

# LE CHAUFFAGE PAR CATALYSE

Par Frédéric DANIELLY

QUAND on met en contact un catalyseur (1) tel que le charbon ou l'amiante platinés avec un liquide ou un gaz combustible comme l'essence de pétrole, l'alcool, l'acétylène, etc., celui-ci brûle lentement à une température très peu élevée, sans former de flamme, sans dégager d'odeur désagréable et sans répandre sensiblement dans l'atmosphère des gaz nocifs. Toutefois, il est absolument nécessaire que la réaction soit amorcée par un chauffage préalable du catalyseur.

Se basant sur ce fait, M. Louis Lumière, membre de l'Institut, a construit et fait breveter, en collaboration avec M. Herck, un appareil permettant de réaliser d'une façon pratique la combustion sans danger d'incendie, même dans les milieux les plus inflammables, de tous les liquides ou gaz convenablement choisis. Il est formé d'une masse catalysante placée dans un récipient approprié, lequel est séparé du réservoir à combustible par un étranglement existant entre ces deux parties et composé d'une gaine contenant une mèche réglable au moyen d'un bouton moleté, comme dans une lampe ordinaire, qui conduit le liquide par capillarité dans la partie supérieure de l'appareil réservée à la masse catalysante et où s'opère la combustion. A cet effet, on peut examiner la figure de la page 130 qui montre en élévation, partie en coupe, partie en vue extérieure, le magasin A contenant le liquide combustible ou une masse absorbante de coton B imbibée de ce liquide (comme dans les lampes du genre « Pigeon ») que l'on introduit par la tubulure C.

Un tube de laiton T, que l'on a garni d'une mèche E, peut coulisser dans la gaine I.

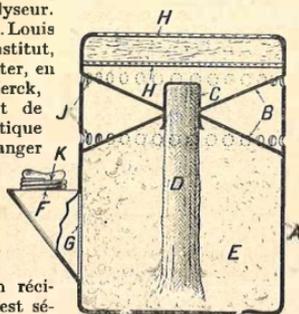
(1) Nous expliquons plus loin ce que l'on entend par catalyse et ce que sont les catalyseurs.

A la partie supérieure de l'appareil, une couronne U sert de support à deux grilles à mailles fines V et J, entre lesquelles est serré le matelas d'amiante platiné formant la masse catalysante J<sup>1</sup>. Deux autres grilles à mailles plus larges, J<sup>2</sup> et V<sup>1</sup>, sont placées l'une au-dessus, l'autre au-dessous des précédentes et elles sont maintenues en place par le rebord du couvercle évidé Y.

Entre les parties supérieure et inférieure de l'appareil, formé de deux troncs de cône opposés réunis à leur sommet par la gaine I, contenant le tube porte-mèche, la chambre intermédiaire Z ainsi constituée porte sur son pourtour deux rangs de trous K<sup>1</sup> ménagés dans sa paroi afin d'assurer la circulation de l'air entre le réservoir et la chambre, et évitant ainsi la vaporisation excessive par conduction qui se produirait par une trop grande transmission de chaleur au réservoir I. Ce point est capital : il permet de ne faire monter à la partie supérieure du catalyseur que la quantité maximum d'essence dont la combustion complète soit bien assurée, étant données les dimensions de l'appareil.

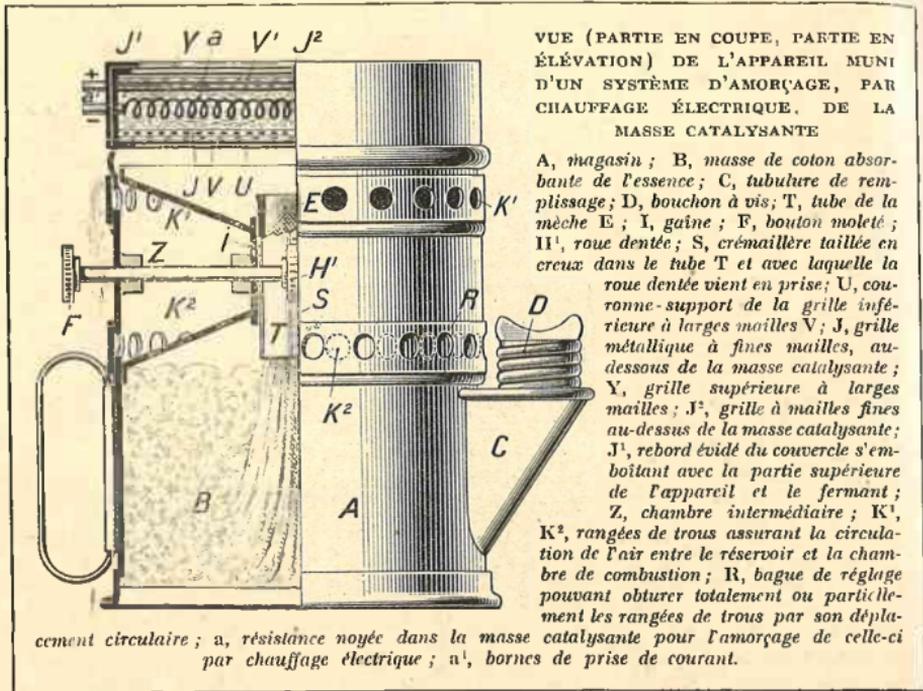
Ces trous peuvent être plus ou moins obturés au moyen d'une bague mobile convenablement disposée, laquelle permet de mieux régler la combustion (figure page 130).

Le système nécessite pour son fonctionnement, ainsi qu'on l'a dit plus haut, le chauffage préalable de la matière catalysante qui s'opère en enflamant une petite quantité d'essence ou d'alcool que l'on verse sur celle-ci. Ou bien une petite pompe à main est accrochée à la paroi; quelques coups de piston font passer une certaine quantité d'air sur l'essence ou l'alcool ou sur le coton imbibé; il se carbure ainsi suffisamment et il va traverser la masse catalysante à la surface de laquelle on



PREMIER MODÈLE DE L'APPAREIL CHAUFFEUR PAR CATALYSE EMPLOYÉ PENDANT LA GUERRE A BORD DES AVIONS

A, récipient divisé en deux compartiments; B, parois desdits compartiments; C, tube de la mèche D; E, compartiment inférieur; F, ouverture de remplissage; G, toile métallique; HH, grilles maintenant un matelas d'amiante platiné; J, trous d'aération; K, bouchon fileté.



l'enflamme. Après quelques instants, on arrête le pompage, et la combustion se continue seule et sans flamme jusqu'à épuisement du liquide combustible (fig. page 134).

Mais ces deux procédés de mise en marche présentent l'inconvénient de provoquer une flamme que le principe même de l'appareil a pour but d'éviter ; dans certaines applications, où les risques d'incendie sont particulièrement à redouter, ils pourraient être de nature à limiter son usage. On y remédie par l'emploi d'un chauffage électrique par résistance de la matière catalysante pour la rendre active ; on la place soit au-dessus, soit au-dessous d'elle, ou encore dans son épaisseur. Quand la matière catalysante est suffisamment échauffée, on coupe le courant qui est fourni par une pile portable ou un petit accumulateur (partie gauche, vue en coupe, de la figure ci-dessus).

La figure de la page 131 montre un de ces appareils de chauffage placé sur une lampe genre Pigeon b. On remarque qu'ici, le coussin d'amiante porte sur sa surface des bossages qui ont pour but de faciliter l'inflammation des vapeurs d'essence lors de l'allumage et aussi d'augmenter la surface radiante active de l'appareil. Le tube c traverse à sa

base le tapis d'amiante et il comporte, près de sa partie inférieure, des ouvertures C<sup>1</sup> pour permettre l'évaporation de l'essence et son introduction dans la chambre intermédiaire. Un bossage étant ménagé près du tapis catalyseur, au droit de ce tube c, en montant la mèche qu'il contient, celle-ci arrive en contact avec l'amiante platiné, permettant dès lors à l'essence de monter par capillarité dans l'amiante. Le feu étant mis extérieurement au dit bossage central, l'activité du réchauffeur se trouve ainsi obtenue. Au bout de quelques minutes, la flamme s'éteignant d'elle-même, on doit alors, sans trop tarder, redescendre la mèche.

La figure de la page 133 représente un fer à repasser chauffé par catalyse : le tapis catalyseur a chauffe par rayonnement. Des ajourages g<sup>1</sup>, existant dans la masse même du fer, permettent à l'air d'alimenter le tapis en oxygène. Le réservoir d'essence étant placé au-dessus de celui-ci, il convient, pour éviter que l'essence liquide tombe sur le catalyseur — ce qui arrêterait la catalyse — d'employer un dispositif consistant en une mèche qui descend en h<sup>1</sup> et monte dans le fond du réservoir jusqu'en h<sup>2</sup> ; cette mèche passe dans un premier tube, et, autour de

celui-ci, il en existe un autre  $i$ , de plus grand diamètre, fermé en  $i^1$  et ajouré en  $i^2$ . Entre les deux tubes, on a introduit de l'amiante cardé qui sert de mèche et siphonne par capillarité l'essence amenée par la mèche qui s'évapore alors par les ouvertures  $i^2$ .

Une petite chaudière catalytique de poche est montrée page 133. On a ménagé autour du réservoir  $b$  une circulation d'air destinée à empêcher une trop grande calorification de l'essence. Le bouchon  $j$  est percé d'un trou  $j^1$  pour établir la circulation, tandis que la coiffe  $k$  est ajourée en  $k^1$  pour permettre l'arrivée de l'air sur le catalyseur, cette arrivée étant réglable par déplacement de la coiffe pour activer ou ralentir la combustion.

Des locaux dont l'atmosphère est susceptible de contenir, normalement ou accidentellement, des vapeurs d'essence ou d'alcool, ou des gaz combustibles ou explosifs, peuvent ainsi être chauffés sans danger, ainsi qu'on l'a dit déjà; de même, on peut chauffer, sans crainte d'asphyxie, de petits espaces clos où une personne restera enfermée plus ou moins longtemps, des intérieurs de voitures et d'automobiles, des nacelles de dirigeables, des avions. Ce fut même cette dernière application qui motiva la création du système. M. Louis Lumière fut, en effet, sollicité, au début des hostilités, par le Service des Constructions de l'Aviation, de rechercher un mode de réchauffement des nacelles d'avions permettant de prévenir l'épaississement et la congélation de l'huile de graissage des moteurs, tout en présentant une sécurité complète au point de vue des risques d'incendie qui sont si grands à bord de ces engins et qui ont de si terribles conséquences.

Il eut recours, pour solutionner ce problème, au procédé que nous venons de décrire, et il parvint, après bon nombre d'expériences, à réaliser un type d'appareil remplissant bien le but et donnant toute satisfaction. La partie active supérieure de ce premier modèle avait une surface d'un déci-

mètre carré et il libérait environ deux cents calories à l'heure. La température, au contact de l'amiante platiné, ne dépassait guère 200° et il était ainsi impossible qu'elle provoquât l'inflammation soit d'essence, soit de papier ou de tissu gommé ou huilé quelconque tombant accidentellement sur l'appareil.

Pour s'assurer que la combustion était complète et que le réchauffeur ne dégageait pas d'oxyde de carbone, on ne pouvait avoir

recours à la réaction ordinairement employée de ce gaz sur l'acide iodique, car cette réaction est également provoquée avec la plus extrême facilité par les vapeurs d'hydro-

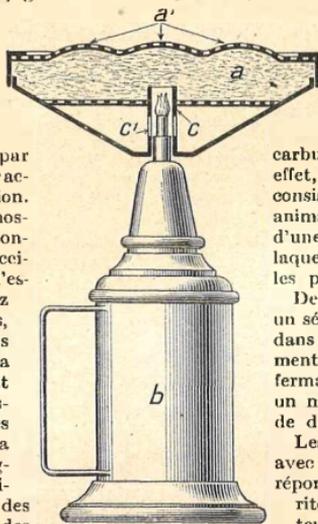
carbures. On eut recours, à cet effet, au procédé classique qui consiste à soumettre de petits animaux à l'influence prolongée d'une atmosphère close dans laquelle se répandent librement les produits de la combustion.

Des oiseaux ont ainsi résisté à un séjour de quarante-huit heures dans une petite salle hermétiquement close, la cage qui les renfermait étant placée à environ un mètre au-dessus d'un groupe de deux réchauffeurs.

Les résultats obtenus au front avec cet appareil ont pleinement répondu aux desiderata de l'auto-rité militaire, et les constructeurs durent, pour répondre aux demandes des services de l'Aviation et de l'Automobile, organiser un atelier spécial d'où sortirent 40.000 appareils qui, disons-le en passant, furent livrés au prix de revient.

Terminons en donnant quelques précisions au sujet de ce mot « catalyse », nom donné par le chimiste Berzélius au phénomène qui a lieu quand un corps, par sa seule présence et sans y participer, met en jeu certaines affinités chimiques

ou détruit certaines combinaisons déjà formées. Une étude attentive a montré que les phénomènes qu'on avait cru pouvoir attribuer à une « force catalytique » s'expliquaient fort bien par les causes connues. Ce terme commode, heureusement, n'est plus employé. H. Sainte-Claire-Deville, notamment, s'est élevé avec force contre cette disposition à attribuer tout de suite à des



LAMPE GENRE « PIGEON » TRANSFORMÉE EN APPAREIL CHAUFFANT PAR ADJONCTION D'UN MATÉLAS D'AMIANTE

$a$ , matelas ou tapis d'amiante platiné formant la masse catalysante;  $a^1$ , bossages ou gaufrages;  $b$ , corps de la lampe;  $c$ , tube métallique de la mèche traversant à sa base le matelas d'amiante;  $c^1$ , ouvertures pour l'évaporation de l'essence.

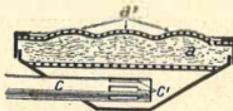
causes nouvelles les phénomènes dont l'explication ne paraissait pas assez facile.

Cette « force catalytique » ou « action de présence » était, en effet, assez mystérieuse et mal connue au moment où ces mots

furent inventés. Ainsi on disait que la mousse de platine agissait par *force catalytique* ou par *présence* quand, introduite dans un mélange d'hydrogène et d'oxygène, elle l'enflammait et produisait de la vapeur d'eau, ou quand elle décomposait l'eau oxygénée en oxygène et en eau. Or, on sait aujourd'hui que la combinaison hydrogène-oxygène est due à ce que la mousse de platine condense les deux gaz et que cette condensation est accompagnée d'un dégagement de chaleur qui détermine l'inflammation du mélange et la production de vapeur d'eau ; quant à la décomposition de l'eau oxygénée, M. Germeux a prouvé que le phénomène est dû aux gaz que la mousse de platine apporte dans celle-ci, car, si on débarrasse de ces gaz la mousse à employer, elle ne provoque plus la décomposition. Avant que les travaux de Pasteur eussent démontré le rôle physiologique de la levure de bière dans la formation alcoolique du sucre, on disait aussi qu'elle agissait par « action de présence ».

Le mécanisme des catalyseurs, dont une très petite quantité suffit généralement pour qu'ils puissent exercer leur action, s'explique quand leur intervention donne lieu à la formation de composés intermédiaires, détruits ensuite puis reformés de nouveau. Dans ce cas, ils semblent n'être que de simples véhicules, d'oxygène ou de chlore le plus souvent. Il faut reconnaître que leur action s'explique difficilement dans tous les cas en dehors de celui-là, et ce sont les plus nombreux. Il en existe un grand nombre, et ils jouent un rôle considérable, non seulement au laboratoire, mais aussi dans l'industrie et en physiologie.

M. A.-G. Green a mis en évidence l'importance de ce rôle dans une étude parue dans le *Journal of Society of Dyers and Colourists*. Il y distingue les oxydations et les réductions catalytiques, les hydrolyses par catalyse et les anticatalyseurs, véritables poisons des catalyseurs des trois catégories précédentes. Pour chacun d'eux, il donne des types de réactions utilisées au laboratoire et dans l'industrie, ou encore observées en physiologie végétale ou animale. Parmi les applications les plus importantes, il cite : la fabrication de l'acide sulfurique des chambres, celle de l'anhydride sulfurique par les procédés dits de contact, la préparation de certains composés organiques, notamment des matières colorantes,



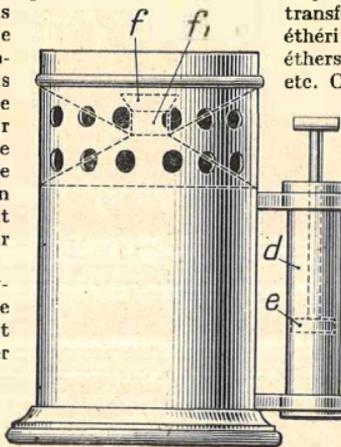
APPAREIL DISPOSÉ POUR QUE L'ARRIVÉE DU TUBE PORTE-MÈCHE SE FAISSE HORIZONTALEMENT

a, matelas d'amiante platiné ; a', bossages ou gaufrages ; c, tube de la mèche ; c', ouvertures pour l'évaporation de l'essence.

et leur enlèvement en teinture (paraphénylène diamine, noir d'aniline, rouge magenta, négrosine, couleurs azoïques) ; hydrogénation des corps gras liquides en vue de leur transformation en graisse solide, étherification, saponification des éthers-sels, inversion des sucres, etc. On peut ajouter à cette nomenclature la transformation des huiles lourdes et résidus de pétrole, des huiles de schiste et de tourbe en essences légères, dont nous avons déjà parlé dans cette revue.

Les catalyseurs sont plus ou moins puissants et leur action est plus ou moins rapide et efficace selon les matières qui entrent dans leur composition et leur mode de préparation. On comprend assez qu'il y a le plus grand intérêt à rechercher et à utiliser celui qui est susceptible de produire le maximum d'effet dans le minimum de temps, et cette recherche a été l'objet de nombreux travaux. En général, ils sont spéciaux pour tel ou tel corps soumis à la

catalyse, et celui qui réussit très bien pour le traitement d'un certain produit peut être absolument sans effet pour un autre. M. Owen David Lucas a décrit, dans un



MODELE DANS LEQUEL LE RÉCHAUD EST MIS EN ACTIVITÉ EN DIRIGEANT AU TRAVERS DE L'AMIANTE DE L'AIR PRÉALABLEMENT INSUFFLÉ PAR UNE PETITE POMPE DANS LE RÉSERVOIR A ESSENCE

d, corps de pompe ; c, piston ; f', tube de la mèche ; f, petite bavette conique rapportée au tube de la mèche.

catalyse, et celui qui réussit très bien pour le traitement d'un certain produit peut être absolument sans effet pour un autre.

M. Owen David Lucas a décrit, dans un

brevet d'invention pris récemment, un procédé de fabrication d'un mélange qui serait, assure-t-il, d'une grande efficacité :

Un oxyde métallique approprié et un produit composé d'un métal et d'une substance organique (oxalates et certains carbonates) sont agglomérés et échauffés jusqu'à leur réduction. On leur adjoint au besoin un agent réducteur et un peu d'eau. L'agglomérant, convenablement choisi, peut constituer tout ou partie de l'agent réducteur. Le chauffage des briquettes ainsi formées s'opère dans un creuset fermé et leur réduction est poussée jusqu'à l'approche du point de fusion du métal. Il se dégage, en cours de chauffage, de l'oxyde de carbone ou de l'acide carbonique, ou encore ces deux gaz réunis.

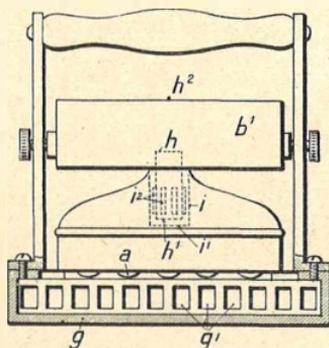
Le résultat de l'opération consiste en une substance relativement cohérente qui, par sa nature spongieuse, est particulièrement favorable à la catalyse. Le métal réduit s'y trouve dans un état de grande division.

On choisit les oxydes métalliques et les

composés organiques de métal de façon à s'adapter convenablement à la réaction chimique à laquelle le catalysant est destiné, par exemple l'oxyde ferrique commercial, l'oxyde de nickel ou de cobalt, mais seulement lorsque celui-ci est obtenu par le traitement de l'acétate ou du carbonate de ces deux derniers métaux. Les carbonates les plus convenables sont ceux de nickel, de fer et de manganèse.

Comme exemple de

## FER A REPASSER CHAUFFÉ PAR CATALYSE



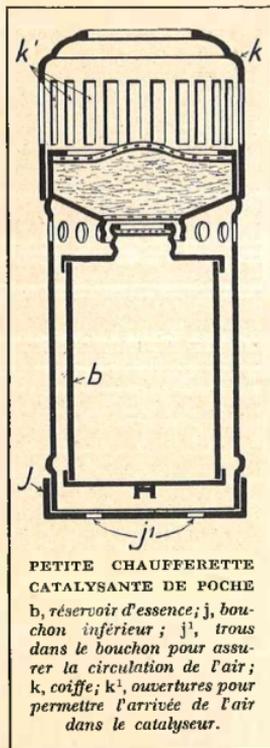
a, tapis catalyseur; g, fer; g¹, ajourages dans la masse du fer, permettant d'alimenter le tapis en oxygène; b¹, réservoir d'essence; h, tube contenant une mèche descendant jusqu'en h¹ et montant jusqu'en h²; i, tube entourant le précédent, fermé en i¹ et ajouré en i².

bon catalyseur pour la transformation d'hydrocarbures lourds en essences légères, on peut citer les mélanges d'oxydes et d'oxalates de fer et de nickel, avec du charbon comme réducteur et du goudron agglutinant, soit, pour 100 parties de mélange : 32 parties d'oxyde ferrique, 7,5 parties d'oxyde de nickel, 5,5 parties de charbon, 40 parties d'oxalate de fer et 15 parties d'oxalate de nickel.

Un autre catalyseur, pour le même usage, est obtenu avec le mélange suivant : oxyde rouge de fer 35 parties, carbonate de manganèse 27 parties, charbon 3 parties, aluminium 5 parties, oxalate de fer 5 parties, goudron (sert principalement de liant) 17,5 parties. Ou encore : oxyde ferrique 36 parties, oxyde de nickel 13 parties, aluminium 3 parties, tartrate de fer 30 parties, acétate de nickel 16 parties et goudron.

Le procédé ci-dessus peut également être appliqué à la production d'autres métaux catalyseurs susceptibles de réduction directe en présence d'agents réducteurs, comme le chrome et le cobalt, et, dans chaque cas, une matière catalysante appropriée à l'usage qu'on en veut faire est produite. Cette production est, dans bien des cas, facilitée par l'addition de petites quantités d'aluminium, de cérium, de magnésium ou autres corps de la classe des terres alcalines. Ces nouveaux catalyseurs ne semblent pas perdre de leur efficacité après un usage prolongé.

FREDERIC DANIELLY



## PETITE CHAUFFERETTE CATALYSANTE DE POCHE

b, réservoir d'essence; j, bouchon inférieur; j¹, trous dans le bouchon pour assurer la circulation de l'air; k, coiffe; k¹, ouvertures pour permettre l'arrivée de l'air dans le catalyseur.