



région **BOURGOGNE**
FRANCHE-COMTÉ



Une journée dédiée à la technologie HIP (Hot Isostatic Pressing)
Une technologie innovante de la métallurgie des poudres pour la fabrication de pièces massives de forme complexe.

Programme de la journée

- 9 : 45 Accueil des participants
- 10 : 15 **Jean-Claude LAGRANGE (Conseil Régional Bourgogne Franche-Comté)**
- 10 : 20 **Jean-Claude LENAIN (VP, Pôle de l'Industrie Nucléaire)**
- 10 : 25 **Jean GUZZO (VP Valorisation, Université de Bourgogne)**
- 10 : 30 **Frédéric BERNARD - UB / Yves BIENVENU - Ecole des Mines de Paris**
- 10 : 40 **Freddy BUSSCHAERT - Total**
Aciers inoxydables duplex pour utilisation à basse température : enjeux et comparaison des technologies conventionnelles et PM HIP
- 11 : 10 **Philippe BUCCI / Nicolas BOUQUET - Atmosstat**
Soudage Diffusion
- 11 : 40 **Benjamin PIQUE - Aubert & Duval**
La fabrication de composants par HIP à partir de poudres métalliques pour la réalisation de pièces de grandes dimensions
- 12 : 10 **Frédéric BERNARD - Université de Bourgogne / Frédéric DEBLEDS - ECOSPHERE**
CICERON Bourgogne Franche-Comté, une plateforme industrielle mutualisée en Métallurgie des poudres dédiée à la fabrication de composants métalliques et céramiques
- 12 : 40 **Repas - Maison de la Métallurgie**
- 14 : 15 **Marc BERNACKI - CEMEF**
Numerical FE approach dedicated to microscale modeling of the densification of powders by the HIP process
- 14 : 45 **Johan HJARNE - Quintus Technologies**
Trends in the development of HIP:ing and HIP equipment
- 15 : 15 **René KIRCHNER - FCT System**
Latest Developments and Trends for the Industrial Application of the FAST/SPS Techniques
- 15 : 45 Café - Discussion

Aciers inoxydables duplex pour utilisation à basse température : enjeux et comparaison des technologies conventionnelles et PM HIP

Freddy BUSSCHAERT - Total

The paper will present an overview of TOTAL E&P as an end user on the use of the Duplex Stainless Steels hipped components on Deep offshore subsea Projects.

The paper will detailed the main reasons on the use of hipped components to be selected. Among these reasons, some are listed here below:

- Good resistance to HISC
- Capability to manufacture Complex shapes of components
- Project execution associated with local content activities
- Low temperature challenges
- Good weldability

The paper will also present some typical products which have been manufactured and incorporated in Subsea Production systems and will highlight some challenges in regard with the future.

Soudage Diffusion

Philippe BUCCI, Nicolas BOUQUET - Atmostat

ATMOSTAT est une filiale du groupe ALCEN, Entreprise de Taille Intermédiaire Française (ETI) de 1800 personnes avec un chiffre d'affaires de 250 M€. Equipementier de la défense nationale et partenaire historique du CEA-DAM (Direction des Applications Militaires), ATMOSTAT conçoit et fabrique pour ces besoins propres ou pour ses clients des ensembles et sous-ensembles mécaniques et électromécaniques principalement dans les domaines de la défense, de l'aéronautique, du spatial, de l'énergie et de l'instrumentation scientifique.

ATMOSTAT est un équipementier reconnu pour son expertise en mécanique et notamment sa maîtrise des procédés spéciaux et des matériaux « exotiques ». Aux côtés des principaux laboratoires de recherche français, la stratégie de l'entreprise consiste à développer des filières technologiques d'excellence qui lui permette ensuite de positionner sur le marché une gamme de produits industriels innovants et performants.

ATMOSTAT a développé un savoir-faire dans la conception, le développement, la fabrication et la vente d'équipements mécaniques hautement critiques. Elle assure également l'ingénierie d'accompagnement sur la fiabilité des équipements, de durée de vie et de qualification des processus industriels. Elle dispose d'un savoir-faire unique et de moyens de Conception Assisté par Ordinateur (Catia, pro-engineer), d'usinage (tournage, fraisage, ajustage), de moyen de soudage (brasage laser et faisceau d'électrons), de contrôles non destructifs (radiographie et tomographie), de métrologie (machines tridimensionnelles), de traitements thermiques et de traitements de surface.

La stratégie d'Atmostat en terme de développement, s'est toujours appuyée sur une forte activité de R&D afin d'assurer de nouveaux marchés. C'est dans ce cadre qu'ATMOSTAT a développé, en collaboration avec le CEA-Liten, un savoir-faire dans le soudage diffusion en phase solide assisté par Compaction Isostatique à Chaud (CIC). Cette diversification a été établie avec le CEA-Liten dans les années 2000 par la conception et la fabrication de maquettes représentatives des panneaux de première paroi du réacteur à fusion thermonucléaire, ITER. A ce jour ATMOSTAT se positionne pour répondre à l'appel d'offres qui sera émis par l'organisme Européen Fusion For Energy (F4E) pour la fabrication des panneaux de la première paroi à bas flux, des Tritium Blanket Module (TBM) et des cibles internes du Divertor.

Sa stratégie de développement s'oriente également sur une diversification de ses activités vers le domaine de la chimie et de l'énergie pour réduire sa dépendance au marché de la défense. Son savoir-faire acquis dans le domaine de la fusion thermonucléaire avec des composants de la première paroi ayant de bonnes propriétés thermique et mécanique lui a permis de cibler le marché des réacteurs échangeurs en tant qu'axe de développement commercial prometteur. L'expérience très positive avec le CEA-Liten dans le cadre de la fusion, a décidé ATMOSTAT d'une rupture dans sa collaboration avec la création d'un laboratoire commun « **LACRE** », structure commune avec l'objectif de contribuer au développement des réacteurs échangeurs pour les marchés de la chimie et de l'énergie.

La fabrication de composants par HIP à partir de poudres métalliques pour la réalisation de pièces de grandes dimensions

Benjamin PIQUE - Aubert & Duval

Aubert & Duval (A&D) is a French industrial company producing high properties metallic products for high technology applications. A&D is a member of Eramet group and constitutes, with Erasteel Company, the Eramet's Alloy Branch. Powder activities are strongly represented in the Branch thanks to facilities dedicated to the production of powders (for additive manufacturing, tool steels and stainless steels or superalloys for aero-engine components) and to the production of hot isostatically pressed (HIPed) net shape (NS) or near net shape (NNS) parts.

Different kinds of NS/NNS parts are produced, monolithic or bimetallic. The main industries interested by the technology are the tooling, bimetallic parts for corrosion or wear resistant products, oil and gas, nuclear, aeronautic. The attractiveness of NNS powder metallurgy (PM) HIPed parts versus forgings and castings is different depending on application and market (cost efficiency, to improve mechanical properties / microstructural homogeneity, leadtime, to decrease raw material and machining costs, to obtain complex shape...).

The presentation will be focused on some examples of large scale components.

CICERON Bourgogne Franche-Comté, une plateforme industrielle mutualisée en Métallurgie des poudres dédiée à la fabrication de composants métalliques et céramiques

*Frédéric BERNARD - Université de Bourgogne
Frédéric DEBLEDS - ECOSPHERE et Nicolas RICHARD - PNB*

Le projet CICERON est un plan national d'action concerté pour le déploiement en Bourgogne/Franche-Comté et en Alsace-Champagne-Ardenne-Lorraine d'équipements de Compaction Isostatique à Chaud (CIC). Ce plan est un axe prioritaire mis en avant dans le Plan de développement de l'offre technologique pour l'Industrie du Futur (Alliance du Futur soutenue par le Ministère de l'économie). Les acteurs du projet des deux régions se sont mis d'accord pour porter ensemble l'ambition de doter la France en 3 ans des équipements de CIC qui répondent aux exigences d'une filière CIC complète (CICERON 1600 mm en Lorraine, CICERON 660 mm au Creusot et CICERON 200 mm à Dijon), c'est à dire couvrant l'ensemble de la chaîne de maturité d'une nouvelle technologie ou d'un nouveau produit. Cette complémentarité permettra de relever l'ensemble des défis économiques, techniques, environnementaux et organisationnels.

Le projet CICERON Bourgogne Franche-Comté est une plateforme industrielle mutualisée, dédiée à la fabrication des pièces massives et/ou de formes complexes, utilisant la technologie de CIC. Le modèle économique associé à la création de cette plateforme sera présenté en vue d'un dépôt de candidature sur les Programmes des Investissements d'Avenir (PIA - juin 2016). Toutefois, la première phase de ce projet est en marche avec le lancement des activités de la plateforme R&D CICERON Bourgogne Franche-Comté située à l'Université de Bourgogne sur le site de Dijon au sein de la Maison de la Métallurgie. En effet, cette plateforme équipée de deux presses uniaxiales à chaud de type SPS (2200°C/1250KN) et une presse de CIC (2000°C/2000bars) permet, dès à présent, de conduire des premières études de frittage ou d'assemblage en vue de réaliser des composants dont les dimensions peuvent atteindre 200mm de diamètre et 450 mm de hauteur.

Les principaux objectifs de CICERON Bourgogne Franche-Comté sont de :

- Fabriquer des prototypes de pièces et d'assemblages métalliques et/ou céramiques de forme complexe à l'échelle industrielle par métallurgie des poudres.
- Accompagner les industriels dans toutes les étapes de la fabrication d'un produit, de sa conception à sa réalisation à l'échelle industrielle, incluant le coût de réalisation.
- Mettre à disposition des formations en métallurgie des poudres pour les industriels.
- Assurer la qualification des produits (détermination de la durée de vie, des propriétés mécaniques et de la résistance à la corrosion).

Numerical FE approach dedicated to microscale modeling of the densification of powders by the HIP process

Marc BERNACKI - CEMEF

J. Bruchon², D. Pino Muñoz¹, M. Bellet¹, Y. Bienvenu³, E. Rigal⁴

¹Mines ParisTech, CEMEF - Centre de Mise en Forme des Matériaux, CNRS UMR 7635, CS 10207 1 rue Claude Daunesse, 06904 Sophia Antipolis cedex

²Laboratoire Georges Friedel, UMR CNRS 5307, Ecole Normale Supérieure des Mines de Saint-Etienne, 158 cours Fauriel, 42023 Saint-Etienne cedex 2

³Mines ParisTech, CDM - Centre des Matériaux Pierre-Marie FOURT, CNRS UMR 7633 BP 87, 91003 Evry cedex

⁴CEA/Grenoble, Liten, 17 rue des martyrs, 38054 Grenoble cedex 9

Hot Isostatic Pressing (HIP) of preloyed powders appears as a key process for large complex parts. It offers many benefits versus the conventional casting+forging route with a simplification of production fluxes, material savings, homogeneity of chemical composition, better controllability of parts and a shorter lead-time by reducing machining and welding operations. To speed up the design of components and of the HIP tooling (containers), finite element modelling of HIP has been developed for a long time. Different simulation codes are available to model the process at a macroscopic scale (using the so-called "mean-field" modelling). However, the physics of HIP is quite complex: during the first stages, densification is driven by the plastic deformation of particles at high temperature, while in the later stages, final porosity closure and the growth of metallurgical grains are controlled by transport of matter by diffusion, at the surface of particles, through particles interfaces or through grain boundaries. Because of this complexity, mean field macroscopic numerical modelling has been shown not predictive enough. Then efficient and robust FE multiscale numerical framework for the simulation of HIP process begins to emerge. This framework will be introduced.

Trends in the development of HIP:ing and HIP equipment

Johan HJARNE - QUINTUS TECHNOLOGIES

Hot Isostatic pressing is an effective process to eliminate defects in powder based additive manufacturing parts or castings and generates a 100 % dense material which improves the fatigue properties as well as the ductility. With today's fast cooling possibilities with URC® and URQ® provided by Quintus Technologies' HIP units opens up new possibilities of thermal treatment under pressure of directly in the HIP cycle. For additively manufactured medical implants and aerospace components it is becoming more and more common to include the heat treatment directly in the HIP cycle.

The positive effects of including the fast cooling directly in the HIP includes:

- Uniform cooling through the workload
- Minimized thermal distortion
- Reduction in process steps which reduces cost per part

In addition to traditional HIP:ing for gas atomized powders, recent test and results show that it is possible to produce fully dense sinter PM components using water atomized powders and HIPing. For these components it is of high interest also to carburize directly in the HIP with the aim to case harden. Tests in Västerås have shown successful results of introducing other atmospheres which opens up new markets for the HIPing industry.

Latest Developments and Trends for the Industrial Application of the FAST/SPS Technique

René KIRCHNER - FCT System

*René Kirchner (Head of Sales), Tobias Kessel (Managing Director Technology & Development),
Dr. Jürgen Hennicke (Head of Research & Development)*

At our location in Frankenblick - in the Thuringian Forest - we, FCT Systeme GmbH, conceptualize and manufacture high-temperature plants with more than 30 years of expert knowledge for the production of high-performance materials, e.g. non-oxide composites and substances.

FCT Systeme invests extensively in research and development. The consequent improvement of best practice concepts is thereby as important to us as the development of new plant types regarding the increase in efficiency, particularly.

Our employees are continually devoted to improve and redevelop trendsetting plant concepts and sintering processes in our in-house technical center. To our project partners from industry and research we offer the opportunity to concentrate and use combined knowledge in confiding collaborations.

Thereby and due to a directed development of new technologies as well as close collaboration with our sister companies and project partners, we are able to offer comprehensive system solutions. Those include among others individual tests for process optimization purposes as well as test series in our in-house technical center. Additionally, we are able to offer complete solutions up to the finished sintering plant.

In the past two decades, the Field Assisted Sintering Technique (FAST), also known as Spark Plasma Sintering (SPS), has been successfully established for rapid sintering applications. The scientific results gathered in the past in the area of R&D were implemented step by step in practical industrial applications. Together with a multiplicity of industrial partners and based on its own R&D activity with practical applications at its in-house technology centre FCT Systeme GmbH was able to implement this knowledge in the past years successfully in customized plant concepts. Exclusive examples will be introduced and future prospects regarding the trend of development will be illustrated.