Résumé Académie Lorraine des Sciences. **Séance du matin 18 décembre 2016**.

L'écosystème matériaux-procédés dans la Grande Région

François Mudry, président IRT-M2P

Mon objectif est ici de faire le point sur les activités de la grande région dans le domaine des matériaux et des procédés. En fait, notre région est certainement l’une des plus importantes sinon la plus importante en France. Il s’agit d’un domaine profondément intégré dans notre histoire mais aussi porteur d’avenir. Il est effectivement désigné comme l’une des technologies clé du ministère de l’industrie ainsi que l’une des Key-technologies de l’Europe sous le titre : « advanced materials ». Il est enfin partie intégrante des technologies soutenues par l’ « Alliance de l’industrie du futur ».

Notre région dispose d’atouts considérables dans ce domaine tout le long de la chaine depuis la recherche fondamentale jusqu’à l’application concrète dans les produits finis. On matérialise souvent cette chaine par une échelle de maturité d’une technologie qu’on appelle un TRL pour « Technical Readiness Level ». Un TRL de 1 correspond à une idée ou à la mise en évidence d’un phénomène jusqu’au TRL de 9 correspondant à la mise sur le marché d’un produit

Notre région est présente dans tous les niveaux de TRL et dans tous les types de matériaux : métaux, polymères, verres, composites, bois, nanomatériaux, etc. On trouve en effet :

* Des laboratoires de recherche fondamentales de niveau international dans les polymères, les nanomatériaux, les métaux,
* Des organismes de transferts technologiques spécialisés : CRITT, Centres Techniques industriels, Instituts Carnot, IRT, etc.
* Des entreprises variées produisant et transformant des matériaux de toutes tailles : Grands groupes internationaux, PME, ETI, start-up

Tout cela forme un ensemble assez exceptionnel qui a cherché à se structurer par divers moyens mais a encore besoin d’avancer dans la coopération des divers acteurs pour en tirer le maximum.

Même si ce domaine n’est certainement pas le seul de la grande région qui puisse revendiquer une place particulière au niveau national ou international, il s’agit sans conteste d’un atout majeur pour elle.

\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*\*

Résumé Académie Lorraine des Sciences. **Séance de l’après-midi 18 décembre 2016.**

Les matériaux métalliques : quelques défis actuels ?

François Mudry, président IRT-M2P

Les matériaux métalliques sont une classe de matériaux connus depuis fort longtemps comme en témoignent les classifications des périodes des débuts de l’histoire humaine en âge du cuivre, âge du bronze et âge du fer.

Plus près de nous, la première révolution industrielle s’est faite, en particulier, autour de la métallurgie du fer, ce qui a marqué très profondément l’histoire de la Lorraine avec une croissance extraordinaire de la fin du XIXème siècle jusqu’aux années 1970. Le ralentissement de ladite croissance s’est traduit par des restructurations très fortes dont nous vivons aujourd’hui les derniers soubresauts.

La Chine a connu une telle croissance entre 1990 et 2008 jusqu’à arriver à un niveau de production égal à la moitié de la production mondiale ! Depuis 2008, elle suit une évolution assez analogue à celle que nous avons connue dans les années 1970 avec la tentation évidente de faire porter les restructurations nécessaires au niveau mondiale sur d’autres pays dont l’Europe.

Cette histoire est bien connue de tous. Cependant, faut-il en déduire que la métallurgie est une science et une technologie du passé où plus rien ne se passe ? Eh bien, pas du tout ! Comme en témoigne un rapport sur ce sujet de l’académie des sciences et de l’académie des technologies. Les métaux ont en effet des propriétés de résistance mécanique, de tenue en température, de malléabilité, de conduction électrique et thermique qui les rendent encore incontournables.

Tout d’abord, il y a beaucoup d’autres métaux que le fer et l’acier même si ces derniers n’ont pas dit leurs derniers mots. Il y a les alliages légers : l’aluminium et le magnésium, le cas du titane, celui du cuivre, celui de métaux plus rares mais importants pour certaines applications spécifiques : le niobium, le zirconium, le tantale ou le vanadium. Tous ces métaux ont des métallurgies particulières qui ont des applications dans une multitude de secteurs.

On pense immédiatement au secteur des transports où nous pouvons donner l’exemple des nouveaux alliages de Titane ou d’aluminium pour l’aéronautique, celui des nouveaux alliages d’aluminium ou d’acier pour les automobiles mais il y a aussi beaucoup d’autres domaines d’application comme le bâtiment ou les travaux publics, le spatial, la production, le transport et le stockage d’énergie, l’armement, l’emballage, la santé, l’outillage. On pourrait aussi parler de la micro-électronique parce que le silicium est un métal et que les problèmes d’évacuation de la chaleur dans toutes les connexions deviennent un enjeu majeur ! On voit que la discipline est singulièrement traversante et nous pourrions citer des milliers d’exemples.

Ceux qui sont choisis illustrent la façon moderne de procéder grâce à une compréhension fine des phénomènes à l’échelle atomique. Tout d’abord, la thermodynamique qui permet d’analyser la possibilité de faire tel ou tel type d’alliage et d’anticiper les différentes phases qui vont s’y former au cours de l’élaboration. Ensuite la métallurgie physique qui relie la présence de défauts cristallins mobiles particuliers, appelés dislocations qui sont responsables de la malléabilité des métaux. C’est en maitrisant leur interaction avec les autres composants de la microstructure qu’on réussit à régler la résistance et la malléabilité d’un métal. Enfin, tout un ensemble de travaux relevant de la mécanique, de la physique ou de la chimie qui permettent une bonne prédiction des propriétés en service des métaux, en particulier leur durée de vie qui est limitée par divers mécanismes comme la fatigue, le fluage, la corrosion, le vieillissement, etc. C’est à repousser toutes ces limites que s’emploie la recherche en métallurgie.

Pour finir cette partie technique, je voudrais citer trois grandes tendances pour les années à venir :

* L’essor de la métallurgie des poudres et, en particulier, de la fabrication additive.
* Le recyclage qui est certainement un point très important pour l’avenir
* Les traitements de surface par voie physique qui permettent d’apporter des solutions tout à fait extraordinaires.

La Lorraine est particulièrement présente dans tous les domaines que j’ai évoqués avec des laboratoires fondamentaux de renommée mondiale, des instituts de recherche appliqués et des centres de recherche industriels de grands groupes mondiaux.

Si la dynamique de croissance mondiale ne privilégie pas nos pays développés, il est toujours possible de nous différencier par l’innovation, notamment suivant les trois tendances précédemment évoquées.