



CHAUFFAGE AU MOYEN DE L'EAU

EMPLOYÉE COMME COMBUSTIBLE

PAR LE

D^R HENRI COIFFIER

ANCIEN MAIRE DE LA VILLE DU PUY
MÉDECIN EN CHEF DES HÔPITAUX

« L'eau est la *matière première*
des meilleurs combustibles connus :
il s'agit de la décomposer à peu de
frais. Décomposons-la et faisons-en
du feu ».

H. C.

DEUXIÈME ÉDITION

LE PUY

IMPRIMERIE PEYRILLER, ROUCHON ET GAMON

23, BOULEVARD CARNOT, 23

1921



CHAUFFAGE AU MOYEN DE L'EAU

EMPLOYÉE COMME COMBUSTIBLE

PAR LE

D^R HENRI COIFFIER

ANCIEN MAIRE DE LA VILLE DU PUY
MÉDECIN EN CHEF DES HÔPITAUX

*« L'eau est la matière première
des meilleurs combustibles connus :
il s'agit de la décomposer à peu de
frais. Décomposons-là et faisons-en
du feu ».*

H. C.

DEUXIÈME ÉDITION

LE PUY

IMPRIMERIE PEYRILLER, ROUCHON ET GAMON

23, BOULEVARD CARNOT, 23

—
1921

CHAUFFAGE AU MOYEN DE L'EAU

EMPLOYÉE COMME COMBUSTIBLE

I

APERÇU GÉNÉRAL.

La guerre mondiale que nous venons de subir a mis en pleine évidence l'extrême importance du charbon dans le monde. Il en a fallu des milliards de tonnes pour les chemins de fer, pour les bateaux à vapeur, pour les innombrables usines, pour l'éclairage des villes, le chauffage des collectivités, pour celui des particuliers, etc., etc.

Dans cette période d'après-guerre, il nous en manque encore pour les transports, pour le chauffage domestique, pour une foule d'industries en souffrance et, la production étant loin d'être en rapport avec la consommation, il en résulte un malaise général intense, qui a une douloureuse répercussion sur toutes les conditions normales de la vie des peuples.

D'autre part, on le sait, la France est, pour ce précieux combustible, tributaire de l'étranger et, nos mines n'étant pas inépuisables, il arrivera certainement un moment, peut-être plus rapproché qu'on ne pense, où nous en serons dépourvus. Il serait donc utile, nécessaire même, de penser dès maintenant à son remplacement et de chercher dans la nature un équivalent pouvant se substituer à lui et le suppléer dans toutes les circonstances de la vie où il est employé.

Or, cet équivalent, ce remplaçant désiré est, si l'on veut bien y réfléchir, à la portée de notre main et de plus, pour la commodité de tout le monde, existe partout en quantité

incommensurable, inépuisable : c'est l'eau, l'eau ordinaire, l'eau vulgaire de nos sources, de nos lacs, de nos cours d'eau, de la mer, de l'océan, qui nous a servi jusqu'ici à éteindre nos incendies.

L'eau, en effet, — Lavoisier l'a démontré dès 1789, — est composée de deux gaz : l'*Hydrogène*, essentiellement combustible et l'*Oxygène*, merveilleux excitant de la combustion (1).

Qui ne connaît cette expérience de laboratoire ? — On prend un flacon armé au niveau de son orifice d'un tube effilé. On met ensemble, dans ce flacon, de l'eau, des rognures de zinc et de l'acide sulfurique. L'eau est immédiatement décomposée en oxygène et hydrogène. L'oxygène se fixe sur le zinc pour former de l'oxyde de zinc et l'hydrogène, mis en liberté, se dégage par le tube effilé de la tubulure. Si on l'enflamme à l'extrémité de ce tube, il se produit une flamme pâle, peu éclairante, mais possédant une grande force calorique, à tel point qu'un morceau de verre qu'on y plonge entre immédiatement en fusion. C'est la « lampe philosophique » des cabinets de physique.

Si, par un artifice de construction, on entretient la combustion de cette flamme hydrogénée au moyen d'oxygène pur, comme cela se produit dans cet autre instrument de physique connu sous le nom de « Chalumeau à gaz hydrogène (2) », la chaleur produite par cette flamme ainsi alimentée acquiert alors un degré d'intensité extrême : la température la plus haute de toutes celles que l'on peut obtenir par la combustion. Debray et Sainte-Claire-Deville n'ont-ils pas par son moyen pu déterminer la fusion du platine et d'autres corps réfractaires résistant à la température des feux de genre ?

Si l'on alignait sur deux rangs, (il serait facile à un constructeur de réaliser un appareil de ce genre), dix « chalumeaux à hydrogène », comme on voit dix becs alignés dans les vulgaires fourneaux à gaz de nos cuisines, on aurait

(1) Analyse de l'eau, par le Dr W. Ohlmüller et L. Gauthier.

(2) Voir *Essais au chalumeau*, par E. Morineau.



un foyer de chaleur intensif énorme, pouvant chauffer un appartement, cuire des aliments, fondre des métaux et remplacer avantageusement, avec ses deux gaz combinés, tous les combustibles connus : charbon, bois, tourbe, pétrole, essence, mazout, gaz d'éclairage, etc., etc.

Les savants calculent qu'un mètre cube d'eau, qui pèse 1,000 kilogrammes, contient 111 kilos d'hydrogène et 889 kilos d'oxygène, lesquels, en brûlant ensemble, développent 3,825,000 grandes calories, c'est-à-dire autant de chaleur que 673 litres d'alcool à 100°, brûlant dans de l'oxygène. Or, en admettant que le charbon, qui est actuellement « le roi de la combustion », le « pain de l'industrie », en admettant, dis-je, que le charbon s'épuise un jour ou devienne trop rare, ne peut-on concevoir que les générations futures pourront trouver dans l'eau, — l'eau ignifuge qui nous sert aujourd'hui à une foule d'autres usages, — la mine inépuisable du comburant de l'avenir ?

Une objection se présente immédiatement à l'esprit.

Tout le monde sait que l'oxygène mêlé à l'hydrogène, dans la proportion de 1 du premier et 2 du second, constitue un mélange détonant, qui fait explosion à la moindre étincelle. Mais, outre qu'il est facile de parer à ce danger en changeant simplement les proportions du mélange, cette difficulté, en apparence très grande pour le maniement des gaz mélangés, a reçu depuis longtemps des solutions pratiques et absolument suffisantes dans la construction d'un grand nombre d'appareils. Citons le « Chalumeau à gaz hydrogène » dans lequel les gaz mélangés n'arrivent au bec d'allumage qu'après avoir traversé plusieurs rondelles de toile métallique superposées, qui éloignent toute crainte de détonation. Citons également l'appareil Sainte-Claire-Deville et le Brûleur de Bunsen, appareils construits pour obtenir de très hautes températures et dans lesquels les gaz sont recueillis séparément et arrivent au bec d'allumage par deux tuyaux concentriques, le tuyau central amenant l'oxygène, le tuyau périphérique l'hydrogène, ce qui écarte, d'une façon absolue, tout danger d'explosion.

Ceci étant et les gaz oxy-hydriques pouvant devenir

maniables et utilisables à volonté, à l'instar du simple gaz d'éclairage, à l'instar de l'acétylène, que faudrait-il pour que l'eau prenne le rang qui lui revient parmi nos combustibles ordinaires? Il faudrait trouver un procédé facile et surtout peu coûteux susceptible de transformer pratiquement et en grande quantité l'eau, ce liquide si anticombustible, en ses deux éléments essentiellement combustibles, l'oxygène et l'hydrogène. Il faudrait arriver à décomposer l'eau à *peu de frais* et le jour où en en remplissant un appareil approprié, sorte de poêle à gaz, on en fera jaillir la flamme en allumant les gaz provenant de la décomposition du liquide, ce jour-là le combustible de l'avenir aura fait son apparition et la houille, qui nous coûte si cher, aura vécu!

Oui, arriver à *décomposer l'eau industriellement au moyen d'un procédé peu coûteux*, voilà tout le problème à résoudre. Or, ainsi posé, ce problème n'a évidemment en soi rien d'irréalisable et nos modernes inventeurs, qui nous ont habitués à des miracles de réalisations pratiques, tels l'avion, le « sans-fil », le transport de la force, la reproduction par synthèse d'une foule de produits naturels, etc., nos modernes inventeurs, dis-je, n'arriveront-ils pas à surmonter cette difficulté qui, à priori, ne paraît avoir rien d'insoluble?

En effet, si l'on serre la question de plus près, et étant donné ce qui a déjà été fait dans cette voie, on semble entrevoir dès maintenant, et pour des temps peu éloignés, une solution.

II

DÉCOMPOSITION DE L'EAU PAR LA PILE.

La première pensée qui se présente, quand on songe à décomposer l'eau, est d'employer la pile. On sait, en effet, que deux Anglais, Carlisle et Nicholson, ont démontré dès l'an 1800 que le courant de la pile, — que vient à la même époque d'inventer Volta, — a la propriété de décomposer ce liquide en ses deux éléments : oxygène et hydrogène ;

que ces deux gaz s'y trouvent dans la proportion de deux parties d'hydrogène contre une partie d'oxygène et c'est sur cette découverte qu'est basée la construction de l'instrument connu depuis sous le nom de Voltamètre.

Mais cette décomposition de l'eau par la pile peut-elle conduire à une application pratique au point de vue « chauffage » qui nous occupe ? En aucune façon.

Avec une pile quelle qu'elle soit, ou des éléments de pile, il est loisible à chacun de s'en rendre compte, il faut un temps très long pour remplir de gaz de simples éprouvettes.

La pile, en effet, est un instrument d'une faible puissance, qui nous sert l'électricité non à flots, comme il le faudrait, mais au simple compte-gouttes, et qui ne produit que de minuscules courants, assez forts sans doute pour des travaux de galvanoplastie, de télégraphie, de téléphonie, mais absolument insuffisants pour décomposer l'eau en grand et industriellement (1).

Le pouvoir gazogène de la pile est tellement faible et son rendement coûteux qu'en 1883, me livrant à des expériences au moyen d'une forte pile de mon invention (2), j'ai calculé qu'un mètre cube de gaz oxy-hydrique coûterait environ 18 à 20 francs, alors que notre gaz d'éclairage, déjà très cher, est actuellement au Puy à 55 centimes le mètre cube. Ce prix excessif du gaz à l'eau obtenu au moyen de la pile est, cela est évident, prohibitif de toute application pratique, au moins dans l'état actuel de nos connaissances.

Néanmoins tout ce qui suivra, dans ce petit opuscule, peut être considéré comme une conséquence logique, en quelque sorte un corollaire de la célèbre expérience de Carlisle et Nicholson. L'idée du chauffage à l'eau, décomposée au moyen de l'électricité, est contenue à mon avis dans cette découverte des deux savants Anglais comme le germe est dans la graine, le poussin dans l'œuf. C'est le minuscule télégraphe de Branly, précurseur des gigantesques installations de Marconi, qui franchissent aujourd'hui de leurs

(1) Voir : Traité de la pile électrique par A. Niaudet et H. Fontaine.

(2) Voir le journal *l'Electricien*, Paris, n° du 1^{er} avril et du 1^{er} mai 1883.

ondes les océans. Celles-ci, certes, font notre admiration, mais enlèvent-elles à notre illustre compatriote, l'auteur du simple instrument de laboratoire, le mérite de la découverte ?

III

DÉCOMPOSITION DE L'EAU PAR LES MOTEURS A VAPEUR.

Gramme, en inventant ses puissantes dynamos, mues à la vapeur, a fait faire un pas immense à la question qui nous occupe. Ce ne sont plus, en effet, de faibles courants de quelques ampères seulement, comme ceux engendrés par la pile, mais des courants intenses d'une énergie de plusieurs chevaux, mis à la disposition des inventeurs. Aussi, voulant obtenir du gaz en grand pour le gonflement des ballons alors très en vogue, quelques constructeurs songèrent-ils, vers 1890, à employer ces nouveaux courants pour la production commerciale de l'hydrogène (1).

A cette époque, à la suite de nombreuses expériences faites à l'Établissement militaire de Chalais (Charente), le commandant Renard parvint un des premiers à combiner un voltamètre d'un grand rendement et à décomposer l'eau d'une façon réellement industrielle.

Employant comme électrolyte une solution renfermant 13 0/0 de soude caustique ; — remplaçant les anciennes électrodes de platine, d'un prix excessif, par de la simple fonte d'un prix très bas ; — augmentant dans de très grandes proportions les surfaces de ces électrodes ; — diminuant de beaucoup leurs distances ; — abaissant considérablement la résistance intérieure de l'appareil en séparant les gaz par une cloison *poreuse* d'amiante au lieu d'une cloison étanche ; — le commandant Renard réussit à construire, sous forme d'un cylindre en fer de 3 m. 50 de long sur 30 cen-

(1) A. Minet, Traité d'électro-chimie, page 338 et suivantes.



timètres de diamètre, un voltamètre véritablement pratique, ne dépassant pas *cent francs* comme prix, — ce qui est à souligner, — et pouvant, sous un courant de 365 ampères et de 2,7 volts, fournir 228 litres de gaz oxy-hydrique à l'heure, soit en 24 heures, 5 mètres cubes 472 litres.

Une usine électrolytique dont il nous donne le devis, comprenant 36 voltamètres d'un type un peu moindre, pouvant produire 8,250 litres de gaz à l'heure, 165 mètres cubes par jour de *vingt* heures et 59,400 mètres cubes par an, n'excédait pas comme prix d'établissement 40.000 francs; possédait une force motrice de 52 chevaux électriques et le prix de revient des gaz, en tenant compte de tous les frais accessoires, y compris ceux de la compression à 120 atmosphères, ne dépassait pas, nous dit le commandant Renard, 0 fr. 60 centimes le mètre cube (1).

On a longtemps trouvé à Paris, dans les ateliers de Ducretet, de petits appareils de laboratoire, basés sur les mêmes principes que ceux de Renard, pouvant produire 18 litres de gaz oxy-hydrique à l'heure sous l'influence d'un courant de 30 ampères seulement.

Le professeur Latchinow, de Saint-Pétersbourg, a longuement étudié, lui aussi, la question de la décomposition électrolytique de l'eau en vue, comme le commandant Renard, du gonflement des ballons militaires.

L'appareil de ce savant se compose de 132 vases électrolytiques placés sur trois rangs et couplés en tension dans chaque rang.

Il fait passer, à travers ces vases, le courant de puissants dynamos fournissant une force de 80 chevaux électriques.

La production gazeuse oxy-hydrique est de 12 mètres cubes à l'heure et de 288 mètres cubes en 24 heures.

Le côté économique du procédé du professeur Latchinow est curieux et digne d'être souligné.

(1) Minet, Traité d'électro-chimie, p. 340.

Cet inventeur calcule que pour chaque ballon il lui faut produire 960 mètres cubes de gaz oxy-hydrique, soit :

$$\begin{array}{l} \text{Hydrogène. } 640 \text{ mc.} \\ \text{Oxygène } 320 \text{ —} \end{array} \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{Hydrogène. } 640 \text{ mc.} \\ \text{Oxygène } 320 \text{ —} \end{array}} \right\} = 960 \text{ mc. oxy-hyd.}$$

et que la dépense totale étant de 850 francs, cela met le mètre cube de gaz oxy-hydrique à 0 fr. 89 centimes.

Mais comme pour son ballon il n'emploie que l'hydrogène et qu'il vend, à raison de 4 francs le mètre cube, les 320 mètres cubes d'oxygène restés sans emploi, il établit ainsi son compte :

$$\begin{array}{r} 320 \text{ mètres cubes d'oxygène à 4 fr.} = 1.280 \\ \text{Dépense totale} = 850 \\ \hline \text{Boni pour chaque gonflement de ballon.} = 430 \text{ fr.} \end{array}$$

Il en résulte qu'avec la combinaison de cet ingénieur le gonflement du ballon militaire ne coûtait rien et qu'on réalisait même, à chaque opération, un bénéfice fort appréciable de 430 francs du fait de la vente de l'oxygène. La chose est à noter.

Une société Belge, « l'Oxy-hydrique », détrônée depuis, je crois, par le Bec Auër, a longtemps éclairé les particuliers à Bruxelles, au moyen des gaz extraits de l'eau. Elle employait le procédé de Garuti.

C'était, pour chaque électrolyseur, une vaste cuve divisée en nombreuses cellules très étroites, en tôle d'acier, avec électrodes également en acier, diaphragmes métalliques perforés et, comme électrolyte, une solution de potasse caustique, coûtant plus cher que la solution de soude, mais présentant une résistance électrique moindre.

L'appareil ainsi réalisé, nous dit Minet, page 342, était simple, robuste, compact, non sujet à l'usure et aux détériorations et n'exigeait aucune surveillance.

Il absorbait un courant de 350 ampères sous 2,5 volts, c'est-à-dire une puissance électrique de 1,2 cheval et pro-

duisait à l'heure 210 litres de gaz oxy-hydrigue très pur, soit en 24 heures 5 mètres cubes, 40 litres de gaz.

Nous ne trouvons malheureusement aucune indication sur le prix de revient de celui-ci, ni sur le coût de l'appareil.

Une société Allemande d'avant la guerre avait, à Hanau-sur-le-Mein, une usine pour la préparation électrolytique de l'oxygène et de l'hydrogène.

L'électrolyte était une dissolution de soude caustique à 60 degrés ; les électrolyseurs étaient formés d'une cuve divisée en compartiments par des cloisons non poreuses. Chaque cuve renfermait 50 à 60 litres d'électrolyte et pouvait recevoir un courant de 200 ampères sous une tension de 2.7 à 2.8 volts.

Avec ces dispositions, pour produire 100 mètres cubes d'oxygène et 200 mètres cubes d'hydrogène en 24 heures, il fallait compter 100 cuves disposées en tension, produisant chacune 3 mètres cubes de gaz oxy-hydrigue et actionnées par une puissance électrique de 60 kilowatts (200 ampères, 300 volts), soit 90 chevaux effectifs.

Le *Chemiker Zeitung* nous donne des renseignements exacts et extrêmement intéressants sur les frais d'installation et les dépenses journalières, la force motrice étant empruntée à la machine à vapeur.

Les frais d'installation étaient, je copie :

Machine à vapeur.	31,250 fr.
Dynamo et électrolyseur.	60,000 »
Construction de l'usine.	15,000 »
	<hr/>
Total.	106,250 fr.

En portant comme amortissement de l'installation une somme annuelle de 6.300 francs, ce qui représentait environ 17 fr. 50 par jour, on arrivait pour les dépenses journalières, correspondant à la production de 300 mètres cubes de gaz oxy-hydrigue, à :

Combustibles.	67 f. 50
Graissage et nettoyage.	11 25
Main-d'œuvre.	22 50
Réparations et entretien	7 50
Amortissement de l'installation.	17 50
10 0/0 intérêt du capital.	36 25
Total.	<u>162 f. 50</u>

Ce qui portait le prix de revient d'un mètre cube de gaz oxy-hydrique à 0 fr. 55 centimes, nous dit le journal cité.

Pendant la guerre, le colonel T. A. Ross, du service de l'aéronautique anglaise, avait installé près de Rouen une vaste usine oxy-hydrique, actionnée par deux groupes Diesel, avec voltamètres système Geeraerd, en fonte striée, sans diaphragme et à séparation continue et automatique des deux gaz. Les cellules, au nombre de 2,600. contenaient une solution de soude caustique à 36 Baumé dans de l'eau distillée. La production en 24 heures était de 4,300 mètres cubes de gaz et les jours ou heures où les appareils ne fonctionnaient pas pour l'électrolyse, on employait le courant à des travaux de nikelage ou autres et ceux-ci étaient assez rémunérateurs pour couvrir à peu près complètement le prix de revient des gaz obtenus. — L'usine Ross a été vendue aux enchères publiques et au compte du gouvernement anglais le 23 novembre 1920.

L'ingénieur Badani nous apprend que, depuis la guerre, le Milanais Zorzi a mis dans le commerce des appareils Electro-lytiques, qui fonctionnent *sans besoin d'une surveillance quelconque* et fournissent des gaz absolument purs dès qu'on donne le courant. Il ajoute que, grâce à ces appareils, l'Electrolyse semble dès aujourd'hui au *point*.

Aux Etats-Unis l'Electrolyse paraît avoir fait de plus grands progrès encore et les Electrolyseurs Allen-Moore,



entre autres, donnent lieu, sous un assez faible voltage, de
des torrents de gaz.

Mal placé en province pour faire de longues recherches et surtout de la bibliographie, j'ignore si d'autres essais industriels ont été tentés dans la même voie que les précédents, mais ceux-ci, bien qu'ils n'aient pas été faits directement en vue du chauffage, — aucun de leurs auteurs n'y a pensé, — sont néanmoins assez remarquables par eux-mêmes, et assez probants aussi, pour me permettre d'en tirer d'ores et déjà un certain nombre de conclusions fermes que je vais succinctement mettre en lumière.

Et d'abord, il ressort de cet exposé que les installations électriques industrielles semblent coûter un prix relativement minime. — Celle du commandant Renard, dont il nous donne le devis et qui peut produire 165 mètres cubes de gaz par jour de 20 heures, n'excède pas un prix d'établissement supérieur à 40,000 francs. — Celle de la compagnie de Hanau, produisant en 24 heures 300 mètres cubes de gaz oxy-hydrique, ne coûte que 106,000 francs, plus un entretien journalier de 102 fr. 50 centimes. — Nous n'avons malheureusement pas les devis de Latchinow, du colonel T. Ross et de la *Société Oxyhydrique* de Bruxelles, mais les chiffres fournis par la compagnie de Hanau et par le commandant Renard semblent démonstratifs et prouver que ces sortes d'établissements, qui ne nécessitent ni architecture compliquée, ni aménagements spéciaux, sont d'un prix de revient, — et même d'entretien, — commercialement très abordable.

Les appareils employés ne paraissent pas, de leur côté, très coûteux. — Nous avons vu, page 7, que le gros voltamètre Renard, produisant environ 5 mètres cubes et demi de gaz par jour, n'est que de 100 francs, ce qui fait que pour 10,000 francs on pourrait avoir 100 instruments semblables ayant un rendement de 550 mètres cubes pour 24 heures. — Dans le devis de la compagnie de Hanau, dynamos et électrolyseurs sont portés pour une somme de

60.000 fr., pour une production journalière de 300 mètres cubes : ce qui, quoique plus fort, n'est pas excessif non plus. — Les catalogues des établissements Zorzi, Geeraerd, Allen-Moore, nous montrent, d'autre part, des prix très abordables.

Il ressort de tout ceci une troisième conclusion qui s'impose : c'est que les expériences, longtemps continuées de Renard, Garuti, Latchinow, Ross, et autres, démontrent d'une façon certaine, qu'on est arrivé depuis longtemps à produire industriellement et en grande quantité du gaz oxy-hydrique par la décomposition de l'eau, au moyen des courants puissants obtenus par les moteurs à vapeur actionnant les dynamos. Au minuscule courant de la pile donnant parcimonieusement quelques bulles gazeuses, de quoi remplir des éprouvettes, ont succédé des courants intenses déversant les gaz à grandes pleines cornues, par torrents et par milliers de mètres cubes : petit poisson s'est fait baleine !

Mais quelle est exactement la puissance gazogène d'un courant donné, c'est-à-dire d'une force électrique précise représentée par exemple par un cheval électrique ? — Les éléments de ce problème nous sont fournis par les résultats des expériences Renard, Garuti, Latchinow, etc., qui semblent assez concordantes sur ce point. En ramenant, en effet, pour le calcul, à l'unité courante le cheval électrique heure, toutes leurs indications éparses et surtout celles très précises de Garuti, on arrive à ce résultat que le rendement d'un cheval électrique était *pratiquement*, avant la guerre, de 175 litres à l'heure et, pour 24 heures, de 4 mètres cubes, 200 litres de gaz, chiffre à retenir. Depuis, les Electrolyseurs Zorzi, Allen-Moore, Geeraerd ont fortement augmenté ce rendement.

Quant au prix de revient du mètre cube gazeux (oxygène et hydrogène mélangés), il a été très exactement déterminé par quelques-uns des expérimentateurs, ce qui, au point de vue qui nous occupe est, cela va de soi, d'un extrême intérêt. — Il a été de 89 centimes dans l'installation Latchinow ; — de 60 centimes dans celle de Renard ; — de 55 centimes dans celle de la compagnie de Hanau : — de 20 centimes

seulement avec les appareils Allen-Moore. Seul Garuti reste muet sur ce point. — Je me réserve de revenir plus loin sur ces chiffres et sur les horizons qu'ils nous ouvrent.

Les expériences que je viens de citer, surtout celles faites pendant la dernière guerre pour le gonflement des ballons et des dirigeables, sont, à mon avis, d'une extrême importance puisqu'en y réfléchissant bien et en les examinant de près, on arrive à se convaincre qu'elles donnent la solution industrielle presque complète du chauffage à l'eau que nous poursuivons. — Je crois remplir un vrai devoir en rendant publiquement ici hommage à leurs auteurs. *Criique suum.*

IV

DÉCOMPOSITION DE L'EAU PAR LES FORCES NATURELLES.

Le remplacement systématique en France des moteurs à vapeur, tous très coûteux, par les forces naturelles qui coûtent beaucoup moins, constitue *un fait nouveau* et extrêmement important au point de vue du chauffage au moyen des gaz extraits de l'eau. Cela pour plusieurs raisons.

D'abord ces gaz peuvent être produits actuellement avec infiniment plus de facilité et en bien plus grande quantité qu'il y a trente ans, au moment des expériences de Renard et autres que je viens de relater.

A cette époque, une installation ne possédait à son service qu'une force de quelques chevaux, étant obligée de se restreindre en raison du prix du moteur et de son entretien dispendieux.

Aujourd'hui, grâce à la *houille blanche*, qui coûte bien moins que le charbon et qui tend à se vulgariser, à se démocratiser dans notre pays, l'on ne parle plus que de *centaines* de chevaux et bientôt ce sera de milliers. Un document officiel récent ne nous apprend-il pas que l'Isère, convenablement captée, doit, dans un avenir peu éloigné, fournir 400,000 kilowatts à l'industrie, soit environ 530,000 chevaux

électriques ? N'est-on pas effrayé par l'immensité de ces énergies hier insoupçonnées ?

Oui, partout on capte les chutes ou l'on se prépare à les capter ; partout on va obliger les forces naturelles à travailler et à produire ; partout, par conséquent, on aura de la force à profusion pour décomposer l'eau en ses éléments et pour la faire servir au chauffage.

Selon toute vraisemblance, bientôt les quantités de gaz oxy-hydrique, obtenues par les expérimentateurs que j'ai cité plus haut, paraîtront à tout le monde insignifiantes, des essais d'enfants, en comparaison de celles énormes que nous promettement les futures installations, qui procéderont elles, non par milliers de mètres cubes, comme les Etablissements Röss, mais par *centaines* de mille.

Mais une autre raison qui donnera le pas au gaz à l'eau comme combustible et qui forcera le public à le préférer au charbon, sera surtout sa moins grande cherté, en raison de son prix de revient beaucoup moindre.

Les forces hydrauliques ne coutent que leur aménagement et se passent ensuite de ce pain si cher, désigné sous le nom de houille, que les machines à feu ingurgitent quotidiennement avec tant de prodigalité et dont elles ne peuvent être sevrées (1).

Les spécialistes en la question, les techniciens tels que Minet, Borchers et autres, nous enseignent que, toutes choses égales d'ailleurs et à rendements égaux, les moteurs hydrauliques coûtent « six ou sept fois moins que les moteurs à feu » et que le cheval-vapeur coûtant 12 ou 13 par exemple, le cheval-électrique ne revient qu'à 2 environ. Ils font de cela une vérité démontrée, en quelque sorte un axiome (2).

Si dans l'installation Renard, nous dit Minet, (3) la force

(1) Voir : Traité d'Electricité industrielle par Marcel Desprez, de l'Institut.

(2) Minet, Traité d'Electro-chimie, p. 336.

(3) Minet, *ibid*, p. 340.

par la vapeur avait été remplacée par une force naturelle, le mètre cube de gaz oxy-hydrique, au lieu de coûter 60 centimes comme nous l'avons vu page 7, n'aurait coûté tout au plus que *dix centimes*. Ce chiffre de dix centimes est à souligner et à retenir.

De même, dans l'installation de la compagnie de Hanau. Le mètre cube du même gaz, si l'on avait eu recours à une force hydraulique, serait descendu de 55 centimes à 9 centimes et demi environ, ce qui constitue un prix très bas, étant donné qu'avant la guerre notre gaz d'éclairage était au Puy à 25 centimes le mètre cube et qu'il est à 55 centimes maintenant.

Avec l'apparition des forces hydrauliques, la baisse énorme dans les prix du courant entraînera une baisse correspondante très grande dans les prix de revient du gaz obtenu par eux, de telle façon que les prix infimes de ces gaz les imposeront bientôt comme combustibles à la place de la houille, qui ne pourra en aucun point soutenir avec eux la concurrence. D'ailleurs, ces prix déjà si abaissés auront encore de la tendance à s'abaisser dans l'avenir pour la raison que je vais développer.

Il est certain, en effet, que les installations Garuti, Renard et même celles fonctionnant pendant la guerre, étaient relativement sommaires; que depuis cette époque de nombreux progrès semblent avoir été réalisés en la matière et qu'il serait sans doute aisé aujourd'hui d'introduire dans le matériel et la technique de ces usines de nombreux perfectionnements appelés à augmenter de beaucoup leur rendement et à abaisser par suite de beaucoup aussi le prix du gaz.

Si l'on étudie de près ces installations on constate tout de suite, entr'autres imperfections, qu'aucune ne donne son plein de gaz oxy-hydrique, en d'autres termes qu'aucune ne fait rendre au cheval-électrique son plein de production gazogène.

L'appareil Garuti, que je prendrai pour exemple comme

étant celui sur lequel nous avons le plus de données, est arrivé, nous l'avons vu page 8, avec une puissance électrique de 1, 2 cheval, à produire à l'heure 210 litres de gaz oxy-hydrrique (oxygène et hydrogène mélangés), à la pression de 160° et à la température de 0°. En ramenant ces chiffres à l'unité courante, le cheval-électrique-heure, cela fait un rendement de 175 litres à l'heure et, pour 24 heures, 4 mètres cubes 200 litres de gaz.

C'est un assez beau rendement et cependant il est loin d'être celui qu'indique la théorie.

En effet, calculant la puissance gazogène théorique d'un courant, Hospitalier, dans son *Traité de l'Energie électrique*, T. I, page 118, arrive à ce résultat que l'Hecto-Watt-heure (unité électrique la plus usuelle), doit donner par heure (ramenant la pression à 76 millimètres et à la température 0°) :

Hydrogène.....	41 lit. 690
Oxygène.....	20 lit. 840
Gaz Oxy-hydrrique.....	<u>62 lit. 530</u>

Minet, dans son traité d'Electro-chimie page 335, arrive par ses calculs à des résultats à peu près semblables et n'en diffère que de quelques dixièmes.

Mais le cheval-électrique-heure égale, comme on sait, un peu plus de 7 Hecto-watt-heures, (exactement 7,35) (1); il devrait donc fournir pratiquement $62,53 \times 7,36 = 460$ litres de gaz au lieu des 175 fournis par l'appareil Garuti et similaires et, en 24 heures, donner 11 mètres cubes du mélange gazeux au lieu de 4 mètres-cubes 200 seulement. On voit que nous sommes loin de notre compte et que les industriels, qui se sont occupés de la question, ont été loin jusqu'ici de faire fournir pratiquement au cheval-électrique son plein rendement théorique.

En somme, il se produit ici ce qu'on a vu se produire à

(1) Voir Unités Electriques, par G. de Laplanche, p. 66.



l'occasion du problème passionnant du « transport de force à distance. »

Les savants qui, au moyen des dynamos de Gramme, se sont occupés les premiers de la solution de ce magnifique problème industriel, les Marcel Deprez, l'ontaine et autres, n'ont pas été tout d'abord heureux dans leurs expériences. Alors que la théorie leur démontrait la possibilité du transport d'une force avec une déperdition d'énergie presque négligeable, les expériences célèbres de Munich, en 1882, ne leur donnaient qu'un rendement utile de 30 0/0, avec par conséquent un déchet énorme de 70 0/0. Ce n'est que petit à petit, par des perfectionnements successifs, que ce déchet a été peu à peu diminué et le rendement augmenté d'autant, à telle enseigne qu'aujourd'hui on arrive à utiliser, à de très grandes distances, les 90 0/0, dit-on, d'une force quelconque, ce qui rend la découverte pratique et industriellement réalisable.

Ne peut-on concevoir qu'il soit possible d'espérer même réussite pour l'utilisation de la force gazogène d'un courant ? La théorie nous donne 11 mètres-cubes par jour et par cheval-électrique, tandis que la pratique ne nous donne seulement, pour le même temps, que 4 mètres 200 litres. Il s'agirait par des expériences bien conduites, par des perfectionnements successifs, de faire diminuer peu-à-peu cette différence énorme de 7 mètres-cubes, de façon à arriver aussi près que possible de la production théorique.

Donc, s'appliquer à améliorer de toutes manières les appareils déjà connus : en rapprochant leurs électrodes ; agrandissant leurs surfaces ; modifiant leur nature ; leur structure ; accroissant leur conductibilité par la chaleur ; cherchant des électrolytes nouveaux, etc, etc ; en un mot, faire tous les essais nécessaires pour arriver à construire des instruments pratiques permettant au courant électrique de développer au maximum sa puissance gazogène, tel serait le programme à remplir pour parvenir à ce résultat. On voit, par ces quelques exemples, qu'il y a de nombreux progrès à réaliser dans cette voie.

Mais il ne suffirait pas de chercher seulement à faire produire au courant électrique, dans des appareils perfectionnés, le *summum* de sa puissance électrolytique ; il faudrait mettre en pratique aussi certains moyens destinés, directement ou indirectement, à abaisser le prix du gaz : or, l'esprit en aperçoit immédiatement quelques-uns qui s'imposent.

Par exemple, ne pourrait-on pas chercher, pour augmenter le rendement, à adjoindre si possible au courant des aides, des auxiliaires puissants, venant additionner leur action propre à la sienne et considérablement la renforcer ? Je veux parler de l'adjonction aux solutions, aux électrolytes, de certains corps ayant la propriété, à l'instar du courant, de décomposer l'eau à la température ordinaire ou à une température plus ou moins élevée. Il n'est pas douteux que les chimistes professionnels n'en possèdent et n'en trouvent dans leur puissant arsenal.

Ne pourrait-on pas choisir aussi, pour mettre dans les électrolytes, des corps pouvant donner lieu à des sous-produits d'une valeur vénale assez grande pour payer à peu près tous les frais d'installation ou de fonctionnement des usines, à l'instar, par exemple, du coke des Compagnies de gaz d'éclairage que celles-ci vendent à un prix si rémunérateur ? N'ayant pas la compétence nécessaire pour entrer dans ces techniques d'industrie pure, je ne puis que renvoyer aux Traités spéciaux sur la matière ; aux ouvrages de A. Minet et de W. Borchers, par exemple (Traités d'Electro-chimie et d'Electro-métallurgie), où l'on peut trouver une foule de renseignements des plus intéressants sur ces questions.

Ne pourrait-on pas distraire quelques heures le courant à sa tâche, — quatre heures par jour par exemple, — pour l'employer à d'autres usages électro-lytiques (1) extrêmement productifs, tels que des travaux de galvanoplastie,

(1) Voir : Electrolyse, par H. Fontaine, deuxième édition.



d'électrotypie, etc., ainsi qu'on voit cela se pratiquer dans quelques usines dont Borchers nous cite des exemples (1), ce qui diminuerait d'autant le prix de revient du gaz oxy-hydrique obtenu ?

Enfin, nous avons vu, page 8, que Latchinow, dans son installation de Saint-Petersbourg pour la préparation de l'hydrogène en vue du gonflement des ballons militaires, ne recueillait que l'hydrogène seul et vendait, pour usages industriels, l'oxygène un prix tellement rémunérateur, que, non seulement le gonflement du ballon ne lui coûtait rien, mais que chaque remplissage d'appareil était pour lui l'occasion d'un bénéfice de plusieurs centaines de francs. L'oxygène étant employé à de nombreux usages, ne serait-il pas possible et sans grands inconvénients, dans de nombreuses usines futures, d'imiter l'exemple de cet ingénieur russe et de distraire du chauffage une partie de cet oxygène pour l'employer à la vente ? On abaisserait ainsi encore, comme tout à l'heure, le prix de revient du gaz oxy-hydrique et, d'autre part, en modifiant la proportion de l'oxygène et de l'hydrogène entrant dans sa composition, on supprimerait du même coup son pouvoir détonant et, par suite, toute crainte d'explosion.

Pour mon compte, je me suis aperçu d'un fait très intéressant. C'est que lorsque sur la flamme d'un chalumeau à gaz oxy-hydrique on dirige, avec quelques précautions, un petit jet de vapeur d'eau, celle-ci, sous l'influence de la haute température, se décompose immédiatement, prend feu comme un simple gaz et active singulièrement la flamme primitive en triplant, quadruplant même son volume. Ne serait-ce pas là un moyen pratique d'obtenir, avec de faibles courants, de grandes flammes ?

Je laisse aux techniciens toutes ces questions à résoudre.

Concluons :

L'apparition des forces naturelles, remplaçant partout

(1) Electro-métallurgie.

les anciens moteurs à vapeur si coûteux, semble résoudre d'une façon complète, *industriellement*, le problème de la décomposition de l'eau par l'électricité. En effet :

— Étant donné que l'emploi de ces forces est destiné à augmenter singulièrement dans l'avenir, ainsi que je l'ai démontré page 13, la production du gaz oxy-hydrique et à diminuer dans de grandes proportions son prix de revient, qui peut vraisemblablement descendre jusqu'à *dix centimes* le mètre-cube seulement (voir p. 14) ;

— Étant donné, d'autre part, que ce prix de dix centimes lui-même, quoique minime, est selon toute apparence appelé, lui aussi, à s'abaisser bientôt grâce à plusieurs circonstances nouvelles plus que probables : perfectionnements inévitables apportés aux appareils, vente de sous-produits, adjonction d'industries annexes rémunératrices, etc., etc.

On peut raisonnablement inférer qu'avant peu de temps, le charbon et ses dérivés ne pourront plus concurrencer, au point de vue du prix, le gaz extrait de l'eau et qu'il y a peut-être lieu, dès maintenant, — les installations électriques étant relativement simples et peu coûteuses, — qu'il y a peut-être lieu, dis-je, d'envisager dans chaque ville la construction d'usines oxy-hydriques, en rapport par leur importance avec la population et distribuant par canalisation, comme les usines à gaz d'éclairage ou par tubes transportables, le combustible quotidien nécessaire à chaque ménage pour le chauffer et l'éclairer.

Un litre d'eau pouvant donner près de 2 mètres cubes de gaz (exactement 1.830 litres), semblerait, à priori, suffisant pour les besoins journaliers d'un intérieur de trois ou quatre personnes. Combien serait-ce plus commode, moins encombrant et moins cher que le charbon ?

Des prisonniers venant d'Allemagne. — des environs de Dorlingen, Ulm, Posen, etc., — m'ont conté que dans ces pays les travaux agricoles se font tous à l'électricité. La moindre ferme a son moteur de 2 à 10 chevaux, selon son importance, pour actionner moissonneuse, batteuse, vanoir, hache-paille, scie à bois, etc., etc... Que n'imitons-nous sur



ce point les Allemands ! — Un demi-cheval, produisant 2 mètres cubes de gaz oxy-hydrrique, suffirait à une ferme pour l'éclairer et la chauffer !

V

DÉCOMPOSITION DE L'EAU AU MOYEN D'UN AGENT CHIMIQUE.

Il n'est pas dans mon esprit de me lancer ici dans ces questions ardues et de technique pure ; elles sont trop spéciales et en dehors du cercle ordinaire de mes études.

Mais qu'il me soit permis néanmoins de faire remarquer que la chimie devenue pratique ces dernières années, de trop théorique qu'elle était autrefois, nous a enrichi d'un certain nombre de corps singuliers, appelés carbures, qu'on trouve communément dans le commerce et qui ont une action désoxydante, désulfurante et déphosphorante telle qu'ils en sont déconcertants.

Une parcelle de ces corps jetée dans l'eau, tout le monde le sait, la décompose instantanément ; il en résulte des torrents de gaz, qui varient selon la nature du carbure (potassium, sodium, calcium), mais qui tous ont pour caractéristique d'être extrêmement inflammables, explosifs et sauvages.

L'un d'entre eux, aussi indompté que les autres, a fini cependant par s'assagir et se laisser approcher sans danger : c'est l'*acétylène*, ce corps aux innombrables applications industrielles. Il a produit autrefois, il est vrai, des accidents, alors qu'on ne savait pas le manier ; mais il n'en est heureusement plus de même aujourd'hui, où, grâce aux travaux de Berthelot, Vieille, Moissan, Girard, Raoul Pictet, ces glorieuses incarnations de la chimie française, on a fini par le civiliser, le domestiquer, le rendre inoffensif.

Bien plus, à cette heure, rendu liquide, il est livré par nos modernes constructeurs enfermé dans des tubes, qu'on peut placer n'importe où : qu'on porte pleins à domicile et

qu'on vient ensuite reprendre vides comme de simples siphons d'eau de seltz. Sans doute, certaines précautions sont à prendre avec lui ; mais n'en faut-il pas prendre des précautions aussi, et de sévères, avec le gaz d'éclairage, avec l'électricité, voire même avec le vulgaire pétrole ?

On a créé à son usage maints appareils dans lesquels il suffit de mettre de l'eau et du carbure de calcium, — du carbite, — pour obtenir immédiatement du gaz acétylène au bec d'allumage. Je citerai entr'autres, — mais je ne les connais certainement pas tous, — celui de O'Conor Sloan, celui de Trouvé, celui de Goubet dit : lampe-soleil, celui de Clausolles, de Barcelone, importé par Chardin, tous commodes et transportables comme des lampes. Ce dernier même constitue une véritable usine domestique produisant et emmagasinant le gaz d'une manière automatique et l'appliquant directement à l'éclairage.

Quant à la matière première qui produit le gaz, le carbure de calcium, il est livré actuellement en quantité immense au commerce et à des prix extrêmement bas. Ne dit-on pas qu'une compagnie américaine, la Wilson, le donne au prix de 25 fr. la tonne, soit deux centimes et demi le kilog ? Une tonne pouvant produire 300 mètres cubes de gaz, cela met le mètre cube de celui-ci à 8 c. 3 seulement. C'est pour rien.

Tous les gaz provenant de l'accouplement de l'eau et d'un carbure, nous disent les spécialistes, ont un air de famille, sont inflammables et ressemblent plus ou moins à l'acétylène. Or, en admettant que celui-ci, malgré qu'il soit doué d'un pouvoir calorique énorme, ne puisse jamais être employé au chauffage, — ce qui n'est pas démontré, — ne peut-il pas se faire qu'on arrive à trouver, dans sa parenté immédiate, en quelque sorte parmi ses cousins, un autre corps doué lui aussi et de combustibilité et d'un grand calorique et qu'il soit aisé de plier à cette nouvelle destination ?

La chimie qui nous a habitués ces dernières années à des miracles de réalisations industrielles, — citons, parmi bien d'autres, l'air liquide, la production artificielle de la qui-

nine, etc. — se heurtera-t-elle là à une difficulté au-dessus de ses forces? Je ne le pense pas.

Est-il exagéré de croire, en effet, qu'elle saura décerner, dans cette lignée de combustibles nés de l'eau, un d'entre eux plus apte que les autres à être employé au chauffage, et, qu'à l'instar de l'acétylène, elle saura dompter, asservir, rendre inoffensif, mettre en bouteille et faire servir aux usages domestiques dans des appareils appropriés?

Le pétrole lui-même, étant « un mélange de carbures d'hydrogène » et Berthelot attribuant sa formation, au sein de la terre, « à l'action de la vapeur d'eau sur les carbures métalliques, à température élevée et sous haute pression », — toutes conditions qui peuvent être réalisées artificiellement, — on se demande si la science ne finira pas, un jour, par le créer de toutes pièces par synthèse, de même qu'elle prépare aujourd'hui de l'acétylène.

Napoléon, privé du sucre de cannes par le blocus continental, promit un million à celui qui trouverait le moyen d'extraire le sucre d'une autre plante, et très peu de temps après le sucre de betterave était découvert. Or, si l'Etat affectait aujourd'hui un prix d'un million à qui lui indiquerait le moyen de décomposer l'eau à plus bas prix ou à créer de toutes pièces le pétrole, ne dégrèverait-il pas immédiatement en cas de succès son budget de sommes immenses? D'autre part, ces *réalisations chimiques* ne seraient-elles pas d'une extrême importance pratique, au moment où nous sommes, et ne solutionneraient-elles pas, du même coup et très heureusement, toutes les questions annexes de charbon, d'essence, de mazout et autres, qui préoccupent tant et à juste titre l'opinion publique?

VI

APPLICATION DE CE QUI PRÉCÈDE A LA VILLE DU PUY.

On peut se demander si ce que je viens de dire, touchant la décomposition de l'eau par l'électricité, ne pourrait pas

trouver une application immédiate à la ville du Puy, dans laquelle va bientôt se présenter une occasion unique de tenter, avec chance de succès, une vaste expérience.

Avant la guerre, on le sait, la ville, depuis le traité du 7 novembre 1904 que j'avais eu l'honneur de signer, avait un éclairage à incandescence composé de 457 reverbères (1), demeurant tous allumés toute la nuit, c'est-à-dire depuis le crépuscule jusqu'à l'aube.

Pendant la guerre, le prix du charbon augmentant de plus en plus, l'éclairage de nos rues a été diminué d'au moins de moitié, — peut-être plus, — puisqu'il n'est composé aujourd'hui que de quelques becs très clairsemés dont la plupart s'éteignent vers les 11 heures du soir ou minuit.

Le 31 décembre 1927, — c'est-à-dire dans sept ans, — le traité de la ville avec la Compagnie du gaz tombant à expiration, le Puy sera obligé, de par la force des choses, de se pourvoir d'un nouvel éclairage pour une nouvelle période plus ou moins longue. Que choisira-t-il?

Gardera-t-il l'éclairage actuel avec *gaz au charbon* et becs intensifs?

Cet éclairage, lorsqu'il fonctionnait normalement avant la guerre, était très convenable et ses prix très abordables, (20 centimes le mètre cube pour la ville et 25 centimes pour le particulier), le faisaient accepter de tout le monde. Malheureusement la hausse du charbon étant devenue excessive, les prix du mètre cube du gaz ont passé respectivement à 55 centimes pour les particuliers et à 25 centimes pour la ville, ce qui est énorme. — Dans l'avenir le prix du charbon baissera-t-il? restera-t-il stationnaire? Augmentera-t-il? Nul ne le sait : malheureusement tout fait pencher pour cette dernière hypothèse ! Alors que fera la ville?

Emploiera-t-elle l'électricité et confiera-t-elle son éclairage à une Compagnie électrique : Vals, Brives, Charentus ou autres?

Ces éclairages électriques, dans les villes où on les a

(1) Voir : Budget raisonné de la ville du Puy, année 1910, page 29 et Tableau.

adoptés pour la voirie, n'ont pas semblé pouvoir rivaliser, disent les spécialistes, au point de vue lumière et à prix égaux, avec les becs intensifs des Compagnies de gaz. — Près de nous, les localités d'Espaly et de Brives éclairées électriquement ont-elles jamais eu un éclairage comparable, même de loin, à celui du Puy? — Enfin, très gros inconvénient, les Compagnies électriques ne peuvent fournir du gaz pour les poêles à gaz, si répandus dans nos cuisines, si utiles aux petits ménages et dont, semble-t-il, ils ne pourraient plus se passer.

Or, une solution qui, à priori, semblerait répondre à tous les desiderata, serait précisément l'organisation au Puy d'une nouvelle Compagnie décomposant l'eau à l'électricité et nous fournissant du gaz oxy-hydrique à bas prix et pour notre chauffage et pour notre éclairage.

Qu'on réfléchisse un instant à cette combinaison.

Nous nous passerions ainsi du charbon et nous nous soustrairions à ses prix exorbitants.

L'eau d'autre part, — matière première des nouveaux gaz combustibles, — ne saurait nous faire défaut, étant donné que nous pourrions la puiser indéfiniment et à même dans nos cours d'eau, sa pureté ou ses souillures étant indifférentes au point de vue qui nous occupe. Il n'est pas nécessaire, en effet, qu'elle soit potable pour être décomposée. D'ailleurs combien en faudrait-il? Une quantité relativement insignifiante. Un mètre cube d'eau fournissant 1830 mètres cubes de gaz serait amplement suffisant, ce qui est à peine croyable, pour l'éclairage journalier d'une ville de 20.000 habitants comme le Puy!

Quant à l'électricité, nous manquerait-elle? — Nous avons autour de nous des « chutes » sans emploi et aussi plusieurs installations électriques déjà parfaitement organisées : Vals, Brives, Charentus. Un cheval électrique produisant dès maintenant, — la chose est bien prouvée, — 4 mètres cubes 200 litres de gaz en 24 heures (système Garuti et autres, voir page 12), il faudrait 120 chevaux électriques exactement pour produire les 502 mètres cubes quotidiens que l'éclairage de la ville consommait vers 1910

quand il était à son maximum (1). Aujourd'hui, où cet éclairage réduit ne doit pas dépasser plus de 250 mètres cubes par jour, 60 chevaux électriques suffiraient et ce chiffre s'abaisserait même à 23 seulement si l'on faisait produire sa pleine puissance gazogène au cheval électrique, c'est-à-dire, comme nous l'avons vu page 16, onze mètres cubes au lieu de quatre en 24 heures.

Le gaz oxy-hydrique, — à l'inverse de l'hydrogène qui brûlant seul a une flamme très pâle, — donne lieu à une lumière d'un éclat éblouissant, (lumière oxy-hydrique), extrêmement supérieure à celle du simple gaz d'éclairage et comparable à celle du bec Auër.

La chaleur dégagée par lui est énorme et c'est ici le lieu de remarquer :

1° Qu'avec lui aucune parcelle de la chaleur ne se perdrait, comme cela a lieu dans nos cheminées ordinaires qui, comme on sait, n'utilisent guère que le 12 ou 13 0/0 de la chaleur totale, le reste, — soit les 87 0/0, — disparaissant par les tuyaux (2) ;

2° Qu'aucun produit nocif et aucune odeur n'étant dégagés par sa combustion, celle-ci réaliserait dans les appartements, au moyen d'appareils nouveaux que je proposerais d'appeler Piridors (3), le maximum de confort et d'hygiène.

Que coûterait une usine adaptée à la nouvelle situation ? Très peu, si l'on s'en rapporte au devis fait pour son installation par le commandant Renard (voir page 7) ; très peu, aussi, si l'on se réfère au communiqué des comptes de la Compagnie de Hanau, dont il a été question page 9. Seules, en admettant qu'on ne veuille pas user de tubes transportables, la tuyauterie et les canalisations nécessiteraient un revêtement intérieur émaillé et inoxydable. Sans doute il y aurait des modifications à faire, de nouveaux aménagements à préparer, une mise à point à organiser, mais de difficultés véritables on n'en voit point à première vue et

(1) Voir : Budget raisonné de la ville du Puy, année 1910, p. 29.

(2) Voir Ganot, *Traité de Physique*, p. 425.

(3) Simplification du mot Pyrhydor, de deux mots grecs : πυρ, feu et υδωρ, eau.

je me permets de soumettre humblement aux futurs administrateurs municipaux, qui en 1927 auront la garde des intérêts de la ville, ces quelques indications qui ne peuvent que leur être utiles et en aucune façon leur nuire.

Nous ne sommes pas assez riches pour faire du gaz au charbon, eh bien ! laissons de côté ce corps trop cher et substituons lui l'eau vulgaire, qui jusqu'ici nous a servi à alimenter nos pompes d'incendie. Captons celle qui *court* pour en faire de la force ; décomposons celle qui *dort* pour en faire du combustible. Ne pouvant nous procurer du feu avec du charbon, faisons en avec de l'eau.

VII

CONCLUSIONS.

L'idée du chauffage, *au moyen de l'eau employée comme combustible*, se trouve en puissance, en quelque sorte en germe, dans la belle découverte de notre grand Lavoisier qui, dès 1789, démontre que l'eau est exclusivement composée de deux gaz, l'*Hydrogène*, essentiellement combustible et l'*Oxygène*, merveilleux excitant de la combustion. Le corollaire obligé de cette découverte théorique, la conclusion pratique, qui semblait en découler logiquement, était donc, — je m'étonne qu'on n'y ait pas songé. — qu'un jour viendrait peut-être où l'eau pourrait remplacer le charbon comme combustible.

Plus tard, vers 1800, deux Anglais, Carlisle et Nicholson, font voir que le faible courant de la pile décompose l'eau en ses éléments, oxygène et hydrogène et, sur ce fait, se fonde la construction du voltamètre, instrument de laboratoire destiné à mesurer la force des courants, mais qui ne fournit que très peu de gaz en un temps donné, à peine quelques pleines éprouvettes.

Plus près de nous, entre 1888 et 1910, voulant se procurer de l'hydrogène pour le gonflement des ballons, des inventeurs, tels que Renard, Garuti, Latchinow et autres, cher-

chent à décomposer l'eau en grand, au moyen de courants puissants fournis par des dynamos mues à la *vapeur*. Les conclusions très nettes, qui découlent de leurs expériences longtemps continuées, sont : — que la décomposition de l'eau par le courant électrique est une chose *industriellement* réalisable; — que le coût des usines à cet effet est relativement très minime et très abordable commercialement; — qu'on peut facilement livrer dans un jour des milliers de mètres cubes de gaz; — enfin, que le prix de revient de celui-ci oscille entre 89 et 55 centimes le mètre cube, selon l'installation.

Aujourd'hui, grâce aux célèbres travaux de Marcel Deprez, qui a résolu le problème du transport de la force, un fait nouveau et très important s'est produit : le remplacement, pour la production des courants, des moteurs à vapeur, tous d'un entretien très coûteux, par *les forces naturelles, la houille blanche*. Il en résulte, affirment les savants versés en la matière, les Minet, les Borchers et autres, une baisse, énorme, — de *cinq sixièmes* au moins, — dans les prix des courants et, par suite, dans les prix de revient des gaz obtenus par eux et Minet nous apprend, qu'avec une force hydraulique et une bonne installation, le gaz oxy-hydrique extrait de l'eau pourrait ne revenir qu'à *dix centimes* environ le mètre cube (voir p. 14). Ce chiffre minime de dix centimes, indiqué par un technicien dont la compétence est entière, est à retenir, car il nous fournit, cela est évident, la solution industrielle et économique du problème que nous poursuivons.

Or, étant donné la tendance de plus en plus grande en France de capter les forces hydrauliques; étant donné les perfectionnements certains que sont appelées à recevoir les anciennes et assez rudimentaires installations des Renard, Garuti et même celles plus modernes de Ross, Zorzi et autres; étant donné, enfin, la question des industries annexes, (galvanoplastie, électrotypie, etc., etc.), qui ne peuvent qu'abaisser le coût des gaz obtenus; se basant, dis-je, sur toutes ces considérations, on peut prédire que le prix de *dix centimes* le mètre cube du gaz oxy-

hydrique, indiqué par Minet, est un *maximum*, qui ne peut qu'aller sûrement en s'abaissant dans un avenir prochain.

En sens inverse, le coût énorme et de plus en plus grand du charbon ; les difficultés de plus en plus nombreuses de se le procurer ; de l'extraire, de le transporter, de l'emmagasiner, de le manipuler pour les machines ; les grèves multipliées ou menaçantes qu'il suscite, tout n'incite-t-il pas à prévoir que lui, le vieux charbon de nos pères, le roi des combustibles, ce *pain de l'industrie*, sera bientôt en concurrence forcée, en lutte ouverte avec l'eau, l'eau vulgaire, qui deviendra, tout le fait présumer, le combustible de nos enfants ? D'ailleurs, dès maintenant, alors que le prix du mètre cube de gaz extrait de l'eau ne s'élèverait à plus de 10 centimes d'après Minet, celui de notre compagnie du gaz n'est-il pas au Puy de 55 centimes avec tendance à s'élever ?

Au tournant de l'histoire où nous sommes ; en ce moment où, pauvres de charbon et de pétrole, nous aurions besoin d'un nouveau comburant national d'un prix minime, l'intérêt français serait certainement de soutenir avec énergie la lutte de l'eau, le combustible de demain, contre le pétrole et le charbon, les combustibles de hier. De l'eau nous en aurons toujours en France, ainsi que de la force hydraulique, tandis que le charbon, déjà très rare, peut nous manquer un jour. Ne peut-on pas, en prévision de ce jour, préparer les voies à sa rivale ; susciter des recherches ; encourager les progrès des installations ayant déjà fait leurs preuves ; envisager même la construction, dans un avenir peu éloigné, de vastes usines perfectionnées destinées à fournir à des villes entières, un gaz peu coûteux, extrait de l'eau et pouvant servir à la fois, -- au moyen d'appareils spéciaux sorte de *Thermo-lampes*, -- à l'éclairage et au chauffage ?

L'eau est également transformée, on le sait, en des gaz essentiellement combustibles quand on y projette des parcelles de ces corps relativement nouveaux désignés sous le nom de carbures. Pourquoi ces gaz jusqu'ici sauvages et indomptés, dont on s'est peu occupé industriellement, ne

pourraient-ils pas, à l'instar de leur aîné l'acétylène, être aussi à leur tour civilisés, domestiqués, liquéfiés et livrés au commerce en bouteilles comme du simple pétrole? Leur combustibilité est si grande, la façon de les obtenir relativement si simple, les matières premières d'où on les tire (eau, chaux, charbon), si répandues, la science de nos inventeurs modernes si fertile en réalisations pratiques, que tout porte à espérer qu'avant peu un génie bienfaisant, un Edison, saura nous en doter, aussi, comme succédanés et remplaçants du charbon.

Dans ce petit travail, je préconise l'Electrolyse comme étant *actuellement* le seul moyen vraiment pratique et économique de décomposer l'eau, mais la décomposition par les corps chimiques offre aussi, cela se pressent, de belles perspectives, de sorte que les deux méthodes pourront un jour, — tout ne porte-t-il pas à le croire? — marcher de front. Ne dit-on pas que M. Claude, le savant bien connu, vient de trouver un procédé par le charbon pouvant produire 220 mètres cubes d'hydrogène à l'heure?

Me basant sur les considérations qui précèdent, je crois donc pouvoir conclure que, pour le chauffage, l'avenir est aux gaz essentiellement combustibles extraits de l'eau, à telle enseigne que celle-ci, — par son mariage avec le fluide électrique d'abord, avec les agents chimiques ensuite, — semble devoir devenir la mère, et la mère singulièrement prolifique des meilleurs comburants des temps futurs.

Oui, l'eau est *la matière première* des meilleurs combustibles que l'on connaisse : il s'agit simplement de la décomposer. Eh bien! décomposons là et faisons en, à la place du charbon, un comburant universel. Organisons le plutôt possible en France le *Chauffage à l'eau*.

Le présent opuscule n'est pas l'œuvre d'un inventeur, pas davantage d'un savant, mais tout simplement celle d'un chercheur, que les expériences si probantes et suggestives de Renard, Garuti, Latchinow, Zorzi, Ross, faites à propos du gonflement des aérostats, ont séduit et convaincu et qui,

par ces temps où la pénurie du charbon devient une question nationale presque angoissante, s'efforce d'attirer vivement l'attention des constructeurs, des techniciens et des pouvoirs publics sur trois points, à savoir :

— Que le chauffage, au moyen de l'eau employée comme combustible, semble une découverte d'ores et déjà acquise, puisqu'il est certain que ce liquide est composé de deux gaz éminemment comburants : l'hydrogène et l'oxygène ;

— Que cette découverte paraît dès aujourd'hui industriellement réalisable, puisque ces deux gaz peuvent être produits facilement, — et par milliers de mètres cubes par jour, — et à *dix centimes* seulement le mètre cube ;

— Qu'enfin tout démontre qu'il suffirait de fort peu de chose pour mettre au point ce système de chauffage et le faire passer dans la pratique : simples questions d'aménagement, de tuyauterie et de construction d'appareils d'ailleurs peu compliqués.

Une commission interministérielle instituée auprès du Ministre des Travaux Publics, par décret du 15 avril 1920, à l'effet d'étudier toutes les questions se rattachant à *la production et à l'utilisation des succédanés du charbon*, avait fait alors, dans ce but, un puissant appel à toutes les initiatives privées et à toutes les collaborations. Or, dans sa note officielle (1), cette commission, mentionnant tous les comburants connus : houilles, pétrole, essence, huiles combustibles, tourbe, lignite, schistes, charbon de bois, sciures, agglomérés, etc., ne faisait aucune allusion même lointaine à l'eau, qu'elle semblait totalement ignorer en tant que combustible possible. C'est précisément cette lacune, — preuve certaine que son attention n'était aucunement dirigée dans cette voie, — qui m'a encouragé à cette époque, — septembre 1920, — à publier ce petit travail.

(1) Voir journal *La Haute-Loire*, 26 août 1920.

VIII

RÉSUMÉ.

PRINCIPES SUR LESQUELS SE BASE LE CHAUFFAGE A L'EAU.

Il s'appuie sur les six points suivants :

1° L'eau est exclusivement composée d'hydrogène et d'oxygène : — Découverte de Lavoisier en 1789.

2° L'hydrogène est un gaz éminemment combustible : — Tous les livres de chimie nous le disent.

3° L'oxygène est un merveilleux excitant de la combustion. — Tous les traités nous l'enseignent également.

4° Les deux gaz brûlent ensemble avec une extrême énergie en donnant lieu à *la plus haute température connue* : — Témoins le « Brûleur de Bunsen », l'appareil de Sainte-Claire-Deville, la « soudure autogène », le « chalumeau à gaz oxy-hydrique », qui fond tous les métaux, peut forcer tous les coffres-forts, etc.

5° Les forces hydro-électriques, d'autre part, permettent actuellement de décomposer l'eau en grand, *industriellement*, et par milliers de mètres cubes de gaz par jour. — Les expériences longtemps continuées de Renard, Garuti, Latchinow, pour le gonflement des ballons, le prouvent abondamment : de même que celles faites pendant la guerre par l'ingénieur Milanais Zorzi, et à Rouen par le colonel anglais T. A. Ross.

6° Enfin, le prix de revient des gaz ainsi obtenus est extrêmement minime : à peine dix centimes le mètre cube d'après les calculs de Minet, Borchers, Latchinow et autres spécialistes.

L'eau étant une *matière première gratuite et se trouvant partout*, nous possédons donc, d'ores et déjà, tous les éléments nécessaires pour établir en France un chauffage à bas prix et pouvant remplacer le charbon.



COMMENT LE CHAUFFAGE PARTICULIER SERAIT-IL ORGANISÉ ?

— Dans les villes, ayant une usine électrolytique centrale, l'abonné recevrait directement son gaz à l'eau de cette usine, soit enfermé dans des tubes portatifs, soit par l'intermédiaire de canalisations à revêtement intérieur émaillé et *inoxydable* et le gaz brûlerait dans des fourneaux semblables à nos poêles à gaz actuels légèrement modifiés.

— Dans les localités dépourvues d'usine, mais ayant le courant électrique, chacun ferait son gaz chez soi, dans des poêles *ad hoc*, sortes de thermo-lampes servant à la fois au chauffage et à l'éclairage.

QUELS SERAIENT LES AVANTAGES DU NOUVEAU CHAUFFAGE ?

Ceux, outre son prix modique et son calorique intense, de ne laisser perdre aucune parcelle de chaleur, de ne produire aucune odeur, aucun agent nocif, aucune cendre, aucune fumée, de ne pas dessécher l'air et de nous débarasser définitivement des cheminées.

Nos usines électriques, d'autre part, qui ne travaillent actuellement que le jour et chôment généralement 8 heures par nuit, emploieraient ces heures inoccupées à la décomposition de l'eau, de façon qu'aucunes forces ne seraient désormais perdues pour elles.

Dans les hôpitaux et sanatoria le nouveau chauffage permettrait de sur-oxygéner à volonté l'air des salles, de l'ozoniser dans les cas nécessaires de désinfection, d'avoir constamment sous la main des ballons d'oxygène et d'organiser des locaux d'inhalation d'hydrogène à usage des tuberculeux, etc.

Enfin, faut-il faire remarquer que les gaz oxy-hydriques, produits dorénavant en quantités énormes et manœuvrés par des chalumeaux géants, pourraient dans les grandes usines métallurgiques remplacer avantageusement le charbon pour le grillage des minerais, mettre fin aux gaz délétères qui se dégagent de ces manipulations et supprimer du

même coup les flots de fumée des hauts-fourneaux qui, dans les vastes agglomérations industrielles, obscurcissent si souvent leur atmosphère ?

UNE OBJECTION.

On m'a objecté : — « On est parvenu à transformer directement et avec un rendement excellent l'énergie électrique en chaleur : alors quel avantage y a-t-il à recourir à la décomposition de l'eau pour arriver, par voie indirecte, au même résultat ? — Je réponds avec les électriciens :

— Un cheval-électrique (736 Watts), agissant pendant 24 heures, ne peut produire au *maximum* que 15,120 grandes calories (Voir Borchers, Électro-métallurgie, p. 14).

— Employé, au contraire, à décomposer de l'eau, il peut, en 24 heures, produire 658 grammes d'hydrogène (Voir Minet, Électro-chimie, p. 335), lesquels, brûlant dans de l'oxygène pur, donnent, d'après les *Tables* de combustion de Fabre et Silbermann, 22,675 grandes calories, soit une différence en plus de 7,555.

Donc, pour la même force électrique employée, le chauffage au moyen de l'eau produit plus de chaleur que le chauffage direct au moyen de l'électricité (exactement 33 0/0 en plus) et, d'autre part, a pour avantage de ne pas laisser sans emploi comme combustible les 111 kilos d'hydrogène, que contient chaque mètre cube d'eau, ni les quatre millions de grandes calories qu'ils peuvent produire par leur combustion.



ULTIMHEAT®
VIRTUAL MUSEUM

TRAVAUX DU D^R HENRI COIFFIER

- Précis d'auscultation.** 7^e édition ; Un vol., in-18, avec 106 figures coloriées intercalées dans le texte (J.-B. Baillière, Paris, 1920).
- Médecine et thérapeutique rationnelles.** Un vol., in-18 de 430 pages, avec figures, (J.-B. Baillière, Paris, 1884).
- Médecine antiseptique.** Mémoire de 220 pages, récompensé par l'Académie de Médecine. (Mention honorable, 1885).
- Dix mémoires sur les épidémies et la vaccine.** Récompensés par le Ministre de l'Intérieur. (Médaille de bronze, 1887 ; d'argent, 1882, 1883, 1886, 1887, 1890, 1893, 1900, 1901 ; Médaille d'or, 1888).
- La variole au Puy en 1890.** Couronné par l'Académie de Médecine (1^{er} Prix de vaccine, 1890).
- Indications cliniques fournies par la pupille.** Thèse pour le Doctorat, brochure in-8^o de 21 pages. (Paris, 1879).
- Description d'une nouvelle pile électrique.** In *Journal de l'Electricien* (Paris, 1^{er} avril et 1^{er} mai 1883).
- Projet de création d'un observatoire sur le Mezenc.** Brochure de 20 pages. (Imprimerie Marchessou, Le Puy, 1886).
- Esquisse d'une méthode pour la vérification clinique des médicaments.** Brochure in-8^o de 200 pages, (Le Puy, 1886).
- De l'Aspiration clinique des gaz intestinaux.** Mémoire de 60 pages. In Académie de Médecine (16 mars 1886).
- Cinq applications nouvelles de la seringue de Pravaz.** Mémoire de 80 pages. In Académie de Médecine (6 juin 1886).
- Note sur la réorganisation de l'hygiène publique en France.** Académie de Médecine (séance du 23 janvier 1887).
- Etude sur le reflexe auditivo-palpébral.** Mémoire de 110 pages. In Académie de Médecine (19 août 1890).
- Procédé facile pour la vérification instantanée de l'alcool.** Brochure de 14 pages (Imprimerie Marchessou, Le Puy, 1896).
- Etude de psychologie.** Empoisonnement par le varaire ; Eclairage du Puy à l'électricité ; Projet d'établissement d'un tramway (1892) ; Rapport sur une maladie des veaux spéciale à la Haute-Loire ; Etablissement d'un Institut vaccinifère pour le département ; Origine d'une épidémie de Croup ; Notes sur le sérum antidiphthérique de Roux ; Essai des Rayons X au Puy. In tomes IV, V, VI et suivants des *Mémoires de la Société Agricole et Scientifique de la Haute-Loire*.
- Thérapeutique au moyen des principes actifs tirés des végétaux et des minéraux.** In *Paris Médical* 1882, 1883 et 1884.
- Un signe précurseur de la phthisie pulmonaire.** Paralyse du pneumogastrique ; Moyen de reconnaître une surdité simulée ; Appareils inamovibles silicatisés ; Un moyen pour faire expectorer : De l'éternement comme procédé d'expulsion des corps étrangers des voies aériennes, In *Courrier Médical*, 1882, 1883 et 1885.

CHAUFFAGE AU MOYEN DE L'EAU

EMPLOYÉE COMME COMBUSTIBLE

PAR LE

D^R HENRI COIFFIER

ANCIEN MAIRE DE LA VILLE DU PUY
MÉDECIN EN CHEF DES HÔPITAUX

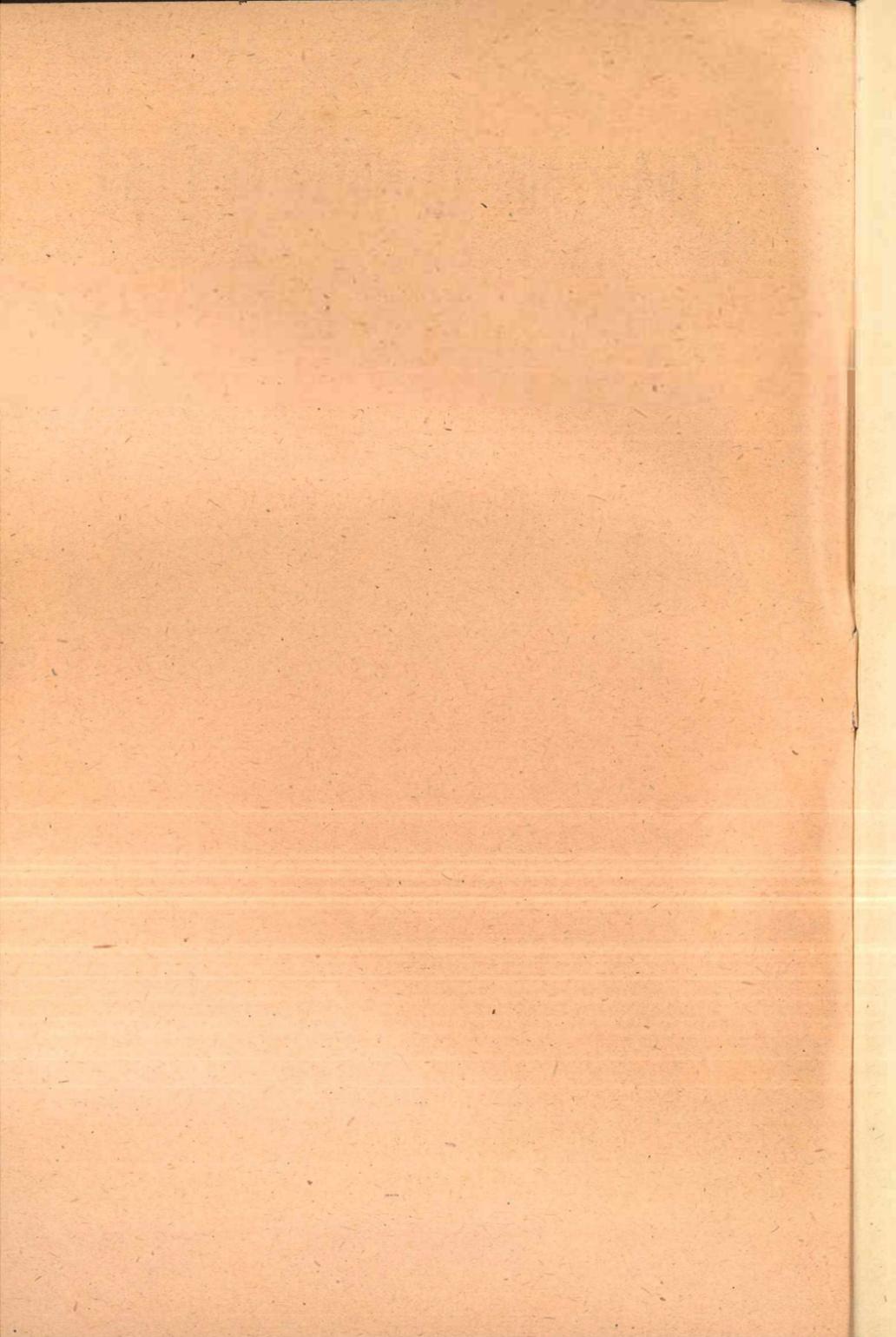
« L'eau est la *matière première*
des meilleurs combustibles connus :
il s'agit de la décomposer à peu de
frais. Décomposons-la et faisons-en
du feu ».

H. C.

DEUXIÈME ÉDITION

LE PUY
IMPRIMERIE PEYRILLER, ROUCHON ET GAMON
23, BOULEVARD CARNOT, 23

—
1921



CHAUFFAGE AU MOYEN DE L'EAU

EMPLOYÉE COMME COMBUSTIBLE

PAR LE

D^R HENRI COIFFIER

ANCIEN MAIRE DE LA VILLE DU PUY
MÉDECIN EN CHEF DES HÔPITAUX

« L'eau est la *matière première*
des meilleurs combustibles connus :
il s'agit de la décomposer à peu de
frais. Décomposons-là et faisons-en
du feu ».

H. C.

DEUXIÈME ÉDITION

LE PUY
IMPRIMERIE PEYRILLER, ROUCHON ET GAMON
23, BOULEVARD CARNOT, 23

1921

CHAUFFAGE AU MOYEN DE L'EAU

EMPLOYÉE COMME COMBUSTIBLE

I

APERÇU GÉNÉRAL.

La guerre mondiale que nous venons de subir a mis en pleine évidence l'extrême importance du charbon dans le monde. Il en a fallu des milliards de tonnes pour les chemins de fer, pour les bateaux à vapeur, pour les innombrables usines, pour l'éclairage des villes, le chauffage des collectivités, pour celui des particuliers, etc., etc.

Dans cette période d'après-guerre, il nous en manque encore pour les transports, pour le chauffage domestique, pour une foule d'industries en souffrance et, la production étant loin d'être en rapport avec la consommation, il en résulte un malaise général intense, qui a une douloureuse répercussion sur toutes les conditions normales de la vie des peuples.

D'autre part, on le sait, la France est, pour ce précieux combustible, tributaire de l'étranger et, nos mines n'étant pas inépuisables, il arrivera certainement un moment, peut-être plus rapproché qu'on ne pense, où nous en serons dépourvus. Il serait donc utile, nécessaire même, de penser dès maintenant à son remplacement et de chercher dans la nature un équivalent pouvant se substituer à lui et le suppléer dans toutes les circonstances de la vie où il est employé.

Or, cet équivalent, ce remplaçant désiré est, si l'on veut bien y réfléchir, à la portée de notre main et de plus, pour la commodité de tout le monde, existe partout en quantité

incommensurable, inépuisable : c'est l'eau, l'eau ordinaire, l'eau vulgaire de nos sources, de nos lacs, de nos cours d'eau, de la mer, de l'océan, qui nous a servi jusqu'ici à éteindre nos incendies.

L'eau, en effet, — Lavoisier l'a démontré dès 1789, — est composée de deux gaz : l'*Hydrogène*, essentiellement combustible et l'*Oxygène*, merveilleux excitant de la combustion (1).

Qui ne connaît cette expérience de laboratoire ? — On prend un flacon armé au niveau de son orifice d'un tube effilé. On met ensemble, dans ce flacon, de l'eau, des rognures de zinc et de l'acide sulfurique. L'eau est immédiatement décomposée en oxygène et hydrogène. L'oxygène se fixe sur le zinc pour former de l'oxyde de zinc et l'hydrogène, mis en liberté, se dégage par le tube effilé de la tubulure. Si on l'enflamme à l'extrémité de ce tube, il se produit une flamme pâle, peu éclairante, mais possédant une grande force calorique, à tel point qu'un morceau de verre qu'on y plonge entre immédiatement en fusion. C'est la « lampe philosophique » des cabinets de physique.

Si, par un artifice de construction, on entretient la combustion de cette flamme hydrogénée au moyen d'oxygène pur, comme cela se produit dans cet autre instrument de physique connu sous le nom de « Chalumeau à gaz hydrogène (2) », la chaleur produite par cette flamme ainsi alimentée acquiert alors un degré d'intensité extrême : la température la plus haute de toutes celles que l'on peut obtenir par la combustion. Debray et Sainte-Claire-Deville n'ont-ils pas par son moyen pu déterminer la fusion du platine et d'autres corps réfractaires résistant à la température des feux de forge ?

Si l'on alignait sur deux rangs, (il serait facile à un constructeur de réaliser un appareil de ce genre), dix « chalumeaux à hydrogène », comme on voit dix becs alignés dans les vulgaires fourneaux à gaz de nos cuisines, on aurait

(1) Analyse de l'eau, par le Dr W. Ohlmüller et L. Gauthier.

(2) Voir *Essais au chalumeau*, par E. Morineau.



un foyer de chaleur intensif énorme, pouvant chauffer un appartement, cuire des aliments, fondre des métaux et remplacer avantageusement, avec ses deux gaz combinés, tous les combustibles connus : charbon, bois, tourbe, pétrole, essence, mazout, gaz d'éclairage, etc., etc.

Les savants calculent qu'un mètre cube d'eau, qui pèse 1,000 kilogrammes, contient 111 kilos d'hydrogène et 889 kilos d'oxygène, lesquels, en brûlant ensemble, développent 3,825,000 grandes calories, c'est-à-dire autant de chaleur que 673 litres d'alcool à 100°, brûlant dans de l'oxygène. Or, en admettant que le charbon, qui est actuellement « le roi de la combustion », le « pain de l'industrie », en admettant, dis-je, que le charbon s'épuise un jour ou devienne trop rare, ne peut-on concevoir que les générations futures pourront trouver dans l'eau, — l'eau ignifuge qui nous sert aujourd'hui à une foule d'autres usages, — la mine inépuisable du comburant de l'avenir ?

Une objection se présente immédiatement à l'esprit.

Tout le monde sait que l'oxygène mêlé à l'hydrogène, dans la proportion de 1 du premier et 2 du second, constitue un mélange détonant, qui fait explosion à la moindre étincelle. Mais, outre qu'il est facile de parer à ce danger en changeant simplement les proportions du mélange, cette difficulté, en apparence très grande pour le maniement des gaz mélangés, a reçu depuis longtemps des solutions pratiques et absolument suffisantes dans la construction d'un grand nombre d'appareils. Citons le « Chalumeau à gaz hydrogène » dans lequel les gaz mélangés n'arrivent au bec d'allumage qu'après avoir traversé plusieurs rondelles de toile métallique superposées, qui éloignent toute crainte de détonation. Citons également l'appareil Sainte-Claire-Deville et le Brûleur de Bunsen, appareils construits pour obtenir de très hautes températures et dans lesquels les gaz sont recueillis séparément et arrivent au bec d'allumage par deux tuyaux concentriques, le tuyau central amenant l'oxygène, le tuyau périphérique l'hydrogène, ce qui écarte, d'une façon absolue, tout danger d'explosion.

Ceci étant et les gaz oxy-hydriques pouvant devenir

maniables et utilisables à volonté, à l'instar du simple gaz d'éclairage, à l'instar de l'acétylène, que faudrait-il pour que l'eau prenne le rang qui lui revient parmi nos combustibles ordinaires? Il faudrait trouver un procédé facile et surtout peu coûteux susceptible de transformer pratiquement et en grande quantité l'eau, ce liquide si anticombustible, en ses deux éléments essentiellement combustibles, l'oxygène et l'hydrogène. Il faudrait arriver à décomposer l'eau à *peu de frais* et le jour où en en remplissant un appareil approprié, sorte de poêle à gaz, on en fera jaillir la flamme en allumant les gaz provenant de la décomposition du liquide, ce jour-là le combustible de l'avenir aura fait son apparition et la houille, qui nous coûte si cher, aura vécu!

Oui, arriver à *décomposer l'eau industriellement au moyen d'un procédé peu coûteux*, voilà tout le problème à résoudre. Or, ainsi posé, ce problème n'a évidemment en soi rien d'irréalisable et nos modernes inventeurs, qui nous ont habitués à des miracles de réalisations pratiques, tels l'avion, le « sans-fil », le transport de la force, la reproduction par synthèse d'une foule de produits naturels, etc., nos modernes inventeurs, dis-je, n'arriveront-ils pas à surmonter cette difficulté qui, à priori, ne paraît avoir rien d'insoluble?

En effet, si l'on serre la question de plus près, et étant donné ce qui a déjà été fait dans cette voie, on semble entrevoir dès maintenant, et pour des temps peu éloignés, une solution.

II

DÉCOMPOSITION DE L'EAU PAR LA PILE.

La première pensée qui se présente, quand on songe à décomposer l'eau, est d'employer la pile. On sait, en effet, que deux Anglais, Carlisle et Nicholson, ont démontré dès l'an 1800 que le courant de la pile, — que vient à la même époque d'inventer Volta, — a la propriété de décomposer ce liquide en ses deux éléments : oxygène et hydrogène ;

que ces deux gaz s'y trouvent dans la proportion de deux parties d'hydrogène contre une partie d'oxygène et c'est sur cette découverte qu'est basée la construction de l'instrument connu depuis sous le nom de Voltamètre.

Mais cette décomposition de l'eau par la pile peut-elle conduire à une application pratique au point de vue « chauffage » qui nous occupe ? En aucune façon.

Avec une pile quelle qu'elle soit, ou des éléments de pile, il est loisible à chacun de s'en rendre compte, il faut un temps très long pour remplir de gaz de simples éprouvettes.

La pile, en effet, est un instrument d'une faible puissance, qui nous sert l'électricité non à flots, comme il le faudrait, mais au simple compte-gouttes, et qui ne produit que de minuscules courants, assez forts sans doute pour des travaux de galvanoplastie, de télégraphie, de téléphonie, mais absolument insuffisants pour décomposer l'eau en grand et industriellement (1).

Le pouvoir gazogène de la pile est tellement faible et son rendement coûteux qu'en 1883, me livrant à des expériences au moyen d'une forte pile de mon invention (2), j'ai calculé qu'un mètre cube de gaz oxy-hydrique coûterait environ 18 à 20 francs, alors que notre gaz d'éclairage, déjà très cher, est actuellement au Puy à 55 centimes le mètre cube. Ce prix excessif du gaz à l'eau obtenu au moyen de la pile est, cela est évident, prohibitif de toute application pratique, au moins dans l'état actuel de nos connaissances.

Néanmoins tout ce qui suivra, dans ce petit opuscule, peut être considéré comme une conséquence logique, en quelque sorte un corollaire de la célèbre expérience de Carlisle et Nicholson. L'idée du chauffage à l'eau, décomposée au moyen de l'électricité, est contenue à mon avis dans cette découverte des deux savants Anglais comme le germe est dans la graine, le poussin dans l'œuf. C'est le minuscule télégraphe de Branly, précurseur des gigantesques installations de Marconi, qui franchissent aujourd'hui de leurs

(1) Voir : *Traité de la pile électrique* par A. Niaudet et H. Fontaine.

(2) Voir le journal *l'Electricien*, Paris, nos du 1^{er} avril et du 1^{er} mai 1883.

ondes les océans. Celles-ci, certes, font notre admiration, mais enlèvent-elles à notre illustre compatriote, l'auteur du simple instrument de laboratoire, le mérite de la découverte ?

III

DÉCOMPOSITION DE L'EAU PAR LES MOTEURS A VAPEUR.

Gramme, en inventant ses puissantes dynamos, mues à la vapeur, a fait faire un pas immense à la question qui nous occupe. Ce ne sont plus, en effet, de faibles courants de quelques ampères seulement, comme ceux engendrés par la pile, mais des courants intenses d'une énergie de plusieurs chevaux, mis à la disposition des inventeurs. Aussi, voulant obtenir du gaz en grand pour le gonflement des ballons alors très en vogue, quelques constructeurs songèrent-ils, vers 1890, à employer ces nouveaux courants pour la production commerciale de l'hydrogène (1).

A cette époque, à la suite de nombreuses expériences faites à l'Établissement militaire de Chalais (Charente), le commandant Renard parvint un des premiers à combiner un voltamètre d'un grand rendement et à décomposer l'eau d'une façon réellement industrielle.

Employant comme électrolyte une solution renfermant 13 0/0 de soude caustique ; — remplaçant les anciennes électrodes de platine, d'un prix excessif, par de la simple fonte d'un prix très bas ; — augmentant dans de très grandes proportions les surfaces de ces électrodes ; — diminuant de beaucoup leurs distances ; — abaissant considérablement la résistance intérieure de l'appareil en séparant les gaz par une cloison *porouse* d'amiante au lieu d'une cloison étanche ; — le commandant Renard réussit à construire, sous forme d'un cylindre en fer de 3 m. 50 de long sur 30 cen-

(1) A. Minet, Traité d'électro-chimie, page 338 et suivantes.

timètres de diamètre, un voltamètre véritablement pratique, ne dépassant pas *cent francs* comme prix, — ce qui est à souligner, — et pouvant, sous un courant de 365 ampères et de 2,7 volts, fournir 228 litres de gaz oxy-hydrique à l'heure, soit en 24 heures, 5 mètres cubes 472 litres.

Une usine électrolytique dont il nous donne le devis, comprenant 36 voltamètres d'un type un peu moindre, pouvant produire 8,250 litres de gaz à l'heure, 165 mètres cubes par jour de *vingt* heures et 59,400 mètres cubes par an, n'excédait pas comme prix d'établissement 40.000 francs; possédait une force motrice de 52 chevaux électriques et le prix de revient des gaz, en tenant compte de tous les frais accessoires, y compris ceux de la compression à 120 atmosphères, ne dépassait pas, nous dit le commandant Renard, 0 fr. 60 centimes le mètre cube (1).

On a longtemps trouvé à Paris, dans les ateliers de Ducretet, de petits appareils de laboratoire, basés sur les mêmes principes que ceux de Renard, pouvant produire 18 litres de gaz oxy-hydrique à l'heure sous l'influence d'un courant de 30 ampères seulement.

Le professeur Latchinow, de Saint-Petersbourg, a longuement étudié, lui aussi, la question de la décomposition électrolytique de l'eau en vue, comme le commandant Renard, du gonflement des ballons militaires.

L'appareil de ce savant se compose de 132 vases électrolytiques placés sur trois rangs et couplés en tension dans chaque rang.

Il fait passer, à travers ces vases, le courant de puissants dynamos fournissant une force de 80 chevaux électriques.

La production gazeuse oxy-hydrique est de 12 mètres cubes à l'heure et de 288 mètres cubes en 24 heures.

Le côté économique du procédé du professeur Latchinow est curieux et digne d'être souligné.

(1) Minet, Traité d'électro-chimie, p. 340.

Cet inventeur calcule que pour chaque ballon il lui faut produire 960 mètres cubes de gaz oxy-hydrique, soit :

$$\begin{array}{rcl} \text{Hydrogène.} & 640 \text{ mc.} & \left. \vphantom{\begin{array}{l} \text{Hydrogène.} \\ \text{Oxygène} \end{array}} \right\} = 960 \text{ mc. oxy-hyd.} \\ \text{Oxygène} & 320 \text{ —} & \end{array}$$

et que la dépense totale étant de 850 francs, cela met le mètre cube de gaz oxy-hydrique à 0 fr. 89 centimes.

Mais comme pour son ballon il n'emploie que l'hydrogène et qu'il vend, à raison de 4 francs le mètre cube, les 320 mètres cubes d'oxygène restés sans emploi, il établit ainsi son compte :

$$\begin{array}{rcl} 320 \text{ mètres cubes d'oxygène à 4 fr. . .} & = & 1.280 \\ \text{Dépense totale} & = & 850 \\ \hline \text{Boni pour chaque gonflement de ballon.} & = & 430 \text{ fr.} \end{array}$$

Il en résulte qu'avec la combinaison de cet ingénieur le gonflement du ballon militaire ne coûtait rien et qu'on réalisait même, à chaque opération, un bénéfice fort appréciable de 430 francs du fait de la vente de l'oxygène. La chose est à noter.

Une société Belge, « l'Oxy-hydrique », détrônée depuis, je crois, par le Bec Auër, a longtemps éclairé les particuliers à Bruxelles, au moyen des gaz extraits de l'eau. Elle employait le procédé de Garuti.

C'était, pour chaque électrolyseur, une vaste cuve divisée en nombreuses cellules très étroites, en tôle d'acier, avec électrodes également en acier, diaphragmes métalliques perforés et, comme électrolyte, une solution de potasse caustique, coûtant plus cher que la solution de soude, mais présentant une résistance électrique moindre.

L'appareil ainsi réalisé, nous dit Minet, page 342, était simple, robuste, compact, non sujet à l'usure et aux détériorations et n'exigeait aucune surveillance.

Il absorbait un courant de 350 ampères sous 2,5 volts, c'est-à-dire une puissance électrique de 1,2 cheval et pro-

duisait à l'heure 210 litres de gaz oxy-hydrique très pur, soit en 24 heures 5 mètres cubes, 40 litres de gaz.

Nous ne trouvons malheureusement aucune indication sur le prix de revient de celui-ci, ni sur le coût de l'appareil.

Une société Allemande d'avant la guerre avait, à Hanau-sur-le-Mein, une usine pour la préparation électrolytique de l'oxygène et de l'hydrogène.

L'électrolyte était une dissolution de soude caustique à 60 degrés ; les électrolyseurs étaient formés d'une cuve divisée en compartiments par des cloisons non poreuses. Chaque cuve renfermait 50 à 60 litres d'électrolyte et pouvait recevoir un courant de 200 ampères sous une tension de 2.7 à 2.8 volts.

Avec ces dispositions, pour produire 100 mètres cubes d'oxygène et 200 mètres cubes d'hydrogène en 24 heures, il fallait compter 100 cuves disposées en tension, produisant chacune 3 mètres cubes de gaz oxy-hydrique et actionnées par une puissance électrique de 60 kilowatts (200 ampères, 300 volts), soit 90 chevaux effectifs.

Le *Chemiker Zeitung* nous donne des renseignements exacts et extrêmement intéressants sur les frais d'installation et les dépenses journalières, la force motrice étant empruntée à la machine à vapeur.

Les frais d'installation étaient, je copie :

Machine à vapeur.	31,250 fr.
Dynamo et électrolyseur.	60,000 »
Construction de l'usine.	15,000 »
Total.	<u>106,250 fr.</u>

En portant comme amortissement de l'installation une somme annuelle de 6.300 francs, ce qui représentait environ 17 fr. 50 par jour, on arrivait pour les dépenses journalières, correspondant à la production de 300 mètres cubes de gaz oxy-hydrique, à :

Combustibles.	67 f. 50
Graissage et nettoyage.	11 25
Main-d'œuvre.	22 50
Réparations et entretien.	7 50
Amortissement de l'installation.	17 50
10 0/0 intérêt du capital.	36 25
Total.	<hr/> 162f. 50

Ce qui portait le prix de revient d'un mètre cube de gaz oxy-hydrique à 0 fr. 55 centimes, nous dit le journal cité.

Pendant la guerre, le colonel T. A. Ross, du service de l'aéronautique anglaise, avait installé près de Rouen une vaste usine oxy-hydrique, actionnée par deux groupes Diesel, avec voltamètres système Geeraerd, en fonte striée, sans diaphragme et à séparation continue et automatique des deux gaz. Les cellules, au nombre de 2,600. contenaient une solution de soude caustique à 36 Baumé dans de l'eau distillée. La production en 24 heures était de 4,300 mètres cubes de gaz et les jours ou heures où les appareils ne fonctionnaient pas pour l'électrolyse, on employait le courant à des travaux de nikelage ou autres et ceux-ci étaient assez rémunérateurs pour couvrir à peu près complètement le prix de revient des gaz obtenus. — L'usine Ross a été vendue aux enchères publiques et au compte du gouvernement anglais le 23 novembre 1920.

L'ingénieur Badani nous apprend que, depuis la guerre, le Milanais Zorzi a mis dans le commerce des appareils Electro-lytiques, qui fonctionnent *sans besoin d'une surveillance quelconque* et fournissent des gaz absolument purs dès qu'on donne le courant. Il ajoute que, grâce à ces appareils, l'Electrolyse semble dès aujourd'hui au *point*.

Aux Etats-Unis l'Electrolyse paraît avoir fait de plus grands progrès encore et les Electrolyseurs Allen-Moore,



entre autres, donnent lieu, sous un assez faible voltage, à des torrents de gaz.

Mal placé en province pour faire de longues recherches et surtout de la bibliographie, j'ignore si d'autres essais industriels ont été tentés dans la même voie que les précédents, mais ceux-ci, bien qu'ils n'aient pas été faits directement en vue du chauffage, — aucun de leurs auteurs n'y a pensé, — sont néanmoins assez remarquables par eux-mêmes, et assez probants aussi, pour me permettre d'en tirer d'ores et déjà un certain nombre de conclusions fermes que je vais succinctement mettre en lumière.

Et d'abord, il ressort de cet exposé que les installations électriques industrielles semblent coûter un prix relativement minime. — Celle du commandant Renard, dont il nous donne le devis et qui peut produire 165 mètres cubes de gaz par jour de 20 heures, n'excède pas un prix d'établissement supérieur à 40,000 francs. — Celle de la compagnie de Hanau, produisant en 24 heures 300 mètres cubes de gaz oxy-hydrique, ne coûte que 106,000 francs, plus un entretien journalier de 102 fr. 50 centimes. — Nous n'avons malheureusement pas les devis de Latchinow, du colonel T. Ross et de la *Société Oxyhydrique* de Bruxelles, mais les chiffres fournis par la compagnie de Hanau et par le commandant Renard semblent démonstratifs et prouver que ces sortes d'établissements, qui ne nécessitent ni architecture compliquée, ni aménagements spéciaux, sont d'un prix de revient, — et même d'entretien, — commercialement très abordable.

Les appareils employés ne paraissent pas, de leur côté, très coûteux. — Nous avons vu, page 7, que le gros voltamètre Renard, produisant environ 5 mètres cubes et demi de gaz par jour, n'est que de 100 francs, ce qui fait que pour 10,000 francs on pourrait avoir 100 instruments semblables ayant un rendement de 550 mètres cubes pour 24 heures. — Dans le devis de la compagnie de Hanau, dynamos et électrolyseurs sont portés pour une somme de

60.000 fr., pour une production journalière de 300 mètres cubes : ce qui, quoique plus fort, n'est pas excessif non plus. — Les catalogues des établissements Zorzi, Geeraerd, Allen-Moore, nous montrent, d'autre part, des prix très abordables.

Il ressort de tout ceci une troisième conclusion qui s'impose : c'est que les expériences, longtemps continuées de Renard, Garuti, Latchinow, Ross, et autres, démontrent d'une façon certaine, qu'on est arrivé depuis longtemps à produire industriellement et en grande quantité du gaz oxy-hydrique par la décomposition de l'eau, au moyen des courants puissants obtenus par les moteurs à vapeur actionnant les dynamos. Au minuscule courant de la pile donnant parcimonieusement quelques bulles gazeuses, de quoi remplir des éprouvettes, ont succédé des courants intenses déversant les gaz à grandes pleines cornues, par torrents et par milliers de mètres cubes : petit poisson s'est fait baleine !

Mais quelle est exactement la puissance gazogène d'un courant donné, c'est-à-dire d'une force électrique précise représentée par exemple par un cheval électrique ? — Les éléments de ce problème nous sont fournis par les résultats des expériences Renard, Garuti, Latchinow, etc., qui semblent assez concordantes sur ce point. En ramenant, en effet, pour le calcul, à l'unité courante le cheval électrique heure, toutes leurs indications éparses et surtout celles très précises de Garuti, on arrive à ce résultat que le rendement d'un cheval électrique était *pratiquement*, avant la guerre, de 175 litres à l'heure et, pour 24 heures, de 4 mètres cubes, 200 litres de gaz, chiffre à retenir. Depuis, les Electrolyseurs Zorzi, Allen-Moore, Geeraerd ont fortement augmenté ce rendement.

Quant au prix de revient du mètre cube gazeux (oxygène et hydrogène mélangés), il a été très exactement déterminé par quelques-uns des expérimentateurs, ce qui, au point de vue qui nous occupe est, cela va de soi, d'un extrême intérêt. — Il a été de 89 centimes dans l'installation Latchinow ; — de 60 centimes dans celle de Renard ; — de 55 centimes dans celle de la compagnie de Hanau : — de 20 centimes

seulement avec les appareils Allen-Moore. Seul Garuti reste muet sur ce point. — Je me réserve de revenir plus loin sur ces chiffres et sur les horizons qu'ils nous ouvrent.

Les expériences que je viens de citer, surtout celles faites pendant la dernière guerre pour le gonflement des ballons et des dirigeables, sont, à mon avis, d'une extrême importance puisqu'en y réfléchissant bien et en les examinant de près, on arrive à se convaincre qu'elles donnent la solution industrielle presque complète du chauffage à l'eau que nous poursuivons. — Je crois remplir un vrai devoir en rendant publiquement ici hommage à leurs auteurs. *Cuique suum.*

IV

DÉCOMPOSITION DE L'EAU PAR LES FORCES NATURELLES.

Le remplacement systématique en France des moteurs à vapeur, tous très coûteux, par les forces naturelles qui coûtent beaucoup moins, constitue *un fait nouveau* et extrêmement important au point de vue du chauffage au moyen des gaz extraits de l'eau. Cela pour plusieurs raisons.

D'abord ces gaz peuvent être produits actuellement avec infiniment plus de facilité et en bien plus grande quantité qu'il y a trente ans, au moment des expériences de Renard et autres que je viens de relater.

A cette époque, une installation ne possédait à son service qu'une force de quelques chevaux, étant obligée de se restreindre en raison du prix du moteur et de son entretien dispendieux.

Aujourd'hui, grâce à la *houille blanche*, qui coûte bien moins que le charbon et qui tend à se vulgariser, à se démocratiser dans notre pays, l'on ne parle plus que de *centaines* de chevaux et bientôt ce sera de milliers. Un document officiel récent ne nous apprend-il pas que l'Isère, convenablement captée, doit, dans un avenir peu éloigné, fournir 400,000 kilowatts à l'industrie, soit environ 530,000 chevaux

électriques ? N'est-on pas effrayé par l'immensité de ces énergies hier insoupçonnées ?

Oui, partout on capte les chutes ou l'on se prépare à les capter ; partout on va obliger les forces naturelles à travailler et à produire ; partout, par conséquent, on aura de la force à profusion pour décomposer l'eau en ses éléments et pour la faire servir au chauffage.

Selon toute vraisemblance, bientôt les quantités de gaz oxy-hydrique, obtenues par les expérimentateurs que j'ai cité plus haut, paraîtront à tout le monde insignifiantes, des essais d'enfants, en comparaison de celles énormes que nous promettement les futures installations, qui procéderont elles, non par milliers de mètres cubes, comme les Etablissements Röss, mais par *centaines* de mille.

Mais une autre raison qui donnera le pas au gaz à l'eau comme combustible et qui forcera le public à le préférer au charbon, sera surtout sa moins grande cherté, en raison de son prix de revient beaucoup moindre.

Les forces hydrauliques ne coûtent que leur aménagement et se passent ensuite de ce pain si cher, désigné sous le nom de houille, que les machines à feu ingurgitent quotidiennement avec tant de prodigalité et dont elles ne peuvent être sevrées (1).

Les spécialistes en la question, les techniciens tels que Minet, Borchers et autres, nous enseignent que, toutes choses égales d'ailleurs et à rendements égaux, les moteurs hydrauliques coûtent « six ou sept fois moins que les moteurs à feu » et que le cheval-vapeur coûtant 12 ou 13 par exemple, le cheval-électrique ne revient qu'à 2 environ. Ils font de cela une vérité démontrée, en quelque sorte un axiome (2).

Si dans l'installation Renard, nous dit Minet, (3) la force

(1) Voir : Traité d'Electricité industrielle par Marcel Desprez, de l'Institut.

(2) Minet, Traité d'Electro-chimie, p. 336.

(3) Minet, *ibid*, p. 340.



par la vapeur avait été remplacée par une force naturelle, le mètre cube de gaz oxy-hydrique, au lieu de coûter 60 centimes comme nous l'avons vu page 7, n'aurait coûté tout au plus que *dix centimes*. Ce chiffre de dix centimes est à souligner et à retenir.

De même, dans l'installation de la compagnie de Hanau. Le mètre cube du même gaz, si l'on avait eu recours à une force hydraulique, serait descendu de 55 centimes à 9 centimes et demi environ, ce qui constitue un prix très bas, étant donné qu'avant la guerre notre gaz d'éclairage était au Puy à 25 centimes le mètre cube et qu'il est à 55 centimes maintenant.

Avec l'apparition des forces hydrauliques, la baisse énorme dans les prix du courant entraînera une baisse correspondante très grande dans les prix de revient du gaz obtenu par eux, de telle façon que les prix infimes de ces gaz les imposeront bientôt comme combustibles à la place de la houille, qui ne pourra en aucun point soutenir avec eux la concurrence. D'ailleurs, ces prix déjà si abaissés auront encore de la tendance à s'abaisser dans l'avenir pour la raison que je vais développer.

Il est certain, en effet, que les installations Garuti, Renard et même celles fonctionnant pendant la guerre, étaient relativement sommaires; que depuis cette époque de nombreux progrès semblent avoir été réalisés en la matière et qu'il serait sans doute aisé aujourd'hui d'introduire dans le matériel et la technique de ces usines de nombreux perfectionnements appelés à augmenter de beaucoup leur rendement et à abaisser par suite de beaucoup aussi le prix du gaz.

Si l'on étudie de près ces installations on constate tout de suite, entr'autres imperfections, qu'aucune ne donne son plein de gaz oxy-hydrique, en d'autres termes qu'aucune ne fait rendre au cheval-électrique son plein de production gazogène.

L'appareil Garuti, que je prendrai pour exemple comme

étant celui sur lequel nous avons le plus de données, est arrivé, nous l'avons vu page 8, avec une puissance électrique de 1, 2 cheval, à produire à l'heure 210 litres de gaz oxy-hydrique (oxygène et hydrogène mélangés), à la pression de 160° et à la température de 0°. En ramenant ces chiffres à l'unité courante, le cheval-électrique-heure, cela fait un rendement de 175 litres à l'heure et, pour 24 heures, 4 mètres cubes 200 litres de gaz.

C'est un assez beau rendement et cependant il est loin d'être celui qu'indique la théorie.

En effet, calculant la puissance gazogène théorique d'un courant, Hospitalier, dans son Traité de l'Energie électrique, T. I, page 118, arrive à ce résultat que l'Hecto-Watt-heure (unité électrique la plus usuelle), doit donner par heure (ramenant la pression à 76 millimètres et à la température 0°) :

Hydrogène.....	41 lit. 690
Oxygène.....	20 lit. 840
Gaz Oxy-hydrique.....	<u>62 lit. 530</u>

Minet, dans son traité d'Electro-chimie page 335, arrive par ses calculs à des résultats à peu près semblables et n'en différant que de quelques dixièmes.

Mais le cheval-électrique-heure égale, comme on sait, un peu plus de 7 Hecto-watt-heures, (exactement 7,35) (1); il devrait donc fournir pratiquement $62,53 \times 7,36 = 460$ litres de gaz au lieu des 175 fournis par l'appareil Garuti et similaires et, en 24 heures, donner 11 mètres cubes du mélange gazeux au lieu de 4 mètres-cubes 200 seulement. On voit que nous sommes loin de notre compte et que les industriels, qui se sont occupés de la question, ont été loin jusqu'ici de faire fournir pratiquement au cheval-électrique son plein rendement théorique.

En somme, il se produit ici ce qu'on a vu se produire à

(1) Voir Unités Electriques, par G. de Laplanche, p. 66.

l'occasion du problème passionnant du « transport de la force à distance. »

Les savants qui, au moyen des dynamos de Gramme, se sont occupés les premiers de la solution de ce magnifique problème industriel, les Marcel Deprez, Fontaine et autres, n'ont pas été tout d'abord heureux dans leurs expériences. Alors que la théorie leur démontrait la possibilité du transport d'une force avec une déperdition d'énergie presque négligeable, les expériences célèbres de Munich, en 1882, ne leur donnaient qu'un rendement utile de 30 0/0, avec par conséquent un déchet énorme de 70 0/0. Ce n'est que petit à petit, par des perfectionnements successifs, que ce déchet a été peu à peu diminué et le rendement augmenté d'autant, à telle enseigne qu'aujourd'hui on arrive à utiliser, à de très grandes distances, les 90 0/0, dit-on, d'une force quelconque, ce qui rend la découverte pratique et industriellement réalisable.

Ne peut-on concevoir qu'il soit possible d'espérer même réussite pour l'utilisation de la force gazogène d'un courant ? La théorie nous donne 11 mètres-cubes par jour et par cheval-électrique, tandis que la pratique ne nous donne seulement, pour le même temps, que 4 mètres 200 litres. Il s'agirait par des expériences bien conduites, par des perfectionnements successifs, de faire diminuer peu-à-peu cette différence énorme de 7 mètres-cubes, de façon à arriver aussi près que possible de la production théorique.

Donc, s'appliquer à améliorer de toutes manières les appareils déjà connus : en rapprochant leurs électrodes ; agrandissant leurs surfaces ; modifiant leur nature ; leur structure ; accroissant leur conductibilité par la chaleur ; cherchant des électrolytes nouveaux, etc, etc ; en un mot, faire tous les essais nécessaires pour arriver à construire des instruments pratiques permettant au courant électrique de développer au maximum sa puissance gazogène, tel serait le programme à remplir pour parvenir à ce résultat. On voit, par ces quelques exemples, qu'il y a de nombreux progrès à réaliser dans cette voie.

Mais il ne suffirait pas de chercher seulement à faire produire au courant électrique, dans des appareils perfectionnés, le *summum* de sa puissance électrolytique ; il faudrait mettre en pratique aussi certains moyens destinés, directement ou indirectement, à abaisser le prix du gaz : or, l'esprit en aperçoit immédiatement quelques-uns qui s'imposent.

Par exemple, ne pourrait-on pas chercher, pour augmenter le rendement, à adjoindre si possible au courant des aides, des auxiliaires puissants, venant additionner leur action propre à la sienne et considérablement la renforcer ? Je veux parler de l'adjonction aux solutions, aux électrolytes, de certains corps ayant la propriété, à l'instar du courant, de décomposer l'eau à la température ordinaire ou à une température plus ou moins élevée. Il n'est pas douteux que les chimistes professionnels n'en possèdent et n'en trouvent dans leur puissant arsenal.

Ne pourrait-on pas choisir aussi, pour mettre dans les électrolytes, des corps pouvant donner lieu à des sous-produits d'une valeur vénale assez grande pour payer à peu près tous les frais d'installation ou de fonctionnement des usines, à l'instar, par exemple, du coke des Compagnies de gaz d'éclairage que celles-ci vendent à un prix si rémunérateur ? N'ayant pas la compétence nécessaire pour entrer dans ces techniques d'industrie pure, je ne puis que renvoyer aux Traités spéciaux sur la matière ; aux ouvrages de A. Minet et de W. Borchers, par exemple (Traités d'Electro-chimie et d'Electro-métallurgie), où l'on peut trouver une foule de renseignements des plus intéressants sur ces questions.

Ne pourrait-on pas distraire quelques heures le courant à sa tâche, — quatre heures par jour par exemple, — pour l'employer à d'autres usages électro-lytiques (1) extrêmement productifs, tels que des travaux de galvanoplastie,

(1) Voir : Electrolyse, par H. Fontaine, deuxième édition.

d'électrotypie, etc., ainsi qu'on voit cela se pratiquer dans quelques usines dont Borchers nous cite des exemples (1), ce qui diminuerait d'autant le prix de revient du gaz oxy-hydrique obtenu ?

Enfin, nous avons vu, page 8, que Latchinow, dans son installation de Saint-Pétersbourg pour la préparation de l'hydrogène en vue du gonflement des ballons militaires, ne recueillait que l'hydrogène seul et vendait, pour usages industriels, l'oxygène un prix tellement rémunérateur, que, non seulement le gonflement du ballon ne lui coûtait rien, mais que chaque remplissage d'appareil était pour lui l'occasion d'un bénéfice de plusieurs centaines de francs. L'oxygène étant employé à de nombreux usages, ne serait-il pas possible et sans grands inconvénients, dans de nombreuses usines futures, d'imiter l'exemple de cet ingénieur russe et de distraire du chauffage une partie de cet oxygène pour l'employer à la vente ? On abaisserait ainsi encore, comme tout à l'heure, le prix de revient du gaz oxy-hydrique et, d'autre part, en modifiant la proportion de l'oxygène et de l'hydrogène entrant dans sa composition, on supprimerait du même coup son pouvoir détonant et, par suite, toute crainte d'explosion.

Pour mon compte, je me suis aperçu d'un fait très intéressant. C'est que lorsque sur la flamme d'un chalumeau à gaz oxy-hydrique on dirige, avec quelques précautions, un petit jet de vapeur d'eau, celle-ci, sous l'influence de la haute température, se décompose immédiatement, prend feu comme un simple gaz et active singulièrement la flamme primitive en triplant, quadruplant même son volume. Ne serait-ce pas là un moyen pratique d'obtenir, avec de faibles courants, de grandes flammes ?

Je laisse aux techniciens toutes ces questions à résoudre.

Concluons :

L'apparition des forces naturelles, remplaçant partout

(1) Electro-métallurgie.

les anciens moteurs à vapeur si coûteux, semble résoudre d'une façon complète, *industriellement*, le problème de la décomposition de l'eau par l'électricité. En effet :

— Étant donné que l'emploi de ces forces est destiné à augmenter singulièrement dans l'avenir, ainsi que je l'ai démontré page 13, la production du gaz oxy-hydrique et à diminuer dans de grandes proportions son prix de revient, qui peut vraisemblablement descendre jusqu'à *dix centimes* le mètre-cube seulement (voir p. 14) ;

— Étant donné, d'autre part, que ce prix de dix centimes lui-même, quoique minime, est selon toute apparence appelé, lui aussi, à s'abaisser bientôt grâce à plusieurs circonstances nouvelles plus que probables : perfectionnements inévitables apportés aux appareils, vente de sous-produits, adjonction d'industries annexes rémunératrices, etc., etc.

On peut raisonnablement inférer qu'avant peu de temps, le charbon et ses dérivés ne pourront plus concurrencer, au point de vue du prix, le gaz extrait de l'eau et qu'il y a peut-être lieu, dès maintenant, — les installations électriques étant relativement simples et peu coûteuses, — qu'il y a peut-être lieu, dis-je, d'envisager dans chaque ville la construction d'usines oxy-hydriques, en rapport par leur importance avec la population et distribuant par canalisation, comme les usines à gaz d'éclairage ou par tubes transportables, le combustible quotidien nécessaire à chaque ménage pour le chauffer et l'éclairer.

Un litre d'eau pouvant donner près de 2 mètres cubes de gaz (exactement 1.830 litres), semblerait, à priori, suffisant pour les besoins journaliers d'un intérieur de trois ou quatre personnes. Combien serait-ce plus commode, moins encombrant et moins cher que le charbon ?

Des prisonniers venant d'Allemagne. — des environs de Dorlingen, Ulm, Posen, etc., — m'ont conté que dans ces pays les travaux agricoles se font tous à l'électricité. La moindre ferme a son moteur de 2 à 10 chevaux, selon son importance, pour actionner moissonneuse, batteuse, vanoir, hache-paille, scie à bois, etc., etc... Que n'imitons-nous sur

ce point les Allemands! — Un demi-cheval, produisant 2 mètres cubes de gaz oxy-hydrrique, suffirait à une ferme pour l'éclairer et la chauffer!

V

DÉCOMPOSITION DE L'EAU AU MOYEN D'UN AGENT CHIMIQUE.

Il n'est pas dans mon esprit de me lancer ici dans ces questions ardues et de technique pure; elles sont trop spéciales et en dehors du cercle ordinaire de mes études.

Mais qu'il me soit permis néanmoins de faire remarquer que la chimie devenue pratique ces dernières années, de trop théorique qu'elle était autrefois, nous a enrichi d'un certain nombre de corps singuliers, appelés carbures, qu'on trouve communément dans le commerce et qui ont une action désoxydante, désulfurante et déphosphorante telle qu'ils en sont déconcertants.

Une parcelle de ces corps jetée dans l'eau, tout le monde le sait, la décompose instantanément; il en résulte des torrents de gaz, qui varient selon la nature du carbure (potassium, sodium, calcium), mais qui tous ont pour caractéristique d'être extrêmement inflammables, explosifs et sauvages.

L'un d'entre eux, aussi indompté que les autres, a fini cependant par s'assagir et se laisser approcher sans danger: c'est l'*acétylène*, ce corps aux innombrables applications industrielles. Il a produit autrefois, il est vrai, des accidents, alors qu'on ne savait pas le manier; mais il n'en est heureusement plus de même aujourd'hui. où, grâce aux travaux de Berthelot, Vieille, Moissan, Girard, Raoul Pictet, ces glorieuses incarnations de la chimie française, on a fini par le civiliser, le domestiquer, le rendre inoffensif.

Bien plus, à cette heure, rendu liquide, il est livré par nos modernes constructeurs enfermé dans des tubes, qu'on peut placer n'importe où: qu'on porte pleins à domicile et

qu'on vient ensuite reprendre vides comme de simples siphons d'eau de seltz. Sans doute, certaines précautions sont à prendre avec lui ; mais n'en faut-il pas prendre des précautions aussi, et de sévères, avec le gaz d'éclairage, avec l'électricité, voire même avec le vulgaire pétrole ?

On a créé à son usage maints appareils dans lesquels il suffit de mettre de l'eau et du carbure de calcium, — du carbite, — pour obtenir immédiatement du gaz acétylène au bec d'allumage. Je citerai entr'autres, — mais je ne les connais certainement pas tous, — celui de O'Conor Sloan, celui de Trouvé, celui de Goubet dit : lampe-soleil, celui de Clausolles, de Barcelone, importé par Chardin, tous commodes et transportables comme des lampes. Ce dernier même constitue une véritable usine domestique produisant et emmagasinant le gaz d'une manière automatique et l'appliquant directement à l'éclairage.

Quant à la matière première qui produit le gaz, le carbure de calcium, il est livré actuellement en quantité immense au commerce et à des prix extrêmement bas. Ne dit-on pas qu'une compagnie américaine, la Wilson, le donne au prix de 25 fr. la tonne, soit deux centimes et demi le kilog ? Une tonne pouvant produire 300 mètres cubes de gaz, cela met le mètre cube de celui-ci à 8 c. 3 seulement. C'est pour rien.

Tous les gaz provenant de l'accouplement de l'eau et d'un carbure, nous disent les spécialistes, ont un air de famille, sont inflammables et ressemblent plus ou moins à l'acétylène. Or, en admettant que celui-ci, malgré qu'il soit doué d'un pouvoir calorique énorme, ne puisse jamais être employé au chauffage, — ce qui n'est pas démontré, — ne peut-il pas se faire qu'on arrive à trouver, dans sa parenté immédiate, en quelque sorte parmi ses cousins, un autre corps doué lui aussi et de combustibilité et d'un grand calorique et qu'il soit aisé de plier à cette nouvelle destination ?

La chimie qui nous a habitués ces dernières années à des miracles de réalisations industrielles, — citons, parmi bien d'autres, l'air liquide, la production artificielle de la qui-

nine, etc. — se heurtera-t-elle là à une difficulté au-dessus de ses forces? Je ne le pense pas.

Est-il exagéré de croire, en effet, qu'elle saura décerner, dans cette lignée de combustibles nés de l'eau, un d'entre eux plus apte que les autres à être employé au chauffage, et, qu'à l'instar de l'acétylène, elle saura dompter, asservir, rendre inoffensif, mettre en bouteille et faire servir aux usages domestiques dans des appareils appropriés?

Le pétrole lui-même, étant « un mélange de carbures d'hydrogène » et Berthelot attribuant sa formation, au sein de la terre, « à l'action de la vapeur d'eau sur les carbures métalliques, à température élevée et sous haute pression », — toutes conditions qui peuvent être réalisées artificiellement, — on se demande si la science ne finira pas, un jour, par le créer de toutes pièces par synthèse, de même qu'elle prépare aujourd'hui de l'acétylène.

Napoléon, privé du sucre de cannes par le blocus continental, promit un million à celui qui trouverait le moyen d'extraire le sucre d'une autre plante, et très peu de temps après le sucre de betterave était découvert. Or, si l'Etat affectait aujourd'hui un prix d'un million à qui lui indiquerait le moyen de décomposer l'eau à plus bas prix ou à créer de toutes pièces le pétrole, ne dégrèverait-il pas immédiatement en cas de succès son budget de sommes immenses? D'autre part, ces *réalisations chimiques* ne seraient-elles pas d'une extrême importance pratique, au moment où nous sommes, et ne solutionneraient-elles pas, du même coup et très heureusement, toutes les questions annexes de charbon, d'essence, de mazout et autres, qui préoccupent tant et à juste titre l'opinion publique?

VI

APPLICATION DE CE QUI PRÉCÈDE A LA VILLE DU PUY.

On peut se demander si ce que je viens de dire, touchant la décomposition de l'eau par l'électricité, ne pourrait pas

trouver une application immédiate à la ville du Puy, dans laquelle va bientôt se présenter une occasion unique de tenter, avec chance de succès, une vaste expérience.

Avant la guerre, on le sait, la ville, depuis le traité du 7 novembre 1904 que j'avais eu l'honneur de signer, avait un éclairage à incandescence composé de 457 verrières (1), demeurant tous allumés toute la nuit, c'est-à-dire depuis le crépuscule jusqu'à l'aube.

Pendant la guerre, le prix du charbon augmentant de plus en plus, l'éclairage de nos rues a été diminué d'au moins de moitié, — peut-être plus, — puisqu'il n'est composé aujourd'hui que de quelques becs très clairsemés dont la plupart s'éteignent vers les 11 heures du soir ou minuit.

Le 31 décembre 1927, — c'est-à-dire dans sept ans, — le traité de la ville avec la Compagnie du gaz tombant à expiration, le Puy sera obligé, de par la force des choses, de se pourvoir d'un nouvel éclairage pour une nouvelle période plus ou moins longue. Que choisira-t-il?

Gardera-t-il l'éclairage actuel avec *gaz au charbon* et becs intensifs?

Cet éclairage, lorsqu'il fonctionnait normalement avant la guerre, était très convenable et ses prix très abordables, (20 centimes le mètre cube pour la ville et 25 centimes pour le particulier), le faisaient accepter de tout le monde. Malheureusement la hausse du charbon étant devenue excessive, les prix du mètre cube du gaz ont passé respectivement à 55 centimes pour les particuliers et à 25 centimes pour la ville, ce qui est énorme. — Dans l'avenir le prix du charbon baissera-t-il? restera-t-il stationnaire? Augmentera-t-il? Nul ne le sait : malheureusement tout fait pencher pour cette dernière hypothèse! Alors que fera la ville?

Emploiera-t-elle l'électricité et confiera-t-elle son éclairage à une Compagnie électrique : Vals, Brives, Charentus ou autres?

Ces éclairages électriques, dans les villes où on les a

(1) Voir : Budget raisonné de la ville du Puy, année 1910, page 29 et Tableau.

adoptés pour la voirie, n'ont pas semblé pouvoir rivaliser, disent les spécialistes, au point de vue lumière et à prix égaux, avec les becs intensifs des Compagnies de gaz. — Près de nous, les localités d'Espaly et de Brives éclairées électriquement ont-elles jamais eu un éclairage comparable, même de loin, à celui du Puy? — Enfin, très gros inconvénient, les Compagnies électriques ne peuvent fournir du gaz pour les poêles à gaz, si répandus dans nos cuisines, si utiles aux petits ménages et dont, semble-t-il, ils ne pourraient plus se passer.

Or, une solution qui, à priori, semblerait répondre à tous les desiderata, serait précisément l'organisation au Puy d'une nouvelle Compagnie décomposant l'eau à l'électricité et nous fournissant du gaz oxy-hydrique à bas prix et pour notre chauffage et pour notre éclairage.

Qu'on réfléchisse un instant à cette combinaison.

Nous nous passerions ainsi du charbon et nous nous soustrairions à ses prix exorbitants.

L'eau d'autre part, — matière première des nouveaux gaz combustibles, — ne saurait nous faire défaut, étant donné que nous pourrions la puiser indéfiniment et à même dans nos cours d'eau, sa pureté ou ses souillures étant indifférentes au point de vue qui nous occupe. Il n'est pas nécessaire, en effet, qu'elle soit potable pour être décomposée. D'ailleurs combien en faudrait-il? Une quantité relativement insignifiante. Un mètre cube d'eau fournissant 1830 mètres cubes de gaz serait amplement suffisant, ce qui est à peine croyable, pour l'éclairage journalier d'une ville de 20.000 habitants comme le Puy!

Quant à l'électricité, nous manquerait-elle? — Nous avons autour de nous des « chutes » sans emploi et aussi plusieurs installations électriques déjà parfaitement organisées : Vals, Brives, Charentus. Un cheval électrique produisant dès maintenant, — la chose est bien prouvée, — 4 mètres cubes 200 litres de gaz en 24 heures (système Garuti et autres, voir page 12), il faudrait 120 chevaux électriques exactement pour produire les 502 mètres cubes quotidiens que l'éclairage de la ville consommait vers 1910

quand il était à son maximum (1). Aujourd'hui, où cet éclairage réduit ne doit pas dépasser plus de 250 mètres cubes par jour, 60 chevaux électriques suffiraient et ce chiffre s'abaisserait même à 23 seulement si l'on faisait produire sa pleine puissance gazogène au cheval électrique, c'est-à-dire, comme nous l'avons vu page 16, onze mètres cubes au lieu de quatre en 24 heures.

Le gaz oxy-hydrique, — à l'inverse de l'hydrogène qui brûlant seul a une flamme très pâle, — donne lieu à une lumière d'un éclat éblouissant, (lumière oxy-hydrique), extrêmement supérieure à celle du simple gaz d'éclairage et comparable à celle du bec Auër.

La chaleur dégagée par lui est énorme et c'est ici le lieu de remarquer :

1° Qu'avec lui aucune parcelle de la chaleur ne se perdrait, comme cela a lieu dans nos cheminées ordinaires qui, comme on sait, n'utilisent guère que le 12 ou 13 0/0 de la chaleur totale, le reste, — soit les 87 0/0, — disparaissant par les tuyaux (2);

2° Qu'aucun produit nocif et aucune odeur n'étant dégagés par sa combustion, celle-ci réaliserait dans les appartements, au moyen d'appareils nouveaux que je proposerais d'appeler Piridors (3), le maximum de confort et d'hygiène.

Que coûterait une usine adaptée à la nouvelle situation? Très peu, si l'on s'en rapporte au devis fait pour son installation par le commandant Renard (voir page 7); très peu, aussi, si l'on se réfère au communiqué des comptes de la Compagnie de Hanau, dont il a été question page 9. Seules, en admettant qu'on ne veuille pas user de tubes transportables, la tuyauterie et les canalisations nécessiteraient un revêtement intérieur émaillé et inoxydable. Sans doute il y aurait des modifications à faire, de nouveaux aménagements à préparer, une mise à point à organiser, mais de difficultés véritables on n'en voit point à première vue et

(1) Voir : Budget raisonné de la ville du Puy, année 1910, p. 29.

(2) Voir Ganot, *Traité de Physique*, p. 425.

(3) Simplification du mot Pyrhydor, de deux mots grecs : πυρ, feu et υδωρ, eau.

je me permets de soumettre humblement aux futurs administrateurs municipaux, qui en 1927 auront la garde des intérêts de la ville, ces quelques indications qui ne peuvent que leur être utiles et en aucune façon leur nuire.

Nous ne sommes pas assez riches pour faire du gaz au charbon, eh bien ! laissons de côté ce corps trop cher et substituons lui l'eau vulgaire, qui jusqu'ici nous a servi à alimenter nos pompes d'incendie. Captons celle qui *court* pour en faire de la force ; décomposons celle qui *dort* pour en faire du combustible. Ne pouvant nous procurer du feu avec du charbon, faisons en avec de l'eau.

VII

CONCLUSIONS.

L'idée du chauffage, *au moyen de l'eau employée comme combustible*, se trouve en puissance, en quelque sorte en germe, dans la belle découverte de notre grand Lavoisier qui, dès 1789, démontre que l'eau est exclusivement composée de deux gaz, l'*Hydrogène*, essentiellement combustible et l'*Oxygène*, merveilleux excitant de la combustion. Le corollaire obligé de cette découverte théorique, la conclusion pratique, qui semblait en découler logiquement, était donc, — je m'étonne qu'on n'y ait pas songé, — qu'un jour viendrait peut-être où l'eau pourrait remplacer le charbon comme combustible.

Plus tard, vers 1800, deux Anglais, Carlisle et Nicholson, font voir que le faible courant de la pile décompose l'eau en ses éléments, oxygène et hydrogène et, sur ce fait, se fonde la construction du voltamètre, instrument de laboratoire destiné à mesurer la force des courants, mais qui ne fournit que très peu de gaz en un temps donné, à peine quelques pleines éprouvettes.

Plus près de nous, entre 1888 et 1910, voulant se procurer de l'hydrogène pour le gonflement des ballons, des inventeurs, tels que Renard, Garuti, Latchinow et autres, cher-

chent à décomposer l'eau en grand, au moyen de courants puissants fournis par des dynamos mues à la *vapeur*. Les conclusions très nettes, qui découlent de leurs expériences longtemps continuées, sont : — que la décomposition de l'eau par le courant électrique est une chose *industriellement* réalisable; — que le coût des usines à cet effet est relativement très minime et très abordable commercialement; — qu'on peut facilement livrer dans un jour des milliers de mètres cubes de gaz; — enfin, que le prix de revient de celui-ci oscille entre 89 et 55 centimes le mètre cube, selon l'installation.

Aujourd'hui, grâce aux célèbres travaux de Marcel Deprez, qui a résolu le problème du transport de la force, un fait nouveau et très important s'est produit : le remplacement, pour la production des courants, des moteurs à vapeur, tous d'un entretien très coûteux, par *les forces naturelles, la houille blanche*. Il en résulte, affirment les savants versés en la matière, les Minet, les Borchers et autres, une baisse énorme, — de *cinq sixièmes* au moins, — dans les prix des courants et, par suite, dans les prix de revient des gaz obtenus par eux et Minet nous apprend, qu'avec une force hydraulique et une bonne installation, le gaz oxy-hydrique extrait de l'eau pourrait ne revenir qu'à *dix centimes* environ le mètre cube (voir p. 14). Ce chiffre minime de dix centimes, indiqué par un technicien dont la compétence est entière, est à retenir, car il nous fournit, cela est évident, la solution industrielle et économique du problème que nous poursuivons.

Or, étant donné la tendance de plus en plus grande en France de capter les forces hydrauliques; étant donné les perfectionnements certains que sont appelées à recevoir les anciennes et assez rudimentaires installations des Renard, Garuti et même celles plus modernes de Ross, Zorzi et autres; étant donné, enfin, la question des industries annexes, (galvanoplastie, électrotypie, etc., etc.), qui ne peuvent qu'abaisser le coût des gaz obtenus; se basant, dis-je, sur toutes ces considérations, on peut prédire que le prix de *dix centimes* le mètre cube du gaz oxy-

hydrique, indiqué par Minet, est un *maximum*, qui ne peut qu'aller sûrement en s'abaissant dans un avenir prochain.

En sens inverse, le coût énorme et de plus en plus grand du charbon ; les difficultés de plus en plus nombreuses de se le procurer ; de l'extraire, de le transporter, de l'emmagasiner, de le manipuler pour les machines ; les grèves multipliées ou menaçantes qu'il suscite, tout n'incite-t-il pas à prévoir que lui, le vieux charbon de nos pères, le roi des combustibles, ce *pain de l'industrie*, sera bientôt en concurrence forcée, en lutte ouverte avec l'eau, l'eau vulgaire, qui deviendra, tout le fait présumer, le combustible de nos enfants ? D'ailleurs, dès maintenant, alors que le prix du mètre cube de gaz extrait de l'eau ne s'élèverait à plus de 10 centimes d'après Minet, celui de notre compagnie du gaz n'est-il pas au Puy de 55 centimes avec tendance à s'élever ?

Au tournant de l'histoire où nous sommes ; en ce moment où, pauvres de charbon et de pétrole, nous aurions besoin d'un nouveau comburant national d'un prix minime, l'intérêt français serait certainement de soutenir avec énergie la lutte de l'eau, le combustible de demain, contre le pétrole et le charbon, les combustibles de hier. De l'eau nous en aurons toujours en France, ainsi que de la force hydraulique, tandis que le charbon, déjà très rare, peut nous manquer un jour. Ne peut-on pas, en prévision de ce jour, préparer les voies à sa rivale ; susciter des recherches ; encourager les progrès des installations ayant déjà fait leurs preuves ; envisager même la construction, dans un avenir peu éloigné, de vastes usines perfectionnées destinées à fournir à des villes entières, un gaz peu coûteux, extrait de l'eau et pouvant servir à la fois, -- au moyen d'appareils spéciaux sorte de *Thermo-lampes*, -- à l'éclairage et au chauffage ?

L'eau est également transformée, on le sait, en des gaz essentiellement combustibles quand on y projette des parcelles de ces corps relativement nouveaux désignés sous le nom de carbures. Pourquoi ces gaz jusqu'ici sauvages et indomptés, dont on s'est peu occupé industriellement, ne

pourraient-ils pas, à l'instar de leur aîné l'acétylène, être aussi à leur tour civilisés, domestiqués, liquéfiés et livrés au commerce en bouteilles comme du simple pétrole? Leur combustibilité est si grande, la façon de les obtenir relativement si simple, les matières premières d'où on les tire (eau, chaux, charbon), si répandues, la science de nos inventeurs modernes si fertile en réalisations pratiques, que tout porte à espérer qu'avant peu un génie bienfaisant, un Edison, saura nous en doter, aussi, comme succédanés et remplaçants du charbon.

Dans ce petit travail, je préconise l'Electrolyse comme étant *actuellement* le seul moyen vraiment pratique et économique de décomposer l'eau, mais la décomposition par les corps chimiques offre aussi, cela se pressent, de belles perspectives, de sorte que les deux méthodes pourront un jour, — tout ne porte-t-il pas à le croire? — marcher de front. Ne dit-on pas que M. Claude, le savant bien connu, vient de trouver un procédé par le charbon pouvant produire 220 mètres cubes d'hydrogène à l'heure?

Me basant sur les considérations qui précèdent, je crois donc pouvoir conclure que, pour le chauffage, l'avenir est aux gaz essentiellement combustibles extraits de l'eau, à telle enseigne que celle-ci, — par son mariage avec le fluide électrique d'abord, avec les agents chimiques ensuite, — semble devoir devenir la mère, et la mère singulièrement prolifique des meilleurs comburants des temps futurs.

Oui, l'eau est *la matière première* des meilleurs combustibles que l'on connaisse : il s'agit simplement de la décomposer. Eh bien! décomposons là et faisons en, à la place du charbon, un comburant universel. Organisons le plutôt possible en France le *Chauffage à l'eau*.

Le présent opuscule n'est pas l'œuvre d'un inventeur, pas davantage d'un savant, mais tout simplement celle d'un chercheur, que les expériences si probantes et suggestives de Renard, Garuti, Latchinow, Zorzi, Ross, faites à propos du gonflement des aérostats, ont séduit et convaincu et qui,

par ces temps où la pénurie du charbon devient une question nationale presque angoissante, s'efforce d'attirer vivement l'attention des constructeurs, des techniciens et des pouvoirs publics sur trois points, à savoir :

— Que le chauffage, au moyen de l'eau employée comme combustible, semble une découverte d'ores et déjà acquise, puisqu'il est certain que ce liquide est composé de deux gaz éminemment comburants : l'hydrogène et l'oxygène ;

— Que cette découverte paraît dès aujourd'hui industriellement réalisable, puisque ces deux gaz peuvent être produits facilement, — et par milliers de mètres cubes par jour, — et à *dix centimes* seulement le mètre cube ;

— Qu'enfin tout démontre qu'il suffirait de fort peu de chose pour mettre au point ce système de chauffage et le faire passer dans la pratique : simples questions d'aménagement, de tuyauterie et de construction d'appareils d'ailleurs peu compliqués.

Une commission interministérielle instituée auprès du Ministre des Travaux Publics, par décret du 15 avril 1920, à l'effet d'étudier toutes les questions se rattachant à *la production et à l'utilisation des succédanés du charbon*, avait fait alors, dans ce but, un puissant appel à toutes les initiatives privées et à toutes les collaborations. Or, dans sa note officielle (1), cette commission, mentionnant tous les comburants connus : houilles, pétrole, essence, huiles combustibles, tourbe, lignite, schistes, charbon de bois, sciures, agglomérés, etc., ne faisait aucune allusion même lointaine à l'eau, qu'elle semblait totalement ignorer en tant que combustible possible. C'est précisément cette lacune, — preuve certaine que son attention n'était aucunement dirigée dans cette voie, — qui m'a encouragé à cette époque, — septembre 1920, — à publier ce petit travail.

(1) Voir journal *La Haute-Loire*, 26 août 1920.

VIII

RÉSUMÉ.

PRINCIPES SUR LESQUELS SE BASE LE CHAUFFAGE A L'EAU.

Il s'appuie sur les six points suivants :

1° L'eau est exclusivement composée d'hydrogène et d'oxygène : — Découverte de Lavoisier en 1789.

2° L'hydrogène est un gaz éminemment combustible : — Tous les livres de chimie nous le disent.

3° L'oxygène est un merveilleux excitant de la combustion. — Tous les traités nous l'enseignent également.

4° Les deux gaz brûlent ensemble avec une extrême énergie en donnant lieu à *la plus haute température connue* : — Témoins le « Brûleur de Bunsen », l'appareil de Sainte-Claire-Deville, la « soudure autogène », le « chalumeau à gaz oxy-hydrique », qui fond tous les métaux, peut forcer tous les coffres-forts, etc.

5° Les forces hydro-électriques, d'autre part, permettent actuellement de décomposer l'eau en grand, *industriellement*, et par milliers de mètres cubes de gaz par jour. — Les expériences longtemps continuées de Renard, Garuti, Latchinow, pour le gonflement des ballons, le prouvent abondamment : de même que celles faites pendant la guerre par l'ingénieur Milanais Zorzi, et à Rouen par le colonel anglais T. A. Ross.

6° Enfin, le prix de revient des gaz ainsi obtenus est extrêmement minime : à peine dix centimes le mètre cube d'après les calculs de Minet, Borchers, Latchinow et autres spécialistes.

L'eau étant une *matière première gratuite et se trouvant partout*, nous possédons donc, d'ores et déjà, tous les éléments nécessaires pour établir en France un chauffage à bas prix et pouvant remplacer le charbon.



COMMENT LE CHAUFFAGE PARTICULIER SERAIT-IL ORGANISÉ ?

— Dans les villes, ayant une usine électrolytique centrale, l'abonné recevrait directement son gaz à l'eau de cette usine, soit enfermé dans des tubes portatifs, soit par l'intermédiaire de canalisations à revêtement intérieur émaillé et *inoxydable* et le gaz brûlerait dans des fourneaux semblables à nos poêles à gaz actuels légèrement modifiés.

— Dans les localités dépourvues d'usine, mais ayant le courant électrique, chacun ferait son gaz chez soi, dans des poêles *ad hoc*, sortes de thermo-lampes servant à la fois au chauffage et à l'éclairage.

QUELS SERAIENT LES AVANTAGES DU NOUVEAU CHAUFFAGE ?

Ceux, outre son prix modique et son calorique intense, de ne laisser perdre aucune parcelle de chaleur, de ne produire aucune odeur, aucun agent nocif, aucune cendre, aucune fumée, de ne pas dessécher l'air et de nous débarrasser définitivement des cheminées.

Nos usines électriques, d'autre part, qui ne travaillent actuellement que le jour et chôment généralement 8 heures par nuit, emploieraient ces heures inoccupées à la décomposition de l'eau, de façon qu'aucunes forces ne seraient désormais perdues pour elles.

Dans les hôpitaux et sanatoria le nouveau chauffage permettrait de sur-oxygéner à volonté l'air des salles, de l'ozoniser dans les cas nécessaires de désinfection, d'avoir constamment sous la main des ballons d'oxygène et d'organiser des locaux d'inhalation d'hydrogène à usage des tuberculeux, etc.

Enfin, faut-il faire remarquer que les gaz oxy-hydriques, produits dorénavant en quantités énormes et manœuvrés par des chalumeaux géants, pourraient dans les grandes usines métallurgiques remplacer avantageusement le charbon pour le grillage des minerais, mettre fin aux gaz délétères qui se dégagent de ces manipulations et supprimer du

même coup les flots de fumée des hauts-fourneaux qui, dans les vastes agglomérations industrielles, obscurcissent si souvent leur atmosphère ?

UNE OBJECTION.

On m'a objecté : — « On est parvenu à transformer directement et avec un rendement excellent l'énergie électrique en chaleur : alors quel avantage y a-t-il à recourir à la décomposition de l'eau pour arriver, par voie indirecte, au même résultat ? — Je réponds avec les électriciens :

— Un cheval-électrique (736 Watts), agissant pendant 24 heures, ne peut produire au *maximum* que 15,120 grandes calories (Voir Borchers, *Électro-métallurgie*, p. 14).

— Employé, au contraire, à décomposer de l'eau, il peut, en 24 heures, produire 658 grammes d'hydrogène (Voir Minet, *Électro-chimie*, p. 335), lesquels, brûlant dans de l'oxygène pur, donnent, d'après les *Tables* de combustion de Fabre et Silbermann, 22,675 grandes calories, soit une différence en plus de 7,555.

Donc, pour la même force électrique employée, le chauffage au moyen de l'eau produit plus de chaleur que le chauffage direct au moyen de l'électricité (exactement 33 0/0 en plus) et, d'autre part, a pour avantage de ne pas laisser sans emploi comme combustible les 111 kilos d'hydrogène, que contient chaque mètre cube d'eau, ni les quatre millions de grandes calories qu'ils peuvent produire par leur combustion.

TRAVAUX DU D^R HENRI COIFFIER

- Précis d'auscultation.** 7^e édition; Un vol., in-18, avec 106 figures coloriées intercalées dans le texte (J.-B. Baillière, Paris, 1920).
- Médecine et thérapeutique rationnelles.** Un vol., in-18 de 430 pages, avec figures, (J.-B. Baillière, Paris, 1884).
- Médecine antiseptique.** Mémoire de 220 pages, récompensé par l'Académie de Médecine. (Mention honorable, 1885).
- Dix mémoires sur les épidémies et la vaccine.** Récompensés par le Ministre de l'Intérieur. (Médaille de bronze, 1887; d'argent, 1882, 1883, 1886, 1887, 1890, 1893, 1900, 1901; Médaille d'or, 1888).
- La variole au Puy en 1890.** Couronné par l'Académie de Médecine (1^{er} Prix de vaccine, 1890).
- Indications cliniques fournies par la pupille.** Thèse pour le Doctorat, brochure in 8^o de 21 pages. (Paris, 1879).
- Description d'une nouvelle pile électrique.** In *Journal de l'Electricien* (Paris, 1^{er} avril et 1^{er} mai 1883).
- Projet de création d'un observatoire sur le Mezenc.** Brochure de 20 pages. (Imprimerie Marchessou, Le Puy, 1886).
- Esquisse d'une méthode pour la vérification clinique des médicaments.** Brochure in 8^o de 200 pages, (Le Puy, 1886).
- De l'Aspiration clinique des gaz intestinaux.** Mémoire de 60 pages, In Académie de Médecine (16 mars 1886).
- Cinq applications nouvelles de la seringue de Pravaz.** Mémoire de 80 pages. In Académie de Médecine (6 juin 1886).
- Note sur la réorganisation de l'hygiène publique en France.** Académie de Médecine (séance du 23 janvier 1887).
- Etude sur le reflexe auditivo-palpébral.** Mémoire de 110 pages. In Académie de Médecine (19 août 1890).
- Procédé facile pour la vérification instantanée de l'alcool.** Brochure de 14 pages (Imprimerie Marchessou, Le Puy, 1896).
- Etude de psychologie.** Empoisonnement par le venin; Eclairage du Puy à l'électricité; Projet d'établissement d'un tramway (1892); Rapport sur une maladie des veaux spéciale à la Haute-Loire; Etablissement d'un Institut vaccinifère pour le département; Origine d'une épidémie de Croup; Notes sur le sérum antidiphthérique de Roux; Essai des Rayons X au Puy. In tomes IV, V, VI et suivants des *Mémoires de la Société Agricole et Scientifique de la Haute-Loire*.
- Thérapeutique au moyen des principes actifs tirés des végétaux et des minéraux.** In *Paris Médical* 1882, 1883 et 1884.
- Un signe précurseur de la phthisie pulmonaire.** Paralyse du pneumogastrique; Moyen de reconnaître une surdité simulée; Appareils inamovibles silicatisés; Un moyen pour faire expectorer; De l'éternuement comme procédé d'expulsion des corps étrangers des voies aériennes, In *Courrier Médical*, 1882, 1883 et 1885.