

## LES DÉBUTS OBSCURS DU GAZ D'ÉCLAIRAGE



*Quoi de plus pénible, de plus attristant que cette demi-obscurité funèbre dans laquelle, par les interminables soirées d'hiver, les plus pauvres parmi nous doivent se résigner à végéter.*

Martial Deherrypon



Philippe Lebon

Aujourd'hui, pour obtenir de la lumière, où l'on veut, quand on veut, appuyer sur un bouton, quoi de plus naturel?...Non, quoi de plus artificiel! Il faut malheureusement une tempête ou une chute de neige exceptionnelles pour nous remettre un instant les yeux en face des trous en nous rappelant aux dures réalités de la condition humaine. Certains se souviennent peut-être de l'emportement tragi-comique d'un sinistré face aux caméras : « Comment ! Privés d'électricité ! C'est inconcevable ! » Eh oui, brave homme, privés d'électricité, comme la moitié de l'humanité (au bas mot) actuellement, comme nos arrières-grands-parents et tous ceux qui les ont précédés.

Jusqu'au début du 19<sup>ième</sup> siècle, la chandelle, inventée (ou réinventée ?) seulement vers 1150 en Angleterre était un luxe, la bougie le privilège des plus riches. La plupart des gens s'éclairaient chichement avec

des lampes à huile fumantes et puant le graillon. De Gaulle, avec son humour au vitriol ne s'y trompait pas : pour stigmatiser le comportement rétrograde de ses adversaires, il les traitait de nostalgiques de la marine à voile et des lampes à huile...

En moyenne, l'homme dort un peu moins de huit heures par jour. Sous nos climats, une nuit d'hiver peut durer jusqu'à quinze heures. La comparaison de ces deux temps suffit à faire saisir l'importance de la lumière artificielle dont l'intérêt fut compris dès les origines de la civilisation. Non seulement l'éclairage permet de prolonger les activités humaines lorsque le soleil a disparu, mais encore il assure une relative sécurité, surtout dans les villes. Pour ne citer que Paris, ce n'est qu'en 1524 que l'on commence timidement à éclairer ses rues ; et seulement en 1667 qu'un éclairage public digne de ce nom tend à s'organiser, ce qui n'empêche pas le maintien du couvre feu. Encore au 17<sup>ième</sup> siècle, *Paris by-night* est un guet-apens. Pour la sécurité des spectateurs, les théâtres ferment à quatre heures. Par une fin d'après-midi d'hiver, avant même la cloche du couvre feu, La Fontaine se voit délesté de son manteau en pleine rue. Le fabuliste n'en perd pas pour autant sa bonne humeur légendaire : « Messieurs, vous ouvrez de bonne heure ! » lance-t-il à ses voleurs.

Je n'ai pas l'intention de développer ici l'histoire de l'éclairage, qui fait d'ailleurs l'objet d'un site web très intéressant et remarquablement illustré.

Mon propos, plus modeste, est de souligner la contribution de la chimie dans ce domaine, à travers l'apparition du gaz combustible et éclairant manufacturé. L'adjectif manufacturé a son importance car le gaz naturel semble avoir fait l'objet d'une exploitation depuis des

temps indéterminés et sans doute très lointains. Ainsi, dans la région de Bakou, bien avant l'exploitation moderne et intensive que l'on connaît, certains emplacements du sol laissaient s'échapper des gaz de pétrole (vraisemblablement méthane, éthane et propane). Leur recueil s'effectuait de façon rudimentaire : sur l'emplacement du gisement on étalait et compactait une couche d'argile aussi imperméable que possible ; puis des petits trous étaient forés qui constituaient autant de foyers potentiels. Un ingénieux système de tubes constitués par des tiges végétales creuses, permettaient même de transporter le gaz sur une courte distance.

Au 17<sup>ème</sup> siècle une étape capitale va être franchie : la mise en évidence de la possibilité de fabriquer du gaz combustible de façon artisanale. En 1664 un anglais, James Clayton, s'aperçoit, en distillant de la houille, qu'il obtient un gaz inflammable et très éclairant. Cette constatation, pourtant essentielle, ne connut pas de suite industrielle dans l'immédiat. Toujours en Angleterre et 120 ans plus tard, lord Dundonald construit un atelier de fabrication de goudron par distillation de la houille. Le gaz produit apparaît comme un « déchet » particulièrement encombrant dont on se débarrasse en le brûlant à l'extérieur des locaux au bout d'une torchère. Seul le goudron présentait une grande valeur économique car il servait alors à calfater les bateaux, tous en bois bien entendu.

Ce n'est qu'en 1790 que le français Philippe Lebon exprime pour la première fois clairement et sans ambiguïté l'idée qui allait révolutionner le monde de l'éclairage : utiliser des gaz combustibles pour obtenir de la lumière en abondance.

## 1 - LEBON : LA FILIERE BOIS

*Encouragé dans mes premières recherches sur les combustibles, je m'en suis fait un objet de méditation. J'ai souvent contemplé mon bois se consumer, tantôt sans flamme, mais avec beaucoup de fumée, alors que je me chauffais très mal ; tantôt avec flammes mais peu de fumée, et alors je me chauffais bien.*

Philippe Lebon

C'est vers 1790, lors d'un séjour à Brachay, son village natal, pour rendre visite à son père malade, que Philippe Lebon (1767 – 1804) comprend tout l'intérêt de l'éclairage au gaz en exposant un flacon rempli sciure de bois aux braises du foyer familial. L'année précédente il était sorti major de sa promotion à l'école des Ponts et Chaussées de Paris dont le programme comporte de solides enseignements tant en physique qu'en chimie.

A partir de ce moment et durant les 14 années qui lui restent à vivre, il va se consacrer corps et âme à son objectif : fabriquer du gaz pour l'éclairage et le chauffage. En réalité, Lebon aura toujours le plus grand mal à mener de front d'une part sa carrière d'ingénieur des Ponts et Chaussées et d'autre part le développement de son invention qui lui apparaît de très loin comme son activité la plus intéressante et la plus importante. A cet égard les six années qu'il passera en début de carrière à Angoulême, loin de Paris et de son activité scientifique, seront vécues comme une véritable relégation.

Bien que dès le départ Lebon n'exclue pas, en principe, l'utilisation de la houille, c'est vers la distillation du bois qu'il s'oriente pour réaliser ses expériences.

Or à l'époque, le mot « distillation » désigne toute opération qui permet de recueillir des produits volatils par chauffage d'un corps ou d'un mélange. Bien sûr, la majorité des composants du bois sec ne sont pas distillables ; il s'agit en effet pour l'essentiel :

- de la cellulose, de formule brute très voisine de  $(C_{10}H_{10}O_5)_n$  la valeur  $n$  pouvant atteindre 10.000, ce qui correspond à une masse moléculaire d'environ 2 millions !
- des hémicelluloses, également des macromolécules, de composition élémentaire proche de celle de la cellulose, mais de masses moléculaires moins élevées.
- de lignine, elle aussi macromoléculaire, contenant du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène, avec la particularité de comporter un grand nombre de noyaux aromatiques.
- enfin dans les résineux, on observe une faible quantité de résines, de l'ordre de 3%, qui seules peuvent donner lieu à un vrai distillat.

On notera déjà que, contrairement à la houille, dans le bois même parfaitement sec, l'oxygène représente plus du tiers du poids total, ce qui est un handicap certain.

La réaction réalisée par Lebon est en fait une pyrolyse, ou craquage thermique, réalisé à une température que l'on peut estimer (Lebon ne l'ayant jamais mesurée) à 550 – 650 °C. De plus, compte tenu de la technique de chauffage de ses cornues, il est certain que l'homogénéité de cette température était loin d'être assurée au sein du milieu réactionnel. Tout chimiste vous dira qu'à 500°C, en chimie organique, la sélectivité est un leurre.

Dès le départ le problème de l'épuration du gaz produit fut crucial pour Lebon mais jamais il ne put dépasser le stade du lavage à l'eau. Dans ces conditions, il obtenait :

- ▶ un gaz lavé, combustible et éclairant, mais renfermant encore de très nombreuses impuretés.

- ▶ une phase aqueuse, appelée acide pyroligneux, d'une odeur âcre insoutenable, formée de l'ensemble des produits volatils et solubles dans l'eau. Parmi les plus caractéristiques il faut citer : le méthanol (longtemps appelé alcool de bois), les acides acétique et formique, le phénol, des aldéhydes légers...la liste est longue.

- ▶ un résidu brun-noir et visqueux, insoluble dans l'eau, se rassemblant au fond de la phase aqueuse. Il s'agit de produits complexes, mal définis, de masses moléculaires élevées, résultant d'une longue série de réactions de craquage et de condensation non sélectives, pour la plupart radicalaires. Ce goudron constitue un précieux matériau pour le calfatage des navires lorsqu'il provient de résineux.

- ▶ enfin la cornue ne contenait pratiquement plus que du carbone (environ le tiers du poids initial) assimilable au charbon de bois.

Selon toute vraisemblance le gaz obtenu par Lebon renfermait principalement de l'hydrogène, du méthane, du monoxyde de carbone, du gaz carbonique, de l'azote mais également une partie des composés de l'acide pyroligneux, non totalement éliminés par lavage. A noter que la présence de  $\text{CO}_2$  est très gênante car elle tend à diminuer sensiblement le pouvoir éclairant du gaz fabriqué. Lebon lui-même appelle ce dernier « gaz hydrogène » nom qui va lui rester pendant près de trente ans.

A deux reprises l'inventeur proposera des démonstrations de son système d'éclairage à partir de son thermolampe, fournissant à la fois la lumière et le chauffage pour les habitations. Toutefois ces essais ne comportèrent aucune suite industrielle et commerciale. Plus que l'aveuglement du public et des autorités, si souvent accusé, il faut incriminer l'odeur épouvantable de ce gaz non épuré. Il est bien caractéristique à cet égard que dans son brevet de 1799, Lebon préconise de réaliser la combustion dans un appareil transparent clos avec arrivée de gaz frais, arrivée d'air et évacuation des gaz brûlés vers l'extérieur.

Voilà certainement la pierre d'achoppement du gaz d'éclairage à ses débuts : il pue encore plus que les lampes à huile de colza. A cet égard on comprend que les Anglais furent dès le départ plus indulgents pour le gaz car leurs lampes, alimentées à l'huile de poisson, constituaient déjà un record olfactif difficile à surpasser.

## **2 – MURDOCH : LA FILIERE HOUILLE**

*Les illuminations qui furent faites à Londres, pour célébrer la paix de 1814, donnèrent une occasion solennelle d'étaler à tous les yeux le spectacle du gaz. Les décors, motifs et devises en becs de gaz surpassèrent, par leur splendeur, tout ce qu'on avait vu jusque-là.*

Louis Figuier

A la fin du 18<sup>ième</sup> siècle, les Anglais n'étaient pas des bleus en matière de distillation de la houille. L'expérience de James Clayton remontait à 1664 et l'atelier de lord Dundonald fonctionnait dès 1786, un an avant que Lebon n'entre à l'école des Ponts et Chaussées. A partir de cette date les progrès vont se précipiter.

De 1792 à 1797, un industriel de génie, William Murdoch, qui connaissait les essais de Lebon, va établir les premières fondations d'un procédé de distillation de la houille en vue d'obtenir du gaz d'éclairage. Là encore le terme « distillation » est impropre car il s'agit principalement de réactions de craquage, d'autant plus que Murdoch conduisait, semble-t-il, ses essais dans des conditions thermiques plus sévères que celles de Lebon.

La houille est loin de n'être que du carbone. Pour 10 atomes de carbone on y compte 8 atomes d'hydrogène en moyenne provenant d'hydrocarbures aromatiques condensés dérivés du naphthalène, de l'anthracène, du phénanthrène et de leurs homologues supérieurs. En outre elle renferme toujours plus ou moins de soufre qui conduit, lors de la cokéfaction, à un gaz particulièrement toxique et malodorant : l'hydrogène sulfuré ( $\text{SH}_2$ ).

Quoi qu'il en soit, Murdoch obtenait ainsi :

- Un gaz brut riche en hydrogène, méthane, monoxyde de carbone ; un peu de  $\text{CO}_2$  ainsi que l'inévitable  $\text{SH}_2$  ; des traces de mercaptans et autres impuretés. Murdoch qui ignorait bien sûr le détail de cette composition appelait tout simplement son gaz le *gas light* (terme plus convenable que gaz hydrogène). Il en retirait environ 250 litres par kilogramme de charge.
- Un goudron riche en composés aromatiques et polyaromatiques alors utilisé pour le calfatage et qui deviendra le produit de base de la carbochimie.
- Un résidu, le coke, restant dans la cornue, et dont la vente à elle seule couvrait le prix d'achat de la houille.

Une fois à peu près sûr de son coup, Murdoch, très opportunément, ne s'adresse pas aux particuliers mais aux industriels. En effet dans ce second cas, et surtout à l'époque, les utilisateurs directs, c'est à dire les ouvriers,

ne sont pas conviés à émettre leur avis sur les vertus ou les vices de l'éclairage fourni par le patron. Pour sa première démarche, il a la chance de rencontrer un industriel convaincu des bienfaits du progrès, James Watt, dont l'usine de Birmingham se voit peu à peu équipée, de 1798 à 1803, représentant la première réalisation industrielle de la nouvelle technologie.

Encouragé par ce succès initial, Murdoch poursuit sa prospection. Ainsi, en 1805 c'est une filature qu'il dote du nouveau système, équipé d'une cornue pouvant traiter 762 Kg par charge car, bien entendu le procédé fonctionne en discontinu.

Cependant les réussites de Murdoch vont attirer la concurrence, en particulier celle de F. A. Windsor, un anglais d'origine allemande, qui se lance dans la bataille avec une fougue, pour ne pas dire un culot, inimaginable. Pour réussir à rassembler des capitaux il promet monts et merveilles et jusqu'à plus de 12% de bénéfices par an. Sans se décourager des rebuffades, il se pend à toutes les sonnettes pour obtenir un privilège royal qu'il finit par décrocher en 1810.

En dépit du « battant » de Windsor la résistance du public reste vive, surtout à cause du risque d'explosion, plus symbolisé que réalisé par l'édification des premiers gazomètres jugés monstrueux. Malgré cet environnement peu favorable, la première usine non plus privée mais à vocation publique, est construite à Londres dans le quartier de Westminster en 1812. Les illuminations permanentes qui s'en suivirent commencèrent à convertir les londoniens éblouis aux mérites du gaz.

Mais l'Angleterre ne suffit plus à Windsor. En 1815 il franchit la Manche pour aller éclairer Paris. Ici aussi il se heurte à de fortes résistances mais rien ni personne ne

peut arrêter ou décourager cet ardent entrepreneur. En guise de démonstration, il éclaire avec son système le passage des Panoramas, créant l'émerveillement des Parisiens, accourus en foule pour assister à l'événement qui resta longtemps gravé dans les mémoires. Ce fut ensuite le tour des galeries du Palais Royal, du Luxembourg, de l'Odéon, en dépit d'oppositions farouches et pas toujours désintéressées.

C'est sans doute avec le démarrage de l'installation de l'hôpital Saint-Louis que le point de non retour est franchi. Il faut dire que dès son origine le projet fut placé sous la houlette d'une Commission Scientifique à la compétence inattaquable, comprenant notamment le fameux savant Cagniard de la Tour. L'atelier fonctionnera à la satisfaction générale de 1818 à 1860. Pour une installation industrielle, quarante-deux ans de bons et loyaux services ne sont pas rien et justifient amplement la plaque commémorative, toujours visible sur l'un des murs de l'hôpital.

L'année suivante c'est l'Opéra lui-même qui est éclairé au gaz sous la pression bienveillante de Louis XVIII qui assurait l'entretien de ce temple du lyrique sur ses deniers personnels. L'annonce du projet déclencha un beau tapage ! Aussi pour calmer ceux qui accusaient le gaz de fournir une lumière trop crue et d'enlaidir les femmes (sic), chaque bec fut habillé d'un élégant globe de cristal dépoli dont le modèle ne s'est pas démodé. Dès la première soirée le succès fut au rendez-vous. A partir de là les événements se précipitent : premier éclairage public, place du Carrousel, en 1818, suivi en janvier 1819 par celui de la rue de Rivoli. C'est à cette occasion qu'apparaissent les premiers candélabres, ou réverbères sur pied, indémodables et symbolisant à jamais la ville-lumière (bien que convertis depuis à l'électricité).

Pour être tout à fait exact il faut souligner que la percée de plus en plus rapide du gaz fut conditionnée, accompagnée, soutenue par les progrès remarquables de son épuration.

### 3 – LE DEFI DE L'EPURATION

*Je ne fais qu'une courte station au café pour prendre un verre d'eau sucrée, que je porte à ma bouche avec une heureuse lenteur, et dont l'évaporation d'un gaz délétère trahit par hasard les propriétés homicides. Cette eau, produit d'une source voisine, connue par sa salubrité, avait été corrompue par le brisement accidentel d'un conduit qui voiture, je ne sais pour quel usage, un air méphitique et empoisonné.*

Charles Nodier

Jamais le « gaz hydrogène » ou « gas light » n'aurait pu s'imposer et se faire ouvrir toutes les portes, y compris celles des logements privés, sans la mise au point, longue et délicate, d'une suite de procédés destinés à le débarrasser de ses propriétés incommodantes. Le succès de l'entreprise revient presque exclusivement à un ingénieur anglais, Samuel Clegg, disciple de James Watt.

A l'origine les défauts du gaz manufacturé par Murdoch étaient multiples :

- D'abord et surtout l'odeur, due pour l'essentiel au  $\text{SH}_2$ .
- Le noircissement des peintures contenant de la céruse (carbonate basique de plomb) sous l'effet soit du  $\text{SH}_2$ , soit de son produit de combustion le  $\text{SO}_2$ . De cet inconvénient naîtra toutefois un progrès : le développement (modeste) des peintures à base de

blanc de zinc, beaucoup moins toxiques et ne noircissant pas.

- L'excès de CO<sub>2</sub> qui tend à diminuer le pouvoir éclairant.
- Les résidus de goudron qui ont pour effet d'encrasser les canalisations.
- Enfin la présence d'aérosols et d'une manière générale de condensables qui, avec les fluctuations de température, présentent la fâcheuse propriété de se rassembler, en phase liquide, dans les parties basses de l'installation, provoquant de graves perturbations dans le fonctionnement général du réseau. L'expression populaire « Y'a d'eau dans le gaz » nous en est restée pour signifier une situation assez conflictuelle.

A noter que le monoxyde de carbone, bien que très toxique, n'est pas considéré comme un déchet car il participe activement à la combustion en ne donnant que du gaz carbonique (CO<sub>2</sub>).

Dans une première étape, Clegg songe à se débarrasser de l'ennemi numéro 1, l'hydrogène sulfuré, en ajoutant du lait de chaux dans les cuves à eau des gazomètres. Les résultats sont plus que mitigés. Il apparaît vite que les gazomètres ne sont pas là pour jouer les épurateurs ; à chacun son rôle.

Aussi à partir de 1807 il met au point toute une série d'éléments d'épuration qu'il serait trop long de décrire en détail mais que l'on peut rattacher, d'abord à l'épuration physique, ensuite à l'épuration chimique.

#### **A – épuration physique :**

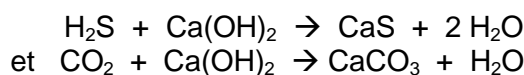
- Sitôt formé le gaz est lavé à l'eau dans un appareil situé au-dessus des cornues, appelé le barillet,

permettant ainsi de le débarrasser de la majeure partie des goudrons et des composés ammoniacaux.

- Puis il passe dans un condenseur (encore appelé orgue), système ingénieux de tubes en U renversé à branches dissymétriques, placés au dessus d'une cuve à eau. Le gaz y poursuit son lavage mais surtout se refroidit et abandonne la majorité de ses condensats.
- Les aérosols que le gaz contient encore sont retenus par le passage à travers un filtre à coke.

### **B – épuration chimique :**

Après son épuration physique, le gaz est brassé avec un lait de chaux (dans les premiers temps ce brassage se faisait à la manivelle !) afin d'éliminer H<sub>2</sub>S et CO<sub>2</sub> selon les réactions :



Le rejet à l'égout du lait de chaux « usé » ayant occasionné plainte sur plainte, on adopta un système par voie sèche en faisant passer le gaz sur des lits superposés de foin et de chaux vive. La solution définitive fut trouvée par l'anglais Lamming qui inventa un épurateur chimique régénérable par l'oxygène de l'air et l'ammoniac, constitué d'oxyde de fer ferrique (Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) mélangé à de la sciure de bois.

Le gaz pouvait alors être déclaré bon pour le service et envoyé vers les gazomètres puis les utilisateurs.

Il fallait prendre garde pourtant à ce que tous ces appareils en cascade n'augmentent pas trop la pression au niveau des cornues. Ceci imposait bien souvent le

recours à des compresseurs intermédiaires, assez rudimentaires à l'époque. Ainsi pour l'hôpital Saint-Louis, Cagniard de la Tour proposa, pour forcer le gaz à entrer dans un épurateur sans trop augmenter sa pression en amont, un ingénieux système en forme de vis d'Archimède inversée qui fut baptisé la *cagnardelle*.

Il est nécessaire de dire un mot sur les conditions de travail dans ces usines : elles étaient épouvantables. Le procédé de fabrication étant discontinu, le déchargement du coke des cornues et le chargement de la houille avaient lieu à chaud. A sa sortie le coke s'enflammait ; il fallait l'éteindre avec des seaux d'eau. Tout y était : chaleur, poussières, vapeurs irritantes, toxiques et cancérigènes.

Sur le plan économique le gaz s'imposa pour une raison très simple : plus d'efficacité des appareils d'éclairage pour un moindre coût. Un argument auquel les consommateurs ne résistent guère. A cet égard il est possible d'avancer des colonnes de chiffres. Deux suffiront. Le premier gazomètre de Murdoch représentait un volume de 8 m<sup>3</sup> ; en 1870 on avait dépassé le cap de 90.000 m<sup>3</sup> par gazomètre.

### **CONCLUSION : GAZ FRANÇAIS ? GAZ ANGLAIS ?**

Les Français, toujours un peu chauvins, ont affirmé que seul Lebon avait inventé le gaz d'éclairage. Ce n'est pas tout à fait faux puisqu'il a le premier indiqué, nul ne le lui conteste, que l'on pouvait s'éclairer avec du gaz. Pourtant il serait malsain d'oublier certaines réalités :

- Murdoch a réalisé ses essais sur la houille très peu de temps après ceux de Lebon sur le bois.

- En choisissant le bois pour ses études et ses expériences, Lebon a misé sur le mauvais cheval. C'est la houille qui représentait économiquement le meilleur compromis, comme l'avenir l'a montré.
- En voulant mélanger la fourniture de lumière à celle de chaleur avec thermolampe, il n'a fait que compliquer le problème. L'été on a encore besoin de lumière, et que faire de la chaleur.
- En visant au départ les particuliers pour diffuser son système, il n'est pas parvenu à convaincre. Murdoch fut mieux inspiré en s'adressant aux industriels.
- Enfin il n'a jamais pu lever l'épineux et crucial obstacle de l'épuration dont on doit la solution aux Anglais.

Avoir une idée, même lumineuse, est une chose, en réussir l'industrialisation en est une autre.

Dans son brevet de 1799 Lebon prévoyait l'utilisation de son gaz dans des moteurs à combustion interne. Là il fut un étonnant visionnaire. En effet, au cours des années 1940 – 1944 nos occupants firent main basse sur à peu près toute notre essence et tout notre charbon. Pourtant, dans leur grande mansuétude, ils nous laissèrent un peu de bois. On vit alors bourgeonner aux flancs de nos camionnettes et à l'arrière de nos « tractions » des poêles aussi inesthétiques qu'indispensables : les gazogènes, descendants directs des thermolampes de Lebon.

