

n'existe que des suites de roches pouvant se rapporter à diverses séries, et que réellement la nature ne présente que fort peu de roches qui fassent des espèces distinctes, ou qui puissent exactement se rapporter à une espèce minéralogique déterminée d'une manière positive.

(La suite à un autre Numéro.)

EXTRAIT

E X T R A I T

D'UN Mémoire sur l'Analyse végétale et animale (1).

Par MM. GAY-LUSSAC et THENARD.

LORSQUE nous avons conçu le projet de nous occuper de l'analyse des substances végétales et animales, la première idée qui s'est présentée à notre esprit, et celle à laquelle nous nous sommes arrêtés, a été de transformer, à l'aide de l'oxygène, les substances végétales et animales en eau, en acide carbonique et en azote. Il était évident que si nous pouvions parvenir à opérer cette transformation, de manière à recueillir tous les gaz, cette analyse devenait d'une exactitude et d'une simplicité très-grandes. Deux obstacles s'y opposaient; l'un était de brûler complètement l'hydrogène et le carbone de ces substances, et l'autre était d'en faire la combustion en vaisseaux clos.

On ne pouvait espérer de surmonter le premier qu'au moyen des oxydes métalliques qui cèdent facilement leur oxygène, ou qu'au moyen du muriate suroxygéné de potasse. Quelques essais nous firent donner bientôt la préférence à ce sel qui réussit au-delà de nos espérances. Il n'était point à beaucoup près aussi facile de

(1) Ce Mémoire a été lu à l'Institut le 15 janvier 1810.

surmonter le second, car on ne pouvait point tenter la combustion dans une cornue pleine de mercure; pour peu qu'on y eût brûlé de matière, la cornue eût été brisée: il fallait donc trouver un appareil dans lequel on pût, 1°. brûler des portions de matières assez petites pour qu'ils n'y eût pas fractures de vases; 2°. faire un assez grand nombre de combustions successives, pour que les résultats fussent bien sensibles; 3°. enfin recueillir les gaz à mesure qu'ils seraient formés. C'est un appareil de ce genre que nous avons mis sous les yeux de l'Institut: il est composé de trois pièces bien distinctes; l'une est un tube de verre fort épais, fermé à la lampe par son extrémité inférieure, ouvert au contraire par son extrémité supérieure, long d'environ deux décimètres, et large de huit millimètres; il porte latéralement, à cinq centimètres de son ouverture, un très-petit tube, aussi de verre, qu'on y a soudé et qui ressemble à celui qu'on adapterait à une cornue pour recevoir les gaz. L'autre pièce est une virole en cuivre, dans laquelle on fait entrer l'extrémité ouverte du grand tube de verre, et avec laquelle on l'unit au moyen d'un mastic qui ne fond qu'à 40°; la dernière pièce est un robinet particulier qui fait tout le mérite de l'appareil. La clef de ce robinet n'est pas trouée et tourne en tous sens, sans donner passage à l'air. On y a seulement pratiqué à la surface, et vers la partie moyenne, une cavité capable de loger un corps du volume d'un petit pois; mais cette cavité est telle, qu'étant dans sa position supérieure, elle correspond à un petit entonnoir vertical qui pénètre dans la boîte

de la clef, et dont elle forme en quelque sorte l'extrémité du bec; et que, ramenée dans sa position inférieure, elle communique et fait suite à la tige même du robinet, qui est creuse et qui se visse à la virole. Ainsi, lorsqu'on met de petits fragmens d'une matière quelconque dans l'entonnoir, et qu'on tourne la clef, bientôt la cavité s'en trouve remplie, et la porte, en continuant à se mouvoir, dans la tige du robinet, d'où elle tombe dans la virole, et de là au fond du tube de verre.

Si donc cette matière est un mélange de muriate suroxygéné de potasse et de substance végétale dans des proportions convenables, et si la partie inférieure du tube de verre est suffisamment chaude, à peine la touchera-t-elle, qu'elle s'enflammera vivement; alors la substance végétale sera détruite instantanément, et sera transformée en eau et en acide carbonique que l'on recueillera sur le mercure avec le gaz oxygène excédant par le petit tube latéral.

Pour exécuter facilement cette opération, on conçoit qu'il est nécessaire que la matière se détache toute entière de sa cavité, et tombe au fond du tube. A cet effet, on la met en petites boulettes, comme il sera dit tout-à-l'heure; il est également nécessaire de rechercher quelle est la quantité de muriate suroxygéné convenable pour brûler complètement la substance végétale; il faut même avoir la précaution d'en employer au moins moitié plus que cette substance n'en exige, afin que la combustion en soit complète.

Mais de toutes les recherches qui doivent précéder l'opération, la plus importante à faire,

c'est l'analyse du muriate suroxygéné qu'on emploie ; car c'est sur cette analyse que sont fondés en grande partie tous les calculs de l'expérience.

Tout cela étant bien conçu , il sera facile d'entendre comment on peut faire l'analyse d'une substance végétale avec le muriate suroxygéné. On broie cette substance sur un porphyre avec le plus grand soin ; on y broie également le muriate suroxygéné ; on pèse avec une balance très-sensible des quantités de l'un et l'autre , desséchées au degré de l'eau bouillante ; on les mêle intimement ; on les humecte ; on les moule en cylindres , on partage ces cylindres en petites portions , et on arrondit avec le doigt chacune d'elles , en forme de petites boules qu'on expose pendant un tems suffisant à la température de l'eau bouillante , pour les ramener au même point de dessiccation que l'étaient les matières primitives. Si la substance à analyser est un acide végétal , on la combine avec la chaux ou la baryte , on analyse le sel qui en résulte , et on tient compte de l'acide carbonique que retient la base après l'expérience. Si cette substance renferme quelques matières étrangères , on en détermine la quantité , et on en tient également compte.

Ainsi , on sait donc rigoureusement qu'un poids donné de ce mélange représente un poids connu de muriate suroxygéné et de la substance que l'on veut analyser.

Maintenant , pour terminer l'opération , il ne s'agit plus que de porter le fond du tube au rouge cerise , d'en chasser tout l'air au moyen d'un certain nombre de boulettes qu'on ne pèse

pas et qu'on y fait tomber l'une après l'autre ; puis d'en décomposer de la même manière un poids exactement donné , et d'en recueillir soigneusement tous les gaz dans des flacons pleins de mercure et jaugés d'avance.

Si tous ces flacons ont la même capacité , ils seront remplis de gaz par des poids égaux de mélange ; et si on examine ces gaz , on les trouvera parfaitement identiques , preuve évidente de l'extrême exactitude de cette opération. Pendant toute sa durée , on doit tenir le tube au plus haut degré de chaleur qu'il peut supporter sans se fondre , afin que les gaz ne contiennent pas ou contiennent le moins possible de gaz hydrogène oxy-carburé. Dans tous les cas , on en fait l'analyse sur le mercure ; c'est une épreuve à laquelle il est indispensable de les soumettre. Il suffit pour cela de les mêler avec le quart de leur volume d'hydrogène , et d'y faire passer une étincelle électrique : comme ils renferment un grand excès d'oxygène , l'hydrogène qu'on ajoute , et dont on tient compte , brûle ainsi que tout l'hydrogène oxy-carburé qu'ils peuvent contenir ; et par-là on acquiert la certitude qu'ils ne sont plus formés que d'acide carbonique et d'oxygène , dont on opère la séparation par la potasse.

Mais cette nécessité d'élever fortement la température , oblige d'une autre part à prendre quelques précautions pour que le robinet ne s'échauffe pas ; on fait passer dans cette vue le tube de verre à travers une brique , et on l'y assujétit avec du lut de terre , ce qui a l'avantage de donner en même tems de la solidité à l'appareil , et on soude en outre à la tige du

robinet un petit cylindre creux dans lequel on met de l'eau ou mieux encore de la glace.

On a donc ainsi toutes les données nécessaires pour connaître la proportion des principes de la substance végétale; on sait combien on a brûlé de cette substance, puisqu'on en a le poids à un demi-milligramme près; on sait combien il a fallu d'oxygène pour la transformer en eau et en acide carbonique, puisque la quantité est donnée par la différence qui existe entre celle contenue dans le muriate suroxygéné et celle contenue dans les gaz; enfin, on sait combien il s'est formé d'acide carbonique, et on calcule combien il a dû se former d'eau.

En suivant le même ordre d'analyse, on parvient également à déterminer la proportion des principes constituans de toutes les substances animales; mais comme ces substances contiennent de l'azote, et qu'il y aurait formation de gaz acide nitreux, si on n'employait un excès de muriate suroxygéné pour les brûler, il ne faut en employer qu'une quantité suffisante pour le réduire complètement en gaz acide carbonique, hydrogène oxy-carburé et azote, dont on fait l'analyse dans l'eudiomètre à mercure par les méthodes ordinaires, et de laquelle on conclut exactement celle de la substance animale elle-même.

La manière dont nous procédons à l'analyse des substances végétales et animales étant exactement connue, nous pouvons dire quelle est la quantité que nous en décomposons, sans craindre d'affaiblir la confiance qu'on doit avoir en nos résultats: cette quantité s'élève tout au plus à 6 décigrammes; d'ailleurs, si

on élevait le moindre doute sur l'extrême exactitude à laquelle nous parvenons, nous le dissiperions en rappelant que nous remplissons successivement de gaz, deux et quelquefois trois flacons de même capacité; que ces gaz sont identiques, et proviennent toujours d'un même poids de matière.

Nous pourrions ajouter que l'exactitude d'une analyse consiste bien plus dans la précision des instrumens et des méthodes qu'on emploie, que dans la quantité de matière sur laquelle on opère. L'analyse de l'air est plus exacte qu'aucune analyse de sels; et cependant elle se fait sur deux à trois cents fois moins de matière que celle-ci. C'est que dans la première où on juge des poids par les volumes qui sont très-considérables, les erreurs que l'on peut commettre sont peut-être mille ou douze cents fois moins sensibles que dans la seconde où on est privé de cette ressource. Or, comme nous transformons en gaz les substances que nous analysons, nous ramenons nos analyses, non pas seulement à la certitude des analyses minérales ordinaires, mais à celles des analyses minérales les plus exactes; d'autant plus que nous recueillons au moins un litre de gaz, et que nous trouvons dans notre manière même de procéder, la preuve d'une extrême exactitude et des plus petites erreurs.

Déjà nous avons fait, par la méthode et avec tous les soins que nous venons d'indiquer, l'analyse de seize substances végétales, savoir: des acides oxalique, tartareux, muqueux, citrique et acétique; de la résine de térébenthine, de la copale, de la cire et de l'huile d'olive; du

sucre, de la gomme, de l'amidon, du sucre de lait, des bois de hêtre et de chêne, et du principe cristallisable de la manne. Les résultats que nous avons obtenus nous semblent être du plus grand intérêt, car ils nous ont conduits à reconnaître trois lois très-remarquables auxquelles la composition végétale est soumise, et qu'on peut exprimer ainsi :

Première Loi. Une substance végétale est toujours acide, toutes les fois que dans cette substance l'oxygène est à l'hydrogène dans un rapport plus grand que dans l'eau.

Deuxième Loi. Une substance végétale est toujours résineuse, ou huileuse, ou alcoolique, etc., toutes les fois que dans cette substance l'oxygène est à l'hydrogène dans un rapport plus petit que dans l'eau.

Troisième Loi. Enfin, une substance végétale n'est ni acide ni résineuse, et est analogue au sucre, à la gomme, à l'amidon, au sucre de lait, à la fibre ligneuse, au principe cristallisable de la manne, toutes les fois que dans cette substance l'oxygène est à l'hydrogène dans le même rapport que dans l'eau.

Ainsi, en supposant pour un instant que l'hydrogène et l'oxygène fussent à l'état d'eau dans les substances végétales, ce que nous sommes loin de regarder comme vrai, les acides végétaux seroient formés de carbone, d'eau et d'oxygène dans des proportions diverses.

Les résines, les huiles fixes et volatiles, l'alcool et l'éther, le seraient de carbone, d'eau

et d'hydrogène; aussi dans des proportions diverses.

Enfin, le sucre, la gomme, l'amidon, le sucre de lait, la fibre ligneuse, le principe cristallisable de la manne, seraient seulement formés de carbone et d'eau, et ne différeraient encore que par les quantités plus ou moins grandes qu'elles en contiendraient.

C'est ce que nous pouvons faire voir en citant diverses analyses de substances acides résineuses et autres.

100 parties d'acide oxalique contiennent :

Carbone.	26,566	} Carbone. 26,566 Oxygène et hydrogène dans le rapport où ils sont dans l'eau. 22,872 Oxygène en entier. 50,562
Oxygène.	70,689 ou bien	
Hydrogène.	2,745	
	<hr/>	
	100 p.	100 p.

100 parties d'acide acétique contiennent :

Carbone.	50,224	} Carbone. 50,224 Oxygène et hydrogène dans le rapport où ils sont dans l'eau. 46,911 Oxygène en excès. 2,865
Oxygène.	44,147 ou bien	
Hydrogène.	5,629	
	<hr/>	
	100 p.	100 p.

L'acide oxalique contient donc plus de la moitié de son poids d'oxygène en excès, par rapport à l'hydrogène, tandis que dans l'acide acétique, cet excès n'est pas tout-à-fait de trois centièmes. Ces deux acides occupent les extrêmes

de la série des acides végétaux ; l'un est le plus oxygéné de tous ; et l'autre est, au contraire, celui qui l'est le moins.

Voilà pourquoi il faut tant d'acide nitrique pour convertir le sucre et la gomme, etc., en acide oxalique ; voilà pourquoi, au contraire, tant de substances végétales et animales produisent si facilement de l'acide acétique dans une foule de circonstances ; et voilà pourquoi surtout le vin se change en vinaigre, sans qu'il se forme d'acide intermédiaire : phénomène qu'on n'avait point encore expliqué, parce qu'on regardait le vinaigre comme le plus oxygéné de tous les acides.

100 parties de résine ordinaire contiennent :

Carbone.	75,944
Hydrogène et oxygène dans le rapport où ils sont dans l'eau.	15,156
Hydrogène en excès.	8,900

100 parties d'huile d'olive contiennent :

Carbone.	77,213
Hydrogène et oxygène dans le rapport où ils sont dans l'eau.	10,712
Hydrogène en excès.	12,075

100 parties de sucre cristallisé contiennent :

Carbone.	40,794	} Carbone. 40,794 Hydrogène et oxygène dans le rapport où ils sont dans l'eau. . . 59,206 Oxygène en excès. . . 0 Hydrogène en excès. . . 0
Carbone.	40,794	
Oxygène.	52,101 ou bien	
Hydrogène.	7,105	
<hr/>		
100 p.		100 p.

Nota. M. Berthollet, qui a analysé le sucre et l'acide oxalique en les distillant et faisant passer les produits de la distillation au travers d'un tube de porcelaine incandescent, a obtenu des résultats qui ne diffèrent que très-peu de ceux que nous avons obtenus nous-mêmes. Son analyse est antérieure à la nôtre.

100 parties de bois de hêtre contiennent :

Carbone.	51,192	} Carbone. 51,192 Hydrogène et oxygène dans le rapport où ils sont dans l'eau. . . 48,808 Oxygène en excès. . . 0 Hydrogène en excès. . . 0
Carbone.	51,192	
Oxygène.	42,950 ou bien	
Hydrogène.	5,857	
<hr/>		
100 p.		100 p.

100 parties de bois de chêne contiennent :

Carbone.	52,396	} Carbone. 52,396 Hydrogène et oxygène dans le rapport où ils sont dans l'eau. . . 47,604 Oxygène en excès. . . 0 Hydrogène en excès. . . 0
Carbone.	52,396	
Oxygène.	41,891 ou bien	
Hydrogène.	5,713	
<hr/>		
100 p.		100 p.

Ces résultats mettent en évidence une vérité très-importante ; c'est que l'eau toute entière ou ses principes, sont fixés par le végétal dans l'acte de la végétation ; car, tous les végétaux étant presque entièrement formés de fibres ligneuses, de mucilage, qui contiennent de l'oxygène et de l'hydrogène, dans le même rapport que l'eau, il est évident que portée dans le sein du végétal, elle s'y combine avec le charbon pour le former.

Si donc il nous était donné de pouvoir unir ces deux corps en toute proportion, et d'en rapprocher convenablement les molécules, nous ferions, à coup sûr, toutes les substances végétales qui tiennent le milieu entre les acides et les résines, telles que le sucre, l'amidon, la fibre ligneuse, etc.

Nous n'avons encore analysé, parmi les substances animales, que la fibrine, l'albumine, la gélatine et la matière caseuse.

Il résulte de notre analyse, que, dans ces quatre substances, et probablement dans toutes substances animales analogues, l'hydrogène est à l'oxygène dans un rapport bien plus grand que dans l'eau; que, plus est grand l'excès d'hydrogène qu'elles contiennent, plus est grande aussi la quantité d'azote qui s'y trouve; que ces deux quantités sont presque l'une à l'autre dans le même rapport que dans l'ammoniaque, et qu'il est probable que ce rapport dont on approche, existe réellement, d'autant plus qu'on trouve toujours un peu trop d'hydrogène, et que toutes les erreurs que l'on peut faire tendent à en augmenter la quantité. On en jugera par les deux analyses suivantes :

100 parties de fibrine contiennent :

Carbone.	51,675
Hydrogène et oxygène dans le rapport où ils sont dans l'eau.	26,607
Hydrogène en excès.	5,387
Azote.	16,331

100 part.

100 parties de matière caseuse contiennent :

Carbone.	57,190
Hydrogène et oxygène dans le rapport où ils sont dans l'eau.	18,778
Hydrogène en excès.	5,680
Azote.	18,352

En admettant ce rapport, ces substances correspondraient donc, pour le rang qu'elles tiendraient parmi les substances animales, au rang qu'occupent le sucre, la gomme, la fibre ligneuse, etc., parmi les substances végétales; car, de même que l'hydrogène et l'oxygène, principe gazeux des unes, peuvent se saturer réciproquement, et former de l'eau; de même, l'hydrogène, l'oxygène et l'azote, principes gazeux des autres, peuvent aussi se saturer réciproquement, et former de l'eau et de l'ammoniaque: de manière que le carbone, qui est le seul principe fixe que toutes contiennent, ne jouit d'aucune propriété relative à cette saturation. Si nous nous laissons guider par l'analogie, nous comparerons, sous ce point de vue, les acides minéraux aux acides végétaux; et les graisses animales, s'il en est qui contiennent de l'azote, aux résines et aux huiles végétales: par conséquent, l'hydrogène ne devrait point être en assez grande quantité dans l'acide urique pour saturer l'oxygène et l'azote que cet acide contient, ou pour pouvoir faire de l'eau et de l'ammoniaque, en se combinant avec ces deux corps, et le contraire devrait avoir lieu dans les graisses animales.

On peut tirer sans doute un bien plus grand

nombre de conséquences de toutes les expériences précédentes ; mais nous réservons pour un autre Mémoire ce travail dont nous voyons toute l'étendue, et dont nous sentons toute l'importance. (*Extrait du Byll. des Sc.*)

NOTE

SUR UN PHÉNOMÈNE D'OPTIQUE.

Par J. J. OMALIUS-D'HALLOY.

ON sait que MM. de Saussure fils rapportent, que quand ils gravirent le mont Salève le 7 janvier 1796 (*Voyage dans les Alpes*, note du §. 2235), il régnait un brouillard épais dans la plaine, tandis que le haut de la montagne brillait du plus beau soleil, et qu'au moment où ils sortirent du brouillard, le soleil qui éclairait leurs corps, projetait leurs ombres sur ce brouillard ; ces ombres, celles de la tête surtout, paraissaient entourées de gloires ou de cercles colorés concentriques, exactement conformes à ceux que Bouguer avait observés dans une situation analogue sur les Cordilières (*Préface du Traité de la figure de la terre*, pag. 43). MM. de Saussure père et fils, qui avaient tant de fois examiné la projection de leurs ombres sur les brouillards et les vapeurs volcaniques, sans apercevoir ces auréoles, pensèrent qu'il fallait une condition extraordinaire pour produire un effet aussi singulier, et ils adoptèrent l'opinion de Bouguer, qui croyait que ce phénomène ne se trace que sur les nuages dont les particules sont glacées, et non pas sur les gouttes de pluies, comme l'arc-en-ciel.

Cc *