

**Communication
de Monsieur Jean-Marie SCHISLER**



Séance du 7 novembre 2003



**Un secteur industriel important :
La Fonderie**

En 2000, au niveau mondial, 64,750 millions de tonnes de produits moulés ont été commercialisées. En 2001, cette production a été de 68,140 millions de tonnes. Avec 2,665 millions de tonnes en 2000 et 2,553 millions de tonnes en 2001, la France est le deuxième producteur européen après l'Allemagne qui a produit 4,542 millions de tonnes en 2000 et 4,651 millions de tonnes en 2001. La France et l'Allemagne sont respectivement 7^{ème} et 5^{ème} au niveau mondial, après la Chine (République Populaire) n°1, les Etats Unis n°2, la Russie n°3, le Japon n°4 et l'Inde entre l'Allemagne et la France. L'Union Européenne (15 membres) a eu en 2001 une production de 13,162 millions de tonnes, production supérieure à celle des Etats Unis 11,871 millions de tonnes, mais inférieure à celle de la Chine qui a été de 14,889 millions de tonnes.^[1]

Le chiffre d'affaires de la Fonderie Française a été, en 2002, de 5,2 milliards d'euros (5,2 106) avec un excédent commercial de 0,6 milliard d'euros. 67 % des exportations sont effectuées vers l'Union Européenne^[1]. La Fonderie Française emploie un peu plus de 40 000 personnes.

Ces quelques chiffres montrent déjà, à eux seuls, l'importance de ce secteur industriel. Cette industrie est toutefois une grande consommatrice d'énergie. On estime à 360 petajoules par an (1 peta = 10¹⁵) l'énergie consommée par l'industrie de la Fonderie en Europe (Europe des

15). Cela correspond à une puissance de l'ordre de 10 gigawatts. Cette puissance est pratiquement de l'ordre de celle de 10 tranches nucléaires.

Cette puissance est à comparer à celle du barrage des Trois Gorges en Chine (République Populaire) qui sera équivalente à 18 tranches nucléaires, en 2009, lorsque le barrage de retenue aura une surface équivalente à celle de la Suisse.

Tous ces ordres de grandeur, aussi bien en Europe qu'ailleurs, indiquent, là aussi, l'importance des sources énergétiques nécessaires au bon fonctionnement des industries en général et de la Fonderie en particulier.

Si on se réfère à la définition du mot «fonderie» donnée par le Petit Larousse, outre l'opération de fusion, la fonderie est «une usine où l'on fond les métaux ou les alliages pour en faire des lingots ou pour leur donner la forme d'emploi».

Les traces les plus anciennes de la première métallurgie, celle du cuivre, remontent aux VII^{ème} et VI^{ème} millénaires avant notre ère (site de Catal Hüyük en Anatolie)^[2]. Toutefois, tous les chercheurs ne s'accordent pas à reconnaître cette époque. De ce fait, les débuts de cette métallurgie se situent, sans ambiguïté, au V^{ème} millénaire avant notre ère.

L'homme d'ÖTZI, découvert en 1991, dans un glacier du massif des Alpes, possédait une hache plate dont on situe la fabrication au V^o millénaire avant notre ère^[2].

Les fresques du tombeau de Rekhmiré illustrent la conception d'une fonderie dans l'Égypte Antique. Les premiers soufflets sont probablement d'origine égyptienne.

On pourrait également citer la découverte du moule de fonderie datant de l'âge du bronze. (3 200 ans avant J.C.)^[3].

En Lorraine, ainsi que l'indique Monseigneur Charles Aimond dans son Histoire des Lorrains^[4], les ligures ont développé une métallurgie du bronze. Dans sa communication présentée au colloque du 250^{ème} anniversaire de l'Académie de Stanislas, Claude Kevers-Pascalis indique que le comte de Tressan cite Réaumur pour ses travaux sur la fonte et les alliages ferreux^[5]. Au cours des siècles, la fonderie s'est extrêmement diversifiée aussi bien au niveau des techniques qu'au niveau des applications. En effet, depuis 1948, date d'apparition des fontes à graphite sphéroïdal, la fonderie offre un très vaste choix d'alliages répondant aux exigences les plus sévères imposées par les donneurs d'ordres. Ces alliages se répartissent en deux grands groupes : les alliages ferreux et les alliages non ferreux.

Les alliages ferreux comprennent les aciers et les fontes, alliages peu, moyennement, fortement ou très fortement alliés. En tonnage, les alliages ferreux représentent la production, la plus élevée. Les alliages non ferreux comprennent essentiellement les alliages à base de cuivre, les alliages à base d'aluminium ou à base de zinc, ou à base de titane. Les alliages à base de magnésium commencent à être utilisés dans le secteur automobile.

L'ensemble de ces deux grands groupes couvre un champ d'applications extrêmement vaste telles que le secteur automobile, l'adduction d'eau, le secteur ferroviaire, les travaux publics, la production d'énergie hydraulique et thermique, le secteur nucléaire, la construction navale, les industries mécanique et électrique, la fonderie d'art, la fabrication de cloches, les appareils ménagers, la poterie culinaire, l'armement, les industries aéronautique et spatiale... Le poids des pièces obtenues et livrées sur le marché varie donc de quelques grammes à plus de 100 tonnes.

Mais, en quoi consiste la fonderie ?

Cela consiste à couler un métal ou un alliage liquide dans un moule afin, qu'après solidification, on obtienne un objet de forme préalablement définie.

Cette brève définition, très simple, rassemble en fait une industrie très complexe basée sur les trois points essentiels suivants :

- élaboration du métal ou alliage liquide
- le moulage
- obtention de la pièce finie, après solidification, répondant à un cahier des charges.

1) Elaboration du métal ou de l'alliage liquide.

Cette opération, très énergivore, consiste à obtenir un alliage liquide à composition donnée. A titre indicatif, les températures de coulée sont très élevées : 1 700°C pour les aciers, 1 500°C pour la fonte, 1 200°C pour les alliages cuivreux, 700°C pour les alliages à base d'aluminium et 400°C pour les alliages à base de zinc. La coulée ne se fait pas, dans la majorité des cas, dès la température de coulée atteinte. Hormis le cas du cubilot, on maintient le liquide un certain temps à plus haute température afin d'ajuster la composition et homogénéiser le liquide.

L'énergie utilisée est, selon le cas, le coke (dans les cubilots et quelques hauts fourneaux), l'électricité pour le four à induction et four à résistances ; le gaz et le fuel sont également utilisés. La charge initiale est composée essentiellement de retours de pièces métalliques à composition relativement identifiée.

2) *Le moulage*

Le moulage nécessite l'utilisation de moules qui peuvent être de deux types. Les moules destructibles, en sable ou en céramique. Les moules permanents, métalliques sont réutilisables.

La fabrication de moules destructibles nécessite toujours une installation, «une sablerie», importante, et permet de réaliser des pièces complexes surtout à base d'alliages ferreux.

La fabrication de moules en sable nécessite toujours un liant permettant l'agglomération des grains et l'obtention d'un moule «dur». Ces liants sont soit argileux, soit chimiques.

Le procédé de base se présente sous forme de multiples variantes comme le V-process, le procédé Croning, l'utilisation de résines thermodurcissables, les moules carapaces, etc...

Les moules permanents sont utilisés pour la fabrication de grandes ou très grandes séries de pièces en alliages ferreux ou non ferreux. A ce titre, il faut citer, en particulier, la centrifugation pour les alliages ferreux. Aujourd'hui, on utilise de nouvelles techniques pour mettre en forme les alliages non ferreux comme les coquilles basse ou haute pression, squeeze casting, thixo moulage et die-casting.

Dans le cas des moules permanents, la mise au mille, rapport du poids liquide sur poids pièce finie est assez proche de 1. Dans le cas des moules en sable, on peut atteindre, pour les très grosses pièces, une valeur de 1,7 à 1,8.

3) *Obtention de la pièce finie, après solidification, répondant à un cahier de charge précis.*

∞ La pièce, lorsqu'elle est solidifiée est donc extraite de son moule, soit par extraction mécanique hors du moule, ce qui est le cas des moules permanents, soit par destruction du moule, ce qui est le cas lorsque l'on utilise les moules en sable.

∞ Cette pièce est ensuite débarrassée du sable et des surplus de métal (masselotte, bavures).

∞ La pièce subira ou non, en fonction du cahier de charges, un traitement thermique, un usinage, un traitement de la surface (superficiel, thermique, mécanique).

Tout au long de ces diverses opérations, un contrôle sévère et continu éliminera toute pièce non conforme au cahier de charges et sera mise au rebut. Ce contrôle peut utiliser des méthodes telles que ultrasons, rayons X, gammagraphie, etc...

Certaines pièces en alliages ferreux subissent pratiquement l'ensemble de ces traitements et leur permettent ainsi d'être très concurrentielles par rapport aux pièces mécano-soudées. On peut citer, par exemple, des engrenages, des pièces de sécurité d'automobile, etc...

Après cette très brève description des principales techniques de fonderie, on remarque donc qu'une fonderie est constituée de différents ensembles parfaitement organisés, à savoir :

- ∞ le parc à ferrailles (ou «retours»)
- ∞ le secteur élaboration
- ∞ le secteur préparation des moules
- ∞ le secteur «décochage» (extraction hors du moule)
- ∞ le secteur parachèvement (démassement, ébarbage, grenailage)
- ∞ le secteur usinage (fraisage, perçage, usinage)
- ∞ le secteur traitements thermiques et/ou thermomécaniques.

Il en résulte que les problèmes rencontrés sont nombreux. En effet, les alliages ne sont jamais identiques puisqu'ils sont fonction du carnet de commande, ou bien, il faut éviter toute dérive de paramètres lorsqu'il s'agit d'une grande série.

La Communauté européenne a subventionné depuis 1990 un ensemble d'études ayant pour but une meilleure connaissance de ce secteur^[6].

Ces rapports indiquent très clairement qu'une meilleure utilisation de l'énergie doit être entreprise. On peut estimer qu'une économie d'énergie de 11 à 12 % pourrait être obtenue. Toutefois, cette estimation est globale et il est très difficile de chiffrer cette économie potentielle pays par pays. En effet, les coûts de l'énergie varient d'un pays à l'autre tout comme le type d'énergie. Les pays nordiques ont recours plus facilement à l'énergie électrique que les pays du sud. (exemple de la Suède et du Portugal).

Il ressort de l'ensemble de ces études que seules, actuellement, des «recommandations» peuvent être formulées. La Grande Bretagne a mis en place un système de «best practice». Cependant, même à ce niveau, il est difficile de les mettre en œuvre tant la diversité des fonderies est grande. Il faut rappeler que la plupart des fonderies sont des entreprises dont le nombre d'employés se situe entre 100 et 200 personnes. Parmi de très nombreuses propositions, les domaines où une meilleure utilisation de l'énergie est possible sont les suivants :

- ∞ Réduction de la mise au mille. (poids liquide/poids livré).
- ∞ Réduction des rebuts.

En effet, il ne faut pas oublier que le surplus a donc été élaboré pour rien, entraînant une mise au mille élevée, puisqu'il est recyclé durant une opération ultérieure.

Cette minimisation de la masse en surplus peut être atteinte par une meilleure simulation des processus de solidification et de remplissage des moules. Une expérience faite dans une fonderie du Royaume-Uni a montré qu'on pouvait baisser la mise au mille de 7,5 % dans une fonderie d'alliages non ferreux. De même, le taux de rebuts pourrait n'être que de 1 à 2 % au lieu de 5 à 10 % (parfois).

Un prototypage rapide permet maintenant de mieux définir une pièce en fonction de son usage futur. Ce nouveau procédé, déjà utilisé pour les grandes séries, entraîne une réduction du temps d'étude nécessaire à la définition d'une pièce destinée à un usage très bien défini.

Les études ont montré la nécessité de récupérer l'énergie calorifique inutilement dépensée. Le meilleur exemple est celui des sables chauds après extraction de la pièce qui vont être inutilisés bien qu'étant encore à une température bien souvent supérieure à 300°C.

L'exemple du secteur traitement thermique qui est pratiquement incontournable, dans le secteur Fonderie, est très explicite. Le traitement thermique ayant pour rôle d'améliorer notablement les caractéristiques mécaniques ou de mieux se conformer au cahier des charges, il est de ce fait, constitué d'au moins un cycle thermique. Par exemple, dans le cas des alliages ferreux, hormis les traitements dits de relaxation de contraintes, on débute le traitement thermique par un maintien en température situé entre 1000 et 900°C. Dans ces conditions, pourquoi réchauffer, à partir de la température ambiante, une pièce initialement à cette haute température dans le moule avant son extraction puis refroidissement à la température à l'air libre ? Rien qu'à la lecture de cette remarque, on imagine immédiatement le gain énergétique potentiel.

De nombreuses études sont faites actuellement dans ce domaine et sont très prometteuses tant au niveau minimisation du coût énergétique qu'au niveau économie d'éléments d'alliages stratégiques. Le problème majeur réside dans la manipulation de pièces à haute température. La manipulation de pièces à cette température par du personnel ne pouvant pas être envisagée, la solution adéquate réside dans l'emploi de robots. Malheureusement, actuellement, cette solution se heurte à deux difficultés qui sont le poids des pièces et la reconnaissance intelligente de forme de pièces à 1000 ou 900°C par ces robots en vue de manipulations ultérieures telles que le démasselottage à haute température effectué ensuite par découpe par jets d'eau à vitesse sonique.

L'Union Européenne a également favorisé de nombreuses études relatives au «near net shape process» (5° PCRD).

En effet, un usinage final a pour but essentiel, entre autres, de mettre une pièce aux cotes. Compte tenu qu'il s'agit d'un enlèvement de matière, il était évident que plus la pièce serait proche des cotes imposées par le cahier des charges, plus les coûts d'usinage seraient faibles et, par voie de conséquence, les coûts énergétiques de cette élaboration et de cet usinage seraient également plus faibles. Les études, subventionnées par ces projets, ont permis de découvrir et mettre en œuvre de nouveaux procédés d'obtention de pièces de fonderie, tout en améliorant la qualité de coupe et la création de nouveaux outils de coupe comme, par exemple, les cermets.

Un autre aspect fondamental est également à prendre en compte : il s'agit de la protection de l'environnement. Depuis plusieurs années, la Fonderie a recherché et trouvé de nombreuses solutions. A titre d'exemples, on peut citer les cas suivants :

- ∞ Non rejet du zinc dans les fumées lors de l'élaboration. En effet, comme indiqué au début de cet exposé, la fonderie utilise des retours (rebuts, ferrailles...). Dans le cas de la fonderie d'alliages ferreux, on a, actuellement beaucoup de ferrailles constituées de chutes de tôles zinguées utilisées dans la préparation anti-corrosion des carrosseries de voitures et /ou de carrosseries usagées. La production de zinc durant l'élaboration est importante, mais elle est maintenant stoppée par l'intermédiaire de filtres et de ce fait n'est pas rejetée dans l'atmosphère.
- ∞ Recyclage du sable de fonderie après utilisation. Un excellent article paru dans *Hommes et Fonderie*^[7], en 2003, rassemble en quelques lignes l'état actuel de la réglementation. En France, le décret du 18 avril 2002 établit la liste des déchets. Les sables de fonderie contenant des liants organiques entrent dans cette catégorie.

De ce fait, actuellement, de nombreuses recherches sont encore entreprises quant au recyclage de ces sables de fonderie exempts de toute trace de liant. Deux procédés, l'un thermique, l'autre thermomécanique semblent efficaces.

Durant la dernière décennie, l'utilisation de lits fluidisés à haute ou moyenne température (900°C et 400°C) s'est développée de manière assez confidentielle. En plus du traitement thermique, ces bains fluidisés pourraient permettre un enlèvement très efficace des traces de sable.

On peut également citer d'autres exemples comme le traitement des eaux de rinçage après traitement de trempe en bains de sels ou le traite-

ment des huiles de coupe après usinage ou encore une meilleure définition de la composition chimique des retours qui a une incidence directe sur l'accessibilité à la composition chimique finale désirée et le coût de l'élaboration de l'alliage liquide.

Ces quelques exemples montrent l'ampleur des problèmes auxquels se heurtent la fonderie française et l'ensemble de la fonderie de l'Europe actuelle.

La Fonderie a également innové en matière de processus durant ces dernières années. En effet, grâce à une coopération accrue avec les chercheurs métallurgistes, des alliages extrêmement sophistiqués, à très haute valeur ajoutée ont été mis au point. L'exemple le plus frappant est celui des fontes ADI du terme anglais Austempered Ductile Iron. Ces fontes sont des fontes G.S. bainitiques et sont des alliages ayant des caractéristiques mécaniques identiques à celles d'aciers hautement performants appelés aciers carbo-nitrurés.

La simulation du remplissage des moules est un problème particulièrement complexe et sa résolution, récente, permet maintenant d'accéder à de nouvelles technologies. L'exemple type d'applications de recherche fondamentale est la production de moteurs à parois très fines permettant un meilleur refroidissement des blocs moteurs, donc l'accessibilité à de meilleures caractéristiques. Après avoir été utilisés et testés en Formule 1, champ d'investigation d'une sévérité extrême, les vilebrequins de moteurs automobiles sont actuellement hautement performants.

De nouveaux traitements de surface ont pu également être appliqués aux produits moulés en vue d'améliorer leur résistance à l'usure. Des traitements par laser améliorent notablement les caractéristiques de surface en une zone donnée. Il en est de même pour les traitements par bombardement ionique ou les dépôts épais par dispersion de gouttelettes d'alliage liquide.

Cette présentation n'abordera pas les recherches d'alliages amorphes ou d'alliages à mémoire. Le calcul des contraintes présentes à l'intérieur de pièces massives permet de mieux prédire la durée de vie des pièces moulées et donc d'accroître leur compétitivité, à égalité avec les pièces mécano-soudées ou corroyées.

Il faut également citer quelques autres innovations très spectaculaires dans le domaine de l'élaboration des alliages liquides comme l'utilisation de la torche à plasma, initialement prévue à d'autres fins, ou l'apparition de nouveaux fours, tels que les fours rotatifs ou à oxy-combustion.

Ces quelques exemples montrent bien l'évolution spectaculaire et la recherche, très active, de technologies en Fonderie durant les deux dernières décennies. Ils reflètent, notamment, les transferts de technologies issus de la recherche fondamentale puis appliqués dans les domaines de l'élaboration, la solidification, les évolutions et les transformations dans l'état solide, le but final étant unique, à savoir, un excellent produit faisant référence.

On voit bien que les pièces de fonderie sont donc présentes dans de nombreux domaines de la société dont voici quelques exemples en plus du secteur automobile :

Corps de vanne de circuit primaire de centrale nucléaire ; turbines hydrauliques ; nœuds et noix de cardans dans la construction « off shore » ; parties de bogies de TGV (voitures et motrices) ; voussoirs en fonte GS dans les tunnels (dont le tunnel sous la Manche) ; hélices de bateaux ; pods du paquebot «Millenium» lancé à Saint-Nazaire en 2000 ; pales de réacteurs d'avions, caissons d'empennage et carters de réacteurs d'avions en titane, etc...

La Fonderie est aussi un acteur économique important, aussi bien en France qu'en Europe. Le document «chiffres-clés» de la Fonderie Française en est bien la preuve^[8].

Une étude réalisée en juillet 2003 indique clairement l'influence de «la montée en puissance des producteurs asiatiques» sur le chiffre d'affaires de fonderies de métaux ferreux, mais ne semble ne pas affecter, pour l'instant, celui des fonderies de métaux non ferreux.

Ce sont les petites entreprises qui sont les plus touchées par cette influence. Les grandes entreprises le sont beaucoup moins, car internationalisées. Il est évident que le prix du pétrole, encore élevé, et l'appréciation de l'Euro face au Dollar sont également des facteurs négatifs.

Le rapport présenté par le CAEF : European Foundry Association^[9] sur l'activité de la Fonderie en 2001-2002 indique une variation du nombre de fonderies selon les pays. En Autriche, Belgique, République Tchèque et en Suède, le nombre de fonderies d'alliages ferreux a augmenté. Au Danemark et en Finlande, Norvège et Portugal, le nombre reste relativement stable alors qu'en France, Allemagne, Grande Bretagne, Italie, Pologne, Espagne et Suisse, le nombre de fonderies a chuté dans des proportions variables. Dans le cas des fonderies d'alliages non ferreux, on a une augmentation du nombre de fonderies en République Tchèque, Finlande, Norvège et Espagne et une relative stabilité en Autriche, Belgique, France, Allemagne, Pologne, Portugal et Suisse.

Les pays qui exportent le plus d'alliages ferreux sont dans l'ordre décroissant l'Allemagne et la France suivies, par ordre alphabétique, de l'Espagne, la Grande-Bretagne, la Norvège et la Pologne.

On ne possède pas assez d'indicateurs de marché permettant, à ce jour, de conforter ou d'infirmer les tendances 2001-2002. Il faudra attendre juillet 2004 afin d'avoir plus de recul concernant les évolutions tonnage produit, tonnage exporté, nombre de fonderies, nombre d'employés en fonderie. Ces évolutions devraient également être comparées à celles d'autres grandes industries, non seulement celles qui utilisent des pièces de fonderie, mais aussi celles produisant ou utilisant d'autres matériaux.

Le panorama 2002 du SGFF (Syndicat général des fondeurs de France) indique que la France possède 525 établissements de production pour un effectif de 40 866 fondeurs. Par rapport à 2001, on a enregistré une variation du chiffre d'affaires de -3,3 % et une chute d'effectifs de 4,5 %. Par rapport à 2001, la chute de 4,5 % est liée à la fermeture de 41 sites de production en 2002.

Malgré ces remarques, la balance commerciale est excédentaire. Le taux d'exportation (valeur livraisons exportées / valeur livraisons totales) est stable, passant de 30,6 % à 30,8 %.

Si on regarde les zones géographiques d'implantation des fonderies en France, celles qui ont le plus gros chiffre d'affaires sont situées dans la partie nord de la France. On peut distinguer quatre types d'implantation^[8].

- 1) Les régions traditionnelles : Champagne-Ardenne et Lorraine (anciennes «Forges et Fonderies» du 19^{ème} siècle).
- 2) Les régions minières et sidérurgiques : Région Nord, Champagne-Ardenne, Rhône-Alpes, ces régions étaient, par définition, de gros consommateurs de pièces de fonderie, secteur MTPS.
- 3) Les régions à grandes unités de production de masse : Ardennes et Est.
- 4) Les régions à aménagement du territoire : Poitou-Charente, Pays de Loire, Alsace, Lorraine, Rhône-Alpes.

Deux régions émergent de ces groupes. La région Champagne-Ardenne est celle où le nombre d'effectifs est le plus élevé (15 %) devant Rhône-Alpes (11 %). C'est en Champagne-Ardenne que le nombre moyen de salariés par établissement est le plus élevé : 167 contre 78 pour la fonderie en général^[8]. La région Rhône-Alpes est celle où le nombre d'établissements est le plus élevé (14,5 %) devant l'Île de France (13,9%) employant 1861 personnes.

Les marchés à l'exportation ont atteint 1,3 milliards d'euros. Ils sont répartis naturellement d'une manière diverse suivant les grands marchés de la planète : Amérique du Nord 3,3 % ; Amérique Latine 1,1 % ; Afrique 5,7 % ; Asie 1,8 % ; Europe 74,7 % ; Océanie 0,3 % ; Proche et Moyen Orient 13,1 %^[8].

L'examen des marchés consommateurs de pièces de fonderie en alliage ferreux et non ferreux est extrêmement révélateur.

Dans le cas des alliages ferreux, c'est l'industrie automobile qui reste le premier débouché avec 52 % des destinations en volume de chiffre d'affaires, suivie du secteur manutention et levage avec 21 %, puis les équipements industriels 6 %, le machinisme agricole 4 %, le matériel pour la fonderie et la sidérurgie 4 % et le reste en divers secteurs (13 %).

Dans le cas des alliages non ferreux, c'est encore le secteur de l'automobile qui est le plus important avec 77 % et on note une certaine stabilité. Il faut rappeler qu'entre 1993 et 2001, on avait observé une croissance de 48 % au total.

Ces quelques chiffres montrent, à l'évidence, la relation existant entre la Fonderie et le monde des produits de consommation.

En conclusion, cette description, non exhaustive, faite à grands traits, indique les rôles importants que joue la fonderie.

Ces rôles sont multiples, que ce soit au niveau recherche fondamentale, recherche appliquée, production, social, protection de l'environnement ou consommation énergétique.

On peut donc affirmer, avec vigueur, que la Fonderie a été, demeure et restera un secteur industriel de tout premier rang.



Discussion

Le Président souhaite que l'intervention de Monsieur Schissler, qui a su lier la rigueur de la haute technologie à la richesse de la tradition, suscite les questions de notre assemblée.

C'est ainsi que Monsieur Guerrier de Dumast, prolongeant ce débat, nous fait remarquer que cette industrie millénaire dans notre région, est une grande consommatrice d'énergie, elle apporte ici, au plan technique et économique, une très haute valeur ajoutée, au sein d'un espace qui ne nous est guère limité. Elle a, comme d'autres entreprises, besoin d'être mieux connue.

Monsieur Bonnefont pose deux questions : sur la fonte ductile et le pourquoi du transport de cette fonte dans des poches ?

Concernant la fonte ductile, des précisions techniques sont apportées par Monsieur Schissler, qui précise que, pour réaliser certaines pièces particulièrement volumineuses dans de bonnes conditions, il est nécessaire d'avoir des trains de wagons-poches pour remplir les moules destinés à la fabrication de ces pièces.

Le Docteur Delivré demande si les tuyaux livrés à la sidérurgie ont une composition particulière. Oui, car leur paroi a des exigences particulières, surtout en matière de refroidissement, lors de leur fabrication.

Monsieur le Professeur Bur nous informe de la prochaine soutenance de thèse, en histoire, par Monsieur Oligochi, sur les débuts de la sidérurgie en Lorraine, ainsi que sur l'utilisation des renardières dans le comté de Salm.

Monsieur Schissler signale et regrette que des documents importants au plan historique aient disparu en même temps que la disparition de certaines usines comme, par exemple, l'usine de Kuhlmann à Dieuze.

Maître Berlet fait remarquer que ces industries ont des difficultés liées à des problèmes consécutifs à la formation continue et à la décision de ne plus travailler que 35 heures.

Effectivement, au plan européen, pour des raisons diverses, techniques, la limitation du travail à 35 heures et des carnets de commandes chargés, de moins en moins de personnes suivent ces formations.

Monsieur Kevers-Pascalis se demande si la réalisation de pièces mécano soudées ne risque pas de concurrencer la réalisation de pièces de fonderie traditionnelles ?

En réalité, explique Monsieur Schissler, c'est un problème qui fait intervenir des exigences techniques, les coûts de fabrication et, bien sûr, de marché. Il faut alors choisir !

Bibliographie

- [1] Chiffres de la Fonderie Française 2001 et 2002.
- [2] Fonderie (éd. 2002) - SGFF - Ed. Monsieur le Prince p. 12
- [3] 4 millénaires de moulage en sable. Rev. Hommes et Fonderie déc. 2002 pp. 40-51.
- [4] Histoire des Lorrains (Mgr Charles Aimond) - éd. syndicat d'initiatives Bar-le-Duc (1960) p. 25.
- [5] Claude Kevers-Pascalis : Stanislas et son Académie - 250^{ème} anniversaire-éd. Presses Universitaires de Nancy 2003 p. 120.
- [6] CEE - DG XIII - Actions OPET - Energy Efficiency in the Foundry Industry - 1994 et 1996.
- [7] Martine Heulot - Rev. Hommes et Fonderies - juillet 2003 pp. 28-30.
- [8] SGFF - La fonderie Française en 2002.
- [9] CAEF - The European Foundry Association.