

*Analyse du livre par Jean Philibert :*  
**DE LA FORGE AU LABORATOIRE**  
**Naissance de la Métallurgie Physique (1860-1914)**  
Par **Nicole Chézeau**

Presses universitaires de Rennes, 2004, 240 pages et 8 planches. 17 .

On ne peut nier que la métallurgie physique soit une réelle discipline scientifique, qui a fécondé notamment la physique de la matière condensée et la céramologie. Mais quand donc s'est-elle constituée en discipline scientifique ? Ce livre montre qu'autour de 1900 elle apparaît déjà ainsi formée et reconnue avec ses laboratoires, ses traités et ses enseignements, mais sa gestation est naturellement plus difficile à cerner. Pour la comprendre il faut se replacer dans le contexte des mutations des industries de l'acier, poussées par les besoins des chemins de fer, des machines, des armements,... pour aboutir au "tout acier" des années 1880, puis au développement des aciers spéciaux autour de 1900 afin de répondre aux besoins industriels et militaires en aciers et alliages de qualité.

C'est ce qu'a tenté d'analyser Nicole Chézeau autour de cinq chapitres aux titres suggestifs : 1) L'acier, un matériau prometteur mais encore mystérieux, 2) Les artisans de l'émergence de la métallurgie physique : un groupe international, 3) La liaison science-industrie : le rôle des laboratoires, 4) L'élaboration des premiers diagrammes d'équilibre, 5) Le rôle moteur des enseignants dans la diffusion de la nouvelle science du métal.

On peut distinguer cinq apports scientifiques majeurs à la constitution de cette nouvelle discipline : 1) l'analyse chimique, premier stade de création des laboratoires industriels, 2) l'instrumentation avec la mesure précise des hautes températures grâce au couple thermoélectrique, 3) à nouveau l'instrumentation avec les microscopes, notamment le microscope métallographique, 4) les essais mécaniques (traction, résilience,...) et enfin 5) last but not least, la physico-chimie avec les lois de la thermodynamiques, des équilibres avec leur application essentielle : les diagrammes de phase. Dans cette naissance de la métallurgie physique, l'acier (les aciers ?) a joué un rôle essentiel et quasi exclusif. Pourtant ce n'était pas le métal le plus simple avec ses variétés allotropiques et son étonnante propriété de durcissement par trempe.

Songeons à la querelle du fer beta, exposée en annexe de ce livre "la controverse allotropistes-carbonistes", (qui nous vaut d'ailleurs un poème de 56 alexandrins dû à Albert Sauveur, reproduit in extenso page 77) !

Mais la métallurgie physique ne serait pas née, ni la métallurgie des alliages et des traitements thermiques, sans la compréhension des microstructures observées au microscope. On déborde là largement du domaine de la métallurgie proprement dite, car la description et l'identification des microstructures fut fécondée par l'apport de la physico-chimie, au premier chef avec l'œuvre de W. Gibbs, dont la fameuse et redoutable règle des phases fut popularisée en France par Le Chatelier. Mais c'est la transposition aux aciers et aux alliages des études physico-chimiques sur les solutions, les sels et quelques alliages métalliques (des alliages sans intérêt industriel, mais à bas point de fusion) et des lois des équilibres chimiques, qui apporta aux métallurgistes les concepts et les lois indispensables pour comprendre les processus mis en jeu tant en métallurgie extractive qu'en métallurgie de transformation et traitements thermiques, ainsi que les microstructures responsables des propriétés d'emploi : un bel exemple des retombées d'une science fondamentale sur une science appliquée.

Mais s'il fallait dater la naissance de la métallurgie physique, l'ouvrage de Nicole Chézeau m'inciterait à choisir 1896, année où Roberts-Austen a publié le premier diagramme fer-carbone, repris en 1900 par Roozeboom en lui appliquant la règle des phases.

N. Chézeau note que la rencontre entre la chimie physique et la métallurgie représente une véritable rupture épistémologique dans l'histoire de la métallurgie. Cette chimie physique est née autour des travaux de Gibbs, Van t'Hoff et Ostwald. Et n'oublions pas que le premier diagramme eutectique fut établi en 1884 par F. Guthrie sur les solutions aqueuses de sel marin.

Un autre chapitre particulièrement original de ce livre a trait à l'enseignement de la métallurgie, dans les pays industrialisés. Le type d'enseignement a été sujet à controverse, certains professeurs prônant

essentiellement les aspects pratiques, avec des installations semi-industrielles pour exercer les étudiants. C'était là faire fausse route selon Le Chatelier qui se réfère à H-M Howe, titulaire de la chaire de métallurgie de l'université Columbia, qui "demande qu'on enseigne dans les écoles les principes de la science industrielle et non pas la technique des industries elles-mêmes". Conseil toujours d'actualité. Rappelons que Le Chatelier parlait de "Science industrielle". On dirait plutôt aujourd'hui "technologie". Il est permis de préférer le premier terme !

La métallurgie physique est donc née autour de la métallographie, enrichie par l'apport théorique de la chimie-physique. L'apport de la mécanique ne sera sensible que beaucoup plus tard, par manque d'un support théorique (la théorie des dislocations indispensable pour comprendre l'écrouissage d'une part, l'approche de la rupture par Griffith d'autre part, développée sur la base de travaux sur le verre). Cette interfécondation chimie-physique/métallurgie apparaît comme vitale. Elle fut l'affaire d'un petit nombre de "savants" : N. Chézeau en compte une trentaine, autour, dans chaque pays, d'une ou deux personnalités dominantes. Les Français retiennent bien sûr le nom d'Henri Le Chatelier, mais il ne faut oublier qu'il fut un parmi une cohorte internationale. Il est à noter que tous ces gens se connaissaient personnellement, correspondaient, s'invitaient, ... ce qui a assuré une circulation des idées particulièrement rapide, y compris dans l'enseignement. La coupure ne vint qu'avec la Grande Guerre. A titre d'exemple, j'aime citer les remerciements que, dans une célèbre publication, Roberts-Austen adresse à Floris Osmond pour avoir réalisé à Paris les micrographies qui lui servirent à établir le diagramme Fe-C, micrographies dont on peut toujours admirer la qualité.

N. Chézeau retrace en détail l'histoire des laboratoires et compare leur situation dans les différents lieux. Ce furent d'abord des laboratoires de contrôle : essais mécaniques et analyse chimique, avant que n'apparaissent des laboratoires de métallographie, qui permettront l'essor de la recherche avec à la clé l'amélioration des aciers et la création de nouveaux alliages. Il est intéressant de comparer de ce point de vue les situations des quatre pays, Angleterre, Allemagne,

France et Etats-Unis, de noter les réticences tant des responsables ("la recherche coûte cher pour un bénéfice incertain, voire nul....") que des praticiens (extrait d'un congrès de métallurgistes en 1904 : "La nature a produit le meilleur pyromètre et le meilleur microscope, associés dans l'œil entraîné, gouverné par le bon sens, et un jugement sain, et il est douteux que, pour faire du bon travail, ces facultés naturelles soient jamais dépassées par un instrument fait de main d'homme"). Il est tout encore fort intéressant de comparer les rôles des compagnies industrielles, des établissements d'enseignement et des institutions d'Etat. A cet égard l'Allemagne apparaît comme un pionnier et la France comme à la traîne. L'auteur commente "l'abandon de la science industrielle par la classe politique française" au début du XXe siècle.

Ce livre est centré sur la métallurgie du fer et de l'acier, qui sont le matériau de naissance de la métallographie. Cependant la métallurgie des autres métaux industriels, notamment l'aluminium, ne reçoit dans ce livre que de brèves mentions : on pourrait s'interroger sur l'impact du mode de durcissement des alliages d'aluminium, bien que le brevet du duralumin par Alfred Wilm ne date que de 1912. Mais à cette date la métallurgie physique était déjà bien établie.

La chimie-physique de la minéralurgie et de l'élaboration devrait inspirer des conclusions semblables à celles que N. Chézeau tire de l'histoire de la métallographie : voici un beau sujet d'étude ouvert aux historiens des sciences et techniques.

Ce livre est illustré de photographies des principaux (16) protagonistes de cette histoire et complété de 25 notices biographiques. Une bibliographie et un index permettent de faire de cet ouvrage un réel instrument de travail, ce qui ne lui interdit pas d'être d'une lecture agréable. L'impression est soignée et l'on relève très peu de coquilles (en deux passages Ostwald a perdu son t et une note en bas de page mentionne un "hydrogene sulfide").

Tous les métallurgistes tireront certainement beaucoup de profit à lire cet ouvrage. On peut aussi le recommander aux physiciens et aux chimistes. Et bien sûr à tous ceux qui s'intéressent à l'histoire des sciences et des techniques, l'une étant souvent indissociable de l'autre.

**Jean Philibert**