

se décompose, il est vrai, l'ammoniaque se volatilise, l'acide reste et préserve les matières de la combustion avec flammes. Mais il faut remarquer que, si le feu prend une très-grande intensité, et si la température du foyer s'élève considérablement, l'acide phosphorique peut lui-même se décomposer en présence du charbon laissé par les matières brûlées. C'est même sur cette décomposition de l'acide phosphorique par le charbon, qu'est fondé l'art de se procurer le phosphore dans les laboratoires, comme dans les fabriques de produits chimiques. Dès lors, l'acide phosphorique, bien loin de ralentir le feu, doit en augmenter l'ardeur, puisqu'il a pour résultat, en se décomposant, de produire du phosphore.

Malgré ces défauts, le phosphate d'ammoniaque serait peut-être encore, après le borate d'ammoniaque, le corps le plus précieux que nous connaissions jusqu'ici pour enduire les tissus et les bois, si son prix n'était pas un obstacle insurmontable. Il coûte, en effet, 1 fr. 50 c. l'once. Quelle dépense n'occasionnerait pas l'usage de ce produit, puisqu'une toile bien préparée doit être imprégnée, d'après Gay-Lussac, du tiers de son poids du sel protecteur!

Quant au sulfate d'ammoniaque, il est loin de présenter tous les avantages que l'on recherche, car il se décompose par l'action de la chaleur, et ne laisse absolument aucun enduit préservateur.

Ajoutons, pour compléter ce court historique des substances qui ont été proposées pour rendre les bois et les tissus incombustibles, qu'en 1841, M. de Breza a fait connaître un mélange de sels dont voici la formule : 60 grammes d'alun, 60 grammes de sulfate d'ammoniaque et 30 grammes d'acide borique qu'on dissout dans 1 litre d'eau, à laquelle on ajoute 19 grammes de gélatine et 6 grammes d'empois. Non-seulement les objets imprégnés ou revêtus de cette composition ne sont plus inflammables, mais ils sont préservés de l'attaque des insectes sous tous les climats.

M. Morin, de Genève, a conseillé de préférence l'oxyde de zinc, mais les sels précédents sont d'un emploi plus commode. En tout cas, il importe de faire remarquer que l'emploi de ces divers sels ne préserve pas d'une manière indéfinie les tissus ou les bois quand ils sont exposés à la pluie; il est nécessaire de recharger de temps en temps les matières combustibles des sels minéraux qui doivent les mettre à l'abri de l'inflammation. Il faut en dire autant des tissus exposés à être froissés ou pliés fréquemment.

A l'occasion de la triste catastrophe qui, en 1856, a anéanti en quelques heures le superbe théâtre de Bruxelles, l'auteur du mémoire qui nous occupe s'est mis à étudier la question de l'incombustibilité des tissus et des bois. Il a soumis à des expériences comparatives les diverses substances qui ont été jusqu'ici proposées dans ce but, ainsi que d'autres dont on n'avait pas encore parlé.

C'est à la suite de ces expériences comparatives que son choix définitif s'est porté sur le chlorure de calcium, qui réunit un grand nombre d'avantages, pour être appliqué sur les tissus comme agent préservateur. En effet, le chlorure de calcium ne se décompose pas sous l'influence de la chaleur, et il n'est nullement volatil. Un avantage important que présente le même sel, c'est qu'il n'altère pas les couleurs mêmes les plus facilement altérables. On peut ajouter, comme autres avantages qui recommandent l'emploi du chlorure de calcium, qu'il est d'un prix tellement minime qu'on peut le considérer comme une matière sans valeur; que son application est facile et peu dispendieuse, ce qui lui donne une grande supériorité sur le verre soluble; qu'il n'exerce aucune action destructive sur la fibre végétale, qualité que peu de sels partagent avec lui; enfin, qu'il augmente la durée du bois en le préservant des ravages des insectes.

Le chlorure de calcium ne présente qu'un seul inconvénient pour l'emploi dont nous parlons, c'est qu'il attire

fortement l'humidité atmosphérique. Il résulte de là qu'au bout de quelque temps d'exposition à l'air, il peut tomber en déliquescence et disparaître en se dissolvant dans l'eau de l'atmosphère. Mais on peut remarquer à ce propos que les autres sels proposés comme agents préservateurs, sont tous plus ou moins hygrométriques. Le sel marin (chlorure de sodium), par exemple, est très-déliquescent, ce qui n'empêche pas de conserver souvent les bois de construction en les plongeant pendant un certain temps dans l'eau salée, afin de les défendre de l'attaque des insectes. Or, jamais on ne s'est plaint de l'inconvénient qu'avaient ces bois d'attirer l'humidité. La charpente des halles de Bruges est construite en bois imprégné de sel marin : les insectes semblent avoir en horreur cette charpente, car elle est toujours parfaitement propre, et il est impossible d'y trouver une seule toile d'araignée.

Mais le chlorure de calcium présente des avantages tout à fait spéciaux, et vraiment remarquables, dans une circonstance très-importante dont il nous reste à parler. Dans un cas d'incendie, au lieu d'employer de l'eau pure, pour la jeter, à l'aide des pompes, sur le foyer incandescent, on peut faire usage d'eau tenant en dissolution du chlorure de calcium. Le bas prix de cette substance rend son usage facile dans cette circonstance et son extrême solubilité dans l'eau rend ce moyen très-pratique. Dans un incendie, l'eau lancée par les pompes sur les objets en proie aux flammes, est bien vite vaporisée. Après cette vaporisation, il ne reste absolument rien pour arrêter ou diminuer l'ardeur du feu. Au contraire, l'eau qui contiendrait du chlorure de calcium en dissolution, laisserait, à la surface de tous les objets qu'elle touche, un enduit préservateur dont l'efficacité est incontestable.

C'est principalement dans les commencements d'un incendie que l'eau chargée de chlorure de calcium produirait des effets victorieux. Ajoutons que l'on pourrait imprégner

les vestes et les pantalons des pompiers d'une dissolution de ce sel, ce qui n'occasionnerait aucune dépense sensible, et pourrait préserver assez efficacement de l'action des flammes les soldats dévoués qui se consacrent à ces périlleuses manœuvres.

On pourrait encore préparer avec le chlorure de calcium, des *étouffoirs*. Ces étouffoirs consisteraient en un tissu épais fortement imprégné de chlorure de calcium. En cas d'incendie, on pourrait, soit les jeter sur les objets à préserver, tels qu'un lit, un secrétaire, etc., soit s'en servir pour envelopper une personne que l'on voudrait sauver des flammes.

Un dernier avantage qui mérite d'être signalé, c'est que l'eau contenant du chlorure de calcium en dissolution, se congèle moins facilement que l'eau pure ; pendant l'hiver, cette propriété peut être fort précieuse.

Tels sont les principaux faits contenus dans le mémoire présenté par le savant belge au *Collège des bourgmestres et échevins de la ville de Bruxelles*. L'emploi du chlorure de calcium, ajouté à l'eau des pompes pour arrêter les progrès d'un incendie, avait déjà été proposé. Mais il n'est pas hors de propos de ramener sur cet objet, éminemment utile et praticable, l'attention du public et celle des administrations compétentes. Les événements funestes récemment survenus dans trois villes importantes, donnent à cette question un intérêt d'actualité, et sont un grave motif de songer aux mesures qu'il conviendrait d'employer pour éviter, dans l'avenir, le retour de tels désastres.

Ce ne sera pas sortir de notre sujet que de nous occuper ici d'une modeste, mais très-utile invention, due à un ouvrier français, et dont il importe de répandre la connaissance, en raison des moyens précieux qu'elle peut fournir, dans un cas d'incendie ou dans une circonstance analo-

gue, pour pénétrer dans une atmosphère remplie d'un gaz irrespirable ou dangereux.

Cet appareil a été imaginé par M. Thibout, ouvrier à Neubourg (Eure). Il consiste en une petite boîte métallique divisée en trois compartiments par deux cloisons percées chacune d'une ouverture circulaire, sur laquelle s'applique une soupape formée d'une petite sphère en liège. La paroi du compartiment intermédiaire entre les deux cloisons est percée d'un orifice avec tubulure, à laquelle s'adapte un tuyau flexible et court, terminé par une embouchure que l'opérateur applique sur sa bouche. Les compartiments extrêmes de la petite boîte sont munis aussi de tubulures, auxquelles s'adaptent les tuyaux flexibles en toile imperméable, maintenus ouverts par un ressort intérieur en hélice, et qui se prolongent jusqu'au dehors de l'eau ou de l'excavation infectée de gaz irrespirables où l'on veut pénétrer. L'opérateur applique sur son nez une pince qui ferme l'ouverture des narines, de façon que, ne respirant que par la bouche, il aspire l'air atmosphérique extérieur qui arrive par le tuyau branché sur un des compartiments extrêmes, tandis que l'air expiré s'écoule par le tuyau branché sur l'autre compartiment.

L'appareil si simple et si avantageux, proposé par l'ouvrier de Neubourg, ne constitue pas, à proprement parler, une invention nouvelle. On a fait usage depuis longtemps de tubes respiratoires pour descendre sous l'eau, pour séjourner dans des cuves ou des excavations remplies de gaz acide carbonique. C'est ainsi qu'en 1785, le physicien Pilâtre des Rosiers put descendre au fond d'une cuve de brasseur, y rester des heures entières, agissant et marchant sans aucune gêne, tandis que des animaux mis auprès de lui étaient promptement asphyxiés.

L'appareil de Pilâtre des Rosiers ne comportait qu'un tuyau unique, terminé par une sorte de masque appliqué

sur la bouche ou sur le nez. L'opérateur aspirait l'air pur amené par le tuyau, et expirait l'air vicié, dans le milieu où il se trouvait : par la bouche s'il avait aspiré par le nez, et *vice versa*. M. Delaunay, à qui l'on doit la publication des expériences de Pilâtre des Rosiers et la description de son appareil, avait proposé, dans ce travail, d'ajouter à l'embouchure du tuyau qui s'adapte à la bouche, un petit tube métallique contenant deux soupapes. Or, c'est là précisément la disposition employée par M. Thibout, sauf l'addition d'un second tube adapté à la tubulure par laquelle sort l'air expiré, et prolongé jusque dans l'air pur.

Bien qu'il soit connu depuis longtemps déjà, cet utile appareil de sauvetage a été jusqu'ici bien peu employé, malgré les recommandations dont il a été l'objet à diverses reprises, de la part des physiciens et de l'administration des mines. Il est certain pourtant que son usage aurait pu prévenir de nombreux accidents. Il est donc à désirer qu'il se vulgarise, que les hommes chargés de porter secours aux noyés et asphyxiés en soient généralement pourvus, et s'habituent à s'en servir. C'est principalement en vue d'attirer de nouveau l'attention sur les services que peut rendre cet appareil, que l'Académie des sciences, en 1856, a accordé à M. Thibout, simple ouvrier, qui ne connaissait pas les essais antérieurement faits sur ce point, une somme de 500 francs à titre de récompense et d'encouragement.

## 7

Nouveaux appareils pour la combustion de la fumée dans les foyers.  
— Appareil Duméry. — Grille fumivore de M. Boquillon. — Système Beaufumé.

Il n'a guère été question, dans le chapitre précédent, que de flamme et de feu. Comme le feu et la fumée vont presque toujours de pair, et pour que la conclusion soit

digne de l'exorde, nous terminerons en parlant de la fumée; c'est-à-dire des nouveaux appareils proposés pour détruire cet ennemi domestique.

Depuis quelques années, les administrations publiques se préoccupent avec raison, en Angleterre et en France, des inconvénients occasionnés par la fumée qui se dégage des foyers industriels, et même des foyers domestiques alimentés avec la houille. Une enquête, ordonnée par la Chambre des communes de la Grande-Bretagne, et dont les procès-verbaux ont été publiés en 1843, a fait connaître à peu près tous les moyens que l'on avait essayé d'appliquer antérieurement dans ce pays, en vue de prévenir ou de brûler la fumée. Des appareils plus ou moins semblables avaient été également employés en France.

Plusieurs des dispositions proposées en Angleterre ayant paru efficaces, un acte du parlement britannique, du 20 août 1853, a prescrit à tous les propriétaires de chaudières à vapeur, de verreries, de brasseries, raffineries de sucre et autres manufactures établies à Londres, ainsi qu'aux propriétaires de bateaux à vapeur naviguant sur la Tamise, en dessus du pont de Londres, de brûler la fumée de leurs foyers.

En France, une ordonnance de police, du 11 novembre 1854, a soumis à la même obligation, pour le département de la Seine, les propriétaires d'usines où l'on fait usage d'appareils à vapeur.

Des deux côtés de la Manche, ces injonctions administratives ont donné lieu à un grand nombre de combinaisons, plus ou moins nouvelles, ayant pour but d'éviter le dégagement de la fumée. Quelques-uns des moyens imaginés à ce propos répondent parfaitement aux conditions posées. Parmi les appareils imaginés pour détruire la fumée, celui que l'on doit à M. Duméry mérite d'être cité en première ligne. Voici en quoi il consiste.

Au lieu de jeter la houille nouvelle par la porte du foyer sur le combustible incandescent et en très-grande partie carbonisé qui reste sur la grille, ainsi que cela se pratique dans les foyers ordinaires, M. Duméry fait arriver la nouvelle houille par-dessous ce combustible, en poussant la charge, au moyen de refouloirs mus à la main, dans des espèces de cornets recourbés, dont les parois sont à claire-voie.

Il importe de faire observer, à propos de ce mode de chargement du foyer opéré en dessous du combustible incandescent, en vue de prévenir la fumée, que ce procédé, au moins au point de vue général, a été proposé depuis longtemps. Ses avantages avaient été déjà indiqués par Franklin, et il fut même appliqué en Angleterre, antérieurement à l'année 1843, dans les foyers domestiques et dans les foyers des chaudières à vapeur, par le docteur Niel Arnott et par Edward Foard. Toutefois, les dispositions spéciales au moyen desquelles M. Duméry opère le chargement du foyer, diffèrent de celles que ses devanciers ont mises en œuvre, et elles atteignent complètement le but qu'il s'est proposé.

C'est ce qui a été parfaitement établi dans des expériences faites dans les ateliers de la Villette, par une commission de l'Académie des sciences, qui a reconnu que les foyers de M. Duméry, sans aucune production de fumée, jouissent d'une puissance considérable de calorification: aussi l'Académie des sciences, en 1856, a-t-elle accordé à cet ingénieur, comme récompense de ses travaux, un prix de la valeur de 2500 francs.

Nous dirons, enfin, qu'une excellente grille fumivore, d'une installation facile et commode, et d'un effet certain pour la combustion de la fumée, a été imaginée récemment par M. Boquillon, le savant bibliothécaire des Arts-et-Métiers, qui est en même temps un ingénieux physicien.

Nous ne terminerons pas ce sujet sans rappeler un essai intéressant qui a été tenté avant ceux que nous venons de faire connaître, bien qu'il n'ait pas porté tous les fruits qu'on croyait pouvoir en attendre, quand on l'a transporté dans la pratique : nous voulons parler de la *distillation des combustibles* qui a été proposée, en 1855, pour éviter la production de la fumée, et pour tirer parti de divers combustibles jusqu'ici sans emploi. L'appareil pour la distillation de la houille a figuré et fonctionné à l'Exposition universelle. Il a été ensuite mis en usage dans diverses usines. Mais là, on n'a pas tardé à reconnaître que l'usure extrêmement rapide des parties de l'appareil exposées au feu rendait cette méthode d'un emploi peu avantageux en réalité. Bien qu'elle n'ait réussi qu'imparfaitement, cette tentative est trop intéressante pour ne pas la consigner dans cette revue sommaire des inventions de l'industrie contemporaine. Exposons donc les principes généraux sur lesquels elle est fondée.

En 1789, il y avait à Paris, dans le corps des ingénieurs civils, un homme doué d'un incontestable génie ; c'était Philippe Lebon, le créateur de l'éclairage au gaz. Par une application hardie des principes de la chimie, encore à peine naissante, Philippe Lebon avait conçu le projet de transformer complètement les procédés en usage depuis des siècles pour la combustion destinée au chauffage. Les combustibles se brûlent dans nos foyers au contact de l'air libre ; de cette manière, les gaz qui prennent naissance par suite de l'action de la chaleur sur les matières organiques employées comme combustibles, sont brûlés par l'oxygène de l'air, dans le foyer même et au moment de leur formation. Philippe Lebon renversait ce système : il proposait de renfermer le combustible dans un vase métallique bien clos, et de soumettre ce récipient à l'action de la chaleur. Les gaz provenant de cette décomposition en

vases clos, se dégagent par un tube adapté à l'appareil. En enflammant ces produits gazeux, on se procurait à la fois une source de chaleur et une source de lumière. Philippe Lebon avait donné à l'appareil qu'il avait imaginé le nom de *thermolampe*, qui désigne suffisamment le double objet que l'inventeur s'était proposé de remplir.

L'idée de Philippe Lebon contenait le germe de deux inventions d'une haute importance : l'éclairage par le gaz et le chauffage au moyen du même produit. On connaît le succès remarquable qui a couronné la première des inventions de l'ingénieur français. La seconde n'était demeurée jusqu'ici qu'à l'état théorique ; mais elle est devenue, de nos jours, l'objet d'études spéciales ayant pour but de la faire passer dans la pratique.

Il y a plusieurs années, un ingénieur d'un rare mérite, Ebelmen, membre de l'Institut et directeur de la manufacture de Sèvres, qu'une mort prématurée a enlevé aux sciences, s'occupa d'appliquer au chauffage les gaz qui résultent de la décomposition des combustibles de toute nature, soumis, dans des vases métalliques, à l'action de l'air et de la chaleur. A la suite de l'admirable étude chimique à laquelle il avait soumis les gaz qui se dégagent des hauts fourneaux pendant la fabrication de la fonte, Ebelmen avait reconnu que les gaz qui s'échappent par la cheminée des grandes usines, sont formés surtout d'oxyde de carbone, c'est-à-dire d'un gaz combustible, susceptible de développer, en brûlant, une grande quantité de calorique. Ebelmen avait tiré de cette observation le précepte théorique de brûler les gaz qui se dégagent du foyer des usines, afin de se procurer une source nouvelle de chaleur, sans augmentation dans la dépense. C'est depuis ces remarques de l'ingénieur français que, dans la plupart des usines métallurgiques, on s'arrange pour faire servir à une nouvelle combustion les gaz qui s'échappent du foyer. Cette disposition a amené une grande économie dans les opé-

rations métallurgiques, en particulier dans la fabrication du fer.

Ebelmen avait également essayé de construire des appareils dans lesquels on brûlerait les gaz engendrés par la matière combustible, soumise, en un vase clos, à l'action de l'air et de la chaleur. Il voulait appliquer ce genre d'appareils aux besoins généraux de l'industrie, et pour tous les cas où l'on doit avoir recours au chauffage. Mais le succès ne couronna point ses tentatives.

L'inventeur de l'appareil dont nous avons à parler a été plus heureux. Bien que son système ait mal réussi dans la pratique, on ne peut s'empêcher de reconnaître qu'il constitue une modification très-originale des moyens de chauffage employés aujourd'hui.

Donnons un aperçu des dispositions principales de son appareil.

Le combustible (charbons divers, tourbe, anthracite, etc.), est placé dans un vase métallique fermé à ses parties supérieure et latérale, et ouvert seulement à sa partie inférieure, où il reçoit un courant d'air considérable provoqué par un puissant ventilateur. Pour que la température ne s'élève pas trop fortement, ce qui amènerait l'obstruction du foyer par les cendres vitrifiées, et en même temps, afin de donner à la colonne de gaz partant du fourneau une marche régulière, qui assure une combustion uniforme, on entoure le fourneau d'une enveloppe de tôle; l'intervalle entre le fourneau et cette enveloppe métallique est rempli d'eau. Cette disposition empêche la température du foyer de s'élever au delà de certaines limites, car tout le calorique en excès, dégagé par la combustion dans le foyer, est cédé à l'eau à mesure qu'il se produit. Ainsi, le calorique qui, dans nos appareils ordinaires de chauffage, est perdu sans aucune utilité par le rayonnement du fourneau à l'air, se trouve utilisé sans ce nouveau système. En effet, l'eau, chauffée par

les parois extérieures du foyer, donne de la vapeur qui peut être mise à profit dans une machine à vapeur; elle peut encore faire marcher le ventilateur, ou s'appliquer à tout autre usage mécanique. Selon l'inventeur, un de ses générateurs à gaz d'un mètre carré d'ouverture, peut fournir une quantité de vapeur d'eau qui représente une force de 4 à 5 chevaux.

Le gaz, qui prend naissance dans le générateur métallique, consiste principalement en oxyde de carbone. C'est ce gaz qui, dirigé par un tube conducteur et enflammé, sert comme source de calorique. On active sa combustion par un ventilateur. En brûlant, l'oxyde de carbone développe une chaleur considérable, et comme il brûle sans fumée, on tire un parti complet du combustible, puisque aucune proportion de carbone n'est perdue à l'état de fumée, ainsi qu'il arrive dans notre mode ordinaire de chauffage.

Comme mesure des effets que l'on obtient, par ce nouveau procédé, comparés à ceux que produisent les moyens universellement adoptés, nous dirons que, selon l'inventeur, chaque kilogramme de combustible consumé par l'appareil, peut donner 10 kilogrammes d'eau transformée en vapeur, tandis que, par le procédé ordinaire, c'est-à-dire par la combustion à l'air libre de la houille ou du bois, on n'obtient que 6 kilogrammes d'eau vaporisés pour 1 kilogramme de combustible.

Les avantages de ce système consistent principalement à permettre de brûler toute espèce de combustibles. Les matières les moins estimées pour le chauffage, telles que charbons maigres, lignites, anthracites, tourbes, escarbilles, etc., pourraient ainsi être mises à profit dans les localités où on les trouve. Il offre encore l'avantage d'éviter toute fumée pendant la combustion. Or, indépendamment de l'utilité générale de ce résultat pour les différents motifs que nous avons énumérés plus haut, il y a souvent un

bénéfice d'un autre genre à éviter cette fumée abondante qui accompagne la combustion de la plupart des foyers. C'est ainsi que la fumée qui s'échappe du foyer de la machine à vapeur, a l'inconvénient de signaler de très-loin l'approche d'un navire, inconvénient grave dans certains cas, s'il s'agit d'un bâtiment de la marine militaire. En outre ces flots de fumée, rabattus par le vent, gênent parfois le service du bord.

Ajoutons que si on parvient à triompher des obstacles qu'il a rencontrés dans la pratique, ce nouveau mode de combustion sans fumée pourrait peut-être épargner l'emploi, si coûteux, du coke sur les locomotives, et s'appliquer aussi à la cuisson des porcelaines, qui exigent une combustion exempte de fumée.

Ce nouveau système présente une autre particularité remarquable : l'inventeur s'appelle M. *Beaufumé*. Il y a des noms qui semblent marqués d'une étoile.

## X

## NOUVELLES DÉCOUVERTES EN PHYSIQUE.

## 1

## Nouvelle pile voltaïque.

Une acquisition des plus intéressantes pour la physique, c'est la nouvelle pile voltaïque qui a été imaginée en 1856 par M. Victor Doat, d'Alby. L'inventeur de cet appareil n'est pas un savant de profession; il appartient à cette classe de simples amateurs des sciences à qui nous devons tant de créations originales.

Le grand problème de la construction de la pile voltaïque, c'est-à-dire de l'instrument qui constitue la source de l'électricité dynamique employée dans les laboratoires et dans les arts, c'est de produire de l'électricité à bon marché. La pile de Bunsen et toutes celles qui l'ont précédée sont des instruments d'un usage coûteux. Pour produire de l'électricité, dans la pile de Bunsen, on emploie du zinc, des acides azotique et sulfurique : l'acide azotique disparaît à l'état de gaz hypo-azotique; le zinc se dissout dans l'acide sulfurique et forme du sulfate de zinc. Or, le produit de cette action chimique, le sulfate de zinc, est aujourd'hui sans emploi et par conséquent sans valeur. C'est là ce qui explique la grande dépense qui résulte de l'usage des piles actuelles. Si l'on pouvait tirer un parti quelconque du sulfate de zinc qui se forme dans la pile de Bunsen, ou si l'on pouvait, à peu de frais, en retirer le zinc métallique, la dépense, pour la production de l'électricité, serait très-