

# Le développement des idées sur la combustion catalytique sans flamme au XIX<sup>e</sup> siècle

Habib Batis

**Résumé** Après la découverte de la combustion catalytique sans flamme au début du XIX<sup>e</sup> siècle par Sir Humphry Davy, l'observation de ce phénomène à température ambiante au contact du platine finement divisé a provoqué un grand étonnement au sein de la communauté des chimistes. Les tentatives d'explication des résultats expérimentaux enregistrés ainsi que les dispositifs fonctionnant sur ce principe, qui avaient déjà fait leur apparition, sont décrits dans cet article. Dans le cadre conceptuel de l'époque, peu favorable à l'émergence d'une interprétation cohérente du phénomène observé, les conclusions de Faraday constituent les prémisses des bases théoriques de la catalyse hétérogène reconnues actuellement.

**Mots-clés** Histoire, combustion catalytique, Davy, Döbereiner, Dulong, Thenard, Faraday.

**Abstract** **Development of ideas on flameless catalytic combustion in the early 19<sup>th</sup> century**  
After the discovery of flameless catalytic combustion in the early 19<sup>th</sup> century by Sir Humphry Davy, the observation of this phenomenon at room temperature in contact with finely divided platinum caused a great astonishment in the chemists' community. Attempts to explain the experimental results recorded as well as devices operating on this principle, which have already made their appearance, are described in this article. Within the conceptual framework of the time, unfavorable to the development of a consistent interpretation of the observed phenomenon, the findings of Faraday included premises of theoretical basis of heterogeneous catalysis currently recognized.

**Keywords** History, catalytic combustion, Davy, Döbereiner, Dulong, Thenard, Faraday.

La catalyse joue un rôle capital dans la fabrication de la plupart des produits chimiques en usage dans notre société. Depuis plus d'un siècle, elle intervient dans les procédés industriels les plus importants : synthèse en masse des produits chimiques de base (ammoniac, méthanol, acide nitrique...), développement de l'industrie pétrochimique, développement de la chimie fine et en particulier la synthèse des produits pharmaceutiques. Depuis quelques décennies, la catalyse permet d'opérer dans des conditions favorables à la protection de l'environnement et de répondre à une législation de plus en plus contraignante. De ce fait, les développements industriels passent d'une économie dirigée exclusivement par une compétitivité de coût vers celle où la régulation environnementale trouve toute sa place. Parmi ces applications, la combustion catalytique sans flamme fait de plus en plus partie de notre vie quotidienne. De nombreux dispositifs fonctionnant sur ce principe sont apparus, soit pour produire de l'énergie (appareils de chauffage, fours domestiques autonettoyants, brûleurs catalytiques à émission infrarouge...), soit pour éliminer les composés organiques volatils contenus dans les rejets gazeux (purificateurs d'air, pots catalytiques...). L'industrie fait de plus en plus appel à la combustion catalytique pour développer des technologies de production d'énergie plus respectueuses de l'environnement ou des procédés plus performants.

Un détour historique permet cependant de montrer que le phénomène n'est pas nouveau. En effet, plusieurs faits

expérimentaux, que l'on peut ranger aujourd'hui sous la dénomination « combustion catalytique sans flamme », sont apparus au début du XIX<sup>e</sup> siècle, bien avant l'énoncé du concept de catalyse par Berzélius en 1835 [1-2]. Quelques-unes des plus importantes expériences connues impliquant la réaction de combustion sont présentées dans le *tableau* ci-après.

Cette découverte était suivie de plusieurs applications dont certaines s'apparentent à celles connues actuellement et les tentatives d'interprétation des phénomènes observés se sont multipliées. À cette époque, les théories en vigueur, et notamment la théorie de l'affinité chimique, ne pouvaient pas expliquer les phénomènes observés. De plus, l'absence d'un consensus sur l'hypothèse atomique et l'impact des recherches sur l'électricité contribuaient à maintenir un cadre conceptuel peu favorable à l'interprétation de la catalyse en général et de la combustion catalytique sans flamme en particulier.

Dans cet article, après avoir décrit les premiers résultats expérimentaux impliquant une combustion catalytique, nous nous proposons de montrer l'apport important mais trop oublié de Faraday dans le développement des concepts fondamentaux liés à la catalyse hétérogène et mis en avant par l'auteur pour expliquer les réactions de combustion catalytique. Les principales applications mettant en jeu ce phénomène et parues au cours du XIX<sup>e</sup> siècle sont aussi présentées.

Principales expériences de « combustion catalytique sans flamme » au début du XIX <sup>e</sup> siècle.					
Année	1817	1820	1823	1823	1834
Expérience	Oxydation des gaz de mines ; synthèse de l'eau	Oxydation de l'éthanol	Synthèse de l'eau	Eau, peroxyde d'hydrogène	Eau
Catalyseur	Pt, Pd préchauffés	Pt finement divisé	Pt finement divisé	Pt, Pd, Rh, Ir, Os...	Pt
Auteur	<b>Humphry Davy</b> (1778-1829) 	<b>Edmund Davy</b> (1785-1857)	<b>Johann Wolfgang Döbereiner</b> (1780-1849) 	<b>Pierre Louis Dulong</b> (1785-1838), <b>Louis Jacques Thenard</b> (1777-1857) 	<b>Michael Faraday</b> (1791-1867) 

## Les faits expérimentaux et les explications

### Humphry Davy confronté au coup de grisou dans les mines de charbon

À la fin du XVIII<sup>e</sup> siècle et au début du XIX<sup>e</sup>, les accidents causés par le grisou dans les mines de charbon, du fait de l'augmentation de la production au cours de la révolution industrielle, étaient extrêmement fréquents et meurtriers. Les lampes à flamme utilisées par les mineurs pour s'éclairer dans les mines de plus en plus profondes étaient à l'origine de ces explosions. De ce fait, un peu partout en Europe, des sociétés savantes ou des commissions d'ingénieurs se formèrent pour étudier cette question et tenter d'apporter les remèdes adéquats. Vers 1815, le chimiste anglais Humphry Davy, célèbre pour ses découvertes sur l'électrolyse et l'arc électrique, fut sollicité par l'une de ces sociétés afin d'essayer de résoudre le grave problème de l'éclairage en milieu explosif. Après avoir identifié le gaz explosif comme étant un mélange de « gaz de houille » et d'air [3a], il a par la suite remarqué que lorsque la flamme est emprisonnée dans un tube étroit, le mélange n'explose pas ; le gaz brûle autour de la flamme de la bougie et la chaleur dégagée est dissipée rapidement sans que le feu soit communiqué à l'atmosphère extérieure. Il a découvert aussi que le remplacement du tube par une toile métallique placée autour de la flamme empêche de la même façon les explosions [3b-c].

La lampe de sûreté fut rapidement adoptée partout et la production de charbon augmenta considérablement. L'utilisation de cette lampe a permis d'épargner de nombreuses vies humaines, mais ne s'est pas montrée systématiquement efficace. Ceci a conduit Davy à poursuivre l'étude de l'origine des explosions en relation avec la « combustibilité » du mélange explosif, la forme et la constitution de la toile métallique. L'ensemble des résultats d'un grand nombre d'expériences figure dans un article paru en 1817 [4a]. C'est au cours de ces expériences et en fixant différents fils métalliques au-dessus de la flamme de la lampe de sûreté que des phénomènes inattendus ont été observés, que l'auteur s'est empressé de décrire dans un article intitulé « Some new

experiments and observations on the combustion of gaseous mixtures, with an account of a method of preserving a continued light in mixtures of inflammable gases and air without flame » [4b]. Il attribue un caractère fortuit à sa découverte : « *I had intended to expose fine wires to oxygene and olefiant gas, and to oxygene and hydrogene during their slow combination under different circumstances, when I was accidentally led to the knowledge of the fact, and, at the same time, to the discovery of a new and curious series of phenomena.* »

Un fil de platine est fixé au-dessus de la flamme alimentée par le gaz de houille. Lorsque la flamme s'éteint, Davy remarque que la combustion continue, sans flamme, à la surface du métal, et déduit immédiatement : « [...] *and that the oxygene and coal gas in contact with the hot wire combined without flame, and yet produced heat enough to preserve the wire ignited, and to keep up their own combustion.* » Le même phénomène est observé lorsque d'autres mélanges combustibles sont utilisés. Le phénomène de catalyse hétérogène en général et celui de la combustion catalytique en particulier étaient en train de naître.

Parmi plusieurs fils métalliques utilisés, seul le platine et le palladium sont efficaces : « *I have tried to produce these phenomena with various metals; but I have succeeded only with platinum and palladium; with copper, silver, iron, gold, and zinc, the effect is not produced.* » Ceci est la première investigation systématique mettant en évidence la spécificité des catalyseurs dans la réaction de combustion catalytique.

Presque toujours, les résultats de ces expériences sont présentés qualitativement et ne peuvent être considérés comme des exemples de participation d'une substance dans un rapport non stœchiométrique. De plus, leur caractère inexplicable ne peut pas être levé dans le cadre alors familier de la théorie de l'affinité chimique largement développée à l'époque. Néanmoins, Davy ne s'est pas contenté de décrire les faits expérimentaux, mais a également formulé des explications, notamment sur les raisons de l'activité particulière du platine et du palladium. Il a souligné que la conductivité thermique et la capacité de radiation de ces métaux semblaient à l'origine de ces différences : « *Platinum and palladium have low conducting powers, and small capacities for heat compared with other metals, and these seem to be the principal causes of their producing, continuing, and rendering*

*sensible these slow combustion.* » Pour tester cette hypothèse, Davy a proposé d'inhiber cette activité en protégeant la surface des métaux par un film de matériau faiblement radiatif : « *I have tried some earthy substances which are bad conductors of heat; but their capacities and power of radiating heat appear to interfere. A thin film of carbonaceous matter entirely destroys the igniting power of platinum, and a slight coating of sulphides deprives palladium of this property, which must principally depend upon their increasing the power of the metal to radiate heat.* »

L'attribution du phénomène de combustion catalytique, en présence de platine et de palladium, à la chaleur est une explication qui ne pouvait plus suffire après qu'Edmund Davy ait trouvé, au cours de ses travaux sur la chimie du platine, que du platine finement divisé, préparé par réduction du sulfate de platine par de l'éthanol à l'ébullition, devenait incandescent en présence de vapeur d'éthanol sans avoir besoin d'être préalablement chauffé [5]. Il rapprocha cette observation de celle de Humphry Davy en soulignant simplement : « *This mode of igniting metal seems to be quite a new fact in the history of chemistry; but the means of keeping it in a state of ignition is only another illustration of the facts previously pointed out by Sir H. Davy.* »

### Döbereiner et le platine finement divisé

Ayant pris connaissance des travaux d'Edmund Davy en 1821, Döbereiner a promptement repris ces expériences et montré que le produit de la réaction de l'éthanol en contact avec le platine finement divisé est l'acide acétique [6]. De plus, après avoir noté le caractère apparemment inépuisable de l'action du platine, il suggéra que cette réaction pouvait être utilisée à grande échelle pour la fabrication de ce produit : « *[...] be used again to acidify fresh, perhaps limitless, quantities of alcohol; a circumstance which permits its use for the large-scale preparation of acetic acid.* »

Il poursuivit ses expériences en préparant du platine à l'état d'éponge en calcinant un complexe de platine (vraisemblablement de l'hexachloroplatinate (IV) d'ammonium). L'utilisation de ce métal finement divisé dans les réactions de combustion de plusieurs réactifs gazeux dont l'hydrogène le conduisit, en 1823, à une découverte que Berzélius décrivait ainsi dans son rapport de la même année : « *From any point of view, the most important and, if I may use the expression, the most brilliant discovery of last year is, without doubt, that... made by Döbereiner* » [7]. Il constate qu'un mélange d'hydrogène et d'oxygène (ou air) mis en contact avec du platine spongieux réagit violemment dès la température ambiante, le métal étant rendu incandescent par la chaleur dégagée [8].

Dans ses tentatives d'interprétation du phénomène, Döbereiner considérait l'action du platine comme un cas particulier de l'action voltaïque, le platine et l'hydrogène formant une « combinaison voltaïque » dans laquelle l'hydrogène joue le rôle du zinc : « *The entire phenomenon must be regarded as an electrical one, whereby the hydrogen forms an electrical chain with the platinum.* » Il était beaucoup moins affirmatif sur ce mécanisme dans un article de la même année : « *Most likely a new natural principle is operative here, which will become apparent through further investigation* » [9], et dans un livre regroupant ces expériences où il excluait le caractère mécanique, électrique ou magnétique de ce mécanisme : « *[...] probably of a quite special nature, i.e. neither mechanical nor electrical nor magnetic* » [10].

Les travaux de Döbereiner sur la combustion catalytique en présence de platine finement divisé ont provoqué une vive

réaction dans la communauté scientifique, et ce en dépit du caractère inexplicable des phénomènes par les théories en vigueur à cette époque. Sur le plan scientifique, elle n'a pas cessé de faire l'objet de nombreux travaux, dont ceux de Dulong, Thenard et Faraday.

### Dulong, Thenard et la généralisation du phénomène

En 1823, Dulong et Thenard reprennent les travaux de Döbereiner sur la catalyse de combustion avec l'intention d'en découvrir la théorie : « *N'ayant aucune connaissance des recherches que l'auteur de cette belle expérience a sans doute entreprises pour en découvrir la théorie, nous n'avons pu résister au désir de faire nous-mêmes quelques essais dirigés vers ce but [...]* » [11a].

Pour cela, ils entreprennent un travail systématique qui prouve la généralité de l'activité catalytique dans la réaction de combustion de l'hydrogène, des corps solides métalliques et non métalliques, simples ou composés. Ces auteurs montrent aussi que les phénomènes observés sont intimement liés à l'assemblage des cristaux, à leur grosseur, leur orientation, leurs accidents, en un mot à la texture du solide. La spécificité d'un solide se trouverait ainsi justifiée. Elle n'est pas pour autant expliquée : « *Il est difficile de comparer exactement leur pouvoir, parce que l'étendue de la surface, l'épaisseur des fragments et même leur configuration, modifient son intensité* » [11b].

Devant les difficultés d'une explication théorique, les auteurs se défendent de présenter des hypothèses pour expliquer les faits observés : « *Nous nous abstenons d'ailleurs de présenter des conjectures que ces phénomènes singuliers ont fait naître dans notre esprit jusqu'à ce que nous ayons terminé les expériences que nous avons entreprises pour les vérifier* » [11a]. Cependant, plus tard dans le second article paru la même année, leurs hésitations demeurent perceptibles quant au rôle de l'électricité dans ces phénomènes catalytiques : « *On pense bien que dès le commencement de nos recherches, nous avons dirigé nos tentatives de manière à découvrir quelle part l'électricité pourrait avoir dans ces phénomènes, mais nous devons avouer que jusqu'ici nous ne saurions expliquer la plupart des effets que nous avons observés, en leur supposant une origine purement électrique* » [11b].

L'explication de la combustion catalytique en tant que phénomène de nature électrique était largement répandue et a perduré malgré les critiques formulées à son égard d'abord par Liebig [12] et surtout par Faraday.

### Faraday et la combustion catalytique en tant que phénomène de surface

Après avoir pris connaissance de la découverte de Döbereiner, Faraday s'est empressé de vérifier les résultats et, dans une note brève, il les a confirmés : « *It was communicated to me by M. Hachette and having verified it I think every chemist will be glad to hear its nature* » [13]. Plusieurs investigations ont ensuite été entreprises par l'auteur sur l'étude de l'électricité et la décomposition électrochimique des corps. Dans un article paru en 1834, Faraday dévoile son intention de montrer que le phénomène observé lors de la combustion de l'hydrogène en présence de platine ne peut être interprété comme une action électrique : « *The conclusion at which I have arrived in this section may seem to render the whole of it unfit to form part of a series of researches in*

*electricity; since remarkable as the phenomena are, the power which produces is not considered as of an electric origin, otherwise than as all attraction of all particles may have this subtle agent for their common cause. But as the effects investigated arose out of electrical researches, as they are directly connected with others which are of an electric nature, and must of necessity be understood and guarded against in a very extended series of electro-chemical decomposition, I have felt myself fully justified in detailing them in this place* » [14a]. Lors d'une expérience de décomposition de l'eau dans une cuve à électrodes de platine, Faraday constate qu'après avoir déconnecté les électrodes, le volume du mélange gazeux diminue au contact du métal. De plus, il montre que l'activité du platine est inhibée si des impuretés se déposent à sa surface. Cette remarque l'a conduit, après un grand nombre d'observations, à postuler, pour la première fois, que la réaction de combustion catalytique est un phénomène de surface et que l'activité du platine demeure inchangée tant que sa surface est propre et que le mélange d'hydrogène et d'oxygène est pur : « *It must not, however, be unnoticed, that the purer the gases subjected to the action of the plate, the longer was its combining power retained. With the mixture evolved at the poles of the voltaic pile in pure dilute sulfuric acid, it continued longest; and with oxygen and hydrogen, of perfect purity, it probably would not be diminished at all* » [14b]. Pour corroborer son hypothèse, Faraday a mis au point plusieurs expériences qu'on peut qualifier aujourd'hui d'empoisonnement et de régénération du platine. Ainsi, il a vérifié que l'activité est inhibée lorsque le métal est mis en contact avec différents corps étrangers, ou au contraire, qu'elle est restaurée après divers traitements thermique, mécanique et/ou chimique du métal : « *Different modes of treatment applied to the platina, after it had ceased to be the positive pole of the pile, affected its power very curiously [...]. Though thus uncertain in its action, and though often diminishing the power given to the plates at the positive pole of the pile, still it is evident that heat can render platina active, which before was inert. The cause of its occasional failure appears to be due to the surface of the metal becoming soiled, either from something previously adhering to it, which is made to adhere more closely by the action of the heat, or from matter communicated from the flame of the lamp, or from the air itself...; and this, and much less than this, is sufficient to prevent it from exhibiting the curious power now under consideration* » [14c].

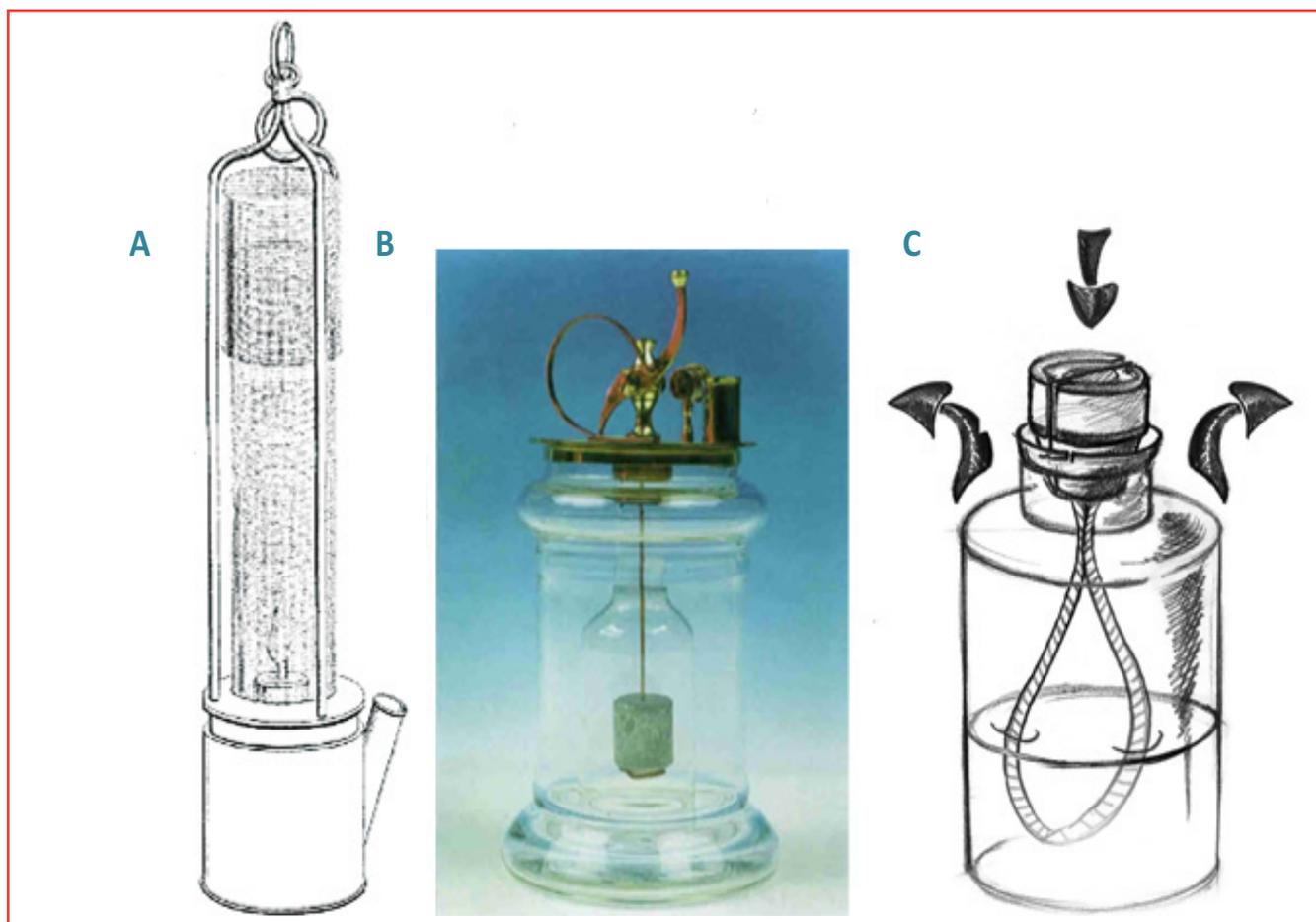
Après avoir rappelé les observations et les explications des principaux auteurs de la découverte de la combustion catalytique, à savoir H. Davy, W. Döbereiner, P.L. Dulong et L.J. Thenard, M. Faraday, considérant que le phénomène demeure encore sans interprétation pertinente, abandonne la théorie électrique du phénomène, admettant que celui-ci peut avoir lieu à la surface de plusieurs solides : « *The effect is evidently produced by most, if not all, solid bodies, weakly perhaps by many of them, but rising to a high degree in platina. Dulong and Thenard have very philosophically extended our knowledge of the property to its possession by all the metals, and by earths, glass, stones, etc (611); and every idea of its being a known and recognized electric action is in this way removed* » [14d].

L'interprétation des auteurs, bien que souvent hésitante, accordant un caractère électrique à l'action du platine dans la combustion catalytique est définitivement rejetée par Faraday sans faire référence à Liebig, qui notait déjà en 1829 que certains faits s'accordent mal avec les hypothèses sur le rôle de l'électricité [12]. Faraday admet en contrepartie que

les solides en général, et le platine en particulier, ont un pouvoir d'attraction à leur surface. Celui-ci est augmenté ou diminué en fonction de la propreté de cette surface. Les gaz condensés à la surface du platine par suite de cette attraction ont des propriétés d'élasticité particulières et ne subissent plus la répulsion mutuelle que subissent normalement les particules en phase gazeuse : « *I am prepared myself to admit (and probably many others are of the same opinion), both with respect to the attraction of aggregation and of chemical affinity, that the sphere of action of particles extends beyond those other particles with which they are immediately and evidently in union, and in many cases produces effects rising into considerable importance: and I think that this kind of attraction is a determining cause of Döbereiner's effect, and of the many others of similar nature* » [14e]. Selon la théorie de l'auteur, les gaz à la surface du platine sont ainsi placés dans un état favorable à leur union dont les conséquences sont la production de vapeur d'eau et une élévation de la température. La vapeur d'eau formée diffuse rapidement à travers les gaz restants, libérant la surface du platine à de nouvelles parties de ces gaz qui viennent réagir à la surface du métal, et ainsi le cycle recommence. Ce processus est accéléré par l'élévation de la température due à la chaleur dégagée au cours de la réaction jusqu'à ce que l'ignition en résulte : « *[...] the deficiency of elastic power, not merely subjecting them more closely to the attractive influence of the metal, but also bringing them into a more favourable state for union, by abstracting a part of that power (upon which depends their elasticity) which elsewhere in the mass of gases is opposing their combination. The consequence of their combination is the production of water and an elevation of temperature. But as the attraction of platina for the water formed is not greater for the gases, if so great, (for the metal is scarcely hygrometric) the vapour is quickly diffused through the remaining gases; fresh portions of the latter, therefore, come into juxtaposition with the metal, combine, and the vapour formed is also diffused, allowing new portions of gas to be acted upon. In this way the process advanced, but is accelerated by the evolution of heat, which is known by experiment to facilitate the combination in proportion to its intensity, and the temperature is thus gradually exalted until ignition results* » [14f].

Cette idée de la perte d'une partie de l'élasticité des gaz en contact avec la surface du platine contient déjà les prémisses de la théorie d'adsorption qui sera développée plus tard par Langmuir [15]. De plus, les vues de Faraday sur la combinaison de l'hydrogène et de l'oxygène à la surface du platine ne sont pas sans relation avec l'interprétation actuelle des phénomènes de la catalyse hétérogène.

Dans un souci de généralisation, Faraday s'est servi de ce cadre théorique pour interpréter plusieurs observations reportées par Dulong, Thenard et Döbereiner, notamment les différences d'activité des solides, l'activité du platine spongieux dès la température ambiante et la sélectivité de la surface des solides : « *The theory of action which I have given for the original phenomena appears to me quite sufficient to account for all the effects by reference to known properties, and dispenses with the assumption of any new power of matter* » [14g]. Paradoxalement, les conclusions de Faraday, qui éliminent le rôle de l'électricité dans la réaction de combustion catalytique, semblent avoir été ignorées de Berzélius [1-2]. Ce dernier ne cite d'ailleurs pas les travaux de l'auteur dans sa revue où il regroupe plusieurs phénomènes sous une même dénomination et suggère que l'action catalytique est une manifestation des propriétés électrochimiques.



A) Lampe de sûreté de Davy ; B) Briquet chimique de Döbereiner ; C) Lampe hygiénique de Berger.

## Les premières applications de la combustion catalytique sans flamme

Davy a immédiatement reconnu l'utilisation pratique qui pouvait être faite de sa découverte, selon lui fortuite, de l'incandescence du platine préalablement chauffé en contact avec le gaz de houille. Il a de ce fait modifié la lampe destinée à l'éclairage des mines de charbon en intégrant une toile de platine autour de la flamme. La quantité de gaz explosif arrivant au contact de la flamme est fortement diminuée, limitant par conséquent les risques d'explosion. À partir de 1815, la lampe de Davy fut fabriquée industriellement et diffusée un peu partout en Europe (figure A).

Suite à sa découverte de la combustion de l'hydrogène en contact avec le platine finement divisé sans avoir besoin d'être préalablement chauffé, Döbereiner fut le premier à réaliser que cette réaction allait avoir beaucoup d'importance dans la société. Il a très rapidement mis à profit cette réaction dans plusieurs applications dont la plus célèbre est le briquet chimique : « *I have already used this latest observation to construct a new lighter and a new lamp, and shall apply it to far more important ends* » [16]. Cet ingénieux dispositif est constitué d'un récipient en verre à moitié rempli d'acide sulfurique dilué (figure B). À l'intérieur se trouve un cylindre de verre, fermé par un robinet, auquel est suspendu un morceau de zinc. Ce dernier réagit en contact avec l'acide et il y a dégagement d'hydrogène. L'augmentation de la pression du gaz à l'intérieur du cylindre repousse l'acide en dehors, ce qui arrête la réaction. En ouvrant le robinet, situé

en haut du cylindre, on peut produire un jet d'hydrogène qui s'enflamme au contact de grains de platine finement dispersés dans une céramique. La pression dans le cylindre interne baisse, l'acide sulfurique entre à nouveau en contact avec le morceau de zinc et une nouvelle provision d'hydrogène est prête à être utilisée.

Le briquet de Döbereiner a persisté pendant près d'un siècle, avec un million d'exemplaires vendus au total. Il est important de signaler que c'est pour la première fois qu'on utilisait, dans ce dispositif, ce qui est actuellement appelé catalyseur supporté. La dispersion des grains de platine dans une matrice réfractaire permet de limiter la désactivation physique et d'allonger, par conséquent, la durée d'utilisation du dispositif.

L'importance de la nature chimique du gaz combustible sur l'efficacité de l'action du platine, parue dans les travaux de Davy, Döbereiner, Dulong et Thenard, a retenu l'attention de W. Henry [17], qui a réalisé que la sélectivité de la combustion catalytique au contact avec le platine pouvait être mise à profit dans l'analyse des mélanges de gaz dont la composition n'est connue qu'approximativement : « *It was this inefficiency of the platinum sponge on the compounds of charcoal and hydrogen in mixture with oxygen, while it acts so remarkably on common hydrogen, and also, though slowly, on carbon oxide, that suggested to me the possibility of solving, by its means, some interesting problems in gaseous analysis.* » Henry a méthodiquement structuré ses travaux en trois parties. Les deux premières sont intitulées respectivement « *On the action of finely divided platinum on gaseous mixtures at common temperatures* » et « *On the*

effect of finely divided platinum on gaseous mixtures at increased temperatures ». Il y présente les résultats qualitatifs et quantitatifs d'un ensemble d'expériences sur la combustion catalytique de mélanges gazeux de composition connue et dans des conditions opératoires déterminées ; il s'agit d'un étalonnage de la méthode d'analyse. Dans la troisième partie, intitulée « Application of the facts to the analysis of mixtures of the combustible gases in unknown proportions », il met à profit son protocole opératoire basé sur la combustion catalytique pour déterminer la composition d'un mélange gazeux.

Cette méthode analytique constitue la base de plusieurs types de capteurs de gaz connus actuellement et fonctionnant sur le principe de la combustion catalytique fractionnée.

Un peu plus tard, vers la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, le pharmacien français Maurice Berger, découvrant le principe de la combustion catalytique sans flamme et sa mise en application dans la lampe de Davy et dans le briquet de Döbereiner, eut l'idée d'inventer un moyen d'assainir l'air vicié des chambres d'hôpital. Il mit au point un dispositif constitué d'un flacon contenant une composition appelée « ozoalcool » d'où part une mèche reliée à un brûleur en cône constitué de noir de platine dispersé dans une céramique (figure C). Le platine préalablement chauffé est porté à incandescence sans flamme ni fumée, éliminant ainsi les odeurs indésirables. En ajoutant de l'ozophéline, on obtient un désinfectant particulièrement efficace contre les microbes et les bactéries en suspension dans l'air.

## Conclusion

La découverte de la combustion catalytique sans flamme dans la première moitié du XIX<sup>e</sup> siècle a provoqué un grand intérêt dans la communauté des scientifiques, aussi bien pour son caractère curieux que pour les possibilités d'applications qu'elle a suscitées. Malgré le cadre conceptuel défavorable à l'époque, notamment l'absence d'une théorie de la liaison chimique et de la réaction chimique, les tentatives d'interprétation du phénomène observé par Faraday constituent les bases théoriques de la catalyse hétérogène qui se sont développées plus d'un siècle après les premières expériences.

## Références

- [1] Ben Kilani C., Batis H., Chastrette M., Développement des idées sur la catalyse au début du XIX<sup>e</sup> siècle, *L'Act. Chim.*, **2001**, 244, p. 44.
- [2] Batis H., Chastrette M., La catalyse : de Berzelius au *Traité* de Grignard, *L'Act. Chim.*, **2004**, 276, p. 52.
- [3] Davy H., *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, **1816**, 106 : a) p. 1 ; b) p. 23 ; c) p. 115.
- [4] Davy H., *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, **1817**, 107 : a) p. 45 ; b) p. 77.
- [5] Davy E., *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, **1820**, 110, p. 108.
- [6] Döbereiner J.W., *Ann. Phys.*, **1822**, 72, p. 193.
- [7] Berzelius J.J., *Jahresbericht*, **1823/1825**, 4, p. 60.
- [8] Döbereiner J.W., *Ann. Chim. Phys.*, **1823**, 24, p. 91.
- [9] Döbereiner J.W., *J. für Chem.*, **1823**, 39, p. 1.
- [10] Döbereiner J.W., *Über neu entdeckte höchst merkwürdige Eigenschaften des Platins*, Jena, **1823**.

- [11] Dulong P.L., Thenard L.J., *Ann. Chim. Phys.*, **1823** : a) 23, p. 440 ; b) 24, p. 380.
- [12] Liebig J., *Ann. Chim. Phys.*, **1829**, 42, p. 316.
- [13] Faraday M., Quart J., *Science*, **1823**, 16, p. 179.
- [14] Faraday M., *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, **1834**, 124, p. 55 : a) § 564 ; b) § 581 ; c) § 582, 598 ; d) § 618 ; e) § 619 ; f) § 630 ; § 656.
- [15] Langmuir I., *J. Am. Chem. Soc.*, **1916**, 38, p. 2221 ; **1918**, 40, p. 1361.
- [16] Cité par Collins P.M.D., *Platinum Metals Rev.*, **1986**, 30, p. 141.
- [17] Henry W., *Phil. Trans. R. Soc. Lond.*, **1824**, 114, p. 266.



### Habib Batis

est professeur à la Faculté des sciences, Université Tunis El Manar\*.

- \* Unité de Recherche sur les nanomatériaux et catalyse hétérogène, Département de chimie, Faculté des sciences, Université Tunis El Manar (Tunisie).  
Courriel : [habib.batis@fst.rnu.tn](mailto:habib.batis@fst.rnu.tn)



## Précis et sensible.

NOUVEAUX SYSTÈMES D'ASPIRATION BVC BASIC, BVC CONTROL ET BVC PROFESSIONAL



- aspiration précise et confortable avec un contrôle optimal
- manipulation sécurisée de liquides biologiques
- équilibre parfait entre design et performance

[www.vacuubrand.com](http://www.vacuubrand.com)

VACUUBRAND GMBH + CO KG · France

Sébastien Faivre · Secteur Est et Sud

Tél.: +33 388 980 848

[sebastien.faivre@vacuubrand.com](mailto:sebastien.faivre@vacuubrand.com)

Patrice Toutain-Keller · Secteur Ouest et Nord

Tél.: +33 169 090 678

[patrice.toutain-keller@vacuubrand.com](mailto:patrice.toutain-keller@vacuubrand.com)

*vacuubrand*

**Technologie du vide**