

## VIII.

OEUVRES POSTHUMES. — RECHERCHES SUR L'ARGENT. —  
DESTRUCTION DES PRODUITS DE STAS PAR L'INCENDIE  
DU PALAIS DU MIDI. — NOUVELLE DÉTERMINATION DU  
RAPPORT PROPORTIONNEL DE L'ARGENT AU CHLORURE DE  
POTASSIUM. — ÉTUDES SPECTROSCOPIQUES SUR LE POTAS-  
SIUM, LE LITHIUM, LE CALCIUM, LE STRONTIUM, LE BARYUM,  
LE THALLIUM. — IMMUTABILITÉ DE CES ÉLÉMENTS. —  
NATURE DE LA LUMIÈRE SOLAIRE.

Je crois bien faire en rompant ici l'ordre chronologique des travaux du maître pour conserver l'ordre logique. Les œuvres posthumes de Stas sont en effet le complément de ses recherches sur la valeur du principe de Prout. Leur origine est due à des articles qui ont paru un moment ébranler la juste confiance des chimistes dans les *nombre*s de Stas.

En 1878, Dumas (1) constata que l'argent pur, préparé « par les procédés usités pour la fonte de ce métal et sa conversion en grenaille, c'est-à-dire par la fusion avec addition d'un peu de borax et de nitre », retenait une quantité considérable de gaz. Selon le mode de préparation, il trouva .57 à 174 centimètres cubes d'oxygène par kilogramme de métal, ce qui abaisse le titre de l'argent à 99,992 ou à 99,975.

On conçoit que cette observation ait produit une cer-

(1) *Annales de chimie et de physique*, (5), XV, 289.

taine sensation. Quoi ! l'argent préparé avec des soins si scrupuleux n'est pas pur ? Alors, il peut en être de même des autres matières ? Comme le poids atomique de l'argent avait servi de base pour le calcul de tous les poids atomiques des autres corps simples étudiés par Stas, l'observation de Dumas paraissait avoir une importance dont la valeur était évidente. Elle menaçait tout l'édifice élevé avec des soins qui ont fait l'admiration et l'étonnement du monde savant. Les poids atomiques devaient être corrigés de manière à les rapprocher du principe de Prout.

Stas ne pouvait rester indifférent à l'objection soulevée par son illustre maître ; celui-ci avait, au surplus, exprimé le désir qu'il déterminât lui-même l'effet que les gaz dissous dans l'argent pouvaient avoir sur la grandeur du poids atomique de ce métal.

La même année, Stas, malgré son âge avancé — il avait alors 65 ans, — se mit courageusement à la besogne. Il fut obligé d'interrompre son travail à plusieurs reprises, à cause du mauvais état de sa santé ; mais il le poursuivit jusqu'au dernier jour de sa vie. La rédaction n'en était même pas complètement achevée quand il mourut : les calculs des expériences, surtout, n'étaient pas faits. Ce trait est caractéristique pour sa manière de travailler : il ne voulait pas que la connaissance des résultats numériques d'expériences antérieures gênât sa liberté d'appréciation dans les expériences encore à faire.

Stas soumit à une revision complète les propriétés, les méthodes de préparation de l'argent employé par lui aux déterminations des poids atomiques et les moyens pratiqués pour rechercher les matières étrangères que ce métal retient dans des conditions données.

L'argent pur se fond sans se couvrir de taches et sans donner de vapeur colorée. Le métal contenant seulement des traces de silicium, d'aluminium, de cuivre, de fer, se couvre d'une tache mobile lorsqu'on le fond au chalumeau à hydrogène. Le métal renfermant des gaz se soulève et une bulle éclate bientôt avec projection du métal.

On peut donc reconnaître la pureté du métal par la façon dont il se comporte à l'état fondu.

L'origine des taches est due à la dissolution de l'oxygène dans le métal parce que celui-ci oxyde les matières étrangères : les oxydes insolubles, plus légers, viennent flotter à la surface du métal fondu. Lors de la solidification du métal, les gaz se dégagent pour la plus grande partie.

Fondu avec les carbonates ou les borates de sodium ou de potassium, l'argent emprunte les métaux alcalins et donne le spectre du sodium ou celui du potassium. Les hydrates alcalins pénètrent l'argent, comme les gaz, au point que Stas s'est servi de cette propriété pour enlever à l'argent en culot les traces de silicium et d'aluminium qu'il peut renfermer. Il chassait ensuite le sodium en maintenant le métal à la température la plus élevée du chalumeau oxyhydrique pendant le temps nécessaire, et il obtenait un métal dont la surface était « d'une netteté et d'un brillant incomparables ». Les culots ont fait entendre un cri, au laminage, analogue à celui de l'étain qu'on plie. Amené à un demi-millimètre d'épaisseur environ, le métal a présenté des soufflures et ensuite des trous. Les culots renfermaient donc des bulles closes.

Stas s'est servi de l'argent ainsi purifié pour s'assurer

si ce métal ne donne, à aucune température, le spectre sodique, et pour contrôler ses anciennes observations sur la couleur de la vapeur d'argent.

Il a trouvé, conformément à ses recherches antérieures, que l'argent émet, dans le dard oxycarbohydrique, au-dessous de son point d'ébullition, une vapeur à peine teintée de bleu, et que, chauffé à l'ébullition, le dard prend une couleur bleu pâle légèrement violacée. La vapeur de l'argent a donc une couleur bleu pâle, et non verdâtre, comme on l'a prétendu.

En soumettant à l'analyse spectrale la vapeur émanée de l'argent, on n'observe jamais l'apparition du spectre du sodium, quelle que soit l'élévation de la température.

Stas déclare donc que l'argent est irréductible en sodium (voir plus loin : Lockyer). Il étend la même conclusion au mercure, qu'il a essayé dans des conditions semblables.

Stas ne s'est pas borné à rechercher si le métal de ses recherches antérieures contenait des gaz ou des matières étrangères; il a soumis à un examen minutieux les méthodes elles-mêmes employées pour préparer ce métal, et, comme moyen de contrôle, il n'a pas reculé devant l'institution de procédés nouveaux.

Il n'est pas possible de résumer, dans cette notice, ces travaux dont l'exposé embrasse plusieurs centaines de pages, en conservant aux nombreux faits découverts leur valeur relative. Le mémoire de Stas est sous presse; les chimistes pourront donc en prendre bientôt connaissance.

Cependant je crois indispensable de signaler les résultats relatifs à la nature et à la quantité des gaz trouvés

par Stas, dans l'argent sous des états divers et des provenances différentes. Ils font voir que Dumas a pris, pour des gaz occlus par l'argent, des produits de la combustion qui filtrent à travers les tubes où l'argent était chauffé, et que l'objection soulevée se trouve réduite à une quantité négligeable.

Dumas avait montré, en effet, que l'argent fondu dans les conditions ordinaires retient environ 57<sup>cc</sup> d'oxygène par kilogramme, et qu'il accuse un poids spécifique de 10,512 après avoir été fondu dans le vide. L'argent maintenu longtemps en fusion dans l'oxygène peut retenir, d'après Dumas, jusque 174<sup>cc</sup> de gaz par kilogramme.

D'autre part, M. Hallet a reconnu que l'argent fondu au dard oxyhydrique retient 34<sup>cc</sup>,63 d'oxygène par kilogramme, et M. Santos a trouvé 30<sup>cc</sup>, c'est-à-dire le tiers environ du volume du métal.

Stas montre, par des expériences concluantes, que les appareils de porcelaine, généralement employés, laissent passer indéfiniment les gaz de l'enceinte au sein de laquelle ils sont chauffés. Il établit que « plusieurs observateurs, en opérant à haute température, ont pris pour des gaz occlus ou reclus les produits de la combustion soit du charbon, soit du gaz de l'éclairage, filtrés lentement à travers les tubes, ballons ou cornues de porcelaine vernis intérieurement, extraits et récoltés par la pompe de Sprengel ».

Il a, par conséquent, procédé à la confection de tubes en porcelaine imperméable aux gaz à haute température, en cherchant, par lui-même, les proportions dans lesquelles doivent être mélangées les matières premières pour amener une vitrification assurant l'imperméabilité.

En outre, il a opéré également à l'aide d'un tube en verre réfractaire, fabriqué expressément pour lui, afin de pouvoir faire l'analyse spectrale des gaz dégagés.

Cela posé, voici les résultats généraux obtenus à la suite de quinze expériences exécutées en variant la provenance de l'argent et la température.

Le métal brut de fonte renferme 0<sup>gr</sup>,02793 de gaz par kilogramme; le métal traité à l'hydrogène en renferme 0<sup>gr</sup>,00043 et le métal traité à l'hydrogène d'abord, et ensuite à l'air, 0<sup>gr</sup>,01110.

Ces quantités, fait remarquer Stas, doivent être considérées comme des *maxima*.

Finalement, le contenu, en gaz, de l'argent qui a servi dans les recherches sur les poids atomiques « s'élève à  $\frac{1}{35800}$  du poids de l'argent; cette quantité ne peut avoir eu aucune influence sur les conclusions déduites de ses travaux, puisque l'incertitude qui en résulte se confond absolument avec l'erreur inévitable dans les expériences de cette nature ».

Pour terminer l'étude de l'argent, il restait encore à rechercher le poids spécifique de ce métal sous ses différents états. Cette partie du travail a été exécutée en collaboration avec M. Depaire.

Le malheur est venu s'abattre sur ces recherches. L'incendie du Palais du Midi, à Bruxelles, dans lequel Stas avait dû transporter tout son précieux matériel, — à la suite de la suppression du laboratoire du Musée de l'Industrie, où il travaillait jusqu'alors, — avait détruit ou altéré la plupart de ses produits. Une valeur historique incomparable était perdue. Stas en ressentit un chagrin profond, mais il ne se laissa pas abattre : courageuse-

ment et plein de résignation il se remit à l'œuvre. Les échantillons d'argent qui avaient partiellement échappé aux conséquences de l'incendie furent restaurés et les autres furent reproduits.

La série de déterminations de poids spécifiques, due à Stas et à Depaire, représente certainement le travail le plus grand et le plus instructif qui ait été exécuté dans cet ordre de faits.

Dumas avait demandé aussi à Stas de reprendre les travaux qu'il avait exécutés sur le chlorate, le perchlorate et le chlorure de potassium, dans le but de rechercher un nouveau, en partant de l'argent *pur*, le rapport proportionnel entre le métal et le chlorure de potassium *pur*.

Après de longues et délicates recherches, Stas est parvenu à préparer les sels de potassium à un degré de pureté tel, *qu'ils ne donnaient plus la raie sodique à l'analyse spectrale*, et il a constaté qu'à la température de fusion de l'iridium et du rhodium cette raie n'apparaissait pas.

Le sodium constaté dans les flammes potassiques ne provient pas de la dissociation du potassium, comme Lockyer le pense (voir plus loin), mais il préexiste dans les sels étudiés, surtout à l'état de silicate. Ce travail est le plus considérable qui ait jamais été exécuté sur les composés du potassium. Dans l'air non *sodique*, le chlorate et le perchlorate de potassium purs donnent, à la flamme de la lampe de Bunsen, une coloration d'un bleu *d'azur*, et le chlorure pur, une coloration bleu *foncé*. La coloration violette, admise par tous les chimistes, appartient aux sels impurs ou aux impuretés de l'air.

Le rapport proportionnel entre l'argent et le chlorure de potassium, trouvé au moyen de produits d'une si grande pureté, est absolument inconciliable avec le principe de Prout.

Je passe maintenant à la troisième partie des œuvres posthumes de Stas; elle n'est pas la moins importante par ses conséquences, car elle fait voir que les conclusions tirées par Lockyer sur la dissociation des éléments à la suite de ses belles recherches de spectroscopie, ne peuvent être acceptées comme fondées.

On se rappelle que le savant anglais avait observé, dans ses études spectroscopiques de la lumière solaire et de la lumière de certaines nébuleuses, des faits aussi remarquables qu'inattendus.

Les raies brillantes obtenues, par exemple, par l'analyse prismatique de la chromosphère solaire différaient, selon lui, par leur forme, leur longueur et leur structure, des raies que l'on peut obtenir en faisant, dans les conditions ordinaires de température, l'analyse spectrale d'une flamme contenant des vapeurs d'un composé métallique volatilisable.

Il crut observer, d'autre part, que les flammes lumineuses, très chaudes, de certains métaux donnaient les raies caractéristiques d'autres éléments; ainsi, l'apparition de la raie sodique serait constante avec tous les éléments, au delà d'une certaine température; le spectre du cuivre laisserait voir les raies du calcium, les spectres du potassium et du sodium montreraient celles de l'hydrogène, etc.

En rapprochant ces observations, il pensa pouvoir donner l'explication de ces faits par la dissociation des

corps par la chaleur: ceux-ci se résoudraient, d'après lui, en éléments plus simples, connus ou inconnus. Les anomalies constatées dans l'analyse des corps célestes devaient s'expliquer de la même manière. Le soleil et la plupart des nébuleuses ne contiendraient pas seulement certains éléments dont notre terre est formée, mais, en outre, les produits de dissociation de ces éléments. Plus la température d'un astre est élevée, plus, suivant Lockyer, la matière qui le constitue est simplifiée.

Il faut en convenir, l'idée de Lockyer est séduisante: elle nous montre l'univers comprenant non seulement des mondes à des degrés divers de condensation physique ou mécanique, mais encore en état d'évolution chimique depuis une substance de simplicité absolue jusque des états de composition de plus en plus compliquée.

Stas a tenu à soumettre aussi cette idée au contrôle de l'expérience. Il a voulu s'assurer si l'on peut arriver, effectivement par l'élévation de la température ou de l'intensité des phénomènes électriques, à amener une corrélation entre les raies caractéristiques des spectres lumineux des composés des divers corps simples.

Ce travail l'a occupé pendant les dix dernières années de sa vie; les résultats se trouvent décrits dans sept cahiers comptant, en tout, environ huit cents pages.

Il s'est assuré d'abord s'il est possible de se procurer des corps ne donnant, dans aucune condition, les indices de la présence du sodium. Il a reconnu que les résultats dépendent autant du milieu dans lequel les composés métalliques sont répandus que de leur impureté accidentelle.

Ayant constaté ce fait, il fut obligé de faire d'abord l'étude de l'air au point de vue spectroscopique et de devenir maître des conditions dans lesquelles l'air d'une salle ne fait plus naître la raie sodique.

Il parvint même à doser les matières sodiques répandues dans l'air, dans les conditions ordinaires; il trouva que 17 mètres cubes d'air en renferment 0<sup>m</sup>,00023.

Son attention s'est portée ensuite sur les appareils servant à produire les flammes. Il fait connaître les moyens à employer pour se procurer des lampes, des supports, des chalumeaux, des gaz, etc., ne donnant plus la raie sodique; il montre les précautions à prendre pour atteindre le même résultat à l'aide de l'étincelle, de la décharge ou de l'arc électrique.

Ces travaux préliminaires achevés, il a procédé à la préparation des composés *spectroscopiquement purs* du potassium, du lithium, du calcium, du strontium, du baryum et du thallium. Il a enrichi la science de renseignements dont l'importance ne saurait être exprimée, car il est parvenu, au milieu des plus grandes difficultés, à réaliser, dans leur absolue rigueur, des états chimiques que l'on s'était résigné à regarder comme un idéal qu'on ne saurait atteindre.

Le fruit de ces délicats travaux a été la constatation certaine de l'immutabilité des éléments. Il est impossible de faire apparaître la raie sodique dans le spectre d'une flamme, de l'étincelle, de la décharge ou de l'arc électrique lorsque l'air, ou le composé, ne renferme pas de sodium à l'état d'impureté; plus généralement, il est impossible de faire apparaître, par la vapeur lumineuse d'un corps, d'autres raies que celles qui lui sont propres.

L'hypothèse de Lockyer sur la dissociabilité des corps est démentie par l'expérience. Les chimistes et les physiiciens qui croient encore à l'exactitude de cette hypothèse partageront l'avis de Stas lorsqu'ils auront pris connaissance de ses merveilleux travaux.

C'est au cours de ces recherches que Stas observa que les spectres calorifiques ne sont pas identiques avec les spectres produits par une décharge électrique disruptive. Il vit immédiatement la conséquence énorme de cette observation pour la *théorie du soleil*. En effet, le spectre de la lumière n'est pas superposable au spectre d'une flamme, mais bien au spectre électrique. Il découle nécessairement de là que la lumière solaire n'est pas le résultat de flammes produites par un énorme foyer, siège de combinaisons chimiques, mais le résultat d'orages formidables et continuels dont les éclairs ne cessent de déchirer l'immense enveloppe gazeuse.

L'exposé de ces conclusions a fait l'objet d'un discours mémorable que Stas a prononcé, en sa qualité de directeur de la Classe des sciences, dans la séance publique annuelle de décembre 1890.