

Lavoisier et la conservation de la masse

C'était par un beau mois de septembre en 1782. A cette époque de l'année, Paris était une ville fort agréable. Ce matin-là, un couple quitta la table de déjeuner et se dirigea vers une pièce qui leur servait de laboratoire de chimie. De toute évidence fortunés, leurs vêtements ainsi que leur maison révèlent leur appartenance à la bourgeoisie française de la fin 18^{ème} siècle. En fait, l'homme, âgé d'une quarantaine d'années, n'est autre que Antoine Laurent Lavoisier, un chimiste bien connu. Il est membre de l'Académie des Sciences de Paris depuis la fin des années 1760 et il est aussi l'un des collecteurs d'impôts pour le roi de France – son mandat de fermier général est d'ailleurs à la base de sa fortune. Son épouse Marie, une quinzaine d'années plus jeune qu'Antoine, est une personne ravissante et fort brillante. Non seulement intéressée par les sciences, elle est de surcroît douée en langues : en réalité, c'est elle qui traduit en français les publications anglaises pour aider son mari. En outre, elle tient un salon où beaucoup de gens intelligents et influents se rencontrent régulièrement pour discuter de sciences, mais aussi des arts et de littérature.

Ces temps-ci, Antoine et Marie réalisent des expériences sur les gaz, plus particulièrement sur une partie de l'air. Longtemps, l'air a été considéré comme un corps simple, un élément, cependant certains chimistes tels que Joseph Priestley et Henry Cavendish ont récemment démontré que l'air commun, l'air qui nous entoure, est un mélange de différents gaz.

Plus encore, l'eau s'est révélée elle aussi être décomposable en deux gaz et susceptible d'être recomposée à partir de ces deux gaz. Ceci était tout aussi remarquable puisque l'eau – comme l'air – était considérée comme étant un élément chimique. Et l'un des gaz qui forme l'eau se retrouve également dans l'air. Ce gaz, Lavoisier l'a appelé *oxygène* (qui produit l'acidité ou les acides), car il le considère comme déterminant dans la formation des acides. Baptiser ce nouveau gaz est bien sûr aussi une façon de démontrer l'importance de son propre travail sur ces substances. C'est précisément avec ce gaz que Lavoisier était occupé à expérimenter depuis un certain temps déjà.

Tout en se dirigeant vers le laboratoire, Marie demande « Qu'allons-nous faire aujourd'hui, allons-nous continuer à examiner les réactions entre l'oxygène et les métaux ? ». « Je pense que je vais refaire l'expérience sur la combinaison de l'oxygène avec l'air inflammable comme M. Priestley l'a appelé », lui répond Antoine, « Il serait bon de voir si la décomposition peut être inversée. » « Que veux-tu dire par *inversée* ? » lui répond aussitôt Marie. « Eh bien, nous avons appris que l'eau peut être décomposée en oxygène et en gaz inflammable. En outre, lorsque nous enflammons ce gaz inflammable dans l'air commun,

nous obtenons de l'eau. Il semble donc que l'eau est un composé formé d'oxygène et d'air inflammable. Si je peux démontrer que l'eau est composée d'oxygène et d'air inflammable, et qu'elle peut être décomposée en ces deux mêmes gaz, alors nous pouvons être sûrs que l'eau est bien la combinaison de ces deux substances. » « Hmm » dit Marie, « Je vois ce que tu veux dire, mais... ».

Pendant quelques instants elle hésite et réfléchit, alors qu'Antoine est déjà occupé à installer l'appareil en verre qu'il va utiliser pour l'expérience de la combustion. « Ecoute Antoine, comment peux-tu être certain que l'eau que tu vas produire est la combinaison exacte des deux gaz ? ». Sans s'interrompre dans son travail, Antoine réplique « Qu'entends-tu par *combinaison exacte* ? ». « Comment peux-tu être sûr » reprend Marie, « que ce sont ces deux gaz-là *seulement* qui forment l'eau ? ». « Eh bien, au début de la décomposition » dit Antoine tranquillement « j'avais ce verre plein d'eau, et il sera de nouveau rempli à la fin de la combustion. »

Marie poursuit toutefois sa pensée: « Cela semble logique, cependant... Il y a tellement plus de gaz que d'eau – comment cela peut-il être possible que ces énormes quantités de gaz forment ce petit volume d'eau liquide ? ». « Parce que cette grande quantité de gaz est produite par ce même petit volume de liquide » lui assure Antoine.

Mais Marie continue d'insister : « Comment peux-tu être sûr qu'il n'y a rien d'autre qui intervient ou s'échappe du processus de combustion ? Tu me sembles être un peu négligent avec cette réaction. » « Que veux-tu dire ? » dit-il en s'arrêtant de procéder à l'installation de l'appareil.

reillage. Enfin, Marie avait fixé toute l'attention d'Antoine ! « Antoine, ce qui me préoccupe est la chose suivante : tu supposes que lorsque tu produis les deux gaz à partir d'une certaine quantité d'eau, et lorsque tu produis de nouveau de l'eau à partir de ces mêmes deux gaz, tu peux en déduire que rien d'autre n'est impliqué. Permetts-moi cette comparaison : pour la collecte des impôts, tu es très attentif à comptabiliser tous les articles qui entrent dans la ville de Paris. Mieux encore, tu viens juste de suggérer d'ériger un mur autour de la ville pour pouvoir contrôler fiscalement les entrées et sorties de marchandises. Je me demande simplement si nous ne devrions pas être aussi attentifs avec nos réactions chimiques. »

Antoine pensait maintenant à voix haute: « De la comptabilité en chimie, voilà qui serait une approche totalement nouvelle. Et cela pourrait même présenter un intérêt. Evidemment, pour qu'une telle approche soit faisable, nous devrions peser toutes les substances. Avec les gaz, cela sera difficile, néanmoins nous pourrions essayer de le faire plus systématiquement avec les métaux. »

Il commença aussitôt à installer un appareil différent, une fiole de verre dans laquelle il introduisit un peu de plomb. Sous l'effet de la chaleur, le plomb fut transformé en « chaux de plomb », une substance considérée comme étant un élément. Mais Lavoisier avait montré peu de temps auparavant que c'était une combinaison de plomb et d'oxygène et que c'était le plomb qui devait être considéré comme l'élément, non la chaux de plomb.

Cette fois, il pesa le plomb au début de l'expérience, et détermina la masse de la « chaux de plomb » obtenue à la fin – il y avait un gain de masse significatif. Marie souligna: « Si je comprends bien ton interprétation récente de la réaction, le métal se combine avec l'oxygène de l'air : donc, si cela est exact, l'air devrait avoir perdu de la masse ». « Génial », rétorqua Antoine, sur un ton qui ne permettait pas de savoir s'il était sérieux ou ironique, « et comment allons-nous déterminer cette perte de masse de l'air? » « Eh bien, si tu fermes tout hermétiquement, alors nous pouvons voir s'il y a un quelconque changement dans la masse, s'il n'y en a pas, alors... » Antoine l'interrompit « ... alors le gain de masse de l'oxyde de métal ne pourra être dû qu'à la perte de masse de l'air. Comme je le disais, ma chérie, tu es tout simplement géniale. »

Marie sourit, alors qu'Antoine commençait la nouvelle expérience, cette fois en veillant à ce que le ballon soit bien scellé hermétiquement : « Mon cher Antoine, la comptabilité en chimie, n'est-ce pas après tout ce que tu as fait depuis que tu as brûlé du soufre dans un récipient fermé? ». Il pesa la fiole scellée avec une balance à plateaux, puis chauffa le plomb, qui se transforma en son oxyde, et remit ensuite le flacon scellé de nouveau sur la balance. « En équilibre », dit-il, « la balance est encore en équilibre ! ».

« Essayons-en d'autres ! » proposa Marie et immédiatement, ils mirent en place des expériences semblables avec différents métaux. Les jours suivants furent laborieux, de nombreuses expériences furent réalisées et leur résultat était toujours pareil : la masse était conservée. Malgré son enthousiasme, Antoine restait bien conscient que certains savants pourraient mettre en doute ses résultats, en disant que les différences de masse pourraient être très petites et donc non détectables par la balance. Par conséquent, il décida de convoquer Nicolas Fortin, l'un des plus illustres fabricants d'instruments de précision.

Dès que Fortin arriva, ils se rendirent tous les trois au laboratoire, et Antoine lui montra les expériences qu'il avait faites. Fortin fut impressionné et s'exclama: « Mais, Monsieur Lavoisier, vous avez déjà là une balance très précise qui a été fabriquée par mon collègue Monsieur Mégnié. » « Je sais » lui répondit Lavoisier, « toutefois je veux un instrument encore meilleur, le meilleur que vous puissiez réaliser – le prix n'a pas d'importance et le délai de la réalisation n'est pas davantage réellement un problème. Mais je veux la balance la plus sensible jamais conçue, une balance qui puisse mesurer de grandes masses avec une précision sans précédent. » Fortin accepta, mais il était évident que cette balance ne serait probablement pas prête cette année, ni même la suivante.

« Et maintenant, revenons à l'eau » proposa Antoine à Marie. Il avait conçu une installation qui permettrait de peser les gaz produits aussi bien que l'eau liquide et vice versa. A partir de l'eau, il produisit l'oxygène et « l'air inflammable », mit l'appareil sur la balance – en équilibre. Il fit recombinaison des deux gaz pour reformer de l'eau et remit l'appareil une fois de plus sur la balance - en équilibre.

Il sourit: « Voilà, c'est ça, et cela signifie aussi que l'eau est *uniquement* créée à partir d'*air inflammable* en combinaison avec l'oxygène, ce fait crucial devrait donc être évoqué dans le nom de la substance – pour la publication, nous n'utilisons dorénavant plus le nom d'*air inflammable*, mais appellerons ce gaz Hydrogène, ou *Hydrogenium* en Latin – qui produit l'eau.

Avec l'appui et l'assistance de son épouse Marie, Antoine Lavoisier élaborait un nouveau système de nomenclature chimique qui s'imposa et qui constitue aujourd'hui encore la base de notre terminologie actuelle. Pendant la Révolution Française, il fut décapité en raison de sa situation de collecteur d'impôts – sa femme Marie lui survécut et, après la Révolution Française, elle continua à publier les résultats des recherches chimiques de son défunt mari.

La traduction a été effectuée par Tina Michetti et Brigitte Van Tiggelen

Cette histoire a été revue par Brigitte Van Tiggelen et repose, en partie, sur les deux documents de contexte historique « Atomes » et « Elaboration du tableau périodique » écrits par Peter Heering ainsi que la biographie « John Dalton » rédigée par Emilia Dobrowolska.

Lavoisier et la conservation de la masse was written by Peter Heering with the support of the European Commission (project 518094-LLP-1-2011-1-GR-COMENIUS-CMP) and The University of Flensburg, Germany. This publication reflects the views only of the author, and the Commission cannot be held responsible for any use which may be made of the information contained therein.