

- 100 000 francs à la Société d'Encouragement à l'Industrie nationale
- 100 000 francs à la Société des Dames françaises
- 100 000 francs à la Société de secours aux blessés des armées de terre et de mer
- 60 000 francs à la Société de secours aux marins naufragés.

De son vivant, il avait déjà témoigné sa vive sympathie à l'égard de la Société des Amis des Sciences, en lui affectant le produit de la vente d'un petit opuscule, sorti de sa plume de fin lettré, la traduction en vers français du poème *Ferrum*, écrit en vers latins au XVIIIe siècle par le jésuite Xavier de la Sante, professeur de Rhétorique au Collège Louis-le-Grand.

RAPPORT SUR LES TRAVAUX SCIENTIFIQUES DE M. OSMOND

M. Osmond est le véritable chef de toute une école scientifique ; il est aujourd'hui l'un des savants français les plus connus à l'étranger ; il y est considéré comme le créateur d'un chapitre entièrement nouveau de la Chimie minérale : celui des alliages métalliques. Jouissant également en France d'une grande réputation dans les milieux industriels, il possède une moindre notoriété dans le monde savant et académique. Ses nombreuses notes, publiées dans nos Comptes rendus, ne semblent pas avoir été appréciées à leur juste valeur ; par contre, ses mémoires, parus dans les revues techniques françaises et étrangères, ont fait sensation. On pourrait alors être tenté d'attribuer à ses études un

caractère plus pratique que scientifique ; ce serait là une erreur profonde. Très souvent, presque toujours même peut-on dire, les grands progrès scientifiques, les idées réellement nouvelles ont eu pour point de départ des préoccupations exclusivement industrielles. Cela a été le cas, par exemple, de toutes les découvertes de [Lavoisier](#), de Sadi-Carnot, de Pasteur, de [Sainte-Claire Deville](#), de Lord Kelvin, etc. De plus, ces idées nouvelles sont plus rapidement appréciées par les hommes habitués à plier leur esprit aux nécessités indéfiniment variables de la pratique que par les savants de métier, parfois trop enclins à se figer dans des idées préconçues. Faut-il rappeler toutes les difficultés éprouvées pour entr'ouvrir les portes des Facultés aux sciences nouvelles : la Chimie organique reléguée dans les Facultés de Médecine, et la Mécanique chimique dans les écoles techniques. De même, les idées nouvelles de M. Osmond furent d'abord accueillies par les officiers d'artillerie et enseignées dans leur École d'application. Cela ne peut aucunement en diminuer la valeur scientifique.

Ces causes d'ordre général ne suffisent pas cependant à elles seules pour expliquer le silence fait autour de découvertes aussi importantes que celles de M. Osmond. Il faut également tenir compte de la personnalité très originale de leur auteur. D'un caractère timide et en même temps très fier, d'une susceptibilité ombrageuse, accrue encore par une pénible infirmité : une surdité très grande, il n'a jamais cherché à appuyer ses titres scientifiques sur des relations mondaines, toujours très favorables, sinon indispensables, aux succès académiques. Quelques mots suffisent pour résumer son existence : sorti de

l'École Centrale, comme notre regretté confrère [Hautefeuille](#), il se dirigea d'abord vers l'industrie, mais sans aucun goût pour ce genre d'occupation. Aussi, après une dizaine d'années d'un pénible labeur, renonça-t-il à sa carrière pour venir vivre à Paris auprès de sa mère. Pendant vingt-cinq années ininterrompues, il consacra, sans aucune ambition, sans aucun espoir de récompense, toute son énergie au progrès de la science et à la gloire de son pays. Aujourd'hui, seul dans l'existence, sans famille, ayant perdu un jeune préparateur auquel il portait une grande affection, il s'est retiré à la campagne, où il vit complètement isolé. Peu d'hommes ont montré un aussi profond enthousiasme pour la recherche de la vérité scientifique, professé un aussi profond mépris pour les affaires et en même temps rendu d'aussi grands services à l'industrie de leur pays. Pour faire comprendre l'idée directrice qui a donné à son existence une aussi grande et aussi brillante unité, une simple notice biographique ne suffirait pas ; il faudrait pouvoir publier quelques-unes des pièces de vers français où il a dévoilé ses sentiments les plus intimes¹.

Le premier mémoire de M, Osmond sur *La structure cellulaire de l'acier*, paru en juillet-août 1885 dans les *Annales des Mines* et publié en collaboration avec un de ses amis, M. Werth, attira de suite l'attention des métallurgistes. L'auteur résume en ces mots l'objet de son étude : « Nous avons essayé de relier entre eux et de rapporter à un petit nombre de causes simples les phénomènes si complexes que présentent le travail et l'emploi

¹ Une de ces pièces de vers, adressée le 1^{er} janvier 1904 à l'auteur de ce Rapport, va paraître dans le numéro du 1^{er} octobre de la Revue de Métallurgie

des aciers. » C'est bien là une méthode de travail essentiellement scientifique ; la science vise en effet à pénétrer les relations des phénomènes, tâchant de rattacher les plus complexes aux plus simples d'entre eux.

Pour le physicien, toutes les propriétés de la matière sont déterminées par l'état physique et les grandeurs thermodynamiques : pression, température, etc. Il n'en va pas de même pour l'ingénieur ; les propriétés mécaniques, seules intéressantes à ses yeux, dépendent encore de toute l'histoire antérieure du métal, de tous les traitements thermiques et mécaniques subis au cours de son élaboration. Ces faits antérieurs ne peuvent agir dans le présent que par quelques traces permanentes laissées derrière eux. M. Osmond a eu l'idée de rechercher ce nouveau facteur essentiel des propriétés mécaniques dans la structure interne du métal et a réussi à démontrer l'exactitude de cette prévision, grâce à l'emploi d'une nouvelle méthode expérimentale instituée par lui à cette occasion : *la métallographie microscopique*. La surface polie de l'acier, attaquée par des réactifs appropriés et examinée au microscope en lumière verticale, lui a révélé sa structure cellulaire et lui a permis ainsi de rattacher les variations si curieuses des propriétés mécaniques d'un même échantillon de métal, à la forme et à la grandeur de ses cellules.

M. Osmond et ses continuateurs, tous les jours plus nombreux, appliquèrent bientôt la métallographie microscopique à l'étude de la constitution des alliages, c'est-à-dire des mélanges de plusieurs métaux ; les découvertes faites dans cette voie prennent une importance rapidement croissante.

M. Osmond ne fut pas en réalité le premier à étudier ainsi les surfaces métalliques polies. Cette méthode avait déjà été découverte et oubliée à plusieurs reprises, aux siècles passés par les Orientaux pour l'acier de Damas, puis en dernier lieu par Sorby de Sheffield en 1864. Mais personne n'avait encore su tirer de ce procédé expérimental des résultats assez intéressants pour frapper l'opinion. M. Osmond est bien le véritable créateur de la Métallographie microscopique, parce que le premier à réussir à s'en servir utilement et à en généraliser ensuite l'usage dans le monde entier. Avant lui, il n'existait pas un seul laboratoire métallographique ; d'après une enquête récemment faite par un chimiste anglais, M. Stead, il en existerait aujourd'hui 200 environ, tant dans les usines que dans les établissements d'enseignement scientifique. Tous les directeurs de ces laboratoires proclament hautement M. Osmond comme leur maître et rattachent à ses travaux personnels la révolution qui s'est produite dans l'étude des propriétés des métaux et des alliages.

Même si M. Osmond n'avait pas d'autre titre que la création de la Métallographie microscopique, cela suffirait déjà largement pour justifier sa nomination comme membre correspondant de l'Académie des Sciences. Une simple comparaison suffira pour le faire comprendre. Deux de nos éminents et regrettés confrères, MM. Fouqué et Michel-Lévy, ont dû la majeure partie de leur notoriété à l'introduction en France de la Pétrographie et à l'emploi de cette méthode expérimentale pour l'étude des roches. Sorby est le premier père de la Pétrographie comme de la Métallographie, mais tandis que la première de ces sciences s'était rapidement répandue en Angle-

terre et en Allemagne, la seconde était tombée dans l'oubli ; avant d'en vulgariser l'emploi, M. Osmond dut la découvrir à nouveau. D'autre part, si la Pétrographie a permis de reconnaître les constituants habituels des roches : quartz, feldspath, mica, etc ... , il ne faut pas oublier que tous ces minéraux étaient connus depuis longtemps, car ils se présentent accidentellement dans la nature en échantillons très volumineux, faciles à étudier sans l'emploi du microscope.

La métallographie, bien plus féconde que sa sœur aînée, a amené la découverte de centaines de combinaisons nouvelles restées inconnues jusque là. parce qu'elles ne se présentent jamais en cristaux isolés et que leurs dimensions dépassent rarement le centième de millimètre.

Le second mémoire de M. Osmond, publié en 1886 par la Revue d'Artillerie, a pour titre : *De l'état du fer et du carbone dans les fers, aciers et fontes blanches*. Il est consacré à la description et à l'emploi d'une nouvelle méthode expérimentale, appelée aujourd'hui l'analyse thermique, dont la fécondité n'a pas été inférieure à celle de la métallographie. Pour ne citer qu'un fait, cette méthode a pendant une dizaine d'années occupé presque exclusivement tous les élèves du laboratoire du Professeur Tammann, à Göttingen.

Dans son mémoire, M. Osmond donne une application très intéressante de cette méthode à l'étude des transformations du fer, et il fait preuve, au cours de ses recherches, d'une habileté expérimentale qui n'a pas été surpassée depuis dans ce genre d'études. En suivant le refroidissement de l'acier doux, il observe frais

périodes de ralentissement, situées vers 900°, 750° et 700° ; les quantités de chaleur latente mises en jeu à chacune de ces températures sont tellement faibles que leur constatation a mis en défaut la perspicacité de plus d'un observateur, voulant contrôler les résultats annoncés par M. Osmond. Mais aujourd'hui l'existence de ces trois transformations, complètement vérifiées par des méthodes variées, est au-dessus de toute discussion. A la température de 900°, la transformation allotropique du fer est accompagnée d'une contraction linéaire relativement considérable ; celle de 750° correspond à la perte brusque des propriétés magnétiques, et enfin celle de 700° à un changement d'état du carbone, accusé par une variation évidente de la structure métallographique.

Sur ces observations, M. Osmond a basé sa fameuse théorie allotropique de la trempe, qui a été l'objet de discussions si passionnées, souvent même peu parlementaires de la part de certains contradicteurs. Quelque opinion que l'on professe au sujet de cette théorie, On ne peut contester qu'elle ait exercé une grande influence sur le développement de nos connaissances relatives aux aciers.

En 1894, paraît dans les *Comptes rendus* une courte note sur les alliages de fer et de nickel, Le mémoire définitif ne fut publié qu'en 1898, dans les *Proceedings of the Society of Civil Engineers*, de Londres, Dans cette étude, M. Osmond établit le fait capital de l'abaissement progressif des points de transformation du fer dans ses alliages avec le nickel, et en même temps la corrélation entre la perte des propriétés magnétiques et le second des points de transformation du fer ; il

reconnaît enfin une différence essentielle entre les aciers tenant plus ou moins de 30% de nickel, Les derniers présentent un écart considérable, pouvant atteindre plusieurs centaines de degrés, entre les deux températures de transformations réciproques au refroidissement et à l'échauffement. Rien de semblable pour les alliages plus riches en nickel. Ce sont les deux classes d'aciers appelées plus tard par M. [Guillaume](#) : irréversibles et réversibles.

Reprenant, dix ans plus tard, cette même étude des aciers au nickel à l'occasion de recherches sur les météorites, M. Osmond réussit à établir une corrélation très nette entre la structure métallographique de Ces aciers et la classe à laquelle ils appartiennent. Les aciers irréversibles présentent des structures géométriques rappelant les formes de l'octaèdre, tandis que les aciers réversibles se rattachent directement au cube.

Durant cette période, les productions scientifiques de M. Osmond se succèdent d'une façon presque ininterrompue. Un an après son étude relative aux alliages du fer et du nickel, il donne dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement* celui de ses mémoires qui est resté le plus populaire et a le plus contribué à sa réputation : *Méthodes générales d'analyse microscopique des aciers au carbone*. Après avoir très minutieusement décrit la technique nécessaire pour obtenir de bonnes préparations microscopiques et en reproduire des photographies distinctes, il décrit la structure des aciers en les classant d'après leur teneur en carbone et il accompagne chacune de ses descriptions de remarquables photographies.

Il donne là pour la première fois une classification des aciers d'après leur teneur en perlite, cet agrégat étant combiné, suivant les cas, avec de la ferrite ou de la cémentite comme constituant de première consolidation.

Dans ce mémoire, il établit d'une façon définitive l'existence et la distinction des deux solutions solides de fer et de carbone ; la *martensite*, magnétique et instable à toute température ; l'*austénite*, non magnétique, normalement stable au-dessus des points de transformation de l'acier et ne pouvant être conservée à froid que d'une façon exceptionnelle, par exemple dans les aciers au nickel formant la limite entre les aciers réversibles et les aciers irréversibles.

Déjà dans son premier mémoire de 1885, M. Osmond avait indiqué, d'une façon sommaire, l'existence de solutions solides entre corps non isomorphes, comme le carbone et le fer. Il précise cette notion dans le mémoire actuel et la généralisera bientôt en l'étendant aux alliages du cuivre, C'était là une idée alors toute nouvelle dans la science, dont la priorité, attribuée généralement à Van t'Hoff, paraît, en réalité, appartenir à M. Osmond.

Au cours de la même année 1895, M. Osmond donne aux *Annales des Mines* un long mémoire d'un caractère purement scientifique concernant la cristallisation du fer. Il se proposait de rechercher si les différentes variétés du fer cristallisent ou non dans le même système. Pour trancher cette question, il prépara d'abord de petits cristaux de fer par réduction du chlorure ferreux au moyen de l'hydrogène, se plaçant pour ses expériences à des températures situées de part et

d'autre des points de transformation. Parallèlement, il étudia aux mêmes températures, en employant un procédé d'attaque très ingénieux, la structure du fer compact. Toutes ces recherches, absolument concordantes, ont montré qu'il est impossible jusqu'à 900° de déceler aucune différence d'aspect dans les échantillons de fer. Les formes du cube régulier ont une prédominance constante ; mais, au-dessus de 900°, la cristallisation, quoique se faisant toujours dans le système régulier, présente comme race dominante celle de l'octaèdre. On reconnaît, de plus, une tendance constante à la production de macles : les cristaux isolés se groupent 4 par 4 ; enfin, le fer compact présente dans ses grains cellulaires des macles parallèles rappelant au premier aspect celles du feldspath microcline.

Quelques années plus tard, il reprit l'étude de cette question en collaboration avec son préparateur, M. Cartaud, et donna, à cette occasion, le moyen de déterminer l'orientation cristalline de chaque grain d'une masse de fer compact en y faisant une empreinte avec une pointe d'aiguille et en étudiant ensuite au microscope les figures de déformation ainsi produites.

Au cours de ces mêmes recherches, il réussit à préciser la nature des lignes de Neumann, depuis longtemps connues dans les météorites et retrouvées par lui dans certains aciers fragiles.

Si la majeure partie des travaux de M. Osmond se rapporte aux alliages de fer et de carbone, il a publié également quelques études intéressantes sur certains alliages d'argent, d'or et de cuivre.

On admettait, sur des bases d'ailleurs très vagues, l'existence, dans les alliages de cuivre et d'argent, d'une combinaison répondant à la formule Ag_2Cu_2 . Il démontra que cet alliage est en réalité un eutectique, c'est-à-dire un agrégat hétérogène constitué par la juxtaposition de deux matières ressemblant beaucoup, au premier examen, l'une à l'argent et l'autre au cuivre, Mais il parvint à démontrer que ce sont en réalité deux solutions solides, l'une très riche en argent et l'autre en cuivre, dont la présence explique la faible conductibilité électrique de ces alliages.

En collaboration avec sir Roberts Austen, Osmond publia une étude sur les alliages d'or où il réussit à établir le mécanisme par lequel de très petites quantités d'impuretés, comme le tellure, peuvent communiquer à l'or une fragilité extrême. Suivant les cas, cette fragilité est intercellulaire, c'est-à-dire résulte du décollement de cellules voisines, séparées par une mince couche de l'impureté introduite dans le métal ; d'autres fois, cette fragilité est intracellulaire, c'est-à-dire que l'ouverture des plans de clivage se fait à l'intérieur de chaque grain, où elle est facilitée par la présence de l'impureté qui est alors en solution solide dans le métal.

L'existence de ces solutions solides, reconnue par M. Osmond dans les alliages du fer, de l'argent et de l'or, est en fait d'une généralité extrême. Presque tous nos alliages usuels ; bronzes, laitons, maillechort rentrent dans cette catégorie des solutions solides, et cette constitution explique pourquoi les propriétés de ces alliages n'obéissent jamais à la règle d'additivité.

Pendant ses vingt-cinq années d'activité scientifique, M. Osmond a publié une centaine de notes et de mémoires. Nous nous sommes borné dans ce rapport à mentionner les plus importants de ses travaux, ceux qui ont provoqué les mouvements d'idées les plus féconds.

En résumé, M. Osmond, indépendamment de ses recherches multiples sur les alliages du fer, a institué de nouvelles méthodes expérimentales, dont l'application systématique, faite depuis par de nombreux chercheurs, a donné naissance à un chapitre entièrement neuf de la Chimie minérale, a conduit à la découverte d'un très grand nombre de combinaisons mutuelles des métaux, dont l'existence auparavant n'était même pas soupçonnée.

M. Cavallier, actuellement recteur de l'Académie de Poitiers, a récemment professé à Rennes, pour les candidats à l'agrégation, un cours sur les alliages à la préface duquel j'emprunte, pour conclure, les lignes suivantes, qui définissent très exactement l'importance de la nouvelle branche de la science créée par M. Osmond ;

« Ces études, dont beaucoup ont été poursuivies dans des laboratoires industriels, ont été rendues possibles par l'état d'avancement de la Chimie générale théorique, en particulier par la connaissance des lois de l'équilibre chimique. Elles ont abouti à des méthodes générales, à des techniques nouvelles, qui sont applicables et qui déjà ont été appliquées, non seulement aux alliages pour lesquels elles ont été établies, mais aussi à tous les solides qui, comme tous les alliages, sont des agrégats formés par la juxtaposition de petits éléments différents ;

silicates, sulfures, mélanges organiques.

« Par un retour fréquent dans l'histoire des sciences, ces travaux, souvent conçus tout d'abord dans un but pratique, en ouvrant ainsi une nouvelle voie à la chimie des corps solides, ont puissamment contribué au développement de la science pure. Ils constituent aujourd'hui un chapitre essentiel de la Chimie générale. »

Dans cet exposé des travaux de M. Osmond, nous avons systématiquement laissé de côté les conséquences pratiques de ses recherches ; leur importance à ce point de vue est trop généralement reconnue pour qu'il y ait lieu d'y insister longuement ; il suffira de rappeler quelques-uns des témoignages de profonde admiration que lui ont, en différentes occasions, décernés d'éminents métallurgistes.

En 1897, la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale de France lui décernait sa grande médaille [Lavoisier](#), sur le rapport de l'éminent professeur de l'École Centrale, M. Jordan. A cette occasion, M. H. Howe, professeur à Columbia University, faisait dans les journaux américains l'éloge de notre compatriote, dont « les travaux constituent un monument scientifique dont tous les métallurgistes doivent être fiers ». En 1900, M. Sauveur, professeur à Harvard University, publiait une biographie de M. Osmond, où il donnait la liste de ses travaux et rappelait que « c'est dans son laboratoire personnel, à Paris, qu'il put mener à bien ses admirables recherches par lesquelles son nom est devenu fameux sur les deux continents », En 1906, le Gouvernement russe lui décernait, sur la proposition de l'illustre Tschernoff, la déco-

ration de l'ordre de Sainte-Anne, deuxième classe, équivalent à notre grade de Commandeur de la Légion d'honneur. L'Iron and Steel Institute, de Londres, décernait la même année, sur la proposition de son président, sir Robert Hadfield, la grande médaille de Bessemer « au grand français, M. Osmond, un des représentants de cette merveilleuse précision et de cet amour de la recherche qui sont l'honneur de ses compatriotes et que nous autres, Anglais, devrions bien tâcher de leur emprunter plus complètement ». Le président terminait son allocution par ces mots : « Puisse-t-il longtemps encore continuer son œuvre. »

Jamais une voix discordante ne s'est élevée. Dans tous les milieux industriels, les services rendus par M. Osmond sont unanimement proclamés.

H. Le Chatelier, de l'Académie des Sciences.