

# LES JOURS FLAMBOYANTS DU PHLOGISTIQUE



On se prépare mal à comprendre le passé de la science si, après avoir feuilleté les écrits des maîtres d'autrefois, l'on se hâte de rire de quelques étrangetés ou absurdités apparentes qui s'y trouvent disséminées, en négligeant, par l'effet même de cette attitude dédaigneuse, de se familiariser doucement avec la pensée des anciens chimistes, de s'assimiler leur doctrine, bref, de comprendre véritablement une théorie que l'historien a justement pour tâche de faire revivre.

Hélène Metzger

Il n'est pas absolument évident d'expliquer en quelques pages ce que fut le phlogistique et comment ce dinosaure de la chimie, aujourd'hui disparu vit le jour. Son existence demeure assez peu connue car sa gloire n'a duré que quelques décennies et il disparut brutalement, sans laisser de traces palpables dans la chimie moderne qui le condamna sans appel, à la fin du 18<sup>ième</sup> siècle, après l'accablant réquisitoire de Lavoisier.

A ce titre on peut dire que sa mort a été l'épisode le plus remarquable de sa vie ; sorte de roi Mausole, moins connu pour son règne que pour son tombeau.

## 1- UN ÉLÉMENT TOUT FEU TOUT FLAMME

*Les corps qui passent communément pour être des éléments sont mêlés avec une infinité d'autres choses et, par là même, ils sont très composés.*

Hermann Boerhaave

Chacun sait que pour construire une maison il faut des matériaux : briques, ciment, poutres, tuiles.....*Question* : quels matériaux la nature utilise-t-elle pour construire tout le monde matériel qui nous entoure : rochers, sables, sels, métaux, végétaux, animaux..... Les premiers à répondre furent Empédocle puis Aristote (voir *A l'aube de la chimie*). Ils distinguaient quatre éléments à partir desquels tout s'élabore : la TERRE, l'EAU, l'AIR et le FEU.

Leur proposition aura les reins suffisamment solides pour résister pendant deux millénaires sans être sérieusement contestée. En fait les alchimistes, en principe les premiers concernés, ne se souciaient guère d'un débat sur les éléments. Leur problème était ailleurs. Ils manipulaient un peu de tout mais plus particulièrement du soufre et du mercure dans l'espoir de faire de l'or. Quant au feu, pourvu qu'il fasse ronfler leurs athanors, sa nature intime importait assez peu.

Dés la fin du 15<sup>ième</sup> siècle, le déclin de l'alchimie va accélérer la remise en cause de la philosophie des Anciens et relancer le débat sur les éléments. Les questions se font pressantes :

Premier exemple, **la terre**. C'est le principe commun de tous les minéraux ; elle se caractérise par sa densité, sa fixité, son insolubilité. En entrant dans la composition des corps, elle leur confère tout ou partie de ces qualités. Très bien, mais l'or ne se réduit pas à de la terre simple et banale. Ce serait trop beau. On suppose alors que les métaux sont des terres mercurielles, aussi nombreuses donc qu'il y a de métaux. Le principe de « singularité » de l'élément terre en prend un coup. Pire : le soufre (insoluble, dense, fixe) brûle sans donner de cendre. Est-ce une terre ou un feu ? Et le mercure lui-même qui n'est ni solide ni fixe, est-ce une terre ou une eau ?

·Second exemple, **le feu**. D'une façon générale, les notions de chaleur, de température et de feu sont largement mélangées. La définition de ce dernier peut donc renvoyer selon les cas soit à la chaleur (toujours confondue avec la température), soit au phénomène de combustion, soit à la matière combustible elle-même, si bien que la signification du mot « feu » varie d'un auteur à

l'autre, à telle enseigne qu'on en viendra à parler du feu-élément (en principe la chaleur, mais pas forcément), du feu-instrument (la combustion) et du feu-aliment (les combustibles).

Heureusement, l'unanimité se fait à peu près pour reconnaître au feu la vertu de provoquer, d'entretenir ou d'accélérer la plupart des transformations.

Au début du 16<sup>ième</sup> siècle, Paracelse, selon son habitude iconoclaste, va purement et simplement balayer d'un revers de main les quatre éléments d'Aristote pour les remplacer par trois principes : le sel, le soufre et le mercure.

Notons que deux sur trois sont effectivement des éléments et qu'il n'est plus question de feu, sujet brûlant, pour lequel Paracelse adopte sans doute la sage maxime : pensons-y toujours, n'en parlons jamais. Pour une fois prudent, il se contente d'avancer sobrement que « tout ce qui brûle est soufre ».

Un siècle plus tard Van Helmont, peut-être dans un souci de simplification radicale, ne conservera que l'eau pour seul et unique élément, mais sa proposition suscitera plus de contradicteurs que de partisans.

En fait, les trois principes de Paracelse connurent une réelle faveur, jusqu'à ce que Becher (1635-1682) propose à son tour trois nouveaux principes : la terre vitrifiable, la terre grasse ou sulfureuse et la terre mercurielle ; le feu apparaît comme une propriété émanant de la terre grasse....

Tout cela faisait désordre... Même le grand Descartes bafouille en prétendant que « le feu est un phénomène provoqué par les mouvements de la matière subtile ». Lorsque Stahl (1660-1734) proposera enfin une théorie à peu près cohérente, on comprend mieux à la

fois son succès et les soupirs de soulagement qui saluèrent son arrivée.

## 2- FEU VERT AU PHLOGISTIQUE

*D'après ces circonstances et ces points de vue, je crois être fondé à dire que : premièrement, relativement au feu, ce principe sulfureux est non seulement un être approprié au mouvement igné et même celui qui y semble uniquement destiné ; mais encore, à parler raisonnablement, ce principe est le feu corporel, la vraie matière du feu, le vrai principe de son mouvement dans toutes les combinaisons inflammables. Cependant, hors de la mixtion, il ne donne pas de feu, il se dissipe et se volatilise en particules indivisibles ou, du moins, il produit simplement de la chaleur qui est un feu très divisé.*

Georg-Ernest Stahl

Dans le flou très peu artistique qui règne jusqu'à la fin du 17<sup>ième</sup> siècle dans la chimie (Lavoisier parlera d'obscurité la plus profonde), Stahl va apporter, au début du siècle suivant, sinon une lumière totale, du moins un peu de clarté.

Déjà sa critique des quatre éléments d'Aristote apparaît très habile : Stahl lui reproche d'avoir confondu et mélangé ce qui relève de la nature intrinsèque des choses et leurs qualités. Parler de solide, de liquide, d'air (nous dirions de gaz), de chaud, très bien ; mais confondre ces « qualités » de la matière avec son essence même, non. A tout prendre il préfère les éléments de Becher (son maître) avec une bonne dose d'interrogations et d'aménagements.

On voit bien par là que son profil n'est pas celui d'un doctrinaire obstiné car sa doctrine, ou plutôt ses « vues » comme il le dit lui-même, s'appuient sur des réalités. C'est ainsi qu'il rejette la possibilité des transmutations, non parce que sa théorie l'interdit, mais en vertu de ce que l'on pourrait appeler une contre-expérience. Depuis le temps qu'on s'emploie à les réaliser sans jamais y parvenir, leur existence doit être considérée comme extrêmement douteuse et un chimiste raisonnable perdrait son temps à poursuivre de telles chimères.

Ce souci de clarification s'observe encore dans la façon dont il sépare les éléments, qui entrent dans la composition des mixtes (nous dirions des composés), et les instruments, qui sont indispensables à la réalisation des mixtions sans y participer chimiquement. Ainsi il ne classe pas l'air et le feu avec les éléments mais avec les instruments. Nous verrons à cet égard le rôle très particulier qu'il fait jouer à l'air dans la genèse du feu. De la même façon il distingue avec précision un mixte d'un agrégé (par exemple un sel d'un cristal ou d'un bloc de ce même sel).

Toutefois ce qui nous intéresse particulièrement ici concerne l'extension et même la métamorphose qu'il réalise en partant de la seconde terre de Becher. Son approche va avoir le mérite de proposer une explication sinon exacte, du moins cohérente, du phénomène le plus énigmatique, le plus redoutable auquel se heurtaient les chimistes : le feu.

Fidèle à sa démarche, il définit un nouvel élément en précisant la liste de ses qualités (nous dirions ses propriétés) mais sans faire de ces qualités l'essence de l'élément lui-même. Cette liste est assez longue ; pourtant quelques traits suffisent à caractériser ce nouveau

principe appelé à régner sur la chimie pendant presque tout le 18<sup>ème</sup> siècle, le phlogistique :

- Il se trouve à l'état combiné (mixtes) dans tous les corps combustibles, y compris les métaux.
- La chaleur a pour effet de décomposer les mixtes contenant du phlogistique, ce dernier s'échappe alors, déterminant l'apparition de chaleur et de flammes ; **mais** à une condition indispensable : qu'il puisse être entraîné par l'air, sinon il reste solidement fixé dans les mixtes.
- Il détermine généralement la couleur et l'odeur des mixtes dans lesquels il se trouve présent, par exemple l'odeur de nombreuses substances végétales.
- Il n'a guère de disposition à s'unir à l'eau, mais en revanche se combine très facilement et très étroitement avec les substances solides pour donner, par exemple, le charbon et le soufre.
- Enfin, le phénomène de combustion ne le fait pas disparaître, il est indestructible.

Au travers les propriétés de son nouvel élément, Stahl réalise une synthèse brillante entre les notions de feu-phénomène et de feu-aliment. Grâce à lui il explique la combustion, mais aussi l'alimentation du feu, avec cette particularité tout à fait novatrice d'un aliment-élément conservé au cours de la réaction. Cela nous rappelle quelque chose.

Par ailleurs, le dégagement du phlogistique à partir du mixte phlogistiqué, sous condition expresse qu'un milieu puisse le recevoir (en l'occurrence l'air), renvoie irrésistiblement à une règle moderne concernant le déplacement des équilibres.

L'audace de Stahl excita bien quelques murmures, mais ceux-ci furent rapidement noyés sous un flot de louanges le félicitant d'avoir enfin trouvé le moyen de concilier des points de vue que l'on croyait inconciliables. Lorsque Lavoisier voudra imposer sa propre théorie, il ne trouvera pas en face de lui un système vieilli, usé, à bout de souffle mais, au contraire, il devra s'attaquer à une doctrine jeune, vivace et en plein crédit.

### 3- UN FEU ROULANT DE QUESTIONS

*Les chimistes sont loin de s'accorder sur les principes généraux de leur science. Les polémiques concernant la théorie sont souvent très vives et ils perdent à se disputer un temps qu'ils pourraient plus utilement occuper en travaillant.*

Tobern Bergman

Personne, quel que soit son succès, n'est à l'abri de la Critique. Celle-ci n'a pas manqué d'interroger Stahl et l'on trouvera ci-après les réponses du grand théoricien de la chimie.

**La Critique** : Becher qui comme vous ne croyait pas à l'élément feu, tout au moins au sens que lui donne Aristote, avait proposé l'existence d'une terre combustible ou terre sulfureuse. En quoi le phlogistique s'en distingue-t-il ?

**Georg-Ernest Stahl** : Lorsque mon Maître Becher parlait d'une terre combustible, il supposait que cette terre disparaissait lors des combustions. Le phlogistique, lui, n'est pas un combustible, il est en quelque sorte la

combustion même ; il résiste à tout y compris au feu, il est indestructible.

**L.C.** : La combustion même ?

**G-E.S.** : Oui. Je prends un exemple. Si vous chauffez du charbon qui est un mixte très riche en phlogistique, ce dernier va s'exhaler du charbon et déterminer la chaleur, les flammes, enfin tout ce qu'on appelle le feu. La survenue de cette nouvelle chaleur provoque une nouvelle génération de phlogistique et ainsi de suite. C'est pourquoi un incendie peut se propager à une vitesse terrifiante.

**L.C.** : Pourtant lorsqu'on chauffe du charbon en vase clos, il ne brûle pas. En revanche, lorsqu'avec un soufflet on projette de l'air sur du charbon incandescent, il brûle de façon beaucoup plus vive. N'est-ce pas l'air qui est l'élément déterminant ?

**G-E.S.** : (*sourire*) Je connais ce vieux débat et je pensais qu'il était clos depuis longtemps. Vous prenez l'apparence pour la réalité. Nous savons maintenant que l'air est incapable de se fixer dans les mixtes, il est trop subtil, trop volatil, trop élastique pour cela. C'est un instrument, non un élément. En tant qu'instrument il joue un rôle capital mais purement physique, tout comme votre soufflet qui lui non plus ne participe pas au phénomène chimique. Il permet au phlogistique de s'échapper du charbon : sans air pour le recevoir, pas de phlogistique et donc pas de feu. C'est le principe de l'éteignoir à chandelles : le phlogistique ne pouvant plus se répandre dans l'air de la pièce, la flamme s'éteint.

**L.C.** : Si le phlogistique, lors des combustions, quitte les corps combustibles pour rejoindre l'air dans lequel il reste dispersé de façon permanente, bientôt il n'y aura plus de phlogistique sur terre et donc plus de combustion possible.

**G-E.S.** : Précisément, il n'y reste pas. Observez les conifères, les résineux. Ils poussent dans le sable, parfois sur des rochers, en tout cas dans des terres dépourvues de combustible, avec des racines proches de la surface du sol. Prenez leur sève, leur résine : elle brûle facilement et presque totalement, elle regorge de phlogistique ; sans parler de leur bois. D'où vient-il ? A l'évidence de l'air. Comment ? C'est à la science des êtres vivants de nous l'expliquer ; beau sujet de réflexion pour elle.

Ce que je viens de vous dire des résineux peut être étendu peu ou prou à tous les végétaux ; et de là le phlogistique passe dans le règne animal et même minéral (charbon de bois, charbon animal). Il faut donc considérer qu'il existe un cycle du phlogistique comme nous connaissons un cycle de l'eau.

**L.C.** : Cet élément, le phlogistique, qu'est-ce en réalité. A-t-on pu l'isoler ? L'a-t-on vu ?

**G-E.S.** : Ce que je puis affirmer c'est que le phlogistique procède d'un principe subtil très divisé ; ce qui ne veut pas dire qu'il soit absolument étranger à nos sens. Remarquez comme l'odeur du feu se perçoit de loin avant que progressivement le phlogistique, qu'en fait vous sentez, se dilue de façon telle dans l'air qu'il devienne inaccessible à votre odorat. En fait il ne se manifeste concrètement, chimiquement, que dans les mixtes, au cours des combustions et des calcinations. Ce n'est donc qu'indirectement qu'on peut le mettre en évidence. Il n'est pas le seul dans ce cas et, à cet égard, je dirais même qu'il se trouve plutôt en bonne compagnie.

On n'a jamais vu le phlogistique, me dites-vous. Avez-vous vu les forces d'attraction de Monsieur Newton ? Vous a-t-il expliqué comment un corps peut en attirer un autre à distance, c'est à dire agir là où il n'est pas ?

Il faut laisser le temps à la science d'avancer et il n'est pas raisonnable d'exiger des réponses immédiates à toutes les questions.

**L.C.** : Vous parliez à l'instant des calcinations. N'est-il pas un peu hardi de les assimiler à des combustions ? Une telle extension en a choqué plus d'un.

**G-E. S.** : Les calcinations représentent un cas d'école. Elles ont plus fait pour mettre en évidence le phlogistique que les combustions proprement dites. Lorsque vous chauffez du plomb ou de l'étain, il se forme à leur surface une pellicule de chaux. Par agitation du métal en fusion vous pouvez le transformer en totalité. Or je dis que le métal initial contient du phlogistique et que la chaux obtenue n'est autre que du métal déphlogistiqué. Je le dis et je le prouve ; car si vous chauffez cette chaux avec un corps suffisamment riche en phlogistique pour lui en céder (du charbon par exemple), alors vous reformez le métal initial, vous avez débrûlé la chaux.

Notez au passage que pour réaliser la calcination, le métal fondu doit être remué en permanence, afin de permettre au phlogistique de s'échapper dans l'air.

**L.C.** : Pour en rester sur les calcinations qui semblent vous passionner, on sait depuis longtemps que le poids de la chaux produite est plus élevé que celui du métal initial. Comment se fait-il que ce dernier s'alourdisse en perdant son phlogistique ?

**G-E.S.** : Honnêtement, je ne connais pas encore de réponse totalement satisfaisante à cette question. Plusieurs hypothèses circulent, mais ce ne sont que des hypothèses. Notez qu'on pourrait tout aussi bien se demander pourquoi il s'allège en étant lié au phlogistique. Je crois que cette piste est actuellement étudiée en France à Dijon. En effet, rien dans notre doctrine chimique ne permet d'affirmer qu'un élément conserve

exactement sa pesanteur en passant d'un mixte à un autre mixte.

En fait, je ne vous cache pas que toutes ces arguties me paraissent assez secondaires. L'important n'est-il pas que l'existence du phlogistique ait été démontrée et bien démontrée ?

Lorsque, en 1684, Monsieur Newton nous a annoncé tout de go qu'un même lingot de plomb pesait quatre-vingt fois plus lourd sur Terre que sur la Lune, tout le monde a crié merveille. Vous comprendrez que je sois un peu agacé que l'on vienne, après ça, me chicaner pour quelques onces de trop dans mes chaux métalliques.

Pour en terminer sur le sujet, je vous dirai tout net que la chimie -en tout cas la mienne- n'est pas la science des poids ; c'est une science très largement qualitative. Si vous prenez deux quantités pondéralement égales, l'une d'eau, l'autre de mercure, elles n'en sont pas chimiquement identiques pour autant. Ce sont leurs qualités qui font leur différence, y compris et surtout leurs qualités à former des mixtes. Je conçois parfaitement qu'un poissonnier qui vend sa marée au poids, porte à cette mesure un intérêt tout particulier. Mais, excusez-moi, mon laboratoire n'est pas la halle aux harengs.

## **ÉPILOGUE : FEU LE PHLOGISTIQUE**

Dans la soirée du 24 décembre 1800 une machine infernale explose à Paris, ravageant la rue Saint Nicaise. L'attentat visait le Premier Consul qui, avec sa baraka habituelle, s'en tire sans une égratignure. Immédiatement, Fouché prend l'enquête en mains. Après plus de deux cents ans elle demeure un modèle du genre. Les indices sont minces, pour ne pas dire inexistantes. Dès le lendemain, il lance ses limiers quadriller tout Paris pour lui

rapporter cette information : quels faits inhabituels se sont produits dans l'ensemble des quartiers de la capitale, le jour de l'attentat.

Le soir, au rapport, les nez s'allongent, la moisson est maigre :

- Rien... Rien... Rien.... puis :
- Rien, sauf un détail insignifiant.

Fouché coupe sèchement.

- Monsieur, dans une affaire criminelle, il n'y a pas de détail insignifiant.

Il avait raison. L'exploitation judicieuse de l'information soi-disant sans valeur (une petite fille a disparu) va permettre d'identifier l'un des conspirateurs.

La chimie ressemble parfois à une enquête policière. Les stahliens avaient cru pouvoir évacuer le « détail insignifiant » que représentait pour eux l'augmentation de poids au cours des calcinations. Jusqu'au jour où Lavoisier le prit pour un fait capital et, en l'exploitant habilement fit « tomber » le phlogistique (voir *Le roman de l'atome*).

Jeté à bas d'un seul coup le phlogistique ? Pas si sûr ! Pour expliquer les combustions, Lavoisier avait remplacé une réaction de décomposition fautive (celle du combustible) par une réaction d'addition vraie (celle de l'oxygène avec le combustible). Mais les combustions produisent de la chaleur, c'est d'ailleurs leur principal intérêt. D'où vient-elle ? Dans le système de Stahl, pas de problème : l'émission de chaleur est liée à celle du phlogistique. Mais dans celui de Lavoisier ? Ce dernier fut contraint d'inventer un nouvel élément, le calorique. D'où venait-il ? Il n'apparaissait tout de même pas par génération spontanée au moment de la combustion ? Non, nous explique Lavoisier, il vient de l'oxygène mais on ne peut le mettre en évidence car il est

impondérable..... On retombait de fièvre en chaud mal. Ses détracteurs eurent beau jeu de se gausser en faisant remarquer que le calorique n'était en partie qu'un ersatz du phlogistique.

Leurs critiques étaient néanmoins un peu trop sévères. D'abord Lavoisier avait raison sur le plan strictement réactionnel ; ensuite il faut souligner, à sa décharge, qu'au 18<sup>ième</sup> siècle les notions comme feu, chaleur, température, chaleur spécifique, conductibilité thermique, s'entrelaçaient dans un joyeux mic-mac. Quant à celles d'enthalpie et d'entropie, pourtant indispensables, elles n'existaient même pas.

Il faudra attendre la seconde moitié du 19<sup>ième</sup> siècle pour que les premiers succès de la thermochimie, et surtout ceux de la thermodynamique chimique, sonnent le glas définitif de tous les succédanés du phlogistique.



Georg-Ernest Stahl