cette fois de comparer les deux températures de traitement thermique pour connaître la plus efficace, le but étant de trouver les paramètres de traitement permettant de minimiser ce phénomène. Il n'est pas possible de comparer directement les taux de microségrégation après traitement thermique à 970°C et 1020°C car les zones étudiées sont différentes. Elles ne présentaient donc pas le même taux de microségrégation à l'état initial. Il faut introduire un nouveau paramètre : l'indice de ségrégation mineure résiduelle notée Si. L'indice de ségrégation mineure résiduelle est calculé grâce à la formule suivante :

$$Si = \frac{W_{ie} - W_{ia}}{W_{ie} - W_{ia}} \quad (2)$$

L'efficacité des traitements sera donc jugée en prenant en compte ce paramètre. Plus l'indice de ségrégation mineure se rapproche de 0, plus le traitement est efficace. En effet plus le traitement est efficace, plus la différence de concentration en un soluté entre l'espace interdendritique et l'axe de la dendrite va tendre vers 0 donc la différence entre  $W_{ie}$  et  $W_{ia}$  va se rapprocher de 0. La figure 10 présente l'évolution de l'indice de ségrégation mineure résiduelle pour chaque élément après un traitement d'homogénéisation à 970°C et à 1020°C. Le traitement à 1020°C minimise ce paramètre pour l'ensemble des éléments chimiques et maximise donc son efficacité. Il est donc possible de conclure que l'augmentation de la température favorise la diminution de la microségrégation des aciers. Cette conclusion est en accord avec l'augmentation des coefficients de diffusion de chaque élément avec la température.

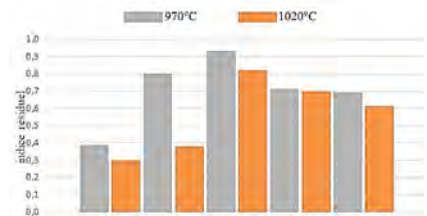
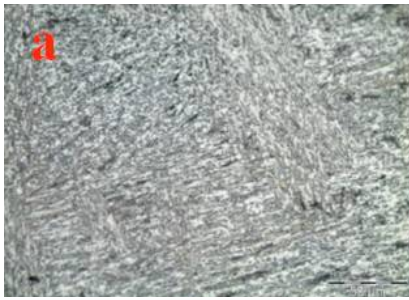


Figure 10. Indice de ségrégation mineure résiduelle pour chaque élément.





**Figure 11.** Evolution de la microstructure de l'acier en fonction du traitement : a) pièce brute ; b) recuit à 970°C et c) recuit à 1020°C

Pour terminer, l'efficacité de ces traitements peut aussi être mise en évidence en observant la microstructure des aciers. Cependant, l'analyse microstructurale renseigne sur la diminution de la ségrégation d'un alliage à l'échelle macroscopique. La **figure 11** montre l'évolution de la microstructure suite aux différents traitements thermiques :

L'évolution de la microstructure de l'acier suite aux différents traitements est en concordance avec l'évolution de l'indice de ségrégation mineur résiduelle.

## >>> CONCLUSION

Cette étude a permis de définir une méthodologie permettant de comparer objectivement l'efficacité des paramètres de traitement thermique sur la microségrégation d'un acier. Cette méthode définit le choix de la technique d'analyse chimique pour chaque élément : EDS si la teneur de l'élément est supérieure à 0,2% et WDS pour les teneurs faibles et le molybdène quelle que soit sa concentration. En fonction de la technique

d'analyse, une méthode a été affectée afin de maximiser le ratio nombre points analysés/temps d'analyse : une grille de 1200 points pour les analyses EDS et l'utilisation de 3 lignes (x, y, diagonale) pour la WDS. Grâce aux analyses, deux paramètres ont été définis pour mesurer l'efficacité d'un traitement thermique : le taux de microségrégation et l'indice de ségrégation mineur résiduelle.

En ce qui concerne la microségrégation, cette étude a apporté plusieurs résultats :

- Les différents éléments chimiques composants l'acier présentent une tendance plus ou moins forte à la microségrégation : Mo-Cr > Si > Mn-Ni
- Les traitements thermiques d'homogénéisation ont tous un effet bénéfique sur la réduction de la microségrégation
- L'augmentation de la température de traitement entraîne une amélioration de l'efficacité de ce dernier sur la réduction du phénomène.

Ce travail pourrait être poursuivi en s'intéressant notamment à d'autres paramètres pouvant influencer la microségrégation comme le temps de traitement thermique ou l'interaction entre les différents éléments d'addition lors de leur diffusion, par exemple. Une des perspectives de cette étude serait aussi de mettre en évidence la microségrégation et son évolution directement au sein d'un grain austénitique déduit. L'objectif final étant d'obtenir des règles de traitements thermiques optimisées afin de trouver le meilleur compromis économique entre durée et température du traitement et taux de microségrégation acceptables dans un acier.

## REMERCIEMENTS

Cette étude a été réalisée grâce au financement de SAFE Métal.

## REFERENCES

[1] WON YM, THOMAS BG, Simple model of microsegregation during solidification of steels, *Metallurgical And Materials Transactions A* 32, p. 1755-1767, 2001

[2] WON YM, THOMAS BG, Simple model of microsegregation during solidification of steels, *Metallurgical And Materials Transactions A* 32, p. 1755-1767, 2001

[3] CHOUDHARY SK, GANGULY S, SENGUPTA A, SHARMA V, Solidification morphology and segregation in continuously cast steel slab, *Journal of Materials Processing Technology*, Volume 243, p. 312-321, 2017

[4] KIRKWOOD DH, Microsegregations, *Materials Science and Engineering*, Volume 65, p. 101-109, 1984

[5] BAILON JP, DORLOT JM, Des matériaux., Presses internationales polytechnique, 729 p, 2000.

[6] HUANG Y et al, Effects of Partition Coefficients, Diffusion Coefficients, and Solidification Paths on Microsegregation in Fe-Based Multinary Alloy, *Metallurgical and Materials Transactions B*, Volume 48, p. 2504-2515, 2017

[7] KOROJI B, EKBOM L, FREDRIKSSON H, Microsegregation and Solidification Shrinkage of Copper-Lead Base Alloys, *Advances in Materials Science and Engineering*, Article ID 627937, 9 pages, 2009

[8] LESSOULT G, *Traité des Matériaux, Thermodynamique des Matériaux*, Presses Polytechniques et Universitaires Romandes, 1073 p, 2010

[9] RODY H.D, Microsegregation, *Casting*, ASM Handbook, Volume 15, p.338-347, 2008.

[10] CHAUDHURY S.K, Homogenization, *Casting*, ASM Handbook. Volume 15, p. 402-403, 2008.

[11] PURDY S.M, Macroetching, *Metallography and Microstructures*, ASM Handbook, Volume 9, p. 313-324, 2004.

[12] STEFANESCU D.M, RUXAND R, *Fundamentals of Solidification*, *Metallography and Microstructures*, ASM Handbook, Volume 9, p. 71-92, 2004



# NOUVEAU GENERATEUR DE GAZ

**Le gazeur GZ**  
au top de la gamme  
dans le marché  
de la fonderie



- Haut précision et répétabilité du dosage de l'amine ( $\pm$  1 cc)
- Efficacité énergétique
- Visualisation de la quantité d'amine dosée
- Haute température de l'air à la sortie du gazeur (120°C)
- Contrôle du profile de pression de l'air
- Refroidissement du bidon de stockage amine
- Maintenance réduite et facilitée

+33 (0)3 24 52 13 97

6, rue Jean-Jacques Rousseau • F-08330 Vrine-aux-Bois  
jml@jml-industrie.com

## SPECTROMAXx avec iCAL 2.0

Dans le monde entier, l'analyseur de métaux de référence



- Développé pour des performances analytiques élevées, à faibles coûts d'exploitation et avec des exigences minimales d'entretien
- Unique dans l'industrie: Standardisation iCAL 2.0 avec 1 seul échantillon
- Temps de mesure pour l'acier faiblement allié réduit de 12%
- Système optique robuste avec système de lecture haute performance
- Analyse précise du carbone dans la fonte nodulaire

Plus de détails  
Tel 01.30.68.89 70  
info.spectro@ametech.fr  
www.spectro.com/maxx

AMETEK SAS  
Rond Point de l'Épine des Champs  
78 990 Elancourt



**SPECTRO**

**AMETEK**  
MATERIALS ANALYSIS DIVISION

# Jean-François CAIL

## Un acteur majeur de la première révolution industrielle

>>> PREMIÈRE PARTIE

### DE MODESTES ORIGINES

Jean-François CAIL est né le 8 février 1804 à Chef-Boutonne petite commune des Deux-Sèvres. Il est le troisième de neuf enfants d'une famille de cultivateurs. Son père **Charles Cail** (1777-1854) est charron, sa mère **Marie Pinpin** (1777-1839) est la fille d'un maréchal-ferrant.

Son père l'envoie à l'école où il apprend sans difficulté à lire, écrire et les premiers éléments de calcul. Mais la famille se trouvant limitée dans ses ressources, ne parvenant pas à payer régulièrement l'instituteur, Jean-François, enfant doué et intelligent, devra quitter l'école à 9 ans. Il travaille alors sur les marchés jusqu'à l'âge de 11 ans.

*« Il révèle son goût pour la mécanique en fabricant une petite râpe en tôle de fer blanc pour réduire en farine la pomme de terre, utilisée à cette époque comme appoint à la panification. Cette râpe, il la vend sur le marché aux ménagères de Chef-Boutonne ».*

Attiré par le travail du fer et du cuivre, il est mis en apprentissage chez son cousin chaudronnier **Charles Perot** comme l'avait été, avant lui, son frère aîné.

### LA PÉRIODE D'APPRENTISSAGE

En 1819, à 15 ans, il quitte Chef-Boutonne et les siens pour se parfaire dans son métier manuel en accomplissant son « Tour de

France », initiation suprême et distinction professionnelle. Celui-ci le mènera d'abord à Fontenay-le-Comte puis Luçon, chez un maître chaudronnier réputé M. Vexiau. Là, après son travail, il va, encouragé et aidé par l'épouse de son maître, se plonger dans les livres pour suppléer son manque d'instruction. Au bout de trois ans d'apprentissage, il quitte les Vexiau. Son périple passera par Niort, pendant un an, et s'achèvera à Orléans avant de gagner Paris. Il a alors 20 ans.

À Paris, il travaille, comme ouvrier, pendant deux ans chez Pauwels & Cie, entreprise d'éclairage par le gaz. Il se trouve d'emblée en contact avec une industrie innovante qui fabrique des appareils nouveaux et complexes auxquels il faut chercher à apporter des perfectionnements et peut en outre parfaire son savoir dans la chaudronnerie et la mécanique.

### LA VIE PROFESSIONNELLE

Jacques, un de ses frères aînés, qu'il a rejoint, le recommande fortement à son patron, **Charles Derosne** (1780-1846) homme de culture scientifique, chimiste.

Dans son atelier fondé en 1812 et située au n°7 rue des Batailles à Paris, Ch. Derosne, avait répondu à l'appel de Napoléon Ier quand celui-ci, avait décidé d'encourager, grâce à des subventions et des prix, les industriels qui rendraient le sucre de betterave métropo-



Jean-François CAIL (1804 - 1871)

litain aussi bon marché que celui des « Indes occidentales » qui n'arrivait plus en France à cause du blocus anglais. Inventeur d'appareils évaporateurs pour sucreries, Il produit industriellement dans son atelier de chaudronnerie des appareils à distillation continue Cellier-Blumenthal (Fig.1) dont il a acquis les droits et en améliore les procédés d'extraction, d'évaporation et de raffinage en introduisant l'emploi du charbon (noir) animal pour la purification du sucre de betterave.

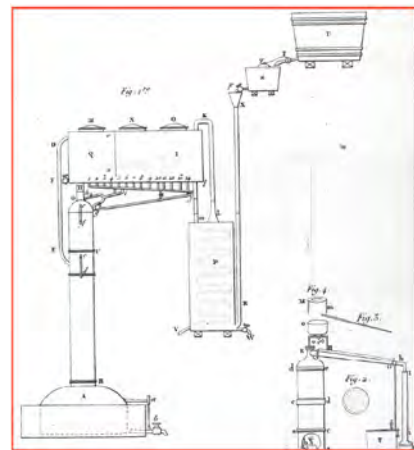


Fig. 1 - L'appareillage décrit dans le brevet Cellier-Blumenthal de 1818.

**Jean François CAIL**  
Industriel en machines de construction

1804 - 1871

**Naissance** 8 fév. 1804  
Chef-Boutonne, 79110, Deux-Sèvres, Nouvelle-Aquitaine, FRANCE

**Marriage** 18 août 1825  
avec Jeanne Estime MOULINET, Saint Pierre du Châtelier - Paris 18 Paris, 75015, Paris, Île-de-France, FRANCE

**Marriage** 8 août 1854  
avec Marguerite Céline LEFRANC, Paris 14 Hôpital-de-Ville 75004, Paris, Île-de-France, FRANCE

**Décès** 22 mai 1871  
La Flèche, 79100, Charente Nouvelle-Aquitaine, FRANCE

[Télécharger :](#)  
Le développement de la distillation en France au XIX<sup>e</sup> siècle

[Téléchargez l'arbre généalogique](#)



Ses travaux valurent à sa maison de nombreuses récompenses aux Expositions de 1823, 1827 (médaille d'or à l'exposition des produits de l'industrie nationale), 1834 et 1839. En 1827, il sera fait chevalier de la Légion d'honneur et membre de l'Académie de Médecine pour les qualités hygiéniques de sa machine à triple effet.

Le 1<sup>er</sup> avril 1824, J.-F. Cail intègre l'entreprise Derosne déjà prospère comme simple ouvrier chaudronnier à façon pour travailler à l'amélioration des appareils distillatoires. Très vite, il est remarqué pour ces aptitudes, la perfection de ses ouvrages et son caractère sérieux.

Dès 1825, toujours ouvrier, il se marie avec **Jeanne Étienne Moulinet** (X-1830) et son apport est de 1300 F. Ils auront une fille, **Céline Marguerite** (1830-1852).

Il est promu rapidement contremaître. Entre Ch. Derosne et J.-F. Cail ce sera un échange complet, d'idées théoriques contre des idées pratiques, déterminant sur le relationnel et dans la réussite des projets.

En 1828, J.-F. Cail devient chef des ateliers, puis directeur en 1830.

En 1833, il fabrique et fait breveter un modèle inédit d'évaporateur, dit à double effet, utilisant un cycle de compression-dépression pour créer le vide, plus simple que celui de Ch. Derosne, et qui réduit la consommation de charbon de deux tiers.

Le 9 août 1834, il se remarie avec **Marguerite Célinie Lefranc** (1815-1890) issue de la petite bourgeoisie. Cette fois, il apporte 60 000 F dans la corbeille de mariage : J.-F. CAIL a changé de statut social. Ils auront une fille, **Louise Célinie** (1836-1926) et deux fils **Adolphe** (1838-1869) et **Antoine Alfred** (1839-1889).

Fig. 2 - Situation géographique de l'atelier Charles Derosne et des usines Chaillot au quai de Billy et de Grenelle (Plan général : Paris en 1850 - Détail : 1845 Andriveau-Goujon)



En 1835, la production d'appareils nécessitant un agrandissement de l'atelier. Ch. Derosne décide de le transférer sur un terrain jouxtant le n°7 rue des Batailles, au n° 46 & 48 quai de Billy à Chaillot (rive droite de la Seine entre les futures places de l'Alma et du Trocadéro), siège principal de l'entreprise (Fig.2).

En 1836, J.-F. Cail devient l'associé de Ch. Derosne.

Le 4 mars 1836, la Société « DEROSNE & CAIL » est créée (Fig.3).



Fig. 3 - Acte de création de la Société DEROSNE et CAIL (Archives nationales).

En 1838, pour valoriser l'invention de J.-F. Cail, l'entreprise s'agrandit et un second atelier est créé à Chaillot (Fig.4 a, b, c).

**Derosne et Cail vont également concentrer leurs efforts sur l'industrie naissante de la fabrication des sucres indigènes :**

Une querelle oppose depuis 1820 les partisans du sucre de canne et ceux du sucre de betterave. Elle trouve son épilogue dans la loi du 2 juillet 1843 sur l'égalité des droits sur les deux sucres.



Fig. 4a - Usine de Chaillot.

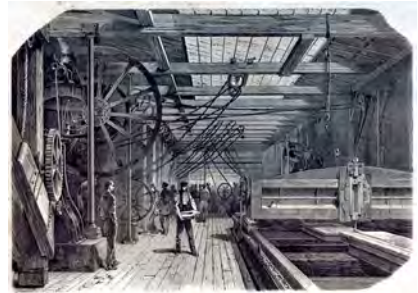


Fig. 4b - Ateliers d'ajustage et des tourneurs.



Fig. 4c - Atelier de serrurerie.

Cette loi va permettre à la Société DEROSNE & CAIL de vendre leurs appareils par milliers en métropole mais aussi dans les colonies.

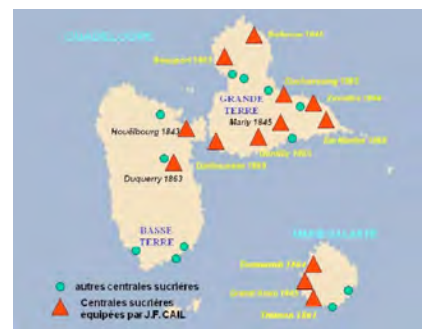
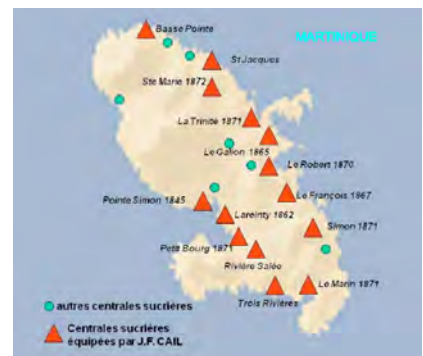


Fig. 5 - Implantation des centrales sucrières équipées par J.-F. Cail à la Guadeloupe, Marie Galante et à la Martinique.





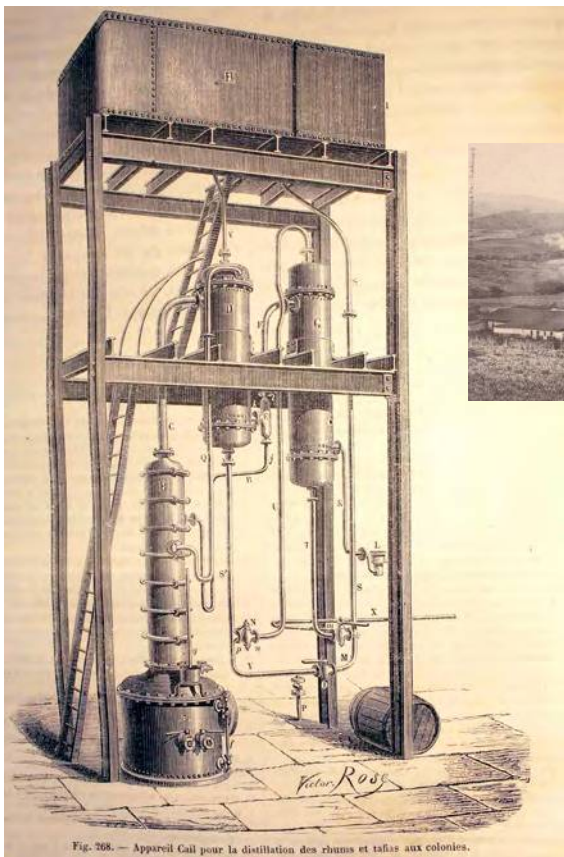


Fig. 6 - Appareil Cail pour la distillation des rhums et tafias aux colonies et vue de la sucrerie à vapeur à Sainte-Marie en Martinique.



Fig. 9 - Carte topographique de 1858. Implantation à Molenbeek de l'Établissement CAIL-HALOT & Cie



Fig. 8 - Usine CAIL-HALOT & Cie à Molenbeek, Bruxelles. (Gravure de la Belgique industrielle Cahiers de la Fonderie n° 10).



La société va avec succès participer à la fabrication de sucreries de betteraves en France (Ruffec et Étrépagny), mais se lance aussi dans la production de sucre de cannes aux Antilles, en fournissant les machines et en investissant dans les sucreries locales (Fig.5). Elle va largement contribuer au développement économique des îles, mettant fin au système des habitations sucreries (cycle complet de la culture de la canne à la production du sucre), modèle issu de l'esclavage pour y implanter des usines qui traitent la canne de différentes plantations. A la suite du tremblement de terre de 1943 en Guadeloupe qui ruine nombre d'habitations sucreries et à l'abolition de l'esclavage, la solution Cail s'impose. Il devient à la fois producteur de sucre et financier des industriels locaux, lui permettant de devenir le premier producteur de sucre aux Antilles et premier fabricant mondial de matériel pour sucreries.

Des agences et des ateliers sont créés pour vendre, installer et réparer le matériel sucrier (Fig.6 & 7) à Cuba, la Guadeloupe, la Martinique, Java, l'île Bourbon, l'île Maurice, Pointe-à-Pitre, Porto-Rico, la Trinidad, Russie, Mexique, Argentine, Uruguay, Brésil, Egypte, etc...

Les diverses agences de l'étranger et des colonies fonctionnent avec un ingénieur chargé de la partie technique, et un agent administratif chargé de la partie commerciale et comptable.

En 1838, la société s'implante en Belgique à Molenbeek (Bruxelles) (Fig.8) avec la création de la première grande usine métallurgique dans la région : la Maison de Bruxelles : J.-F. CAIL - HALOT & Cie (connue sous l'appellation Ch. Derosne - Cail & Cie jusqu'en 1860) (Fig.9).

A la tête de cette succursale est placé Alexandre Halot (1804-1880), un ancien compagnon d'apprentissage contremaître chez Cail d'Indret dans la région nantaise, qui en 1852, deviendra le gendre de J.-F. Cail en épousant Céline Marguerite, sa fille de son premier mariage.

Fig. 7 - -Sucrerie à Pointe-à-Pitre.

J.-F.Cail va alors s'entourer d'inventeurs, de savants et d'ingénieurs tel que :

➤ Pierre-Emile Halot (1835-1910), ingénieur Arts et Métiers - Angers promotion 1852, fils d'Alexandre Halot. A sa sortie de l'Ecole, Pierre Émile Halot fait ses premières armes dans l'industrie aux Établissements Cail, à Grenelle. Il s'établit ensuite en Russie où il s'occupe d'industrie sucrière, puis revient à Bruxelles où il entre dans l'usine familiale Cail - Halot & Cie, dirigée par son père. Durant cette période, en 1872, ils vont adjoindre à l'industrie sucrière principale du site, un atelier de fabrication de locomotives. Après la mort de son père en 1880, il devient codirigeant des usines avec son frère Jules Halot jusqu'à la liquidation de la Maison de Bruxelles en 1895. Mais l'usine doit affronter la grave dépression qui frappe l'ensemble de l'industrie, dont ses principaux clients, les sucriers. En 1880, sept ans après le début de cette crise, les Établissements Cail - Halot & Cie on congédié la moitié de leur personnel mais survivent. En 1885, l'usine connaît une reprise avec la commande de vingt-deux locomotives de tramways. Mais elle ne résistera pas à la crise qui se prolonge. Au début du printemps 1895, le carnet de commande est fermé et les 200 ouvriers restants sur les mille qu'avait comptés l'entreprise sont licenciés.

En 1899, Pierre-Emile Halot fonde la Chambre française de Commerce et d'Industrie de



Bruxelles qu'il préside pendant plusieurs années. Il décède à Bruxelles le 10 février 1910.

➤ **Jules-César Houel** (1818-1876), ingénieur Arts et Métiers d'Angers promotion 1833. 2<sup>e</sup> de sa promotion et diplômé en 1836, alors âgé de 18 ans, il est embauché la même année par la Maison Desrone & Cail. Il commence sa carrière en tant que contremaître et est promu seulement quatre ans après son intégration, en 1840, directeur technique des usines Cail à Paris. Ingénieur en chef de l'entreprise, il va améliorer les performances de la locomotive Crampton. Il recevra la Légion d'honneur au grade de chevalier, le 7 juillet 1849 pour son innovation dans le monde du travail au niveau organisationnel et décisionnaire, transformation qui s'étendra dans la plupart des ateliers européens et américains au cours du XIX<sup>e</sup> siècle. Il forme en 1861 avec Parent & Schaken et Cail la participation « *J. -F. Cail, Parent, Schaken, Houel, Caillet, Paris et Fives-Lille* ».

➤ **Lucien Arbel** (1826-1892) entre à 17 ans à l'École d'Aix-en-Provence. Sa promotion 1843 inaugure cette toute nouvelle École d'Arts et Métiers. Dès sa sortie trois ans plus tard, il démarre sa carrière, comme de nombreux camarades, en tant que dessinateur aux ateliers Cail.

A partir de 1838, la Société DEROSNE & CAIL commence à prendre une extension considérable, en s'occupant spécialement de toutes les nouveautés industrielles et en se consacrant à la construction des appareils à distiller les alcools et à fabriquer le sucre.

Avec l'année 1940 s'ouvre en France une activité industrielle prospère qui permis à la Maison Derosne & Cail de compléter ses fabrications par celles des ponts métalliques, des locomotives, du matériel ferroviaire, des locomobiles (machines agricoles à vapeur), des nouvelles presses monétaires système Thonnellier (à vapeur) et des machines-outils (Fig.10).

**En 1841, les usines de Paris ne pouvant plus suffire à l'affluence des commandes, une succursale est créée à Denain.**

J.-F. Cail rappelle à Chaillot son frère **Jacques Cail**, très qualifié dans la réalisation de produits chaudronnés, qui travaillait jusqu'alors au Creusot chez Schneider, haut lieu de la locomotive française. Après l'avoir gardé quelques mois à Paris, il l'envoie à Denain et lui confie la gestion des ateliers, la direction étant assurée par **Frédéric Zoude**. Idéalement placée l'usine de Denain (Fig.11) est située à proximité :

- des Mines et Forges d'Anzin pour l'approvisionnement en charbon et en métal,
- de l'Escaut qui permet l'alimentation en eau des ateliers,
- du port fluvial sur l'Escaut.

et raccordée au réseau du Chemin de fer des Mines d'Anzin et indirectement au réseau du Nord.

Les ateliers Cail se trouvent aussi au centre d'une région berceau de l'industrie sucrière en France qui produit un huitième du sucre indigène (sucre de betteraves) français.

L'usine de Denain est spécialisée dans la fabrication :

- d'appareils chaudronnés, chaudières de locomotives,
- de pièces de forge, telles les roues de locomotives (Fig.12 & 13),
- de tenders, que la maison de Paris ajuste et complète.
- d'appareils destinés à l'industrie sucrière.

Fig. 11 - L'usine de Denain en 1850

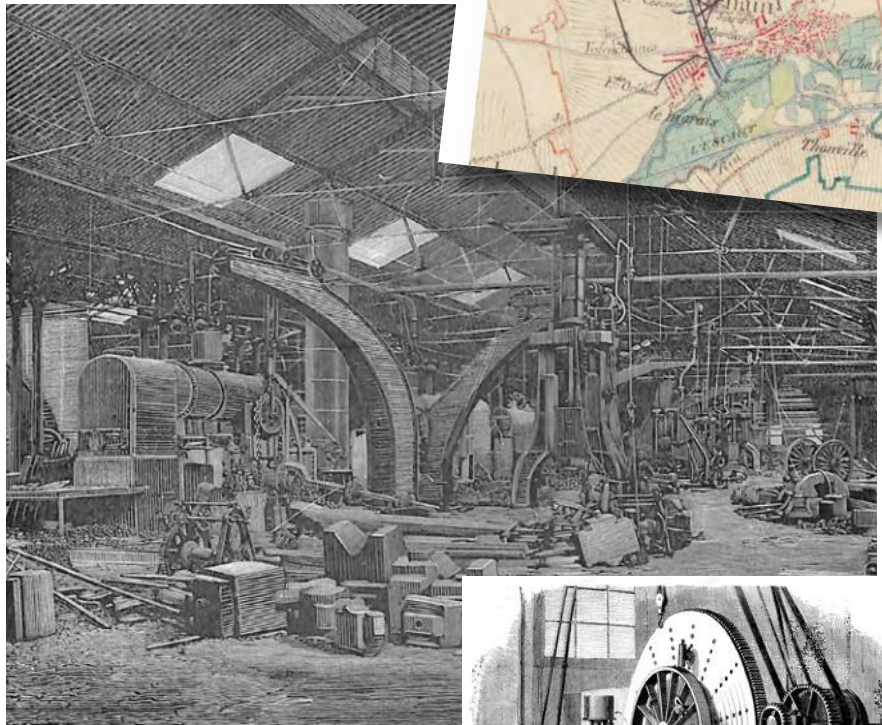


Fig. 13 - L'Usine CAIL à Denain - Ateliers des forges.

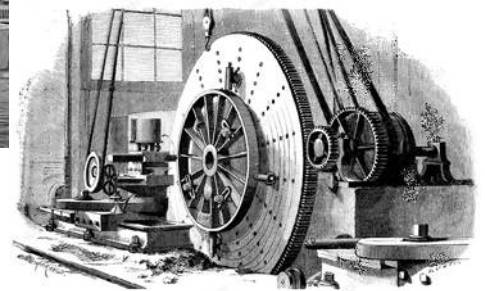
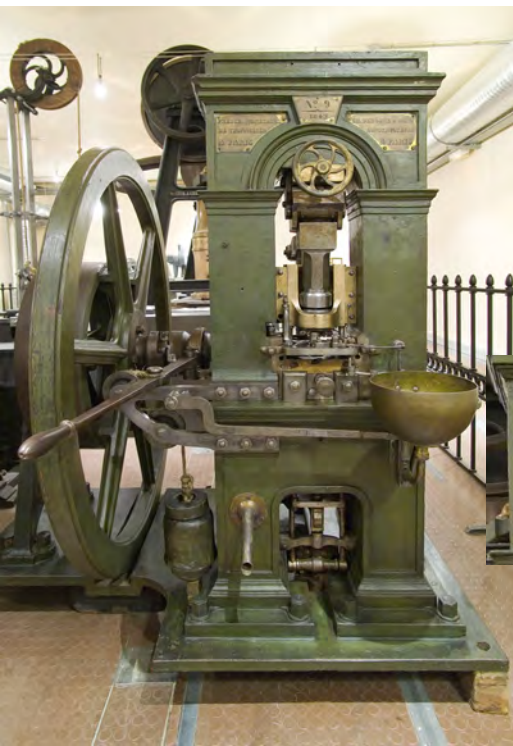
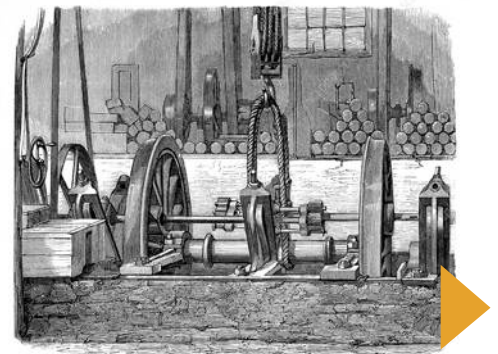


Fig. 12 - L'usine CAIL à Denain  
Fabrication des roues de locomotive.

Fig. 10 - Presse monétaire de Thonnellier -  
Ch. Derosne & Cail Constructeurs à Paris





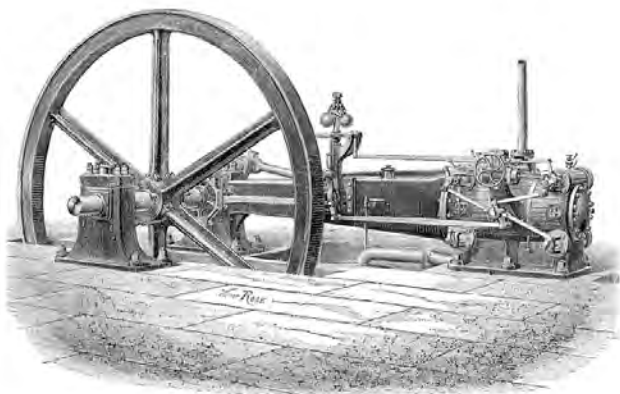


Fig. 14a - Machine à vapeur CAIL & Cie.

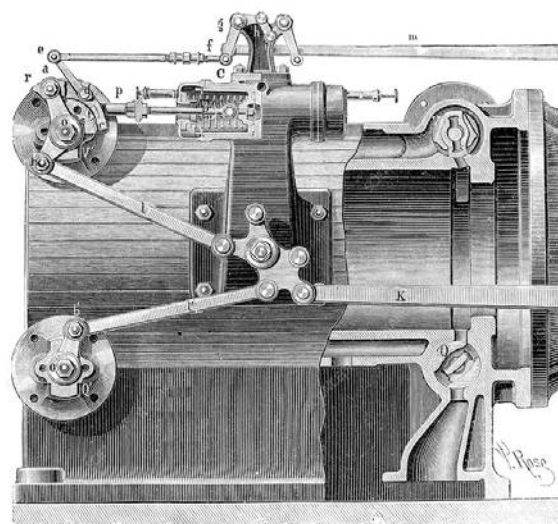


Fig. 14b - Machine à vapeur CAIL & Cie - Détails.

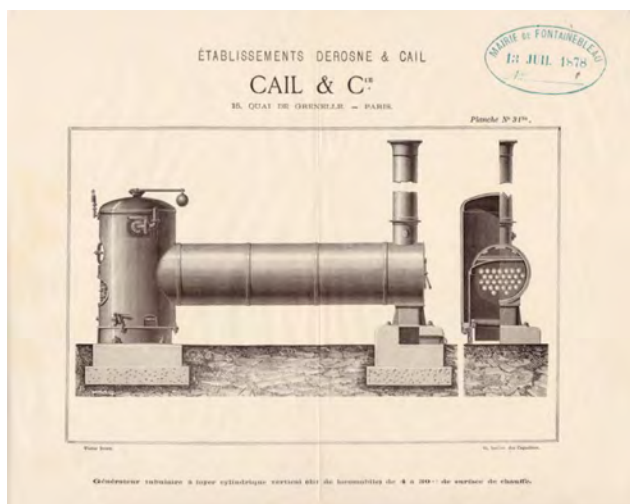


Fig. 16 - Foyer de locomobile CAIL & Cie.

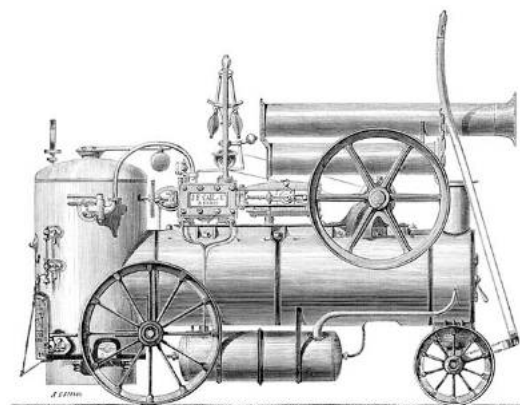


Fig. 15 - Locomobile CAIL & Cie.

Elle est équipée de 11 forges et fours à tôles, 45 tours et gros outils divers et 2 martinets. 700 ouvriers y travaillent en 1855

En 1842, la loi du 11 juillet donne naissance au réseau ferroviaire français et à une industrie du matériel ferroviaire.

En 1843, la France n'a encore construit qu'une centaine de locomotives alors qu'on en trouve autant importées, essentiellement d'Angleterre. En 1845, des droits de douane élevés sont instaurés sur les locomotives (30% de leur valeur) et sur les machines à vapeur. C'est dans ce contexte favorable, qui ferme pratiquement le marché français aux machines étrangères, que J.-F. Cail lance la Société DEROSNE & CAIL dans l'aventure du chemin de fer.

Les problèmes techniques nés du passage des appareils pour sucreries et distilleries aux locomotives étaient loin d'être insurmontables pour la société. Celle-ci maîtrisait déjà parfaitement le maniement de la vapeur et la technique des chaudières.

Mais la diversification dans la construction des locomotives nécessite de créer une nouvelle usine. Pour l'implanter, son choix se porte sur la plaine de Grenelle, proche du quai de Billy sur la rive opposée de la Seine (Fig.2).

**En 1845, la succursale, usine de Grenelle est créée au 15 quai de Grenelle, on y transfère l'atelier de chaudronnerie auquel sont ajoutés, dès l'année suivante, la fonderie de fer,**

celle de cuivre, et les forges pour répondre à la commande de sept locomotives type Clapeyron pour la Compagnie du Nord. 700 ouvriers y sont employés pour fabriquer des appareils pour les sucreries, des locomotives et tenders, l'outillage des ateliers (tels que les machines à raboter, à mortaiser, les tours à roues), des machines à vapeur de toutes forces pour mines, usines, filature, agriculture, des produits chaudronnés, la robinetterie (Fig.14, 15 & 16).

Au milieu des années soixante, l'Usine de Grenelle couvre 27000 m<sup>2</sup> et 1000 ouvriers. L'atelier des ponts en fer couvre 18000 m<sup>2</sup> et 500 ouvriers. En 1865, y sont réalisées les commandes des ponts et viaducs en fer des lignes de Moscou à Nijni-Novgorod et de Moscou à Saratow.

A la Maison de Paris, usine de Chaillot, (siège social de la société transféré à Grenelle en 1866), reste la mécanique, l'ajustage et le montage des locomotives. On y emploie 800 ouvriers (Fig.17a, b, c & d).

En 1845 débute la construction de la première sucrerie de cannes dans la vallée du Nil sous la direction de Jean-Baptiste MONNIER ingénieur Arts et Métiers Châlons promotion 1828. Elle sera suivie d'autres sucreries à Minieh,



Fig. 17a - La fonderie de l'Usine de Grenelle (L'illustration - association C.A.I.L.).



Fig. 17b - La forge de l'Usine de Grenelle (Dessin d'Edmond Morin - Les grandes usines de France, 1865, p. 8-9).



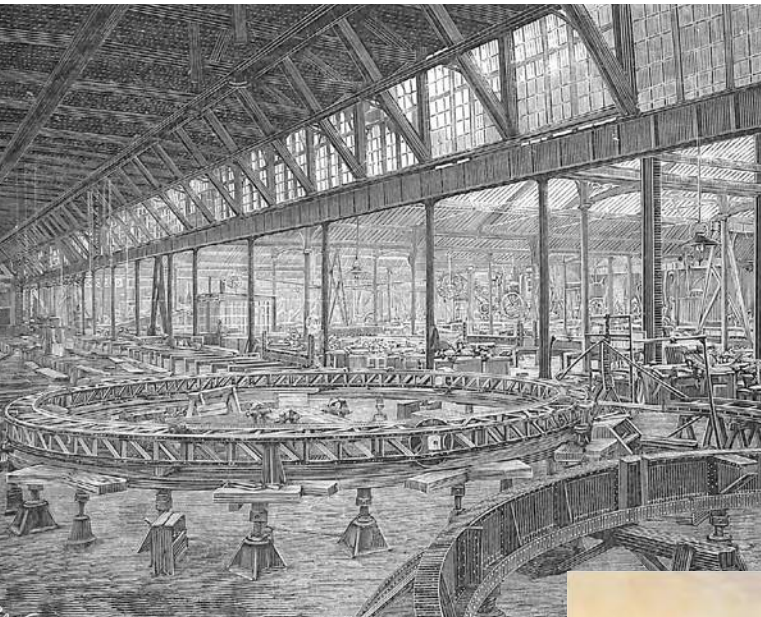


Fig. 17c - Ateliers des ponts et plaques tournantes de l'usine de Grenelle.

Charouich, Dara Saniehl Magaza, Cheik Fadel, El Montana, Ermente, Abouxe, Massara et El Doudet.

J.-B. Monnier sera également chargé par Saïd Pacha (Gouverneur d'Égypte et du Soudan entre 1854 et 1863) des grands travaux d'irrigation, et détaché au barrage du Nil.

En 1846, les sept locomotives pour la Compagnie du Nord étaient à peine livrées que le 21 septembre, Charles Derosne décède.

J.-F. Cail est maintenant seul à la tête d'une société en pleine expansion passée d'une cinquantaine d'ouvriers à son arrivée à plus de 2500. Il a quarante-deux ans mais déjà vingt-deux ans d'ancienneté dans la maison.

En 1847, la Maison de Bruxelles, porte ses vues sur un pays voisin, la Hollande. Elle s'installe à Amsterdam pour répondre aux commandes de matériel sucrier du gouvernement hollandais pour ses colonies. J.-F. Cail y fonde une succursale en association avec deux constructeurs de navires et machines de navires Paul Van VLISSINGEN (1797-1876) et Abraham Dudok Van HEEL (1802-1873). Les ateliers sont équipés de 12 forges à bras, 36 tours et outils mécaniques et 1 fourneau de fonderie (Fig.18 & 19). Cette association perdura jusqu'au décès de J.-F. Cail en 1871.



Fig. 18 - L'usine Van Vlissingen & Van Heel à Amsterdam en 1848 qui deviendront la Royal Factory of Steam and other Tools en 1871. Source DBNL (KB).

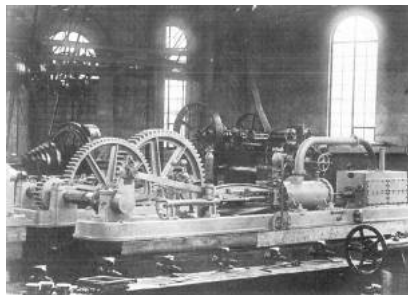


Fig. 19 - Machine à vapeur à haute pression avec transmission pour une sucrerie montée dans les ateliers Van Vlissingen & Van Heel - Source DBNL (KB).

Fig. 20 - La locomotive Crampton



Fig. 17d - Atelier de chaudronnerie cuivre de l'usine de Grenelle.

Le 24 octobre 1846, J.-F. Cail achète pour quinze ans l'exclusivité de la licence pour la construction de la locomotive Crampton (Fig.20), conçue par l'ingénieur anglais Thomas Russell Crampton. Une locomotive déjà très performante que Cail, son ingénieur J.-C. Houel et son équipe vont améliorer. surnommée le lévrier du rail, elle roulait à 120 km/h en 1862, capable de tirer un train de 65 tonnes à 80 km/h (Fig.21). Elle tirera les trains officiels de l'Empereur Napoléon III, du Tsar de Russie et du Khédive d'Égypte. La Société DEROSNE & CAIL en construira 125.

« En 1847, lors d'une visite des Ateliers du quai de Billy, la réussite professionnelle de J.-F. Cail est résumée dans la réflexion du Comte de Rambuteau, Préfet de la Seine, qui chuchote à l'oreille du fils de la Duchesse d'Orléans, le futur comte de Paris : « Monseigneur, c'est ici, il y a 23 ans que Monsieur Cail, simple ajusteur, est parti pour venir à la tête de cette grande manufacture où il occupe 1500 ouvriers ». Le petit paysan parti de chez lui avec 6 francs en poche est devenu un grand bourgeois, un des personnages essentiels de la première révolution industrielle et de l'essor économique de la France du Second Empire ».

Fig. 21 - Caractéristiques de la locomotive Crampton.

CARACTÉRISTIQUES GÉNÉRALES		CHEMIN DE FER PARIS à LYON		LOCOMOTIVE A VOYAGEURS CRAMPTON N° 1 à 18		CONSTRUCTEUR J.F. CAIL 1844
Type	210	Diamètre des cylindres	400 mm	Etat d'origine		
Surface de grille	1,28 m <sup>2</sup>	Course des pistons	600 mm			
Surface de chauffe	96,45 m <sup>2</sup>	Distributeur STEPHENSON				
Longueur des Tubes entre les plaques tubulaires	3,460 m	Diamètre roue motrice	2,09 m			
Diamètre intérieur de la chaudière	1,268 m	Écartement extrême des essieux à l'extrémité des Tampons	4,60 m			
Timbre	7,5 kg	Longueur de la machine	7,758 m			
		Poids de la machine en pression	29,09 t			
		Poids adhérent	12 t			
		Vitesse limitée en service	120 km/h			

La Compagnie P.L.M. possède 40 locomotives de ce type. 30 furent livrées par J.F. Cail en 1854 et 1857 et les dix suivantes par A. Koechlin en 1864. Sur les machines n° 1 à 18 la suspension de l'essieu arrière se composait d'un unique ressort disposé transversalement. Pour les machines suivantes, deux ressorts étaient placés au-dessus des boîtes d'essieu.

- En 1908, les machines n° 19 à 30 passèrent à la Compagnie des chemins de fer de l'Est.
- Après 1979, plus aucune Crampton ne circule sur le réseau du P.L.M.



## EXTRAIT D'UNE NOTE REMISE À LA COMMISSION DE LA CHAMBRE DES DÉPUTÉS PAR EUGÈNE SCHNEIDER, OCTOBRE 1847

« Voici maintenant une preuve évidente que la concurrence étrangère, loin de stimuler, paralyse au contraire, les industries encore faibles ou naissantes. Jusqu'en 1844 une spécialité des machines, celle des locomotives étaient demeurée en France fort en arrière de l'Angleterre, beaucoup d'ateliers avaient fait des locomotives, mais aucun sur une grande échelle, aucun n'y avait affecté les sacrifices préalables, nécessaires à cette spécialité. Les produits demeuraient médiocres ou mauvais, ruinant les fabricants et n'offrant aux compagnies que de fâcheux résultats. C'est que nous avons alors à lutter contre la concurrence des ateliers anglais depuis longtemps formés et expérimentés et que nous n'avions qu'une protection insuffisante. Intervint alors une loi nouvelle qui augmentait notablement les droits d'entrée sur les machines et les doublait pour les locomotives et presque immédiatement, grâce d'ailleurs aux importantes commandes annoncées par nos chemins de fers, les ateliers français se sont développés de telle façon, qu'aujourd'hui aucun établissement d'Angleterre spécial pour les locomotives ne surpasse en importance en outillage, en installation de toute espèce, ceux de MM. Derosne et Cail, de M. Koechlin, du Creusot, etc. Dès lors, et dans ces derniers temps surtout, les livraisons faites en France ont pu être comparées pour la perfection, à ce que nos voisins font de mieux et nos produits leur seront supérieurs pour l'avenir parce que nos matières sont meilleures. Et cependant Messieurs les administrateurs des chemins de fer nous ont eux-mêmes déclaré qu'aujourd'hui le prix des locomotives est le même en France qu'en Angleterre. Tel est, Messieurs, l'effet ordinaire d'une protection efficace et de la sécurité accordée à l'industrie, dans un pays comme la France, en présence de son active concurrence intérieure. Cette protection et cette sécurité sont en effet nécessaires car personne n'est tenté d'engager et de compromettre son existence et sa fortune dans une lutte où se rencontrent des rivaux placés dans de meilleures conditions économiques, surtout s'il s'agit d'une concurrence étrangère dont la portée ne peut se calculer et l'activité se développe au contraire dès que vient l'espoir fondé des bénéfices et de la prospérité pour l'avenir ».

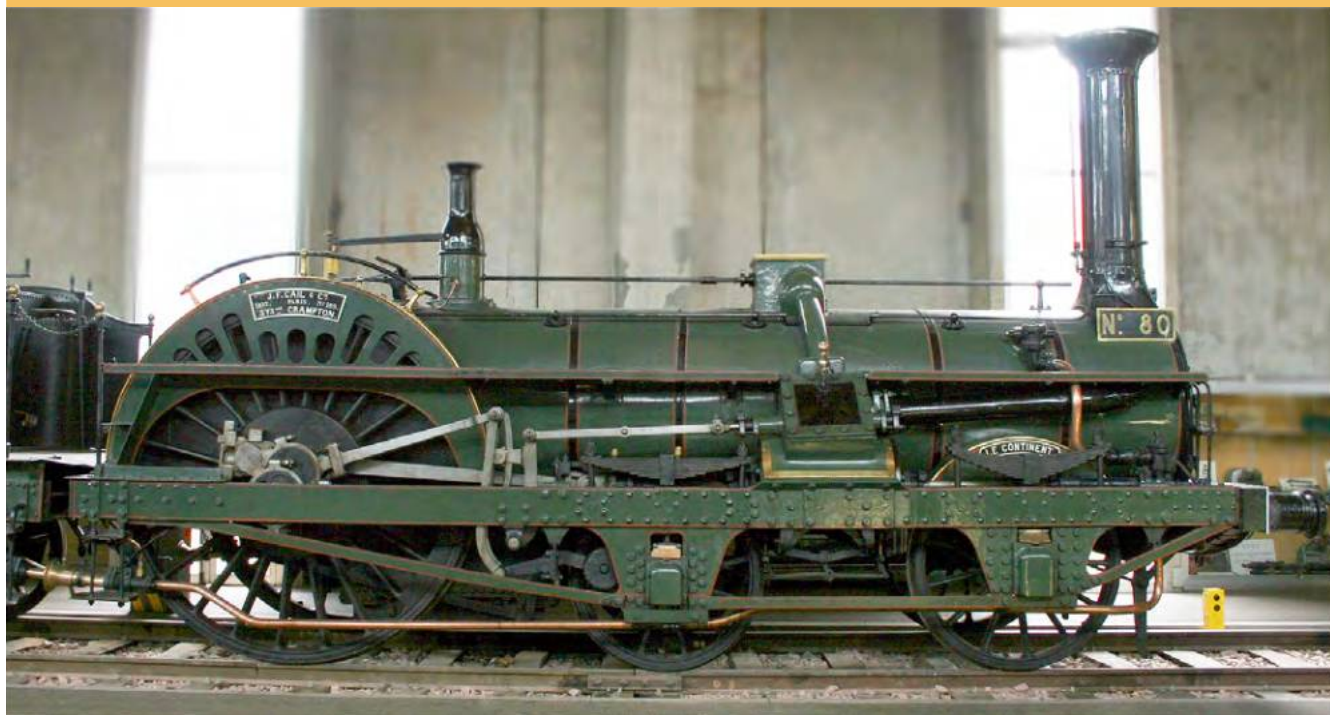


Fig. 22 - Locomotive Crampton par les établissements J.-F. Cail & Cie.

Napoléon III va, au cours de l'année 1852, par toute une série de décrets et de lois, autoriser et favoriser la construction de lignes nouvelles et la fusion de la plupart des compagnies en quelques grandes qui exploiteront un vaste réseau. Le réseau français va quintupler, passant de 3 625 km en décembre 1851 à 17 924 km en décembre 1870. Le Second Empire correspondra à la période faste de la construction des locomotives avec une

expansion impressionnante par suite des commandes massives des grands réseaux qui, stimulés par la politique incitative de Napoléon III et la prolongation des concessions à 99 ans, construisent des lignes nouvelles à un rythme accéléré tout en devant faire face à un trafic en pleine croissance.

Les commandes vont alors affluer. En un quart de siècle des ateliers de la Société CAIL

vont sortir plus de 1500 machines faisant de CAIL entre 1850 et 1860 (Fig. 23, 24 & 25), le second constructeur français derrière les Etablissements SCHNEIDER du Creusot. Trois usines sont impliquées dans ces fabrications : Denain, Grenelle et Chaillot. Ses ateliers peuvent sortir 3 à 4 machines par semaine et en mettre simultanément 25 en chantier.

## 1544 locomotives seront fabriquées entre 1845 et 1870.

Années de construction	Type	N° du type Cail	Clients	Quantités	N° des machines	Poids
<b>1 - Locomotives construites par J.F. CAIL &amp; Cie de 1845 à 1862</b>						
1845	Clyburn	1	Paris-Nord	2	43 à 45 et 47-49	22 000
1845-46	Stéphanois	2	Paris-Nord	23	51 à 61 et 64 à 75	22 000
1847-48	Stéphanois	3	Paris-Nord	25	100 à 124	22 000
1847-48	Clyburn	3	Paris-Nord	12	122 à 133	22 000
1847-48	Clyburn	4	Paris-Strasbourg	25	34 à 59	22 000
1848-49	Clyburn	2	Paris-Nord	46	80 à 145	22 000
1849	Clyburn	6	Paris-Nord	2	9 à 7	22 000
1849-49	Clyburn	7	Paris-Nord	25	26 à 50	22 000
1851	Clyburn	8	Paris-Strasbourg	10	61 à 70	22 000
1851	Clyburn	12	Paris-Strasbourg	1	91 à 101	22 000
1851	Clyburn	12	Paris-Strasbourg	1	91 à 101	22 000
1852	Clyburn	13	Paris-Lyon	11	117 à 127	22 000
1852	Clyburn	13	Paris-Strasbourg	12	79 à 90	26 111
1852	Clyburn	12	Caen	4	200 à 203	22 000
1852	Clyburn	12	Paris-Lyon	15	234 à 238	22 000
1852	Clyburn	14	Nord	12	134 à 145	22 000
1853	Clyburn	12	Caen	2	211 à 223	22 000
1853	Clyburn	12	Caen	10	234 à 243	22 000
1853	Clyburn	11	Paris-Strasbourg	15	101 à 124	22 000
1853	Clyburn	11	Paris-Strasbourg	25	163 à 197	22 000
1853	Clyburn	12	Caen	5	334 à 338	22 000
1853	Clyburn	15	Paris à Lyon	12	1 à 12	22 000
1853	Clyburn	11	Paris à Lyon	16	142 à 157	22 000
1853	Clyburn	12	Caen	6	410 à 419	22 000
1853	Clyburn	12	Lyon-Méditerranée	4	363 à 366	22 000
1854	Clyburn	21	Grand Central	20	988 à 1007	22 000
1854	Clyburn	11	Paris à Lyon	4	13 à 16	22 000
1854	Clyburn	12	Paris à Lyon	5	260 à 268	22 000
1854	Clyburn	19	Paris à Lyon	13	709 à 721	22 000
1854	Clyburn	20	Caen	6	430 à 435	22 000
1854	Clyburn	12	Caen	4	436 à 439	22 000
1854	Clyburn	10	Rive de Cambray	2	440 à 441	22 000
1854	Clyburn	23	Nord	5	442 à 446	22 000
1855	Clyburn	22	Paris à Lyon	14	447 à 460	22 000
1855	Clyburn	12	Caen	10	461 à 470	22 000
1855	Clyburn	22	Caen	10	471 à 479	22 000
1855	Clyburn	25	Paris à Lyon	10	476 à 485	22 000
1855	Clyburn	22	Caen	10	486 à 495	22 000
1855	Clyburn	22	Caen	9	496 à 504	22 000
1855	Clyburn	22	Lyon-Méditerranée	8	505 à 512	22 000
1855	Clyburn	22	Caen	8	513 à 520	22 000
1856	Clyburn	24	Caen	13	521 à 533	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	4	534 à 537	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	2	538 à 539	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	2	540 à 541	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	2	542 à 543	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	544	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	545	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	546	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	547	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	548	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	549	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	550	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	551	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	552	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	553	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	554	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	555	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	556	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	557	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	558	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	559	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	560	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	561	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	562	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	563	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	564	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	565	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	566	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	567	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	568	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	569	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	570	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	571	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	572	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	573	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	574	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	575	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	576	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	577	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	578	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	579	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	580	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	581	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	582	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	583	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	584	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	585	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	586	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	587	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	588	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	589	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	590	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	591	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	592	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	593	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	594	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	595	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	596	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	597	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	598	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	599	22 000
1856	Clyburn	12	Caen	1	600	22 000

Années de construction	Type	N° du type Cail	Clients	Quantités	N° des machines	Poids
<b>2 - Locomotives construites par J.F. CAIL &amp; Cie en participation avec FIVES-LILLE de 1863 à 1870</b>						
1863	Clyburn	0-4-0	40	13	901 à 913	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	15	914 à 926	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	10	927 à 936	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	3	937 à 939	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	940	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	941	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	942	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	943	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	944	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	945	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	946	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	947	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	948	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	949	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	950	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	951	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	952	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	953	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	954	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	955	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	956	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	957	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	958	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	959	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	960	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	961	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	962	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	963	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	964	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	965	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	966	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	967	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	968	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	969	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	970	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	971	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	972	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	973	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	974	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	975	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	976	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	977	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	978	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	979	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	980	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	981	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	982	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	983	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	984	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	985	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	986	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	987	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	988	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	989	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	990	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	991	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	992	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	993	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	994	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	995	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	996	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	997	37 850
1863	Clyburn	0-4-0	50	1	9	





## Responsable Processus Fonderie H/F

### Création de poste à Châteaubriant (44)

La société FOCAS Châteaubriant est une des 4 fonderies du groupe OGEPAR. Avec 80 salariés et un chiffre d'affaires de 10 M€ en 2019, Focast Châteaubriant est un acteur incontournable dans la production de pièces de fonte dans l'industrie des moteurs. Le cœur de métier porte sur des pièces de type culasse, bloc moteur en différentes nuances de fonte de 100 à 9 000 kg fortement noyautées.

**DESCRIPTION DU POSTE :** Vous aurez notamment la charge de :

- Vous êtes le garant de la maîtrise du processus Fonderie (Noyautage, Moulage et Fusion)
- La réalisation et le suivi des améliorations du processus Fonderie (Noyautage, Moulage et Fusion)
- Développer l'esprit qualité et de garantir la conformité aux exigences clients
- Vous organisez et suivez les indicateurs associés au processus que vous pilotez.
- Analyser, exploiter les indicateurs qualité afin d'améliorer le processus Fonderie
- Participer aux réunions d'amélioration qualité avec les services de production.
- Interlocuteur technique avec les différents fournisseurs de fonderie
- Participer avec la production et le BE à l'industrialisation des pièces
- Procéder à la formation des opérateurs afin d'améliorer les processus Fonderie

Vous disposerez de l'autorité, de la compétence et des moyens nécessaires pour :

- Recueillir et exploiter en permanence l'ensemble des informations relatives au processus et à son fonctionnement
- Décider des actions à mener visant à corriger les dysfonctionnements du processus ou améliorer le processus.

**PROFIL RECHERCHÉ :** Nous recherchons quelqu'un qui a la capacité à transmettre clairement des informations, à faire preuve d'ouverture d'esprit, à planifier, prioriser et anticiper des actions en tenant compte des moyens, des ressources, des objectifs et du calendrier pour les réaliser. Nous recherchons une personne de terrain qui saura mettre en application les améliorations processus au cœur de la production. Une expérience en fonderie est indispensable. Poste évolutif à moyen terme en fonction des compétences du candidat.

**COMPÉTENCES SOUHAITÉES :** Vous disposez des connaissances techniques sur la fonderie sable en moulage main pour grosses pièces en fonte. Vous disposez de compétences managériales pour piloter les acteurs du processus. Votre adaptabilité, votre capacité à vous remettre en question, et votre ténacité vous permettront de vous adapter à tout type de problématique industrielle et faire passer vos propositions. Réactivité et rigueur vous amèneront à étudier des solutions dans les meilleurs délais pour répondre aux besoins des activités du processus. Votre capacité d'écoute et la pédagogie qui vous caractérisent font de vous un communicant sachant être force de proposition, et vous permettant de rendre compte à la direction des résultats et synthèses de fonctionnement du processus dont vous êtes le garant.

**LANGUES SOUHAITÉES :** Anglais serait un plus.



**CONTACT :** Maryline Grandin :  
Tel : 02 40 81 87 36 • Port : 06 42 41 91 47  
Email : [mgrandin@focast.fr](mailto:mgrandin@focast.fr)  
FOCAST Châteaubriant • 32 Rue Amand  
Franco • 44143 Châteaubriant

## Chargé(e) de Projets Industrialisation confirmé(e) H/F • Poste basé à proximité de Lyon (69)

**L'ENTREPRISE :** Acteur clef dans domaine de la métallurgie de pointe, certifié ISO et rattaché à un groupe familial industriel important et reconnu, notre client conçoit, et fabrique des produits à haute valeur ajoutée dans le secteur du luxe. Dans le cadre d'un contexte de développement d'activité et afin d'étoffer l'équipe du pôle spécifique dédié à l'industrialisation et méthodes, cette société recrute son CHARGE DE PROJETS INDUSTRIALISATION CONFIRME h/f, fonction basée à proximité de Lyon (69)

**LA FONCTION :** Rattaché(e) directement au Responsable du pôle Méthodes et Industrialisation et en étroite collaboration avec le pôle Développement amont et le pôle Production aval, vous avez pour première mission de définir les procédés de fabrication des composants et produits et de les faire évoluer. Votre objectif est ainsi de concevoir, d'optimiser et d'organiser l'ensemble des solutions techniques & méthodes de fabrication, selon les impératifs de coûts, productivité, qualité et délais. A cet effet, vous participez au chiffrage de nouveaux produits, planifier et coordonner les différentes phases des projets, analyser les données et sélectionner les fournisseurs. Positionné(e) dans un rôle transversal au sein de l'entreprise, vous êtes ainsi en lien avec le pôle Maintenance pour la réception et la préparation des outils de production, mais également avec la fonction Métrologie pour définir et superviser la réalisation des tests et des essais de fabrication (montage, prototypes, préséries, ...). Vous apportez également un appui technique à la Production, tout en tenant compte des contraintes relatives à la gestion de projets, en lien avec le Contrôle Qualité et la fonction Commerciale. Ce poste nécessitera des déplacements ponctuels sur les autres sites du Groupe (Alsace et Franche-Comté).

**LE PROFIL :** H/F, de formation supérieure en mécanique ou métallurgie, vous possédez impérativement une expérience confirmée de la fonction (minimum 10 ans), notamment dans le domaine de l'usinage, fonderie à cire perdue ou la conception mécanique, idéalement pour le compte d'un acteur industriel du secteur de la joaillerie, de la bijouterie ou de l'horlogerie, laquelle vous a offert une pratique aguerrie de la gestion de projets. L'expérience de la mise en place de démarches d'amélioration continue et la pratique de l'anglais seront ici appréciées.

**CONTACT :** Pour cette opportunité, merci de communiquer votre dossier (CV, lettre, et prétentions) sous réf. à notre conseil : ENSEMBLE CONSEIL, Email : [recrute@ensemble-conseil.com](mailto:recrute@ensemble-conseil.com) (+ copie [job.placement@aaesff.fr](mailto:job.placement@aaesff.fr))  
Référence : CDPI/10/19/X Salaire : 45/54 K€ selon profil | Mention indiquée : A négocier.

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





# Rejoignez-nous !

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

COMPÉTENCES - CONNAISSANCE - CONVIVIALITÉ

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

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

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

## Cotisations 2020 PERSONNES PHYSIQUES

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

**Pour devenir membre  
CLIQUEZ ICI**

## Cotisations 2020 PERSONNES MORALES

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

**Pour devenir membre  
CLIQUEZ ICI**

## annonceurs.

<b>Ametek</b> .....	P 27	<b>HW Sinto</b> .....	P 11
<b>ASK Chemicals</b> .....	P 04	<b>Imerys</b> .....	P 09
<b>Eirich</b> .....	P 11	<b>JML</b> .....	P 27
<b>Fonderie Equipement</b> .....	2 <sup>e</sup> de couverture	<b>Magma</b> .....	P 18
<b>Foseco</b> .....	P 36	<b>Ondarlan</b> .....	P 22
<b>GNR Industrie</b> .....	P 21	<b>Scoval</b> .....	P 08
<b>GTP Schafer</b> .....	P 07	<b>SiiF</b> .....	3 <sup>e</sup> de couverture
<b>Huttènes Albertus</b> .....	4 <sup>e</sup> de couverture		

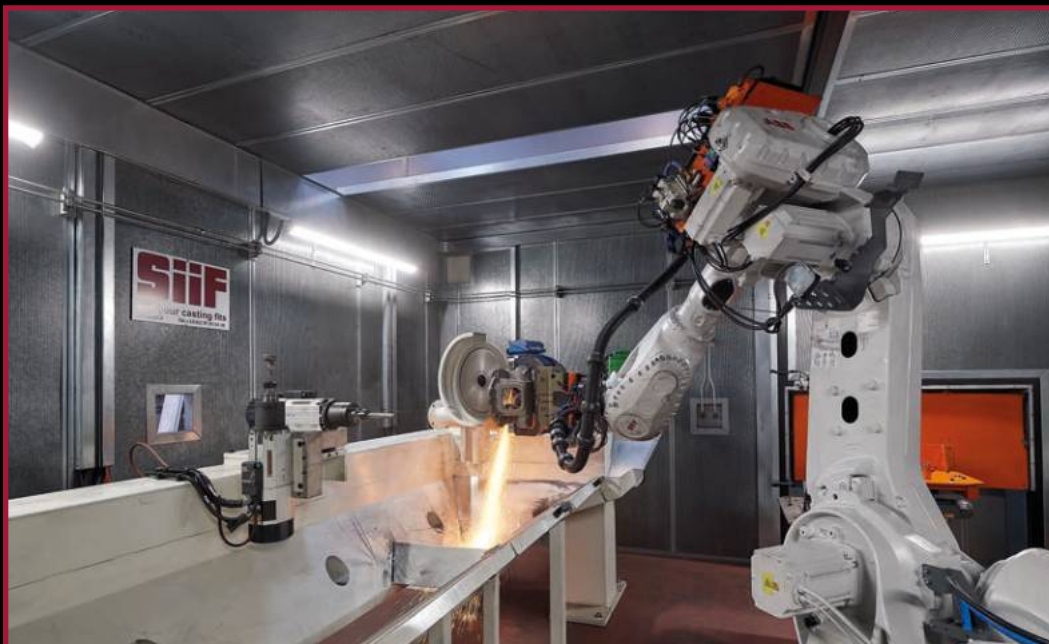


# Siif

and your casting fits

## LE PROCESS DE FINITION SUR-MESURE POUR VOTRE FONDERIE

### SIIF VOUS ACCOMPAGNE SUR L'ENSEMBLE DE VOS PROJETS DE CELLULES MULTI-CAMPAGNES !



Station d'ébavurage avec meulage diamanté et compliance



Convoyeur à bande  
avec vision 3D



Changeur de préhenseurs  
en automatique

REFROIDISSEMENT



DESSABLAGE



ÉBAVURAGE ROBOTISÉ



ÉBAVURAGE DÉTOUREUSE



VISION, CONTRÔLE ET INSPECTION



SCIAGE ET PRÉ-USINAGE



Siif S.A.S.

130 rue Léonard de Vinci

56850 Caudan - FRANCE

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

[www.siif.fr](http://www.siif.fr)