

V.

STAS DANS SON LABORATOIRE PRIVÉ. — SACRIFICE DE SON PATRIMOINE. — INTERVENTION SPONTANÉE DE LIEBIG. — SUBSIDE DU GOUVERNEMENT BELGE.

Un des pères de la science, Albert le Grand, le maître de saint Thomas d'Aquin, disait déjà, au XIII^e siècle, que la condition principale de la vie des chimistes est d'avoir à leur disposition de la fortune afin de pouvoir acheter tout ce qui est nécessaire aux opérations.

La situation n'avait pas changé depuis Albert le Grand jusque Stas. L'École militaire ne pouvant fournir à Stas les moyens de travailler, il dut se monter un laboratoire à ses propres frais.

Je n'ai pas connu celui qu'il avait fait construire, dans une ancienne écurie, quand il habitait la rue des Champs, à Ixelles ; en revanche, j'ai fréquenté souvent son second laboratoire. C'était toute une petite maison à deux étages, séparée de son habitation de la rue De Joncker, à Saint-Gilles, par une autre maison seulement. Il pouvait s'y rendre par le jardin, sans passer par la rue.

Dans le sous-sol se trouvaient installés les appareils distillatoires pour l'eau, des étuves, et des fourneaux de fusion. Les deux pièces du rez-de-chaussée contenaient une partie de sa bibliothèque, des objets de collection et des appareils de précision. Les pièces du premier étage renfermaient les célèbres balances

que Stas a décrites dans ses *Recherches sur les rapports réciproques des poids atomiques*, et enfin, les trois pièces du second étage formaient le laboratoire proprement dit, muni de ses tables de travail, de ses chapelles d'évaporation et de la série d'appareils et de substances que le chimiste doit toujours avoir sous la main.

De grandes dépenses avaient été nécessaires pour amener partout le gaz destiné aux appareils de chauffage, pour assurer la ventilation, pour fournir l'eau sous pression à toutes les tables, faire passer à travers toute la maison des tuyaux de décharge, etc., etc. Pour faire face aux frais d'installation de ce laboratoire, dans lequel la science belge a été illustrée, Stas ne disposait que de ses propres ressources; le Gouvernement avait refusé d'intervenir.

Il lui fallut sacrifier son petit patrimoine et prélever chaque année, sur son traitement de professeur, une part considérable.

« Pour achever mes travaux, je me suis imposé, écrit-il, le 7 octobre 1860, à mon père, des sacrifices qui m'ont mis dans une gêne voisine de la pauvreté. »

En 1857, il avait demandé une augmentation de traitement pour pouvoir subvenir aux besoins de son laboratoire. On lui alloua *deux cents francs*. Il fut tellement blessé de ce procédé qu'il réclama la révocation de l'arrêté.

On doit se demander jusqu'à quel point un pays qui n'a rien fait pour aider un savant dans son travail, a droit aux fruits, ou à l'honneur, de ses recherches. Est-il noble de sa part, de citer cet homme pour démontrer combien sont erronées les opinions que les nations voisines se

sont faites sur sa propre culture scientifique? En France, en Allemagne surtout, où cependant la fortune publique est proportionnellement bien inférieure à la nôtre, on eût bâti pour Stas un établissement spécial.

L'exécution de la première partie de son grand travail sur les poids atomiques avait épuisé ses dernières ressources. Il se trouvait contraint de surseoir à son achèvement « pour permettre à l'eau de revenir sur le moulin ». Il se produisit alors un événement que je ne puis me défendre de faire connaître.

Stas avait envoyé, en septembre 1860, un exemplaire de son travail sur les rapports réciproques des poids atomiques, à Liebig, avec un mot d'écrit dans lequel il lui demandait son avis. Il terminait sa lettre en lui disant son intention de poursuivre ses recherches, tout en lui exprimant le regret de devoir attendre qu'il eût pu faire des économies pour mettre son projet à exécution, car il entrevoyait que ces travaux l'entraîneraient à des dépenses considérables. Il reçut une réponse que je traduis en tremblant presque d'émotion; je crois cependant devoir à la vérité historique de la reproduire ici :

Munich, le 22 septembre 1860.

« Mon cher ami,

» J'ai reçu hier vos *Recherches sur les poids atomiques*, » et je m'empresse de vous en témoigner ma reconnaissance sincère. C'est vraiment le fruit d'un travail extraordinaire et immense, poursuivi avec une patience, une persévérance et un talent que j'admire. Il est vrai

» que le sujet valait qu'on y employât ces qualités, car
 » vos chiffres deviendront la base du système de la chi-
 » mie. Pour compléter votre travail, il faudra étendre
 » vos recherches encore sur un plus grand nombre de
 » corps, et c'est le désir que je forme, d'accord, certai-
 » nement, avec tous les chimistes. Je ne méconnais pas
 » les difficultés qui s'opposent à cette entreprise, mais
 » vous êtes homme à les vaincre. Vous savez que le
 » roi de Bavière éprouve un véritable plaisir à favoriser
 » les sciences, en fournissant les moyens matériels
 » nécessaires aux travaux scientifiques. Il y consacre, par
 » an, environ 100,000 florins, sur sa liste civile : il a
 » accordé récemment encore à notre professeur de phy-
 » siologie, le docteur Bischoff, la somme de 8,500 florins
 » pour couvrir les frais d'un appareil destiné à recueillir
 » les produits de la respiration. Dans le cas où vous dési-
 » reriez un subside de ce genre, je vous prierais de m'en
 » informer par une lettre rédigée de manière à pouvoir
 » être soumise au Roi. Je ne puis rien vous promettre
 » avec certitude, mais je n'ai aucun doute d'être en état,
 » par la voie indiquée, de vous aider à écarter les diffi-
 » cultés de cette espèce que vous pourrez rencontrer
 » dans votre travail. Je m'estimerai heureux de rendre,
 » de cette manière, un grand service à la science. Que le
 » Ciel vous conserve votre courage pour mener à bonne
 » fin votre entreprise !

» Comme toujours, votre bien sincère ami.

» JUSTUS VON LIEBIG. »

Il n'entraîna pas dans le caractère de Stas d'accepter cette offre bien qu'elle fût toute spontanée ; son patrio-

tisme s'y refusait d'ailleurs. Cependant il envoya une copie de la lettre de Liebig, à Ch. Rogier, alors ministre de l'intérieur, pour le décider à lui ouvrir les cordons de la bourse du budget des sciences.

Peu de temps après, il fut reçu en audience par Ch. Rogier, et le ministre décida qu'une somme de 6,000 francs lui serait allouée, à répartir sur trois années. Cette somme devait couvrir à peine la moitié des dépenses nécessaires, et encore parut-elle énormément élevée ; elle ne représentait pas cependant la dixième partie de celle que Stas avait déjà consacrée à son laboratoire.

Le passage suivant d'une lettre qu'il écrivait à mon père, le 7 octobre 1860, nous fait connaître l'état d'esprit dans lequel il se trouvait :

« . . . Les privations qui ont résulté, pour moi, des
 » sacrifices que j'ai faits, m'ont été moins poignantes que
 » la démarche que j'ai faite pour obtenir ce subside. Je
 » n'étais plus le même homme ; ma parole était obscure,
 » comme mes idées, à tel point que M. Rogier s'en est
 » aperçu et qu'il m'a arraché l'aveu de la révolte inté-
 » rieure que je ressentais. Ah ! mon bon ami, lorsqu'on
 » a mon caractère, on ne peut pas solliciter pour soi !
 » Un moment, j'ai vu M. Rogier gêné lui-même, car je me
 » suis permis de reprocher au Gouvernement de m'avoir
 » laissé, pendant vingt années, abandonné à mes propres
 » ressources et de m'avoir forcé à sacrifier à mes tra-
 » vaux le modeste patrimoine que mes excellents parents
 » avaient gagné à la sueur de leur front. Mais détour-
 » nons nos regards du passé et soyons philosophe . . . »

Cette histoire du laboratoire de notre grand chimiste laisse une pénible impression. Il serait injuste toutefois

d'en rendre le Gouvernement responsable. Le budget des sciences avait alors, déjà, des crédits pour l'encouragement des travaux; malheureusement, l'absence de *sens scientifique dans le pays*, si je puis m'exprimer ainsi, s'opposait, dans une certaine mesure, au bon emploi des deniers publics. L'incompétence de l'administration avait été exploitée plus d'une fois pour des objets qui ne méritaient aucun appui, et l'opinion ne se serait émue, en aucune façon si un secours avait été refusé à Stas; car *le sentiment du bien et du mal*, en matière scientifique, lui fait défaut.

Après la mort de Stas, la Classe des sciences de l'Académie a émis un vœu unanime pour que le matériel du laboratoire fût conservé par les soins de l'État. Les héritiers le cédaient pour une somme de 17,000 francs. Le Gouvernement a refusé. Heureusement, un ami des sciences, M. E. Solvay, a pris à sa charge la dépense que l'État belge regardait comme trop lourde pour lui. La précieuse collection restera chez M. Solvay jusqu'au jour où le Gouvernement, mieux en fonds, comprendra ce que le pays doit à la mémoire de Stas. L'Académie avait aussi demandé que l'œuvre de Stas, aujourd'hui introuvable, fût rééditée en un volume. La dépense devait s'élever à cinq mille francs, environ. Le Gouvernement s'est trouvé également dans la triste nécessité de refuser ce service à la science et cette gloire au pays.

VI.

PREMIERS TRAVAUX EXÉCUTÉS PAR STAS A BRUXELLES. — RECHERCHES SUR LE BUTYLÈNE. — ACTION DE L'HYDROGÈNE SUR QUELQUES MATIÈRES CHLORÉES. — TEMPÉRATURE DE LA TERRE. — PROPRIÉTÉS ET COMPOSITION DE L'ACÉTAL. — LES LIQUIDES DE L'AMNIO ET DE L'ALLANTOÏDE.

On se le rappelle, il avait été convenu entre Dumas et Stas que chacun reprendrait, isolément, la détermination des poids atomiques des éléments. Stas se mit au travail aussitôt qu'il le put. Il fit de l'argent, du plomb, du sodium, du potassium et du chlore l'objet de ses recherches; mais, par suite de l'insuffisance des moyens matériels dont il disposait, il ne parvint pas à des résultats satisfaisants, c'est-à-dire concordants. Il en écrivit à Dumas et en reçut le conseil de suspendre provisoirement les recherches commencées, pour s'adonner à la *chimie organique*.

C'est l'étude du *gaz de Faraday*, du *butylène*, qui l'occupa en premier lieu. Il se le procura par l'action des bases sur l'acide valérianique. Il en prépara de nombreux dérivés bromés et chlorés, tous nouveaux à cette époque, et il étudia leur réaction avec la potasse dissoute dans l'alcool. Il ne publia cependant pas ce travail qui contenait des résultats importants: je n'ai pu en découvrir la raison.

Son deuxième travail établit un fait qui fit plus tard la fortune scientifique de Melsens, tandis que Stas ne prit même pas la peine d'achever ses recherches. Il démontra

la propriété de l'hydrogène de se substituer au chlore des dérivés chlorés et de restaurer, de cette façon, la matière hydrocarbonée primitive. Pour comprendre l'importance de cette découverte, il faut, de toute nécessité, connaître l'histoire de la chimie, du moins depuis Berzélius. Dumas avait découvert que le chlore prenait la place de l'hydrogène dans l'acide acétique, sans que la *basicité* de l'acide fût modifiée; il conçut l'idée que l'acide trichloracétique et l'acide acétique avaient la même constitution, et portait, par-là, un coup mortel aux idées électro-chimiques de Berzélius, suivant lesquelles ces corps devaient être essentiellement différents. Le triomphe de la théorie de Dumas sur celle de Berzélius fut amené par Melsens, qui réussit à convertir l'acide trichloracétique en acide acétique, par substitution inverse; il n'était plus possible d'envisager ces deux acides comme possédant une constitution différente. La cause était gagnée. Or, le mémoire de Melsens date de 1843, alors que la découverte de Stas remonte au mois de mars 1841. Il établit dans sa note (voir, plus loin, la bibliographie) que sous l'influence de la mousse de platine, à la température ordinaire, ou à une faible chaleur, l'hydrogène détermine la transformation du chlorure d'éthylène, du chloroforme, du tétrachlorure de carbone et du pentachlorure de phosphore, respectivement en éthane, méthane et hydrure de phosphore.

Toutefois, le travail est resté inachevé en ce qui concerne la démonstration complète de la restauration des corps hydrocarbonés.

La même année, Stas s'occupait d'une question bien éloignée de la chimie. A la demande de l'Académie, il détermina l'élévation de la température de la Terre par

rapport à la profondeur. Ses expériences, faites à la houillère de Sainte-Cécile, près de Mons, le conduisirent à ce résultat que « l'élévation de la température de cette houillère serait de 1 degré par 38 mètres d'abaissement, en admettant que la température moyenne, annuelle, du lieu fût de 10°,5 ».

Un travail plus considérable fut ses recherches chimiques sur les propriétés et la composition de l'acétal; elles parurent en 1848.

Döbereiner avait trouvé, en 1833, en oxydant l'alcool par le noir de platine, un liquide particulier dont Liebig fit l'examen et qu'il nomma *acétal*.

En comparant la composition de l'acétal à celle de l'acide butyrique, on remarque que le premier corps ne diffère du second que par un atome d'hydrogène en moins et par un atome d'oxygène en plus. D'après cette comparaison, l'acétal soumis à une cause déshydrogénante et oxydante, pourrait bien se convertir en acide butyrique.

Malheureusement, l'étude de l'acétal était encore à faire et la comparaison donnée par Liebig paraissait douteuse.

Stas montre que le procédé de préparation de Liebig donne un produit impur; il découvre un procédé certain pour débarrasser le produit de l'aldéhyde et de l'acétate d'éthyle qui l'accompagnent. Il fait connaître les propriétés de l'acétal. « Le chlore l'attaque, dit-il, lui enlève de l'hydrogène et produit des corps chlorés que le temps ne m'a pas encore permis d'étudier. » On sait aujourd'hui que le chlore forme avec l'acétal du *chloral*; Stas a donc eu cette importante substance en mains, avant qu'elle fût découverte par Liebig.

Il déduit de l'ensemble des propriétés observées sur un produit pur, que l'acétal peut être représenté par

une combinaison d'éther avec une molécule d'aldéhyde; déduction, quantitativement, d'accord avec nos connaissances actuelles. L'aldéhyde, ajoute Stas, n'existe cependant pas toute formée dans l'acétal, sinon elle réagirait avec la potasse; « ce corps doit être une molécule unique, produite par la condensation de trois molécules d'éther ou de trois molécules d'alcool. » Cette conclusion se rapproche bien, au point de vue chimique, de la conception moderne qui regarde l'acétal comme un produit de condensation d'alcool et d'aldéhyde.

Le dernier travail que Stas fit avant de reprendre la détermination des poids atomiques est un travail de chimie physiologique; c'est un examen des liquides de l'amnios et de l'allantoïde.

Il avait remarqué que l'amnios du poulet renfermait toujours du biurate d'ammonium, et il se demanda si ce sel était le résultat des phénomènes chimiques accomplis pendant le développement du fœtus et si celui-ci possédait déjà les fonctions qu'il est destiné à exercer plus tard. Il constata que l'acide urique arrive dans l'amnios par la voie du rein et qu'il est un produit de combustion intérieure qui s'opère déjà chez le poulet avant qu'il ait atteint son entier développement. La liqueur de l'allantoïde ne renferme ni urée, ni acide urique, mais une matière organique azotée cristallisable, des chlorures, des sulfates et des phosphates alcalins. Enfin, il a constaté également de l'urée dans le sang placentaire, et, chose remarquable, la partie liquide de ce sang est presque entièrement formée par de la caséine.

VII.

TRAVAUX SUR LES POIDS ATOMIQUES. — LA LOI DE PROUT SUR L'UNITÉ DE LA MATIÈRE. — HISTORIQUE. — DUMAS ET STAS. — DÉMONSTRATION DE LA LOI DES PROPORTIONS DÉFINIES. — INDÉPENDANCE DE LA COMPOSITION DES CORPS DES FACTEURS PHYSIQUES. — ACCUEIL FAIT AUX CONCLUSIONS DE STAS PAR LE MONDE SAVANT.

L'erreur constatée par Dumas et Stas dans le poids atomique du carbone (voir plus haut) avait mis en doute l'exactitude des nombres admis alors pour les poids atomiques des autres éléments. La révision des résultats des travaux anciens constituait déjà, par elle-même, une œuvre d'une importance capitale; mais dans l'esprit de Stas, son exécution répondait à une nécessité de premier ordre dans le domaine de la philosophie naturelle. Il y voyait le moyen de soumettre à un contrôle une idée qui, émise d'abord à la légère, avait fait son chemin et se trouvait acceptée par un grand nombre de chimistes et de médecins: je veux parler de l'hypothèse de *l'unité de la matière*. Ce n'est pas le lieu de montrer les conséquences du principe de Prout, selon qu'il se trouvait confirmé par l'expérience ou bien infirmé, pour la théorie de l'univers. On se trouverait inévitablement entraîné à les rattacher à nombre de questions qui ont occupé les esprits dans les temps anciens et qui ont eu la plus grande influence sur la connaissance de la position de l'homme

dans l'univers. Je me bornerai seulement à toucher la question du côté spécial de la chimie, afin de faire voir comment une détermination exacte des poids atomiques est en état de former notre conviction à ce sujet. J'aurai ainsi atteint mon but principal, celui de montrer que l'œuvre de Stas n'est pas seulement une merveille au point de vue de la technique scientifique, mais qu'elle a pour point de départ, comme pour point d'arrivée, une pensée philosophique inséparable du grand problème de l'origine des choses. Il me sera permis d'utiliser, en les complétant, les faits mentionnés dans le discours que j'ai eu l'honneur de prononcer lors du jubilé académique de Stas, en 1891; leur relation ayant été reconnue exacte par le héros de cette fête, je me trouve moins exposé, de cette façon, à dépasser sa pensée.

L'étude des phénomènes chimiques avait bientôt appris que la matière ne se présente comme constante que dans une de ses propriétés : *la masse*. Ses autres manifestations sont sujettes aux changements les plus inattendus. Un gramme de diamant pourra fournir exactement un gramme de charbon noir; un mélange d'un gramme d'hydrogène et de huit grammes d'oxygène pourra donner exactement neuf grammes de vapeur d'eau. Rien n'est changé sous le rapport de la masse, mais rien n'est conservé, en apparence du moins, sous le rapport des autres propriétés. L'idée de la mutabilité de la matière devait venir nécessairement à l'esprit; les essais sur la transformation des métaux, en vue de la production de l'or, qui occupèrent l'humanité pendant tant de siècles, ne sont que la manifestation de cette idée.

L'expérience finit cependant par enseigner que toutes

les *transformations* ne sont pas possibles au moyen de corps donnés. Chacune s'accomplit toujours à l'aide des mêmes matières et dans les mêmes conditions. Bien plus, on apprend qu'il y avait une limite à la *faculté* chimique. Il est des substances qui n'ont plus la propriété de réagir *par addition*, comme disent les chimistes, d'autres qui n'ont plus la propriété de *se dédoubler*. A ces dernières on a donné le nom de *corps simples* ou *éléments*, toutes les autres formant le vaste arsenal des *corps composés*, ou combinaisons.

La distinction des corps simples et des corps composés se trouvait naturellement subordonnée aux conditions que le chimiste pouvait réaliser. On devait s'attendre à rencontrer, dans les corps dits *simples*, des substances qui céderaient devant des actions plus énergiques ou devant des forces nouvelles.

En fait, les alcalis et les terres alcalines avaient figuré parmi les *éléments*, lorsque Davy démontra qu'en les soumettant à l'action d'un courant électrique intense, ils se résolvèrent en métaux et en oxygène, en un mot qu'ils étaient de nature composée. La célèbre découverte de Davy eut le plus grand retentissement. Venant à une époque où l'on s'était habitué à regarder les corps dits *simples* comme s'ils l'étaient effectivement, elle discrédita l'idée des éléments au point de mettre leur réalité complètement en question.

La croyance de l'époque était que, tôt ou tard, tous les corps passant pour simples seraient reconnus comme corps composés, à l'exception d'un seul sans doute; leur résolution en éléments moins compliqués devait dépendre uniquement de certaines circonstances dont la réalisation

était regardée comme possible. En résumé, de même que l'on ramenait le nombre immense de *corps composés* à un nombre relativement faible d'éléments, on concevait ceux-ci comme dérivant peut-être d'une matière primordiale.

Cette idée, qui faisait pour ainsi dire partie de l'atmosphère chimique, reçut une forme précise à la suite des déterminations des poids atomiques dont beaucoup de chimistes s'occupaient à cette époque.

En 1815 parut un premier article, anonyme, sur les relations des poids atomiques et la densité des corps gazeux; puis un second, dans lequel il était dit, explicitement, que les poids des atomes s'exprimaient par des nombres *entiers* si l'on pose le poids de l'atome d'hydrogène comme unité, et que, par conséquent, l'hydrogène devait être la matière primordiale de laquelle les autres corps dérivent par voie de condensation plus ou moins forte.

Cette hypothèse gratuite, qui non seulement ne s'appuyait sur aucune donnée certaine, mais qui faisait état d'expériences mauvaises, dues à certains chimistes de l'époque, séduisit un grand nombre de savants éminents. Son auteur, le Dr William Prout, de Londres, trouva même dans Thomson, l'ami de Davy, autorité de premier ordre dans la matière, en Angleterre, un défenseur convaincu. Thomson essaya de vérifier l'idée de Prout par un grand nombre d'analyses dont la valeur n'était cependant rien moins que contestable. Il fut cause, néanmoins, de l'adoption, en Angleterre, des poids atomiques exprimés en nombres entiers rapportés à l'hydrogène.

L'hypothèse de Prout n'eut pas, cependant, le même succès dans les pays où Berzélius avait conquis sa légi-

time influence. Ses mémorables travaux, dont l'exactitude n'avait pas encore été dépassée, éclairèrent l'opinion des savants, et, on peut le dire, à part quelques exceptions, les chimistes se détournèrent de l'hypothèse de Prout. Bien plus, il se produisit une sorte de réaction dans les esprits qui entraîna, sans doute, à des conséquences fâcheuses, comme il arrive le plus souvent : la théorie des atomes, elle-même, malgré son indépendance complète de l'hypothèse de Prout, tomba en dis crédit chez des hommes éminents. La trace de ce dis crédit n'est pas encore complètement effacée.

La destinée de cette hypothèse célèbre n'était cependant pas accomplie. Bâtie sur le sable mouvant des idées vagues et ruinée par les recherches exactes de Berzélius et d'autres chimistes, elle eut la force de reparaitre et de prétendre s'imposer de nouveau. Il est même curieux de remarquer qu'elle s'appuyait, cette fois, sur des faits solidement établis.

Dumas et Stas venaient de corriger le poids atomique du carbone, et ils avaient constaté un *rapport simple* entre le poids de l'atome d'oxygène et le poids de l'atome de carbone, ces poids étant entre eux comme 4 est à 3.

La constatation d'un rapport simple entre les poids atomiques de deux substances rappela inévitablement l'attention sur l'hypothèse de Prout. La plupart des chimistes se crurent autorisés à attribuer l'absence de rapport simple des poids atomiques des autres éléments à des erreurs d'observation que des travaux exécutés avec exactitude feraient disparaître.

Dumas a partagé cette manière de voir. Stas lui-même « avait une confiance presque absolue dans l'exactitude

du principe de Prout »; il le déclare dans ses *Recherches sur les rapports réciproques des poids atomiques*, page 8.

Berzélius, cependant, qui s'était exprimé d'une façon si catégorique sur l'absence de relation simple entre le poids des atomes, refusa d'admettre, comme démontré, le résultat simple obtenu par Dumas et Stas. Il formula quelques objections contre la certitude du résultat et il engagea le baron von Wrede à déterminer de nouveau les poids spécifiques de l'oxygène, de l'oxyde de carbone et de l'anhydride carbonique, afin de déduire de leur comparaison le véritable poids atomique du carbone. On ignorait, à cette époque, que l'acide carbonique ne suit pas la *loi de Mariotte* : les travaux de V. Regnault sur cet objet n'étaient pas encore publiés. Les résultats des recherches de von Wrede ne pouvaient donc pas concorder avec ceux de Dumas et Stas; ce savant trouva le poids atomique du carbone supérieur à 75,4 et inférieur à 76,0.

Liebig et Redtenbacher voulurent également contrôler le travail de Dumas et Stas. Se basant sur l'exactitude des poids atomiques de l'argent et de l'hydrogène, ils cherchèrent la quantité de métal que laissent, par combustion à l'air libre, l'acétate, le tartrate et le malate d'argent; ils arrivèrent à ce résultat que le poids atomique du carbone devait s'élever à 75,85! Ce résultat, évidemment trop élevé, est dû à une cause d'erreur inhérente à la méthode : la volatilisation de l'argent pendant la combustion du sel.

Quoi qu'il en soit, Stas a tenu à dissiper le doute qui pouvait s'être emparé de l'esprit des chimistes en raison de l'autorité de Berzélius et de celle que Liebig avait déjà conquise de son côté.

La détermination nouvelle du poids atomique du carbone a coûté à Stas plusieurs années de travail (1842 à 1845). Il modifia complètement la méthode d'abord suivie avec Dumas, à la fois pour éviter la combustion de diamant, qu'il ne pouvait se procurer, et pour se mettre à l'abri des erreurs pouvant résulter de la difficulté de peser exactement du graphite. La méthode à laquelle il s'arrêta fut celle de la combustion de l'oxyde de carbone, dont la préparation à l'état de pureté ne présentait pas de difficultés insurmontables. Le poids atomique du carbone était déduit de la comparaison du poids d'anhydride carbonique formé par la réduction d'un poids connu d'oxyde de cuivre sous l'action d'une quantité quelconque d'oxyde de carbone.

Stas démontra l'exactitude du résultat trouvé en premier avec Dumas. Le nombre proposé par Berzélius, ou par Liebig, devait être rejeté; mais le nombre 75, l'oxygène étant 100, devait-il être conservé? En d'autres termes, y a-t-il véritablement un rapport simple entre l'atome de carbone et celui d'oxygène. Voici comment Stas s'exprime à ce sujet, dans ses conclusions :

« Je suis pleinement convaincu aujourd'hui que cette » limite (celle du poids atomique) se trouve entre 75 et » 75,06. Si ce résultat laisse quelque chose à désirer » sous le rapport spéculatif, il suffit amplement à tous » les besoins de l'analyse chimique la plus rigoureuse » possible. »

Cette phrase nous éclaire sur la rigueur de l'esprit de Stas et sur la sévérité de sa conscience de savant. Pour beaucoup d'expérimentateurs, la différence des nombres 75,0 et 75,06 est une quantité négligeable dont il n'y a

pas lieu de tenir compte dans la vérification d'un principe; pour Stas, au contraire, cette différence *est énorme*; elle n'est pas à imputer aux erreurs d'observation ou aux accidents; elle apparait parce que le principe de Prout *n'est pas absolu*.

Depuis ce moment, le doute s'était emparé de l'esprit de Stas; il ne partageait plus la foi de son maître, mais il ne se prononçait pas encore, attendant, pour le faire, qu'il eût pu soumettre le principe de Prout à un contrôle plus complet.

Pendant que Stas était à l'œuvre dans son laboratoire, il parut, en 1857, un mémoire de Dumas *sur les équivalents des corps simples*. L'illustre chimiste, se basant sur les travaux de Marignac sur l'argent, trouva que tous les corps, bien connus, qu'il avait eu l'occasion d'examiner, obéissent parfaitement au principe de Prout, *lorsqu'on apporte à ce principe certains tempéraments*. D'après lui, les corps simples sont des multiples d'une matière dont le poids de l'atome serait 0,25.

Trois années plus tard, en 1860, Stas donna aux Bulletins de notre Académie son célèbre travail intitulé *Recherches sur les rapports réciproques des poids atomiques*, travail qui fut accueilli avec tant d'admiration par la plus grande partie du monde savant.

Il fit connaître les opérations qu'il exécuta, pendant nombre d'années, avec une exactitude inimitable, sur l'azote, le chlore, le soufre, le potassium, le sodium, le plomb et l'argent. Ces éléments étaient ceux que Dumas regardait comme probants pour le principe de Prout.

Il n'est pas possible de donner une idée exacte du soin mis par Stas dans ses recherches : les opérations décrites

dans son mémoire ne peuvent être résumées. Dans le cours de son travail, il s'ingéniait, pour ainsi dire, à trouver une nouvelle objection qu'il eût pu faire à ses opérations, et à découvrir le moyen d'y répondre d'une façon peremptoire. On peut le dire sans crainte d'être accusé d'exagération, jamais, avant Stas, personne n'avait réalisé des produits à un degré si grand de pureté; peut-être l'avenir ne verra-t-il se reproduire que de loin en loin un travailleur d'une conscience aussi sévère, d'une sagacité aussi grande et d'une adresse aussi étonnante.

Voici les points principaux qui firent l'objet du travail de notre savant confrère :

Le rapport proportionnel de l'argent au chlore a été déterminé par sept essais, dans lesquels l'argent servait à la préparation du chlorure d'argent, soit par la combustion du métal dans le chlore, soit par la précipitation d'une solution d'azotate d'argent par l'acide chlorhydrique ou le chlorure d'ammonium, suivie de l'évaporation à sec de toute la masse liquide, ou bien du lavage du chlorure d'argent, pour se terminer par la fusion du chlorure dans une atmosphère d'acide chlorhydrique sec ou d'air atmosphérique.

Le nombre proportionnel de l'azote à l'argent fut donné par sept essais dans lesquels l'argent se trouvait converti en azotate sec.

Le nombre proportionnel de l'argent au soufre fut fixé à la suite de cinq préparations de sulfure d'argent, par combustion du métal dans le soufre ou dans l'acide sulfhydrique et élimination du soufre en excès en le volatilisant dans un courant d'anhydride carbonique.

Le rapport de l'argent aux chlorures de potassium, de

sodium et d'ammonium fut obtenu en précipitant exactement, dans trente-neuf expériences, cent parties d'argent par chacun de ces chlorures. Le nombre proportionnel de l'azotate d'argent aux chlorures fut déterminé d'une manière analogue.

La synthèse de l'azotate et du sulfate de plomb conduisit au nombre proportionnel du plomb, et la décomposition du chlorate de potassium fixa le rapport du chlore au potassium.

Stas trouva ainsi, en prenant l'hydrogène pour unité et en adoptant, dans les calculs, 15,96 pour le poids de l'oxygène, que si

l'hydrogène est.	4
l'argent »	107,660
l'azote »	14,009
le chlore »	35,368
le soufre »	15,995
le potassium »	39,040
le sodium »	22,980
le plomb »	103,187

En comparant les nombres obtenus par ces essais, Stas montre que les poids atomiques de ces éléments ne sont des multiples ni de l'unité, ni de la moitié, ni du quart de l'unité. Les différences entre les nombres calculés d'après le principe de Prout et ceux résultant de l'observation sont *de deux à quatorze fois plus grandes* que les valeurs extrêmes des résultats, fournis par l'expérience, pour un même corps.

La question devait donc être considérée comme résolue pour tout esprit dégagé d'idées préconçues. Stas n'hésite

aucun pas à prononcer la sentence de mort de la célèbre hypothèse :

« Il n'existe pas de commun diviseur entre les poids » des corps simples qui s'unissent pour former toutes » les combinaisons définies : aussi longtemps que, pour » l'établissement des lois qui régissent la matière, on » veut s'en tenir à l'expérience, on doit considérer la loi » de Prout comme une pure illusion. »

Ce travail, qui était comme le miroir de l'âme de Stas : conscience, fermeté, indépendance et vérité, a été accueilli avec enthousiasme partout, excepté peut-être en France. Je ne puis reproduire toutes les lettres exprimant l'admiration la plus sincère pour cette œuvre magistrale, qui ont été adressées à Stas par les hommes les plus éminents. Je me bornerai à donner la traduction d'un extrait d'une lettre de R. Bunsen qui résume, en quelque sorte, le sentiment général :

« Nous possédons les travaux les plus exacts sur les » éléments géodésiques et astronomiques qui servent de » base aux déterminations du temps et des lieux, sur la » longueur du pendule servant de point de départ à » toutes les déterminations des poids et des mesures, » sur la mesure des phénomènes calorifiques formant » la base de l'application de la vapeur comme force » motrice. Mais en chimie, nous étions encore presque » entièrement privés d'une détermination également » exacte de la valeur numérique de la plupart des poids » atomiques. Cependant, la connaissance de ces valeurs » numériques est d'une importance décisive, tant pour » la science elle-même que pour son application aux arts

» chimiques de toute espèce. L'absence de ces détermi-
 » nations numériques doit être attribuée à deux causes :
 » d'une part, elles appartiennent, par leur nature, aux
 » problèmes les plus difficiles que la science peut poser,
 » d'autre part, les moyens pécuniaires dont un particu-
 » lier peut disposer, et même ceux qui sont accordés
 » aux laboratoires chimiques les mieux dotés, n'ont pu
 » suffire à écarter les difficultés matérielles qui empê-
 » chent de remplir cette lacune.

» Le premier travail qui a résolu le problème posé, et
 » qui l'a résolu avec une exactitude inconnue jusqu'au-
 » jourd'hui, qui touche à l'exactitude astronomique, ce
 » sont vos importantes recherches expérimentales sur
 » *les rapports réciproques des poids atomiques*. Elles
 » attacheront votre nom, pour toujours, au domaine le
 » plus difficile de la chimie »

En France, on a pensé que Stas voulait contredire les
 résultats de Dumas et renverser son mémoire de 1837.
 Son maître lui écrivit, le 29 août 1860, une lettre dont un
 passage lui fit le plus vif chagrin :

« Les considérations que je poursuis, lui disait-il, ne
 » peuvent être modifiées par des difficultés aussi légères
 » que celles qui vous ont occupé. . .

» La discussion de vos résultats donne lieu à des con-
 » clusions que vous trouverez bien vous-même en conti-
 » nuant, et, soyez-en sûr, vous me reviendrez. »

Dumas a pensé que Stas avait dirigé ses recherches
 contre les siennes, alors qu'il est aisé de le prouver, par
 le journal du laboratoire de notre compatriote, que l'idée
 de contrôler l'exactitude de la loi de Prout l'occupait bien
 avant que Dumas songeât lui-même à appliquer la

détermination des poids atomiques à la résolution du
 problème.

Il parut dans le *Cosmos*, tome XVII, page 656 (1860), un
 article que pourront lire les personnes curieuses d'être
 renseignées sur l'état des esprits à cette époque, relative-
 ment à la question de l'unité ou de la pluralité de la
 matière. Il est dû à l'abbé Moigno. Stas s'y trouve repré-
 senté comme un *rétrograde*, tournant le dos au progrès,
 car « admettre la loi de Prout, c'est la vérité et la science ».
 Je ne m'arrêterai pas à ces considérations, qui ne peuvent
 être regardées comme l'expression de l'esprit scientifique
 français. Je ne m'occuperai que des objections que Stas
 lui-même a jugé devoir soumettre au contrôle de l'expé-
 rience.

Marignac attaqua surtout les conclusions de Stas dans
 la *Bibliothèque universelle de Genève*. Reconnaisant la
 haute valeur de son travail et acceptant les nombres
 fournis par ses expériences, il essaya de dégager, en
 quelque sorte, la responsabilité de l'hypothèse de Prout,
 en attribuant *les écarts* à des circonstances secondaires
 ou accidentelles.

Il est inutile de s'arrêter à cette pensée que l'unité de la
 matière pourrait être reculée plus loin que la moitié ou
 le quart de l'atome d'hydrogène, et que, par suite de sa
 petitesse, elle serait absorbée par les erreurs des obser-
 vations. Cette supposition soulève plus de difficultés
 qu'elle n'en écarte.

Une question d'un autre ordre a été posée. Marignac
 s'est demandé si, comme l'ont dit Wenzel, Richter et
 d'autres chimistes, *les éléments d'un corps sont exacte-
 ment et d'une manière invariable dans le rapport de*

leurs poids atomiques. S'il n'en était pas ainsi, la vérification du principe de Prout échapperait nécessairement à l'expérience, car les écarts constatés entre la théorie et la pratique ne seraient alors que l'expression de la variabilité des proportions pondérales suivant lesquelles les corps se combinent.

Pour le surplus, l'opinion émise par Marignac a une importance que l'on ne saurait s'exagérer. Elle met en doute toutes les notions fondamentales sur lesquelles se trouvent basées nos connaissances en chimie.

Il faut le reconnaître, à l'époque où cette opinion a été formulée, elle était admissible.

La loi des proportions définies et la loi des proportions multiples dont la théorie atomique de Dalton n'est que l'expression, ne s'appuyaient pas sur des faits constatés avec toute la rigueur nécessaire. On pouvait considérer ces lois comme des *formules moyennes*, pour ne pas dire comme des *impressions*.

Stas a donc soumis à un contrôle minutieux les fondements mêmes de la science. Cette œuvre se trouve exposée dans trois mémoires réunis sous le titre commun : *Nouvelles recherches sur les lois des proportions chimiques, sur les poids atomiques et leurs rapports mutuels*.

Marignac avait reconnu que les corps passant généralement pour stables se décomposaient dans certaines conditions. Par exemple, l'acide sulfurique émet facilement des vapeurs d'anhydride sulfurique quand la température s'élève, et devient, proportionnellement, plus riche en eau. Selon M. Roscoe, ce fait serait général : un grand nombre d'acides aqueux changent de composition

quand la pression que leur vapeur supporte vient à varier pendant la distillation.

Ces observations furent l'origine du doute soulevé par Marignac au sujet de la constance de la composition des corps en général. Il s'est demandé si le sulfure et l'azotate d'argent, par exemple, qui avaient servi dans les expériences de Stas, ne renfermaient pas, l'un, un excès de soufre, l'autre, un excès d'acide azotique. Ou bien si la composition de ces corps n'est peut-être définie qu'à la limite, de sorte qu'ils pourraient ne pas renfermer leurs éléments dans les rapports rigoureux de leurs poids atomiques.

L'ensemble des travaux de Stas renverse déjà la question posée par Marignac. Pour tout chimiste qui en a étudié les conditions, *l'invariabilité des rapports en poids des éléments formant une combinaison est évidente*. Mais Stas a tenu à soumettre la question à un nouvel examen.

Les facteurs en état de concourir à rendre inconstante la composition des combinaisons peuvent être d'ordre physique ou d'ordre chimique.

Dans un premier mémoire, Stas s'occupe de l'influence de la température et de la pression sur la détermination du rapport proportionnel entre l'argent et le chlorure d'ammonium. Dans cette opération, on peut faire varier à volonté tantôt la température, tantôt la pression : le chlorure d'ammonium peut être préparé à la température ordinaire ou à une température élevée ; il peut être volatilisé, à chaud, sous pression ou dans le vide. Enfin, l'ammoniaque elle-même, destinée à la production du chlorure, peut être préparée de diffé-

rentes manières, ce qui augmente encore les moyens de contrôle.

Les résultats de ces expériences ont été ce que les recherches antérieures pouvaient déjà faire rationnellement prévoir : *la température et la pression se sont montrées sans influence sensible* sur la composition du chlorure d'argent ou du chlorure d'ammonium.

La vérification de la constance de composition des combinaisons, quels que soient les facteurs chimiques, présentait une difficulté d'un ordre particulier : la méthode à suivre était à trouver.

Il n'est pas possible, en effet, de vérifier la loi des proportions définies par l'analyse ou la synthèse des corps composés. Toute opération chimique de ce genre comporte nécessairement des erreurs d'observation.

Nous n'avons pas le moyen de faire la part qui revient à l'imperfection du travail et celle qui revient à une inconstance possible dans la composition des corps. On se trouve, en un mot, en présence d'un problème indéterminé, comme le serait la résolution d'une équation à deux inconnues.

Stas a triomphé de cette difficulté par une remarque aussi simple qu'ingénieuse. Il suffit de s'assurer, dit-il, « que dans les corps binaires et dans les corps ternaires » ayant chacun *deux éléments communs*, les éléments » communs y existent invariablement dans les mêmes » rapports en poids. Ainsi, dans deux corps *AB* et *ABC*, » les rapports, en poids, de *A* à *B* doivent être exactement les mêmes dans *AB* et dans *ABC*. »

Ainsi posé, le problème devient indépendant de l'analyse proprement dite. Il suffit de s'assurer, par exemple,

si le chlorate d'argent peut être ramené à l'état de chlorure, sans qu'une trace de chlore ou d'argent devienne libre.

Stas a opéré, d'après ce programme, sur le chlorate, le bromate et l'iodate d'argent. Son travail, hérissé de difficultés imprévues, n'a pas duré moins de quatre années. Il a conduit à la démonstration péremptoire de la loi des proportions définies, et il a réduit à néant les objections formulées par Marignac aux conclusions radicales de Stas relativement au principe de Prout. « La » simplicité de rapport de poids que présuppose l'hypothèse de Prout entre les masses qui interviennent dans » l'action chimique, ne s'observe point dans l'expérience; *elle n'existe point dans la réalité des choses*, » dit Stas dans ces nouvelles recherches.

Ce n'est pas à dire cependant que Stas rejetait, à la suite de ces travaux, toute idée d'une relation entre les éléments. Pour nous éclairer sur son opinion, nous n'avons qu'à lire une lettre qu'il écrivait, le 20 octobre 1879, à S. M. l'Empereur du Brésil, dom Pedro II, qui tenait à être renseigné sur ce point. En laissant parler Stas lui-même, nous ne serons que mieux instruits.

« L'Empereur, je le sais, a des doutes sur le » fondement des conclusions que j'ai déduites de » recherches qui ont duré près d'un tiers de siècle. Je » prie Votre Majesté de considérer qu'en entreprenant ce » long labeur, j'étais guidé par les idées qu'Elle partage » avec quelques chimistes et notamment avec mon » illustre maître, M. Dumas. Je pensais et j'espérais » démontrer qu'il existe un rapport simple entre les » masses qui interviennent dans l'action chimique. Je

» suis un vaincu de l'expérience. Je l'ai dit avec une
 » sincérité et une liberté philosophiques. Je n'admets
 » pas, pour cela, que les poids atomiques ne sont reliés
 » entre eux par aucune loi. Je n'adore pas *le dieu hasard*,
 » je pense au contraire qu'une loi doit exister, mais je
 » dis que les hypothèses émises jusqu'ici pour expliquer
 » les faits ne sont pas confirmées par une expérience
 » rigoureuse. . . »

On a souvent entendu soutenir que le principe de l'unité de la matière est une nécessité philosophique, qu'il doit y avoir une raison à l'existence des *familles naturelles* que Berzélius, Döbereiner, Pettenkofer ont signalées les premiers, que le système périodique des éléments de L. Meyer et Mendelejeff parlait dans le même sens, enfin qu'il n'y avait pas lieu de s'arrêter aux écarts, souvent très faibles, constatés par Stas.

A mon avis, il y a une réponse péremptoire à opposer à ces considérations : la science exacte doit connaître les faits tels qu'ils sont ; en *idéalisant* les choses, on fait courir à la science le danger de la retarder dans son développement. L'histoire de la science nous fournit des preuves de ce danger. J'en citerai une. Si, au XVII^e siècle, on avait idéalisé l'orbite de la terre en la déclarant une ellipse parfaite, si l'on avait nié *les perturbations*, Le Verrier n'aurait pas fourni au monde la démonstration la plus éclatante de la vérité des principes de Newton ; car il n'aurait pu faire servir *ces perturbations* à la découverte, par le calcul, d'une planète non encore observée.

Qui sait ce que cachent *les perturbations* constatées par Stas dans les poids atomiques ? Qui sait ce que

l'humanité devra un jour au labeur et aux sacrifices de notre compatriote ?

Les nombres de Stas ont d'ailleurs fait l'objet, de la part de plusieurs savants, parmi lesquels il convient de citer surtout J.-D. van der Plaats, d'Utrecht, et Fr. W. Clarke, de Cincinnati, de calculs qui peuvent être regardés comme un travail préparatoire à une découverte d'un ordre supérieur.

Les mémoires de Stas ont été traduits en allemand par le professeur Dr L. Aronstein, de Bréda.