

Priestley, le phlogistique et la photosynthèse

John Herrick

Traduction par Evelyne Bouquet

Quand une foule d'ivrognes prit sa maison d'assaut et la brûla du sol jusqu'au plafond avec sa bibliothèque et son laboratoire, Joseph Priestley jugea que ce serait sans doute une bonne idée que de quitter la ville. Ce pasteur anglais avait suscité l'ire de ses voisins par ses écrits religieux et son soutien à la Révolution française. Il était non conformiste, n'appartenait pas à l'Église anglicane officielle – il était ce qu'on appelait un « dissident » – mais était pasteur de l'Église unitarienne, religion à peine tolérée en Angleterre. Auparavant, il avait écrit deux livres provocateurs : une Histoire des corruptions du christianisme, publiée en 1782 et brûlée publiquement en 1785, et une Histoire des premières opinions concernant Jésus-Christ. Ces livres attaquaient le dogme religieux de la Sainte Trinité et tentaient de démontrer que la doctrine de la Trinité n'avait pas de base légitime dans les Écritures. Par conséquent, Priestley était considéré par ses compatriotes comme un hérétique et une sorte de hors-la-loi, car les dissidents étaient privés de leurs droits civiques depuis une série de lois votées à la fin du xvii^e siècle.

Cependant, Priestley ne resta pas longtemps sans patrie. En 1792, il devint citoyen honoraire de la République française, ou, selon le mot du parlementaire britannique Edmund Burke, de la « République des voleurs et des assassins ». Après avoir été attaqué comme hérétique et hors-la-loi, Priestley risquait désormais d'être stigmatisé comme traître. En 1794, avec sa femme, il suivit tranquillement ses fils en Amérique et s'installa en Pennsylvanie.

Priestley n'était pas que pasteur, il était aussi une sorte de touche-à-tout scientifique. Il était tout à fait pris au sérieux : l'époque dans laquelle il vivait tolérait les dilettantes sans formation scientifique académique. S'il avait vécu aujourd'hui, il aurait vraisemblablement été rejeté sur l'accusation d'être un scientifique en chambre, un amateur finançant ses recherches grâce aux généreuses contributions de ses amis. L'un de ces amis était Josiah Wedgwood, le fameux potier et porcelainier, dont le petit-fils sera Charles Darwin.

Un exemple des « bricolages » de Priestley est sa découverte de l'eau gazeuse, qui le rendit célèbre pour des raisons évidentes. D'une part, elle expliquait la mystérieuse effervescence de l'eau minérale trouvée dans certaines sources thermales médicales. D'autre part, elle entraîna le développement de toute une industrie qui vaut aujourd'hui des milliards, l'industrie du cola et du soda, fer de lance de la mondialisation actuelle... Malgré le goût plaisant et le potentiel économique manifeste de son invention, Priestley ne semble pas avoir essayé de la breveter. Le premier brevet américain ne fut déposé qu'en 1810 – six ans après sa mort.

Quand Priestley tourna son dilettantisme vers la chimie, ses découvertes furent impressionnantes. Elles unifièrent en pratique la chimie et la biologie. On peut soutenir qu'elles ont fondé la chimie et la biologie modernes, et même la biochimie actuelle. Cependant, pour cruciales qu'aient été ses découvertes, bien d'autres savants jouèrent un rôle essentiel. Le principal de ses collègues et concurrents était le savant français Antoine Laurent de Lavoisier. Priestley et Lavoisier se trouvèrent au cœur d'un célèbre débat scientifique qui se termina par le triomphe de Lavoisier et lui gagna le titre de « père de la chimie moderne ». La controverse concernait le phlogistique.

Le phlogistique

Les anciens Grecs, et Aristote en particulier, ne reconnaissaient que quatre éléments : le Feu, l'Air, l'Eau et la Terre. Pendant deux millénaires, on continua à ne reconnaître que ces quatre éléments, en grande partie à cause de l'immense autorité intellectuelle dont bénéficia Aristote durant toute cette période. Quand ces idées commencèrent à être remises en question, au début du xv^e siècle, il fallut forger de nouveaux concepts pour résoudre les incohérences de la théorie grecque. Selon cette dernière, par exemple, toute substance mélangée avec de l'air devait se convertir en feu quand on la chauffait. Cela était clairement faux : certaines substances brûlent, d'autres non. Quelle différence y a-t-il entre elles ?

Cette différence était attribuée au « phlogistique », une substance que seuls étaient censés contenir les matériaux inflammables. Les flammes étaient considérées comme les preuves visuelles de l'existence du phlogistique s'échappant de la substance qui brûlait. Le phlogistique (le mot vient du grec et signifie « enflammer ») expliquait élégamment la combustion, ou l'interaction d'une substance chauffée avec l'air.

Les doutes grandissants sur la théorie grecque vinrent initialement de simples expériences de bougies brûlant sous des cloches de verre étanches. Sous ces cloches, la flamme s'éteignait rapidement. Des souris y mouraient vite. Dans chaque cas, quelque chose « arrivait » à l'air, mais quoi ? La théorie du phlogistique avançait que l'air était petit à petit saturé par le phlogistique qui s'échappait de la bougie allumée. Une fois l'air saturé, le phlogistique restant dans la bougie ne pouvait plus s'en échapper et la flamme s'éteignait. De même, les souris mouraient parce que l'air avait été « blessé » ou « dépravé » par le phlogistique s'échappant de leurs poumons. L'air « blessé » était lui aussi saturé de phlogistique et ne pouvait plus absorber celui que la respiration émettait. Ces expériences furent les premières jamais réalisées indiquant que la combustion et la respiration recouvraient le même processus chimique.

Priestley voulut les répéter dans des conditions différentes. Au lieu d'une bougie, il chauffa du mercure pour former une sorte de rouille (l'oxyde de mercure). Quand il brûlait cette rouille, elle redevenait mercure en libérant un gaz. Il testa

alors l'air présent dans la cloche scellée en y introduisant des braises. Au lieu de s'éteindre, comme il s'y attendait, elles se mirent à s'enflammer vivement. Il introduisit ensuite une souris : au lieu de mourir, elle devint hyperactive. En brûlant de la rouille sous la cloche plutôt qu'une bougie, Priestley avait obtenu le résultat exactement opposé à ce qu'il attendait, donc en totale contradiction avec sa théorie. Sans bien s'en rendre compte, il venait de découvrir l'oxygène : ce gaz qui apparaissait quand la rouille redevenait mercure. Ce gaz était visible quand il se condensait sur la paroi

Priestley expliqua ces observations dans le cadre du phlogistique, bien que, rappelons-le, elles fussent en contradiction avec cette théorie. Son explication mettait en effet en évidence une faille sérieuse dans la théorie du phlogistique : cette substance devait avoir une masse négative. Pourquoi ? On savait que la plupart des métaux prenaient du poids quand on les chauffait : si la masse du métal augmentait quand du phlogistique s'en échappait, ce dernier devait nécessairement avoir une masse négative. Des hommes comme Lavoisier trouvèrent cela absurde : pareille substance violait complètement la loi de la gravitation établie par Newton, selon laquelle toute substance a une masse et peut être pesée. Si le phlogistique existait vraiment, il devait avoir une masse positive.

Bien qu'il fût parfaitement conscient de cette incohérence, Priestley décida de l'ignorer, pour une raison qui lui est propre. Il resta convaincu jusqu'à sa mort que le phlogistique existait réellement. En adhérant à cette théorie, en expliquant un résultat à partir d'une hypothèse plutôt qu'à partir de faits indiscutables, Priestley fut conduit à introduire l'idée d'air « déphlogistiqué ». Il conclut qu'il existait deux formes différentes du même air : l'air « phlogistiqué », qui empêche la combustion, et l'air « déphlogistiqué », qui la stimule.

Après avoir répété l'expérience de Priestley, Lavoisier proposa une explication différente. Il suggéra que la combustion, au lieu d'être une libération de phlogistique dans l'air, était une réaction entre les composants de l'air et le métal. Il identifia le composant qui réagissait au cours d'une combustion et le baptisa « oxygène ». En ce cas, le mercure se combinait à l'oxygène pour former une nouvelle substance, l'oxyde de mercure. En le chauffant à haute température, cet oxyde de mercure se décomposait en mercure et en oxygène. Lavoisier démontra sa nouvelle théorie de la combustion en pesant soigneusement les différentes substances employées dans les expériences, avant et après avoir été chauffées. L'outil dont Lavoisier avait besoin était évidemment une balance d'une très grande précision, qu'il acheta chez un bijoutier de Paris. Cet outil allait bouleverser la chimie.

Avec sa balance, Lavoisier montra que la masse des substances consommées et produites durant une combustion restait invariable. Il avait découvert la loi de la conservation de la masse : la matière ne peut ni être créée ni être détruite, mais peut seulement être transformée. Grâce à cette approche, ses collègues et lui identifièrent de plus en plus d'éléments et la nomenclature qu'il introduisit jeta les fondations du tableau périodique des éléments.

La photosynthèse

Raisonnant toujours en termes d'air « phlogistique » et « déphlogistique », Priestley fut frappé par quelque chose d'étrange. Pourquoi l'atmosphère terrestre n'était-elle pas saturée de phlogistique ? C'était paradoxal. Le raisonnement de Priestley était le suivant : « La nature doit disposer d'une provision qui rende l'air à nouveau favorable à la respiration, car sinon la masse entière de l'atmosphère deviendrait au fil du temps incapable de soutenir la vie animale. » Il conclut que quelque chose devait rendre à l'atmosphère terrestre ce que la combustion et la respiration lui avaient enlevé depuis le commencement des temps. Mais de quoi s'agissait-il ?

On savait à l'époque que les plantes avaient elles aussi besoin d'air pour pousser et vivre. Par conséquent, Priestley voulut très logiquement répéter l'expérience de la bougie mais dans des conditions à nouveau différentes. Il voulut cette fois savoir ce qui arrivait au phlogistique en présence de matières végétales, de plantes, car il les soupçonnait de restituer à l'air ce que les animaux qui respiraient et les bougies qui brûlaient lui ôtaient. Ce n'était qu'une intuition, comme souvent dans les découvertes scientifiques.

Dans son expérience initiale, Priestley introduisit des brins de menthe sous la cloche où une bougie brûlait et s'éteignait (ce qui semblait confirmer sa théorie). Mais, vingt-sept jours plus tard, à sa grande surprise, il fut capable de rallumer la bougie à l'intérieur de la cloche en concentrant les rayons du soleil avec une loupe. Il observa également qu'une souris introduite sous la cloche ne mourait pas si une plante était présente. Il fit part de sa découverte en ces termes : « J'ai découvert accidentellement une méthode pour restaurer l'air qui a été blessé par la combustion des bougies, et j'ai découvert l'un au moins des moyens de restauration utilisés dans ce but par la nature. C'est la végétation. » Sans bien s'en rendre compte, Priestley avait découvert la photosynthèse, le processus par lequel les plantes convertissent le dioxyde de carbone et l'eau en sucres et en oxygène en utilisant la lumière du soleil comme source d'énergie.

Épilogue

Il est étonnant de voir à quel point des expériences simples, n'utilisant que des bougies, des métaux et des plantes, ont pu apporter autant d'informations et avoir un tel impact sur notre compréhension de la nature. La substance Feu avait été remplacée par la substance du phlogistique, et celle-ci fut finalement remplacée par l'idée d'une réaction chimique, en l'occurrence la réaction de l'oxygène avec le carbone pendant la combustion.

Ces expériences révélèrent aussi la relation complémentaire qui existe entre photosynthèse et respiration et, à plus grande échelle, le cycle du carbone qui décrit le recyclage du dioxyde de carbone et de l'oxygène entre les plantes et les

animaux dans l'environnement. La respiration des animaux produit du dioxyde de carbone, que les plantes convertissent en nourriture par la photosynthèse ; la photosynthèse des plantes produit de l'oxygène, que les animaux utilisent pour convertir les aliments en énergie.

Nous connaissons aujourd'hui les controverses sur le réchauffement global de la planète et la mondialisation. Le réchauffement global commença avec l'industrialisation, la production de dioxyde de carbone par la combustion, qui fut d'abord explorée par Priestley et ses collègues. La mondialisation commença sérieusement avec les guerres du cola – la tentative par les fabricants de soda de dominer le marché mondial. Le pasteur aurait difficilement pu imaginer le monde que ses innocentes expériences anticipaient pourtant de manière aussi étonnante !

En outre, étant donné ses remarquables réussites, un mystère demeure : pourquoi a-t-il résisté avec un pareil entêtement à la nouvelle théorie chimique de la combustion ? Pourquoi a-t-il à ce point soutenu le phlogistique malgré le manque de preuves expérimentales et ses incohérences et absurdités évidentes ? Trois raisons pourraient aider à répondre à cette question.

D'abord, Priestley ne croyait pas aux résultats de Lavoisier. La principale raison de ce doute était la suivante : « L'appareillage employé ne me semble pas permettre la précision suffisante exigée par la conclusion, tant il y a de corrections et de calculs pour aboutir au résultat. » Dubitatif face à cette nouvelle technologie, il n'utilisa pas les balances de Lavoisier. De ce fait, il fut absolument incapable de se convaincre que les mesures de ce dernier étaient suffisamment précises pour fournir une base solide à la nouvelle théorie des réactions chimiques. S'il avait accepté et maîtrisé la technologie, il aurait probablement été convaincu.

La deuxième raison est que Priestley était un homme de convictions profondes et inébranlables, comme le démontrent ses écrits religieux. Bien qu'expérimentateur, il raisonnait cependant toujours à partir des principes établis et de la logique qui les appuyait. Son adhésion à la doctrine du phlogistique demeura donc immuable, qu'elle correspondît ou non aux nouveaux faits. Cela n'est pas inhabituel en sciences. Une théorie peut être complètement fautive quand bien même les expériences fondées sur elle peuvent donner des résultats parfaitement valables.

On pourrait même soutenir que Priestley découvrit la photosynthèse précisément parce qu'il croyait à l'air « phlogistique » et à l'air « déphlogistique ». La théorie de Lavoisier des réactions chimiques n'aurait pas directement conduit à une telle question, ni motivé une pareille expérience : à la place du phlogistique qui sature l'air lors de la combustion, chez Lavoisier, l'oxygène entre et sort de l'air à cause des réactions chimiques dues à la combustion. Intuitivement, la combustion, plutôt que la photosynthèse, aurait donc (faussement) expliqué comment l'oxygène était rendu à l'air.

La troisième raison pour laquelle Priestley n'apprécia pas à leur juste valeur les incohérences et les absurdités du phlogistique est qu'il était un expérimen-

tateur et que, par conséquent, il n'avait pas une tendance naturelle à considérer la théorie d'un œil critique. Si la théorie paraissait raisonnable et semblait rendre compte des faits du point de vue expérimental, il ne voyait aucune raison de la remettre en question. Dans ses propres termes : « Quand je réexamine la question et que je compare mes dernières découvertes relatives à la constitution de l'atmosphère avec les premières, je vois une connexion étroite et évidente entre elles, et je me demande pourquoi je n'ai pas été conduit immédiatement de l'une à l'autre. Ce ne fut pas le cas, et j'attribue cela au poids des préjugés qui, à notre insu, biaisent non seulement nos jugements, justement ainsi nommés, mais même les perceptions de nos sens : nous pouvons tenir à ce point pour fondée une opinion, que la plus claire évidence de nos sens ne saurait la changer entièrement, et souvent la modifie à peine. Plus un homme est ingénieux et plus il se trouve enchevêtré en réalité dans ses erreurs, et son intelligence ne sert qu'à le tromper lui-même en esquivant la force de la vérité. » En d'autres termes, Priestley, examinant les faits à travers la loupe du phlogistique, s'était lui-même rendu aveugle à la vérité.