

Au sommaire

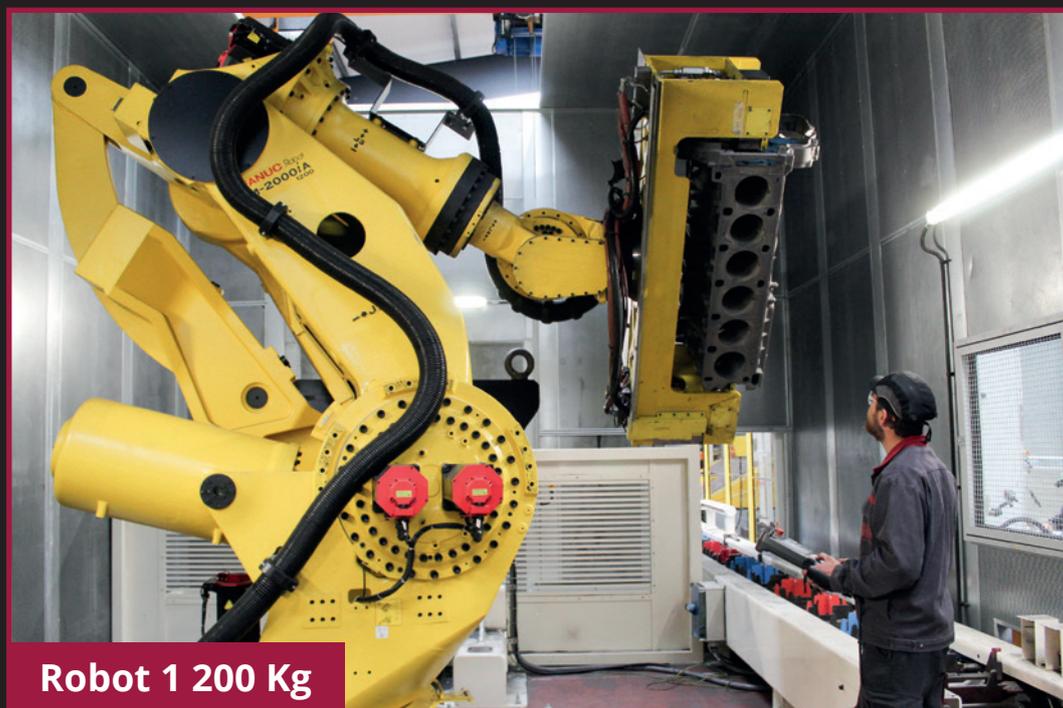
- 10** Co-design d'une pièce de fonderie, de son tracé à l'obtention de sa qualité
- 21** Dossier : EFFICACITE ENERGETIQUE
L'optimisation et le financement de l'efficacité énergétique dans les forges et les fonderies
- 32** Lancement officiel de la révision du BREF Forges et fonderies

Siif

and your casting fits

LE PROCESS DE FINITION SUR-MESURE POUR VOTRE FONDERIE

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



Robot 1 200 Kg

REFROIDISSEMENT



DESSABLAGE



ÉBAVURAGE ROBOTISÉ



ÉBAVURAGE DÉTOUREUSE



VISION, CONTRÔLE ET INSPECTION



SCIAGE ET PRÉ-USINAGE



Station meulage diamant



Station dessablage de 0
à 360° et martelage



Siif S.A.S.

130 rue Léonard de Vinci

56850 Caudan - FRANCE

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

www.siif.fr

Sommaire

N° 20/2019



EDITORIAL

5 Bonne année ?



APPEL

7 Solde de la taxe d'apprentissage 2020 : Soutenez l'ESFF !



BREVES

9 Matinée Silice cristalline

9 Le village Forges Fonderies Francaises au MIDEST

TECHNIQUE

10 Co-design d'une pièce de fonderie,
de son tracé à l'obtention de sa qualité

Dossier : EFFICACITE ENERGERTIQUE

21 L'efficacité énergétique dans les forges et les fonderies

22 L'optimisation de l'efficacité énergétique d'une fonderie

24 Le moteur Ericsson valorise vos déchets thermiques.
La chaleur fatale au service de l'efficacité énergétique.

27 Plus d'économies, moins de CO₂,
Eco-Tech Ceram au service de l'industrie lourde

29 Le financement de l'efficacité énergétique



ENVIRONNEMENT

32 Lancement officiel de la révision du BREF forges et fonderies

Eco-Tech Ceram au service de l'industrie lourde



FORMATION

- 35** Proclamation des résultats et remise des prix pour la promotion 2019 de l'ESFF

AGENDA

- 40** Les rendez-vous de la profession

LA REVUE

forge et fonderie

Revue professionnelle trimestrielle
éditée par CIFORGE.

CIFORGE

45 rue Louis-Blanc
92400 Courbevoie
Tél. : 01 43 34 76 17
Fax : 01 43 34 76 31
E-mail : contact@forgefonderie.org

Directeur de la publication

Nicolas Grosdidier

Rédacteur en chef

Wilfrid Boyault

Comité de rédaction

Wilfrid Boyault, P. Lubineau,
C. Macke-Bart, P. Krumpipe,
P.-H. Renard

Rédaction

Heidi Palzer
Tél. : 01 43 34 76 68
h.palzer@forgefonderie.org

Abonnement

4 numéros : 95,34 € TTC

ISSN 2493-5824

Publicité

Régie Publicitaire F.F.E. (Française de
Financement et d'Édition)
15 rue des Sablons - 75116 Paris
Responsable de publicité :
Isabelle de la Redonda
Tél. : 01 53 36 20 42, i.redonda@ffe.fr
Responsable technique :
Laura Méchineau
Tél. : 01.43.51.91.76, laura.mechineau@ffe.fr

Les publicités paraissent sous la seule
responsabilité de leurs annonceurs.
Les articles sont rédigés sous la respon-
sabilité de l'auteur, leur contenu (textes
et visuels) n'engage pas la revue.



Toute reproduction, même partielle,
d'articles ou d'illustrations nécessite
l'autorisation préalable de la rédaction.

Tirage : 3 000 exemplaires

Impression

Printcorp



Imprimé sur papier recyclé et encres
100 % végétales

Photo de couverture

Photographe
Dominique Sarraute



**Votre partenaire
maintenance et usinage**

Solutions & Services pour l'Industrie

- + Maintenance corrective et préventive
- + Fourniture et usinage de pièces de rechange
- + Usinage sur site
- + Reconstruction et mise en conformité
- + Vente de machines neuves et occasion
- + Conseil, Accompagnement, Projet



Route de Courpière - F-63920 Peschadoires - France
T +33 (0)4 73 80 17 68 - F +33 (0)4 73 80 52 14
E-mail : ampcf@actemium.com
www.actemium.fr - www.aref.fr

Fives, des solutions performantes au service de nos clients

Au sein du Groupe Fives, les équipes de Fives Cinetic développent depuis plus de 40 ans un savoir-faire unique dans la fourniture de machines, équipements de processus, lignes de production et de services associés dans le domaine des alliages légers, fonderies de fonte ainsi que des forges.

L'expertise multisectorielle de Fives Cinetic conjugue innovation, compétences techniques, performance et rentabilité. Une gamme standard de produits combinée à des systèmes clé en main et sur-mesure permettent de répondre à l'ensemble des problématiques de nos clients.

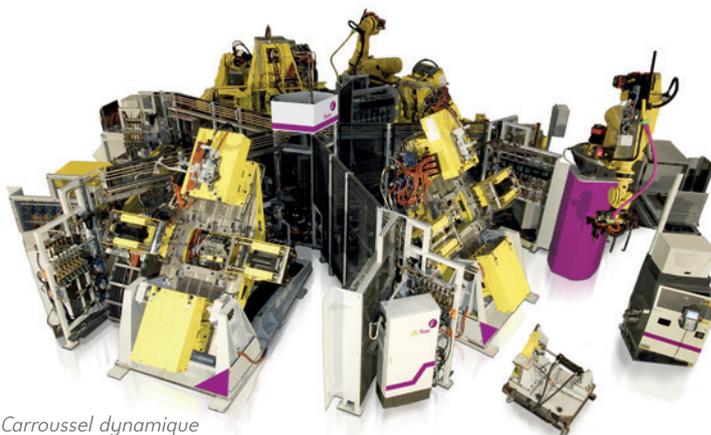
Fives Cinetic développe des solutions dédiées aux besoins spécifiques des clients dans les domaines de la fonderie aluminium (préparation de noyaux, coulée sous pression, coulée gravitaire), de la fonte et de la forge.

Fives Cinetic intègre des chantiers de coulée clés en mains, en fournissant des solutions de pose d'inserts, de chargement et déchargement des presses, des îlots de palettisation et dépalettisation automatisés, des convoyeurs, etc.

Les solutions proposées par Fives Cinetic, standardisées ou sur-mesure, répondent aux demandes clients pour la gestion des flux de production dans les ateliers de pré-usinage, rectification et d'usinage.

UN SAVOIR-FAIRE RECONNU DANS DE NOMBREUX DOMAINES D'APPLICATIONS :

- Le noyautage
- Le moulage
- Le refroidissement
- Le dessablage
- Le dégrappage
- Le démasselottage
- L'ébavurage
- Le pré-usinage
- Le contrôle dimensionnel
- La manutention sous presse
- Le grenailage
- Le contrôle non-destructif
- Etc.



Carroussel dynamique



Chargement machine de parachèvement

Bonne année ?

A l'heure de mesurer le chemin accompli dans l'année qui s'achève, avant de former des vœux pour 2020, force est de constater que nombre des nuages qui bouchaient l'horizon 2019 ne se sont pas dissipés.

Les mois de décembre passent, les causes changent, mais le pays est, cette année encore, aux prises avec une importante agitation à l'issue incertaine et, en tout cas, économiquement handicapante alors que, sur la scène internationale, persistent des raisons d'inquiétude sur lesquelles 2019 s'était déjà ouverte : aux Etats-Unis, une politique intérieure chaotique, désormais sur fond d'*impeachment*, et une politique extérieure commerciale toujours menaçante voire belliqueuse ; au Royaume-Uni, une issue toujours inconnue quant au Brexit et à son éventuelle mise en œuvre ; une économie chinoise confrontée à un ralentissement persistant...

Cela étant, peut-on considérer que l'impression de déjà vu et de difficulté à imaginer l'issue de la situation se dissipe si l'on se tourne vers l'activité des fonderies et des forges ? Le net ralentissement constaté ces derniers mois, pour la majorité des process, alliages et secteurs clients n'y invite guère.

Et le principal marché des professions de la forge et de la fonderie, le secteur automobile, échappe-t-il à la règle ? Apparemment paradoxale, la question peut ne pas sembler l'être tant que ça, si on veut bien se rappeler que, comme évoqué dans ces colonnes il y a plusieurs mois (n°18), la mobilisation générale y a été décrétée. Alors de mobilisation, qu'en est-il ? L'attention annoncée porte-t-elle, peut-elle, déjà, porter ses fruits ?

La question se pose d'autant plus qu'après une table ronde PME ETI de la filière automobile qui s'est déroulée autour de Bruno Lemaire, le 22 octobre, le Ministre avait choisi la journée filière automobile organisée par la PFA, le 2 décembre dernier, pour annoncer les actions que les pouvoirs publics ont décidé de mener afin que l'industrie automobile française soit l'une des industries automobiles les plus performantes au monde au 21^e siècle, soit, avouons-le, une prometteuse ambition !

Alors, y-a-t-il, dans ces actions, quelques raisons d'espérer pour les rangs de la filière auxquels se trouvent forges et fonderies ?

En tout cas, deux de ces mesures paraissent vouloir aller en ce sens, dont l'une explicitement et directement adressée aux sous-traitants.

De façon générale, d'abord, il est question de restaurer la compétitivité pour produire en France, sur la base du constat que les groupes automobiles français le font ailleurs pour réimporter ensuite en France (les deux véhicules les plus vendus en France, Clio et 208, n'y étant pas produits) et que ce modèle conduit en outre à l'augmentation des émissions de CO₂.

A cette fin, le Ministre a dit son attachement personnel au combat visant à baisser les impôts de production. Il a ensuite confié à Hervé Guyot la mission d'évaluer avec les constructeurs les conditions du maintien et de la relocalisation de leur activité en France mais aussi celle ... d'améliorer les relations entre donneurs d'ordres et sous-traitants, soit, convenons-en, une vaste tâche... pour l'ancien directeur des achats de PSA...

Plus spécialement encore, à destination des sous-traitants, le gouvernement entend ensuite accompagner ceux qui sont particulièrement exposés à l'évolution de la filière diesel par la création de deux fonds dotés chacun de 25 millions d'euros dégagés par le déplafonnement du malus pour les véhicules émettant plus de 172 grammes de CO₂.

L'un sera un fonds de garantie pouvant générer jusqu'à 200 millions d'euros de prêts garantis destinés à financer le maintien de l'activité des sous-traitants qui serait potentiellement mise en péril par la dégradation de celle du secteur. L'autre sera destiné à financer des investissements pour permettre aux entreprises sous-traitantes concernées de réussir leur transition écologique, leur diversification vers d'autres secteurs et d'investir dans de nouvelles lignes de production.

A la lecture de ces lignes, vous aurez d'ores et déjà certainement fait un rapide mais simple calcul : combien d'heures élus de ce dernier fonds ... lorsque l'on sait que les investissements visés se chiffrent rapidement au-delà du million, voire de plusieurs, dans les métiers capitalistiques que sont fonderie et forge ?

Tout cela ne sera-t-il qu'une sorte de petite goutte d'eau donc ? Un réel espoir de salut dans la tempête ? Une petite leur d'espoir plutôt ?

Mais une petite lumière dans la nuit, n'est-ce pas là toute l'histoire de Noël ?

Alors, avant de plonger dans 2020, nous vous souhaitons, à vos entreprises, vos équipes, vos familles et vous-mêmes, une heureuse fin d'année et une très bonne année nouvelle.



Nicolas GROSIDIER
Président de la Fédération Forge Fonderie



Wilfrid BOYAULT
Directeur général de la Fédération Forge Fonderie

TRANSVALOR CLOUD COMPUTING

La flexibilité et la performance du Cloud Computing au service de votre industrie

Disponible pour **FORGE®** & **THERCAST®***

- Configurations **6, 12 ou 24 cœurs**
- **10** jours de service minimum
- **90** jours de stockage des données
- **Arrêt & Reprise** à la demande
- **Extension** de durée de service possible
- Premier territoire éligible **Europe**

* Disponible pour **FORGE® NxT 3.0**, **FORGE® NxT 2.1 SP1** et **THERCAST® NxT 1.0**.

Transvalor Cloud Computing is a service of Transvalor S.A. - non-contractual document

Configurations	CPU / GPU	RAM	Stockage de données	Tarification**
6 cœurs	Intel® Xeon® E5-2690 v3 2.6 GHz - 30 MB cache M60 GPU	56 GB	256 GB	219€/jour
12 cœurs	Intel® Xeon® E5-2690 v3 2.6 GHz - 30 MB cache M60 GPU	112 GB	512 GB	363€/jour
24 cœurs	Intel® Xeon® E5-2690 v4 2.6 GHz - 35 MB cache M60 GPU	448 GB	1024 GB	668€/jour

** La tarification est valable jusqu'au 31/12/2019 et comprend le coût de la licence, du hardware et du support technique. Le coût de la formation n'est pas inclus.

4 bonnes raisons d'adopter Transvalor Cloud Computing

1 - Flexibilité

- Fonction Arrêt et Reprise à la demande
- Plusieurs utilisateurs peuvent accéder à la même instance
- Accédez aux données de simulation où que vous soyez, à tout moment

3 - Sécurité optimale

- Normes de sécurité les plus strictes
- Protection des données par chiffrement
- Accès par chiffrement AES 256 bits pour SSL

2 - Simplicité d'utilisation

- Instantanément opérationnel avec le logiciel installé
- Interface et fonctionnalités identiques
- Effectuez toutes les actions de pre/post traitement et de calcul

4 - Performance

- Lancez plusieurs simulations simultanées
- Matériel de dernière génération
- Ne payez que pour les ressources et les heures utilisées



Solde de la taxe d'apprentissage 2020 : Soutenez l'ESFF !

Chère lectrice, cher lecteur,

L'Ecole Supérieure de Fonderie et de Forge (ESFF), votre école d'ingénieurs dédiée, point d'orientation essentiel pour tout le réseau de formation initial au service des métiers de la forge et de la fonderie, a, PLUS QUE JAMAIS, besoin de votre soutien direct : pour mener pleinement à bien son activité de formation indispensable à vos professions, elle doit pouvoir compter sur le versement du solde de votre taxe d'apprentissage.

La réforme de la formation professionnelle impacte, en effet, fortement son modèle économique et il ne faut pas que cela puisse créer le risque de voir son existence même remise en cause.

2020 est donc une année décisive pour son avenir, et donc le vôtre, pour l'histoire que nos professions souhaitent écrire concernant la transmission des savoir-faire d'excellence.

Il est de notre devoir de vous alerter sur la responsabilité qui vous revient de pérenniser cette centenaire qu'est votre école, en désignant l'ESFF comme bénéficiaire du solde de la taxe d'apprentissage en 2020.

En effet, la réforme conduit à des changements profonds du financement de l'apprentissage. Si le taux de la taxe d'apprentissage reste inchangé (0.68%), la part qui est réservée au financement direct des écoles passe de 23% à 13% de la taxe.

Il est donc indispensable de mobiliser les ressources pour permettre à l'ESFF de se développer, renforcer son rayonnement et ses moyens et outils (expertise métallurgique, digitalisation...) pour mieux attirer les meilleurs représentants de BTS, DUT, les meilleurs étudiants de classes préparatoires aux grandes écoles et répondre à votre demande toujours croissante d'ingénieurs ESFF.

A ce jour le décret qui doit préciser les conditions de versement du solde de la taxe d'apprentissage que vous devez absolument réserver à l'ESFF n'est pas encore paru. Nous vous tiendrons informés dès que cela sera le cas.

Cela étant, selon les informations aujourd'hui disponibles, il est probable que le versement devra être réalisé par l'entreprise directement auprès de l'école et ce, au plus tard, fin mai (l'entreprise recevant en retour une attestation lui permettant de justifier du respect de ses obligations fiscales).

Permettez ainsi à l'ESFF de continuer à former les ingénieurs et les cadres supérieurs dont les industries de la transformation du métal, la fonderie et la forge ont un besoin crucial.

Permettez à l'ESFF de continuer à dispenser un enseignement équilibré, fondé sur des connaissances scientifiques solides, indispensables à la compréhension des mécanismes fondamentaux régissant le comportement des matériaux mais, dans le même temps, à l'application intelligente des techniques (CAO, modélisation, simulation numérique, etc.).

Permettez à vos professions de demeurer résolument orientées vers l'avenir grâce à la préservation et au développement de l'expertise au cœur de leurs métiers.

Soyez acteurs de cet enjeu stratégique majeur pour vous qu'est le maintien d'une école de transmission de vos savoir-faire d'excellence.

Vous pouvez compter sur l'ESFF, elle compte sur vous !

*Wilfrid Boyault,
Directeur général de la Fédération Forge Fonderie
Pierre-Yves Brazier,
Directeur de l'école supérieur de Forge et de Fonderie
Sergio Da Rocha,
Responsable Formation de la Fédération Forge Fonderie*





Depuis 1863

L'optimum qualité est notre priorité

Notre gamme de machine pour le formage des métaux et poudres couvre la majorité des besoins de l'industrie. Avec nos **Marteaux et Contre-frappes**, **Presses hydrauliques** et **Presses à vis** en passant par toutes sortes de **Machines de préformages** et de **Laminoirs transversaux ou à retour** et jusqu'aux **installations et lignes entièrement automatisés**, nous répondons présent à vos besoins !



Domaine d'application actuel:

- Industrie automobile
- Technique ferroviaire
- Industrie aéronautique
- Construction navale
- Techniques médicales
- Appareils électroménagers.
- Fabrication d'outillages à main
- Construction de machines
- Construction de machines agricoles
- Energies renouvelables
- Construction de centrales énergétiques
- Industrie de la robinetterie
- Industrie Offshore
- Industrie minière

LASCO propose un large éventail de produits et de services pour ces grands marchés globaux et les multitudes d'application en techniques de formage.

Tel.: +49 (0) 9561 642-0 www.lasco.com



Matinée Silice cristalline

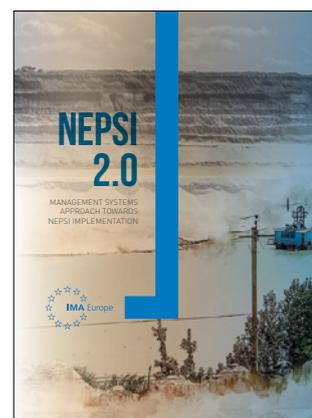
La silice cristalline a été, ces derniers mois, sous les feux de l'actualité avec la publication en mai d'un rapport de l'ANSES et un arrêt pris en septembre par la Cour de Cassation qui a étendu le préjudice d'anxiété à toutes les substances toxiques ou nocives. Dans le but de faire un point sur la situation et d'aider ses adhérents à se positionner pour l'avenir, la Fédération Forge Fonderie a organisé le 11 octobre une matinée sur le thème de la silice cristalline.

Sandra Rimey, Secrétaire générale de Minéraux Industriels France, a tout d'abord rappelé le contenu de la réglementation applicable et présenté les évolutions à venir liées à la transposition de la Directive concernant la protection des travailleurs contre les risques liés à l'exposition à des agents cancérigènes ou mutagènes au travail.

Nicolas Créon, Responsable EHS à la fédération, a ensuite expliqué quelles seront les conséquences probables pour les entreprises de l'extension du préjudice d'anxiété.

Puis Christian Dolphin, Responsable Hygiène au travail pour le Groupe Imerys, a présenté la nouvelle version du Système de management du risque silice cristalline, NepSi 2.0. Une présentation de NepSi 2.0 est d'ores et déjà téléchargeable, la nouvelle version du système de management sera, elle, disponible dans les mois à venir.

Enfin, EJ Picardie et Saint-Gobain PAM ont partagé avec les adhérents présents leur retour d'expérience et leurs bonnes pratiques ont la matière.



Le village Forges Fonderies Françaises au MIDEST GLOBAL INDUSTRIE du 31 MARS au 3 AVRIL 2020 à Paris



Avec plus de 1 200 exposants et près de 46 000 visiteurs, le MIDEST GLOBAL INDUSTRIE - Mondial des Industries de la Sous-Traitance - est le plus gros salon spécialisé dans la sous-traitance industrielle.

Les sous-traitants étrangers étant présents en nombre, la visibilité des entreprises de nos secteurs est devenu un enjeu essentiel depuis plusieurs années, nous conduisant à rassembler la forge et la fonderie dans le Village Forges Fonderies Françaises.

Le Village Forges Fonderies Françaises est composé de stands individuels rassemblés dans des îlots dont la décoration commune renforce la visibilité du collectif. Chaque exposant dispose de son espace entièrement aménagé clé en main et avec sa signalétique individuelle. Cette année le Village Forges Fonderies Françaises rassemble déjà plus de 30 entreprises réparties sur 7 îlots soit environ 450 m² de stands, ce qui en fait l'un des plus gros collectifs professionnels du MIDEST GLOBAL INDUSTRIE Paris 2020.

La FEDERATION FORGE FONDERIE et tous ses collaborateurs seront heureux de vous accueillir sur notre stand au cœur du village pendant toute la durée du salon.



Stéphane MAGRON
Ingénieur projet
Cetim Grand Est.



Didier TOMASEVIC
Chef de Projet
CTIF

Co-design d'une pièce de fonderie, de son tracé à l'obtention de sa qualité

Introduction

La définition mais aussi la mise en œuvre des procédés de fonderie visant à l'obtention de pièces mécaniques pour diverses applications influence fortement la qualité des produits pour lesquels la nature, la taille et la localisation de défauts pourront s'avérer préjudiciables à l'usage de la pièce. Ils pourront en effet conduire à une réduction des caractéristiques mécaniques et / ou à des problématiques d'étanchéité. Chaque étape de mise au point d'une pièce de fonderie sera essentielle à sa réalisation en accord avec les requis des industriels donneurs d'ordres.

Les industriels, utilisateurs de pièce de fonderie, de diverses commissions du Cetim ont ainsi remontés un besoin autour d'outils sur lequel ils pourraient s'appuyer pour aborder plus sereinement les étapes de mise au point avec leurs fournisseurs. Un besoin complémentaire exprimé serait de mieux appréhender les différentes typologies de défauts auxquels ils sont confrontés afin d'être en mesure de définir des critères d'acceptation répondants aux spécifications du client final.

Cette définition est d'une manière générale réalisée par retour d'expérience avec des ajustements de paramètres effectués successivement après analyses des résultats des essais non destructifs et destructifs des pièces prototypes. Ces étapes sont pénalisantes en termes de coûts et de temps de développement, notamment dans le cas de conception de pièces pour de petites ou moyennes séries.

Le Cetim aidé du CTIF ont ainsi collaboré pour mener à bien cette étude émanant d'une action professionnelle initiée par diverses commissions du Cetim telles que les pompes, la robinetterie, les machines-outils, les transmissions mécaniques ou encore les machines agricoles.

Expression du besoin industriel

Cette étude avait pour but de viser une réduction voire une suppression des phases de mise au point des paramètres de fonderie par utilisation d'une méthodologie de développement plus aboutie et suivant les règles de l'art de conception d'un brut de fonderie.

Une première instruction menée par la Cetim a permis de recenser le besoin industriel et de formaliser un cahier autour des thématiques ci-dessous :

⇒ Identification des principaux types de défauts de fonderie

Plus communément appelée Défauthèque, la mise à disposition d'un outil recensant les principaux défauts de fonderie (nature, taille, cause), leurs moyens de détection (méthodes non destructives et destructives), les préconisations sur le process pour les éviter / éliminer et leur impact en termes de caractéristiques mécaniques ou de perte d'étanchéité devait permettre une meilleure identification de ceux-ci.

Le Groupe de travail a ainsi recensé les données que l'outil devait contenir :

- ✓ Nom du défaut (avec sa traduction en anglais)
- ✓ Définition
- ✓ Descriptif
- ✓ Classification (interne, externe, métallurgique)
- ✓ Schémas / photos
- ✓ Nuances concernées
- ✓ Procédés concernés
- ✓ Causes probables d'apparition
- ✓ Remèdes
- ✓ Conséquence sur le produit
- ✓ Moyen de détection

Notre objectif fût de mettre au point un outil efficace et interactif pour les utilisateurs qu'ils peu ou très expérimentés à la mise en œuvre de pièce de fonderie.

⇒ Démarche de co-développement des pièces de fonderie

Ce second aspect de l'étude, également majeur pour faciliter les échanges entre les donneurs d'ordre et les fondeurs, a consisté à mettre à plat les bonnes pratiques de conception d'une pièce de fonderie et à établir une méthodologie d'élaboration d'un cahier des charges d'approvisionnement de pièces de fonderie.

Etat de l'art

Les travaux du groupe ont été initiés à l'issue d'un premier état de l'art des recueils disponibles dans le métier autour de ces 2 thématiques. Nos différentes investigations nous ont très vite rapproché du CTIF, auteur de bons nombres d'ouvrages sur ces thèmes.

⇒ **La santé des pièces fonderie**

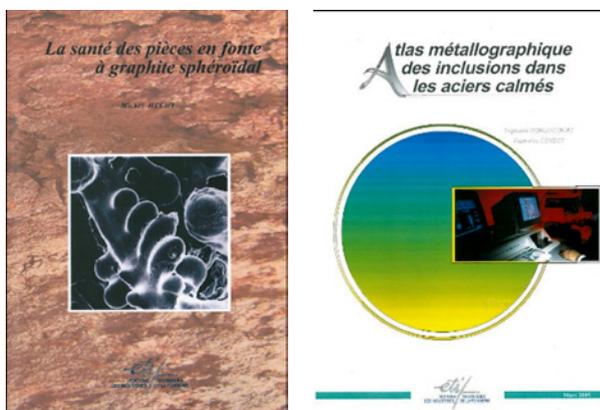


Figure 1 : Exemples d'ouvrages du CTIF sur la santé des pièces en alliages ferreux

⇒ **Règle de conception et de tracé des pièces de fonderie**

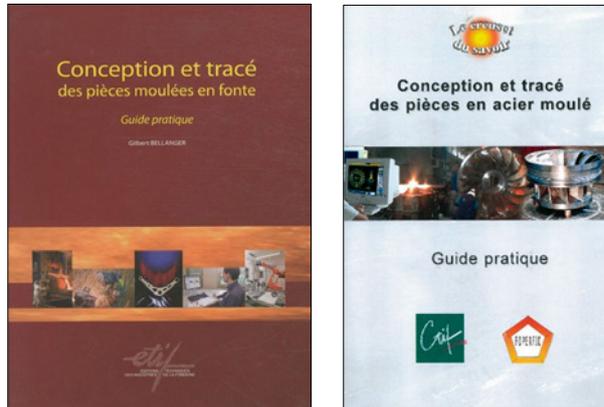


Figure 2 : Exemples d'ouvrages du CTIF sur les règles de conception et de tracé

L'ensemble de ces ouvrages très complets ont ainsi été en partie exploités pour l'élaboration de notre outil que nous souhaitons accessibles à tous horizons d'utilisateur qu'il soit expérimenté ou non.

Elaboration d'une défauthèque de fonderie

⇒ **Contenu technique**

Notre démarche qui a consisté de définir clairement le besoin des industriels et a permis d'aboutir à la mise au point d'un outil répondant au mieux à celui-ci. La base de données élaborée est composée de 88 « fiches défauts » recensant ainsi les données techniques des principaux défauts de fonderie répertoriés autour de 6 grandes familles que sont :

- ✓ Les cavités
- ✓ Les dimensions ou formes incorrectes
- ✓ Les excroissances métalliques
- ✓ Les inclusions et anomalies de structures
- ✓ Les pièces incomplètes
- ✓ Les solutions de continuité
- ✓ Les surfaces défectueuses

Ces défauts sont rencontrés dans la mise en œuvre des principaux procédés de fonderie que sont les sables à vert, les sables à prise chimique, la coulée coquille, la coulée sous pression, le procédé modèle perdu (PMP), la cire-perdue ou encore la centrifugation. Un autre aspect pris en compte dans le risque d'apparition des défauts est la nuance d'emploi pour lesquelles les plus courantes sont les aciers, les fontes (GL, GS, blanches), les aluminiums, les cuivreux, les alliages de magnésium et de zinc.

Chaque fiche se présente ainsi sous la forme ci-dessous figure 3 :

Défaut de fonderie - Variation

Type: Variation

Définition: Décalage du contour général de la pièce au niveau du plan de joint entre la partie inférieure et la partie supérieure

Descriptif: Le défaut de variation correspond un décalage du contour général de la pièce au niveau du plan de joint comme si celle-ci avait subi un effet de cisaillement. Nous constatons ainsi la présence de saillies opposées de part et d'autre de la pièce. Le mécanisme d'apparition de ce défaut n'est absolument pas lié à un phénomène de cisaillement laissant présager de la présence de fissure au sein de la pièce mais tout simplement à un mauvais alignement des parties de moule entraînant la présence de ce décalage dans l'empreinte au moment du remplissage qui se reflète sur la pièce finie.

Classification : Interne Externe Métallurgique

Schémas / photos:

Ce document a été élaboré par le CETIM conjointement avec le CTIF, il ne peut-être diffusé sans l'autorisation du CETIM et du CTIF.
Les informations contenues dans les fiches ont été extraites du logiciel Aladin, propriété du CTIF. 1/4

Défaut de fonderie - Variation

Pièce en fonte présentant une variation au niveau du plateau traversé par le plan de joint

Dans ce cas de pièce en fonte où la partie inférieure du moule permet d'obtenir les formes intérieures, la variation sera détectée par des irrégularités dans les épaisseurs de parois

Ce document a été élaboré par le CETIM conjointement avec le CTIF, il ne peut-être diffusé sans l'autorisation du CETIM et du CTIF.
Les informations contenues dans les fiches ont été extraites du logiciel Aladin, propriété du CTIF. 2/4

Défaut de fonderie - Variation

Pièce en fonte où la partie inférieure du moule permet d'obtenir les formes intérieures, la variation sera détectée par des irrégularités dans les épaisseurs de parois

Dans ce cas, les variations d'épaisseurs ont généré l'apparition d'une crique au refroidissement

Décalage du contour général de la pièce

Pièce conforme

Pièce non conforme

Décalage du contour général de la pièce

Ce document a été élaboré par le CETIM conjointement avec le CTIF, il ne peut-être diffusé sans l'autorisation du CETIM et du CTIF.
Les informations contenues dans les fiches ont été extraites du logiciel Aladin, propriété du CTIF. 3/4

Défaut de fonderie - Variation

Alliages concernés:	Procédés concernés
<input checked="" type="checkbox"/> Aciers	<input checked="" type="checkbox"/> Sable à vert
<input checked="" type="checkbox"/> Fontes GL	<input checked="" type="checkbox"/> Sable à prise chimique
<input checked="" type="checkbox"/> Fontes GS	<input type="checkbox"/> Cire perdue
<input checked="" type="checkbox"/> Fontes Blanches	<input checked="" type="checkbox"/> Coulée coquille
<input checked="" type="checkbox"/> Alliages d'aluminium	<input type="checkbox"/> Coulée sous pression
<input checked="" type="checkbox"/> Alliages de magnésium	<input type="checkbox"/> PMP (procédé modèle perdu)
<input checked="" type="checkbox"/> Alliages cuivreux	<input type="checkbox"/> Centrifugation
<input checked="" type="checkbox"/> Alliages de zinc	

Causes:

- Jeu exagéré dans les châssis et dans les goujons utilisés
- Mauvais repérage ou jeu important des plaques-modèles
- Mauvais repérage ou jeu important dans les portées
- Mauvais repérage ou jeu important dans les assemblages du modèle
- Mauvais repérage ou jeu important d'une coquille
- Choc entraînant un déplacement d'une parties de moule
- Emploi de châssis peu résistant par rapport à la pression de serrage appliquée

Remèdes:

- Appliquer un crampage ou un chargement adapté pour empêcher tout mouvement des parties de moules l'une par rapport à l'autre
- Vérifier le jeu des châssis et des goujons utilisés
- Vérifier le jeu et le repérage des coquilles, des plaques-modèles et des portées
- Contrôler le bon assemblage ainsi que le jeu du modèle
- Dimensionner les châssis afin de s'assurer de sa bonne tenue sous l'effet des pressions de serrage du sable

Conséquence sur le produit: En fonction de l'importance du décalage, le défaut pourra être éliminé par meulage ou usinage. En cas de décalage trop prononcé ne permettant plus d'assurer la bonne venue de la pièce usinée, celle-ci devra être mise au rebut.

Moyen de détection: Contrôle visuel

Ce document a été élaboré par le CETIM conjointement avec le CTIF, il ne peut-être diffusé sans l'autorisation du CETIM et du CTIF.
Les informations contenues dans les fiches ont été extraites du logiciel Aladin, propriété du CTIF. 4/4

Figure 3 : Exemple de fiche défaut

⇒ **Utilisation de la base de données**

En complément de ces fiches et en vue d'agrémenter l'utilisation de l'outil, l'accès rapide aux fiches est autorisé au travers d'un tableau récapitulatif intégrant une aide à

l'identification à partir de précisions sur la morphologie du défaut auquel l'industriel est confronté. Nous retrouvons ainsi un extrait de ce tableau en figure 4.

Défaut de fonderie - Liste défauts					
Liste défauts - Cartographie		Aide à la recherche du type de défaut			
Defect	Type	Dimension 1	Dimension 2	Dimension 3	Dimension 4
Porosage	Met penetration	Surfaces défectueuses	Défauts généralement volumiques et étendus	Adhérence du sable	Contingents de métal et de sable adhérent au moulage
Dimension de moule	Mold model geometry	Dimensions du forme incorrectes	Formes incorrectes	Pièce déformée avec modèle incorrect	/
Erreur au joint ou barbe	Parting line fault	Inconvénients métallurgiques	En forme de table, bavure ou veine	Base modifiée des dimensions principales	Bavure au plan de joint ou dans une portée de robe
Plaque	Blotting	Pièces incomplètes	Parties manquantes avec cassures	Pièces cassées	Cassure non ouverte
Cassure à facettes	Crackline fracture	Indicateurs et anomalies de structure	Remplissage de structure	Formation anormale de graphite	Cassure présentant des facettes planes
Cassure à chaud	Hot breakage	Pièces incomplètes	Parties manquantes avec cassures	Pièces cassées	Cassures oxydées
Cassure caractéristique	Hot chandy fracture	Solution de continuité	A bords vifs et en réseau	Recochlissement le long des joints	/
Cassure ou fissure qui traverse à froid	Cold breakage / crack	Solution de continuité	A bords vifs	Puis parois oxydées	/
Cassure ou fissure qui traverse à chaud	Hot crack	Solution de continuité	A bords vifs	Puis parois oxydées	Parcours régulier, écartement généralement constant des parois
Plaque variable	Blotting cavity	Chaudi	En partie généralement volumiques	Interstit	En forme de triangle ou trapèze à partir d'un épanouissement
Plaque de sable	Sand filling	Inconvénients métallurgiques	Abusives	De forme irrégulière	En surface supérieure

Figure 4 : Extrait du tableau d'aide à l'identification des défauts

Un dernier outil de synthèse a été élaboré afin de permettre aux industriels d'avoir une vision macro des différents défauts en fonction de :

- ✓ Leur classification (dimensionnel, de surface, interne, métallurgique)
- ✓ Les procédés concernés
- ✓ Les nuances à risques

Cette cartographie se présente sous la forme d'un tableau récapitulatif dont un extrait est détaillé en figure 5

Défaut de fonderie - Cartographie défauts																					
Liste défauts	Classification				Procédés						Nuances										
	Defect	Dim	Surface	Interne	Métallurgique	Sable à vert	Sable à prise	Cire perdue	Coulée coquille	Coulée sous pression	PMP (procédé modèle perdu)	Centrifugation	Aciers	Fontes GS	Fontes GS	Fontes Blanches	Alliages Aluminium	Alliages Magnésium	Alliages colorés	Alliages Zinc	
Porosage																					
Assemblage de moule																					
Bavure au joint ou barbe																					
Plaque																					
Cassure à facettes																					
Cassure à chaud																					
Cassure caractéristique																					
Cassure ou fissure qui traverse à froid																					
Cassure ou fissure qui traverse à chaud																					
Plaque variable																					
Plaque de sable																					

Figure 5 : Extrait de la cartographie des défauts

⇒ **Vision CND**

Au-delà de la classification des défauts présentée précédemment, le groupe de travail souhaitait également qu'un rappel des technologies de contrôle CND soit intégré dans la liste de nos travaux. Les moyens de contrôles couramment utilisés pour la détection des défauts ont été identifiés dans chacune des fiches défaut. Au travers de cette étape de l'étude, nous avons réalisé une synthèse des moyens de contrôle non destructifs courants mais aussi innovants utilisés pour détecter les défauts de fonderie.

Pour ce faire, nous nous sommes basés sur une précédente étude menée dans le cadre d'une autre action collective du Cetim.

Les moyens de CND sont classés suivants deux catégories (liste non exhaustive).

- ✓ CND surfaciques :
 - Contrôle visuel
 - Ressuage
 - Magnétoscopie
 - Courants de Foucault (CF)
 - ACFM
 - Thermographie

- ✓ CND volumiques :
 - Ultrasons,
 - Radiographie / tomographie.

A l'issue d'un bref descriptif de chaque méthode et de son domaine d'application, nous avons ensuite détaillés leurs avantages et inconvénients. Enfin, toujours dans un esprit d'utilisation optimum par les industriels, un tableau récapitulatif des méthodes de contrôle les plus adaptées à chaque type de défaut de fonderie, réalisé par nos collègues dans le cadre de l'étude initiale, a été réintégré à notre livrable.

Un extrait de ce tableau est présenté en figure 6.

Familie de matériau	Matériau	Magnétique	Défauts d'élaboration : Fonderie / Lingot										
			Crêpe	Retassure	Soufflure	Inclusion	Tapure	Ségrégation	Goutte froide	Reprise	Gerce	Gale	
Fonte	GIS GIL	Oui	- Ressuage - Magnétoscopie - Radiographie - Tomographie - Thermographie	- Radiographie - Tomographie - US - Thermographie	- Radiographie - Tomographie - US - Thermographie	- Radiographie - Tomographie - US	- Ressuage - Magnétoscopie - Tomographie - Radiographie - US	- Tomographie - Radiographie - US	- Contrôle Visuel - Ressuage - Magnétoscopie - Radiographie - Thermographie	- Contrôle Visuel - Radiographie - Ressuage - Magnétoscopie - Radiographie - Thermographie	- Contrôle Visuel - Ressuage - Magnétoscopie - Radiographie - Tomographie - Thermographie	- Contrôle Visuel - Ressuage - Magnétoscopie - Radiographie - Tomographie - Thermographie	
			Fortement allié Ferritique	Oui	- Ressuage - Magnétoscopie - Radiographie - Tomographie - Thermographie	- Radiographie - Tomographie - US - Thermographie	- Radiographie - Tomographie - US - Thermographie	- Radiographie - Tomographie - US	- Ressuage - Magnétoscopie - Tomographie - Radiographie - US	- Tomographie - Radiographie - US	- Contrôle Visuel - Radiographie - Ressuage - Magnétoscopie - Radiographie - Thermographie	- Contrôle Visuel - Radiographie - Ressuage - Magnétoscopie - Radiographie - Thermographie	- Contrôle Visuel - Ressuage - Magnétoscopie - Radiographie - Tomographie - Thermographie
Acier courant	Fortement allié Austénitique	Non	- Ressuage - Radiographie - CF - Tomographie - Thermographie	- Radiographie - Tomographie - US - Thermographie	- Radiographie - Tomographie - US - Thermographie	- Radiographie - Tomographie - US	- Ressuage - Tomographie - Radiographie - US - CF	- Tomographie - Radiographie - US	- Contrôle Visuel - Ressuage - Radiographie - Thermographie	- Contrôle Visuel - Radiographie - Ressuage - Magnétoscopie - Radiographie - Thermographie	- Contrôle Visuel - Ressuage - Tomographie - Radiographie - Thermographie	- Contrôle Visuel - Ressuage - Magnétoscopie - Radiographie - Tomographie - Thermographie	- Contrôle Visuel - Ressuage - Magnétoscopie - Radiographie - Tomographie - Thermographie
			Faiblement alliés	Oui	- Ressuage - Magnétoscopie - ACFM - Radiographie - Tomographie - Thermographie	- Radiographie - Tomographie - US - Thermographie	- Radiographie - Tomographie - US - Thermographie	- Radiographie - Tomographie - US	- Ressuage - Magnétoscopie - Tomographie - Radiographie - US - ACFM	- Tomographie - Radiographie - US	- Contrôle Visuel - Ressuage - Magnétoscopie - ACFM - Radiographie - Tomographie - Thermographie	- Contrôle Visuel - Ressuage - Magnétoscopie - ACFM - Radiographie - Radiographie - Tomographie - Thermographie	- Contrôle Visuel - Ressuage - Magnétoscopie - ACFM - Radiographie - Radiographie - Tomographie - Thermographie

Figure 6 : Extrait de la cartographie des modes de détection des défauts de fonderie

Etude de Co-développement des pièces de fonderie :

Le développement d'une pièce mécanique de fonderie, implique de réaliser un certain nombre d'étapes essentielles pour

assurer la qualité du produit et répondre aux spécifications du client final. Ces développements sont le plus souvent abordés par les donneurs d'ordres par retour d'expérience et avec une implication souvent tardive de leurs fournisseurs que sont les fondeurs. L'objectif de cette seconde partie de l'étude a ainsi consisté détailler une méthodologie de co-développement d'une pièce de fonderie transposable par les industriels lors de leurs nouveaux développements. De toutes ces étapes découlera la rédaction d'un cahier des charges d'approvisionnement de pièce clair et précis afin d'éviter toutes zones d'ombre par la suite.

Ici encore, le Cetim et les CTIF ont su mettre à profit leur complémentarité pu cadrer le besoin des industriels qui a permis de valider un programme d'étude en 6 phases décrites ci-dessous :

- Phase 1 : Lancement du projet
- Phase 2 : Matrice de choix du couple Alliage / Process acier & fonte
- Phase 3 : Rédaction d'une spécification d'aide à la conception de pièce de fonderie
- Phase 4 : Co-design du corps de pompe et définition des systèmes de masselottage / remplissage
- Phase 5 : Etude de moulage
- Phase 6 : Rédaction de trames de cahiers des charges d'approvisionnement de pièces de fonderie

Afin d'avoir un fil conducteur illustrant la démarche, le groupe de travail a souhaité que celle-ci soit appliquée au cas d'un corps de pompe (voir figure 7), proposé par l'un des membres du groupe de travail.



Figure 7 : Vue du corps de pompe proposé comme cas industriel de l'étude

⇒ Phase 1 : Réunion de lancement

Tout comme dans la plupart de cas de développement de pièce mécanique, la mise au point d'une pièce de fonderie doit débuter par une réunion de lancement auquel devront participer l'ensemble des parties prenantes et idéalement le fondeur pressenti. Cette réunion aura pour but de recueillir toutes les données et contraintes industrielles à prendre en compte pour la mise au point de la pièce. En effet, l'ensemble des requis sont le plus souvent bien connus des donneurs d'ordres, toutefois ils peuvent être régulièrement mal retranscrits au moment du passage de commande. L'idée de cette réunion de lancement est donc d'identifier « en vrac » l'ensemble de ces requis afin de pouvoir aborder les étapes suivantes.

Les principales données à recueillir :

- Procédé de fabrication actuelle
- Nuance
- Volume pièce usinée
- Dimensions
- Taille de la série
- Lieu d'approvisionnement
- Epaisseur significative minimale
- Tolérances dimensionnelles
- Tolérances de forme
- Etat de surface
- Caractéristiques mécaniques
- Température d'utilisation
- Classes de qualité
- PV actuel
- Autres requis

⇒ **Phase 2 : Matrice de choix matériaux / procédés**

Généralement abordés par retour d'expérience, le choix de la nuance et du procédé de fonderie font appel à bon

nombre de critères qui doivent être passés en revue et cotés. Il est bien entendu que la cotation de ces critères nécessitera des connaissances techniques de fonderie et peut être dépendante des moyens dont disposent les fondeurs pressentis. L'implication du fondeur dès cette étape sera donc également importante.

- ✓ Matrice de choix matériaux

Les principaux critères qui serviront à la réalisation de la matrice de choix sont :

- Propriétés mécaniques / TTH
- Soudabilité et réparation
- Tenue à la corrosion (milieu)
- Usinabilité
- Coût de mise en œuvre

Dans le cas de notre corps de pompe, actuellement produit en nuances fontes ou aciers en fonction de son application, ces différents critères ont été passés en revue pour les nuances actuelles ainsi que pour différentes alternatives.

Il en ressort un bilan matériaux qui se présente sous la forme du tableau récapitulatif en figure 8 ci-dessous :

	Caractéristiques mécaniques			Corrosion		Soudabilité	Usinabilité	Coût		Notation global « sans pondération »
	Rp _{0,2} (MPa)	Rm (MPa)	Notation	Valeur (PREN)	Notation	Notation	Notation	Valeur (€)	Notation	
GX2CrNi19-11 (304L)	185	440	1	23	2	1	2	7,7	1	7
GX2CrNiMo19-11-2 (316L)	195	440	1	31	2	1	2	8,6	0	6
GX12Cr12	450	620	2	15	1	1	2	4,9	3	9
GX7CrNiMo12-1	440	590	2	15	1	1	2	5,1	3	9
GX4CrNiMo16-5-2	540	760	2	24	2	1	1	6,8	2	8
25Cr-7Ni-Mo-N (CE3MN - ASTM890)	515	690	3	47	3	0	0	9,5	0	6
Fonte GL		250	1	NA	1	-	4	2,0	4	10
Fonte GS		400	1	NA	1	-	4	2,5	4	10

➤ Pour un milieu type eau potable, les nuances GX12Cr12 et GX7CrNiMo12-1 sont suffisantes.

➤ Pour un milieu type eau potable plus agressif, par exemple présence ponctuelle de chlore, le GX4CrNiMo16-5-2 est une bonne solution matériaux pour substituer le 304L.

➤ Pour un milieu type eau de mer, les aciers duplex sont de bons candidats.

28 Document confidentiel – Diffusion interdite

Figure 8 : Extrait du bilan matériaux de la matrice de choix

A noter qu'afin de mieux prendre en compte les applications industrielles, une pondération de chaque critère peut être appliquée.

✓ Matrice de choix procédés

Afin de mettre en avant un choix de procédé le plus approprié, la matrice de choix associée sera composée d'un certain nombre de critères technico-économiques tels que :

- Données générales de la pièce
- Géométrie de la pièce
- Outillage
- Moulage
- Fusion
- Parachèvement
- Usinage
- Autres

L'expérience de l'industriel pourra malgré tout amener à écarter certains procédés en amont de la réalisation de la matrice afin d'éviter d'alourdir inutilement la matrice.

Dans le cadre de notre étude, nous avons par exemple décidé de retenir les procédés suivants :

- Moulage sable à vert
- Moulage sable à prise chimique
- Moulage cire perdue

Une retranscription graphique des cotations, telle que présentée en figure 9, permet ainsi une analyse plus aisée des points forts et faibles de chaque procédé.

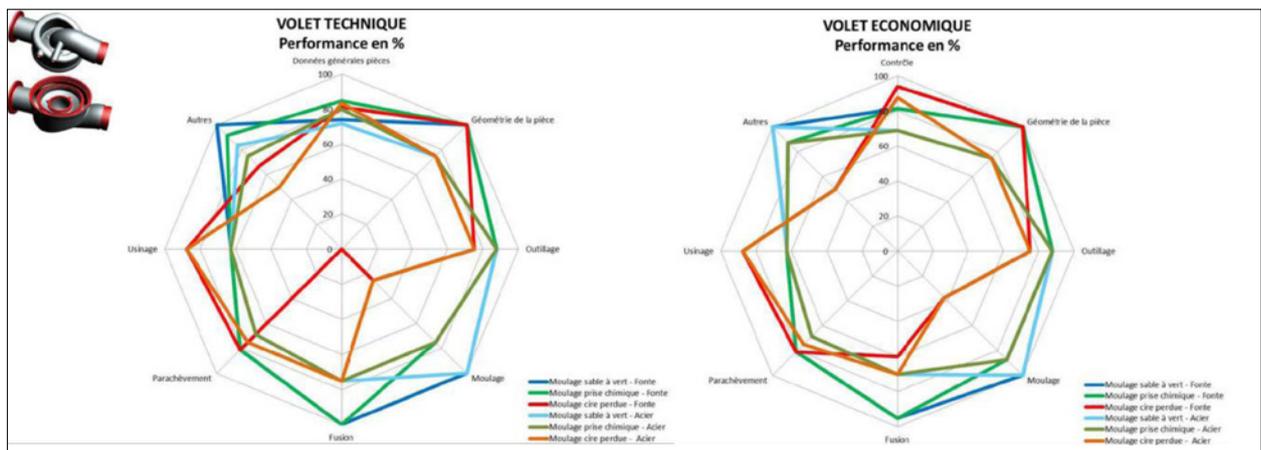


Figure 9 : Graphique matérialisation des résultats de la matrice de choix procédés

Cette matrice met en évidence le choix technico-économique le plus favorable qui dans notre cas fut le moulage sable à vert. A l'inverse, cette représentation permet également d'identifier les procédés les moins pertinents voire réducteurs tel que le moulage en cire-perdue en ce qui nous concernait.

⇒ **Phase 3 : Spécification techniques de fonderie**

La définition d'un cahier des charges implique des connaissances de bases des règles de tracé et de conception d'une pièce de fonderie. Dans le cadre de cette démarche de co-développement des pièces de fonderie, il semblait important de mettre à disposition un recueil retraçant ces règles sur lequel les industriels pourraient s'appuyer.

Les différents aspects décrits dans le document sont :

- Une description synthétique des défauts les plus courants
- Les principes de conception et de tracé des pièces de fonderie en passant par l'expression du besoin, la définition de la pièce et ses optimisations.

Les recommandations de conception et de tracé des pièces de fonderie détaillant :

- Le choix des épaisseurs de paroi
 - Leur régularité
 - La prise en compte des sollicitations mécaniques
 - Les concentrations de contraintes
 - Les différentes typologies de raccords des parois
 - La détermination des surépaisseurs d'usinage
 - Les tolérances dimensionnelles
 - Le mode de tracé du plan de joint
- Une présentation des règles de tracé facilitant la fabrication afin :
 - D'améliorer la santé matière (évidements des masses, mise en place de surépaisseurs ou de dépouilles d'auto-alimentation, modification améliorant l'efficacité des masselottes),
 - De limiter les déformations dues au retrait
 - De simplifier les opérations de fonderie au travers de la définition des dépouilles optimum

Ce document permettra également de mieux appréhender les choix techniques faits aux niveaux des phases 4 / 5 de reconception et d'étude de moulage à venir.

⇒ **Phase 4/5 Co-design du corps de pompe**

Les phases de validation du tracé de pièce et d'étude de moulage sont très liées. Elles visent à passer d'un besoin fonctionnel du donneur d'ordre vers une pièce de fonderie au tracé le plus optimisé possible, puis à définir son système d'alimentation (masselottage et coulée) qui permettra d'obtenir la pièce pour enfin aboutir à la définition des composants du moule (parties de moule, noyaux, renforts, filtres, etc...), c'est-à-dire de l'étude de moulage.

Nous comprendrons assez aisément que cette étape, généralement réalisée par le fondeur, devra malgré tout être menée conjointement afin d'obtenir le meilleur compromis dans la définition du procédé de fonderie tout garantissant le besoin fonctionnel de la pièce.

Il s'appuiera le couramment sur un outil de prédiction par simulation numérique comme ce fût le cas pour notre corps de pompe afin de permettre notamment d'identifier les zones de dernières solidifications et d'apprécier le remplissage de l'empreinte (vitesse, perturbation, engorgement, etc...).

La première étape de reconception consiste à mettre en évidence les zones de dernières solidifications dites « potentiellement critiques » au travers d'une 1^o simulation de refroidissement de la pièce seule. Dans un second, temps, les zones à risques d'apparition de retassures devront être identifiées par le logiciel pour chacun des sens de moulage jugés les plus pertinents. Nous retrouvons ainsi en figure 10, une cartographie appliquée à notre cas industriel matérialisant ces zones dans chacun des 3 sens de moulage envisagés.

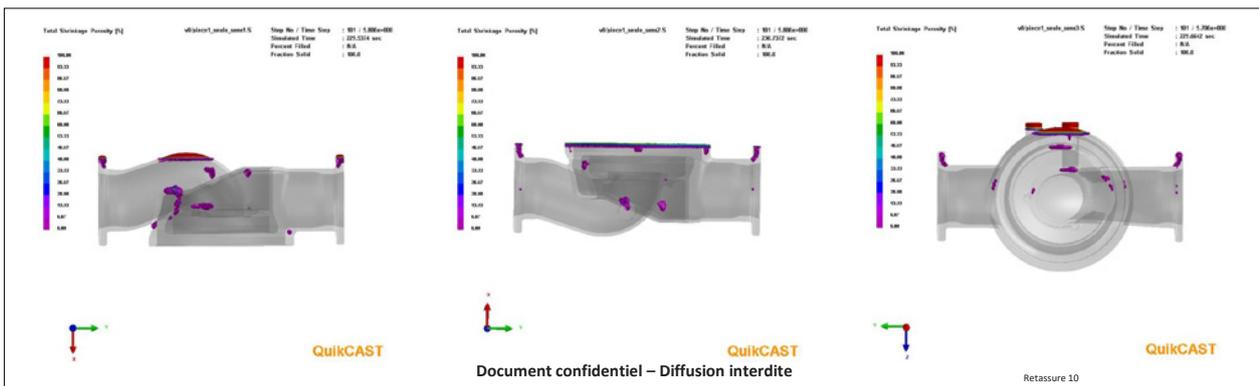


Figure 10 : Positon des retassures en fonction du sens de moulage

Cette première analyse complétée par une matrice de choix intégrant divers critères détaillés en figure 11 permettra d'identifier le sens de moulage le plus favorable.

Pièce 1 « seule »

Matrice de choix pour définir le sens de moulage

Critères	Sens de moulage		
	Sens 1	Sens 2	Sens 3
Stabilité du noyau	5	4	2
Evacuation des gaz du noyau	3	5	3
Remplissage de l'empreinte	4	4	4
Masselottage de la pièce	2	4	2
Reproductibilité	5	5	4
Innovation	3	3	3
Coûts	3	4	3
TOTAL « sans pondération »	25	29	21

0 : rédhibitoire
1 : mauvais
5 : bon

Figure 11 : Matrice de choix du sens de moulage

La complexité des pièces mécaniques généralement mise en œuvre ne permet pas, le plus souvent, d'assurer une so-

lidification complètement dirigée malgré un tracé dans les règles de l'art.

L'étape suivante de la démarche consistera donc à un échange entre le donneur d'ordre et le fondeur visant à trouver le meilleur compromis de tracé de pièce pour éviter l'apparition de défauts. Les dernières zones critiques identifiées, seront à alimenter par un système de masselottage dont l'efficacité sera idéalement validée via la simulation.

Nous avons ainsi procédé de cette façon dans notre démarche appliquée au cas industriel du corps de pompe. Une première étude du système de masselottage a ainsi permis de mettre en évidence son impact bénéfique sur l'alimentation de la pièce. La figure 12 montre ainsi les résultats obtenus suite à la réalisation d'une première itération simulation du refroidissement avec le système de masselottage envisagé.

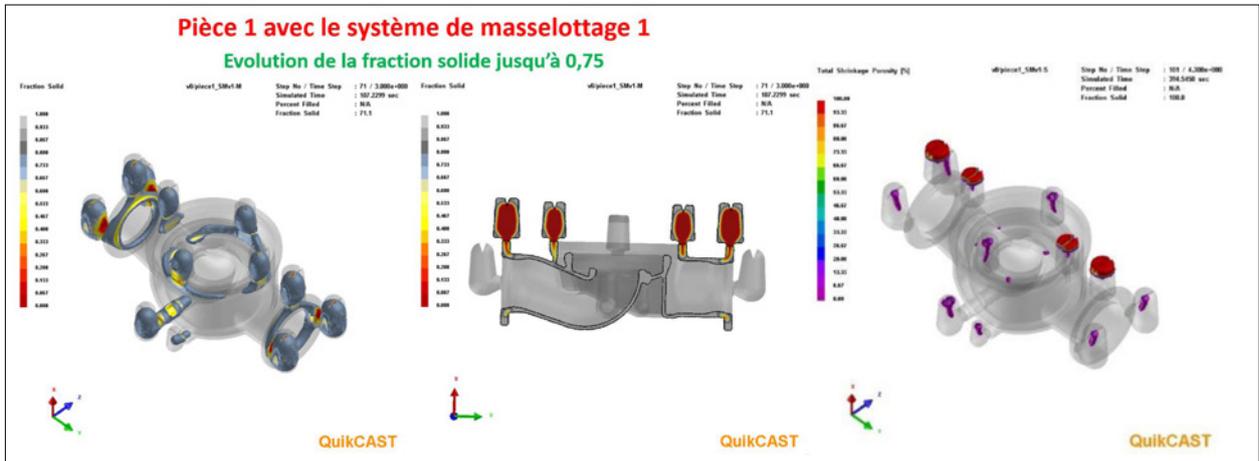


Figure 12 : Etude de simulation de la pièce et impact sur la localisation des retassures

Dans notre cas de figure, 3 zones critiques ont ainsi été mise en évidence et ont donc dû être traitées tel que nous pouvons le voir sur la figure 13.

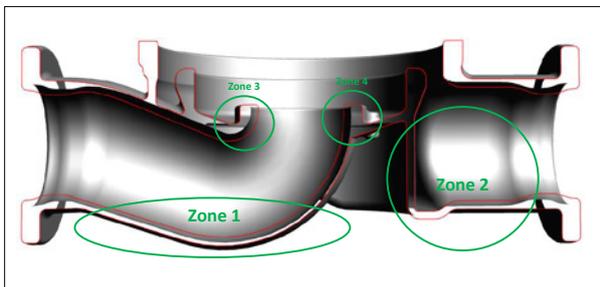


Figure 13 : Représentation des zones critiques suite à l'analyse de la simulation

L'application de modifications de du tracé associée à la mise en place de refroidisseurs mais aussi à une revue du système de masselottage, ont ainsi permis de traiter ces zones.

Dans une dernière étape, le fondeur devra dimensionner le système de remplissage afin d'éviter toutes turbulences dans l'empreinte, qui sera idéalement à valider par simulation numérique tout comme cela a été fait dans le cadre de notre étude.

La figure montre ainsi le résultat de la simulation de la grappe de pièce pour laquelle les dernières zones des solidifications sont bien localisées dans les masselottes réduisant ainsi le risque d'apparition de défauts tel que nous pouvons le voir sur la figure 14.

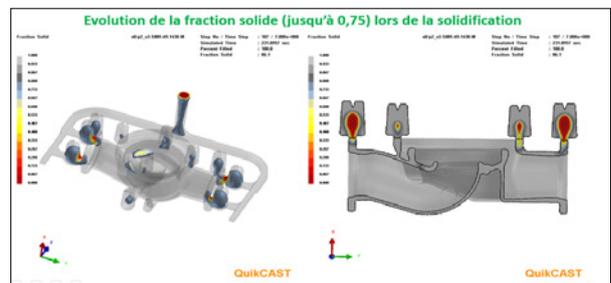


Figure 14 : Vue fin de solidification de la grappe de pièce

La dernière étape d'étude de moulage, réalisée par le fondeur en fonction de ces moyens, devra ainsi permettre d'obtenir la grappe de pièce avec le niveau de qualité requis.

Afin d'apporter quelques éléments techniques sur sa réalisation aux membres du groupe, l'étude de moulage a été réalisée partiellement sur le cas du corps de pompes.

Nous pouvons voir ainsi en figure 13 une vue synthétique de l'assemblage de noyaux, permettant d'obtenir les formes intérieures de la pièce.

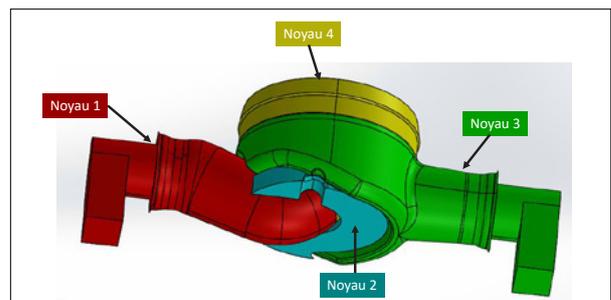


Figure 15 : Vue de l'assemblage des noyaux extrait de l'étude de moulage

⇒ Phase 6 : Cahier des charges

La dernière phase détaillée dans le cadre cette démarche consiste à élaborer le cahier des charges d'approvisionnement de pièces de fonderie qui fera partie des documents contractuels applicables lors du passage de commande au fondeur.

Les grands chapitres détaillés dans le document sont ainsi :

- Descriptif de la prestation demandée (pièce, fourniture, condition d'utilisation)
- Références aux plans et documents associés
- Garanties
- Planning
- Références normatives
- Définition
- Documents contractuels
- Exigences de fabrication
- Méthodes de caractérisation
- Définition des zones désignées et courantes
- Critères d'acceptation
- Fréquence de contrôle
- Réparation
- Marquage
- Conditionnement – Emballage
- Surveillance process – Qualité
- Livraison de la fourniture
- Responsabilité
- Présentation de l'offre
- Interlocuteurs projet

Bilan et perspectives

Un bilan plus que positif ressort de cette étude très riche techniquement pour laquelle nous avons pu mettre au point des outils pertinents pour les industriels utilisateurs de pièces de fonderie. Un bagage bien plus étoffé a ainsi été apporté en termes de connaissances des caractéristiques de défauts couramment rencontrés mais aussi des principales étapes d'industrialisation à mener conjointement avec leurs fournisseurs.

Au-delà du contenu technique, l'approche adoptée a permis d'allier pragmatisme industriel, rigueur scientifique et technique pour monter en compétence mais aussi fiabiliser une démarche apportant ainsi une dimension humaine à notre bilan.

Ces outils, à caractère très qualitatifs, pourraient malgré tout être complétés par des données plus quantitatives sur l'impact que pourrait avoir les défauts sur les propriétés mécaniques. Les membres du groupe de travail souhaiteraient désormais avancer dans de nouvelles phases d'études que viseraient à quantifier cet impact au travers d'un programme d'essais expérimentaux basés sur la réalisation de pièces de références que nous corrélions à des résultats obtenus par le biais de la simulation numérique.

Conclusion

A l'issue de cette phase d'étude et plus spécifiquement du bilan dressé ci-dessus, nous pouvons voir que les connaissances apportées dans le cadre de cette étude au travers des outils que nous avons élaborés ensemble, s'avèrent primordiales pour aborder plus sereinement les échanges avec les fournisseurs. Il sera d'ailleurs préconisé de les intégrer le plus en amont dans une démarche dite de « co-développement ».

La complémentarité entre le Cetim et le CTIF s'est pleinement illustrée dans la réalisation de cette étude en permettant de répondre aux besoins spécifiques des industriels mécaniciens confrontés à la mise en œuvre des procédés de fonderie.

Les outils mis à disposition des industriels mécaniciens, pourront ainsi être transposés aisément en fonction de leurs applications respectives et permettront d'aborder plus sereinement leurs développements futurs.

Afin d'exploiter au mieux ces outils qualitatifs, les nouvelles phases en perspectives, visant à quantifier l'impact des défauts, seront également majeures pour venir orienter les choix des industriels de façon plus précise.



DIFFRACTION & SPECTROMETRIE

Stress X



Mesure de stress /
contrainte par diffraction
de Rayon X

AreX L



Analyseur d'Austénite
résiduelle

Metal Lab Plus S7



Spectromètre à émission
optique
pour l'analyse des alliages
métalliques

Atlantis S9



Spectromètre à émission
optique
pour l'analyse des alliages
métalliques

UNE GAMME COMPLETE A VOTRE DISPOSITION DEPUIS 1993 EN FRANCE !

VENTE - INSTALLATION - FORMATION - MAINTENANCE - ETALONS - ACCESSOIRES

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



www.vaccaripresse.com

**screw presses
for forging**

steel

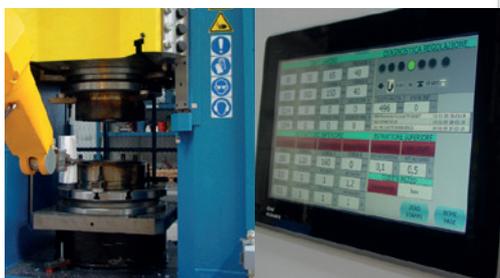
brass

special alloy

titanium

copper

aluminium





Nicolas CREON
Responsable Environnement
Hygiène & Sécurité
Fédération Forge Fonderie

L'efficacité énergétique dans les forges et les fonderies

Ces dernières années, les économies d'énergie et la réduction des émissions de gaz à effet de serre sont devenues un sujet d'actualité qui bien sûr intéresse nos entreprises mais qui, comme pour tout projet industriel, suscite très vite une question essentielle : « est-ce rentable ? ».

Si les actions les plus simples ont généralement des temps de retour sur investissement rapide, les études préliminaires des projets complexes présentent souvent des temps de retour considérés comme peu compatibles avec les attentes des entreprises.

Pourtant, au moins trois raisons fortes incitent à considérer l'efficacité énergétique avec de plus en plus d'attention. L'une de ces raisons impacte directement le temps de retour sur investissement, les deux autres de manière moins directe mais bien réelle.

La première raison est évidemment financière : l'amélioration de l'efficacité énergétique réduit immédiatement le montant de la facture énergétique.

La seconde est qu'en réduisant la consommation d'énergie, une entreprise réduit également l'incertitude que les variations des prix de l'énergie font peser sur ses coûts de production. En effet, il n'est pas possible de prédire

avec certitude l'évolution des marchés de l'électricité et du gaz et l'expérience de ces dernières années montre qu'ils peuvent varier fortement.

Enfin, l'industrie fait face à une problématique d'image. Malgré les progrès importants réalisés ces dernières décennies en matière de réduction des émissions polluantes, le regard que la société jette globalement sur l'industrie est négatif, comme si les rares accidents ou les mauvais comportements d'un petit nombre d'entreprises suffisaient à effacer les progrès réalisés par la majorité.

Ce regard négatif et la pression qu'il engendre s'expriment notamment par des difficultés de recrutement que pratiquement toutes les entreprises industrielles ont déjà expérimenté. Ces difficultés découlent directement de l'idée répandue que l'industrie est sale, polluante et dangereuse et, malheureusement, ces problèmes de recrutement pourraient être encore accentués si les récentes mobilisations de lycéens et d'étudiants sur les sujets climatiques prennent de l'ampleur.

Face à cela, la solution pour les entreprises ne peut être que d'aller à rebours de la culture passée qui privilégiait la discrétion. Il est aujourd'hui souhaitable qu'elles communiquent

sur toutes leurs réalisations allant dans le sens d'un meilleur respect de l'environnement et de l'amélioration des conditions de travail.

La Fonderie Klein, que nous remercions d'avoir accepté de témoigner dans ce dossier, s'inscrit complètement dans cette démarche. Elle vient de se doter d'un nouvel atelier de production et l'optimisation de ses usages de l'énergie a été un des fils rouges de son projet, avec l'amélioration de sa productivité et des conditions de travail.

De nombreuses entreprises développent des solutions innovantes de valorisation de la chaleur fatale. Nous vous présentons ici les technologies développées par deux start-ups françaises : Ananké met au point un moteur à apport de chaleur externe qui permet de produire de l'électricité à partir d'une source de chaleur perdue et Eco-tech Ceram développe un module permettant de stocker de la chaleur récupérée pour l'utiliser ultérieurement.

Enfin, le dernier article de ce dossier recense et décrit les principaux soutiens financiers qui peuvent être mobilisés pour former ses équipes, réaliser des études préalables et investir dans l'efficacité énergétique.

L'optimisation de l'efficacité énergétique d'une fonderie

La Fédération Forge Fonderie a organisé le 24 septembre dernier une journée sur le thème de l'efficacité énergétique. Cette réunion était accueillie par la Fonderie Klein qui vient de se doter d'un nouvel atelier de production, en cours de mise en service.

Cet article reprend les principaux éléments présentés par André et Erwan Klein concernant ce nouvel atelier.

La fédération les remercie pour leur excellent accueil et pour les informations qu'ils ont bien voulu partager. La Fonderie Klein est une entreprise d'une quinzaine de personnes fondée en 1947. Elle se positionne essentiellement sur un marché de pièces de rechange en alliages cuivreux et en alliages d'aluminium. Grâce à son savoir-faire et à la flexibilité de ses équipements, elle propose un service clef en main à ses clients, situés principalement en France et en Europe.

La Fonderie Klein peut réaliser des pièces allant jusqu'à 600 kg par moulage en sable à vert et utilise également le moulage coquille pour de petites et moyennes séries (pièces jusqu'à 10 kg).

Début 2012, la Fonderie Klein a décidé de moderniser totalement son outil de production en construisant un nouvel atelier de production destiné à accueillir à terme une nouvelle fonderie et les ateliers d'usinage et de modelage.

Plusieurs objectifs ont structuré ce projet, parmi lesquels l'amélioration de la productivité et de la réactivité pour répondre plus rapidement et encore mieux aux demandes des clients, l'amélioration des conditions de tra-



Photo 1 : Four à induction de type « push-out »

vail et de la sécurité au travail, la réduction de la consommation d'énergie et des impacts environnementaux.

La construction d'un nouvel atelier, ou le réaménagement d'un atelier existant, est l'occasion de réorganiser les flux et les espaces de stockage afin de gagner en productivité et en sécurité (réduction des risques de collisions, par exemple).

La Fonderie Klein a saisi cette opportunité pour conduire un important travail sur l'efficacité énergétique de son poste de fusion.

Le choix de fours à induction

Les deux anciens fours fonctionnent au fioul et nécessitent l'utilisation de poches de coulée chauffée au gaz.

Il a été choisi de les remplacer par deux fours à induction de type

« push-out » (photo 1). Avec ce type de four, le métal est fondu dans un creuset que l'on sort du four à l'aide d'un vérin hydraulique. Le creuset sert directement à effectuer la coulée. Cette technologie permet d'atteindre plusieurs des objectifs visés par la Fonderie Klein.

Du point de vue métallurgique d'abord. La maîtrise de la composition de l'alliage est améliorée car, en utilisant un creuset différent par nuance, il est possible de réduire les risques de pollution du métal. De plus, le fait de ne pas transférer le métal fondu dans une poche de coulée réduit l'oxydation et le gazage du métal (principalement dû à la surchauffe nécessaire pour le transfert du métal). Enfin, il n'y a que le creuset à nettoyer alors qu'auparavant il fallait nettoyer le four et la poche de coulée.

Du point de vue de la réactivité face aux demandes clients, l'utilisation d'un creuset par nuance d'alliage et de plus petite capacité permet de réaliser des fusions plus ponctuelles. Enfin, d'un point de vue environnemental, ce type de four à induction ne consomme pas de combustible fossile et présente un rendement énergétique supérieur de 45% au rendement des fours aux fuels utilisés jusqu'ici. En effet, avec cette technologie, le métal et le creuset sont chauffés directement par le champ magnétique. Les réfractaires du four, qui ne sont pas en contact avec le creuset, ne sont chauffés que par le rayonnement du creuset.

La récupération d'énergie sur le dispositif de fusion

Les bobines générant le courant magnétique dans les fours à induction ainsi que l'armoire électrique qui alimente ces fours doivent être refroidies par une circulation d'eau. La chaleur fatale ainsi évacuée est habituellement dissipée par une tour aéroréfrigérante.

Plutôt que de s'équiper d'une tour aéroréfrigérante, système à la fois bruyant et consommateur d'électricité, la fonderie a choisi de valoriser la chaleur fatale récupérée pour chauffer l'atelier (voir figure 1).

En été, la chaleur issue du refroidissement des fours et de l'armoire électrique sera stockée dans un échangeur géothermique de type puit canadien. Elle sera récupérée à l'aide d'une pompe à chaleur en automne et au printemps pour le chauffage de l'atelier.

En hiver, la chaleur issue du refroidissement des installations sera directement valorisée dans l'atelier; des ballons d'eau chaude serviront de stockage tampon.

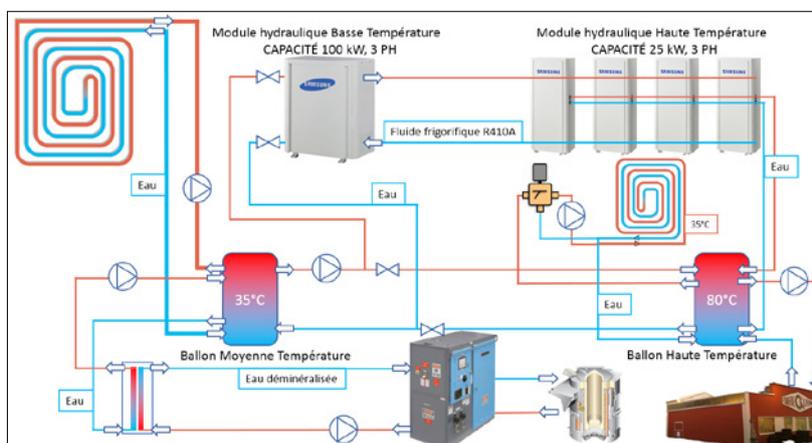


Figure 1 : Schéma de principe de l'installation

Une ventilation naturelle

Le bâtiment a également été pensé afin d'optimiser naturellement le flux d'air. En effet, les vents dominants provenant du Sud créent une dépression naturelle grâce à l'ouverture prévue au niveau du toit (voir figure 2). Ce dispositif, piloté par des vérins, sert également d'exutoire pour les fumées en cas d'accident.

L'investissement et le temps de retour

L'investissement total (études préliminaires, construction du bâtiment et installation de la nouvelle fonderie) s'élève à 1700 k€.

Il est difficile d'estimer le temps de retour sur investissement de l'ensemble du projet car les gains attendus se situent sur des plans très différents : la réduction de la facture énergétique, la qualité des produits et la satisfaction des clients, le bien-

être des salariés, l'augmentation de la productivité homme, ...

Il n'est pas possible d'estimer le temps de retour envisageable pour les équipements de récupération, de stockage et d'utilisation de la chaleur fatale tant que ceux-ci n'ont pas fonctionné pendant au moins une année complète. En effet, il s'agit là d'un équipement novateur pour une fonderie et il n'y a pas encore de retour d'expérience d'installations comparables.

Au-delà de la préoccupation du temps de retour sur investissement, il apparaît clairement qu'André et Erwan Klein ont eu comme fil conducteur tout au long de ce projet la volonté de construire une fonderie capable de répondre aux exigences de ses clients en termes de qualité et de délais et aux nouvelles attentes de la société en termes de réduction des impacts sur l'environnement et de bien-être au travail.

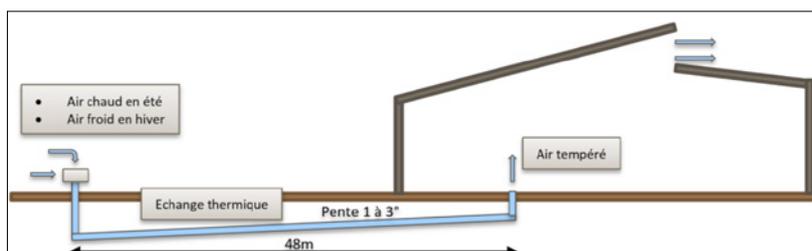


Figure 2 : Ventilation assurée par le puit canadien et une ouverture réglable au niveau du toit

Le moteur Ericsson valorise vos déchets thermiques La chaleur fatale au service de l'efficacité énergétique



Brice BRYON
Ingénieur en aéronautique et spatial
Président - Ananké



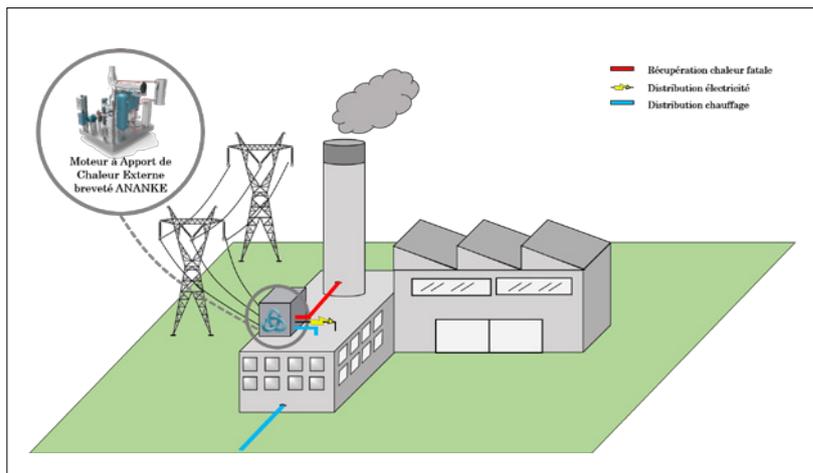
Thibaut CARTIGNY
Ingénieur Mécanique des Fluides et
Énergétique
Directeur Général - Ananké



Mathieu DOUBS
Doctorant génie thermique et énergie
Directeur R&D - Ananké



Pierre RANC
Docteur en énergétique - Application
aux motorisations non conventionnelles
Directeur Technique - Ananké



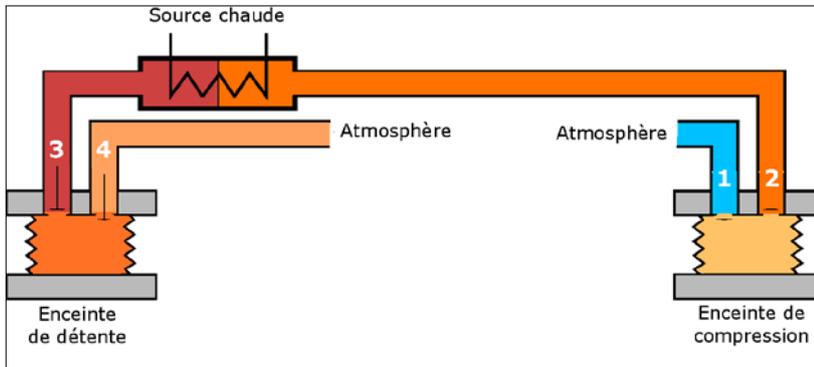
Le projet de valorisation de la chaleur fatale conduit aujourd'hui par Ananké est le fruit de plus de 10 années de recherches fondamentales conjointes avec le laboratoire de recherche scientifique Femto-ST, associé au CNRS, à Belfort. Aux prémices de ce projet, le moteur Ericsson est apparu comme la solution la plus pertinente. Sa capacité à convertir toute source de chaleur en énergie mécanique, sa flexibilité et sa simplicité font de ce moteur à apport de chaleur externe la technologie la plus prometteuse comparativement aux autres technologies telles que les ORC ou les turbines à vapeur. Plusieurs années de maturation ont permis de démontrer la viabilité technico-économique du projet ainsi que de réaliser et tester 4 prototypes en laboratoire. Ces recherches ont abouti en 2011, au dépôt d'un premier brevet proposant une solution technologique innovante.

Grâce aux travaux engagés, le Syntec a décerné au projet le Grand Prix National de l'Ingénierie (G.P.N.I.) en 2015. Finalement, en 2017, la société Ananké est créée dans le but de poursuivre le développement de

la technologie et de permettre sa commercialisation. La technologie développée est alors orientée vers la valorisation de la chaleur fatale dans l'industrie, où le gisement d'économie d'énergie potentiel est colossal.

Définition d'un Moteur à Apport de Chaleur Externe (M.A.C.E) :

Le moteur Ericsson est une machine ditherme qui permet de convertir de la chaleur en travail mécanique à un fluide dont on fait subir des transformations thermodynamiques. Dans son fonctionnement le plus simple, le moteur Ericsson est constitué de deux enceintes à volumes variables et d'un échangeur de chaleur. La première enceinte est celle dite de compression, car elle agit de la même manière qu'un compresseur d'air en augmentant la pression du fluide de travail préalablement admis. La capacité à réaliser cette transformation efficacement est cruciale pour obtenir de bonnes performances. En ce sens, Ananké a déposé un brevet qui permet aujourd'hui de répondre à ce



critère tout en s'assurant une protection solide vis-à-vis de la concurrence. Ensuite, le volume d'air préalablement comprimé est réchauffé à l'aide d'un échangeur de chaleur spécifique capable de garantir un fonctionnement optimal dans la plage de fonctionnement. Cet échangeur est typiquement installé avec un système de by-pass sur la conduite d'évacuation des fumées d'un four à gaz. La perte de charge qu'il occasionne dans la cheminée est anticipée ce qui permet de se prémunir de tout impact sur le fonctionnement du four. Si l'on revient à présent au fluide préalablement comprimé et chauffé, ce dernier est finalement détendu dans une enceinte dite de détente qui elle-même entraîne mécaniquement l'enceinte de compression ainsi qu'un alternateur électrique. Le fluide alors évacué à l'atmosphère présente une température de l'ordre d'une centaine de degrés et peut être valorisé dans un réseau de chaleur par exemple.

Le projet signé Ananké :

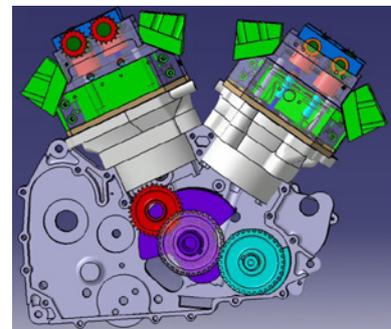
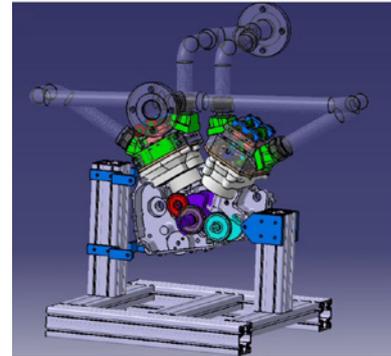
De son extraction à sa consommation, l'énergie est gaspillée à hauteur de 60%. Le résidentiel, le transport et l'industrie sont les premiers consommateurs d'énergie. Rien que dans le secteur industriel français, 51TWh sont rejetés sous forme de chaleur non exploitée (de plus de 100°C) soit l'équivalent de la production électrique de 6 réacteurs nucléaires.

La technologie développée par Ananké permet pour une même installation de convertir la chaleur perdue en fin de process en une énergie plus noble, tout en valorisant l'énergie thermique résiduelle, c'est ce qui s'appelle la cogénération.

Tout flux thermique provenant d'un brûleur de chaudière, d'un moteur ou de n'importe quel équipement générant de la chaleur, et dont la température est au minimum de 450°C, peut être valorisé efficacement en le convertissant en énergie mécanique et en chaleur utile. En fonction des besoins du client, l'entreprise a développé deux solutions technologiques dont une permet de produire de l'air comprimé (ECOCOMPRESSEUR) tandis que la seconde génère de l'électricité (ECOGENERATEUR). Cette dernière peut être autoconsommée ou directement injectée sur le réseau électrique.

Le produit est principalement proposé aux secteurs industriels concentrant la majorité des rejets thermiques tels que la chimie, la métallurgie, la verrerie, la forge et la fonderie.

Ananké a développé deux configurations de produit : la première fait appel à une cinématique rotative proche des moteurs « traditionnels ». La seconde, plus disruptive, fait appel à une cinématique linéaire et à l'utilisation de soufflets métalliques comme enceintes de compression et de détente.



Les premières innovations du moteur concernent un système de contrôle commande complexe permettant de piloter la machine en temps réel, ainsi que l'utilisation de matériaux ayant subi des traitements de surface spécifiques. Ces solutions offrent au moteur une capacité à exploiter le maximum des flux thermiques valorisés ce qui permet une production électrique à haut rendement (plus de 30%). Ces découvertes font partie intégrante du savoir-faire d'Ananké.

De plus, Ananké a développé un concept (faisant l'objet d'un brevet) permettant de modifier la cylindrée du moteur en fonction de la charge ou de la puissance thermique disponible.

Dans le cadre de la version linéaire du moteur encore en phase de R&D, cette solution utilise des soufflets métalliques en lieu et place des ensembles pistons/cylindres actuellement présents dans les moteurs « traditionnels ». Outre les avantages liés aux pertes mécaniques et à l'étan-

chéité, ce nouveau concept s'affranchit de tout système de lubrification et permet de faire varier en ligne les volumes internes (la « cylindrée » du moteur) tout en conservant la possibilité de modifier le cycle thermodynamique. Ces améliorations seront intégrées à la prochaine version du moteur et permettront d'accroître le rendement du moteur et donc de réduire le prix du kilowatt installé.

À l'heure actuelle, Ananké est en phase d'industrialisation avec le montage du premier démonstrateur industriel de l'ECOCOMPRESSEUR. L'installation sur site pilote est prévue début 2020 suivie par la phase de commercialisation. L'ECOGENERATEUR sera, quant à lui, mis sur le marché fin 2020.

Pour illustrer les retombées économiques, une étude de cas a été menée sur un site de fonderie :

ECOCOMPRESSEUR	
Puissance équivalente électrique module	40 kW
Prix de vente module Ananké	90 k€
Disponibilité source chaleur	82 % sur l'année
Production annuelle de chaleur	383 MWh/an
Besoin chaleur sur le réseau	70 % sur l'année
Prix du MWh de chaleur	67,5 €/MWh
Revenu chaleur exploitant	18 k€/an
Production annuelle d'électricité éq	287 MWh
Prix de l'électricité du site	65 €/MWh
Revenu électrique exploitant éq	18,68 k€/an
Maintenance	9 k€/an
ROI	3,2 ans

Installer un démonstrateur d'une puissance de 40kWe sur un site pilote permet 1 566 MWhep d'économie d'énergie primaire par an soit une réduction des émissions de CO₂ annuelle de 42,5 Tonnes.

Une fois les frais de maintenance déduits, l'industriel réalise ainsi une économie de 27 680 € par an avec un retour sur investissement d'environ 3 ans.

Le projet Ananké participe ainsi à la création de nouvelles opportunités pour atteindre les objectifs climatiques de l'UE et stimule les entreprises éco-innovantes appartenant à la chaîne de valeur de l'énergie décarbonée.






- Alliages d'Aluminium Primaires**
(sur demande, alliages bas Fe - bas Si)
- Alliages mères d'Aluminium**
(Base Aluminium 99,7% : Magnésium, Strontium, Strontium-Calcium, Silicium...)
- Transformation d'alliages spéciaux avec remise au titre**
Pour toute demande spécifique, nous consulter.



ADIAL ■ Route de Moulismes ■ 86430 ADRIERS
 Tél: 33 (0)5 49 48 01 00 ■ Fax: 33 (0)5 49 48 13 10
 E-mail : adial@adial-alu.com ■ site : www.adial.fr

Plus d'économies, moins de CO₂

Eco-Tech Ceram au service de l'industrie lourde

Radia SLIMANI
Gestion en communication stratégique
ECOTECH CERAM



La première unité commerciale de l'Eco-Stock® est installée chez Céramiques et Développement (19).

Aujourd'hui, les industries lourdes perdent 20 à 40% de l'énergie qu'elles consomment à travers les déperditions de chaleur. Cette chaleur fatale non récupérée représente un gaspillage colossal. Pour les températures supérieures à 200°C, on parle de 4000 TWh/an (l'équivalent de la consommation annuelle en électricité de 430 millions de foyers), 200 milliards d'euros ou encore 2 500 millions de tonnes de CO₂eq à l'échelle mondiale (source : ADEME et US Department of Energy).

La valorisation massive de cette ressource en chaleur est freinée par le CAPEX trop élevé des solutions actuelles et la faible capacité d'investissement des industriels : il est urgent de proposer des solutions au coût maîtrisé, robustes, rentables, et d'apporter conjointement des solutions de financement.

Face à ce constat, Eco-Tech Ceram a développé l'Eco-Stock® pour stocker la chaleur fatale haute température issue des fumées propres des fours industriels. Cette solution technique clef en main a déjà été adoptée par la société Céramiques et Développement qui a augmenté sa production et son

efficacité énergétique sans avoir à investir grâce à un tiers-financiers partenaire d'Eco-Tech Ceram.

Eco-Tech Ceram (ETC) est une société spécialisée en écologie industrielle, lauréate du Concours Mondial de l'Innovation, reconnue pour ses travaux dans les domaines de l'efficacité énergétique et de l'économie circulaire. Elle a développé l'Eco-Stock® une solution de stockage et de valorisation de chaleur fatale robuste,

durable et rentable. Ses hautes performances techniques, économiques et environnementales (cf. *Caractéristiques de l'Eco-Stock®*) laissent présager un fort développement.

Entièrement conçue localement (emplois et ressources), sans nécessiter de matériaux rares ou stratégiques, cette solution a reçu de nombreux soutiens et distinctions (Bpifrance, Ademe, PEXE, GreenTech Verte, Région Occitanie, H2020, World alliance, EDF et ArcelorMittal).

L'Eco-Stock® s'adresse en priorité aux industriels des secteurs de la sidérurgie, la métallurgie et la céramique ayant recours à des fours à fumée propre mais également aux distributeurs de chaleur et aux tiers-financiers en France et à l'international. La chaleur produite par l'Eco-Stock® est décarbonée et 80% moins chère que le gaz naturel.

Le principe de fonctionnement est simple : les fumées sont aspirées dans les cuves de stockage. À leur contact, les matériaux de stockage captent l'énergie thermique et montent en température. Une fois captée, la chaleur peut être stockée plusieurs heures. Au moment souhaité, de l'air ambiant est poussé au travers de l'Eco-Stock® pour récupérer la chaleur cédée par les matériaux avec un rendement de 90 %. En sortie d'Eco-Stock®, la chaleur décarbonée peut servir au séchage de matière, au préchauffage d'air de combustion, à la production d'eau chaude, de froid, ou d'électricité.

Source de chaleur	Chaleur perdue dans des fumées propres (T <1300°C)
Eco-conçue	Céramiques issues de l'économie circulaire
Puissance	1 MW thermique
Capacité	3 MWh à 900°C (l'équivalent de 2 barils de pétrole)
Durée de vie	Supérieure à 25 ans
Économies	50 000 €/an
ROI moyen	5 ans
GES évitées	1000 tCO ₂ eq/an

Caractéristiques d'un Eco-Stock® standard

Un modèle économique qui permet aux industriels de s'équiper sans nouvel investissement

Le premier industriel conquis par l'Eco-Stock® est Nicolas Ducrot, dirigeant de Céramiques et Développement, producteur de tuiles en Corrèze (sous la marque Tégulys). Partant du constat que la cuisson des tuiles est un processus très énergivore et que la durée de la cuisson et du refroidissement limitent la capacité de production des fours, Nicolas Ducrot a envisagé une ré-organisation de son processus de production basé sur l'intégration d'un Eco-Stock®. Celui-ci permet de récupérer l'énergie des fumées du four qui sera utilisée de manière déphasée pour sécher et amener les pièces à 400 °C avant la cuisson des tuiles. Ainsi, l'Eco-Stock® permet à l'industriel de presque tripler sa capacité de production tout en économisant 12 % de l'énergie nécessaire à la fabrication des tuiles.

Puisque suffisamment rentable, notre solution a convaincu BNP Paribas

pour son financement, et chaque mois pendant 5 ans, Nicolas Ducrot reverse une partie des économies réalisées pour rembourser l'installation.

En effet, au-delà d'être une solution technique éprouvée et sûre, elle est également finançable. Afin que les industriels puissent générer des économies sans avoir à investir, Eco-Tech Ceram fait intervenir des tiers-financiers qui investissent dans l'installation de stockage. Ces derniers sont ensuite remboursés par l'industriel avec une partie des économies réalisées.

Cette innovation démontre ainsi que développement économique et gain en compétitivité riment avec efficacité énergétique et que la transition énergétique par des solutions éprouvées et innovantes est à la portée de tous, y compris des petites entreprises.

Impliquer les citoyens dans la transition énergétique

Comme souligné dans une récente tribune d'Arnaud Leroy, Président de

l'ADEME, « la question sociale est au cœur de la transition écologique, car le changement de modèle est aussi un levier pour améliorer la qualité de vie de chacun. C'est pourquoi les populations doivent être associées au développement des solutions et mises en capacité de se les approprier, rapidement. »

Pour accélérer la transition énergétique et dans le cadre de sa forte politique RSE, Eco-Tech Ceram a à cœur d'avancer avec les industriels, les territoires mais également les citoyens. Plus de 30 % de son capital est détenu par des citoyens engagés qui ont financé une partie de la croissance d'Eco-Tech Ceram aux côtés de AKUO ENERGY, KIC Inno ENERGY, l'ADEME, la Bpifrance, la Région Occitanie et l'Europe.

Eco-Tech Ceram offre actuellement **une nouvelle opportunité d'investissement vert en proposant aux citoyens de participer à une levée de fonds sous forme d'obligation à 6% sur 3 ans et ceci jusqu'à la fin décembre 2019**. L'objectif de la collecte s'élève à 400 000 €, afin d'accélérer le déploiement commercial de l'Eco-Stock® : à l'horizon 2023, l'objectif est de mettre en service au minimum 100 Eco-Stock®, évitant ainsi l'émission de 100 000 tCO₂eq (soit la consommation de 10 000 français sur un an).

Plus d'information sur cette opportunité d'investissement sur LITA.co, la plateforme de financement responsable ou sur www.ecotechceram.com.



« Nous sommes le premier site industriel à accueillir la solution Eco-Stock® développée par la société Eco-Tech Ceram. La confiance et le soutien de la Région (Nouvelle Aquitaine) ont été déterminants pour valider le bien-fondé de cette solution et l'adapter sur mesure aux besoins de Céramiques et Développement. Au final nous sommes doublement satisfaits : la solution Eco-Stock® permet d'améliorer l'efficacité énergétique de la cuisson mais également d'augmenter notre capacité de production. »

Nicolas DUCROT, Dirigeant de Céramiques et Développement.

Le financement de l'efficacité énergétique

Toute opération d'amélioration de l'efficacité énergétique commence par une étude précise de l'installation pour identifier les gisements d'amélioration : amélioration des procédés existants, valorisation de sources de chaleur fatale (=chaleur perdue), meilleure utilisation des ressources disponibles.

Sur les bases de cette première étude, des projets d'efficacité énergétique peuvent être envisagés à partir des pistes identifiées et une seconde étude de conception des procédés et de validation de leur viabilité, tant technique qu'économique, sera réalisée.

L'entreprise dispose alors des éléments nécessaires pour décider de lancer, ou non, des investissements.

Pour chaque étape d'un projet d'efficacité énergétique, les entreprises peuvent bénéficier d'un soutien financier, sous forme de subventions ou d'avances remboursables, ou faire appel à des solutions de financement innovantes.

Former un référent Energie

Une démarche d'amélioration de l'efficacité énergétique commence, bien souvent, par l'acquisition des compétences dont l'entreprise aura besoin pour échanger avec chacune des entreprises auxquelles elle fera ensuite appel.

Le programme PRO-REFEI permet aux entreprises d'acquérir les compétences nécessaires pour améliorer la maîtrise de leurs consommations d'énergie. Il s'agit d'un programme de formation à destination des salariés

en charge de l'efficacité énergétique ou souhaitant le devenir (Responsables de production, Responsables de maintenance, Responsables de travaux neufs, Responsables QSE, Chef d'entreprise, Responsables achat, ...).

Cette formation se déroule en trois parties :

- Un MOOC (6 heures), formation à distance pour réviser ou acquérir les connaissances théoriques fondamentales de l'efficacité énergétique en industrie,
- Un stage présentiel (2 jours), pour apprendre notamment à structurer et piloter une démarche d'efficacité énergétique, à comprendre et interpréter l'état des lieux des consommations énergétiques, à identifier des axes d'amélioration de la performance énergétique et à élaborer et suivre un plan d'actions,
- Un accompagnement individuel en situation de travail sur plusieurs semaines, pour mettre en œuvre et coordonner concrètement, au sein de l'entreprise, une ou des actions de maîtrise de l'énergie, avec le soutien du formateur-accompagnateur.

Dans le cadre de PRO-REFEI, les coûts de formation sont pris en charge à 100% si l'effectif SIREN est inférieur à 300 et à 50% s'il est supérieur ou égal à 300. Ce programme peut soutenir jusqu'à trois parcours de formation par numéro SIREN.

PRO-SMEn est développé et géré par l'Association Technique Energie Environnement (ATEE).

Acquérir des compétences dans le financement de l'efficacité énergétique

Le financement de certains projets d'envergure peut s'avérer complexe et être la cause de l'échec du projet.

Pour réduire ce risque, le Ministère de la transition écologique et solidaire et l'ADEME ont décidé de développer un programme de formation à destination des acteurs du financement : Directeurs financiers des entreprises, Experts comptables, banques et investisseurs.

Ce programme est construit en 3 volets :

- Une formation à distance et en présentiel sur les aspects techniques et financiers, suivie d'un accompagnement personnalisé technique, juridique et fiscal sur le montage de projets d'efficacité énergétique,
- Un hub d'outils (analyses et baromètres, aide à la décision, ...) et de bonnes pratiques,
- Une communauté favorisant les échanges et un accompagnement en continu.

Le programme INVEEST est opéré par la société Greenflex, pour le compte du Ministère de la transition écologique et solidaire.

Financer la mise en place d'un système de management de l'énergie

La mise en place d'un système de management de l'énergie permet d'intégrer la recherche d'efficacité énergétique à la démarche globale d'amélioration continue de l'entreprise.

PRO-SME n est un programme d'information et d'action qui a pour objectif d'accélérer le déploiement de la norme ISO 50001 sur le territoire national. Il encourage et soutient financièrement la mise en place de systèmes de management de l'énergie conformes à la norme ISO 50001 par le versement d'une prime. Cette prime est égale à 20% des dépenses énergétiques annuelles des sites certifiés, plafonnée à 40.000 € HT.

La demande d'aide se fait en deux temps :

- Les entreprises intéressées doivent tout d'abord envoyer leur questionnaire d'identification (avant le 9 décembre 2020),
- Une fois la certification ISO 50001 obtenue, elles envoient leur demande d'aide (avant le 1^{er} octobre 2021).

PRO-SME n est coordonné et géré par l'Association Technique Energie Environnement (ATEE).

Financer les études préalables

La réalisation des études préalables à tout investissement d'efficacité énergétique (audit énergétique (non obligatoire), étude de gisement, étude de faisabilité, ...) peut être aidé par l'ADEME jusqu'à 50% de leur coût. Un bonus de 10 à 20% est octroyé aux PME.

Pour en savoir davantage, les entreprises doivent contacter directement l'agence ADEME de leur région.

Financer les investissements via les Certificats d'économies d'énergie

Il est préconisé d'améliorer l'efficacité énergétique des procédés avant d'envisager la valorisation des gise-

ments de chaleur fatale, car l'énergie la moins chère est celle que l'on ne consomme pas.

L'amélioration de l'efficacité énergétique des procédés, mais aussi des installations connexes (chauffage des locaux, éclairage, ...), peut être soutenue financièrement par les certificats d'économie d'énergie (CEE).

Depuis près de deux ans, la valeur des CEE a fortement augmenté, rendant de nouveau ce dispositif attractif pour les entreprises.

Des fiches d'opérations standardisées sont fixées par arrêté pour les opérations les plus fréquentes : brûleurs avec récupération de chaleur, moto-variateurs, moteurs asynchrones IE4, ... Ces fiches définissent, pour chaque opération, le montant forfaitaire d'économies d'énergie en kWh cumac, montant qui permet de calculer la prime dont pourra bénéficier l'entreprise.

Pour les opérations complexes et qui ne font pas l'objet d'une fiche d'opération standardisée, il est possible de monter un dossier d'opération spécifique.

Qu'il s'agisse d'opérations standards ou spécifiques, il est recommandé de faire appel à une société spécialisée pour monter un dossier CEE.

Investir dans la valorisation de la chaleur fatale

La chaleur fatale est la chaleur résiduelle issue d'un procédé et non utilisée par celui-ci : par exemple la chaleur contenue dans les fumées d'un four ou s'échappant par ses parois.

Le principal dispositif de financement des équipements de valorisation de la chaleur fatale est le Fonds Chaleur. Les investissements éligibles à ce dispositif sont le captage

de la chaleur résiduelle, le stockage et la remontée en température ainsi que la distribution et la valorisation en interne ou vers un réseau.

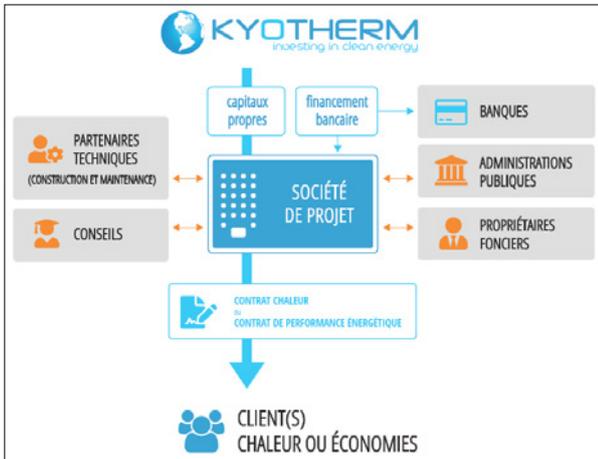
Les principales conditions d'éligibilité au Fonds Chaleur sont :

- la valorisation de l'énergie récupérée vers un autre procédé unitaire et sous forme de chaleur ou pour la production de froid,
- les systèmes de remontée de température, s'ils permettent de valoriser un nouveau gisement d'énergie par rapport à la situation initiale et à condition de permettre un gain en énergie primaire,
- le remplacement d'équipements existants lorsque la quantité de chaleur valorisée augmente (prise en charge du surcoût),
- d'avoir mené une étude énergétique préalable (diagnostic énergétique ou étude de faisabilité) permettant de caractériser le gisement de chaleur fatale, de faire un état des lieux sur les besoins énergétiques du site, d'identifier les actions d'économie d'énergie à mener, d'avoir défini un plan d'actions et de définir la meilleure stratégie de valorisation de la chaleur.

L'aide apporté par le Fonds Chaleur au financement des équipements de captage et de valorisation de la chaleur fatale peut atteindre 30% du montant de l'investissement, avec un bonus de 10 à 20% pour les PME.

Les investissements dans le réseau de distribution est aidé par le Fonds Chaleur jusqu'à hauteur de 60% du montant de l'investissement, avec un bonus de 5 à 10% pour les PME.

Certaines opérations de valorisation de la chaleur fatale sont décrites par des fiches standardisées dans le cadre des CEE et ne peuvent pas bénéficier du Fonds Chaleur.



Recourir au tiers-financement

Les projets d'amélioration de l'efficacité énergétique sont souvent coûteux et ne font pas toujours partie des priorités des entreprises. Dans ce contexte, le tiers-financement peut représenter une solution intéressante, notamment si la méthode de financement retenue permet à l'industriel de conserver sa capacité de financement pour son cœur de métier.

Ce type de service a été développé par Kyotherm, une société spécialisée dans le développement et le financement de projets de production de chaleur renouvelable et d'économies d'énergie. En effet, Kyotherm assume le risque lié au financement au travers d'une société de projet créée pour l'occasion et l'industriel sécurise son projet au travers d'un contrat de fourniture de chaleur ou de performance énergétique (voir illustration).

Cette société a, à ce jour, financé une vingtaine de projets industriels dont des installations de récupération de chaleur fatale et des contrats de performance énergétique, notamment deux projets pour ArcelorMittal à Fos-sur-Mer et Saint-Chély-d'Apcher.

Elle s'appuie sur son expertise et ses projets déjà financés pour apporter un coût du capital, et donc un coût de l'énergie, optimisé de manière à ce que les projets sélectionnés permettent de réaliser de fortes économies en termes de coûts d'exploitation.

Nicolas Créon



- PRODUCTIVITÉ ET PRODUCTION ÉLEVÉES LORS DE LA FORGE À CHAUD
- RIGIDITÉ STRUCTURELLE ÉLEVÉE AVEC RÉDUCTION DES DÉFORMATIONS
- RÉSISTANCE AU BASCULEMENT ÉLEVÉE EN CAS DE CHARGE EXCENTRÉE
- RÉDUCTION DE LA HAUTEUR DE MACHINE AU-DESSUS DU SOL DE 25%

La nouvelle presse Farina: 16 000 tonnes de force concentrée, 1700 tonnes de poids et une hauteur de 10 mètres. La presse à forger Farina est l'une des plus grandes installations mécaniques de son type au monde.

La première machine de type GLF 16000 sera en service à partir de 2021 chez thyssenkrupp sur le site de Hombourg pour forger des essieux avant de camions et des vilebrequins. «La presse principale de la nouvelle ligne de forgeage est la première presse à excentrique au monde de cette ampleur et dotée de ces performances et cette vitesse de mise en œuvre à être mise en service», explique Franz Eckl, directeur de l'usine de forge à Hombourg. «Cet équipement nous permettra de fabriquer environ 360000 pièces forgées par an.»

Depuis 2018, Farina fait partie du groupe Schuler et constitue un des fournisseurs européens leader en fabrication de lignes de forgeage grâce à son rapport qualité-prix attractif.

Farina Presse SRL
Via Provinciale, 31
23867 Suello (Lecco)
Italy

Phone +39 031 655881
Fax +39 031 656769
info@farinapresse.com



www.farinapresse.com



Member of the SCHULER GROUP



Nicolas CREON
Resonsable Environnement
Hygiène & Sécurité
Fédération Forge Fonderie

Lancement officiel de la révision du BREF Forges et fonderies



Nous vous avons parlé à plusieurs reprises dans cette revue de la révision du BREF Forges et fonderies (BREF SF). Les travaux préparatoires lancés par la Fédération Forge Fonderie (projet Rebrefond) puis par la Commission européenne sont terminés et la révision du BREF Forges et fonderies a officiellement démarrée avec la réunion de lancement organisée du 17 au 20 septembre.

Pendant quatre jours, le Bureau de Séville, organisme chargé des BREF par la Commission européenne, a rassemblé les membres du Groupe de travail technique pour définir le cadrage de la révision sur l'ensemble des critères que recouvre le BREF, notamment les interfaces avec les autres BREF (BREF Sidérurgie, Métaux non-ferreux, Traitement de surface, ...), les étapes du process couvertes par le BREF et la liste des paramètres importants (*Key environmental parameters* (KEI)) qui doivent ou non faire l'objet de normes d'émission.

Les Etats-membres présents (France, Allemagne, Italie, Espagne, Belgique, Pays-Bas, Danemark, Suède, Pologne, Lettonie) avaient envoyé chacun un ou deux experts, sauf la France qui avait mobilisé trois personnes, deux personnes du Ministère de l'environnement et un expert de l'INERIS.

Pour le secteur industriel, le CAEF avait, logiquement, la plus grande délégation avec quatorze représentants, dont Nicolas Créon, responsable EHS de la Fédération Forge Fonderie. Quatre autres

fédérations européennes étaient présentes : Euroforge, Eurofer (sidérurgie), Eurométaux (métaux-non-ferreux) et Orgalim (« industries technologiques »).

Enfin, deux personnes représentaient le Bureau européen de l'environnement, une fédération européenne d'ONG environnementales.

Il faut saluer l'esprit dans lequel s'est déroulé cette réunion, facilité par la qualité de l'animation des membres du Bureau de Séville et par le niveau d'expertise des échanges. En effet, tous les arguments avancés par chaque partie prenante étaient soutenus par des faits techniques reconnus et, de ce fait, la majorité des décisions prises faisaient l'objet d'un consensus.

En préparation de la révision du BREF SF, le Bureau de Séville avait interrogé chaque partie prenante sur sa vision des enjeux de la révision. La Fédération avait alors contribué à la position du CAEF et avait partagé son point de vue et ses arguments avec le Ministère de l'Environnement français, avant que celui-ci ne rédige sa position.

Le Bureau de Séville avait synthétisé tous les retours reçus dans un document de cadrage dans lequel il proposait de retenir comme KEI un certain nombre de paramètres d'émissions dans l'air et dans l'eau et de collecter les données d'émission pour ces paramètres afin de fixer des normes d'émissions. Ce document a servi de base de discussion lors de la réunion de lancement.



Le Joint Research Center (Séville) héberge le Bureau en charge de la réunion des BREF

Peu de forges soumises à la Directive IED et pas de contraintes à venir

Seulement quatre forges européennes sont soumises aux critères de la Directive IED et seront donc tenues de respecter le futur BREF SF. Aucune d'entre elle n'est située en France.

Malgré le faible nombre d'installations, il a été décidé d'ajouter au BREF un chapitre descriptif des meilleures technologies disponibles utilisées dans les forges sous IED. En revanche, le BREF SF ne fixera aucune norme contraignante pour ces installations.

L'essentiel des travaux de révision porteront sur les fonderies

Une part importante de la révision portera sur la mise à jour de la description des meilleures technologies disponibles. Pour cela, le Bureau de Séville et les Etats-membres comptent fortement sur l'implication des industriels car ils sont les seuls à disposer des informations nécessaires.

Mais la partie la plus attendue de la révision est celle qui conduira à la détermination de normes d'émission associées aux meilleures technologies disponibles.

De l'avis des entreprises, souvent soutenus par des Etats-membres, plusieurs paramètres proposés par le Bureau dans son document de cadrage ne sont pas des KEI, ou ne le sont que dans certaines situations précises, selon par exemple la qualité des matières premières ou selon les procédés utilisés. Les arguments défendus par la délégation du CAEF ont ainsi permis de faire évoluer la position initiale du Bureau.

Quelques-uns des paramètres proposés ont été retirés de la liste des KEI. Pour de nombreux autres paramètres, le champ a été restreint et la décision de fixer des normes d'émission contraignantes ne sera prise qu'une fois réalisée l'analyse des données collectées.

Enfin, certains paramètres, comme les émissions de poussières sur chaque étape des procédés de fonderie, ont été quasi unanimement reconnus comme des KEI et ils feront l'objet de normes d'émission contraignantes.

Collecter le plus de données possible pour avoir des normes d'émission adaptées à la réalité française

La prochaine étape importante de la révision du BREF sera la collecte des données relatives aux émissions des entreprises. Cette phase sera d'autant plus cruciale que les données recueillies, et uniquement celles-ci, serviront à définir les normes d'émissions associées aux meilleures technologies disponibles. En effet, aucune donnée ne sera acceptée à l'issue de la collecte, même pour défendre des arguments tout à fait légitimes !

En outre, plus les fonderies françaises contribueront au BREF, plus les normes d'émissions qui seront fixées dans le futur BREF auront des chances de se rapprocher des performances environnementales que les fonderies françaises atteignent déjà aujourd'hui ! En effet, les futures normes seront fixées en regardant comment se positionne la moyenne des installations européenne.

Il est donc indispensable que toutes les entreprises qui souhaitent participer à la collecte des données se manifeste auprès de la Fédération avant la fin du mois de décembre, date à laquelle la liste des entreprises volontaires doit être transmise au Ministère de l'Environnement.

Toutes les entreprises entrant dans les critères de la Directive IED peuvent contribuer à la collecte des données. La seule condition fixée par le Bureau de Séville est que les entreprises contributrices doivent opérer d'une manière conforme à leur arrêté d'autorisation d'exploiter. Toutefois, en cas de mise en demeure rapidement résolue, la collecte pourrait être acceptée à condition de retirer les données non conformes.

La collecte des données se fera *via* un questionnaire Excel qui couvrira l'ensemble des paramètres susceptibles de jouer un rôle dans les émissions de l'entreprises. Le Bureau de Séville défend le principe d'un partage transparent de la majeure partie de ces données avec l'ensemble des participants au Groupe de travail technique. Il en sera ainsi, par exemple, des procédés utilisés et des niveaux d'émissions.

En revanche, le caractère confidentiel de certaines données est reconnu : les données confidentielles seront anonymisées avant d'être partagées avec le Groupe de travail technique.

Les données collectées porteront sur les années 2017 à 2019, ou sur les trois dernières mesures si la périodicité de mesure est différente.

Une fois leur questionnaire rempli, les entreprises devront le transmettre au Ministère de l'Environnement qui vérifiera la validité des données avec le DREAL dans le but de supprimer les erreurs de saisie ou d'unité.

Les entreprises volontaires recevront les questionnaires mi-mars 2020 et disposeront de deux mois pour les remplir. Les autorités françaises auront ensuite un mois pour vérifier les données et transmettre les questionnaires au Bureau de Séville.

La Fédération mettra à disposition de ses adhérents des moyens pour les accompagner dans le remplissage du questionnaire de collecte des données.

Calendrier

Le Bureau de Séville travaille actuellement avec le Groupe de travail technique à l'élaboration du questionnaire, dont la finalisation est prévue pour la fin du mois de février.

La collecte et la validation des données aura lieu de mi-mars à mi-juin 2020.

Les données seront analysées par le Bureau de Séville et le Groupe de travail technique de mi-juin 2020 à mars 2021.

L'année 2021 sera consacrée à la rédaction du BREF. Le Bureau de Séville soumettra pour commentaires deux projets de BREF au Groupe de

travail technique en 2021. La Fédération consultera à chaque fois ses adhérents pour s'assurer que le projet de BREF correspond bien à leur réalité industrielle et que les futures normes d'émission associées aux meilleures technologies disponibles seront atteignables.

L'adoption par les Etats-membres du nouveau BREF Forges et fonderies et des Conclusions sur les meilleures technologies disponibles est pour l'instant prévue pour 2022.

Les entreprises devront être conformes aux Conclusions sur les meilleures technologies disponibles au plus tard quatre ans après leur publication.

Visite de sites par les représentants du Ministère de la transition écologique et solidaire

La Fédération a organisé le 29 octobre la visite des sites de Montupet (Laigneville) et EJ Picardie (Saint-Crespin-Ibouwillers) pour les représentants de la France au sein du Groupe de travail technique, (Ministère de la transition écologique et solidaire et INERIS) et pour un membre de la DREAL des Haut-de-France.

L'objectif était de leur présenter en une seule journée plusieurs technologies de fonderies et d'expliquer ces procédés et les techniques employées de maîtrise des impacts sur l'environnement avec le niveau de détail technique requis par la révision du BREF.

La Fédération remercie chaleureusement Montupet et EJ Picardie pour leur accueil et leur disponibilité, ainsi que pour la qualité des échanges avec les représentants des pouvoirs publics.



PARTENAIRE DES FORGES



CADDY 80
Cisaille mécanique à froid pour billettes



S 50
Scie à disque "grande vitesse" pour billettes



HF
Presse hydraulique



DD
Presse à vis à moteur linéaire rotatif avec robot manipulateur

Ficép France SAS
Z.I Les Platanes, FR 33360 Camblanes
Tel. +33 (0) 556 201555
Fax +33 (0) 556 201556

www.ficép-france.fr



Pierre-Yves BRAZIER
Directeur de l'ESFF



Bernard GUIRONNET
AAESFF et ATF

Proclamation des résultats et remise des prix pour la promotion 2019 de l'ESFF

Le 27 septembre 2019

La remise des diplômes et des prix de la promotion 2019 s'est déroulée dans la salle Lucchini de l'espace du SEL à Sèvres. Cette cérémonie très attendue a réuni près de 200 participants.

Cette année avait un goût particulier, car les jeunes diplômés ont reçu le nouveau diplôme en convention avec les Arts et Métiers en présence du directeur général de l'établissement public.

La Direction de l'École a préparé cette cérémonie avec la contribution de la Fédération Forge Fonderie, permettant outre la proclamation des résultats de la promotion 2019, de nouer des contacts et favoriser les échanges entre jeunes et anciens élèves de l'ESFF. Ce constat a pu être à nouveau renouvelé par la nouvelle promotion entrante (29 élèves pour la promo 2022), en présence des anciens élèves des promos 2009/1999/89/79/59.



Photo 2 : P.Y Brazier ouvre la séance

Pierre-Yves Brazier, Directeur de l'ESFF a ouvert la séance présidée par Monsieur Thierry Chazot Président du conseil d'administration de l'école, en présence de Messieurs Jean-Bernard Guillot Président des jurys, Laurent Champaney Directeur Général des Arts et Métiers, Wilfrid Boyault Directeur Général de la Fédération Forge Fonderie (Photo 3) et Clotilde Make-Bart représentant Paul-Henri Renard Directeur Général du CTIF, Frédéric Tritz Président de l'AAESFF, Laurent Taffin représentant Patrice Dufay Président de l'ATF et Olivier Amman Directeur des études du CFAI Méca-venir (Photo 4).



Photo 3

Dans son introduction, Pierre-Yves Brazier a souhaité la bienvenue aux très nombreux participants et a remercié tous celles et ceux qui ont participé à l'organisation de cette importante manifestation. Il a ensuite présenté le programme et donné la parole à Monsieur Laurent Champaney, Directeur Général des Arts et Métiers.

Intervention de Monsieur Laurent Champaney

Celui-ci s'est félicité du partenariat entre l'Ecole Nationale Supérieure des Arts et Métiers (ENSAM) et l'ESFF et a rappelé l'histoire qui lie les deux établissements depuis 1923.

Convaincu de l'importance d'une formation de cette nature et de cette qualité pour répondre aux enjeux de la quatrième révolution industrielle, il a félicité les nouveaux diplômés pour le choix de carrière si particulier, mais indispensable pour l'industrie française.



Photo 5 – L'intervention de Monsieur Laurent Champaney devant la très nombreuse assistance (photo 6)

Remise des prix aux lauréats du concours général des métiers de la fonderie

Après les discours d'introduction, la cérémonie a débuté par une présentation du *Concours Général des*



Photo 4

Métiers Fonderie de l'édition 2019 qui s'est déroulé à Vierzon au Lycée Henri Brisson les 22 et 23 mai.

Comme chaque année, la Fédération Forge Fonderie et l'Inspection de l'Education Nationale représentées par Messieurs Sergio Da Rocha (Responsable formation pour la Fédération Forge Fonderie) et Frédéric Dedeken (Inspecteur de l'Education Nationale en charge du Concours Général) ont félicité et récompensé les 4 lauréats du concours Général 2019 :

- 1^{er} prix : Roméo Ticer, Lycée Marie Curie à Nogent sur Oise.
- 2^e prix : Tom Martin, Lycée Henri Brisson à Vierzon.
- 3^e prix ex-aequo : Romain Sagan, Lycée Marie Curie à Nogent sur Oise.
- 3^e prix ex-aequo : Claude Dubois, Lycée Henri Brisson à Vierzon.



Photo 7 : Frédéric Dedeken présente le concours



Photo 8 : Sergio Da Rocha interviewe les 4 lauréats : R.Ticer, T.Martin, R.Sagan, C.Dubois.

Les brillants lauréats ont reçu différents cadeaux de la Fédération Forge Fonderie (prix financier, ouvrage métier de référence) ainsi qu'un message de félicitation du Président de la Fédération Forge Fonderie Nicolas Grosdidier : « *Merci aux candidats pour avoir représenté notre métier avec excellence, à l'éducation nationale et aux industriels qui ont contribué à la réussite de ce concours* ».

Monsieur Da Rocha et Monsieur Dedeken ont également profité de cet événement pour annoncer que le Lycée Colbert du Petit Quevilly (76) accueillera le Concours Général de Fonderie en 2020.

La présentation de la 94^e promotion sortante 2019

Comme chaque année, le président du BDE, Adrien Flament a partagé les bons moments vécus durant ces 3 années passées à l'ESFF et en entreprise. Il a ensuite présenté sa promotion dite des « Petits baigneurs », nom de baptême reçu après une courageuse traversée du Doubs à la nage au mois d'avril durant le traditionnel voyage d'études, puis commenté autant les moments studieux en cours, les moments de détente en soirée, que les activités durant les voyages d'études. Il a remercié l'école pour son engagement, la qualité de la formation et l'atmosphère familiale qui y règne.



11 : A. Flament
Président du BDE



12 : La nombreuse assistance présente à la remise des diplômes et des prix à la promo 2019

La proclamation des résultats et la remise des prix

Monsieur Jean-Bernard Guillot, président des jurys, a procédé à la proclamation des résultats.

21 certificats de diplômes d'ingénieur de l'ESFF en convention avec les Arts et Métiers de la filière initiale ont été *délivrés*. Les apprentis ont été appelés par ordre croissant

de réussite. La promotion *était* constituée d'étudiants venant d'horizons divers :

- 9 BTS
- 2 classes préparatoires aux grandes écoles
- 3 licences professionnelles
- 8 DUT

Les deux promotions précédentes présentaient 3 jeunes femmes. La Promo 2019, comptait une seule jeune femme, Candice Morel, mais avec des résultats remarquables comme vous allez le découvrir ci-après.

Après la remise des diplômes, les différents représentants des instances de nos professions ont procédé à la remise des traditionnels prix.

Le prix de la Fédération Forge Fonderie

a été remis par le Président Thierry Chazot, au major de promotion 2019, Candice Morel.

Entrée à l'ESFF après une licence Pro et un BTS fonderie à Lyon, elle a effectué son apprentissage chez Renault à Guyancourt avec pour maître d'apprentissage Laté Ellia Lawson-Body (ESFF 2007) et comme tuteur pédagogique Bruce Anglade. Son projet portait sur « l'étude de l'influence de la suppression du traitement thermique T5 des carters cylindres en fonderie sous pression ».

Candice Morel a été vivement félicitée par le Jury en tant qu'incontestable major de la promotion et a reçu les applaudissements nourris de ses camarades comme du public. Candice n'a pas seulement impressionné par les 4 prix reçus, mais aussi par la qualité de son intervention devant l'assemblée. Elle a partagé son expérience de jeune femme dans un monde industriel très masculin et n'a pas manqué de faire l'éloge de l'école.



Photo 13 : Le président Thierry Chazot félicite Candice Morel major de promotion



Photo 14 : et lauréate du prix A. Portevin

Prix de Physique / Chimie,

Candice Morel déjà nominée précédemment (Photo ci-dessus) n'a pas eu le temps de se rasseoir, car de nouveau appelée par Jean-Bernard Guillot pour recevoir la médaille à l'effigie du Professeur Albert Portevin pour la meilleure moyenne sur les deux dernières années en physique chimie.

Prix du Centre Technique des Industries de la Fonderie au meilleur élève en Métallurgie

C'est de nouveau **Candice Morel** qui a été récompensée avec le prix du CTIF pour ses excellents résultats en métallurgie. Ce prix a été remis par Clotilde Make-Bart, directeur Conseil et Innovation au CTIF, qui représentait Paul-Henri Renard (Photo15).

Prix de l'ATF au meilleur élève en conception de moules et de pièces de fonderie

Suivant la règle des cumuls Candice MOREL a été citée pour mention. C'est donc **Quentin WAUTIER**, qui a reçu le prix des mains de Laurent Taffin (ESFF 1995 et représentant le président de l'ATF). Il a effectué son apprentissage dans l'entreprise EJ Picardie et a eu comme sujet de projet de fin d'études le « Développement d'un outil informatique pour le pilotage du moulage en sable silico-argileux ». Il a eu pour maître d'apprentissage Vincent Degenne et pour tuteur pédagogique Jean-Bernard GUILLOT .



Photo 15 : Clotilde Make-Bart remet le prix du CTIF à Candice Morel



16 : L.Taffin a remis le prix de l'ATF à Q.Wautier

Prix de l'Association Française de Forge au meilleur élève en conception de pièces forgées

Cette récompense a été attribuée à Elie Ville, ancien BTS forge du Lycée Marie-Curie à Nogent-sur-Oise. Durant son apprentissage chez Renault Guyancourt il a travaillé sur un

projet d'« Utilisation de la simulation pour l'optimisation du cassage d'une bielle forgée ». Il a eu pour maître d'apprentissage Thierry Dubroca et pour tuteur pédagogique Bruce Anglade. Le prix lui a été remis par le Directeur Général de la Fédération Forge Fonderie Wilfrid Boyault. (Photo 17 d'Elie ci-dessous, ravi de sa récompense)

Prix « Eugène Ronceray » au meilleur projet de fin d'études, décerné par l'Amicale des Anciens Elèves de l'ESFF.

Le prix a été remis par le Président de l'Association Amicale des Anciens Elèves Frédéric Tritz, à **Louis Landeau** (Photo 18). Son projet traitait la « Réduction des coûts de fabrication d'une culasse Daimler par l'optimisation de la mise au mille ». Louis, titulaire d'un DUT GMP, a effectué son apprentissage chez Montupet à Laigneville. Il a eu pour maître d'apprentissage Guillaume Santos et pour tutrice pédagogique Emmanuelle David du CTIF.



Photo 17 : Wilfrid Boyault remet le prix de l'AF à Elie Ville



Photo 18 : F.Tritz a remis le prix Eugène Ronceray à L.Landeau

Les promotions en « 9 » bien représentées (2019/2009/1999/89/79/59)

Pour la troisième année consécutive plusieurs représentants des **promotions souhaitant fêter leur 10/20/30/40/50/60 ans de sortie de l'École** ont répondu présents sous l'impulsion de Stéphane Sauvage (2009), Mourad Toumi (99), Frédéric Tritz (89), Christian Procureur (59), de Pierre-Yves Brazier et de l'AAESFF (à l'occasion de son Assemblée Générale et du dîner qui suivait).

Cette mobilisation a été une belle occasion de montrer à **l'assistance** le plaisir de se rassembler entre promotions et l'attachement à l'école et nos métiers.



Photo 19 : Stéphane Sauvage présente ses collègues de la 2009



Photo 20 : Mme Bellanger très touchée par l'hommage rendu à son mari décédé

Avant la remise de la cloche 2018 à la promotion sortante, **les élèves ont rendu un sincère et touchant hommage à Gilbert Bellanger décédé au cours de l'année 2018 en présence de Madame Bellanger.** Professeur à l'École depuis de nombreuses années, Gilbert qui a travaillé de nombreuses années au CTIF, savait captiver les élèves.

Remise traditionnelle de la cloche par la promotion 2018

Ce 27 septembre, la promotion sortie l'année précédente (2018) a remis à la promotion sortante (2019) sa cloche moulée, équipée de son battant forgé. C'est le symbole, d'un lien avec son école et sa profession, que les apprentis élaborent tous les ans.

Paul Bergamo, propriétaire de la fonderie Cornille Havard a initié le projet qui lui tient à cœur depuis longtemps, avec l'aide de Pierre-Yves Brazier, celui de proposer un carillon sur 2 octaves qui sera réalisé au fur et à mesure des années.

Paul intervient maintenant tous les ans devant la promotion de 3^{ème} année, afin de présenter l'instrument de musique et ses particularités. Les apprentis pourront poursuivre à leur guise le travail de création, mais devront faire en sorte que la note de la cloche s'inscrive dans la hiérarchie indispensable du carillon. Nous en sommes à la 3^{ème} cloche du carillon, il en reste encore 22 à mouler !!



Photo 21 : La promotion 2019 réunie autour de la cloche remise par la promotion 2018

A l'issue de cette cérémonie et avant le buffet, la promotion sortante était réunie pour immortaliser ce bel après-midi avec la traditionnelle photo autour de la cloche remise par la promotion 2018.

Un grand bravo à l'ESFF pour l'organisation de cette cérémonie.



Photo 22 : Les jeunes de la Promo 2022 avec C. Procureur (1959)



Photo 23 : Une partie de la promo 2022 était présente

janvier 2020

NORTEC 2020	21/01/2020 - 24/01/2020	Hambourg (Allemagne)	www.nortec-hamburg.de	Salon professionnel de l'usinage des métaux
SALON DES SOLUTIONS INDUSTRIELLES ET DE LA SOUS-TRAITANCE.	28/01/2020 - 30/01/2020	Nantes (France)	www.industrie-nantes.com	Le salon Industrie & Sous-Traitance du Grand Ouest permet aux donneurs d'ordres nationaux et locaux de rencontrer efficacement l'ensemble de leurs fournisseurs, partenaires industriels
SEPEM	28/01/2020 - 30/01/2020	Rouen	https://rouen.sepem-industries.com/	Salon dédié aux industriels

février 2020

INTERNATIONAL ENGINE CONGRESS	18/02/2020 - 19/02/2020	Baden-Baden (Allemagne)	https://www.vdi-wissensforum.de/en/engine-congress/	Congrès sur des moteurs à combustion
RIST	18/02/2020 - 20/02/2020	Valence (Drôme)	www.rist.org/	Salon professionnel de la sous-traitance du Sud-Est
IFEX	28/02/2020 - 01/03/2020	Chennai (Inde)	www.ilexindia.com/	Exposition sur la technologie de la fonderie, la sous-traitance et les services

mars 2020

METAV DUSSELDORF '2020	10/03/2020 - 13/03/2020	Düsseldorf (Allemagne)	www.metav.com	Salon professionnel international des technologies de fabrication et de l'automatisation
ESEF	17/03/2020 - 21/03/2020	Utrecht (Pays-Bas) Jaarbeurs Utrecht	www.jaarbeurs.nl	Salon professionnel international des fournisseurs et partenaires industriels: travail du métal, systèmes/modules industriels, design et ingénierie, traitement de surface, moules
SUBFORNITURA	26/03/2020 - 29/03/2020	Parma (Italie) Fiere di Parma Fairgrounds	www.mecspe.com	Salon de la sous-traitance industrielle

mars 2020

INDUSTRIE PARIS	31/03/2020 - 03/04/2020	Paris (France) Paris Nord Villepinte	www.industrie-expo.com	Le salon des professionnels des technologies de production
SALON MIDEST	31/03/2020 - 03/04/2020	Paris Nord Villepinte	www.midest.com	mondial des salons de sous-traitance industrielle

La Fédération sera présente au village Forge Fonderie

avril 2020

HANNOVER MESSE	20/04/2020 - 24/04/2020	Hanovre (Allemagne) Deutsche Messe Hannover	www.hannovermesse.de	Salon international des industries et des techniques
MACH	20/04/2020 - 24/04/2020	Birmingham (Royaume-Uni) National Exhibition Centre	www.thenec.co.uk	Exposition internationale sur les outils d'usinage de métaux et machines-outils
BIAM	21/04/2020 - 24/04/2020	Zagreb (Croatie) Zagreb Fair	https://www.zv.hr/en	Salon international de la machine-outil

INDEX DES ANNONCEURS

ACTEMIUM / AREF SAS	3
ADIAL	26
ASK CHEMICALS	3e de couv
FICEP FRANCE	34
FIVES	6
GLOBAL INDUSTRIE	44
FOSECO SAS	4e de couv
GNR	20
LASCO	8
SCHULER PRESSEN GMBH	31
SIIF	2e de couv
TRANSVALOR SA	6
VACCARI SPA	20

Nos formations 2020



Métallurgie et comportement des matériaux			
Principes fondamentaux de la métallurgie	TM F061	25 au 26 fév. 2020	1 260 €
Métallurgie et propriétés des alliages de cuivre	CU F026	28 au 30 avril 2020	1 630 €
Traitements thermiques des aciers et fontes	FE A074	5 mai 2020	650 €
Traitements thermiques des alliages d'aluminium et de magnésium N	AMA077	9 juillet 2020	650 €
Traitements de surface des alliages d'aluminium et de magnésium N	AMA078	27 février 2020	650 €
Bases de la corrosion des matériaux métalliques N	TM F087	13 février 2020	650 €
Tenue à la corrosion des aciers inoxydables N	AC A075	4 juin 2020	650 €
Fatigue des matériaux N	TM F088	30 avril 2020	650 €

Conception et industrialisation des pièces			
Aciers et fontes : performances et domaines d'utilisation	FE A073	9 juillet 2020	650 €
Alliages d'aluminium et de magnésium : performances et domaines d'utilisation N	AMA076	23 juin 2020	650 €
Superalliages : performances et domaines d'utilisation	SP A080	30 janvier 2020	650 €
Choix principaux de matériaux pour outillages de mise en oeuvre à chaud N	FE F083	5 février 2020	650 €
Aciers et fontes pour applications hautes températures N	FE F084	11 février 2020	650 €
Quelle technique de mise en oeuvre pour vos pièces : la fonderie, la forge, la fabrication additive	TM F068	4 au 6 février 2020	1 630 €
Normes et spécifications des produits moulés et forgés N	TM F082	18 juin 2020	330 €
Pièces moulées : règles de conception et de tracé	TM F051	10 au 12 mars 2020 30 juin au 2 juillet 2020	1 630 €

Métiers de la forge			
Apprentissage des bases de la forge	FG A13	3 au 4 mars 2020	1 260 €
Métallurgie et traitements thermiques des pièces en acier forgé	FG A06	21 au 22 avril 2020	1 260 €
Conception et suivi des outillages de forge	FG A11	7 au 8 avril 2020	1 260 €
Gamme forge	FG A01	7 au 8 juillet 2020	1 260 €
Bases de la forge à froid	FG A12	23 au 24 juin 2020	1 260 €
Défauts de forge	FG A08	18 au 19 février 2020	1 260 €
Lubrification des outillages de forge	FG A15	10 juin 2020	650

Métiers de la fonderie			
Apprentissage des bases de la fonderie pour clients, fondeurs, fournisseurs	TM F015	10 au 13 mars 2020 2 au 5 juin 2020	1 930 €
Métallurgie, élaboration et traitements thermiques des aciers moulés	AC F042	9 au 11 juin 2020	1 630 €
Métallurgie, élaboration et traitements thermiques des alliages d'aluminium moulés	AL F002	16 au 18 juin 2020	1 630 €
Métallurgie et traitements thermiques des superalliages et alliages de titane	SP F063	27 au 28 mai 2020	1 260 €

Réfractaires en fonderie de métaux ferreux et cuivreux : choix et mise en oeuvre	FE F001	21 au 23 janvier 2020	1 630 €
Technologies et conduite de fours de fusion à induction	FE F045	12 au 14 mai 2020	1 630 €
Principales ressources utilisées en fonderie : N problématiques et solutions	TM F081	8 juillet 2020	650 €
Pièces moulées : règles de conception et de tracé	TM F051	10 au 12 mars 2020 30 juin au 2 juillet 2020	1 630 €
Masselottage et remplissage en moulage sable pour tous alliages	TM F008	12 au 14 mai 2020	1 630 €
Outillages coquille gravité pour alliages d'aluminium : conception, remplissage, thermique, poteyage	AL F005	10 au 12 mars 2020	1 630 €
Optimiser la conception d'un moule en fonderie sous pression	NFE F033	24 au 25 juin 2020	1 630 €
Moules et modèles de fonderie par fabrication additive N	TM F071	28 au 29 avril 2020	1 260 €
Moulage et noyautage en sable à prise chimique	TM F006	16 au 18 juin 2020	1 630 €
Process et qualité des pièces en fonderie sous pression	NFE F067	28 au 30 janvier 2020 30 juin au 2 juillet 2020	1 630 €
Contrôles et analyse de défauts de pièces de fonderie	TM F057	7 au 9 avril 2020	1 630 €
Défauts en fonderie de fonte : diagnostics et solutions	FT F014	25 au 27 mars 2020	1 630 €

Métiers de fabrication additive			
Fabrication additive : les procédés industriels N	FA A085	17 mars 2020 3 décembre 2020	650 €
La fabrication additive métallique par fusion laser	FA A10	1 ^{er} au 2 juillet 2020 13 au 14 octobre 2020	1 260 €
Métallurgie, post traitement et caractérisation des produits métalliques issus de fabrication additive N	FA A086	29 janvier 2020 16 décembre 2020	650 €

Analyses de laboratoire			
Métallurgie et métallographie des fontes	FT F043	27 au 29 mai 2020	1 630 €
L'analyse chimique par spectrométrie sur produits métalliques	TM F056	24 au 25 mars 2020	1 260 €
Initiation à la caractérisation métallurgique des soudures N	TM F089	18 au 19 mars 2020	1 260 €

Organisation et gestion de l'entreprise			
Technical English in Foundry	TM F049	22 au 23 avril 2020	1 260 €
Management d'atelier	OG A03	25 au 26 mars 2020	1 260 €

Les formations en Contrôles Non Destructifs (CND)			
Tomographie RX : métrologie et santé matière N	TM F091	5 mars 2020	650 €
Contrôles visuels de pièces métalliques N	TM F092	5 au 6 mai 2020	1 260 €
Initiation aux techniques de CND sur pièces métalliques (forge, fonderie, soudure) N	TM F090	19 au 20 février 2020	1 260 €
Instructions de Contrôles Ultrasons et Magnétoscopie sur pièces de fonderie en alliages ferreux	TM F069	21 au 22 janvier 2020	1 260 €

Nous vous informons qu'à partir du 1^{er} janvier 2020, la gestion opérationnelle de l'ensemble des activités de formation d'A3F sera traitée par CTIF, organisme de formation

- sous le n° de Déclaration d'Activité I1922302492
- sous le n° Datadock DD 77906

LA REVUE **forge et fonderie**

BULLETIN D'ABONNEMENT

- Je désire m'abonner à **LA REVUE forge et fonderie** pour 4 numéros au tarif de 95,34 € TTC (90,37 € HT)
- Veuillez trouver ci-joint mon règlement à l'ordre de CIFORGE (Centre d'Information de la Forge)
- Veuillez trouver ci-joint copie de mon ordre de virement bancaire

Merci d'indiquer votre numéro de TVA intracommunautaire

Domiciliation

Neufize OBC 3 avenue Hoche 75008 PARIS
Code banque 30788
Code guichet 00100
N° Compte 10283040001
Clé Rib 75
Code IBAN FR 7630788001001028304000175
Code BIC NSMBFRPPXXX

Mes coordonnées

Société

Service ou fonction

Nom

Prénom

Rue

CP Ville

Pays

Téléphone :

Fax

mail

Date Signature



LA REVUE forge et fonderie est éditée par
le Centre d'Information de la FORGE
et de la FONDERIE
45, rue Louis Blanc, 92400 COURBEVOIE
Tél.: 01 43 34 76 30, Fax : 01 43 34 76 31
E-mail : contact@forgefonderie.org

GLOBAL INDUSTRIE

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

PARIS, THE GLOBAL MEETING
PLACE OF THE INDUSTRY

CRÉEZ VOTRE BADGE GRATUIT SUR
WWW.GLOBAL-INDUSTRIE.COM

MIDest
Salon de *Paris*



LES SAVOIR-FAIRE EN
SOUS-TRAITANCE INDUSTRIELLE
THE GLOBAL SHOW FOR ALL INDUSTRIAL
SUBCONTRACTING KNOW-HOW

**TOMORROW'S INDUSTRY
IS BEING SHAPED HERE**
L'INDUSTRIE DE DEMAIN S'INVENTE ICI

industrie-expo.com
global-industrie.com

DGE
DIRECTION GÉNÉRALE
DES ENTREPRISES



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

LA TECHNOLOGIE DE
FONDERIE DE DEMAIN

Etes-vous prêts

un monde plus coloré?



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



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

Nos experts sont à votre disposition

Tel.: +33-2-32525027

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

www.ask-chemicals.com/beyondtomorrow

ASKCHEMICALS
We advance your casting



NOUS CONTRIBUONS CHAQUE JOUR AUX RÉCOLTES.

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

**NOUVEAU
PRODUIT**

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



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

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

FOSECO. Your partner to build on.



VESUVIUS

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

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

