

**Compte rendu de la journée du 21 janvier 2011 de lancement des commissions
thématiques ‘Elaboration’ et ‘Solidification’ de la SF2M**

par Hervé COMBEAU et Alain JARDY

42 personnes présentes, 22 industriels, 20 universitaires

Le but de cette journée était de faire le point sur le bien fondé de la mise en place d’une nouvelle commission thématique ‘Solidification’ et sur le devenir de la commission ‘Génie des Procédés d’Elaboration des Matériaux’.

L’introduction de la journée a été réalisée par Bruno Dubost, président de la SF2M, qui a rappelé l’importance et le principe de fonctionnement des commissions thématiques, en s’appuyant sur l’exemple de plusieurs commissions actuelles.

Nous sommes ensuite intéressés à l’historique, avec une présentation par Alain Jardy (IJL Nancy) de l’activité récente de la commission thématique ‘**Génie des Procédés d’Elaboration des Matériaux**’, commune à la SF2M et à la SFGP (Société Française de Génie des Procédés). Il estime que cette activité était trop faible. Il s’agissait surtout d’organiser des congrès ou des symposiums. Pour 2010 et 2011 : Matériaux 2010, Journées annuelles 2011, LMPC 2011, SFGP 2011.

Les exposés qui ont suivi étaient consacrés à la présentation d’exemples d’actions en cours ou à venir relatives à l’élaboration ou à la solidification. Hervé Combeau (IJL Nancy) a présenté le **GDR ‘Solidification des Alliages Métalliques’**, en cours de lancement. Un exemple de **collaboration université-industrie** dans ces domaines (club SOLAR) a ensuite été exposé par Yvon Millet (TIMET Savoie). Puis Denis Béchet (Eramet-Aubert&Duval) a rapporté une expérience menée en matière d’éducation : ‘**Comment susciter des vocations pour les métiers de la métallurgie**’^[1].

A la suite de ces exposés, plusieurs échanges entre les participants ont eu lieu. Les points principaux sont évoqués ci-dessous :

- Un des effets actuels de l’affaiblissement de la métallurgie se retrouve au niveau de la SF2M avec une **décroissance du nombre de membres**. Le même constat est fait dans d’autres sociétés savantes. Il faut alerter le gouvernement sur le point que l’activité dans la recherche en production baisse.
- Yannick Champion (ICMPE Thiais) soulève le problème du **développement de nouveaux matériaux** qui concerne la communauté des chimistes, en indiquant qu’il y a un problème de ressources en recherche spécifiquement pour ce domaine.
- Dans le domaine du nucléaire par exemple, il y a beaucoup de contraintes pour passer d’un matériau à un autre, la qualification d’un nouveau matériau ne peut pas passer seulement par un industriel. **Les commissions de la SF2M pourraient aider à la fabrication des normes.**
- Philippe Jarry (ALCAN) souligne l’importance de travailler l’aspect communication. Pour attirer les jeunes à faire des études scientifiques, Jacqueline Etay (SIMAP Grenoble) rapporte qu’elle intervient dans le secondaire dans le cadre d’un programme ‘**objectif pour l’emploi**’, sur le thème de la vie d’un matériau.

- Il serait intéressant de connaître le besoin en ingénieurs côté français (il est de 90 000 par an en Allemagne). Une analyse similaire en France serait enrichissante (le rapport de l'Académie des Sciences^[2] a évalué les besoins annuels en R&D mais pas les besoins globaux). Il est important que **les industriels travaillent avec les universitaires pour la promotion de la métallurgie.**

- Laboratoires universitaires et industries ne doivent pas se limiter à des innovations incrémentales mais doivent être à la **recherche de ruptures technologiques.**

Après le déjeuner, 2 groupes se sont constitués pour définir les thèmes et le fonctionnement des deux nouvelles commissions prévues, avant de se regrouper finalement pour faire la synthèse des débats.

1) Synthèse du groupe 'Elaboration'

Selon la volonté de la SF2M, la commission thématique 'Elaboration' a pour vocation de « traiter l'ensemble des problèmes qui vont du traitement des minerais en amont jusqu'au métal liquide en aval, à l'exclusion de la solidification en lingotière ou en coulée continue. La séparation de la gangue, le recyclage des déchets et ferrailles, la réduction, l'électrolyse, l'affinage primaire, la métallurgie secondaire, la refusion font partie du domaine de cette commission qui s'orientera autant que possible sur des thématiques transversales, comme l'énergie, l'économie des ressources en matières premières, la qualité, les problèmes d'environnement, ... ». **Il y a consensus sur ces items.**

Il est apparu qu'il était de ce fait logique de focaliser le domaine d'intérêt de la commission sur les alliages métalliques pour éventuellement, par la suite, l'élargir si nécessaire. Ainsi l'élaboration des réfractaires proprement dite ne relèvera pas de la commission (contrairement aux interactions métal liquide/réfractaires). Le groupe propose donc de renommer la commission thématique '**Elaboration des alliages métalliques**'. Ceci correspond d'ailleurs à l'évolution des groupes thématiques au sein de la SFGP.

Après un tour de table où chaque participant a défini ses besoins, il est également apparu que **le vocabulaire et les définitions peuvent varier**, par exemple entre la métallurgie des ferreux et des non ferreux.

Il est prévu d'organiser régulièrement (chaque année ?) **un séminaire réunissant les différents partenaires, industriels et universitaires.** Le lieu de séminaire tournera entre les partenaires. Le séminaire pourra être couplé à une visite des installations de celui qui accueille. Ces séminaires constitueront une opportunité pour les industriels de présenter certains de leurs défis actuels et futurs, certains verrous technologiques ou scientifiques et pour les laboratoires universitaires leurs dernières avancées et les nouvelles compétences qu'ils développent.

Les participants s'accordent à préférer une **structuration par thématiques scientifiques communes**, plutôt que par grands domaines d'application (transport, énergie, ...) ou par familles de métaux. Il faut créer de petits groupes thématiques dont les activités devront permettre aux laboratoires universitaires de développer les connaissances et les outils nécessaires à la mise en œuvre industrielle des procédés et des matériaux de demain. **Une liste de 17 points prioritaires est établie. Tous ne donneront pas naissance à des groupes.**

Dans le futur proche (avant l'été), il est prévu de

- **recenser les universitaires potentiellement intéressés** par l'élaboration des matériaux métalliques (avec le périmètre défini plus haut). Par ailleurs, il faudra contacter des industriels non représentés tels que Trefimétaux, les différents participants du groupe Safran, les équipementiers de métrologie, les réfractoristes, ...
- **classer l'ensemble des priorités et lancer les premiers groupes thématiques**
- **constituer le bureau de la commission** (normalement les responsables des groupes)

Dès à présent, deux thématiques sont plus particulièrement mises en avant :

- a) Les interfaces fluide/fluide (Jacqueline Etay (SIMAP Grenoble) se propose pour animer un groupe sur ce point),
- b) Le comportement des phases dispersées (inclusions, gouttes, bulles) au sein des métaux liquides et au voisinage des parois.

2) Synthèse du groupe 'Solidification'

Nous avons commencé à faire un tour de table, en demandant à chaque industriel présent de définir ses attentes d'une telle commission. Après l'expression de ces attentes, nous avons tout d'abord souhaité rebaptiser le nom de la commission en '**Coulée et Solidification**'. En effet, des échanges au sujet des procédés de solidification sont revenus régulièrement, c'est pourquoi nous proposons de rajouter le mot 'Coulée'. Nous avons ensuite défini des thèmes dont voici la liste, légèrement restructurée :

- Génie des structures de solidification (effet des éléments traces, terres rares, chemins de solidification, morphologie et structure des grains, hérédité de la structure du liquide, connaissance fine des interfaces liquide / solide, moyens de connaissance associés tels que tomographie et calculs ab initio ou de dynamique moléculaire)
- Données thermo-physiques des alliages et des matériaux (annuaire des labos pouvant faire des mesures, voir du côté de la dynamique moléculaire pour les calculer), diagrammes d'équilibre, rhéologie du pâteux)
- Caractérisation des défauts (macro/micro) pendant le process ou après, analyse chimique, (proposition de faire une commission mixte sur la caractérisation dans la mesure où la caractérisation n'est pas spécifique de l'étape de coulée-solidification)
- Inclusions à la coulée à mettre en commun avec le groupe thématique 'Elaboration'
- Coulées statiques de pièces dont le groupe « Lingot » (ancien groupe ATS)
- Coulée continue ou semi-continue (acier, aluminium...)
- Procédés de solidification sous énergie ou sous champ : soudage, (important en particulier pour Areva, ...) et innovations procédés grâce à l'usage d'actionneurs ultrasons (expérience CTIF) ou électromagnétiques, (en lien avec le groupe Elaboration?)

Soit 5 thèmes (correspondant aux titres soulignés) qui ressortissent explicitement à la thématique « coulée/solidification ». Il a ensuite été décidé de **définir des priorités pour ouvrir des thèmes cette année**, après avoir constitué le bureau. **Philippe Jarry (ALCAN) a accepté de prendre la présidence** de la commission thématique 'Coulée et Solidification'. Le bureau va maintenant être prochainement constitué et une enquête va être envoyée aux participants pour définir les thèmes qui seront activés cette année.

[1] Cette expérience s'adresse à des jeunes lycéens (Première et Terminale). Elle est directement inspirée du programme de l'ASM Education Foundation dont le slogan est « *have lots of fun, excite the spirit, engage the brain* » (5160 étudiants ont suivi ce programme en 10 ans. 87% se sont orientés vers des études dans un domaine

scientifique). L'expérience française, coordonnée entre le rectorat et Aubert&Duval (la SF2M a apporté son soutien), a concerné 20 étudiants pendant une semaine, pour un budget total de 30 k€ .

[2] Le rapport de l'Académie des Sciences sur la métallurgie, désormais disponible en ligne [<http://www.bibsciences.org/bibsup/acad-sc/common/articles/rapport11.pdf>], constitue certainement une base de réflexion essentielle pour les commissions thématiques. Ce rapport s'ouvre sur le constat d'«une production et des effectifs qui régressent, des centres de gravité qui s'éloignent de la France, une recherche technique qui résiste en partie, un effort universitaire qui s'émiette et un enseignement qui s'affaisse, un assèchement à redouter, une condamnation à l'excellence». Le rapport évalue à 300 le nombre d'étudiants ingénieurs formés annuellement en science des matériaux, dont une centaine en métallurgie, et à 20 000 le nombre des techniciens issus des différents DUT, BTS, licences professionnelles, concernés par ce champ disciplinaire, mais bien peu d'entre eux se consacrent à la métallurgie. « Il est paradoxal, en revanche, que les postes vacants soient difficiles à pourvoir, aux dires des industriels consultés. L'information auprès des étudiants pourrait être améliorée par l'action concertée des unions, des sociétés savantes et des associations professionnelles. » « Au niveau des effectifs, on estime à 1 100 le nombre de chercheurs métallurgistes. Le nombre annuel de jeunes métallurgistes recrutés *en R&D* par l'ensemble des entreprises des divers métiers de la métallurgie devrait être proche de 150 si on souhaite maintenir le même niveau d'activité. »

Le rapport souligne par ailleurs qu'il est « nécessaire de mettre en œuvre un programme ambitieux de mesures des données thermo-chimiques, des coefficients de diffusion et des mobilités dans des alliages modèles, et de se donner les moyens d'élaboration de ces alliages » et qu'il est vital que « la métallurgie numérique se développe en relation étroite avec l'expérimentation et qu'elle essaime à partir des équipes actuellement impliquées ». Et que « c'est dans une articulation pertinente des trois composantes : compréhension des mécanismes à l'échelle atomique, possibilité d'acquérir les données nécessaires et simulation massive des différents phénomènes, qu'il nous faut maintenir le niveau des Métallurgies française et européenne, et notamment tenir tête aux très fortes équipes de Métallurgie plus classique en cours de constitution en Chine, en Inde ou au Brésil ». Du point de vue des moyens des laboratoires publics, le rapport souligne que « nos laboratoires sont bons (les liens avec les sous-traitants restant néanmoins à renforcer), notamment en caractérisation de matériaux à petite échelle et en modélisation de leur comportement mécanique au cours de la mise en forme. Toutefois, contrairement à de grands centres de recherche étrangers (par exemple, celui d'Aix-la-Chapelle), ils disposent de peu de moyens semi-lourds dans les techniques de mise en forme et de mise en œuvre aval, en synergie avec les approches métallurgiques de base. Une action doit impérativement être lancée en ce sens ».