

Relation remarquable entre les poids atomiques des éléments chimiques. Poids atomiques rationnels.

Par

Julius Thomsen.

(Avec planche.)

(Présenté dans la séance du 14 décembre 1894.)

Les recherches bien connues qu'a faites Stas pour déterminer exactement un certain nombre des poids atomiques relatifs des corps simples, ont fait constater que ces poids ne sont pas exprimables par des nombres entiers ou que, en d'autres termes, ils ne sont multiples d'aucune unité commune. Stas calcula les poids atomiques en prenant celui de l'oxygène pour point de départ et en posant 16 pour ce poids atomique. Les nombres résultants présentent tous un écart plus ou moins grands de nombres entiers et tantôt positif, tantôt négatif. Seul l'atome du chlore donna un écart de 0,5 à peu près (exactement 0,449). Pour tous les autres poids atomiques déterminés par Stas, l'écart n'excède pas 0,15. A diverses époques, on a cherché à faire disparaître ces écarts en admettant diverses hypothèses, de sorte que les poids atomiques puissent s'exprimer comme multiples de celui de l'hydrogène ou, en tout cas, comme multiples de la moitié de ce dernier poids; mais les recherches n'ont pas mené au résultat désiré. C'est également en vain qu'on a tenté de trouver à ces petits

écarts une cause vraisemblable. Néanmoins il est bien difficile de se familiariser avec l'idée que ces mêmes écarts soient l'effet du hasard, au lieu de résulter d'une cause commune dont le caractère principal nous est encore inconnu. L'hypothèse de l'unité de la matière, telle que l'a formulée Prout en 1815, ne peut être déclarée, d'après les données actuelles, qu'en désaccord avec les résultats d'expérience dans lesquels notre époque peut en trouver la pierre de touche. Pourtant cette hypothèse peut être juste quant aux traits principaux et en arriver, à l'aide d'un simple complément, à concorder avec l'expérience.

Tandis que les poids atomiques présentent, comme on le sait, de remarquables concordances, quand on fixe son attention sur ce qu'on appelle les poids atomiques en nombres ronds, c'est-à-dire les nombres entiers les plus rapprochés, on n'a pas encore signalé de relation entre les petits écarts faits avec ces nombres et qu'on retrouve dans tous les poids atomiques. C'est ainsi que pour les substances analogues, lithium, sodium et potassium, on a les poids atomiques 7, 23 et 39, additionnés chacun d'une petite fraction; de même, pour l'oxygène et le soufre, les nombres 16 et 32; pour le carbone et le silicium, 12 et 28; pour le fluor et le chlore, 19 et 35, c'est-à-dire une différence de 16 dans la grandeur des poids atomiques. Il y a beaucoup de corps simples pour lesquels on retrouve une relation analogue; mais on n'a pas encore démontré de rapports entre les quantités qui représentent les petits écarts tantôt positifs, tantôt négatifs, faits avec les susdits nombres entiers.

Le cours des années a souvent ramené ma pensée sur ce problème, avant que je me sois décidé à en chercher la solution. Il va de soi que j'ai dû pouvoir compter sur l'exactitude des matériaux destinés à former la base de cette étude, sans quoi le résultat deviendrait illusoire, et alors il ne me restait pas d'autre parti à prendre que d'utiliser les déterminations, faites par Stas, du poids atomique d'une douzaine de corps

simples; car dans le nombre total des autres corps simples, c'est à peine s'il y en a plus de deux ou trois dont le poids atomique ait été déterminé avec assez d'exactitude pour servir d'éléments de recherche.

Puis il est d'une grande importance que les poids atomiques déduits des recherches de Stas, concordent aussi exactement que possible avec les résultats directs de la recherche. Cependant j'ai constaté que plusieurs des poids atomiques calculés tant par Stas que par d'autres, comme répondant aux résultats expérimentaux de Stas, n'étaient point suffisamment exacts, ce qui résulte d'un calcul des résultats qu'auraient dû donner les recherches expérimentales, si les poids atomiques calculés d'après ses recherches avaient été tout à fait exacts; c'est que ledit calcul a révélé une différence difficilement compatible avec la grande exactitude à laquelle les expériences de Stas ont le droit de prétendre.

J'ai donc entrepris de calculer indépendamment la grandeur la plus probable du poids atomique des corps simples étudiés par Stas, et j'ai publié les résultats de ce calcul en 1893¹⁾. Les écarts trouvés relativement aux poids atomiques calculés par Stas, ne dépassent pas les deuxièmes décimales et, conséquemment en pratique, ils n'ont pas d'importance; mais si l'on contrôle les poids atomiques que j'ai calculés, en les faisant servir au calcul des valeurs expérimentales que Stas aurait dû trouver, dans le cas où mes indications seraient justes, on constate un accord essentiellement plus parfait que si, pour un pareil calcul, on emploie les poids atomiques donnés par Stas. Le tableau suivant montre la grandeur des poids atomiques tels que les a donnés Stas et que je les ai calculés d'après ses recherches.

¹⁾ Oversigt over det kgl. danske Vidensk. Selskabs Forhandlinger 1893, p. 356—369. — Zeitschrift f. physik. Chemie XIII, p. 726.

Tableau I.

<i>O</i> = 16.	Poids atomiques, calculés par	
	Stas.	Jul. Thomsen.
<i>Ag</i>	107,930	107 9299
<i>Cl</i>	35,457	35,4494
<i>Br</i>	79,952	79,9510
<i>I</i>	126,850	126,8556
<i>S</i>	32,074 ₂	32,0606
<i>Pb</i>	206,934	206,9042
<i>K</i>	39,142 ₅	39,1507
<i>Nn</i>	23,045 ₅	23,0543
<i>Li</i>	7,022	7,0307
<i>N</i>	14,055	14,0396

Or, en employant ces deux groupes de poids atomiques pour le calcul mentionné, c'est-à-dire pour trouver quels résultats directs auraient dû s'ensuivre des recherches de Stas, si l'un ou l'autre de ces groupes de poids atomiques était exact, on aboutit aux résultats du tableau ci-dessous, résultats qu'il faut concevoir comme suit: La deuxième colonne contient le résultat que Stas a trouvé par ses recherches, comme chiffre indiquant la relation de poids entre les corps indiqués dans la première colonne. Par exemple, Stas trouva par l'expérience qu'un gramme d'argent donnait 1,148521 gramme de soufre sulfuré ou 1,328448 gramme de chlorure de soufre, etc. En calculant ces nombres à l'aide des poids atomiques donnés par Stas, on trouve des valeurs qui sont respectivement de 0,000067 et de 0,000071 supérieures aux nombres trouvés par l'expérience. Ces écarts se trouvent dans la 3^e colonne. La 4^e colonne contient les écarts qui leur correspondent, lorsque, dans les calculs, on se sert des poids atomiques communiqués plus haut par moi; par conséquent, dans le premier exemple, les écarts ne donnent que 0,000004, tandis que dans le second il y a parfait accord.

Tableau II.

	Résultats expérimentaux de Stas.	Stas.	Thomsen.
$Ag_2S : Ag_2$	1,148521	+ 67.10 ⁻⁶	+ 4.10 ⁻⁶
$AgCl : Ag$	1,328448	+ 71	0
$AgBr : Ag$	1,740810	- 34	-43
$AgI : Ag$	2,175352	- 52	0
$KCl : Ag$	0,691190	- 6	0
$Ag_2 : Ag_2SO_4$	0,692033	- 28	+ 2
$AgCl : AgClO_3$	0,749204	- 5	-15
$AgBr : AgBrO_3$	0,796500	+ 9	+ 7
$AgI : AgIO_3$	0,830259	- 2	+ 1
$O_3 : KClO_3$	0,391510	+ 10	+ 4
$KBr : Ag$	1,103460	- 18	+49
$NaCl : Ag$	0,542046	- 5	+ 7
$NaBr : Ag$	0,954379	- 80	- 7
$NH_4Cl : Ag$	0,495998	+ 27	- 4
$NH_4Br : Ag$	0,908310	- 27	+ 3
$PbSO_4 : Pb$	1,464276	- 1	0
$LiCl : Ag$	0,393589	- 10	0
$KNO_3 : KCl$	1,356430	+114	+ 6
$NaNO_3 : NaCl$	1,454526	+121	-22
$LiNO_3 : LiCl$	1,625955	+190	-10
$PbN_2O_6 : Pb$	1,599686	+ 70	+ 8
$AgNO_3 : Ag$	1,574809	+147	+ 4

La comparaison directe des écarts indiqués dans les colonnes 3 et 4, montre que la concordance des résultats trouvés par expérience et ceux du calcul sont considérablement moindres, quand on emploie pour le calcul les poids atomiques indiqués par moi, qu'en utilisant ceux de Stas; ou, en d'autres termes, que mes chiffres concordent mieux que ceux de Stas avec ses résultats expérimentaux. La somme totale des écarts donne pour la 3^e colonne 1094 millièmes contre les 205 de la 4^e colonne. Il va donc de soi que, pour base des re-

cherches ci-dessous, je dois préférer les poids atomiques calculés ci-dessus par moi.

Les poids atomiques des susdits corps simples s'écartent tous des nombres entiers. Celui de l'oxygène fait exception, étant arbitrairement fixé à 16. Voici la valeur des écarts :

Tableau III.

<i>Ag</i>	108	— 0,0701
<i>Cl</i>	35,5	— 0,0506 ¹⁾
<i>Br</i>	80	— 0,0490
<i>I</i>	127	— 0,1444
<i>O</i>	16	
<i>S</i>	32	+ 0,0606
<i>Pb</i>	207	— 0,0958
<i>K</i>	39	+ 0,1507
<i>Na</i>	23	+ 0,0543
<i>Li</i>	7	+ 0,0307
<i>N</i>	14	+ 0,0396.

Les écarts sont donc compris entre — 0,1444 et + 0,1507, et c'est le hasard qui les a rendus négatifs pour l'une des moitiés des corps simples et positifs pour l'autre.

Comme les poids atomiques précités donnent tous de petits écarts des nombres entiers, il n'y a aucun lieu d'admettre que ce soit précisément l'oxygène qui fasse exception. Or, comme tous les écarts changent de valeur, si au lieu de 16, pour poids atomique de l'oxygène, on prend un autre nombre, j'ai pris à tâche de rechercher si, en modifiant le poids de l'oxygène, et par conséquent en multipliant tous les poids atomi-

¹⁾ J'ai posé pour poids atomique du chlore 35,5: les raisons qui permettraient de la porter à 35, sont mentionnées plus bas.

ques par un facteur donné, ce qui ne changerait rien non plus à leurs relations mutuelles, on pourrait constater des rapports capables d'assigner une cause commune aux écarts que font tous ces poids avec les nombres entiers.

La base de tous les poids atomiques déduits des recherches de Stas, est la relation de l'argent à l'oxygène, pour laquelle Stas a, comme on le sait, donné cinq valeurs indépendantes les unes des autres et donnant pour moyenne :

$$O = 0,148244 Ag.$$

Par conséquent, on trouve pour l'argent: 107,9299, l'oxygène étant 16. Ce rapport reste naturellement inaltérable quand on multiplie les deux nombres par un facteur commun $1 + q$, et l'on peut alors poser

$$(1 + q) O = 16 + x$$

$$(1 + q) Ag = 108 + y,$$

d'où résulte

$$0,148244 = \frac{16 + x}{108 + y}.$$

Ces deux équations renfermant trois inconnues, ne peuvent pas se résoudre si l'on ne connaît pas le rapport entre x et y . J'ai donc préféré l'essai du rapport le plus simple en posant $x = y$, d'où j'ai obtenu

$$1 + q = 1,000762$$

$$x = 0,0122;$$

c'est-à-dire que, multipliés par la valeur indiquée pour $1 + q$, ces poids atomiques deviennent respectivement 16,0122 et 108,0122.

Puis j'ai cherché ce qui arriverait pour les autres corps simples en multipliant leurs poids atomiques par un même facteur 1,00076, et à mon grand étonnement j'ai constaté que les écarts faits par les poids atomiques avec les nombres entiers les plus voisins deviennent, par une forte approximation, multiples de 0,0120. L'approximation était poussée si loin,

qu'il devait indubitablement y avoir là en jeu une cause commune. J'ai préféré alors approfondir la question par la méthode graphique.

La planche ci-jointe présente comme ordonnées du diagramme les écarts faits par les poids atomiques avec les nombres entiers, tandis que les abscisses donnent la valeur de $1 + q$. Sur l'axe des ordonnées sont marqués les divers corps simples avec leurs écarts respectifs d'après le tableau III. L'argent y figure donc comme $-0,0701$, et l'oxygène comme le point-origine du système des coordonnées. Ces écarts répondent par conséquent aux poids atomiques empiriques. Or, multipliés par $1 + q$, ces derniers font avec les nombres entiers les écarts correspondant aux différentes valeurs de q . Le diagramme de la planche montre comment les écarts négatifs diminuent à mesure que les valeurs de q augmentent, passent par zéro et deviennent positifs.

Le point d'intersection de l'axe se trouve ainsi, pour le plomb, l'argent et l'iode, respectivement pour q , = $0,000463$, $0,000649$ et $0,001138$, valeurs pour lesquelles les poids atomiques feraient conséquemment avec les nombres entiers un écart nul. Le diagramme met en évidence que q n'a aucune valeur pour laquelle plusieurs écarts disparaissent simultanément. Au contraire, on découvre déjà, en jetant sur les lignes du diagramme un coup d'œil superficiel, quelques points remarquables. Ainsi l'on voit que les lignes du plomb, de l'argent et du chlore s'entrecoupent presque au même point. Le calcul donne, pour les points d'intersection des lignes correspondantes, les abscisses et ordonnées que voici:

pour l'argent et le plomb	$1 + q = 1,000260$	$y = -0,0421$
» l'argent et le chlore	$1,000269$	$-0,0411$
» le plomb et le chlore	$1,000264$	$-0,0412.$

Voici la manière la plus simple d'effectuer le calcul: que A et A' représentent les poids atomiques empiriques d'après

le tableau III, a et a' les nombres entiers les plus rapprochés, y l'écart de ces nombres après la multiplication par $1 + q$.

On a alors

$$A(1 + q) = a + y$$

$$A'(1 + q) = a' + y,$$

d'où

$$1 + q = \frac{a - a'}{A - A'} \quad \text{et} \quad y = A(1 + q) - a.$$

Un autre point remarquable est l'intersection des lignes de l'argent, de l'oxygène et du brome; le calcul donne

pour l'argent et l'oxygène $1 + q = 1,000762 \quad y = 0,0121$

» l'argent et le brome $1,000754 \quad 0,0112$

» l'oxygène et le brome $1,000766 \quad 0,0122.$

Si donc on multiplie par environ 1,00076 les poids atomiques de l'argent, de l'oxygène et du brome, les nombres résultants font tous trois avec les nombres entiers un écart d'environ 0,012, et l'on retrouverait quelque chose de semblable dans le cas précité de l'argent, du plomb et du chlore, en multipliant leurs poids atomiques par environ 1,000265, auquel cas les écarts deviennent négatifs pour les poids atomiques de chacun de ces corps, et sont égaux, environ $-0,0415$.

Un troisième point remarquable correspond à $1 + q =$ environ 1,00146; car pour cette abscisse, les poids atomiques de l'iode et du lithium, de l'argent et du sodium, ainsi que du plomb et du potassium, font, avec les nombres entiers les plus voisins, des écarts presque égaux, en même temps que le poids atomique du chlore devient 35,5. En effet, le calcul donne

pour l'iode et le lithium $1 + q = 1,001461 \quad y = 0,0404$

» l'argent et le sodium $1,001466 \quad 0,0880$

» le plomb et le potassium $1,001469 \quad 0,2080$

» le chlore 35,5 $1,001427 \quad 0,0000.$

On ne trouve plus d'autres points remarquables entre ces lignes, même en les prolongeant au delà des limites du cadre comporté par la planche.

Si maintenant l'on cherche comment les poids atomiques des autres corps simples se modifieraient pour ces valeurs de q , on trouvera que, dans le premier cas et dans le dernier, les écarts ne présentent aucune concordance remarquable entre leurs écarts d'avec les nombres entiers, sinon les précités; tandis que le second cas offre ce grand intérêt que, si la valeur de q est intermédiaire à 1,00075 et à 1,00076, les différences entre les poids atomiques et les nombres entiers les plus voisins doivent indubitablement être considérées comme multiples de la valeur 0,0120 déjà trouvée plus haut.

En effet, en multipliant par 1,000756 les poids atomiques empiriques du tableau III, on obtient le résultat que voici:

Tableau IV.

	$O = 16.$	$O = 16 \cdot 1,000756.$	Valeur des écarts.
<i>Ag</i>	107,9299	108,0115 = 108 + 0,0115	1. 0,0115
<i>Cl</i>	35,4494	35,4762 = 35,5 - 0,0238	- 2. 0,0119
<i>Br</i>	79,9510	80,0115 = 80 + 0,0115	+ 1. 0,0115
<i>I</i>	126,8556	126,9515 = 127 - 0,0485	- 4. 0,0121
<i>O</i>	16,0000	16,0121 = 16 + 0,0121	+ 1. 0,0121
<i>S</i>	32,0606	32,0848 = 32 + 0,0848	7. 0,0121
<i>Pb</i>	206,9042	207,0606 = 207 + 0,0606	5. 0,0121
<i>K</i>	39,1507	39,1803 = 39 + 0,1803	15. 0,0120
<i>Na</i>	23,0543	23,0717 = 23 + 0,0717	6. 0,0119 ₅
<i>Li</i>	7,0307	7,0360 = 7 + 0,0360	3. 0,0120

La dernière colonne montre comment les différences entre les poids atomiques et les nombres entiers (celui du chlore, à partir de 35,5), sont à très peu près des multiples de 0,0120. La concordance semble moindre pour l'argent et le brome; mais ce n'est qu'en apparence; car une différence de 5 unités, dans la 4^e décimale, n'est, comparativement aux poids atomiques de ces corps, que 1:216000 pour l'un et 1:160000 pour

l'autre, c'est-à-dire une différence tout à fait négligeable. Le plus grand écart est celui du soufre; il s'élève à 0,0008, ce qui par rapport au poids atomique du soufre se pose 1 : 40000; mais en lui-même cet écart est si petit qu'il tombe en deçà des limites des erreurs d'observation, comme je le montrerai plus bas.

Le meilleur moyen de constater l'existence des multiples de 0,0120 dans les poids atomiques en admettant celui de l'oxygène = 16,012, consiste à employer ces poids atomiques pour calculer les nombres relatifs que Stas aurait dû trouver, si lesdits nouveaux poids atomiques étaient une expression exacte du poids relatif des atomes. Le résultat de ce calcul se trouve dans le tableau V; voir plus bas. Les quatre premières lignes contiennent les poids atomiques rationnels admis par moi; la 2^e colonne contient les nombres relatifs qu'aurait trouvés Stas dans ses recherches expérimentales, si les nouveaux poids atomiques sont les vrais. Or, si l'on compare ces derniers avec les résultats d'expériences que Stas a communiqués et que contient la 2^e colonne du tableau II, on trouve exprimées en millièmes de l'unité les différences indiquées dans la 3^e colonne du tableau ci-joint.

Tableau V.

	$O = 16,012$	
$Li = 7,036$	$S = 32,084$	$Cl = 35,476$
$Na = 23,072$	$Ag = 108,012$	$Br = 80,012$
$K = 39,180$	$Pb = 207,060$	$I = 126,952$
	Nombres relatifs calculés avec les poids atomiques ci-dessus.	Écart fait avec le résultat expérimentalement trouvé par Stas; voir tabl. II.
$Ag_2S : Ag_2$	1,148521	0. 10 ⁻⁶
$AgCl : Ag$	1,328445	— 3
$AgBr : Ag$	1,740770	— 40
$AgI : Ag$	2,175351	— 1

Tableau V (suite).

	Nombres relatifs calculés avec les poids atomiques ci-dessus.	Écart fait avec le résultat expérimentalement trouvé par Stas; voir tabl. II.
<i>KCl</i> : <i>Ag</i>	0,691182	— 80 . 10 ⁻⁶
<i>Ag</i> ₂ : <i>Ag</i> ₂ <i>SO</i> ₄	0,692038	+ 5
<i>AgCl</i> : <i>AgClO</i> ₃	0,749191	— 13
<i>AgBr</i> : <i>AgBrO</i> ₃	0,796509	+ 9
<i>AgI</i> : <i>AgIO</i> ₃	0,830261	+ 2
<i>O</i> ₃ : <i>KClO</i> ₃	0,391517	+ 7
<i>O</i> ₃ : <i>Ag</i>	0,444728	— 5
<i>KBr</i> : <i>Ag</i>	1,103507	+ 47
<i>NaCl</i> : <i>Ag</i>	0,542051	+ 5
<i>NaBr</i> : <i>Ag</i>	0,954375	— 4
<i>PbSO</i> ₄ : <i>Pb</i>	1,464275	— 5
<i>LiCl</i> : <i>Ag</i>	0,393586	— 3

Les écarts sont donc très petits: leur total fait 157 millionièmes, tandis que le tableau II présente un écart de 398 millionièmes par les mêmes nombres relatifs, si le calcul se fait avec les poids atomiques donnés par Stas. Les écarts principaux sont ceux des combinaisons du brome; mais aussi pour ces combinaisons les nombres relatifs concordent beaucoup mieux avec les résultats auxquels l'expérience a conduit Stas, quand on prend mes nombres pour base du calcul. Pour les quatre nombres relatifs sur lesquels influe le poids atomique du brome, on trouve les écarts suivants:

	Stas.	Thomsen.
<i>AgBr</i> : <i>Ag</i>	— 34 . 10 ⁻⁶	— 40 . 10 ⁻⁶
<i>AgBr</i> : <i>AgBrO</i> ₃	+ 9	+ 9
<i>KBr</i> : <i>Ag</i>	— 18	+ 47
<i>NaBr</i> : <i>Ag</i>	— 80	— 4

Dans le premier cas, le total des écarts est —132 et + 9; dans le second cas, — 44 et + 56: la concordance est donc

beaucoup plus parfaite dans ce dernier cas. On trouve quelque chose d'analogue dans les rapports du soufre; les recherches de Stas comprennent deux combinaisons du soufre, Ag_2S et Ag_2SO_4 , qui donnent entre les résultats de l'expérience et ceux du calcul les écarts suivants:

	Stas.	Thomsén.
$Ag_2S : Ag_2$	+ 67 . 10 ⁻⁶	0 . 10 ⁻⁶
$Ag_2 : Ag_2SO_4$	- 28	+ 5

Ces derniers nombres présentant une concordance parfaite, il s'ensuit que l'écart de 0,0008 constaté plus haut (v. tableau IV) pour les poids atomiques du soufre, se trouve tout à fait en deçà des limites des erreurs d'observation.

On ne saurait donc douter que les poids atomiques du tableau V ne concordent parfaitement avec les résultats expérimentalement trouvés par Stas, et la question devient alors de savoir si la règle en vigueur pour ces poids atomiques, savoir qu'ils sont la somme de nombres entiers et d'un multiple de la constante $\alpha = 0,0120$, s'applique aussi à d'autres corps simples.

Mais à cet égard, les matériaux utilisables sont extrêmement restreints; car à l'exception de deux ou trois corps simples, savoir l'azote, le carbone et le fer, les poids atomiques n'ont pas été déterminés avec une exactitude qui permette de s'en servir: il faudrait pour cela que les diverses déterminations du poids atomique d'un corps donné présentassent des écarts beaucoup moins divergents. Pour les trois corps simples susdits, l'examen montre qu'on a raison de poser comme suit le poids atomique rationnel:

azote	$14 + 4\alpha = 14,048$
carbone	$12 + \alpha = 12,012$
fer	$56 + 5\alpha = 46,060.$

En effet, pour déterminer le poids atomique de l'azote, Stas a fait cinq séries d'expériences, dont les résultats sont

portés au tableau II. Or, si l'on calcule ces résultats à l'aide de $N = 14,048$ et des poids atomiques rationnels indiqués plus haut (v. tableau V), on obtient :

Résultat des expériences de Stas	calculé pour $N = 14,048$.	Écart.
$KNO_3 : KCl = 1,356430$	1,356408	- 22.10 ⁻⁶
$NaNO_3 : NaCl = 1,454526$	1,454465	- 61
$LiNO_3 : LiCl = 1,625955$	1,625894	- 61
$PbN_2O_6 : Pb = 1,599686$	1,599672	- 14
$AgNO_3 : Ag = 1,574809$	1,574788	- 21

Il est vrai que ces écarts sont tous négatifs, mais les sels de sodium sont les seuls qui donnent un écart de 1 : 24000 par rapport au résultat expérimental; dans les autres cas, l'écart est beaucoup moindre. En moyenne, les écarts sont de - 36 millièmes, tandis que, si l'on prend, comme le fait Stas, 14,055 pour poids atomique de l'azote, la moyenne devient + 128 millièmes (v. tableau II).

A l'égard du carbone, on a les expériences faites par Dumas et Stas, ainsi que par Erdmann et Marchand, sur la quantité d'acide carbonique fournie par la combustion d'un gramme de carbone, soit diamant, soit graphite. Les nombres varient de 3,6636 à 3,6698, et le chiffre moyen des cinq groupes d'expériences est 3,6664. Posant $C = 12,012$, on a $CO_2 : C = 44,036 : 12,012 = 3,6660$. Par expérience, 3,6664.

En outre Stas a déterminé la quantité d'oxygène avec laquelle l'oxyde de carbone se combine pour donner par combustion l'acide carbonique. Il trouva pour chaque gramme d'oxygène consommé 2,75029 grammes d'acide carbonique. Or, on a pour $C = 12,012$.

$$CO_2 : O = 44,036 : 16,012 = 2,75019.$$

Par expérience, 2,75029.

On peut donc en confiance poser pour le poids atomique du carbone 12,012; car la première série d'expériences donne 12,0102, et la seconde 12,0136; leur moyenne est donc 12,0119.

Le poids atomique du fer se détermine par la relation entre le fer et le sesquioxyde de fer: le chiffre moyen des six séries d'expériences est, d'après Clarke ¹⁾, 0,700075, ce qui donne pour le fer un poids atomique de 56,0620. Si l'on prend 56,060, on obtient

$$Fe_2 : Fe_2 O_3 = 112,120 : 160,156 = 0,700072.$$

Par expérience, 0,700075, ce qui concorde parfaitement.

Le résultat de toute cette étude est donc que pour 13 corps simples dont le poids atomique est déterminé avec beaucoup d'exactitude, ces quantités ont entre elles les rapports suivants. En posant pour poids atomique de l'oxygène 16,012 et en représentant 0,012 par α , l'on a

	Poids atomiques rationnels.	Poids atomiques empiriques.
<i>O</i>	$16 + \alpha = 16,012$	16,000
<i>S</i>	$32 + 7\alpha = 32,084$	32,060
<i>C</i>	$12 + \alpha = 12,012$	12,003
<i>N</i>	$14 + 4\alpha = 14,048$	14,038
<i>Ag</i>	$108 + \alpha = 108,012$	107,930
<i>Pb</i>	$207 + 5\alpha = 207,060$	206,904
<i>Fe</i>	$56 + 5\alpha = 56,060$	56,018
<i>K</i>	$39 + 15\alpha = 39,180$	39,150
<i>Na</i>	$23 + 6\alpha = 23,072$	23,055
<i>Li</i>	$7 + 3\alpha = 7,036$	7,031
<i>Cl</i>	$35,5 - 2\alpha = 35,476$	35,449
<i>Br</i>	$80 + \alpha = 80,012$	79,951
<i>I</i>	$127 - 4\alpha = 126,952$	126,856

¹⁾ The constants of nature V, 134.

Les poids atomiques rationnels sont donc la somme des nombres entiers les plus voisins et d'un multiple de 0,012; toutefois, pour la part du chlore, on a pris 35,5. Ces nombres ont tous leur rapport à un poids atomique de 16,012 représentant l'oxygène, tandis que les poids atomiques empiriques dérivent des rationnels comme quotients fournis par 1,000756, et correspondent à un poids atomique de 16,000 pour l'oxygène. Ces nombres sont donnés en grandeur dans la 3^e colonne.

Voici donc démontrées des concordances particulières entre les petits écarts faits avec les nombres entiers par les poids atomiques des divers corps simples, quand on détermine ces poids par rapport à $O = 16,012$. Reste à connaître la cause probable de ce phénomène, c'est-à-dire comment se présentent les écarts en tant que multiples d'une constante, environ 0,0120.

Surgit alors la première la question d'une relation entre la grandeur des écarts et le caractère chimique respectif des corps simples. Voici un tableau comparatif, où l'on a en conséquence disposé les corps simples d'après la grandeur des écarts et placé en dessous de chacun le coefficient qui répond à α

<i>K</i>	<i>S</i>	<i>Na</i>	<i>Fe</i>	<i>Pb</i>	<i>N</i>	<i>Li</i>	<i>Ag</i>	<i>C</i>	<i>O</i>	<i>Br</i>	<i>Cl</i>	<i>I</i>
15	7	6	5	5	4	3	1	1	1	1	÷ 2	÷ 4

Cette comparaison fait ressortir une solidarité évidente entre le caractère des corps simples et la grandeur des coefficients. A gauche sont les éléments fortement électro-positifs avec leur grand coefficient positif; à droite, les éléments plus électro-négatifs, dont le coefficient est petit et partiellement négatif.

Sans la présence des coefficients négatifs du chlore et de l'iode, on aurait pu supposer que la relation démontrée pourrait bien être due à un dualisme de la matière; car alors le poids atomique pourrait se concevoir comme formé par l'addi-

tion de deux multiples, savoir un multiple du poids atomique de l'hydrogène (ou la moitié de ce poids) et un multiple d'un quantité beaucoup moindre, savoir 0,012. En ce cas on pourrait imaginer les atomes comme agrégats d'un certain nombre de particules des deux unités de matière. Toutefois les coefficients négatifs suscitent une difficulté à l'admission d'un pareil dualisme matériel comme cause dudit phénomène. Il va de soi qu'on pourrait éloigner cette difficulté en divisant le poids atomique du chlore en $35 + 0,476$ et celui de l'iode en $126 + 0,952$, ce qui donnerait pour l'écart du chlore $40.0,0119$ et pour celui de l'iode $80.0,0119$; mais alors la grandeur de ces coefficients dépasse tellement celle qu'on trouve aux autres éléments, qu'on hésite à admettre cette échappatoire.

Une autre hypothèse plus naturelle que le dualisme de la matière, serait de voir la masse propre des atomes exprimée par les nombres entiers dont se rapprochent les poids atomiques empiriques, les écarts faits avec ces nombres provenant de ce que la masse des atomes a pour annexe inséparable une certaine quantité d'énergie. Qu'on voie, par ex. dans cette énergie une charge électrique tellement isolée qu'elle ne puisse pas quitter les atomes en voie de se combiner; la charge d'un corps sera donc la somme des charges de tous les atomes. Le globe terrestre pris en bloc se présentera donc également comme ayant une énorme charge électrique de ce genre, qui alors exercera son action sur les atomes par attraction ou répulsion, suivant la nature et la grandeur des charges propres de ces atomes. En pareille hypothèse, le poids du corps deviendrait donc la somme de deux actions, savoir, d'une part, une action qui dépend de la masse du corps; d'autre part, une action dépendant de la somme de charges électriques appliquées aux atomes de ce corps. Alors l'accélération que la terre exerce soit par sa masse, soit par sa charge électrique, pourrait agir tantôt dans le même sens, tantôt en sens contraire, selon la charge électrique du corps. Dans le premier cas, le

poids apparent du corps excéderait celui qui répond à la masse de ce corps; dans l'autre cas, il serait plus faible. Si donc nous voyons les atomes chargés d'électricité positive ou d'électricité négative, la terre, par ex. ayant une résultante électrique négative, les atomes du premier cas nous présenteraient un poids apparent plus fort, les autres un poids apparent moindre, c'est-à-dire que, pour les corps simples électro-positifs, le poids atomique excéderait la valeur qui correspond à la masse propre de l'atome et s'exprime en nombres entiers; pour les corps simples électro-négatifs, ce poids restera en deçà, ce qui par conséquent concorderait bien avec la relation constatée. Mais, ici aussi, l'on se heurte contre une difficulté principale; car une relation comme cette dernière entraînerait conséquemment une accélération quelque peu différente pour les divers corps simples, et les expériences faites dans ce sens n'en ont pas fait constater. Toutefois on peut appliquer à ceci la remarque que les conclusions des expériences faites jusqu'ici, peuvent difficilement se dire péremptoires; car on n'a point expérimenté sur les corps simples dont l'écart constitue un maximum vis-à-vis de leur masse, par ex. les métaux alcalins. Et quand même, à la suite d'expériences conduites de manière à répondre pertinemment, l'explication du phénomène serait voie impraticable, la relation constatée entre les poids atomiques des corps simples n'en est pas moins d'une nature assez remarquable pour susciter une recherche soigneuse tant des généralités de ladite relation établie que de sa cause la plus probable. C'est à peine s'il y a lieu de douter qu'on puisse démontrer une relation entre les susdits écarts d'avec les nombres entiers présentés par les poids atomiques rationnels, et le caractère chimique des atomes eux-mêmes; mais pour cela on aurait à déterminer d'une manière tout à fait sûre le poids atomique des corps simples en plus grand nombre que les treize éléments précités, et pour effectuer ce travail il ne faudrait pas moins d'une longue série d'années, si, sous le

rapport de l'exactitude, on voulait en mettre les résultats au niveau des déterminations faites par Stas. Tant qu'on n'aura pas achevé ce travail, on ne peut admettre qu'à titre d'hypothèse très plausible la formation des soi-disant atomes de nos corps simples par voie d'union entre les particules d'une matière constituant pour tous une base commune. Mais, en même temps, à la masse des atomes se rattacherait quelque chose d'inconnu, une quantité d'énergie ou tel être matériel, exerçant son influence par rapport au caractère chimique des atomes et aux relations de leur poids apparent, en sorte que les poids atomiques empiriques ne seraient pas l'expression exacte des masses réelles des atomes.

