

COMPAGNIE PARISIENNE
D'ÉCLAIRAGE ET DE CHAUFFAGE PAR LE GAZ

CONFÉRENCES SUR LES PROPRIÉTÉS & L'EMPLOI
DU GAZ D'ÉCLAIRAGE

1875

SERVICE COMMERCIAL

COMPAGNIE PARISIENNE

D'ÉCLAIRAGE ET DE CHAUFFAGE PAR LE GAZ

CONFÉRENCES SUR LES PROPRIÉTÉS & L'EMPLOI
DU GAZ D'ÉCLAIRAGE.

1^{RE} CONFÉRENCE



4 Mai 1875.

Compagnie Parisienne
d'Éclairage & de Chauffage
par le Gaz.



1^{ère} Conférence.

4 Mai 1875.

Messieurs,

La haute Direction de notre Compagnie dont vous connaissez la sollicitude pour ses employés et le dévouement aux intérêts qu'elle représente a jugé nécessaire de profiter vos connaissances sur l'emploi du gaz à l'éclairage et au Chauffage et de vous rendre plus faciles vos relations avec le public qui s'en sert.

C'est à moi qu'elle a bien voulu songer pour remplir cette tâche. Je ferai tous mes efforts pour être digne de sa confiance; mais j'ai le ferme espoir que cette tâche me sera rendue plus facile, plus légère par le concours bienveillant que vous m'accorderez.

L'attention et l'assiduité de l'élève, sous la force de celui qui est appelé à professer.

L'auditeur bienveillant suit l'éloquence de celui qui parle, et je compte sur vous pour savoir parler.

Examinons d'abord rapidement ensemble ce que nous avons à étudier.

Vous savez comme moi mieux que moi peut-être, que le gaz depuis quelques années a pris droit de cité dans la vie bourgeoise. Il ne sera plus seulement, à l'éclairage des rues, des boutiques, il est entré dans l'intérieur des Maisons, dans l'antichambre, la salle à manger, les salons. Son emploi dans ces conditions n'est pas le même évidemment que dans les rues, les Magasins, les boutiques, les étalages; il doit répondre à des besoins différents et ses applications doivent être plus sérieusement étudiées.

Le Magasin, la boutique peuvent, jusqu'à un certain point, gaspiller le gaz; c'est l'acheteur, c'est le consommateur qui paye le frais d'éclairage; il faut avant tout que le Magasin soit brillant, très brillant tirent l'œil, qu'il écarte au besoin les concurrents, et attire par ses flots de lumière. — Il n'en est pas de même dans l'habitation bourgeoise, où le gaz constitue une dépense rien qu'une dépense; sans compensation apparente. La quittance mensuelle qui passe entre les mains de la ménagère comptable des deniers de la famille, est examinée avec soin; comparée aux dépenses en huile, en bougie, des années précédentes, et le jugement qui s'en suit, est l'arrêt de vie ou de mort du gaz. Vous comprenez, je pense combien alors il est nécessaire que tout nous nous mettions à l'œuvre pour apprendre à nos abonnés bourgeois comment on doit faire usage du gaz pour qu'il présente les économies que l'on doit en attendre?

Combien de fois vous avez entendu, et vous entendrez dire: Le Gaz me coûte plus cher que mon éclairage à l'huile. — Je dépensais bien moins quand je n'avais pas le gaz — et ce qui est vrai pour l'éclairage, l'est encore pour le Chauffage — pour les usages Culinaires où nous trouvons en outre des préjugés à vaincre sur la qualité des mets préparés avec du gaz.

Il faut donc que nous soyons aptes à donner des renseignements bien exacts, bien péremptoirs aux abonnés qui nous consultent, ou aux personnes qui veulent s'abonner et que nous puissions répondre victorieusement à toutes les objections qui nous peuvent être faites. — En répondant bien nous nous souvenons à la Compagnie des abonnés chancelants ou nous lui en amènerons de nouveaux, et car pour la nous pourrions nous coucher en disant comme l'Empereur Étienne, « Je n'ai pas perdu ma journée ». Mais pour répondre aux objections des Récalcitrants, pour

convaincre les hésitants, nous ne pouvons pas créer une espèce de formulaire, un recueil de réponses faites toutes d'une pièce que nous ayons recitées machinalement, et, quelque complet qu'il fut, un pareil recueil se trouverait encore en défaut un jour ou l'autre.

Il ne saurait prévoir tous les cas possibles, probables, et que deviendrez-vous en présence de votre élève, le jour où votre Memento vous laisserait en défaut? — Un tel système serait bien aisé à enseigner; bien aisé à apprendre et je n'oserais pas compter sur votre bienveillante attention jusqu'à la fin de ces conférences.

Aussi mon intention est-elle de suivre avec vous une méthode toute différente et qui sera je l'espère bien plus attrayante.

Qu'avons-nous à étudier, à approfondir?

Les Phénomènes qui peuvent se présenter dans la distribution du gaz, dans son emploi comme agent de lumière ou de chaleur.

Jusqu'au Compteur le gaz est invisible, inconnu; il arrive des Usines fabriquées par des Moyens que nous n'avons pas à étudier, personne ne l'a vu, ni senti (en l'air) chez l'abonné seulement, la Chrysalide devient Papillon et fait étinceler ses ailes aux couleurs lumineuses.

Chez l'abonné seulement ce fluide inconnu sort des entrailles de la terre et se transforme en jete de feu qui mettez l'eau en vapeur, fondent le verre, rougissent et liquéfient les métaux.

Chez l'abonné seulement le gaz conservé jusqu'alors, soit dans les gazomètres des usines, soit dans les Enyagues de la Canalisation, à l'abri de tous contacts, avec l'atmosphère, vient comme les animaux comme les plantes, demander à cette atmosphère de lui donner la vie; de le transformer lui obscur et

fluide en lumière et en chaleur ces deux agents indispensables de la vie terrestre, —

Que nous faut-il donc pour arriver à bien comprendre bien connaître, tout le parti que l'on peut tirer du gaz, toutes les conditions qu'il faut réunir pour que son emploi soit avantageux. —

1^o. — Évidemment il nous faut d'abord bien connaître la Composition et les propriétés physiques de ce fluide dont nous avons à parler.

2^o. — Ensuite nous étudierons avec le même soin cet air cette atmosphère avec laquelle nous sommes appelés à le mettre en contact.

3^o. — Nous chercherons à analyser les phénomènes qui se passent, lorsque ce gaz se mêle avec l'air, nous étudierons les propriétés des mélanges d'air et de gaz, mélanges détonants, si dangereuse quand ils s'allument dans une devanture de boutique, si utiles lorsqu'ils sont asservis et utilisés dans le cylindre d'une machine.

4^o. — Nous aurons à étudier les phénomènes qui se produisent lorsque le gaz est enflammé à sa sortie des tuyaux qui le renferment. ce sont les phénomènes de la combustion — et dans cette partie de notre étude nous aurons à examiner les produits de cette combustion, leur influence sur les animaux, les plantes, les espaces habités. —

Toute cette partie de nos études nous entraînera souvent dans le domaine de la Physique de la Chimie mais rassurez vous je ne parle que de Chimie et de Physique expérimentale sans exposer sans formules et je tâcherai de vous faire comprendre, par des expériences plutôt que par des théories et des Calculs.

Lorsque cette première partie des conférences nous aura bien appris à qui nous avons affaire, la nature du milieu dans

lequel nous opérons. Alors nous commencerons à parler du gaz dans ses applications.

Vous remarquerez que je vous ai dit en commençant, que nous prendrions le gaz après le compteur, bien que cet instrument mérite notre attention particulière et devra même être d'un grand secours dans toutes nos expériences; mais pour le savoir, une étude spéciale, en faite pour vous de cet instrument par un de vos Chefs, je me vous entretiendrai donc par d'un sujet qui doit vous être déjà familier.

5^o. — Nous commencerons donc notre étude du gaz à la sortie du Compteur, et nous examinerons d'abord les moyens de distribution dans les lieux où il doit être employé, c'est-à-dire les canalisations intérieures.

6^o. — Nous constaterons qu'il existe dans ces tuyaux une certaine pression que nous devrions apprendre à mesurer, et dont nous devrions étudier la variabilité.

7^o. — C'est alors que nous commencerons l'examen des bacs destinés à brûler le gaz en lui faisant produire de la lumière. Cette partie de notre étude ne sera ni la moins longue, ni la moins intéressante, puisqu'elle nous conduira depuis les bacs à bougie de Lebon, Windsor, jusqu'aux travaux de M. M. Audouin et Bérard et enfin aux appareils de M. M. Dumas et Regnault.

8^o. — Après cette étude nous entreprendrons celle des Appareils divers employés pour l'éclairage intérieur, Lampes, appliques, Lustres etc... sans oublier de dire quelques mots des accessoires d'éclairage, Vases fumivores, globes, cristaux etc...

Je n'ai pas la prétention de vous faire passer en revue les milliers d'appareils créés par le génie plus ou moins

heureux une bonne fabrication, mais je chercherai à vous indiquer les Conditions que doivent réunir les meilleurs appareils et enfin nous examinerons ensemble quelques appareils spéciaux qui peuvent s'appliquer dans certains cas, comme les Égèes à pompe, les Égèes hydrauliques, les Sun Burners, les allumeurs automatiques ou électriques etc.

9^o. Je crois que la question de l'Éclairage, se trouve assez complète à cette époque pour que nous puissions aborder celle du Chauffage qui ne sera pas moins importante.

10- Là nous aurons à examiner 4 classes d'appareils bien distinctes. - 1^o Les Appareils de Chauffage Calinaire. - 2^o Les appareils de rotisserie. - 3^o Les Appareils de Chauffage d'appartement. - 4^o Les appareils industriels.

J'espère que cet exposé ne vous aura pas trop effrayé et que vous vous sentez la force d'en suivre le développement jusqu'au bout. - Soyez assuré que je ferai tout mon possible pour ne pas abuser de votre bonne volonté, pour l'encourager par l'attrait de nombreuses expériences et j'espère que vous ne regretterez pas trop le temps passé ici.

Le classement de nos études peut donc se résumer ainsi.

- | | | |
|----------------------------|---|---|
| 1 ^{ère}
Partie | { | 1 ^o Composition et propriétés du gaz d'éclairage. |
| | | 2 ^o Composition et propriétés de l'Atmosphère. |
| | | 3 ^o Propriétés des mélanges d'air et de gaz d'éclairage. |
| | | 4 ^o Phénomènes de la combustion. |
| | | 5 ^o Distribution intérieure du gaz. |
| | | 6 ^o Sûreté des pressions. - Manomètres. - Régulateurs. |
| | | 7 ^o Beau - Pouvoir éclairant - photométrique. |
| | | 8 ^o Appareils d'éclairage. |
| | | 9 ^o Brûleurs pour Chauffage. |
| | | 10 ^o Appareils de Chauffage - Calinaire. |

Appareils de rotisserie:
- 1^o - de Chauffage d'appartement.
- 2^o - Industriels

Nous allons dès aujourd'hui commencer l'étude de la Propriété du Gaz d'éclairage.

Définition du
Gaz de l'éclairage.

Le gaz d'éclairage est le produit de la carbonisation en vase clos d'une matière organique et pour vous faire comprendre d'une manière bien simple le principe de cette fabrication - je prends ce petit instrument que vous connaissez tous et que beaucoup d'entre vous aiment particulièrement -

C'est une pipe une simple pipe de 2 pouces.

Dans ce fourneau je mets quelques fragments de charbon de terre et je bouche ensuite le fourneau avec un peu d'argile - je mets le tout dans la flamme de ce foyer, et dans quelques instants lorsque la température sera élevée au rouge vous verrez une fumée blanche se dégager par l'extrémité du tuyau - Présentons une allumette à cette fumée et nous aurons une flamme un bec de gaz. Voilà tout le secret de la fabrication du gaz, et cette pipe est tout simplement la reproduction en très petit de l'usine de la Villeite.

Voici un autre pipe dans laquelle on a mis du bois, une autre dans laquelle il y a de la Résine. Chauffons les également et nous aurons les mêmes résultats - un gaz inflammable, plus ou moins éclairant; celui fait avec la résine est le plus éclairant et le plus pauvre est celui extrait du bois.

Maintenant voici une pipe analogue à celle qui tout à l'heure nous fournissait du gaz - mais qui a été chauffée avant notre conférence. - Elle est froide, je puis retirer le

bouillon et examiner ce qui reste dans le fourneau. — C'est, pour le voyez une substance poreuse, grise d'acier et que vous reconnaissez à coup sûr. — C'est le résidu de la distillation de la bouille. C'est du coke. — Dans la pipe qui renfermait du bois je trouve une matière noire, légère, traçante. C'est du charbon de bois.

Vous avez remarqué combien la fumée qui s'échappait tout à l'heure de l'autre tuyau de pipe, était lourde, épaisse, nuageuse, et cependant je vous ai dû et prouvé que c'était bien du gaz d'Éclairage qui s'échappait sous cette forme.

Cependant si j'ouvre ce robinet qui communique avec des tuyaux remplis de gaz que vous entendez s'échapper, vous ne voyez aucune fumée, si j'approche une allumette il y a cependant inflammation comme tout à l'heure. — Dans le premier cas nous avions du gaz à l'état brut et dans le second nous avions du Gaz épuré.

Dans le premier il y avait tout ce que la chaleur peut chasser du charbon, dans le second nous n'avons plus que les parties réellement utiles à l'Éclairage. Nous nous sommes débarrassés de toutes les impuretés du gaz, sortant des Cornues ces grosses pipes en terre, dans lesquelles on distille 80, 100 et 120 K.^g de charbon à la fois.

Toutes les impuretés, Goudron, soufre, ammoniacque, etc. sont restés à l'usine et ce qui arrive dans les tuyaux, dans les Compteurs, dans les becs n'est plus que le gaz, d'Éclairage proprement dit et convenablement purifié pour les usages auxquels on le destine.

C'est dans cet état que nous devons prendre le gaz pour en étudier la Composition, et les Propriétés Physiques et Chimiques.

Dans les Commencements de ces Études, je vais être

être obligé d'aller doucement, de surveiller chaque pipe, chaque mot car je ne puis faire usage convenablement du langage des sciences avec lequel vous n'êtes pas tout familiarisés ou que vous avez un peu oubliés — et je m'exposerais à ne pas être compris — ne vous donnez donc pas si j'insiste sur quelque détail qui pourrait paraître au moins inutile à quelqu'un d'entre vous. — Si je vous dis que le gaz d'Éclairage, n'est pas une combinaison, mais un mélange de plusieurs gaz, il faut évidemment que je commence par vous faire comprendre quelle différence il y a entre un mélange et une combinaison.

Écrivons d'abord sur un tableau la Composition du Gaz d'Éclairage.

C ¹ H ²	Hydrogène Proto-carbone	— 59 l.
C ² H ²	Hydrogène Bi-carbone	— 9 l.
H ²	Hydrogène	— 21 l.
N ² CO ²	azote, ac carbonique etc.	— 11 l.

100 litres

Vous voyez ensuite que le gaz que nous examinons là est la réunion de 5 gaz différents et j'ajoute que ces gaz sont à l'état de mélange et non de combinaison.

Si c'est un mélange chaque gaz est, pour ainsi dire isolé, chaque gaz est à côté de son voisin, toutes les molécules qui le composent roulent, à côté les unes des autres. — Encelez, exagérons les phénomènes, nous les comprendrons mieux.

Voilà dix billes de diverses couleurs, jetons les ensemble dans un vase, agitons les, elles roulent à côté les unes des autres, mais nous avons beau les agiter indéfiniment nous reconnaitrons toujours les rouges des bleus, des vertes

Composition du
Gaz.

Le Gaz de l'Éclairage
est un mélange et
non une combinaison

et toujours quand nous voudrions nous pourrions les séparer et les reformer en groupes rouges bleus, verts — Diminuons la grosseur des boules, pressons du plomb de chasse, de la Condrie, du 10, du 8 du 7, mêtons les, voilà déjà un mélange plus difficile à débrutiller mais vous sentez tous qu'avec de la patience on y arriverait.

Maintenant je prends du sable bleu du sable blanc je les agite j'ai encore un mélange, plus intime, moins apparent à l'œil, mais avec de la patience... Oh beaucoup de patience cette fois-ci, et j'ai vu qu'un Bénédictin qui pourrait essayer de l'avoir, on arriverait encore à séparer toute les grains.

Enfin voici du sucre en poudre et voici de la poudre de Calcé (poudre des botteurs) je les mêle et cette fois je défie bien un Bénédictin vivants aussi longtemps que Mathusalem de séparer les Molécules Calcé, des Molécules sucre, qui nous vii alors qu'il y a mélange seulement de deux corps. — Une expérience bien simple, je jette le mélange dans l'eau, le sucre va fondre, le Calcé ne fondra pas je jette le tout sur un filtre et en faisant évaporer l'eau je retrouverai le sucre tel qu'il était, en faisant dessécher le filtre je retrouverai le Calcé.

Nous venons de faire une série de mélanges plus ou moins faciles à séparer. — Mais nous avons toujours pu retrouver intacte la Molécule Sable, la Molécule plomb, la Molécule Sable, la molécule sucre?

On appelle donc mélange la réunion d'un ou plusieurs corps dont les molécules ne sont pas altérées et que l'on peut toujours séparer les uns des autres, sans leur faire subir des transformations Chimiques. — Il n'y a pas que les

solides qui peuvent former des mélanges, les liquides gazeux en forment également et si j'ai commencé par des mélanges de corps solides c'est parce que je les ai eus plus frappante pour les yeux.

Prenez maintenant deux liquides, de l'huile et du Vinaigre, agitez les ensemble les voilà mélangés. Laissez les reposer et dans quelque instants nous les trouverons séparés.

Enfin voici dans ces éprouvettes trois gaz: de l'oxygène, de l'azote, de l'acide carbonique, je vais prendre un peu de chacun d'eux et les mêler dans cette éprouvette plus grande.

Ils sont simplement mélangés — et je puis facilement les séparer. — Un peu de potasse suffit pour absorber l'acide carbonique, une boule de phosphore pour absorber l'oxygène et il restera à la fin de l'expérience de l'azote.

Le gaz d'éclairage pourrait être traité de la même manière par des réactifs différents et nous ferions disparaitre successivement les cinq gaz différents dont nous le voyons composé. Malheureusement les réactifs à employer et les manipulations à faire sont un peu trop compliqués pour pouvoir être exécutés rapidement sous vos yeux.

J'espère que vous avez bien saisi ce que l'on appelle un mélange et vous le saisirez mieux encore, lorsque nous aurons étudié les combinaisons.

Voici dans ce creuset du Cuivre en poudre et du soufre en poudre; je les ai mélangés et je pourrais comme pour le sable tout à l'heure arriver à les séparer de nouveau. Je vais les chauffer légèrement. Il y a dégagement de chaleur, dégagement de lumière et les deux corps forment une masse noire au fond du creuset. — Le Cuivre n'existe plus, le soufre n'existe plus, j'ai là une combinaison de soufre

et de Cuivre qui s'appelle du Sulfure de Cuivre. — C'est un véritable corps ayant ses propriétés spéciales.

Ainsi dans les mélanges les molécules de chaque corps restent juxtaposées ne changeant pas de nature; peuvent être séparés facilement.

Dans les combinaisons les molécules de chaque corps s'unissent pour en former un troisième tout différent de deux qui lui ont donné naissance, et presque toujours les combinaisons sont accompagnées d'un dégagement de chaleur, de lumière ou d'électricité. — Enfin ces mélanges peuvent varier à l'infini — les combinaisons ne se font que dans certains rapports.

Tout pouvez mêler 1 gramme de sucre à 1000^g de Calc; ou 1 gramme de Calc à 1000^g de sucre; dans un cas comme dans l'autre vous aurez un mélange. — Mêlez 200^g de soufre à 500^g de cuivre et chauffez. — les 200 g de soufre se combineront avec 396^g de cuivre et il restera 500 - 396 = 104^g de cuivre inutile.

Mêlez 396^g de cuivre avec 500^g de soufre et chauffez; les 396^g de cuivre se combineront avec 200^g de soufre et il en restera 300^g inutilés. — La combinaison n'a lieu qu'entre certaines proportions bien définies.

Ceci étant bien compris j'espère retourner à l'étude de la composition du gaz d'éclairage.

Le vrai pour donner ensuite la preuve que ce n'est pas une combinaison mais un simple mélange de divers gaz. — A côté de la composition du gaz d'éclairage que j'ai inscrite tout à l'heure je puis en inscrire une autre.

Hydrogène bicarboné 12.

Hydrogène proto-carboné 68.

Hydrogène 6

Azote, ac. carbonique de 14

100.

et je pourrais en dire en inscrire bien d'autres, ce qui nous prouve qu'il n'y a pas de proportions définies entre les divers corps qui composent le gaz d'éclairage; donc c'est un mélange et non une combinaison de divers gaz.

Propriétés du Gaz.

Examinons maintenant les propriétés générales du gaz d'éclairage. Le gaz d'éclairage est incolore il a une odeur caractéristique qui rappelle un peu celle des œufs pourris. — Il est insoluble dans l'eau — sa densité est = 0,525 environ. — le chiffre ne peut être absolu puisqu'il dépend de la proportion de chacun des gaz qui concourent à former le mélange désigné sous le nom de gaz d'éclairage.

1000^l ou 1 mètre cube de gaz pèse 0^k 525 grammes.

De Densité.

Vous vous demandez sans doute ce que l'on entend par Densité d'un gaz et comment on peut déterminer le poids d'un mètre cube de gaz.

On désigne par densité d'un gaz le rapport qui existe entre le poids d'un même volume d'air et de gaz.

Ainsi supposons que nous ayons pesé un vase contenant 100 gr. d'air. Nous prenons le même vase plein d'un gaz dont nous voulons déterminer la densité. Au lieu de 100^g nous trouvons 50^g c'est à dire moitié moins. — Nous en concluons, que le même volume du gaz pèse la moitié d'un même volume d'air. C'est à dire que sa densité est égale à 0,5 ou $\frac{1}{2}$ c'est à dire que le gaz en question est de moitié plus léger que l'air.

Si maintenant nous savons que 1^l d'air atmosphérique pèse 1^g 293 évidemment le litre du gaz étudié pesera

$$1^{\circ} 293 \times 0,5 = 0,6465.$$

Si l'on nous dit que la densité d'un gaz est 0,0692 nous saurons que si un litre d'air pesait 1^{er} le litre de ce gaz peserait seulement 0^o 069 2^e. Mais comme 1 litre d'air pèse 1^{er} 293 il faudrait pour avoir le poids d'un litre de gaz en question multiplier 1,293 par 0,069, ce qui donne 0^o 089 7^e pour le poids du litre ou 893 pour le poids du même cube, c'est à dire 14 fois moins qu'un même volume d'air.

Comment peut-on arriver à déterminer le poids d'un volume de gaz pour le comparer au poids d'un même volume d'air?

Le procédé est en théorie fort simple et j'espère vous le faire comprendre facilement.

Voici un ballon de verre sur la tige sur une balance bien sensible — puis on le remplit d'eau — il faut ajouter à la tare pour rétablir l'équilibre 2000^g. — Vous savez bien qu'un litre d'eau contient mille centimètres cubes et comme un centimètre cube d'eau représente notre unité de poids, le gramme. 2000^g représentent 2000^{cc} ou 2 litres. Nous connaissons donc déjà le volume exact de notre ballon. Enlevons l'eau séchons le bien puis, au moyen d'une pompe dite pneumatique enlevons l'air que contient le ballon — reportons-le sur la balance et nous constaterons alors que la tare est trop forte, il faut du côté du ballon rajouter 28.586 par conséquent les 2 litres d'air que nous avons enlevés pèsent 28.586, et 1 litre pèsent $\frac{28.586}{2} = 1,293$.

Maintenant évacuons l'eau à nouveau et mettons notre ballon en communication avec un gazomètre contenant le gaz que nous voulons étudier et quand il sera rempli faisons-le et reportons-le à la balance, la tare est trop forte encore, mais cette fois nous n'avons à ajouter que 0^o 178 — Donc

le gaz essayé est plus léger que l'air.

Le même volume en air pèse 28.586 — en gaz, 0.178.

Le rapport entre le poids et le poids de l'air = $\frac{0,178}{28,586} = 0,069 = D$, c'est à dire que la densité de ce gaz est 0,069, celle de l'air étant = 1. — ce qui veut dire qu'elle est 14 fois moindre — ce qui veut dire que le litre de ce gaz pèse 14 fois moins qu'un litre d'air. Le procédé que je viens de vous décrire semble fort simple, mais son exécution présente bien des difficultés qui ne peuvent être surmontées qu'au moyen d'instruments très délicats mis entre des mains très expérimentées.

C'est à M. Regnault que l'on doit la détermination la plus exacte de la densité des différents gaz — C'est à son travail que j'emprunte la densité de gaz que nous aurons souvent occasion de retrouver dans le cours de ce leçon je vous engage à les noter avec soin.

Densité des gaz.

	Air	1.000.	Poids du litre 1 ^{er} 293.
H	Hydrogène	0,0692.	— 3 ^e — 0,089.
C ^o H ^o	Hyd. proto. carbone	0,359.	— 3 ^e — 0,728.
C. O.	Oxide de carbone	0,967.	— 3 ^e — 1,257.
A Z	Azote	0,9714.	— 3 ^e — 1,262.
O.	Oxygène	1,1056.	— 3 ^e — 1,456.
H ^s	O. Sulfhydrique	1,1912.	— 3 ^e — 1,547.
C. O ²	O. carbonique	1,529.	— 3 ^e — 1,989.
C ^o H ⁴	Hyd. Bicarboné	0,9852.	— 3 ^e — 1,280.

A l'inspection de ce tableau vous allez tout de suite comprendre que la densité du gaz, d'éclairage doit être variable puisqu'il ne contient pas toujours les mêmes quantités des différents gaz. S'il renferme beaucoup d'Hydrogène, sa densité doit être affaiblie;

la présence de l'hydrogène bicarboné doit au contraire le rendre plus dense plus lourd.

Un exemple pris sur des corps liquides va vous rendre le phénomène plus sensible.

Prends 1 vase de 1 litre — s'il était plein d'eau il pèserait 1000 gr., s'il était plein de mercure dont la densité = 13.5 il pèserait 13.500 gr.

s'il était plein d'huile dont la densité = 0.915 il pèserait 915 gr.

s'il était plein d'Ether dont la densité = 0.775 il pèserait 775 gr.

Je l'ai rempli avec $\frac{1}{10}$ = 100 % de Mercure.

$\frac{6}{10}$ = 600 % d'Eau.

$\frac{3}{100}$ 300 % d'huile.

Je sais d'avance qu'il pèsera = 13.50 gr. mercure.

600 Eau.

274 Huile.

2,224 grammes.

et je pourrai en conclure que la densité moyenne de ce mélange de liquide = 2.224.

Si je faisais varier la proportion de Mercure d'Eau et d'huile le poids absolu du litre, la densité par conséquent varierait et pourrait varier à l'infini.

Voilà ce qui se passe pour le gaz d'éclairage et sa fabrication même explique ses variations de densité.

Après une heure de distillation la cornue donnant du gaz dont la densité _____ = 0.620

au bout de 5 heures de distillation cette densité n'est plus que = 0.500

et après 10 h _____ 0.345

Pour terminer ce que j'ai à vous dire sur les propriétés du gaz d'éclairage, je dois ajouter qu'il est combustible, brûle avec une belle flamme blanche, d'autant plus



éclairante qu'il est plus riche en hydrogène bicarboné, plus pauvre en hydrogène pur ce mélange à l'air il produit des mélanges détonants mais il ne peut servir à la combustion.

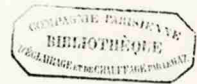
Un corps en ignition une bougie plongée dans le gaz d'éclairage s'éteint immédiatement. C'est une expérience facile à répéter devant vous et que nous rappellerons plus tard lorsque nous étudierons les suites, les causes d'explosion. Ici se termine cette première conférence: dans la prochaine nous continuerons l'étude du gaz d'éclairage en faisant connaissance avec chacun des gaz qui entrent dans sa composition.



COMPAGNIE PARISIENNE
D'ÉCLAIRAGE ET DE CHAUFFAGE PAR LE GAZ

CONFÉRENCES SUR LES PROPRIÉTÉS & L'EMPLOI
DU GAZ D'ÉCLAIRAGE.

2^{ME} CONFÉRENCE



11 Mai 1875.

Compagnie Parisienne
d'Éclairage et de Chauffage
par le Gaz

2^{me} Conférence.

11 Mai 1872

Messieurs,

Nous avons tenu notre dernière conférence par l'étude du Gaz d'Éclairage dont nous avons étudié les propriétés physiques et chimiques.

Nous avons reconnu que ce gaz ne présentait pas toujours la même composition et n'était qu'un mélange de différents gaz en proportions variables. J'ai fait inscrire sur ce tableau la composition moyenne du gaz d'Éclairage :

Hydrogène Proto-carboné	»	60
Hydrogène Bi-carboné	»	8
Hydrogène	»	21
Azote, Acide Carbonique	»	11
		<hr/> 100

Aujourd'hui nous allons étudier les propriétés de chacun de ces gaz ce qui nous permettra de nous bien rendre compte de l'influence que chacun d'eux peut avoir sur le mélange qui constitue le gaz d'Éclairage.

Hydrogène Proto-carboné.

Ce gaz est formé par la réunion de 2 corps ou éléments que l'on appelle l'un le carbone l'autre l'Hydrogène.

Si je pouvais vous parler très initialement au langage chimique je vous dirais tout simplement que l'Hydrogène Proto-carboné est un composé binaire renfermant 2 de carbone et 4 d'Hydrogène ayant une pour formule C² H⁴ et je passerai à

l'énumération des propriétés de ce corps.

Si je faisais ainsi vous auriez droit de penser que je me préparais à faire une leçon de confiance, de vous prouver que je sais les choses que vous ne savez pas, et que je m'occupe peu de votre instruction. Comme telle n'est pas mon intention nous allons nous arrêter un peu en chemin et tâcher de comprendre ce que veulent dire les mots, corps simples, corps composés, simples binaires et cette formule $E^2 H^2$.

La Chimie classe les Corps en 2 groupes bien distincts. Les corps simples ou éléments et les corps composés. Il est heureux que la nature ce grand producteur auquel Dieu a donné partons la trace incontestable de son intelligence et de sa prévoyance, il est heureux de je qui elle ne confonde pas un nombre infini de corps simples car l'étude de la Chimie serait rendue plus difficile et plus ardue. La mémoire humaine n'y suffirait pas.

Les corps simples sont ceux que, dans l'état actuel de la science, on ne peut arriver à séparer, qui malgré les agents chimiques, physiques auxquels on les soumet restent toujours les mêmes, subissent des transformations qui leur font revêtir des formes très différentes mais restent toujours sous ces habits divers et peuvent être ramenés à leur état primitif.

Le corps composé au contraire est formé de la réunion de 2 ou plusieurs corps simples, sous l'influence des agents chimiques et physiques il se décompose et il n'est pas toujours possible de les faire revenir à son état primitif, il est décliné à jamais. Voici quelques expériences qui vous feront mieux comprendre ce que je veux vous expliquer.

Prenez un morceau de cuivre, le cuivre est un corps simple je le chauffe il rougit il commence à fondre, si je le fais traverser par un courant électrique il est toujours le même, je le mets

en contact avec de l'acide sulfurique, nous voyez la réaction qui se produit le métal fonde ou plutôt s'épouse nous ne retrouvons plus le cuivre il est transformé, déguisé. Mais en sa qualité de corps simple il reste toujours il est en vérité la preuve, je prends une lame de fer bien propre je la mets dans le liquide où se trouve le cuivre déguisé: voilà en quelques instants la lame recouverte de cuivre et si je prolonge l'action, si je renouvelais la lame de fer j'arriverais à enlever tout le cuivre qui est dans ce liquide.

Voilà maintenant cette combinaison de soufre et de cuivre que nous avons faite dans la dernière leçon en chauffant nous vous le rappelle, du cuivre et du soufre ensemble je prends un morceau de ce sulfure je le fais bouillir avec de l'acide nitrique (eau forte). La liqueur est devenue rouge et filante puis dans la liqueur je mets une lame de fer voilà le cuivre qui se dépose je retrouve donc le cuivre intact et cependant vous arriveriez avec moi qu'il avait revêtu une forme noire sous laquelle il était bien peu reconnaissable.

Et bien ce que j'ai fait pour le cuivre je pourrais le faire pour d'autres corps qui sont simples comme lui car il n'est pas le seul, il y en a sixante deux. Le nombre est-il absolu? Evidemment non. Les progrès de la science peuvent augmenter ou diminuer ce nombre.

Tous sommes bien des anciens qui ne connaissions que 4 éléments, l'Eau, la Terre, l'Air, le Feu! mais nous ne pouvons pas dire que nous les connaissions tous. Nous avons commencé par décrire ceux que connaissions les anciens nous avons trouvé que l'Eau, la Terre, l'Air et le Feu sont éminemment composés puis nous avons dit, nous disons aujourd'hui qu'il y a sixante deux corps simples. Mais demain il peut y en avoir un de plus ou un de moins car on peut trouver

de l'Oxigène. Dans le gluten, du Carbone, de l'Hydrogène, de l'Oxigène, de l'Acide - Voilà pour le pain. Avec la viande, le pain ne sont pas des corps simples mais des Corps quaternaires formés de Carbone, d'Hydrogène, d'Oxigène et d'Acide. S'il en est ainsi, me direz-vous, tous les corps sont donc les mêmes? composés des mêmes éléments, bien qu'ils aient des propriétés toutes différentes? Eh bien ce que vous pensez est vrai; il y a une infinité de corps sans la nature qui sont formés des mêmes éléments et qui ont des propriétés bien différentes.

Dans le pain, sans la viande il y a du Carbone, plus de l'Hydrogène, plus de l'Oxigène plus de l'Acide.

Dans la Morphine et la Strichnine ces principes violents qu'on manipule la Saponification, les Castaines, les Bœufcarrats il y a du Carbone de l'Hydrogène, de l'Oxigène, de l'Acide et rien autre chose.

Dans la graisse il y a Carbone Hydrogène Oxigène rien de plus
 Dans l'Alcool " Carbone Hydrogène Oxigène "
 Dans l'Éther " Carbone Hydrogène Oxigène "
 Dans le Vinyle " Carbone Hydrogène Oxigène "
 Dans le Sucre " Carbone Hydrogène Oxigène "

Si vous vous rappelez ce que nous avons dit dans la première conférence on parlait de combinaisons vous comprendrez de suite que les corps ne sont réellement formés que lorsqu'il y a combinaison en proportions définies; autrement vous n'avez que des mélanges - Eh bien il ne suffit pas qu'il y ait du Carbone de l'Hydrogène de l'Oxigène en présence, retenu pour constituer un corps, il faut encore que ces corps se trouvent réunis en certaines proportions définies.

Ainsi pour faire du Sucre,
 Il faut: 12 Carbone

un moyen nouveau qui décompose un corps regardé comme simple jusqu'à ce jour.

Regardons maintenant ce que nous entendons par corps composés. C'est un corps formé par la réunion de corps simples un par groupe de 2, de 3, de 4, jamais plus. Le corps composé peut être facilement décomposé et nous retrouvons les corps simples qui l'ont formé. Comme il ne faut recourir pourvue sans preuve, même les anciens qui ne sont pas là pour se défendre, nous allons prendre l'Eau, et vous montrer qu'elle n'est pas un élément mais un composé. Composé binaire, c'est-à-dire formé par 2 corps simples réunis. Voici de l'eau ordinaire, je la soumetts à un courant électrique, vous voyez des bulles de gaz qui se manifestent dans le liquide, qui montent dans les tubes et dans un de ces tubes il y a du Gaz Hydrogène, dans l'autre du Gaz Oxigène. Deux corps que vous trouverez inscrits dans le tableau des corps simples. Donc l'Eau n'est pas un corps simple mais un composé binaire formé d'Oxigène et d'Hydrogène.

Si nous prenons du Sucre, et si nous le décomposons soit par le feu, soit par des agents chimiques, nous trouvons qu'il est formé par la réunion de Carbone, Hydrogène, Oxigène c'est-à-dire de trois corps simples, nous disons que c'est un composé ternaire. (C¹² H¹⁹ O¹¹)

Si nous prenons de la Viande, du Pain, si nous les décomposons nous trouvons différents corps à nous connus, de la graisse, de la fibrine dans l'un, de l'amidon, du gluten dans l'autre. Mais si nous voulons aller plus loin et chercher ce qu'il y a dans ces corps, nous trouverons dans la graisse, du Carbone, de l'Hydrogène un peu d'Oxigène; dans la fibrine du Carbone, de l'Hydrogène, de l'Oxigène, de l'Acide. Voilà pour la viande. Dans l'amidon nous trouvons du Carbone, de l'Hydrogène,

14 Hydrogène

14 Oxygène

Si les proportions varient le sucre n'existe plus. Ces proportions sont indispensables à son existence.

Si nous trouvons réunis ensemble

6 Hydrogène

2 Oxygène

ce n'est plus du sucre mais de l'alcool.

Si nous trouvons réunis

71 Carbone

70 Hydrogène

8 Oxygène

ce n'est plus ni du sucre, ni de l'alcool, mais de la graisse (Margarine).

Si nous trouvons ensemble

40 Carbone

91 Hydrogène

5 Azote

12 Oxygène

c'est de la Tubéine (Protéine) la partie essentiellement nutritive de la viande.

Si au contraire nous trouvons

44 Carbone

24 Hydrogène

2 Azote

8 Oxygène

c'est le plus violent des poisons... la Strychnine.

Pour comprendre maintenant comment ce rapport entre les éléments constitués peut faire varier la propriété des Corps

Avant de revenir à notre Hydrogène, Dicarbone, dont il nous sera bien facile de comprendre la composition, permettez moi de m'arrêter un instant pour vous expliquer la chiffres que je vous ai cités.

Je vous ai dit qu'en prenant le Carbone

6 Hydrogène

2 Oxygène

on avait la composition de l'Alcool, et vous pourriez vous imaginer qu'en associant

4 grammes ou 4 Kilogrammes de Carbone

avec 6 " ou 6 " 2 Hydrogène

avec 2 " ou 2 " 2 Oxygène

vous pourriez ou l'on pourrait faire 12^e ou 12 kg. d'Alcool.

Je dois vous dire qu'en Chimie l'on a eu besoin de déterminer certains nombres qui déterminent le poids de la molécule des divers corps, et quand on dit 4 de Carbone ce n'est pas 4^e ou 4 kg. mais 4 fois 75 c'est à dire 300, parceque 75 c'est si vous voulez, l'unité de poids du carbone en Chimie et chaque corps simple a ainsi son unité particulière spéciale que l'on désigne sous le nom d'équivalent du corps. Quand on veut représenter la composition d'un corps binaire, ternaire, ou indiquer le nombre d'équivalents de chaque corps entrant dans sa composition. C'est alors une manière commode, rapide de représenter tous les corps. Au lieu au lieu d'écrire leurs noms entiers on a adopté des signes qui les représentent et au lieu de dire le nom en entier on prononce le signe seulement. Ainsi au lieu de dire Carbone on dit C, au lieu de dire Hydrogène on dit H, au lieu de dire Oxygène on dit O. Ajoutez maintenant au dessus de chaque signe le nombre de l'équivalent et vous arriverez à écrire C⁴ H⁶ O² qui pour le chimiste voudra dire alcool. Le tableau que vous avez sous la main vous indique les initiales des corps les plus connus et à côté vous trouvez son équivalent. Rien de plus simple maintenant que de connaître la composition de l'alcool que vous venez d'écrire sur

le tableau.

$$C^{\circ} \times 75 = 300 \quad H^{\circ} \times 12,50 = 75 \quad O^{\circ} \times 100 = 200.$$

soit 300 de Carbone

75 d' Hydrogène

200 d' Oxygène

= 575 d' Alcohol.

Je m'aperçois que je vous ai mené bien loin dans le royaume de la Chimie mais en quelques mots, si vous le désirez, je pourrais vous parler de quelques livres de Chimie qui ont été offerts par un notaire qui semblez cabalistique.

Je vous ai peut-être un peu fatigué par ces applications mais comme nous voilà armés de toutes pièces, comme vous vultes savoir pour reprendre votre étude du Gaz Hydrogène proto-carboné, je vous dis hardiment ce n'est pas un gaz simple c'est un composé binaire formé de 2 équivalents de carbone et 4 équivalents d'Hydrogène. Pour regarder sur le tableau les initiales et vous voyez $C^{\circ} H^{\circ}$ et vous prononcez $C^{\circ} H^{\circ}$ et vous savez en plus par le tableau que $C = 75$ $H = 12,50$ donc $C^{\circ} H^{\circ} = 150 C + 50 H = 200$ c'est-à-dire que si vous aviez 200 d'Hydrogène proto-carboné vous saurez qu'il y a dedans 50 d'Hydrogène et si vous en aviez plus ou moins, une simple règle de trois vous dira ce que contient la quantité en question.

Supposons que vous ayez 78 d'Hydrogène proto-carboné. Combien y a-t-il d'Hydrogène dedans.

$$200 : 50 :: 78 : x = \frac{50 \times 78}{200} = 19,50.$$

et comme il en est de même pour tous les corps que nous étudierons vous voyez que vous savez bien vite et même de suite rapidement et leur composition et leurs transformations.



L'Hydrogène proto-carboné est incolore, inodore, insoluble dans l'eau. Sa densité = 0,556, c'est-à-dire qu'il pèse un peu plus de moitié d'un égal volume d'air. Le poids du litre = 1,293 poids du litre d'air $\times 0,556 = 0,717$. Il brûle avec une flamme bleue peu éclairante.

Il faut environ 2 litres par exemple d'Oxygène pour brûler 1 volume 1 litre de $C^{\circ} H^{\circ}$ pur. Par conséquent 1 litre $C^{\circ} H^{\circ}$ brûlant complètement a besoin de 9/5 d'air.

Ceci est intéressant à noter pour nous car un de ces jours nous examinerons comment les gaz brûlent, ce qu'ils produisent en brûlant, et ce qu'ils prennent à l'air et à l'atmosphère pour brûler. J'aurai alors l'occasion de revenir sur cette propriété que je vous signale.

Le gaz $C^{\circ} H^{\circ}$ Hydrogène proto-carboné s'appelle aussi gaz des marais parce qu'il peut provenir de la décomposition lente et spontanée des matières organiques. Quand on agite avec une spatule le fond d'un étang vaseux ou voir des bulles de gaz qui montent à la surface, c'est de l'Hydrogène proto-carboné. On le trouve dans les galeries de mines ou mêlé à l'air il forme des mélanges explosifs qui occasionnent de graves accidents. On le recueille sous le nom de grisou. Nous pourrions reproduire artificiellement ce qui se passe dans la mine.

Voici un flacon qui renferme de l'Hydrogène proto-carboné et de l'air. Si j'approche une allumette il va détonner violemment.

On peut se procurer de l'Hydrogène proto-carboné en calcinant des matières organiques de la houille et cela se comprend puisque le gaz d'éclairage en renferme une notable quantité. Mais il est mélangé avec d'autres gaz quand on l'obtient par ce procédé. Pour l'avoir pur on prend de l'acétate de soude et de la potasse mêlé à de la chaux vive. On chauffe le

mélange avec mélangement et l'Hydrogène protocarboné se sépare

Hydrogène Bicarboné. $C^o H^o$

C'est un gaz incolore ayant une odeur empyreumatique et étherée. Quand on le comprime on se refroidit il se liquéfie. Sa densité est = 0,985 - Le Poids du litre = 1,270. Sa densité est donc supérieure à celle du gaz d'éclairage, à celle de l'Hydrogène protocarboné, par conséquent plus un gaz d'éclairage en souffrance plus il est lourd plus il est éclairant. C'est donc à sa formation que l'on doit surtout viser dans la fabrication du gaz.

Le gaz Hydrogène Bicarboné brûle avec une flamme très éclairante qui laisse facilement un dépôt du noir de fumée.

1 volume de $C^o H^o$ exige pour brûler complètement 3 volumes d'oxygène ou 14,25 d'air. Mélange à l'air ou à l'oxygène il forme un mélange qui détone violemment. Le gaz Hydrogène Bicarboné se forme dans la distillation de presque toutes les Matières organiques, de la Houille, etc... mais on l'obtient à l'état pur en soufflant un mélange de 4 parties d'acide sulfurique et une d'alcali. On arrête le dégagement dès que le mélange commence à noircir.

Et propos de cette préparation voulez-vous me permettre de vous initier un peu aux moyens de chimiste, afin de vous familiariser avec les réactions des corps les uns sur les autres. Déjà nous avons prononcé le mot alcali plusieurs fois dans cette leçon, déjà nous avons écrit sa formule chimique $C^o H^o$. O^s. Ne voyez-vous pas que dans ce corps il y a de l'Hydrogène Bicarboné ? Si nous enlevions O^s il resterait $C^o H^o$ si nous nous pouvions encore enlever H^s de H^o ne resterait-il que $C^o H^o$? C'est bien la H^o et la O^s dans à enlever nous connaissons un

acide qui s'en chargea. C'est l'Acide sulfurique, le résidu. Mettons-le donc en présence de l'Alcali, soufflons - l'Acide sulfurique qui enlèvera à l'Alcali H^s et O^s il restera $C^o H^o$ Hydrogène Bicarboné. Note l'explication du procédé employé.

Hydrogène.

L'Hydrogène est un gaz incolore, inodore, insipide. Sa densité = 0,0692 - l'air pur est 1 - on peut dire que l'Hydrogène est 14 fois plus léger que l'air. Le poids du litre d'air = 1,293 le poids du litre d'Hydrogène est = 0,089. Une éprouvette remplie de ce gaz ne le laisse échapper que si on la renverse.

L'Hydrogène passe au contraire dans une éprouvette remplie d'air et l'air tombe au bas.

Le gaz se comporte-t-il comme un liquide d'inégale densité de l'eau et de l'huile par exemple.

C'est à sa grande légèreté que le gaz Hydrogène doit d'être employé au gonflement des aérostats, et je suis sûr que vous saurez comprendre la principale sur laquelle ils sont fondés. Ce n'est pas pour nous une simple curiosité, il est bon qu'un gazier soit au courant de ces phénomènes car c'est nous qui fournissons le gaz pour remplir les ballons qui s'élèvent à Paris. Je suis sûr que vous ne serez pas fâché de pouvoir répondre aux questions qui à cette occasion peuvent vous être faites dans le public encore sous l'impression du triste événement qui s'est accompagné une ascension récente, ascension dans laquelle ont trouvé la mort deux jeunes gens naufragés de l'air dont les noms sont inscrits à côté de ceux du Laperouse et de Franklin, ce naufragé de l'Éclair. C'est à deux français une fois Montgolfier que l'on doit la première idée de s'élever dans l'air au moyen d'un gaz plus léger que lui.

S'appliquait du Montgolfier n'employait pas de gaz mais seulement de l'air chauffé, dilaté, par suite, son volume restant le même son poids venait diminuer. L'air ambiant était alors en réalité baigné en un autre air ou gaz plus léger que lui.

Les Montgolfiers faisaient leur enveloppe en papier et plaçaient dessous un réchaud dans lequel on brûlait de la paille. Lorsque l'air dilaté par la chaleur était devenu assez léger le ballon montait dans l'atmosphère mais les gaz chauds se refroidissaient bien vite et le ballon retombait; il fallait donc emporter avec soi de la paille, entretenir le feu, c'était dangereux périlleux et les ascensions en Montgolfière ne furent jamais que des amusements réservés aux réjouissances publiques.

Black professeur de Physique à Grimbourg avait en 1767 fait dans sa Cour l'expérience de la vessie remplie d'hydrogène pur qui s'élève dans l'atmosphère - expérience que nous voyez renouvelée ici. C'est Charles professeur de Physique à Paris qui en 1783 eut le premier l'idée de remplir une Montgolfière avec du gaz Hydrogène pur et le 30 novembre 1783 Charles et Robert firent aux Écuillers la première ascension avec un ballon rempli d'hydrogène. En 1785 Blanchard et le 3^e Telfair firent la traversée de la Manche de Douvres à Calais. -

En 1804 l'illustre physicien français Gay-Lussac fit tout seul une ascension dans laquelle il s'éleva à 7016 mètres de hauteur. Depuis cette époque les ascensions furent renouvelées bien du fois, soit comme amusement offert au public, soit comme recherches scientifiques :

L'emploi du gaz Hydrogène pur donne au ballon, la plus grande force d'ascension, leur permet à volume égal, s'élever

plus de poids que s'ils sont gonflés avec un autre gaz. S'élève par exemple mieux le prix du mètre cube d'hydrogène pur est bien plus élevé, il passe plus facilement à travers les différends par suite la construction plus coûteuse, aussi lui substitue-t-on presque toujours le gaz d'éclairage.

Cherchons à nous rendre compte des causes qui permettent au ballon de s'élever dans l'atmosphère et de la puissance élastique qu'il peut avoir.

Prenez cette bouteille de vin de rasin blanc qui représente un volume de 1^e, c'est-à-dire ayant 126^{mm} de diamètre, et jetez-la dans l'eau, elle surnage, enfoncez-la elle tend à remonter, il faut un effort pour la tenir - nous pouvons mesurer cet effort, en suspendant à la bouteille un poids. Si le poids est trop fort la bouteille tend à descendre, si le poids est trop faible la bouteille tend à monter et si notre vase avait 1 mètre, 20^m, 1000^m, 10000^m de haut la bouteille monterait indéfiniment. Nous avons fait un ballon pour nous élever dans l'eau un hydrostat, au lieu d'un ascendant. Nous saisissons de suite que plus la bouteille sera grosse, plus le vin employé sera léger plus notre hydrostat sera fort, plus il pourra supporter de poids.

Ainsi plus il y a différence entre la densité du milieu dans lequel on opère et la matière qui constitue le ballon plus celui-ci a de force ascensionnelle.

Nous ne pouvons pas évidemment trouver une bouteille de gaz et lui suspendre un poids mais nous pouvons reformer ce gaz dans une enveloppe et le lâcher dans l'air; et nous comprenons bien maintenant que plus le gaz employé sera léger par rapport à l'air plus l'ascendant aura de force ascensionnelle. Plus calcul avec simple permet de calculer

cette force ascensionnelle elle est égale à la différence qui existe entre le poids du volume de gaz augmenté du poids de son enveloppe, et le poids du même volume d'air.

Supposons un aérostat de 1000 mètres cubes rempli de gaz hydrogène

1000 m³ Hydrogène pèsent 89 K^{os}

1000 m³ d'air pèsent 1293 K^{os}

L'enveloppe pèse je suppose 150 K^{os}

nous aurons la force ascensionnelle en retranchant de 1293 K^{os} (89 K^{os} + 150 K^{os}) c'est-à-dire 239 K^{os} il reste 1054 K^{os} = ce poids retiendrait le ballon à la surface mais il suffira d'enlever 5 K^{os} pour que le ballon s'élève rapidement, il peut donc élever un poids de 1049 K^{os} mais dans ce poids il faut comprendre de celui du filet, de la nacelle, des amarrs etc., pour voir ce qu'il reste de poids à utiliser pour le voyageur, les instruments, les provisions. Si au lieu d'employer l'Hydrogène pour nous employons le gaz d'éclairage dont la densité égale 0,525 le poids du litre = 0,670, nous allons trouver la force ascensionnelle bien diminuée pour le même ballon.

1000 m³ gaz d'éclairage = 670 K^{os}

1000 m³ d'air 1293 K^{os}

enveloppe 150 K^{os}

1293 - (670 + 150) = 723 = 573 K^{os}

Je regrette d'autant moins d'avoir attiré un instant votre attention sur les aérostats que je trouve là l'occasion de vous faire remarquer que ces grands gazomètres que vous voyez dans nos usines sont de véritables aérostats et qu'ils s'élèveraient comme eux dans l'atmosphère si le poids de leur enveloppe était plus faible que celui d'un égal volume d'air le poids du gaz. Supposons un gazomètre



de 1000 m³ pour que sa force ascensionnelle soit égale à la différence qui existe entre le poids du gaz (670 K^{os}) plus celui de l'enveloppe 623 K^{os} soit = 1293 K^{os} alors le gazomètre sera en équilibre et quand nous voyez dans certaines usines les gazomètres chargés sur la calotte de briques et de morceaux de fonte c'est que le poids de l'enveloppe est trop faible par rapport à son volume et que le gazomètre tend à s'élever.

Le gaz hydrogène est inflammable, sa flamme est peu éclairante. Il est impropre à la combustion, un corps enflammé s'éloigne de l'hydrogène qui ne brûle qu'en contact avec l'air. Mêlé à l'air le gaz hydrogène forme un mélange détonant qui s'allume soit par une allumette, soit par une étincelle électrique. On emploie pour préparer l'hydrogène dans la laboratoire du zinc, de l'eau que l'on met dans un vase à 2 tubulures et un lequel on verse peu à peu du vitriol, acide sulfurique.

L'eau est formée d'Oxygène et d'Hydrogène

1 d'Hydrogène

10 d'Oxygène

Regardons le tableau du cube simple et de l'équivalent et nous aurons de suite

H. = 12,50

O² = 100,00

112,50 H₂O.

Cela dans 112,50 d'eau il y a 12,50 d'hydrogène et comme nous savons qu'un litre d'hydrogène pèse seulement 0,089 12,50 d'hydrogène représentent =

12,5 | 0,089 = 140 litres.

Il n'est pas étonnant qu'on ait choisi l'eau pour en retirer l'hydrogène puisqu'elle en contient autant. Quelque artificiel que soit nécessaire pour cela nous n'avons pas à en

approfondir. Contentons-nous de savoir que le zinc et l'acide sulfurique déterminent la décomposition de l'eau, que le zinc s'empare de l'oxygène quand il est aidé par l'acide sulfurique et que l'hydrogène se dégage pendant qu'il reste dans le vase du sulfate de zinc.

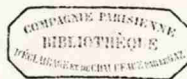
Il nous a paru terminer l'examen de tous les gaz combustibles existant dans le gaz d'éclairage, de tous ceux qui jouent par conséquent un rôle actif et utile à différents degrés.

Dans la prochaine conférence, nous examinerons les gaz inutiles, inerte, qui s'y trouvent ou peuvent s'y trouver et dont la présence inutile diminue le pouvoir éclairant quand elle ne nuit pas à la bonne qualité du gaz.

COMPAGNIE PARISIENNE
D'ÉCLAIRAGE ET DE CHAUFFAGE PAR LE GAZ

CONFÉRENCES SUR LES PROPRIÉTÉS & L'EMPLOI
DU GAZ D'ÉCLAIRAGE.

3^{ME} CONFÉRENCE



18 Mai 1875.

18 Mai 1875.

3^e Conférence.

Messieurs,

Nous continuons nos études sur la composition du gaz d'éclairage en examinant certains gaz qui ne lui communiquent pas de propriétés éclairantes que l'on a peu conséquents tous intérêt dans la fabrication à faire disparaître.

Parmi ces gaz se trouve l'azote-gaz inodore, non combustible, éteignant les corps en combustion - Gaz impropre à la respiration à la vie, mais non délétère. Nous l'introduisons en effet continuellement dans nos poumons; il fait partie de l'air atmosphérique que nous respirons et qui en contient presque 80%.

Le Gaz Azote a pour densité = 0,9720, le litre pèse donc 1,2256.

Si nous voulons nous procurer de l'Azote nous le demandons à l'air atmosphérique - Il suffit de mettre l'air en présence d'une substance qui absorbe les autres corps qui le composent. - Nous verrons plus tard que l'air atmosphérique est formé essentiellement d'azote, et d'oxygène. - Il s'agit donc d'enlever l'oxygène à l'air pour avoir de l'azote. - Nous pouvons dans ce but prendre le Phosphore qui, même à froid, absorbe l'oxygène de l'air - La réaction se ferait bien plus vite en chauffant le phosphore - Nous obtiendrions un courant régulier d'azote en chauffant un tube rempli de tournure de

cuivre et le faisant traverser doucement par un courant d'air — Le cuivre chauffé absorbe l'oxygène avec une grande facilité — L'air se sépare seul.

Gas acide Carbonique.

Ce n'est pas un corps simple — il est formé de carbone et d'oxygène. C'est un gaz incolore ayant une légère saveur aigrelette — Il est incombustible, impropre à la respiration — Il étouffe les corps enflammés, sa densité est considérable. $D = 1,529$. — Le litre de gaz pèse $1,973$ — Il se dissout dans l'eau — l'eau absorbe un volume égal au sien d'acide carbonique quelle que soit la pression à laquelle il est soumis par conséquent sous une pression 5 ou 6 fois plus grande que la pression ordinaire l'eau absorbera 5 ou 6 fois plus d'acide carbonique en poids, puisque sous une pression de 5 ou 6 atmosphères un même volume d'acide carbonique pèse 5 ou 6 fois plus. — C'est le principe de la fabrication des eaux gazeuses.

L'acide carbonique se produit dans toutes les combustions et à ce point de vue il mériterait d'être connu de vous, car tout appareil de chauffage, ou d'éclairage ou une source d'acide carbonique.

Une bougie, une lampe, un bec de gaz, un foyer, qui brûlent sont autant de sources d'acide carbonique — L'animal qui respire est aussi une source d'acide carbonique.

Cet acide en effet prend naissance lorsque le carbone se trouve en présence de l'oxygène, soit sous l'influence d'un courant électrique, soit sous l'influence de la chaleur soit sous l'influence des phénomènes vitaux.

Rien de plus facile que de constater sa production au



moyen d'une propriété spéciale à ce gaz — Un courant d'air de l'acide carbonique qui traverse de l'eau de chaux ou de Baryte y forme un précipité blanc qui trouble immédiatement la limpidité de l'eau.

Voici un bec d'éclairage qui brûle. Les produits de la combustion sont entraînés par ce cône placé au dessus et obligés de traverser un flacon contenant de l'eau de chaux, il y a immédiatement un trouble.

Une bougie allumée ferait la même chose.

Enfin voici un tube dans lequel il y a de l'eau de chaux. Nous y faisons passer l'air de cette pièce — Vous le verrez bientôt troubler l'eau de chaux qui a été mise dans le tube à bouler, ce qui nous indiquera que dans cette pièce il y a et il se fait à chaque instant de l'acide carbonique. Du reste pour vous le prouver il me suffit de souffler un instant dans ce verre — Vous voyez que pour ma part je produis de l'acide carbonique et si vous en faites autant que moi, ce qui est certain, il n'est pas étonnant qu'il y en ait dans notre atmosphère.

Si nous voulions obtenir de l'acide carbonique, nous pourrions le demander à la combustion, mais nous ne l'avons pas pur, il faudrait pour cela prendre du carbone pur c'est à dire du diamant et de l'oxygène pur — alors nous aurions de l'acide carbonique pur — Ce serait long, difficile et un peu cher. Il est bien plus économique de le prendre à un corps qui en contient beaucoup et qui n'est pas cher — la craie, ou carbonate de chaux. On met dans un flacon des morceaux de craie, de l'eau, puis on verse peu à peu un acide sulfurique ou chlorhydrique. Il y a immédiatement effervescence — l'acide sulfurique est plus fort que l'acide carbonique, il le chasse de son union avec la chaux et le remplace — Il forme avec la chaux du sulfate

de chaux et l'acide carbonique qui est gazeux se dégage rapidement nous pouvons le recueillir. C'est le procédé que l'on emploie on substituant seulement le marbre à la craie et l'acide chlorhydrique à l'acide sulfurique, on rend ainsi les réactions plus commodes.

On représente en chimie l'acide carbonique par la formule, CO_2 ce qui veut dire que :

$$\left. \begin{array}{l} \text{C} = 12 \\ \text{O} = 16 \end{array} \right\} 275 \text{ est le poids de l'équivalent de}$$

l'acide carbonique.

Ce qui veut dire en plus que 12 de Carbone exigent 32 d'oxygène pour se transformer en acide Carbonique. Nous avons vu dans une précédente Conférence que l'oxyde de Carbone est formé de $\left. \begin{array}{l} \text{C} 12 \\ \text{O} 16 \end{array} \right\} 175$, c'est à dire qu'il faut moitié moins d'oxygène pour transformer la même quantité de Carbone en Oxyde de Carbone qu'en Acide Carbonique.

Notes bien ces faits qui forment pour ainsi dire le bagage scientifique dont nous avons besoin de nous charger pour pouvoir plus tard étudier facilement, et facilement comprendre) tous les phénomènes relatifs à la combustion.

Soyez bien sûr, Messieurs, que dans toutes ces études préliminaires je ne vous dir rien qui soit en dehors de ce qui vous est nécessaire, soyez sûr que j'épargne autant que possible tout ce qui pourrait charger inutilement votre mémoire, et qu'avant de vous forcer à lui demander un effort je me suis moi même demandé en quoi il pourra vous être utile un jour ou l'autre.

Maintenant nous avons terminé l'étude de tous les produits gazeux, combustibles ou non, qui se rencontrent



normalement, mais en proportions variables, dans le gaz d'éclairage; il nous reste pour compléter cette étude à examiner, quelques produits qui s'y trouvent mêlés soit d'une manière fortuite, soit entraînés mécaniquement.

Hydrogène sulfuré.

L'hydrogène sulfuré est un gaz composé, formé d'hydrogène et de soufre. — Il est incolore — a une odeur fétide très caractéristique sa densité = 1,1912. Le litre de gaz pèse = 1,536. — Il est inflammable et brûle avec une flamme bleuâtre, en donnant pour produit de sa combustion de l'eau et de l'acide sulfurique que l'on reconnaît à son odeur piquante qui rappelle celle des allumettes souffrées.

Mêlé à l'air l'acide sulfhydrique ou hydrogène sulfuré, donne notamment.

Le Chlore décompose l'hydrogène sulfuré en formant de l'acide chlorhydrique et un dépôt de soufre. — C'est à cette propriété que l'on doit l'emploi du Chlore pour combattre les asphyxies par l'hydrogène sulfuré qui se trouve en grande quantité dans les fosses d'aisances.

L'hydrogène sulfuré se combine facilement avec les métaux et forme des corps appelés sulfures. Ces sulfures ont une couleur caractéristique qui se manifeste en présence d'une très minime proportion de gaz. — Le plomb par exemple, en présence de l'hydrogène sulfuré, en présence d'une trace appréciable à l'oeil, donne une coloration noire très caractéristique — On se sert d'une bande de papier imprégné d'une liqueur contenant du plomb, (acétate de plomb) pour juger de l'épuration du gaz — et vous savez tous que dans les chambres noires à côté du photomètre il y a une éprouvette pour l'essai du gaz

au point de vue de l'épuration. - Vous voyez ici l'opération en marche - dans ce tube un papier imprégné d'acétate de plomb un courant de gaz d'éclairage le traverse et est enflammé ensuite - C'est un moyen de s'en débarrasser - le papier est resté blanc bien que l'appareil fonctionne depuis un certain temps - Mais si j'introduis dans le gaz un peu d'hydrogène sulfuré vous voyez le papier noircir presque instantanément.

Pour préparer l'hydrogène sulfuré on se sert précisément des combinaisons qu'il forme avec les métaux, le fer par exemple. On décompose ce sulfure par l'acide sulfurique en présence de l'eau - Le sulfure fournit le soufre, l'eau, l'hydrogène et l'hydrogène sulfuré se dégage.

Du sulfure de calcium décomposé par l'acide chlorhydrique donne de l'hydrogène sulfuré - C'est ainsi que vous le voyez préparé devant vous - $CaS + HCl = ClCa + SH$.

Le gaz d'éclairage contient encore quelques substances que nous devons étudier et qui ne sont plus des gaz mais des liquides ou des solides entraînés mécaniquement ou en dissolution.

Lorsque le charbon est distillé il se forme, nous l'avons vu dans notre première conférence des produits gazeux, liquides et solides - L'épuration arrête ceux qui seraient inutiles, mais elle ne peut tout arrêter complètement et il n'est pas étonnant que nous retrouvions dans les tuyaux dans les conduites, dans les Compteurs, toute ou partie des produits de la distillation de la houille. Si nous voulions tout les étudier il nous faudrait faire un cours complet de chimie et c'est à peine si j'ose vous nommer les principaux:

Sulfure de carbone

Amilne } $C^m H^m AZ$
Pyrolol }

Coridine		Camène	
Xubidine		Phénol	
Hydruce d'amyle	} $C^m H^m$	Créol	} $C^m H^m$
Caproylène		Naphtaline	
Benzène		Acénaphtène	
Éthylène		Anthracène	
Xylène		etc.	

Tous ces corps se trouvent mélangés dans le goudron de gaz et pour que vous vous rendiez bien compte de la manière dont ces corps peuvent se rencontrer dans le gaz d'éclairage j'ai fait disposer l'expérience que vous avez faite sous les yeux - Dans cette cornue de terre chauffée au rouge on a mis du charbon de terre - Les produits de la distillation ont été recueillis dans ce ballon de verre où vous voyez un mélange noirâtre - Ce 1^{er} ballon en chauffé lui-même a vu le mélange noirâtre se dégager des vapeurs que nous recueillons dans ce 2^e ballon où vous voyez un liquide brun huileux - Ce ballon en chauffé à son tour, il s'en dégage des liquides plus volatils, plus purs, moins colorés - Nous avons par ce moyen fractionné les produits de la distillation du charbon - Nous avons classé tout ce que fournit la houille, la du coke, la du brai, la des huiles lourdes et brunes, la des huiles légères et blanches; c'est en prenant ces trois résidus, brai, gas, huiles lourdes, huiles légères et les étudiant séparément que la Chimie est arrivée à reconnaître l'existence des corps dont je vous cite les noms tout à l'heure - Mais il faut toutes les précautions du Laboratoire pour obtenir tous ces corps séparés. La fabrication du gaz fait du goudron qui renferme tout à l'heure les goudrons à des usines spéciales qui les traitent pour en retirer les produits les plus utiles à l'Industrie - Seulement, pendant la fabrication du gaz, malgré les épurations, les condenseurs etc... tout

le goudron n'est pas arrêté à l'usine, quelques produits s'échappent et sont entraînés dans la Canalisation; nous les retrouvons donc en présence du gaz d'éclairage dont nous faisons l'étude en ce moment. Vous comprenez d'avance que les produits que nous pouvons rencontrer ne sont pas les plus lourds, les plus fixes, ce sont au contraire ceux qui font partie de notre 3^e ballon, c'est-à-dire, les plus volatils, ceux qui ont besoin de la plus faible température pour se mettre en vapeur, qui ont par conséquent échappé le plus facilement à l'action des réfrigérants de l'usine. On les trouve en effet dans le gaz d'éclairage; on les désigne sous le nom de carbures liquides ou bien encore sous le nom générique de Benzine = C'est en effet le principal de ces divers corps et l'on dit plus vite Benzine que Mélange de, Amyline, d'Amyle, de Caproïle, de Capryline, de Capryle, et de Benzine. Mais en réalité quand nous occupons des Carbures d'hydrogène liquides qui se rencontrent dans le gaz d'éclairage nous sommes en présence d'un mélange de tous les Corps que je viens de vous citer. Nous n'en étudierons spécialement qu'un seul: la Benzine.

La Benzine est un carbure d'hydrogène, comme l'hydrogène protocarboné, comme l'hydrogène bicarboné. Elle est formée de:

C - - 12.

H - - 6.

Elle est liquide incolore, a une odeur particulière, éthérée qui n'est pas désagréable quand elle est parfaitement pure et qui est rare dans le commerce qui l'extrait des huiles de goudron. Sa densité = 0,85, c'est-à-dire qu'elle pèse 0,850^e, elle est donc plus légère que l'eau. Elle bout à 82° sa vapeur est inflammable et brûle avec une flamme très éclairante.

La vapeur refroidie se condense à 0°, elle se solidifie.

La Benzine est soluble dans l'eau, l'alcool l'esprit de bois.

Parmi les corps qui se trouvent mêlés à la Benzine dans les Carbures liquides qui accompagnent le gaz d'éclairage il en est un dont je crois bon de vous indiquer le nom et les propriétés. C'est l'Amyline. C'est un carbure liquide incolore ayant une vapeur combustible et éclairante. Il est formé de C.¹⁰ H.¹⁰. Il est insoluble dans l'eau - il bout à 39° - il est donc plus volatil que la Benzine - échappe plus facilement aux condenseurs et ne peut se dissoudre dans l'eau des gazomètres, des compteurs avant d'arriver aux becs. A côté de lui se trouve l'amylo corps de la même famille, également insoluble dans l'eau, qui est composé de C.¹⁰ H.¹¹ et dont la vapeur est également combustible. Ces produits carbonés, combustibles, ne peuvent être étrangers à la combustion du gaz, à son pouvoir éclairant et c'est à ce titre que j'ai cru devoir en prononcer les noms devant vous. Noms peu connus, noms bien étranges sans doute - mais permettez moi, Messieurs, à cette occasion de vous demander grâce pour ces noms si bizarres que la Chimie est obligée de donner aux corps qu'elle étudie, noms qui deviennent de plus en plus bizarres à mesure que le domaine de la science s'élargit, mais noms qu'il faut respecter comme ceux qui les ont créés. Ces noms si extraordinaires pour tout en ce moment pouvons demain sortir du laboratoire pour entrer dans le monde industriel et après avoir été ceux d'une curiosité abstraite devenir ceux de bienfaits pour l'humanité.

Il y a 40 ans M^{rs} Dumas (1835) étudiait un corps déjà découvert en 1831 par Soubeiran, et en découvrait les propriétés en lui donnant le nom, bizarre à cette époque, de Chloroforme. C'était un liquide inconnu au commerce, et le gramme se payait

aussi cher que l'or — 20 ans plus tard il venait remplacer
l'Ether pour les opérations chirurgicales à débiter la douleur.

Quand Arago continuait les beaux travaux
d'Lyngbom et d'Herschell venait annoncer au monde scientifique
cette belle découverte de la Polarisation chromatique de la lumière,
le monde non scientifique souriait de ces grands noms franco-grecs,
à se dire à à quoi bon? — Aller aujourd'hui dans le
Nord, dans nos Flandres et partout où vous verrez une grande
cheminée, une grande usine travaillant des millions de kilogrammes
de Betteraves, vous pouvez être sûr qu'à côté de ces immenses
Machines en mouvement nuit et jour il y a un petit instrument
bien modeste qu'on appelle un Polariscopes — C'est la belle
découverte du grand Arago, qui, descendue dans la pratique
détermine rapidement ce que la betterave contient de sucre et ce
que la fabrication arrive à en extraire. — Je vous citerais bien
d'autres exemples; L'aniline... n'était-elle par un produit de
laboratoire — rien que cela, et le public n'a-t'il pas souvi en
songeant qu'un savant passait son temps à produire dans
quelques milligrammes de substances qui pouvaient donner
lieu à des colorations roses — Aujourd'hui les mots d'aniline,
de Nitrobenzine de Fuchsine sont devenus populaires, les petits
tubes des savants Hoffman, Paskin, Gerhardt etc... sont
devenus des usines qui font en Europe 10 000^k par jour d'aniline,
Arctons donc les sourires et inclinons nous avec respect devant
les travaux de ces savants qui trouvent dans leurs laboratoires
quelque fois la gloire, mais rarement la fortune, réservée souvent
à ceux même qui étaient les plus insouciant de leurs rudes
travaux.

Maintenant Messieurs, pour terminer l'étude complète

du gaz d'éclairage je n'ai plus qu'à vous parler d'un corps
dont le nom et les effets vous sont bien connus, d'un
fait le désespoir de tous ceux qui travaillent dans le gaz depuis
le Régisseur de l'usine jusqu'à l'allumeur des Boulevards.
C'est la Naphthaline. — Ce carbure d'hydrogène a pour formule
 $C^{10}H^8$. — Il est solide à la température ordinaire fond à 79°
et boue à 217° .

La Naphthaline est combustible et brûle avec une flamme
fuligineuse — Elle est insoluble dans l'eau, soluble dans l'alcool,
l'éther, la benzine, et c'est la benzine qui lui sert de véhicule
pour arriver dans les tuyaux de distribution du gaz où elle
viens former des dépôts qui fréquemment les obstruent. — L'eau,
même chaude, ne dissolvant pas la Naphthaline on est réduit
pour la faire disparaître à employer l'alcool.

Lorsque les procédés d'épuration du gaz au moyen des condensateurs
à surfaces de M. M. Pelouze et Audouin seront généralisés on
espère que la présence de la Naphthaline dans le gaz sera plus
rare et que cette substance ne viendra plus rien engorger.

On obtient la Naphthaline en purifiant par plusieurs
sublimations successives celle que l'on recueille dans les
usines à gaz.

Maintenant, Messieurs, nous avons terminé l'étude complète
du gaz d'éclairage et nous savons bien je l'espère tout ce qu'il
renferme. Je vous le rappelle en quelques mots.

- 1° Hydrogène Proto-carboné — Combustible éclairant.
- 2° Hydrogène bio-carboné — Combustible très éclairant.
- 3° Hydrogène — Combustible très peu éclairant.
- 4° Acétylène — non combustible.
- 5° Acide carbonique — non combustible.
- 6° Hydrogène sulfuré — Combustible.

7 ^e Oxyde de carbone	combustible
8 ^e Carburer liquides	Benzine } Combustibles
	Amyline } a
	Amyle } éclairants.
9 ^e Carburer solide	Naphtaline - combustible.

Une expérience générale va me permettre de résumer avec vous les propriétés de chacun des corps que je viens de citer et de vous faire voir l'influence que leur présence peut avoir sur la qualité du gaz d'éclairage.

C'est par là que je terminerai cette conférence.

Voici un bec de gaz (bec Bengel) dépensant 105^l de gaz à l'heure, donnant une lumière égale à un Carcel dépensant 42^l d'huile à l'heure. - Ce bec est alimenté en ce moment par du gaz ordinaire tel que nous le fournis la canalisation. Et c'est, je place un bec semblable donnant exactement la même dépense et par suite la même intensité lumineuse. Vous voyez que les deux lumières ont la même intensité. - Maintenant je vais diminuer la dépense de ce bec d'essai sans toucher au bec type - et je vais faire arriver de l'hydrogène protocarboné jusqu'à ce que la dépense revienne à 105^l. - Mais je dépense maintenant du gaz ordinaire plus de l'hydrogène protocarboné - vous voyez que le pouvoir éclairant a diminué mais très-peu, l'hydrogène protocarboné est en effet un gaz ayant une flamme éclairante.

J'arrête le gaz hydrogène protocarboné et je le remplace par de l'hydrogène bicarboné dont la densité = 0,985, dont la flamme est très éclairante - Vous voyez immédiatement que le gaz ordinaire en cuicchi, que son pouvoir éclairant est exact le bec d'essai fait pâlis le bec type.

Je supprime le courant de O^e H^e et je viens y substituer



l'hydrogène pur qui brûle avec une flamme presque sans vous voyez que le bec d'essai pâlit. - Si je remplace l'hydrogène pur par de l'acide carbonique, le phénomène sera plus sensible encore. - Vous voyez donc par ces expériences que le gaz d'éclairage a pour véritables bases les deux hydrogènes O^e H^e que tous deux ont un pouvoir éclairant considérable, que tous deux lui communiquent par conséquent les qualités requises pour un emploi économique.

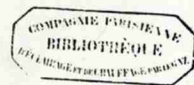
Je vous ai parlé aussi de la Benzine, ce carburé liquide que le gaz entraîne avec lui et je vous ai dit que cette Benzine pouvait communiquer au gaz des propriétés éclairantes et par elle-même et par l'Amyle, l'amyline qui l'accompagnent. - Voici une expérience qui va vous faire voir le fait annoncé. - Je vais exagérer la proportion de Benzine contenue dans le gaz et cela par un moyen bien simple, en forçant le gaz ordinaire à traverser ce long tube de verre dans lequel il y a des fragments de pierre ponce imbibés de Benzine. - Le gaz va entraîner avec lui des vapeurs de benzine qui vont se brûler au bec et vous voyez immédiatement le pouvoir lumineux qui augmente. - D'où vous doutez maintenant que les hydrocarbonés en suspension dans le gaz soient une des sources auxquelles il emprunte ses qualités éclairantes? - J'espère que cette dernière expérience aura bien nettement, bien définitivement fixé dans votre esprit toutes les propriétés de chacun des gaz qui composent le gaz d'éclairage et que nous pourrions bientôt étudier tous les phénomènes que présentent sa distribution et sa combustion.

Mais avant d'arriver là, nous avons à nous familiariser avec les propriétés de deux fluides au milieu desquels se font toutes nos expériences, dont les propriétés seront continuellement mises en jeu, évoquée par moi. - L'air et l'Eau - L'air fera l'objet de notre prochaine réunion.

COMPAGNIE PARISIENNE
D'ÉCLAIRAGE ET DE CHAUFFAGE PAR LE GAZ

CONFÉRENCES SUR LES PROPRIÉTÉS & L'EMPLOI
DU GAZ D'ÉCLAIRAGE.

4^{ME} CONFÉRENCE



25 Mai 1875.

25 Mai 1875.

Air — Atmosphère.

Messieurs,

Tous le monde chaque jour a sous toutes formes prononcé le mot d'Atmosphère et cependant je crois que peu de personnes dans ce cas savent réellement de quoi elles parlent. — On dit que l'atmosphère est lourde, que l'atmosphère est humide, que l'atmosphère est chargée de. Quelle est la valeur de ces expressions? Nous allons tâcher de nous rendre compte des propriétés et de la Composition de cette Atmosphère en l'étudiant au point de vue physique sous le nom d'atmosphère, au point de vue chimique, sous le nom d'air.

Notre Globe terrestre est enveloppé d'une couche gazeuse au milieu de laquelle se passent tous les phénomènes de la vie végétale, de la vie animale et de la vie minérale qui toutes trois, seraient impossibles sans elle. Cette enveloppe n'est pas illimitée, elle s'arrête à une certaine distance de la Terre, et si, voulant la quitter, on s'élève trop haut on se fâppé de mort. On ne peut escalader le Ciel, ni en entassant de bois sur des tours, ni en construisant une tour de Babel, ni en jetant tout le labeur de son existence. De tout temps et quels que soient les efforts humains, il y a eu et il y aura une limite à leurs succès.

Guy-Russac a pu s'élever à 7000'. — Le Lénith à 8500' mais là ne finit pas l'enveloppe gazeuse qui constitue l'atmosphère de la Terre. — On évalue à 100.000 mètres ou 100 Kilomètres la hauteur de la couche d'air qui nous enveloppe. — Au delà

c'est le vide -

Cette couche gazeuse qui enveloppe la terre est formée de deux gaz, l'Oxygène et l'Azote. Chacun de ces gaz est pesant.

1 litre d'oxygène pèse 1^{re} 429.

1 litre d'Azote pèse 1^{re} 286.

Si nous prenons un litre d'air nous trouvons qu'il pèse 1^{re} 293, poids intermédiaire entre celui de l'Oxygène et celui de l'Azote,

ou $\frac{1}{5}$ de litre d'oxygène pèse - $\frac{1 \text{re } 429}{5} = 0 \text{re } 286$,

et si nous prenons $\frac{4}{5}$ de litre

d'Azote nous trouvons que $\frac{1 \text{re } 286}{5} \times 4 = \frac{1 \text{re } 004}{5}$

et le total de ces deux chiffres = 1^{re} 290.

représente très sensiblement le poids de 1 litre d'air. Si l'air est pesant, si une couche d'air de 100 kilomètres de hauteur enveloppe notre globe, cet air doit exercer une pression sur la surface de la terre. Voilà en effet un cube de plomb, qui a un litre de capacité: je le place sur cette planche, il pèse sur la planche et comme ce cube a un poids de 11^{re} 350, il exerce sur la planche une pression = 11^{re} 350. S'il ne tombe pas c'est que la planche a la force de résister à cette pression. Si je le place sur une feuille de papier tendu, il la crevera et tombera sur la table. Si au lieu de mettre un cube de plomb je mettais un cube de sapin qui pèse 0^{re} 637^{re}, la feuille de papier le porterait parce que ce cube exerce une moindre pression que le plomb. Si je pouvais solidifier un cube d'air et le mettre à la place du cube de sapin la feuille de papier le supporterait encore mieux car il ne pèserait que 0^{re} 00129 . . .

Je vais maintenant chercher à vous faire comprendre ce que peut être la pression totale de l'atmosphère sur la surface de la terre.

Voici un vase dont la surface est précisément égale, à

1 décimètre carré. Cette surface est recouverte d'une peau solidement attachée sur ses bords. Eh bien, cette vessie supporte tout le poids d'une colonne d'air représentée par sa surface et multipliée par la hauteur de la colonne.

Si la Colonne d'air avait 1 décimètre de hauteur nous aurions surface \times hauteur = 1 litre, c'est à dire 1,293, si elle avait 1^{re} nous aurions un poids 10 fois plus fort 1,293 \times 10 = 12^{re} 93, si elle avait 100^{re} nous aurions 1,293 \times 100 = 129^{re} 3, si elle avait 1000^{re} 1^{re} 293 \times 1000 = 1293^{re} ou 1^{re} 293 - et comme nous avons dit que l'atmosphère avait 100,000^{re} de hauteur, nous avons pour le poids de la colonne d'air qui pèse sur cette vessie 1^{re} 293 \times 100 = 129^{re} 3. - Comment se fait-il, me direz-vous, que la vessie ne soit pas écrasée immédiatement par cette énorme charge? - Cela tient à une propriété des fluides, gaz, ou liquides dont les molécules sont très mobiles et transmettent en tous sens les pressions qu'ils rapportent.

Cette pression de 129^{re} 3 qui agit sur la vessie en dessus agit également en dessous la paroi membraneuse que nous considérons, nage pour ainsi dire, dans un milieu de pressions diversément dirigées qui se font équilibre les unes avec autres.

Mais si pour un instant, par un moyen spécial, je viens détruire cet équilibre, vous allez voir ce qui va se passer. Je place le vase recouvert de la membrane sur la platine d'une machine pneumatique. Au moyen de cette machine qui en une pompe à air j'enlève l'air - j'ôte la membrane dans sa partie inférieure il n'y a plus d'air, plus de pression en dessous pour faire équilibre à la Colonne d'air atmosphérique. Voilà la membrane qui fléchit - la vessie qui se baise absolument comme si je l'avais

chargé d'un poids de 12g Kilogrammes.

Nous avons supposé dans cette expérience et dans ces calculs que le litre d'air, pesant 1,293 à la surface de la terre, pesait encore 1,293 à 100,000 mètres de hauteur - Est-ce possible? Non évidemment. En ce que les couches inférieures ne supportent par le poids des couches supérieures qui doit en rapprocher, en condenser les molécules qu'elle tend à élever? -

Vous avez vu des tas de Coke dans nos Usines, des tas de 10, 15, 20 mètres de hauteur? est-ce que vous ne comprenez pas que si nous pouvions prendre 1 hectolitre de Coke à la partie inférieure du tas il serait plus lourd, plus dense qu'à la partie supérieure et qu'il pèserait plus de 40^{kg} quand l'hectolitre, pris en haut, a bien de la peine à les peser = Demandez à ceux qui s'occupent de cette manutention et ils vous diront tous que si l'on met le Coke en tas très élevé pendant l'été, il y aura, en le tirant en hiver, un déficit considérable provenant de l'écrasement des couches inférieures par le poids qu'elles ont eu à supporter.

Et bien dans l'atmosphère les choses se passent comme dans le tas de coke - Les molécules inférieures sont plus tassées que les molécules supérieures, et l'hectolitre d'air pèse plus en bas qu'en haut de ce tas d'air qui s'appelle l'atmosphère.

Nous allons au moyen d'un instrument bien connu, le Baromètre dont l'invention est due à Torricelli, mesurer exactement le poids de l'atmosphère et ensuite ses variations.

Je répète l'expérience qu'a faite Torricelli - Je prends un tube de verre qui a 90^{cm} de long; je le remplis de Mercure et le renverse ensuite dans une cuvette contenant du Mercure - Voilà le Mercure qui descend, s'écille et reste à une hauteur que je mesure et trouve = 0,760 au dessus du niveau de la cuvette

Le tube aurait 1^m, 2^m, 4^m, 10^m, le résultat serait le même - Le mercure se serait toujours arrêté à 0,760 - Je prends un tube semblable; j'y mets de l'eau et le renverse - l'eau ne descend pas comme le mercure, et si le tube avait 5^m, 6^m, 8^m, 10^m le résultat serait encore le même; mais si le tube avait 11^m l'eau descendrait comme le mercure dans le tube de 1^m et s'arrêterait à 10^m, 33 - Elle s'arrêterait également à 10^m, 33 dans un tube de 15^m - C'est l'expérience que fit Pascal à Rouen en 1646 et qui vint confirmer l'explication que l'on donnait de l'expérience de Toricelli - Pourquoi le Mercure reste-t-il à 76^{cm} de hauteur dans le tube de Toricelli? parce que le poids de l'atmosphère agit sur la cuvette et transmet de bas en haut à cette colonne une pression égale à son poids - Le Mercure reste suspendu parce que la Colonne atmosphérique fait précisément équilibre à une colonne de Mercure de 76^{cm} de hauteur - Si nous pouvons calculer le poids de la colonne nous saurons évidemment le poids de la colonne atmosphérique.

Le tube que j'ai pris pour cette expérience a une surface de 1^{cm} carré - le volume de mercure contenu dans le tube est donc de 76^{cm} cube - Or, 1^{cm} cube de mercure pèse 13,6 donc 76^{cm} pèsent 13,6 x 76 = 1033^g; donc la colonne atmosphérique soutient une colonne de mercure pesant 1033^g.

Dans l'expérience de Pascal, supposons le tube ayant une section de 1^{cm} carré - L'eau s'arrête à 10^m, 33 - le volume d'eau contenue dans le tube sera de 1033^{cm} cube. Or un centimètre cube d'eau pèse 1^g donc la colonne d'air pèse 1033^g autant que la colonne de mercure, autant que la colonne atmosphérique.

Voici une petite expérience qui nous permet de constater cette équivalence des Colonnes de Mercure et d'eau - Je n'ai

par à ma disposition un tube de 10^m.33 mais je puis réduire le phénomène, le diviser par 10 - et prendre un tube de 1^m.03, et un autre alors de 76% divisé par 10, c'est à dire de 7^m.6 - Je mets dans l'un de l'eau dans l'autre du Mercure, vous voyez qu'il y a équilibre. - Si la pression n'était pas la même en A et en B l'équilibre serait rompu - Les liquides monteraient ou descendraient. C'est ce qui arrive dans le tube de Torricelli qui n'est autre chose qu'un baromètre à cuvette. La pression n'agit pas en A puisque le tube est fermé. - Si elle diminue en B, c'est à dire si le poids de la colonne atmosphérique devient moindre, elle ne pourra tenir suspendue la même quantité, la même poids de mercure - la colonne descendra, le baromètre baissera.

Si nous mettons dans l'atmosphère un tube recouvert, ouvert à ses deux extrémités, si nous le remplissons d'eau, ou de tout autre liquide, le liquide se mettra de niveau dans les deux branches - la pression atmosphérique agira dans les deux sens, il y aura équilibre. - Mais si nous mettons une des branches en communication avec un espace limité quelconque et si dans cet espace la pression est plus grande ou plus faible que la pression atmosphérique le liquide se mettra en mouvement; la différence de niveau dans les deux branches indiquera soit le manque, soit l'excès de la pression. Voilà le tube, le manomètre (c'est le nom qu'on lui donne) en communication avec ce ballon de verre - Rien ne bouge - la pression est la même dans le ballon et dans l'atmosphère. - Je chauffe le ballon, l'air qu'il contient se dilate, acquiert une force élastique supérieure à celle de l'atmosphère, la pression augmente - Vous voyez le manomètre qui marche et comme il y a en ce moment 20% de différence entre le niveau du liquide dans les deux branches, j'en conclus qu'il y a dans le ballon une pression égale à 20% d'eau - je

remplace l'action de la chaleur par celle de ce tuyau qui est en communication avec notre canalisation de gaz - on constate une différence de 40%. - J'en conclus que le gaz a une force élastique, une pression de 40% supérieure à celle de l'atmosphère. Si au lieu d'eau, je mettais du mercure dans le tube, les phénomènes seraient les mêmes, seulement ils seraient moins sensibles, et ils le seraient 13 fois moins, car nous savons que 10^m.33 d'eau remplacent 76% de mercure et $\frac{10 \cdot 33}{76} = 136$ - En effet, au lieu de 40% de pression indiquée par le manomètre à eau, j'ai à peine 3% indiquée par le manomètre à mercure. Vous comprenez facilement pourquoi, dans les expériences sur le gaz on n'en a toujours de faibles pressions, on se sert du manomètre à eau. Nous aurons occasion de revenir sur l'emploi et la construction des manomètres pour le gaz. - Nous n'avons pour but aujourd'hui que d'en bien comprendre le principe qui se rattache pour le voyez à l'état de l'atmosphère.

Si les molécules d'air qui forment l'atmosphère ont la propriété de se condenser par la pression, par la charge, comme les morceaux d'un tas de coke, elles ont en plus la propriété de s'étendre et de se dilater indéfiniment - lorsque la pression qui agit sur elles vient à diminuer. Elles sont éminemment expansibles et ces propriétés sont d'ailleurs plus intéressantes pour nous qu'elles se rapportent à tous les gaz, aussi bien au gaz d'éclairage qu'à l'air qui constitue l'atmosphère.

Les molécules liquides se répandent lorsque le vase qui les contient se brise, mais elles ne se dispersent pas indéfiniment, vous pouvez les retrouver dans le liquide répandu. - Les molécules gazeuses se dilatent indéfiniment.

Voici un ballon complètement vide - J'y introduis un peu d'air, 20 ou 30% cubés - La capacité est de 2 litres - Et bien

il est complètement rempli d'air - d'air dilaté, mais enfin partout dans ce ballon il y a de l'air -

Voici une vessie dans laquelle il y a de l'air, de l'air à la pression ordinaire, la vessie n'est pas pleine - Je la mets sous une cloche dans laquelle je fais le vide - C'est à dire que je soustraie l'air qu'elle renferme à la pression atmosphérique - Voilà la vessie qui se gonfle - l'air intérieur se dilate et la vessie pourra ainsi éclater.

Si au lieu de diminuer la pression à laquelle l'air est soumis je venais l'augmenter je verrais que les molécules se rapprochent, se condensent et que les volumes diminuent -

On a reconnu que cette diminution des volumes suit une loi facile à énoncer et à reconnaître expérimentalement.

Voici un tube dans lequel il y a du mercure, et de l'air emprisonné par ce mercure - ce volume d'air = 1, la pression est = 1, j'y ajoute du mercure dans le grand tube, j'en ajoute précisément 76 % - c'est à dire l'équivalent d'une atmosphère - Le gaz est donc soumis à une pression = 2 - le volume est devenu $\frac{1}{2}$, pour une pression = 3 le volume devient $\frac{1}{3}$ - pour une pression = 4 le volume devient $\frac{1}{4}$ - On dit que, suivant la loi énoncée par Mariotte, « Les volumes des gaz sont en raison inverse des pressions auxquelles ils sont soumis ».

Si la pression était $\frac{1}{2}$ le volume serait = 2

— si — $\frac{1}{4}$ — si — = 4

Donc. $V : V' :: H' : H$, ou $\frac{V}{V'} = \frac{H'}{H}$.

Le poids d'un volume d'air égal à 1^{er} est 1^{er} 293, mais nous comprenons maintenant que, pour être dans le vrai il faut compléter cette expression, en ajoutant à la pression ordinaire, c'est à dire, 0.760% de mercure - pression moyenne à la surface de la terre au niveau de la mer. - Cette expression nécessaire est



devenue une Convention générale et toutes les fois que de l'air ou d'un gaz quelconque on le suppose à la pression de 0^{me} 760 sans avoir même à le spécifier.

On comprend facilement que si l'on prend un volume d'air égal à 1 litre sous la pression de 760% si on le met dans un ballon ayant 2 litres de capacité - ce volume, en vertu de la force expansive, remplira les deux litres, mais en réalité il n'y aura dans ces deux litres que 1.293 d'air et la pression ne sera que $\frac{760}{2}$, c'est à dire $\frac{1}{2}$ atmosphère - d'autre part le poids de 1 litre d'air déduit de cette expérience ne serait que $\frac{1.293}{2}$.

Maintenant nous sommes familiarisés avec les propriétés physiques de l'atmosphère qui nous environne et au milieu de laquelle se passent tous les phénomènes que nous avons à étudier. - Examinons quelles sont les propriétés chimiques de l'air qui constitue cette atmosphère.

Nous avons vu dans nos premières entretiens que l'air atmosphérique n'est pas une combinaison mais un mélange de deux gaz - Les anciens considéraient cependant l'air comme un élément - Scheele et Lavoisier ont les premiers constaté que l'air était composé de deux éléments, et Lavoisier dans un bien célèbre travail a indiqué les proportions dans lesquelles les deux gaz qui forment l'air étaient mêlés et déterminé les propriétés de chacun d'eux - Les appareils dont disposait Lavoisier n'étaient pas assez parfaits pour lui permettre de doser exactement les deux gaz contenus dans l'air mais les résultats de ses expériences qui indiquent, 27% d'oxygène - 73% d'azote, étaient pour ainsi dire corrigés à l'avance par sa merveilleuse sagacité, et il n'estimait pas à plus de 23% la quantité d'oxygène qui devait exister dans l'air - Les travaux postérieurs de Brunner, Gay-Lussac, Dumas et Boussingault, Regnault,

Levy, on fixe la composition de l'air à... 20,9, d'oxygène.
79,1. d'azote.

Les procédés d'analyse sont difficiles en exécution mais simplen en principe - Le gaz oxygène est absorbé par bien des Corps, le cuivre, le phosphore, l'hydrogène, etc. L'azote au contraire est inerte, se combine difficilement avec d'autres Corps. On peut donc doser l'air atmosphérique en en prenant un volume connu, faisant absorber l'oxygène par le phosphore et mesurant le volume restant - L'expérience se fait lentement à froid. Elle a été faite à l'avance dans cette éprouvette où l'on a mis il y a qq jours 100^g d'air et un morceau de phosphore Arjoud'hui il reste 80^g d'azote, 20^g ont disparu.

Pour reconnaître l'Azote à sa propriété d'éteindre un corps en combustion - Je vais faire très rapidement l'expérience en remplaçant le temps par la chaleur - Je mets dans cette cloche de l'air - 50^g d'air et un morceau de phosphore, je chauffe légèrement - le phosphore fond, brûle - absorbe l'oxygène - Il reste 40^g d'azote.

Les procédés perfectionnés de M. M. Brunner, Dumas et Boussingault ont pour principe l'expérience que je viens de répéter devant vous.

L'air ne contient-il pas autre chose que de l'oxygène et de l'azote? - Si vous vous rappelez ce que nous avons vu dans une précédente conférence vous devez dire - oui - Je vous ai fait voir qu'un bec de gaz, en brûlant, faisait de l'acide carbonique et vous ai fait voir que la respiration faisait de l'acide carbonique - Il n'a pu se retrouver dans l'atmosphère. En voici la preuve.

Ce tube à boules a été rempli d'eau de chaux, il communique avec ce tube qui prend l'air dans la cour et avec cet aspirateur qui détermine un courant d'air à travers les boules.



Il y a déjà passé 200 litres d'air pour voyer que trouble il s'en forme du carbonate de chaux. On pourrait en le pesant savoir ce qu'il y a eu d'acide carbonique absorbé par conséquent ce que l'air en renferme. - On arrive ainsi à 0,0004 - ou, 0,0006 - en volume, c'est-à-dire que dans 10,000^l d'air ou 10^m cubes, on trouve 4 à 6 litres d'acide carbonique.

Vous vous demandez peut-être comment il se fait que l'air ne contient pas plus d'acide carbonique puisque toutes les respirations humaines ou animales, toutes les combustions, becs de gaz, lampes, foyers etc, en jettent continuellement et depuis des siècles de véritables torrents dans l'atmosphère - Voyons par exemple ce que le gaz d'éclairage en brûlant peut produire d'acide carbonique.

Je prends un gaz moyen ayant pour composition.

C ² H ⁴	-----	60
C ⁴ H ⁴	-----	8
H	-----	20
AZ, CO ² , et divers	-----	12
		100

et comme les calculs en poids sont plus simples que ceux en volume nous allons d'abord transformer ces volumes en poids.

60 ^l C ² H ⁴ en volume représentent en poids =	28 ^g
8 ^l C ⁴ H ⁴	= 10, 16
20 ^l H	= 1, 78
12 ^l AZ CO et divers	----- = 15, 01
100.	64, 95

Vous allons maintenant écrire comment chaque quantité en poids se décompose :

$$60 \text{ l. } C^2 H^4 = 28 \text{ g qui renferment } \left\{ \begin{array}{l} 21. \text{ Carbone.} \\ 7. \text{ hydrogène.} \end{array} \right.$$

8 ^l . C ⁴ H ⁴ = 10,16 qui renferment	$\left\{ \begin{array}{l} 8,70 \text{ Carbone.} \\ 1,46 \text{ hydrogène.} \end{array} \right.$
7. CO = 8,73 --- 8 ^e ---	
	$\left\{ \begin{array}{l} 3,76 \text{ Carbone.} \\ 4,97 \text{ Oxygène.} \end{array} \right.$
20 H = 1,78 --- 8 ^e ---	$\left\{ \begin{array}{l} 1,78 \text{ hydrogène} \end{array} \right.$
5 AZ = 6,28 --- 8 ^e ---	$\left\{ \begin{array}{l} 6,28 \text{ Azote.} \end{array} \right.$
100. 00	54,95 54,95.

à ne croyez pas que, pour faire ces chiffres il a fallu passer par des calculs bien effrayants, bien difficiles: pas le moins du monde, de simples proportions, des règles de trois voilà tout. Voulez-vous que nous en fassions un ensemble. Celui relatif à l'hydrogène bicarboné (C⁴H⁴).

Nous savons que 100^l de gaz contiennent 8^l. C⁴H⁴ — quel sera le poids de ces 8 litres?

Nous multiplions le poids de litre d'hydrogène bicarboné c'est à dire 1.^{er} 270 par 8 et nous trouvons 10^{er} 16. — Maintenant nous cherchons ce qu'il y a de carbone dans 10^{er} 16 d'hydrogène bicarboné — Or nous savons que le poids de son équivalent est: $\left\{ \begin{array}{l} \text{Carbone } 300 \\ \text{hydrogène } 50 \end{array} \right\}$ ce qui fait 350. Si, 350^{er} C⁴H⁴ contiennent 300^{er} C évidemment 10^{er} 16 en contiendront X^{er}.

$$350 : 300 :: 10,16 : X = \frac{300 \times 10,16}{350} = 8,70.$$

Voilà ce qu'il y a de carbone dans 10^{er} 16 ou dans 8 litres d'hydrogène bicarboné. — Un calcul tout à fait analogue nous donnera les autres chiffres du tableau.

Maintenant revenons au tableau que nous avons fait tout à l'heure.

Prenons l'hydrogène protocarboné — que donnera-t'il d'acide carbonique en brûlant? La quantité d'hydrogène protocarboné inscrite = 28^{er} contient 21^{er} de carbone.

Combien 21^{er} de carbone oxygène — ille d'oxygène pour former l'acide carbonique. — C'est encore une proportion, analogue à celle que nous avons faite tout à l'heure, qui va nous le dire —

L'équivalent de carbone c'est à dire 75 de carbone oxygène 200 d'oxygène — 21 de carbone oxygène, X.

$$75^{\text{C}} : 200^{\text{O}} :: 21^{\text{C}} : X^{\text{O}} = \frac{200 \times 21}{75} = 56^{\text{O}}$$

donc les 21 de carbone s'uniront à 56 d'oxygène pour faire 56 + 21 = 77^{er} d'acide carbonique.

Il nous trouverons de même que 8,7 de Carbone renfermé dans l'hydrogène bicarboné oxygène 23,2 d'oxygène pour former 8,7 + 23,2 = 31,9 d'acide carbonique. — Enfin, 7 d'oxyde de carbone renferment, 3,76 de carbone qui oxygène 9,92, d'oxygène — pour former 3,76, plus 9,92 = 13^{er} 68 d'acide carbonique. L'hydrogène ne fera pas d'acide carbonique — L'Azote pas d'avantage, donc en résumé les 100^l que nous avons examinés formeront:

par la combustion de l'hydrogène protocarboné:

	77 ^{er} 00 d'acide carbonique.
par celle de l'hydrogène bicarboné	31 ^{er} 90 8 ^e
par celle de l'oxyde de carbone	13, 68 8 ^e
par celle de l'hydrogène	0, 00 8 ^e
par celle de l'Azote	0, 00 8 ^e
	en total.. 122 ^{er} 58,

par conséquent nous en concluons que 100^l de gaz d'éclairage en brûlant doivent produire 122^{er} 58 d'acide carbonique. Il nous est facile de savoir ce que cela représente en litres.

Puisque nous savons que le litre d'acide carbonique pèse 1^{er} 973 — évidemment 122^{er} 58 représentent $\frac{122,58}{1,973} = 62,1$ d'acide carbonique — C'est à dire, qu'un bec de gaz consommant 100^l à l'heure jette 62^l 1 d'acide carbonique dans l'atmosphère — soit 621^l par mètre cube brûlé.

La fabrication du gaz à Paris, ayant été de 186 000 000 de mètres cubes sur lesquels nous retranchons 10 % pour les fuites, les allumages, en un mot pour le gaz non brûlé il reste 167 400 000^e cube de gaz brûlé ayant produit 103, 955^e 000^e cubes de gaz acide carbonique - ce qui fait en moyenne 284, 808 m³ cubes par jour.

Dans un travail peu exact aujourd'hui, puisqu'il remonte à une trentaine d'années, époque où la ville de Paris n'avait ni la même superficie, ni la même population ni le même éclairage, Monsieur Bousisingault estimait à 2, 944, 641 mètres cubes la quantité d'acide carbonique produit par notre Capitale et par jour.

Il doit donc vous sembler bien étonnant que nous puissions impunément donner à l'atmosphère de pareilles quantités d'acide carbonique, et que la proportion trouvée par de Saussure, par Étienard, au commencement de ce siècle soit encore la même aujourd'hui. Tout a été prévu dans la nature, rien ne vient du hasard; à côté de l'animal qui respire et fait de l'acide carbonique, à côté du bec de gaz qui brûle et fait de l'acide carbonique, il y a la plante qui pousse verdoyante, il y a l'arbre qui grandit - or, que fait-il à la plante? que fait-il à l'arbre pour vivre et se développer? beaucoup de carbone - Où on trouve-t-ils? dans l'acide carbonique, produit par la respiration et par la combustion.

C'est aujourd'hui un fait bien acquis à la science - Les travaux d'Inghenouze, de Sembur, de Outrochez, puis de M^l. Bousisingault, ont établi que les plantes, sous l'influence de la lumière solaire, prennent à l'atmosphère du carbone en décomposant l'acide carbonique que les animaux et les combustions produisent incessamment. - Elles s'assimilent le carbone et



rejettent l'oxygène dont les animaux et la combustion ont besoin. Ce sont donc elles qui rétablissent l'équilibre dans la composition de l'Atmosphère - et c'est à ce jeu des plantes que nous devons de vivre sous une atmosphère toujours semblable et de pouvoir impunément exercer notre Industrie Gazière qui verse dans l'air des millions de litres d'acide carbonique, qui loin d'être un embarras, un danger, sont une richesse pour la vie végétale.

Tout va ici en face d'un arbre, d'un chêne, qui va être abattu et fournir tant en gros qu'en petit bois, 10 stères ou 10^e mètres cubes de bois qui pèseront environ 9000^{kg} et contiendront 25 % ou 1/4 d'eau, c'est à dire, 2250^{kg}. - Il reste donc 9000^{kg} - 2250^{kg} = 6750^{kg} de bois qui renferme encore 3 % de cendres, ou 200^{kg} 25. Le reste sera du carbone, de l'hydrogène et de l'oxygène formant le tissu ligneux, la Cellulose, (Arbutin, Cawr, etc.).

Le carbone entre pour 3240 Kilog. dans la composition des Ligneux. - Or pour trouver 3240^{kg} de carbone il faut 11,880^{kg} ou 6021000^{m³} d'acide carbonique - Comme nous avons estimé à 10395000 mètres cubes la production annuelle de l'acide carbonique par les becs de gaz brûlés à Paris pour voyez qu'ils fournissent le Carbone nécessaire à la formation complète de 17 chênes, rendant chacun 10 stères de bois. - Un bon un chêne qui fournit 10 stères de bois c'est un arbre de 36 centimètres de diamètre moyen qui a 1^m 13 de circonférence moyenne et 7 mètres de hauteur.

arbut), représenterait une forêt de 154 hectares

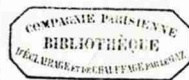
Vous pouvez donc, quand vous aurez des abonnés
s'espérer de la quantité de gaz qu'ils brûlent, les consoler
en leur faisant valoir les bienfaits qu'ils répandent sur la
vie végétale à faire miroiter à leurs yeux les bénéfices que
trouvent dans la consommation du gaz les arbres qu'ils
peuvent posséder à Paris ou dans son voisinage.

C'est aujourd'hui un jeu bien usé que le
travaux d'Inghenour, de Sennebur, de Ostroch
M. Boussingault, ont établi que les plantes, sous
la lumière solaire, prennent à l'atmosphère du
décomposant l'acide carbonique que les animaux
produisent incessamment. Elles s'assimilent le Ca

COMPAGNIE PARISIENNE
D'ÉCLAIRAGE ET DE CHAUFFAGE PAR LE GAZ

CONFÉRENCES SUR LES PROPRIÉTÉS & L'EMPLOI
DU GAZ D'ÉCLAIRAGE.

5^{ME} CONFÉRENCE



1^{er} Juin 1875.

1^{er} Juin 1875.

Messieurs,

L' Eau.

L' Eau était considérée par les anciens comme un corps simple - Nous avons vu dans une précédente conférence que cette croyance était une erreur. Nous avons soumis l' eau à un courant électrique et nous en avons retiré deux gaz, de l' hydrogène et de l' oxygène. - Nous allons aujourd'hui répéter une expérience faite par Lavoisier et Laplace qui nous prouvera que l' électricité n' est pas nécessaire pour décomposer l' eau.

Dans un tube de porcelaine nous mettons de la tournure de fer - Nous chauffons ce tube au rouge, et sur ce fer ainsi chauffé, nous faisons passer de la vapeur d' eau, à l' autre extrémité du tube de porcelaine se trouvent un tube et une éprouvette disposés pour recueillir les produits gazeux. Or, le produit gazeux que nous recueillons est inflammable, très léger, brûle avec une flamme peu éclairante, éteint un corps en combustion. - Ne sont-ce par là tous les caractères du Gaz hydrogène. -

Si nous pesons le tube rempli de tournure de fer, nous verrons qu' il a augmenté de poids que le fer est en outre devenu noir - il s' est oxydé, c' est à dire chargé d' oxygène. - D' où vient cet oxygène ? de l' eau décomposée. - Nous pouvons donc dire que l' eau est formée d' oxygène et d' hydrogène.
Si l' eau en se décomposant fournit de l' oxygène et de

l'hydrogène il semble naturel de penser que l'hydrogène en se combinant avec l'oxygène doit former de l'eau. - Ce qui revient à prouver par la synthèse ce que nous avons déjà prouvé par l'analyse.

Synthèse de l'eau.

Prenez un appareil donnant un dégagement de gaz hydrogène. Enflammons avec précaution ce gaz hydrogène et recueillons les produits de la combustion, en plaçant une cloche au dessus du jet de gaz enflammé. - Nous verrons bientôt les parois de la cloche se recouvrir d'une couche de vapeur d'eau qui en altérera la transparence et plus tard des gouttelettes d'eau viendront tomber dans l'assiette de porcelaine que nous avons disposée au dessous de la cloche.

L'eau ne se forme pas ainsi seulement par la combustion de l'hydrogène pur. - Si au lieu d'hydrogène pur nous brûlons du gaz hydrogène protocarboné, ou bicarboné il y aura également production d'eau. - Nous allons donc sous cette autre cloche brûler du gaz d'éclairage. Vous voyez les mêmes phénomènes se passer. L'eau ruisselle également sur les parois de la cloche. Donc, quand il y a combustion soit de l'hydrogène pur, soit d'un hydrogène carboné il y a formation d'eau.

L'eau est un liquide transparent, inodore, sans saveur, incolore. Ce sont là ses propriétés essentielles - mais elles ne sont pas absolues. - Et la température de 0°, l'eau se solidifie. - à la température de 100° elle se vaporise. Par conséquent si nous vivions à une température constante de 0° nous dirions que l'eau est un solide. Et si nous vivions dans une température de 100° nous dirions que l'eau est un gaz.

Lorsque l'eau est refroidie jusqu'à 0° elle se solidifie - sous cet état elle se nomme glace. - En se solidifiant l'eau augmente de volume - augmentation qui est d'environ 0.07 de

Congélation de l'eau.

son volume. - Si nous enfermons dans un tube de fer d'eau, si nous faisons congeler cette eau elle prend un volume égal à 1000 cc + 70 cc, c'est à dire 1070 cc, or le tube de fer ne pourra renfermer 70 cc de plus que sa capacité il éclatera. - C'est ce qui va arriver à ce tube rempli d'eau que nous avons disposés dans un mélange réfrigérant qui va congeler l'eau qu'il renferme.

Lorsqu'on la chauffe l'eau se dilate aussi et nous ferions éclater ce tube en chauffant l'eau qu'il renferme au lieu de la refroidir. Mais lorsque l'eau est chauffée il arrive un moment où elle se dilate d'une manière particulière, elle quitte son état liquide et passe à l'état gazeux. Dans ces conditions un thermomètre centigrade placé dans le liquide qui se vaporise marque 100°.

Ebullition.

On a pris en effet pour les deux limites pour les deux points fixes de notre thermomètre centigrade - 1° le point où l'eau passe à l'état solide, à l'état de glace. - C'est le 0, et 2° le point où elle boue c'est le 100°. - L'intervalle entre le 0 et ce point culminant étant divisé en 100 parties - Dans le thermomètre Réaumur il n'est divisé qu'en 80 parties.

Il ne faudrait pas croire cependant que l'eau ne se vaporise qu'à la température de 100°. à toute température, même à 0°. l'eau tend à se vaporiser - seulement à 100° la vaporisation se fait sous une forme spéciale, tumultueuse, que l'on désigne sous le nom d'ébullition.

Si je besoin de vous prouver que l'eau se vaporise, s'évapore à toute la température? Vous savez bien qu'un vase rempli d'eau se vide peu à peu, que l'eau s'en va et s'évapore plus facilement que le vase est plus large, que l'air est plus agité, que la température est plus élevée. - Une expérience que je vais

faire devant vous ou vous prouver qu'il y a encore autre chose que la température qui influe sur la vaporisation de l'eau.

Voici de l'eau à la température ordinaire. Certes elle ne bouill pas - Je mets la carafe qui la contient en communication avec une pompe qui me permet de retirer l'air, de faire le vide, j'entrouve en un mot la pression atmosphérique qui agit sur l'eau - pression que nous avons récemment appris à connaître et à mesurer - Voilà la pression complètement ou presque complètement enlevée. Eh bien vous le dites vous même, l'eau bouit, et cependant il n'y a pas de feu sous la carafe - et cependant l'eau bouillonne absolument comme celle qui est dans le vase voisin, lequel est placé sur un fourneau bien allumé.

Ainsi, fourni de la chaleur à l'eau ou lui enlever de la pression, c'est arriver au même résultat, à l'ébullition : mais si nous regardons le thermomètre dans le 1^{er} vase qui est là sur le feu nous voyons qu'il marque 100° - quant à la carafe où nous faisons le vide elle nous dit où en est sa température, car elle est remplie de glace - d'une part l'eau a bouilli à 100° de l'autre à 0°.

Eh bien, Messieurs, ceci nous amène à conclure que l'eau se vaporise à toute température et que le phénomène de l'ébullition se produit lorsque le liquide émet des vapeurs qui font équilibre à la pression qu'il supporte.

L'eau bouit à 100° quand la pression atmosphérique est = 0,760 ou 1 atmosphère. - L'eau bouit à 50° quand la pression est 0,091 et à 0° quand la pression est = 0,004, - par conséquent, si le poids de l'atmosphère qui nous environne venait à changer, si au lieu d'être de 1,033 par centimètre carré se signalait une colonne de mercur de 0,760 il se réduirait à 1,033 ou 0,0076, l'eau bouillirait en ébullition à 7° et nous la considérions presque toute l'année comme

une vapeur comme un gaz que l'hiver seul nous ferait passer à l'état liquide.

Nous savons que la pression atmosphérique n'est pas invariable; que le baromètre peut baisser ou monter - il doit s'en suivre que le phénomène de l'ébullition ne doit pas être inamovible - En effet un bon thermomètre bien gradué marque 100° dans l'eau bouillante, lorsque la pression est = 0,760; Si elle est plus faible il marquera moins, plus forte il marquera plus. Or, comme la hauteur du baromètre diminue à mesure que l'on s'élève dans l'atmosphère il doit s'en suivre que l'eau bouit à une température moins élevée au sommet d'une montagne qu'au niveau de la mer - C'est en effet ce qui se passe. Au sommet du mont Blanc l'eau bouit à 84° à Quito, à la mitaine d'Antisana dans les Cordillères - plus bas encore.

Je puis mettre sous vos yeux la photographie d'un pays, si l'on peut appeler ainsi un amas de condrac, de lavas, situé à 5400^m au dessus du niveau de la mer - Cette photographie a été prise dans les Cordillères à une hauteur de 5400^m par une personne que vous connaissez tout, M. de Mont-Serrat, qui, en compagnie de M. Dollfus a fait dans ces montagnes 18 ascensions qui ont établi la carte géométrique de régions inconnues - A cette altitude le baromètre marquait 0,410 au lieu de 0,760, et l'eau bouillait sous cette faible pression à 68° au lieu de 100° - C'est vous dire que les haris explorateurs de ces cimes volcaniques n'auraient pu, la hant obtenir ni un bon pot au feu ni un œuf dur, car une eau bouillant à 68° ne saurait congeler l'albumine qui exige une température de 72°.

Vapeurs.

Si l'ébullition de l'eau est avancée par la diminution de pression, elle doit être retardée lorsque la pression augmente - C'est ce qui a eu lieu en effet si au lieu de laisser le vase dans lequel

le liquide est chauffé en communication libre avec l'atmosphère de façon que les vapeurs qui se forment puissent se détacher librement, on ferme complètement le vase; les vapeurs formées s'accumulent dans le vase, la pression augmente devient égale à 1 fois, 2 fois $0^{\text{m}}/760$, c'est-à-dire égale à 1, à 2 atmosphères, l'ébullition est retardée, le thermomètre marque 121° au lieu de 100° , quand l'ébullition commence: nous sommes alors dans les conditions de la chaudière à vapeur qui est un vase complètement fermé, à parois résistantes, dans lequel on chauffe de l'eau jusqu'à ce que sa vapeur ait atteint une température telle que la pression qu'elle exerce sur les parois de la chaudière soit arrivée à 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 atmosphères. — dans ce cas les températures de l'eau se sont élevées à 100, 0 — 120, 6 — 133, 9 — 144, 0 — 152, 2 — 159, 2 — 165, 3 — 170, 8 — 175, 8 — 180, 3 — et la pression que la vapeur exerce par 1 centimètre carré de surface, devient successivement $1033^{\text{g}} \times 1, 7, 2 \dots \times 10$ — C'est cette pression que l'on utilise dans les machines à vapeur. — Vous comprenez de suite que, plus la pression sera considérable dans la chaudière, plus, à dimensions égales, la machine à vapeur aura de puissance. Voici en effet une petite machine à vapeur; le piston de cette machine a une surface totale de 8 centimètres carrés. — La chaudière nous indique que la pression de la vapeur qu'elle renferme est de 3 atmosphères — sa température est = $133^{\circ}, 9$, elle exerce une pression de $1033^{\text{g}} \times 3$, c'est-à-dire 3099^{g} ou $3^{\text{k}}.099^{\text{g}}$ par centimètre carré, par conséquent le piston de la machine supporte une pression totale de $3^{\text{k}}.099 \times 8, 24^{\text{k}}.792^{\text{g}}$ — si nous augmentons la pression de la chaudière si nous montons à 5^{at} , la pression par centimètre carré sera = $5^{\text{k}}.165$ et la pression sur la surface du piston deviendra $41^{\text{k}}.320$ — La machine aura donc acquis une plus grande puissance — puissance que l'on ne devra bien

entendre lui donner que si ses organes sont construits solidement pour la pouvoir transmettre.

Il doit vous faire remarquer combien la différence de température devient minime pour passer d'une atmosphère à une autre à mesure que l'on s'élève dans l'échelle de pression: de 1 à 2 atmosphères — vous avez 20° de différence, de 9^{at} à 10^{at} vous avez $4^{\circ}, 5$ et de 19^{at} à 20^{at} $2^{\circ}, 6$ — Vous comprendrez par ces considérations que l'on doit surveiller très attentivement la conduite du feu dans une machine marchant à haute pression, (9 atmosphères je suppose) puis qu'en élevant la température de $1^{\circ}, 5$, on augmente tout de suite la pression de 1 atmosphère, tandis qu'entre 4 et 5 atmosphères l'on a $8^{\circ}, 2$, de latitude.

Nous avons dit tout à l'heure que l'eau se vaporise à toutes les températures même à 0° ; qui à cette température sa vapeur avait déjà une force élastique = $0^{\circ}, 004$. — La température est généralement supérieure à 0° l'eau soit émettre des vapeurs, il doit donc en exister dans l'air, dans l'atmosphère.

Voici une expérience qui nous le prouve.

Ce vase métallique est rempli de glace, sa surface est fermée par de la vapeur d'eau et même dans ce flacon placé au dessous nous pourrions recueillir de l'eau condensée. — D'où vient elle? — de l'atmosphère — donc cette atmosphère en contient. Nous pourrions même savoir combien l'atmosphère en contient. Voici un aspirateur qui fait passer l'air de l'atmosphère dans ce tube rempli d'une substance très avide d'eau, très absorbante. Ces tubes ont été tarés à l'avance sur cette balance de précision — Nous savons la capacité de l'aspirateur, par conséquent le nombre de litres d'air qui ont passé sur le tube nous pourrions en déduire la quantité d'eau existant

Eau atmosphérique.

sous un volume donné d'air. Cette quantité n'est pas toujours la même et suivant qu'elle est plus ou moins grande on dit que l'air est plus ou moins humide. Mais je dois vous mettre en garde contre une expression qui n'est pas absolument exacte qui est une phrase banale en dehors des principes physiques.

L'eau émet des vapeurs à toutes les températures, nous l'avons dit et vu; mais l'atmosphère peut contenir des quantités variables d'eau réduite en vapeur. Il n'est pas absolument nécessaire que l'atmosphère contienne toute la quantité d'eau qui serait en rapport avec sa température, qu'il soit saturé - c'est l'expression consacrée.

Voilà une cloche, qui a 5 litres de capacité: elle repose sur une assiette, dans cette assiette il y a une couche d'eau et voilà 48 heures que l'appareil est en place. L'atmosphère sous la cloche est bien calme, rien ne la dérange, l'eau a émis des vapeurs et l'atmosphère s'est saturée de vapeur d'eau. Comme la température est je suppose de 10° nous savons par une table spéciale que la force élastique de la vapeur d'eau est = $9\frac{7}{10}$ 165. Or dans ces conditions le volume de vapeur d'eau et par suite le poids d'eau contenu dans l'air de la cloche est = 60^{cc} et pèse $0^{\text{g}} 046$. Voilà donc le poids de vapeur d'eau que peut contenir une capacité de 5 litres d'air, quand cet air est saturé, quand la température est de 10° .

Si nous supposons maintenant que l'air n'ait pu trouver dans l'assiette que $0^{\text{g}} 023$ d'eau au lieu de $0^{\text{g}} 046$, évidemment l'air n'aura pas pu prendre $0^{\text{g}} 046$ là où il n'y avait que $0^{\text{g}} 023$, dans ce cas l'air n'aura pas pu se saturer il sera humide seulement et l'on désigne sous le nom d'humidité ou

Espaces salués

d'état hygrométrique de l'air le rapport qui existe entre la quantité d'eau réellement contenue dans l'atmosphère qui s'y trouverait dans le cas où cette atmosphère serait saturée.

Il nous voyons donc par ces considérations que l'air peut contenir une quantité d'eau maximum - qui est en rapport avec la température - qu'il peut ensuite contenir des quantités variables d'eau qui constituent son état hygrométrique ou sa fraction de saturation.

L'air n'est jamais absolument humide, ni est jamais absolument sec. Pour qu'il devienne complètement humide il faut qu'il soit en contact forcé avec un excès d'eau; on l'obtient, par exemple, à traverser un vase, un tube rempli d'un corps poreux, imprégné d'eau, ou bien qu'il soit mis en contact avec des surfaces nombreuses, étendues, recouvertes d'eau - qu'il traverse par exemple un compteur sous les ailettes formant des surfaces humides continuellement renouvelées.

Pour que l'air soit absolument sec il faut que, par des moyens analogues, il soit mis en présence de substances avides d'eau... La chaux, la potasse fondue, le chlorure de calcium, l'acide sulfurique concentré.

L'étude de l'eau répandue dans l'atmosphère constitue cette partie de la physique météorologique que l'on appelle l'hygrométrie.

On a observé que, dans nos climats, l'air n'est jamais saturé - jamais absolument sec. L'air le plus humide contient environ 0,500 de la vapeur d'eau qu'il renfermerait à l'état de saturation et 0,14 lorsqu'il est le plus près de la sécheresse absolue.

Comment arrive-t-on à se rendre compte facilement de la

Hygrométrie:



13.
quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air et par suite du rapport entre la quantité réelle et la quantité théorique à l'état de saturation.

Je n'insisterais certainement pas sur cette question si les gaz, si le gaz d'éclairage, ne se comportaient pas comme l'air et si l'état hygrométrique du gaz ne jouait pas un grand rôle dans la marche des compteurs, dans la canalisation où il est nécessaire l'emploi des siphons, dans les distributions intérieures où il anime les condensations et le dansement des bacs de gaz.

Avant de vous dire comment on détermine les quantités réelles de vapeur d'eau renfermées dans l'air, renfermées dans le gaz, je vais tâcher de vous faire voir ce qui se passe lorsque l'air est mis en contact avec l'eau.

Voici d'abord un ballon de verre qui est chauffé à 50° , dans ce ballon nous faisons arriver de l'air, qui a traversé un appareil dans lequel il est mis en présence d'un excès d'humidité. L'air a donc pu y prendre autant d'eau qu'il a voulu. — Cet appareil c'est un flacon rempli de morceaux d'éponge imbibée d'eau. Il est à la température de 10° . — Le courant d'air passe, le ballon est resté bien clair, nous n'y voyons aucune condensation.

Voici maintenant un autre appareil semblable; mais ici c'est le flacon à éponge qui est chauffé à 50° et le ballon ne l'est pas, il est à la température ambiante. — Le courant d'air passe, le ballon se ternit. — Nous voyons à l'intérieur un dépôt d'humidité. C'est l'air chargé de vapeur à 50° qui laisse dans le ballon la quantité de vapeur d'eau qu'il a en trop pour la température à laquelle il descend. — L'air se refroidit la vapeur d'eau se condense.

Supposez que ce flacon est un compteur placé dans une

pièce chaude. que ce ballon est un tuyau de gaz passant après le compteur dans un endroit plus froid. — L'eau au compteur se condensera dans le tuyau.

Voici encore une expérience qui vous familiarisera je l'espère avec ces phénomènes.

Dans ce tube rempli d'eau on a fait passer lentement un courant d'air très sec. L'air est desséché par des substances absorbantes. Vous voyez que le niveau de l'eau dans le tube a baissé et baissera encore pendant que nous parlerons d'autre chose.

À côté un tube semblable est traversé par de l'air, en même quantité, mais cet air là, est humidifié, saturé au lieu d'être desséché. — Le niveau de l'eau ne change pas pourquoi? — Dans le 1^{er} tube, l'air arrive à 10° mais sans eau — il en trouve dans le tube et en prend; l'eau diminue s'évapore. — Dans le 2^e tube l'air arrive chargé de l'eau qu'il peut contenir à 10° — il n'a pas besoin d'en prendre il ne peut même pas en prendre puisqu'il est saturé. — Ce que nous faisons avec de l'air nous pourrions le faire et nous le ferons avec du gaz, les résultats seront les mêmes.

N'avez-vous pas reconnu dans ces expériences les phénomènes qui se passent dans les compteurs. Ne saisissez-vous pas bien maintenant pourquoi l'eau qu'ils renferment s'évapore et nécessite les nivellements? N'avez-vous pas compris que du gaz très froid et très humide enlève peu d'eau, que du gaz très chaud et très sec en enlève beaucoup — N'avez-vous pas compris que si le gaz était saturé de vapeur d'eau au moment de son entrée dans le compteur, il ne lui enlèverait pas d'eau, — il ne le dessécherait pas. — C'est là le principe d'un compteur que vous avez pu voir

à lequel est adjointe une espèce de bûche ou le gaz se sature d'eau avant d'entrer dans le tambour - Il prend donc à la bûche et non plus au compteur. - Si le niveau baisse dans la bûche ce n'est pas un inconvénient, le mesurage n'est pas altéré.

Vous voyez Messieurs combien de semblables exemples pris en passant dans la pratique, doivent vous encourager dans ces études, un peu théoriques pour le moment. - Vous voyez combien, un jour ou l'autre, vous serez récompensés de la bienveillante attention que vous apportez à ces conférences, car vous pourrez de vous mêmes, sans moi, trouver l'explication de faits ou d'appareils nouveaux que vous rencontrerez dans votre service.

Maintenant que vous avez bien vu tous ces phénomènes relatifs à la vapeur d'eau renfermée dans l'air, dans les gaz, il ne me reste que peu de mots à vous dire pour vous faire connaître comment on se rend compte de la quantité de vapeur d'eau contenue dans l'air atmosphérique ou dans le gaz - car les vapeurs se comportent dans les gaz comme dans l'air. - L'eau émet ses vapeurs à toutes les températures, plus la température est élevée plus la vaporisation est intense, plus les vapeurs ont une force élastique considérable. - jusqu'à 100° où elles font précisément équilibre à la pression de l'atmosphère. Une table des tensions de vapeur construite par M. Regnault donne ces chiffres de 20° à + 35° de dixième en dixième de degré - On suppose bien entendu que l'air est saturé de vapeur d'eau. - Ainsi dans un compteur, quand la température est 10° - La table indique que la force élastique de la vapeur d'eau = $9\frac{7}{10}$ - 165 à 20° $17\frac{7}{10}$ 391 à 35° $41\frac{7}{10}$ 827.

Et bien si la température était de 35° on pourrait savoir

que la force élastique est seulement de 17-391 - on conclurait que 17-391 dans précisément la force élastique de la vapeur à 20°, le gaz ne contient pas tout ce qu'il peut contenir de vapeur d'eau, qu'il n'est pas saturé, mais qu'il le serait si la température baissait à 20°. - Et si la température baissait encore, si elle arrivait à 10° la force élastique ou tension de la vapeur d'eau ne pourrait plus être 17-391, c'est à dire, que l'eau ne pourrait plus être à l'état de vapeur, elle retomberait à l'état liquide elle se condenserait. - Il s'agit donc, si l'air est saturé de connaître sa température pour connaître la force élastique de la vapeur d'eau qu'il renferme, et s'il n'est pas saturé, de savoir à quelle température il faudrait abaisser cet air pour qu'il fût saturé - Ceci vous semble un peu abstrait, un peu difficile à saisir mais, nous aidés d'une expérience, nous allons prendre les phénomènes sur le fait.

Voici un vase en métal bien poli - Il est plein d'eau - la température de cette eau comme celle du vase est de 25°, c'est à dire celle de l'atmosphère de la pièce. - Je veux savoir si l'air de cette pièce est saturé de vapeur d'eau ou s'il est bien sec, ou moyennement sec. - Je mets de la glace dans le vase; le thermomètre baisse, la surface métallique est toujours bien brillante; j'ajoute de la glace, la température baisse encore; j'agite le liquide, nous voilà à 20°, 18°, enfin 15°. - Mais la surface du vase se ternit, je le vois, elle se ternit de plus en plus. - j'espère que vous le voyez maintenant - le phénomène a commencé à 15° c'est à dire qu'au moment où la surface métallique a été à 15° - la couche d'air en contact avec cette surface s'est aussi abaissée à 15°, la vapeur d'eau que renfermait cette



couche d'air est tombée de 25° à 15° et à 15° elle n'a pu rester à l'état de vapeur. Elle s'est condensée sur la surface. Donc la force élastique de la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère est précisément celle qui conviendrait à un espace saturé à la température de 15° .

La table des tensions nous dit que cette force élastique est précisément = $12\frac{7}{100}$ 699. Donc la vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère de cette pièce à une force élastique = $12\frac{7}{100}$ 699 et non $17\frac{3}{100}$ 391 qui serait celle correspondante à son état de saturation.

On appelle précisément, comme je vous le disais en commençant, état hygrométrique ou fraction de saturation de l'atmosphère le rapport entre ces deux forces élastiques.

Si nous divisons $12\frac{7}{100}$ 699, force élastique correspondante au thermomètre du vase, par $17\frac{3}{100}$ 391 force élastique correspondante au thermomètre extérieur, nous aurons $\frac{f}{F} = 0,73$ - ce qui veut dire que l'air contient 73 % de la vapeur qu'il pourrait contenir s'il était complètement saturé.

Supposons que le thermomètre ait marqué 10° au lieu de 15° quand la rosée a terni le vase à 10° $f = 9.165$, on aurait alors $\frac{f}{F} = \frac{9.165}{17.391} = 0,526$ - au lieu de 0,730.

Si l'on veut ensuite savoir la quantité réelle de vapeur d'eau renfermée dans 1^m Cube d'air ou de gaz, sous on a déterminé la fraction de saturation il faut arriver à des calculs compliqués et pour vous les éviter j'ai préféré construire à l'avance une table vous donnant les résultats tout faits.

En quelques mots maintenant je vais vous mettre



au courant des dernières propriétés de l'eau dans terminons l'étude dans cette conférence.

L'eau dissout un grand nombre de corps solides comme le sucre, liquides comme l'alcool, gazeux comme l'acide carbonique ou l'ammoniaque. Ses propriétés dissolvantes doivent vous faire comprendre que l'eau que nous trouvons dans la nature ne doit jamais être pure. - Pour l'obtenir à l'état de pureté il faut la faire bouillir, la distiller. C'est ainsi que l'on se procure l'eau dont on a besoin dans les laboratoires de chimie, dans la pharmacie, la photographie et quelques autres opérations industrielles.

Mes messieurs se terminent nos études préliminaires, études que je considérais comme nécessaires avant d'entreprendre avec vous l'étude de tous les phénomènes qui se présentent dans l'emploi du gaz. - Dans notre prochaine conférence nous reviendrons au gaz d'éclairage et nous étudierons les phénomènes généraux de la combustion, les propriétés des mélanges d'air et de gaz ce qui nous conduira à l'étude des machines à gaz qui les utilisent.

COMPAGNIE PARISIENNE
D'ÉCLAIRAGE ET DE CHAUFFAGE PAR LE GAZ

CONFÉRENCES SUR LES PROPRIÉTÉS & L'EMPLOI
DU GAZ D'ÉCLAIRAGE.

6^{ME} CONFÉRENCE



8 Juin 1875.

8 Juin 1875

Messieurs,

Combustion.

Les études que nous avons terminées dans la dernière conférence nous permettent d'aborder aujourd'hui tous les phénomènes qui accompagnent l'emploi du gaz et, pour commencer par le commencement, nous allons ouvrir ce robinet qui communique avec nos réservoirs, avec nos Gazomètres. Vous entendez le gaz qui s'échappe; il se répand dans l'atmosphère; j'approche une allumette, il s'enflamme et brûle comme une torche avec impétuosité en donnant une flamme très éclairante mais dont l'usage serait bien restreint si nous ne savions pas la disposer autrement. Si au lieu de ce orifice béant, de ce trou, je prendrai, pour faire écouler le gaz, un orifice spécial convenablement disposé les phénomènes sont autres. J'ai ici une flamme libre mais calme. Ici une flamme plus calme encore, toutes deux éclairantes.

Pour le gaz comme pour les autres corps combustibles il a fallu imaginer les moyens de les brûler commodément.

Dans ce vase nous avons du suif - nous pourrions l'allumer - mais si l'on n'avait jamais eu d'autres moyens de s'éclairer, il est probable que l'on n'en aurait jamais connu les veilles. Dans cet autre vase nous avons de l'alcool qui brûle mais encore d'une manière tout à fait sauvage, comme un tas de bois. Il a donc fallu, après avoir trouvé que la graisse était combustible, créer la chandelle; après avoir trouvé que le gaz était combustible et éclairant créer le bec à gaz.

Si, à côté de ce flammé réverbère, je vous présente une chandelle, une lampe à esprit de vin, un bec de gaz vous voyez resuite comme la matière combustible est soumise, réglementée et donne abondamment de la lumière (Chandelle - bec de gaz) et de la chaleur (Lampe à alcool).

Si au lieu d'allumer le gaz nous l'avions, comme je le fais ici, laissé partir dans l'atmosphère, nous aurions d'abord senti son odeur caractéristique peu agréable mais précieuse pour la sécurité de tous puisqu'elle indique sa présence. — Que serait devenu ce gaz ainsi répandu dans l'atmosphère? Il y aurait formé des mélanges d'air et de gaz. — Mais vous savez bien maintenant que dans le gaz il y a de l'hydrogène bicarboné, de l'hydrogène, que dans l'air il y a de l'oxygène et que ces gaz réunis forment des mélanges détonnants qui produisent de violentes explosions.

Je me propose aujourd'hui d'étudier avec vous les principes généraux de la combustion du gaz - et ensuite les propriétés des mélanges qu'il peut former avec l'air atmosphérique.

Toute combustion, celle de l'huile, comme celle de la graisse, comme celle de l'alcool, comme celle du charbon, est un phénomène chimique dans lequel la substance liquide ou solide se transforme en produits divers solides, liquides gazeux avec accompagnement d'un dégagement de chaleur et de lumière. Toutes les combustions cependant ne sont pas accompagnées d'un dégagement de lumière - mais toutes ont pour agent indispensable l'air atmosphérique et ont besoin de trouver dans cet air l'oxygène - L'oxygène est le gaz comburant par excellence et à ce titre il mérite que nous fassions avec lui plus ample connaissance.

Oxygène. - Nous l'avons entrevu déjà dans les produits de la

décomposition de l'eau, c'est lui qui se rendait au pôle négatif de la pile qui nous a servi à la décomposer. Lui qui s'est combiné avec le fer pendant que l'hydrogène se dégageait, c'est lui qui restait sur le cuivre quand un tube chauffé au rouge décomposait l'air et nous permettait d'en isoler l'azote. Enfin nous avons vu l'oxygène uni au carbone former l'oxide de carbone (CO), l'acide carbonique (CO₂).

L'oxygène est un gaz incolore inodore, très peu soluble dans l'eau, non inflammable mais activant la combustion à laquelle il est indispensable.

Un corps présentant un point en ignition, une allumette par exemple, se rallume dans le gaz oxygène. Quelques expériences vous vont faire voir mieux que toute description les propriétés comburantes de l'oxygène.

Un morceau de charbon de bois qui a peine à brûler dans l'air donne une flamme vive dans l'oxygène, le phosphore donne une lueur éblouissante.

La densité du Gaz oxygène $D = 1,1056$

Le litre d'oxygène pèse - 1,437.

Le gaz oxygène se trouve dans l'air atmosphérique; mais on ne peut l'en extraire parce que l'on ne possède pas de corps susceptible d'absorber l'azote - Un grand nombre de corps sont formés d'un métal uni à l'oxygène; on les désigne sous le nom d'oxide, la litharge, le Minium sont des oxides de plomb, la chaux est un oxide de calcium, il y a encore l'oxide de fer, l'oxide de Manganèse, et bien d'autres - Parmi ces oxides il y en a que l'on peut décomposer et qui laissent dégager plus ou moins de leur oxygène. C'est sur ce principe qu'est fondée la préparation de l'oxygène

qui est sous vos yeux.

(Dans une cornue de tôle on calcine à haute température du bioxyde de manganèse qui laisse dégager une partie de l'oxygène qu'il renferme.)

Etal est, Messieurs, le gaz qui alimente toutes les combustions, sans lui elles sont impossibles; elles seraient au contraire trop possibles si le gaz oxygène se trouvait à l'état de pureté dans l'atmosphère. Aussi nous avons constaté que l'air atmosphérique ne contient que 20,8 d'oxygène ou 79,2 de gaz azote - gaz inerte, sans action chimique, gaz qui étend l'oxygène pour que nous puissions le respirer, comme on étend l'eau, l'alcool pur, l'acide acétique pur quand on veut en faire de l'eau de vie ou du vinaigre que nous puissions boire - Si nous voulons maintenant bien analyser les phénomènes de la combustion je ne connais rien de plus complexe à vous présenter qu'une chandelle et ne croyez pas qu'en prenant une chandelle nous allions bien en arrière de nos bœufs de gaz - Une chandelle n'est par autre chose qu'une usine à gaz qui distille en suif au lieu de distiller du charbon - La mèche est la cornue qui s'imbibe de suif liquéfié par la chaleur, chaleur qui transforme le suif en vapeur ou gaz inflammable, brûlant ensuite au contact de l'air avec une flamme éclairante. Voulez-vous voir ces vapeurs, ces gaz, soufflez la chandelle, les voit-ils qui se dégagent visiblement, et si vous présentez à ces vapeurs une allumette, vous pouvez les enflammer et rallumer la chandelle - Si vous examinez avec attention la constitution de cette flamme vous verrez à la partie inférieure une zone très peu éclairante, c'est le départ des gaz qui ne sont pas encore en contact intime

avec l'air, qui sont naissantes; plus haut la flamme plus éclairante, les gaz sont mieux brûlés, mais plus haut encore presque à l'extrémité que vous voyez le maximum de lumière, là où les gaz et les corps qu'ils entraînent sont à la température la plus élevée - En dessous vous ne voyez rien, il y a cependant quelque chose, il y a le courant des produits de la combustion; produits que nous retrouvons et reconnaissons facilement en faisant brûler la chandelle sous une cloche sur les parois ruisselantes de vapeur d'eau et qui viennent troubler l'eau de chaux, indice certain de la présence de l'acide carbonique. Après avoir examiné la flamme d'une chandelle examinons celle que fournit un bec de gaz hydrogène pur.

Tout va très bien bon de la lumière que nous avions tout à l'heure - c'est à peine si vous voyez la flamme. De près cependant vous reconnaîtrez encore une partie plus éclairante que l'autre - celle où la combustion est plus complète; dans les produits de la combustion de l'hydrogène vous trouverez de l'eau, vous l'avez vu l'autre jour, mais pas d'acide carbonique et cela par une bonne raison c'est que l'hydrogène pur ne contient pas de carbone.

Eh bien, Messieurs, cette absence de carbone dans un combustible, lui enlève sa valeur éclairante et c'est pour vous faire bien retenu ce fait que j'ai voulu vous faire revoir cette flamme de gaz hydrogène.

On admet en effet que les propriétés éclairantes des flammes proviennent de leur richesse en carbone; on dit que ce sont les particules charbonneuses de la flamme élevée à une haute température qui lui communiquent son intensité lumineuse.

6.
Tous voyons en effet que les substances les plus riches en carbone donnent, lorsqu'elles sont combustibles, les flammes les plus éclairantes. — Prenons deux gaz.

$C^2 H^4$ Hydrogène proto-carboné.

$C^4 H^2$ Hydrogène bi-carboné.

c'est l'hydrogène bi-carboné qui est le plus éclairant.

Prenons deux liquides :

$C^4 H^8 O^2$ Alcool

$C^4 H^8 O$ Ether.

c'est l'éther qui est le plus éclairant, vous le voyez facilement.

Prenons enfin,

$C^{75} H^{70} O^8$ = la graisse.

$C^8 H^6$ = la benzine,

plus riches en carbone que tous les corps précédents, elles brûlent avec une flamme plus éclairante.

Quant aux particules charbonneuses, avant de vous en faire voir l'influence, il faut que je tâche de vous en faire constater la présence. Je présente une lame de carton dans la flamme de la chandelle — vous voyez le cercle noir que j'obtiens — La lame de carton a refroidi la flamme, empêché la combustion d'être complète, le charbon s'en dépose.

La flamme de la térébenthine, de la benzine, laissent voir ce carbone car elles en contiennent une telle quantité que brûlées à l'air libre la combustion est incomplète et une partie de leur carbone est rendue visible et constitue du noir de fumée. Voulez-vous voir l'influence de ces particules solides sur la flamme?

Je prends celle de l'alcool qui est très peu éclairante et j'y introduis avec ce soufflet une poudre de résine, de Lycopode; vous voyez combien la flamme devient éclairante.

Enfin voici un bec de gaz qui brûle à l'air libre en prenant de l'air qui a l'extérieur — sa flamme est vacillante mais elle dépose facilement du noir de fumée sur une chandelle —

Maintenant j'augmente la quantité d'air brûlé pour la même quantité de gaz, le pouvoir éclairant diminue, mais j'ai peine à obtenir du noir de fumée, c'est à dire du carbone non brûlé.

Vous voyez, Monsieur, que toute combustion a pour agent indispensable l'oxygène, que toute flamme est produite par des gaz élevés à une haute température, et que le pouvoir éclairant de la flamme est due aux particules charbonneuses qui se trouvent entraînées dans cette flamme.

Enfin, si la quantité d'oxygène fournie à la flamme est trop considérable, les particules de charbon sont brûlées complètement et le pouvoir éclairant de la flamme diminue.

Pour vous bien faire saisir cette influence de l'air sur la combustion je vais prendre ce bec de gaz.

C'est un bec circulaire à 30 jets modifié pour les besoins de l'expérience.

J'ouvre le gaz et j'allume; le gaz s'échappe par les 30 jets — il brûle avec une flamme éclairante mais vacillante et fumeuse. Cette flamme ne peut prendre et ne prend d'air qu'à l'extérieur; à l'intérieur seulement elle est en contact avec l'air.

Au centre de la couronne qui porte les jets il y a un trou qui se termine par ce tube qui est bouché — Si j'ouvre ce trou la flamme devient resuite moins fuligineuse elle est toujours éclairante — Maintenant sur le bec je mets une cheminée en cristal, un verre — Cette cheminée active



l'arrivée d'air par le tube, tout en permettant aussi l'arrivée de l'air autour de la flamme - Voilà donc cette flamme attaquée par 2 courants d'air énergiques - le noir de fumée n'existe plus, les particules charbonneuses sont portées à une haute température, la flamme est éclairante, aussi éclairante que possible - à nous verons plus tard qu'un bec d'éclairage est bon lorsqu'il y a de bons rapports entre les courants d'air intérieur et extérieur, lorsque la cheminée détermine une activité convenable des courants.

Nous étudions aujourd'hui seulement les principes généraux de la combustion, plus tard nous en étudierons les détails et les applications.

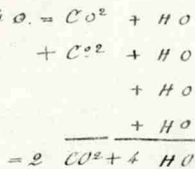
Votre voyage d'Espagne commença s'enchaîne la série de nos études - dans nos premières conférences nous avons appris à connaître le gaz, l'oxygène, l'air, l'acide carbonique etc. aujourd'hui ces connaissances nous permettent d'attaquer sans hésitation les phénomènes de la combustion et avec ce que nous apprenons aujourd'hui nous pourrions plus tard, couramment examiner, approfondir, juger tous les appareils employés pour brûler le gaz.

Revenons maintenant à notre bec de gaz qui brûle bien qui a une bonne combustion et examinons le tirage d'air par le tube intérieur, au moyen de ce ventilateur qui fournira un accès d'air - Voilà la combustion qui change de nature, la flamme devient blanchâtre et moins éclairante - J'espère que cette dernière expérience vous aura bien familiarisé avec les phénomènes de la combustion et que vous saisissez l'influence que l'air peut avoir sur toutes les combustions.

Nous avons maintenant à examiner comment les

les combustions se font au milieu de l'atmosphère qu'elles lui empruntent et comment elles peuvent la composition.

Toute combustion a besoin d'oxygène et prend cet oxygène à l'air atmosphérique qui en contient pour vous le rappeler 20% - Cette absorption de l'oxygène, sa transformation en acide carbonique ont été déjà étudiées par nous et vous retrouverez ici une expérience que vous avez déjà vue - Un bec de gaz brûle sous cette cloche, nous forçons les produits de la combustion à traverser ces tubes remplis de ponce sulfurique qui ont été pesés à l'avance puis ensuite une éprouvette contenant de l'eau de chaux - Au bout d'un certain temps nous constaterons que les tubes ont augmenté de poids et que l'eau de chaux se trouble - donc il y a eu, pendant la combustion, formation d'eau, formation d'acide carbonique - Rien de plus facile pour nous que d'expliquer et même de mesurer les quantités produites. Les hydrogènes carbonés comme l'hydrogène pur forment en se combinant avec l'oxygène de l'eau et de l'acide carbonique -



c'est à dire que l'équivalent ou 200 d'hydrogène proto-carboné absorbe 8 équivalents ou 800 d'oxygène pour former 2 équivalents d'acide carbonique et 4 équivalents d'eau -

$$C^2 H^4 + 8 O = 2 CO^2 + 4 H O.$$

On trouverait de même que l'hydrogène bicarboné

(C⁴H⁴) absorbe 12 équivalents d'oxygène. C⁴H⁴ + 12O = CO² + 4H²O
 L'hydrogène pur absorbe aussi de l'oxygène pour former de l'eau H + O = H²O
 L'oxyde de carbone forme de l'acide carbonique CO + O = CO².
 Vous voyez donc que la combustion du gaz prend à l'air de l'oxygène et lui en prend beaucoup et cela dans un temps rapide.

Il nous avona vu déjà dans une précédente conférence que 100^l de gaz produisaient 122 g d'acide carbonique ou 62 litres... Or, comme nous savons que 225 d'acide carbonique représentent une absorption de 200^g d'oxygène; les 122 g d'acide carbonique correspondent à 88^g 7 ou $\frac{88,7}{1,457} = 62$ litres d'oxygène.

Le tableau que nous venons de consulter nous indique que dans 100^l ou 54^g 95 de gaz on trouve 115 litres ou 10^g 24 de gaz hydrogène qui pour se transformer en eau exigent 81^g d'oxygène ou 57, 5 litres. — En résumé 100^l ou 54^g 95 de gaz d'éclairage renferment 33, 46 de carbone qui exigent 89^g 12 ou 62 litres d'oxygène + 10^g 24 d'hydrogène qui exigent 80, 2^g ou 57 litres d'oxygène.

Donc 100^l de gaz d'éclairage en brûlant consomment 88,7 + 81 = 169^g 7 ou 62 + 57 = 119 litres d'oxygène qu'ils empruntent à l'atmosphère et d'après la composition connue de l'atmosphère (80 Azote 20 d'oxygène) il faut 590 litres d'air pour fournir les 118 litres d'oxygène nécessaires à la combustion — en négligeant ce qui serait nécessaire à la combustion des quelques autres principes combustibles qui peuvent se trouver dans le gaz d'éclairage — Vous voyez donc la grande quantité d'air qui est indispensable à la combustion — au moins 6^m par mètre cube de gaz

et vous comprendrez facilement que, pour avoir une combustion complète dans de bonnes conditions, une combustion complète il faut laisser un libre accès à l'air — et ne jamais oublier qu'en fournissant de l'air à la combustion il y a toujours 80^g de principe inactif, inutile, c'est-à-dire d'azote.

Examinez la cloche sous laquelle brûle notre bec de gaz — son ouverture est large — il vous semble que l'air a toute facilité pour se mettre en contact avec la flamme et lui fournir l'oxygène sous elle a besoin et cependant la flamme n'a pas son intensité complète; à la partie supérieure de la cloche il y a un dépôt noirâtre; c'est du carbone, ce qui nous indique que la combustion est incomplète. — Je vais maintenant retirer le tube qui, placé à la partie supérieure de la cloche, est destiné à faire passer sous l'eau de chaux les produits de la combustion.

Voilà la flamme qui change d'aspect, devient éclairante vous avez-tout les symptômes d'une bonne combustion, et cependant l'ouverture inférieure n'a pas changé, l'air a le même accès, — seulement, nous laissons un libre échappement aux produits de la combustion; tout ce qui se forme, ou acide carbonique, s'échappe vivement par le trou percé de la cloche; de l'air frais remplace activement celui qui est brûlé, la flamme se trouve continuellement en présence de l'oxygène qui lui est nécessaire tandis que tout à l'heure elle se trouvait au milieu des produits même de sa combustion, au milieu de l'air dont elle s'était servi et dont elle ne voulait plus.

Si bien, Messieurs, ne concluez vous pas de cette expérience que, pour avoir de bonnes combustions, il faut fournir à la flamme de l'air en quantité suffisante, mais

aussi donner aux produits de la combustion, le moyen de s'échapper facilement.

C'est-à-dire que vous devez en plus que ces produits de la combustion doivent être rendus le plus vite possible à l'atmosphère extérieure si nous opérons dans un espace clos ?

Vous l'avez pressenti, vous l'avez deviné et c'est à peine si j'ai besoin de vous faire voir cette cloche où brûle une bougie et que nous plaçons au dessus de celle où brûle notre bec de gaz. — Vous voyez que la bougie s'éteint quand elle se trouve au milieu des produits de la combustion.

Vous avez terminé tout ce qui se rattache à la combustion — nous avons vu quel était son principe, ce qui lui était nécessaire pour vivre, ce qu'elle produisait en vivant et quand nous examinerons les appareils qui brûlent le gaz nous serons facilement en mesure d'en discuter les qualités et les défauts.

Voyons maintenant les phénomènes qui se passent lorsqu'au lieu de brûler le gaz à sa sortie des tuyaux on le laisse échapper dans l'atmosphère et se mêler à l'air.

Il faut pour étudier ces phénomènes que nous prenions quelques précautions — nous n'allons pas opérer en grand car il faut nous attendre à des mélanges détonnants, à des explosions. — Nous pouvons bien risquer de casser quelques flacons mais non de briser les vitres administratives, ce qui aurait en plus l'inconvénient de troubler le travail de nos camarades.

Faisons donc nos petites explosions en famille.
Voici des flacons dans lesquels il y a.

1°	5	} de gaz	} d'air	à 95
2°	10			" 90
3°	15			" 90
4°	20			" 80
5°	25			" 75
6°	30			" 70

Nous allons successivement les ouvrir et allumer les mélanges qu'ils renferment.

Tout voyez ou plutôt vous entendez la différence des explosions.

Nous en concluons donc que l'air doit être mêlé à l'air dans certaines proportions pour former un mélange détonnant, par conséquent lorsqu'il y a une fuite de gaz dans un espace clos, dans une chambre, dans une devanture de boutique, il faut toujours craindre la présence d'une lumière et si une imprudence l'y amène il peut y avoir une explosion plus ou moins grave, plus ou moins intense suivant les proportions dans lesquelles l'air et le gaz se trouveront mêlés.

Comme il faut savoir se rendre compte de tout, même de ce qui est un mal et un danger, examinons ce qui se produit lorsqu'il y a explosion d'un mélange d'air et de gaz et cherchons l'explication des phénomènes désastreux qui l'accompagne. — Lorsque le gaz et l'air mêlés font explosion, l'eau qui se forme ne peut exister qu'à l'état de vapeur et de vapeur très diluée, le gaz acide carbonique, l'azote échauffé se dilate, leurs volumes augmentent. Si vous avez un mélange d'air et de gaz à 10 ou 15% quand il s'enflamme, les produits de la combustion occupent instantanément un volume bien plus grand, auront une force

expansive considérable qui brisera les obstacles qui voudraient la retenir.

Supposons maintenant que cette explosion soit produite non plus dans un vase ouvert mais dans un cylindre fermé de 1^l de capacité à parois résistantes - que se produira-t-il ? Une pression considérable sur les parois du cylindre, pression qui sera précisément de 5 à 6 atmosphères.

Si nous remplaçons le fond du cylindre par un piston mobile, ce piston sera poussé en avant comme il le serait par de la vapeur ou par de la vapeur à 6 atmosphères de pression et la force totale de poussée sera égale à la surface du piston en centimètres carrés multipliés par 1.033² multipliés par 6.

Supposons ce piston dans un cylindre, quand il sera arrivé à l'extrémité de sa course - produisons une explosion analogue de l'autre côté du piston il sera chassé de nouveau - ce sera un mouvement de va et vient alternatif et si nous pouvons le rendre continu, puis le transformer en mouvement circulaire nous aurons une machine analogue à la machine à vapeur.

Tout cela messieurs vous naturellement amené à parler des machines à gaz - Je n'ai certes pas l'intention de vous transformer en mécanicien, vous avez déjà bien assez à faire sans cela - Mais je sais que vos fonctions vous mettent plus ou moins en rapport avec des industriels qui emploient ou veulent employer la machine à gaz - je crois donc qu'il est bon que vous sachiez un peu ce que sont ces machines.

La plus ancienne et la plus répandue à Paris jusqu'à

ce jour c'est la Machine Lenoir - machine horizontale employant l'électricité - machine dont vous avez vu la sous-œuvre un petit modèle.

Vous voyez qu'elle rappelle beaucoup la machine à vapeur par sa forme - Dans ce cylindre arrive au moyen d'un tiroir de distribution du gaz (10%) et de l'air 90% - L'air et le gaz se mélangent dans le cylindre où ils sont aspirés par le piston lui-même.

Lorsque le piston avance il se forme un vide derrière lui et comme ce vide est en communication avec l'air et le gaz il n'est pas étonnant qu'il se vienne remplir le cylindre - Lorsque le piston arrive au milieu de sa course la communication du cylindre avec l'air et le gaz se ferme - une étincelle électrique met le feu au mélange et le piston est poussé en avant - Les mêmes mouvements, les mêmes phénomènes se passent de l'autre côté et le piston revient - le tiroir d'échappement est chargé après l'explosion de permettre au cylindre de se vider - d'évacuer les gaz brûlés.

Quant à l'électricité qui doit agir tantôt en avant, tantôt en arrière, elle est fournie par deux éléments de Bunsen de 22^c et une bobine Ruhmkorff, elle est envoyée aux inflammateurs par le distributeur circulaire que vous voyez sur l'arbre de la machine.

Vous avez vu tout à l'heure que les gaz produits au moment de l'explosion étaient à 1200^c Une pareille température doit évidemment échauffer le cylindre de la machine et l'échauffer au point d'en altérer les organes - C'est pour obvier à ce inconvénient que le cylindre de la machine possède une double enveloppe dans laquelle on fait circuler de l'eau qui le rafraîchit.

cette eau peut provenir d'un courant fourni par les tuyaux de la ville ou d'un réservoir disposé ad hoc.

Parmi les accessoires de la machine à gaz il en est un qui vous intéresse tout particulièrement, car il règle les rapports de la machine avec l'éclairage. C'est ce que l'on appelle la poche à gaz. Elle a pour résultat d'empêcher le fonctionnement de la machine de troubler les éclairages voisins. Vous savez tous que si dans une pièce il y a 2 lustres à 5 lumières je suppose, si l'on éteint les 5 becs de l'un à la fois, les becs de l'autre monteront. Si l'on rallume instantanément les 5 premiers les autres baisseront et si cette manœuvre se renouvelait toutes les secondes on aurait évidemment un éclairage vraiment insupportable. Eh bien la machine n'est elle pas un lustre qui s'allume et s'éteint à chaque instant 120 fois par minute et la machine fait 60 tours. Lorsque le piston fait une demi course il prend du gaz. Puis le robinet le tenir ce ferme tout à coup. Les molécules gazeuses qui marchaient avec une certaine vitesse se frappent contre l'obstacle qui leur barre le passage, rebondissent en arrière et jettent le trouble dans les conduites. Mais si l'on a le soin de mettre un peu avant la machine une poche en caoutchouc, à parois flexibles - c'est la poche qui recevra le premier contre coup, se dilatera et le gaz ne sera pas trouble plus loin. Seulement pour que cet effet se produise complètement il ne faut pas que la poche soit entièrement gonflée de gaz que ses parois distendues deviennent pour ainsi dire inertes. Pour arriver à ce résultat il faut la machine étant en marche, régler la poche par le robinet qui est toujours placé au dessus, jusqu'à ce

qu'elle devienne un peu molle et représente une véritable respiration. Dans ces conditions le gaz ne dans dans ni chez les voisins, ni chez l'abonné et si vous avez des plaintes à ce sujet regardez en arrivant chez l'abonné le robinet au dessus de la poche vous le trouverez grand ouvert.

Malgré quelques défauts, qui n'ont pu disparaître complètement, la machine créée par Lenoir en 1860 et perfectionnée par la Compagnie Parisienne s'est répandue dans la petite industrie à qui elle rend de grands services. Cependant la nécessité d'employer l'électricité qui est un peu délicate dans son fonctionnement, la nécessité surtout d'avoir à sa disposition une grande quantité d'eau, ont fait chercher par bien des Ingénieurs le moyen de faire mieux. Je n'ai pas à vous parler de ces tentatives mais je dois vous faire connaître une machine qui a figuré à l'exposition de 1867 et dont la Compagnie a dans ces derniers temps entrepris la construction et favorisé la vente. C'est la machine verticale système de M. M. Langen et Otto. Dans cette machine le mouvement est obtenu également par l'explosion du gaz, mais dans de toutes autres conditions que celles de la machine Lenoir.

Un cylindre vertical très long est alésé intérieurement et renferme un piston qui porte une tige crémaillère. Lorsque le piston est en bas du cylindre et sion à être soulevé, un mélange d'air et de gaz entre dans le cylindre par le trou. Un bec de gaz enflamme le mélange et l'explosion chasse le piston à l'extrémité du cylindre. Aussitôt que l'explosion a eu lieu les gaz chauds se refroidissent, la vapeur d'eau formée se condense, il se forme une contraction

des volumes gazeux, par suite un vide au dessous du piston - La pression atmosphérique agit à la partie supérieure du piston et tend à le faire descendre avec une puissance qui constitue celle de la machine - force qui dépendra du diamètre du piston et par suite de sa surface, et du vide produit au dessous. Peu à peu le piston redescend au bas du cylindre qui se charge à nouveau d'eau mélange retournant et les mêmes phénomènes se répètent.

Je n'ai maintenant qu'à vous faire comprendre comment le piston peut monter aussi librement pendant que la machine tourne sans être gênée par les résistances auxquelles elle est attelée.

La crémaillère agit sur une roue dentée que vous voyez sur le dessin qui vous est soumis - Cette roue dentée représente si vous voulez le bandage d'une roue pleine calée sur l'axe de la machine - La roue dentée peut glisser sur le moyeu et glisserait dans les 2 sens, en avant comme en arrière s'il n'y avait pas une disposition particulière entre la roue et le moyeu.

En effet, la roue porte à sa circonférence intérieure des entailles en forme de plan incliné dans lesquelles sont logés des galets ou rouleaux - Lorsque le piston monte il pousse les galets vers la base du plan incliné ils peuvent rouler librement sur eux-mêmes - quand le piston descend au contraire il tend à pousser les galets dans la partie plus étroite de l'entaille - Ils rencontrent alors la surface du moyeu intérieure - il y a coïncidence immédiate, soudure momentanée de la roue avec le moyeu, tout de suite dans la machine et le piston en descendant entraîne l'axe, entraîne le volant - la machine a acquis sa force - force qui se trouvera

renouvelée à chaque coup de piston et pourra devenir à $\frac{1}{4}$ de cheval, $\frac{1}{2}$ cheval, 1 cheval, 2 chevaux etc.

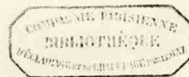
La machine verticale n'emploie pas l'électricité, c'est un avantage, elle n'exige que très peu d'eau de rafraîchissement, parce que le cylindre se trouve à chaque coup, en présence de l'air qui peut le refroidir, ensuite la chaleur doit être évidemment proportionnelle à la quantité de gaz brûlé et la machine verticale consomme à force égale, moitié de ce que brûle la machine horizontale - L'une consomme à peine 1^m de gaz par cheval et par heure, l'autre consomme au moins 2^m cubes.

Je n'ai pu mettre ici sous vos yeux une machine verticale de la force de $\frac{1}{4}$ - Mais vous pourrez en voir un spécimen dans les magasins de la Compagnie, vous jugerez par vous-même combien sa construction son fonctionnement sont peu élégants et vous entendrez le bruit qu'elle fait. Elle n'aurait certes jamais pu lutter avec sa rivale si elle ne présentait l'avantage d'une consommation moindre en gaz et si elle ne pouvait presque se passer d'eau pour le rafraîchissement du cylindre - Ce sont là en effet les considérations qui le font souvent préférer à la machine horizontale, machine coquette gracieuse qui peut sans bruit fonctionner dans les appartements, machine frappée d'un cachet d'élégance toute Française qui toujours manquera à la machine verticale.

COMPAGNIE PARISIENNE
D'ÉCLAIRAGE ET DE CHAUFFAGE PAR LE GAZ

CONFÉRENCES SUR LES PROPRIÉTÉS & L'EMPLOI
DU GAZ D'ÉCLAIRAGE.

7^{ME} CONFÉRENCE



15 Juin 1875.

7^{ème} Conférence.

15 Juin 1875.

Messieurs,

J'aura comme à d'habitude maintenant le gaz dans toutes ses applications. J'aura même terminé dans notre dernière conférence l'étude des phénomènes physiques et chimiques auxquels son emploi peut donner lieu et j'espère que si parfois elle était à pu vous paraître un peu abstrait, un peu scientifique, vous serez récompensés de cette attention si soutenue et si bienveillante par l'intérêt qu'elle va donner à tout les faits que nous allons rencontrer dans le domaine essentiellement pratique que nous allons parcourir.

Le gaz distribué, par les tuyaux et la canalisation est amené vers le consommateur par le branchement qui se termine par le robinet d'admission; de robinet d'admission il arrive au Compteur et c'est après son passage dans le compteur qu'il entre dans la consommation, qu'il entre dans le domaine que nous avons à parcourir ensemble.

Et c'est alors, qu'il est la nature des tuyaux employés? quel est le métal ou plutôt quelle sont les métaux qui les forment? quelle sont les propriétés de ces métaux, quels sont les moyens employés pour réunir, souder ces tuyaux ensemble?

Le métal le plus généralement employé c'est le plomb. Nous nous allons rapidement énumérer les propriétés physiques et chimiques.

Le Plomb est un corps simple que l'on rencontre dans la nature non pas à l'état natif mais sous forme de sulfure de plomb ou galène et de carbonate de plomb ou plomb blanc. Le

plomb est un métal très anciennement connu. Il est blanc blanchâtre mais se ternit rapidement à l'air. Il se moue, se laisse rayer par l'ongle à l'eau sur le papier. Il est lourd, sa densité = 11,465, il fond de 326° à 340° suivant sa pureté, il est peu attaquable par les acides sulfurique chlorhydrique.

Le plomb chauffé au contact de l'air s'oxyde, se couvre d'une pellicule d'air jaune appelée litharge; si l'on prolonge l'action de la chaleur on obtient le minium, substance rouge, qui mêlée à de l'huile forme ce mastic bien connu de tous et si souvent utilisé pour les arts.

Enfin le plomb s'unit à l'acide carbonique pour former un carbonate de plomb, bien connu aussi sous le nom de ceruse - que vous voyez employer tous les jours.

Bien que de propriétés du plomb le désignent pour former les conducteurs destinés à distribuer le gaz ce pendant longtemps il a été le seul métal employé à cet usage.

Il est à peu près inaltérable à l'air et à l'eau, il est flexible et assez flexible pour être travaillé sur place suivant les besoins des installations. Il peut se souder à lui-même (Soudure autogène) ou être réuni au moyen de la soudure à l'étain, qui n'exige pas une haute température et peut facilement être exécutée sur place. Enfin on a pu faire et l'on fait avec le plomb des tuyaux de tous diamètres qui ne sont pas d'un prix trop élevé depuis surtout que l'emploi du gaz en a généralisé la fabrication; cette fabrication est arrivée à fabriquer un tube de plomb de 13 % de diamètre ayant 1/16 d'épaisseur pourant 1^{er} 035 à raison de 65, 70, 76 francs les 100 K^g suivant les cours du métal qui varie de 48 à 55^{fr} les 100 K^g.

Les tuyaux en plomb sont fabriqués par des procédés mécaniques rapides qui permettent seule d'arriver à des prix aussi minimes quand on les compare à la valeur du métal brut.

La fabrication des tuyaux en plomb sans soudure ne remonte

qu'à 1825. Les premiers essais sont dus à M. Sieber mécanicien. En 1828 M. Sieber eût des brevets à la Maison Kramer et C^{ie} de Mulhouse. Enfin il fallut encore 4 ou 5 ans pour que cette fabrication fut franchement acceptée dans le commerce.

L'industrie du gaz qui en avait le plus grand besoin, était à cette époque encore en enfance, son développement rapide assura celui de la nouvelle fabrication. M. Falguères à Marseille, M. M. Lagoutte et fils à Paris, M. M. Morel et C^{ie} ensuite et enfin M. Darnelès perfectionnèrent cette fabrication dont l'avenir était assuré et dont vous devez comprendre le développement par celui de l'industrie du Gaz de 1838 jusqu'à nos jours.

On fait des tuyaux en plomb de divers diamètres et, pour un même diamètre, de différentes épaisseurs. Ceux qui sont destinés aux distributions d'eau, c'est-à-dire à de fortes pressions doivent avoir une plus grande épaisseur que ceux destinés au gaz qui n'ont à subir que des pressions insignifiantes, 4, 5, 10, 12 % d'eau. Cependant on ne doit pas admettre l'emploi de plomb trop mince, à cause des pressions, de choc que les tuyaux peuvent recevoir de l'extérieur. Pour les colonnes montantes installées par la Compagnie on emploie les plombs suivants.

Diamètre intérieure.	Épaisseur.	Poids du mètre.
20 mm	3 mm	2 ^k 450
27 mm	4 mm	4 ^k 400
35 mm	4 mm	5 ^k 550
40 mm	4 mm	6 ^k 250
55 mm	5 mm	10 ^k 500
80 mm	6 mm	18 ^k 000
108 mm	6 mm	24 ^k 500

Les plombs les plus employés pour la distribution du gaz sont ceux de 10^m 13^m 15^m 20^m 25^m 30^m 35^m 40^m 55^m, ils doivent avoir au moins 2^m d'épaisseur pour des tuyaux de 10 à 15^m de diamètre intérieur et 2^m 5 de 20 à 30^m et enfin 3^m 5 de 35^m à 50^m.

Vous avez dans ce tableau des échantillons de plombs les plus usuels avec indication de l'épaisseur, le poids de métal convenant et le prix d'achat chez les fabricants au cours de 68^e % K^{rs}.

Diamètres intérieurs	Épaisseur	Poids de métal	Prix d'achat	
			en K ^{rs}	en C ^{ts}
0, 0,10	2 ^m	0 K. 850	"	57
0, 0,13	2 ^m	0 K. 950	"	64
0, 0,15	2 ^m	1 K. 250	"	82
0, 0,20	2 ^m 1/2	2 K. 000	1	28
0, 0,25	3 ^m	2 K. 900	1	85
0, 0,27	3 ^m	3 K. 400	2	17
0, 0,30	3 ^m	3 K. 600	2	30
0, 0,35	3 ^m 1/2	5 K. 000	3	20
0, 0,40	4 ^m	6 K. 250	4	"
0, 0,45	5 ^m	9 K. 000	5	76
0, 0,50	5 ^m	9 K. 800	6	27

Ces prix représentent le prix net du plomb au cours du jour diminué de 4^e de remise par 100^{ts} et augmenté de 10 francs pour façonnage des tuyaux de 20^m et au dessus et de 15^e pour ceux au dessous de 20^m.

Lorsqu'il s'agit de réunir des plombs les uns aux autres le recommander de faire généralement au moyen de la

soudure. Cette opération consiste dans l'emploi d'un particulier forme de 65 % de plomb, 35 % d'étain que les ouvriers soudeurs de plombiers et qui a la propriété d'être plus fusible que le plomb lui-même.

Cependant la température de la soudure est assez élevée pour provoquer un commencement de fusion du plomb avec lequel elle s'unit intimement et en se refroidissant elle forme un lut solide qui réunit les parties métalliques entre lesquelles elle a été placée.

Pour faire une soudure il faut donc chauffer le plomb sur lequel elle doit être appliquée, chauffer la soudure elle-même et la faire couler sur les parties que l'on veut réunir. Seulement toute cette opération ne peut bien se faire que si la surface du plomb sous blancheur bien nette exempte de toute oxydation.

Le plomb du commerce est très peu altérable à l'air, nous l'avons dit, cependant, le plomb ne conserve pas à l'air l'aspect blanc qu'il a lorsqu'il vient d'être fondu. Il se forme à sa surface dès qu'il est sorti de moule une pellicule très mince, mais générale, d'oxyde. Une fois cette couche formée, l'oxydation ne va pas plus profond.

Lorsque l'on veut faire une soudure il faut, avec une râpe, enlever cette couche mince sur les deux surfaces que l'on veut souder ensemble; la soudure n'adhérera pas, ne prendra pas, sur une surface oxydée. elle ne prend que sur le métal pur et net.

Lorsque le métal a été bien gratté, lorsqu'il est bien blanc, si on le chauffe, ce qui est nécessaire, la chaleur produira rapidement l'oxydation du plomb. C'est pour s'y opposer que l'on soude de réunir les parties à souder. Alors quand

en chauffe, la résine fond, forme un vernis qui isole le métal de l'action oxydante de la chaleur et de l'air et si elle s'enflamme le charbon, le carbone qu'elle produit ne peut qu'entraîner la réduction de l'oxide de plomb qui tendrait à se former. Telle la théorie de la soudure et je vais venir en faire la pratique.

Je suppose que nous voulons réunir 2 plombs, l'un de 10^{me}, l'autre de 20^{me}. Je commence par battre avec un marteau le plus gros tube jusqu'à ce que son ouverture ne soit plus de 20^{me} mais de 10^{me}. - Le plomb de 10^{me} peut maintenant s'y engager à frottement. Je gratte avec soin les extrémités de chaque tube, je les suspende de même et je chauffe avec la lampe dite lampe à souder. Je dois évidemment chauffer plus longtemps le gros plomb que le petit, je promène la lampe tout autour afin de bien répartir la chaleur et maintenant j'approche le bâton de soudure (la tarette) elle coule et adhère sur les surfaces de plomb avec un morceau de drap gras j'étale la soudure uniformément - La voûte prise. Il me reste à en faire fondre une nouvelle couche pour épaissir le nez puis à le lisser avec un morceau de bois dur. La jonction est opérée.

Je laisse les soudures refroidir lentement; la mouiller pour aller plus vite est une mauvaise pratique qui saisi l'alliage peut le rendre cassant.

Il est employé, pour faire cette soudure, la lampe, bien connue de vous et qu'employent tous les appareilleurs - C'est un réservoir en cuivre que l'on remplit d'esprit de vin - à la partie supérieure un tube qui se recourbe et vient déboucher dans la flamme d'une lampe à alcool. Cette lampe chauffe l'espace qui remplit le réservoir le résine en vapeur et cette vapeur vient s'enflammer dans la flamme de la lampe ou

elle donne naissance à un jet vigoureux de chaleur.

La lampe rend de grands services pour les travaux de distribution intérieure, elle seule permet de faire sur place des soudures de raccordement, de pièces (pignons), mais elle n'assure jamais la perfection du travail comme l'emploi de feu à souder.

Le feu doit seul être employé dans les travaux de canalisation, branchements, colonnes montantes et son usage est réglementaire dans les travaux de la C^{ie}. La théorie de la soudure au feu est la même que celle de la lampe, on y remplace généralement la résine comme agent anti-oxidant, par l'apais de sel d'impôts (c'est le mot du métier), ou chimie c'est de l'acide chlorhydrique dans lequel on fait dissoudre du zinc - C'est avec ce chlorure de zinc que l'on honnote les surfaces à souder.

Enfin lorsqu'il s'agit de tuer gratte soudures on les fait à la poche - On fonce la soudure dans une poche et on la verse chaude sur la pièce à souder que l'on a décapée et chauffée à l'avance.

On ne devrait jamais prêter trop d'attention à la confection des soudures qui, mal faites, peuvent donner lieu à des fuites. Il est bien rare dans une distribution intérieure qu'il y ait des fuites autre part qu'aux soudures. Une bonne soudure doit envelopper complètement les surfaces réunies, elle doit être lisse et non grasse.

Les soudures faites à la lampe demandent à être d'autant plus surveillées qu'elles sont exécutées dans des conditions difficiles. C'est souvent au sommet d'une échelle, le dos au plafond et on exécute des prodiges d'équilibre que le plombier arrive à faire sa soudure. Il ne faut pas lui en vouloir s'il a mal fini. Mais il faut lui faire recommencer son travail.

Vous voyez là sur ce tableau des spécimens de soudures de toutes formes. Car il ne s'agit pas toujours de rejoindre tout simplement des bouts de tubes les uns aux autres - Vous voyez là des soudures

en empatement, des soudures en diminution, en onglets, en tête de pipe etc. Toutes ces soudures ont, en raison du temps qu'elles demandent de la matière qu'elles emploient, des valeurs différentes - plus les plombs ou tuyaux sont gros plus les soudures deviennent coûteuses.

Voici un tableau qui vous fournira quelques renseignements à ce sujet.

Diamètres des tuyaux.	Nœuds de jonction.		Empatement ou équerre.		Ganponnag.	
10 mm	"	65	"	72	"	38
15 mm	"	75	"	83	"	38
15 mm	"	85	"	94	"	43
20 mm	1	15	1	27	"	57
25 mm	1	35	1	49	"	68
30 mm	1	50	1	68	"	78
35 mm	1	80	1	98	"	90
40 mm	2	"	2	20	"	"
45 mm	2	48	2	70	"	23
50 mm	2	66	2	91	"	33

Les grandes soudures à la poche se calculent sur les bases suivantes :

Le Kg. de soudure 1.65^c
 fourniture de charbon "83"
 main- d'œuvre pour employer . . 1.15^c

Total . . . 3.43.

Ce n'est pas seulement avec la soudure que l'on peut rejoindre les tuyaux de plomb - On emploie quelque fois des

accorde de tels accords d'assemblage ou de jonction. Ils sont de deux sortes, l'une porte la cuve, l'autre l'écran. - On soude chaque partie sur une extrémité du plomb et on secoue l'écran ou opère la jonction sur l'autre, une rondelle de cuir interposée entre les deux surfaces de contact, assure l'exactitude du joint. Les pièces ou raccords que l'on emploie pour ce travail sont en cuivre et valent suivant leurs dimensions.

Diamètre.	Prix.	
10 mm	"	75
15 mm	1	15
21 mm	1	58
25 mm	1	95
34 mm	2	50
41 mm	4	25
50 mm	5	50
55 mm	7	10

Ce mode de jonction permet de déplacer les tuyaux facilement. Il présente l'inconvénient de former une épaisseur très visible à l'œil et qui écarte les tuyaux des murs sur lesquels on les étend. - En Allemagne, en Belgique, où l'on est beaucoup moins chercheur d'élegance qu'ici l'on emploie beaucoup plus ce système.

Le plomb n'est pas le seul métal en usage pour la distribution de gaz. - Les tuyaux en fer creux dite tubes Gandillot sont aussi employés.

Ils ont bien quelques avantages - Le fer est plus dur, plus résistant que le plomb - Il peut recevoir une couche

saire de déformer. Les tuyaux en fer sont moins chers que ceux en plomb. Vous pouvez le voir par le tableau que vous avez la source les yeux et qui renferme une collection de tubes en fer.

Diamètres intérieurs	Prix du mètre en fabrique.	
5 mm	"	70
8 mm	"	90
12 mm	1	"
15 mm	1	30
21 mm	1	70
27 mm	2	35
33 mm	3	55
40 mm	4	30
50 mm	6	25

Ces prix peuvent varier suivant la remise faite par les fabricants.

Les tuyaux en fer ne peuvent se souder comme ceux en plomb. Ils se raccordent au moyen de pièces taraudées dans lesquels on les visse et que l'on nomme Wanchoues.

Quand on veut raccorder un diamètre plus fort sur un plus petit on emploie le Wanchou à diminution; pour faire des prises des pignages sur ces tubes il faut placer sur les tuyaux des pièces en forme de T.

Les coudes doivent être faits à l'avance et si l'on veut insérer les tubes à la demande des emplacements il faut les chauffer et les forger comme des barres de fer. Ce travail doit

être fait avec précaution, pour des courbes expérimentales ne faut pas s'exposer à déchirer la soudure du tuyau.

Vous voyez réunis sur ce tableau les principales pièces d'assemblage utilisées pour les installations en fer creux, avec les prix correspondants.

Diamètres des Tubes.	Wanchoues	Coudes droits		Coudes ronds		T. d.	C. d.
5 mm	"	25	50	"	50	"	80
8 mm	"	25	50	"	60	"	80
12 mm	"	30	60	"	70	"	1 100
15 mm	"	40	75	"	90	"	1 25
21 mm	"	45	90	1	25	1	1 45
27 mm	"	60	1 25	2	"	1	45 2
33 mm	"	75	1 75	2	25	1	90 2 50
40 mm	1	10	2 25	2	75	2	50 3
50 mm	1	35	3 25	1	50	3	50 4 50

On ne sera beaucoup en fer creux en Allemagne, en Belgique, en Autriche, beaucoup moins en France et pour la même raison que celle que je vous indiquais tout à l'heure?

Si le fer creux présente une économie d'installation et une résistance aux chocs qui peut le faire apprécier dans les usines, lui gardez de... il présente d'autre part une moindre garantie de durée. Il s'oxide à l'intérieur et à l'extérieur, il se mange. Il présente moins de sécurité à cause des soudures du tube lui-même et ensuite du plus grand nombre de raccordements qu'il nécessite, puisque les tubes les plus longs en fer creux ont 4 mètres tandis que les tuyaux en plomb ont 40 mètres de long.

On emploie encore, mais d'une manière très exceptionnelle en France, des tuyaux en métal anglais que l'on désigne sous le

nom de Compofipe - (Composed pipe) Ils sont formés d'un alliage de Plomb d'étain et d'antimoine. On peut les obtenir sous de très-petits diamètres, ils ont plus de résistance ils sont plus durs mais aussi plus cassants que ceux en plomb. Ils sont moins faciles de les couler et la soudure en est plus délicate.

Il est bon cependant de les connaître et de pouvoir les recommander — Car en France nous sacrifions beaucoup, trop peut-être, à l'élégance — et l'on reproche souvent au Gaz de nécessiter l'emploi de tuyaux apparemment qui déshonorent les murs et les plafonds.

L'emploi de ces petits tuyaux qui peuvent se dissimuler sous une moulure de corniche, glisser le long d'une glace peut quelque fois aider à faire accepter le gaz là où il était prosaïque.

Voici quelques échantillons de ces tuyaux dont vous pouvez comparer les prix avec ceux des autres tuyaux en plomb, ou fer.

N ^o de fabrique	Diamètre intérieurs	Poids du mètre	Prix du mètre	Longueur des Courbes
0	3 m/m	0 ^k 150	" 25	50 "
1	5 m/m	0 ^k 250	" 35	50 "
2	6 m/m	0 ^k 350	" 45	50 "
3	8 m/m	0 ^k 420	" 55	30 "
4	10 m/m	0 ^k 500	" 60	30 "
5	11 m/m 1/2	0 ^k 650	" 75	30 "

Je pourrais vous dire les mêmes choses au sujet des tuyaux en cuivre qui peuvent être employés comme les Compofipes. Vous en

voyez ici des échantillons à pouvez les comparer à tous ceux dont nous avons précédemment parlé!

Diamètres extérieurs	Poids moyen du mètre	Prix du mètre (à 3 ⁵⁰ de le ^{er})
7 m/m	0 ^k 185	" 53
9 m/m	0 ^k 248	" 79
10 m/m	0 ^k 260	" 83
11 m/m	0 ^k 390	" 93
14 m/m	0 ^k 320	1 02

Quelle que soit la nature des tuyaux employés il faut les faire le long des murs et des plafonds dans les pièces où ils doivent amener le gaz.

On fixe les tuyaux en plomb de petits diamètres (jusqu'à 50 m/m) au moyen de crochets spéciaux qui se fabriquent en grand et coûtent bon marché.

Crochets.

Pour tuyaux de:	le cent.	
10 m/m	1	70
13 ou 15 m/m	1	80
20 m/m	1	90
25 m/m	2	30
35 m/m	3	40
40 m/m	4	60
50 m/m	6	60

Dans une installation bien faite bien soignée dès que l'on arrive aux plombs de 35 mm il faut remplacer les crochets par des colliers à scellément. La pose en est plus longue plus coûteuse, mais elle est plus sûre.

Voici des colliers à scellément.

Longueur de:	la pièce.	
25 mm	"	35
35 mm	"	35
40 mm	"	45
55 mm	"	50

Le crochet, enfoncé tant bien que mal, dans du plâtre, dans un joint, tient bien pour le moment, mais souvent finit par lâcher; le plomb n'est plus soutenu, il fléchit et forme une contrepente ou l'eau pourra s'accumuler.

Les crochets ou colliers doivent être espacés seulement de 30 à 50 centimètres.

Lorsque dans une installation l'on étend les plombs en rencontre bientôt, des murs, des cloisons, qu'il faut traverser. Lorsque la paroi est percée on ne doit pas y faire passer le plomb sans garnir préalablement l'orifice d'un bout de tube appelé fourreau, soit en fer, soit en cuivre et d'un diamètre plus grand que celui du tube auquel il doit donner passage. Ces fourreaux ont pour but de ne pas laisser une portion du tube dans le passage au gaz, complètement enfoncé, isolé à jamais dans ce qu'on puisse se rendre compte de l'état dans lequel elle se trouve. Une fuite peut se déclarer dans ce tube, il peut être rongé par des rats cherchant un passage ou en quête de pitance et l'on ne

peut aller le gaz qui s'échappe par cette ouverture au milieu d'un mur, d'une cloison. Il est donc bien préférable d'arger toujours la pose d'un fourreau soit en cuivre soit en fer - il ne faut pas reculer devant une dépense qui donne en échange la sécurité.

Voici quelques renseignements au sujet des frais occasionnés par les percements et les fourreaux.

Percement

en pierre tendre, moellons, briques ou bois.
(Compter raccordement au platre.)

Diamètres	Prix du mètre linéaire.
de 6 mm à 15 mm	5 ^{fr} 10
de 16 mm à 24 mm	4 ^{fr} 25
de 35 mm à 49 mm	5 ^{fr} 20
de 50 mm à 79 mm	6 ^{fr} 15
de 80 mm à 120 mm	7 ^{fr} 10

en pierre dure:	
de 6 mm à 15 mm	5 ^{fr} 05
de 16 mm à 24 mm	6 ^{fr} 75
de 35 mm à 49 mm	7 ^{fr} 65
de 50 mm à 79 mm	9 ^{fr} 50
de 80 mm à 120 mm	11 ^{fr} 25

Fourreaux en Cuivre.

Diamètre extérieure	Poids du mètre.	Prix	
		du mètre (5.50 lbs)	
24 mm	0, 550	1	75
25 mm	0, 640	2	05
35 mm	0, 780	2	50
40 mm	0, 935	3	"
50 mm	1, 140	3	65
60 mm	1, 560	5	"
80 mm	1, 760	5	60

Fourreaux en Fer.

Diamètre extérieure.	Épaisseur.	Prix de Fabrication.	
		de l'ouvrage.	
20 mm	1 mm 6	"	90
25 mm	1 mm 8	1	25
28 mm	1 mm 8	1	40
30 mm	1 mm 8	1	55
32 mm	1 mm 8	1	70
40 mm	2 mm 3	2	40
45 mm	2 mm 5	3	"
50 mm	3 mm	3	80
60 mm	3 mm 1/2	5	50

Lorsqu'une installation est bien faite les tuyaux suivent une certaine pente qui permet à l'eau de revenir au complice, mais cette condition est souvent difficile à remplir, impossible même quand il faut passer successivement dans des pièces de différente hauteur; lorsque l'on a des longs parcours qui, quelle que faible que fu la pente adoptée, donneraient une différence de niveau qui descendrait les tuyaux bien au-dessous des plafonds. Lorsque l'on est en présence de ces difficultés on peut les résoudre en ménageant une série de pontes en sens inverse, ce qui permet de réduire la longueur des inclinaisons.

Mais, dans ces conditions il faut avoir soin de placer aux points les plus bas des petits appareils appelés syphons qui permettent de recueillir l'eau qui peut se former dans les tuyaux et de l'éloigner du réseau qu'elle pourrait obstruer.

Le syphon le plus simple consiste en un bout de tube soudé verticalement au-dessous du tuyau au point de partage des deux pontes. Ce bout de tube est terminé par un bouchon à vis. L'eau qui se dépose dans les tuyaux inclinés descend peu à peu vers le syphon qu'elle tend à remplir. Il suffit de dévisser le bouchon du syphon pour enlever l'eau de condensation. Si le syphon n'est pas visité il finira par se remplir; alors l'eau s'accumulera dans le tuyau, gênera le passage du gaz et à un moment pourra l'arrêter complètement.

Il nous est bien facile d'examiner ces phénomènes au moyen de ce spécimen de distribution du gaz que j'ai fait déposer pour la démonstration. — Tout est en verre. Vous pouvez voir ce qui se passe. Voici une contre-pente munie d'un syphon, une autre qui est sans syphon, dans l'une il y a de l'eau accumulée et si nous allouons un bec de gaz alimenté par ce tuyau nous voyons que le gaz est gêné dans son passage; qu'il est obligé de soulever la

colonne d'eau qui retombe continuellement à notre bec dans.

Enlevant le bouchon du siphon l'eau s'écoule et l'éclairage reprend une marche normale. Mais si le même fait se produit à cette contre pente qui n'a pas de siphon nous serons fort embarrassés pour enlever cette eau - nous pourrions bien souffler violemment dans le tube, nous chasserons l'eau mais nous ne faisons que la déplacer à peu à peu elle reviendra à la même place - Vous comprenez bien, je pense, la nécessité des siphons et leur manière de fonctionner.

Il peut arriver que l'eau arrête complètement le passage du gaz - Il faudra pour cela que la colonne d'eau à soulever soit plus haute ou au moins égale à celle qui mesure la pression du gaz - Si la pression du gaz est égale à 40 %, et la colonne d'eau à 35 %, le gaz la chassera bien devant lui mais si elle est à 40 ou 41 le gaz restera emprisonné. Vous le voyez: dans ce tube en U qui reçoit d'un côté la pression du gaz, pendant que de l'autre j'ajoute peu à peu de l'eau, le gaz a passé d'abord mais le voilà maintenant arrêté.

Vous voyez encore sur cette canalisation on serre; un tube recourbé, terminé par un bec de gaz; il vous représente ces appareils intérieurs que l'on place fréquemment aux devantures des boutiques, des cafés - Il en tient fréquemment aussi de voir le gaz danser dans ces appareils - Le bras courbé forme en effet une contre pente où il n'y a pas de siphon possible - Le gaz qui arrive de la conduite y dépose son humidité - on devrait toujours pour ces appareils placer un siphon au dessous de la patère à scellément qui reçoit le raccord (pas de Paris) sur lequel ils sont vissés - On devrait aussi les fixer en dessus et non en dessous de la conduite qui les alimente. Enfin il est bon qu'ils soient munis d'un robinet à la

partie basse du circuit - en enlevant le Camillon de on peut purger l'appareil.

Pourquoi cette eau apparaît-elle ainsi donc le gaz distribué? pourquoi ce dansement de gaz, a-t-il lieu surtout dans les becs extérieurs? pourquoi cette nécessité des siphons?

Vous le savez j'espère; nous avons vu les phénomènes qui se passent lorsque le gaz est en présence de l'eau; nous avons vu que la quantité de vapeur d'eau renfermée dans un gaz dépend de la température - qu'un gaz non saturé à 20° par exemple le devient quand sa température baisse à 18°, à 15° ou à 10°, nous avons vu enfin que la quantité de vapeur d'eau saturant un gaz à 20° était bien plus grande que celle qui sature le même gaz à 10°.

Par conséquent lorsque la température d'un gaz saturé baisse il y a de l'eau qui devient libre et se dépose.

Supposons un compteur placé dans une pièce habitée, éclairée, chauffée - la température est de 20° - Le gaz qui le traverse se sature de vapeur d'eau et à 20° 1^m cube de gaz saturé contient 16^g.78 d'eau en vapeur - Le gaz, à la sortie du compteur, trouve une canalisation également à 20°; il reste dans le même état hygrométrique, mais si en continuant son chemin, le gaz trouve des tuyaux extérieurs où la température est seulement de 10° - à cette température 1^m de gaz ne peut plus contenir que 9^g.5 de vapeur d'eau ce qui en amène 16^g.78 - Il y aura évidemment 16^g.78 - 9^g.5 = 7^g.28 d'eau qui se condensent qui reprennent l'état liquide.

Donc les tuyaux à 10° produiront 7^g.28 ou 7^l.28, d'eau par mètre de gaz qui les traversera ce qui représente une hauteur d'eau de 12^m.8, dans une tube de 10^m de diamètre - Vous voyez donc que des petits siphons,

comme ceux que nous venons d'appliquer aux conduites peuvent être bientôt remplacés à tous insuffisants lorsque l'on a affaire à des tubes de gros diamètres qui peuvent fournir des quantités un peu considérables d'eau condensée.

Ces ne nous occupons pas de canalisation extérieure. Je n'entrerai pas avec vous dans des détails techniques au sujet des syphons de rue que les voitures dites siphonomières vont vider périodiquement. De vous en ferai comprendre seulement le principe au moyen de ce petit appareil en verre qui reproduit exactement un syphon. — à la partie la plus déclive de la canalisation se trouve un tube en U qui d'un côté communique avec les tuyaux, de l'autre avec un récipient ou bache ordinairement en fonte. Cette bache porte un tube qui vient déboucher au niveau du sol à se ferme par un tampon à vis.

L'eau de condensation tombe dans le tube en U, s'y accumule et déverse son trop plein dans la bache. Quand on veut vider cette bache il suffit d'ouvrir le bouchon et d'introduire une pompe au moyen de laquelle on enlève l'eau. Le tube en U du syphon doit avoir une hauteur qui représente une colonne d'eau supérieure à la pression maximum qui peut exister dans les tuyaux. Il ne faut pas que la pression puisse jamais chasser l'eau du tube et désarmer le syphon. Si cependant pareille chose se présentait le danger ne serait pas très grand avec le syphon ainsi disposé — le gaz se répandrait dans la bache et n'irait pas plus loin.

Il n'en était pas de même avec les syphons dits syphon perdu. La bache n'existait pas le syphon était placé dans une poche en maçonnerie sous le fonds recevant

l'eau condensée qu'elle laisserait s'infiltrer en terre un coup de pression désarmerait le syphon le gaz s'échapperait sans qu'on le sus et infecterait le sol environnant. Ce sont des syphons perdus qui ont amené en 1840 la terrible catastrophe de Strasbourg où toute une famille — 5 personnes — je crois furent asphyxiées par un dégagement de gaz.

Le syphon dont nous venons de parler s'emploie dans les canalisations, quelque fois pour les colonnes montantes, mais le plus répandu dans ces derniers cas et dans les installations un peu importantes c'est le syphon en U. En voici un spécimen en plomb — un autre en verre afin que vous puissiez le voir fonctionner sous vos yeux. Vous voyez qu'en ouvrant le robinet inférieur je vide l'eau du syphon mais sans aucun dégagement de gaz et quand il ne vient plus d'eau le syphon est visité il n'y a pas autre chose à faire. — Retenez bien ce fait car malheureusement il n'est pas sans exemple de trouver des syphons en U dans lesquels on a voulu forcer le gaz à sortir après avoir vidé l'eau de la bouteille — pour cela il a fallu arriver à crever l'U du syphon — alors l'eau s'est évaporée le gaz est arrivé et l'on a conclu de là que le travail était bien fait.

J'espère que la vue de cet appareil en verre et les explications que je viens de vous donner mettront à l'avenir votre service à l'abri de semblables erreurs.

COMPAGNIE PARISIENNE
D'ÉCLAIRAGE ET DE CHAUFFAGE PAR LE GAZ

CONFÉRENCES SUR LES PROPRIÉTÉS & L'EMPLOI
DU GAZ D'ÉCLAIRAGE.

8^{ME}. CONFÉRENCE

22 Juin 1875.

8^e Conférence.

22 Juin 1875.

Messieurs,

Écoulement du Gaz.

Quelle que soit la nature du tuyau employé, plomb, fer, cuivre et qu'il faille bien examiner, pour faire une installation normale, c'est le diamètre intérieur qui devra être adopté pour avoir une alimentation régulière et suffisante pour le nombre des brûleurs auxquels les tuyaux doivent fournir le gaz.

Je n'ai pas besoin de vous dire que plus un tuyau est gros plus il peut, toutes choses égales d'ailleurs, laisser passer de gaz en 1' ou 1 heure - Mais si la pression augmente, si la longueur du tuyau change, s'il y a des coudes arrondis ou vifs, l'écoulement du gaz restera-t-il le même ? dans quelles proportions va-t-il augmenter ou diminuer ? Voilà des questions embarrassantes. Voilà pourquoi nous avons besoin, avant d'aller plus loin, d'étudier ensemble les problèmes et les lois qui régissent l'écoulement du gaz.

Vous trouverez bien tous faits quelques calculs, quelques renseignements qui vous diront, il faut,

pour 1 bec de plomb de 10 ⁷ / ₁₆	
2 becs	13
3 à 5 becs	20
6 à 10	25
11 à 15	30
16 à 20	35
21 à 30	40
31 à 50	55

Écoulement
des liquides.

Et, si vous n'avez rien de mieux, prenez ces chiffres, mais je ne vous prie qu'après avoir suivi ces conférences vous les prenez sans savoir d'où ils viennent ou ce qu'ils valent?

Pour bien comprendre ce que nous avons à dire sur l'écoulement du gaz nous remonterons d'abord à l'écoulement du liquide qui sous une forme plus saisissable à l'œil nous permettra d'étudier les phénomènes qui se reproduisent dans l'écoulement des Gaz.

Et d'abord, pourquoi un fluide renfermé dans un vase s'écoule-t-il lorsque l'on ouvre un orifice?

Parce que la molécule fluide ne peut rester à l'état de repos lorsqu'elle n'est pas maintenue par des pressions ou forces égales se faisant équilibre. Si les pressions viennent à changer l'équilibre est rompu. La molécule se met en mouvement.

Voici un vase plein d'eau: à la partie inférieure il y a un orifice. Quelle est la pression que supportent les molécules d'eau au fond du vase?

Une pression égale à la pression de l'atmosphère augmentée du poids de la colonne d'eau qui a pour hauteur celle de l'eau dans le vase.

Quelle est la pression que supportera cette molécule d'eau en sens inverse, c'est-à-dire de bas en haut. Soit donnée la pression atmosphérique qui, nous l'avons vu, agit dans tous les sens également. — Donc la pression de bas en haut est plus grande que celle de haut en bas et si la molécule ne se met pas en mouvement c'est qu'il y a à la partie inférieure une paroi résistante qui supporte l'excès de pression. — Ouvrons l'orifice: immédiatement l'eau tombe, l'eau coule. — Ouvrons cet orifice latéral placé en bas du vase, le phénomène sera le même et cela parce que, je vous le répète encore, les fluides transmettent en

tous sans les pressions qu'ils supportent. Donc la pression fait jaillir cette eau, c'est la pression de la colonne placée au-dessus de l'orifice — car si la pression atmosphérique agit d'un côté, elle agit aussi de l'autre en sens inverse. Ces deux pressions se font équilibre et l'écoulement n'a lieu qu'en vertu de l'excès de pression mesuré précisément par la hauteur de la colonne d'eau.

Pendant que je vous parle l'expérience s'en charge de vous montrer que si la colonne d'eau diminue la pression d'écoulement diminue.

Quelle que soit la dimension, quelle que soit la forme du vase, le phénomène sera toujours le même. — C'est la dimension de l'orifice et la hauteur de la colonne d'eau au-dessus de cet orifice qui seule produisent et règlent l'écoulement. Si j'ouvrais le vase que j'avais la toue à l'heure, je le remplis à niveau et si j'ouvre à la fois 2 orifices l'un à 30% l'autre à 50% vous voyez par la courbe des jets que l'écoulement n'est pas le même en haut qu'en bas. — Le débit des orifices 1 et 2 mesuré par 1" ou 1' nous permettrait de mesurer les différences que nous apprécions seulement à l'œil. — Vous voyez bien que pour cet orifice la pression d'écoulement n'est pas constante puisqu'à mesure qu'ils fonctionnent l'eau baisse dans le vase. La pression initiale pour l'orifice du milieu était égale à une colonne d'eau de 30% elle devient peu à peu, 25, 20, 15, etc... jusqu'à 0. — Pour avoir un écoulement constant, il faut avoir un niveau constant. c'est ce que nous obtenons si nous remplaçons dans notre vase l'eau à mesure qu'elle s'écoule.

Vous voyez que pour un même orifice l'écoulement dépend de la pression. — Mais si la hauteur qui mesure la pression devient successivement à 1, 16, 36, la dépense de l'orifice ne sera pas 1 litre, puis 16 l. puis 36 l. par 1" mais seulement 1, 4, 6 l. —

Si nous voulons qu'un orifice qui donne 1 litre par seconde sous une charge de 1^m d'eau débite 6 litres, il faudra donner 36^m de charge.

Surfaces
des Orifices.

La pression étant constante, faisons varier la grandeur des orifices. Par un dépense double nous aurons une dépense double, seulement, faites bien attention que pour avoir un orifice double en surface il ne faut pas doubler la dimension. Si nous avons un orifice de 1 centimètre carré qui débite 100 l. si nous prenons ensuite un orifice de 2^e il débitera non pas 200 mais 400 litres, car dans cet orifice il y en a 4 égaux chacun au 1^{er}.

Si au lieu de prendre un orifice de 2^e carré nous le prenons de 14^m 2, nous aurons une surface d'écoulement = 2^e ou 164, sensiblement 2^e et alors le débit sera double du premier.

Si il s'agit d'orifices circulaires il faut prendre les mêmes précautions. Si je fais un orifice de 1 centimètre de diamètre puis ensuite un autre de 2 centimètres vous voyez par cette figure que le second débitera plus du double du premier puisqu'il peut les contenir et qu'il reste encore deux surfaces à débiter. En effet le 1^{er} débitera 100 l. le 2^e débitera 400 l. et pour avoir un débit double = 200 l. il faudra donner à notre orifice non pas 2^e au lieu de 1^e mais seulement 14^m de diamètre.

Écrivez bien ces faits et ces chiffres car nous les retrouverons tout à l'heure dans la loi des écoulements de gaz.

Prenez maintenant un vase rempli de gaz et mettez ce gaz à la pression atmosphérique. Il n'y aura pas d'écoulement. C'est ce que vous voyez réalisé avec ce gazomètre



donc la cloche est équilibrée de telle façon que vous n'avez aucune pression à l'intérieur. La pression intérieure, la pression extérieure se font équilibre. Fermez le robinet. Chargeons la cloche. Le manomètre indique 10^m de pression à l'intérieur.

La molécule de gaz n'est plus en équilibre; elle s'écoule, l'écoulement sera uniforme, constant, par cet orifice si la pression reste constante, comme vous l'avez vu pour l'eau. Si, à pression égale, nous faisons varier les orifices la dépense variera. Si, pour un même orifice, nous faisons varier la pression le débit variera également et nous aurons les mêmes résultats que ceux que j'ai pu vous faire voir avec l'eau.

Remarquez que nous étions là dans des conditions autres que celles auxquelles nous avons affaire tous les jours. Nous n'avons pas dans notre pratique garniers des écoulements de gaz par des orifices ouverts directement sur les gazomètres.

Le gaz s'écoule par des tuyaux, en fonte, en fer, en plomb. Il rencontre des courbes, des étranglements, tout cela, soit gêner sa marche. Sa vitesse d'écoulement, et par suite la dépense. Voici les résultats d'expériences faites par M. Schilling sur des tuyaux de 6^m et 12^m avec une pression de 12^m d'eau.

États de	Longueurs.	Débit à l'heure.
6 ^m	2,86 dans courbes	162 litres
	5,73 2 courbes	108 »
	8,60 4 courbes	55 »
12 ^m	2,86 dans courbe	2050 litres
	5,73 2 courbes	1420 »
	8,60 4 »	900 »
	11,45 6 »	695 »

Vous voyez par ces chiffres combien, pour une même pression, le débit de gaz peut varier suivant les diamètres et les longueurs des tuyaux - La nature même des tuyaux n'est pas sans influence sur l'écoulement des gaz. Nous possédons à ce sujet des renseignements certains par les belles expériences qui ont été faites en 1863 par M. Herson aux Usines de St-Nabord et de la Villotte - Bien que ces expériences aient eu surtout pour but de créer les lois qui régissent l'écoulement du gaz dans les tuyaux de canalisation c'est à-dire dans les gros diamètres de 50 % à 700 % et par conséquent n'ont pas eu en vue la distribution intérieure au moyen de tuyaux de petite diamètre en plomb, en fer, etc; on y trouve un renseignement précieux sur la modification qui peut provenir de la nature des tuyaux - Une expérience comparative sur un tuyau en fonte et un tuyau en fer blanc a fait voir que la perte de charge occasionnée par ce dernier était seulement $\frac{1}{3}$ de celle produite par un tuyau en fonte de même longueur et de même diamètre.

Enfin, pour le cas qui nous occupe, il ne s'agit pas seulement de savoir qu'elle est l'influence des diamètres et de la nature des tuyaux sur la marche du gaz dans ces tuyaux et quelle est la perte de charge occasionnée par les longueurs, ceci intéresse surtout la canalisation - Nous avons surtout à nous demander comment le gaz s'écoule d'un tuyau lorsqu'il y existe à une pression quelconque?

Nous avons vu tout à l'heure que pour l'eau la quantité évaliée par un orifice dépend de la pression et de la section ou surface de cet orifice - Il en est de même pour les gaz - Pour le gaz comme pour un liquide, la pression augmentant la dépense par un même orifice augmentera mais non pas

proportionnellement à cette pression.

Pour avoir un écoulement 2 il faudra que la pression devienne 4. - Voilà un orifice un bec si vous voulez, qui dépense 100^l de gaz - la pression est = 4 % pour qu'il dépense 200^l il faudra que la pression soit non pas 8 mais 16 % - on offre $Q:Q'::\sqrt{H}:\sqrt{H'}$

Influence des orifices.

Mais, pour les liquides comme pour les gaz, il y a un élément à introduire dans la question - c'est l'influence des orifices - En théorie, une section étant donnée de 1%, je suppose, le calcul, indique que, sous une pression h, la quantité de fluide écoulée est égale à 100^l - Si vous veniez mesurer le liquide ou gaz écoulé, vous trouveriez une dépense bien moindre, elle serait réduite de 35% pour un gaz de 38% pour un liquide. Si, maintenant au lieu de laisser le gaz ou le liquide s'écouler par un trou, un orifice simple en mince paroi (comme on dit) vous mettiez un ajutage, cette dépense théorique ne serait plus diminuée que de 6,7, ou 8% c'est à dire que les ajutages facilitent l'écoulement du gaz ou du liquide.

L'étude de toutes ces questions est trop hérisnée de calculs et de formules pour que nous les puissions aborder et je ne puis que vous indiquer les résultats de vos expériences qui peuvent vous intéresser.

Maintenant que vous savez que la pression influe sur la dépense du gaz comme sur celle d'un liquide qui s'écoule par un orifice, vous comprendrez facilement la cause des insuffisances d'éclairage que vous avez souvent à constater - Et nous allons nous même nous rendre compte de certaines causes qui peuvent amener ces plaintes.

Voici un tube en cuivre dans lequel nous faisons arriver le gaz - Ce tube est muni de diverses tubulures sur

sur laquelle sont placés des manomètres. Tout est fait, la pression est celle que pouvons nous fournir en ce moment les tuyaux de distribution de l'Hôtel, c'est à dire 40^{mm} environ. Ce tube a précisément 13^{mm} de diamètre intérieur. j'ouvre l'orifice placé à l'extrémité - le gaz s'écoule, les manomètres ne bougent par la pression est toujours la même. Si j'augmente l'ouverture de l'orifice, les manomètres finissent par bouger - les volets qui descendent et celui qui est placé près de notre orifice d'écoulement et que j'appelle le manomètre d'observation ou d'écoulement ne marque plus que 20^{mm}. - Proportionnellement l'orifice, ouvert à l'extrémité ne peut plus débiter ce qu'il débitait en commençant puisque l'écoulement ou la dépense a lieu maintenant sous 20^{mm} de pression au lieu de 40^{mm}. - Si maintenant je viens ouvrir le robinet que vous voyez placé entre le 1^{er} et le 2^e manomètre, voilà notre manomètre d'observation qui baisse encore et baisse encore plus si j'ouvre le 2^e robinet.

Ce tube de 2^e peut nous représenter l'alimentation principale d'une installation - Les robinets ouverts successivement nous représentent des tuyaux secondaires d'alimentation - Vous voyez que dans de telles conditions les bords placés à l'extrémité auraient une alimentation insuffisante.

Vous avez vu que dans les conditions où nous sommes, l'alimentation de l'orifice extrême ne fait pas baisser sensiblement les manomètres quand nous employons un orifice de 2^{mm} de diamètre. Vous allez maintenant laisser les choses dans le même état, seulement le gaz avant d'arriver à l'orifice va être forcé de parcourir non plus 2 mètres, mais 12 mètres et cela au moyen de cette couronne de plomb interposée.

La pression initiale est la même que tout à l'heure - l'orifice de dépense est le même - Vous voyez que le manomètre d'observation a baissé:

La première expérience vous a fait voir que pour une même longueur de tuyau le nombre des brûleurs fait descendre la pression, la deuxième vous fait voir que pour un même nombre de brûleurs ou une même dépense la longueur des tuyaux fait aussi descendre la pression.

Si les deux choses, longueur de tuyau, nombre de brûleurs, se trouvent réunies la pression devra descendre encore plus et finira par être insuffisante.

Voici encore une expérience sur laquelle j'appelle votre attention et qui ne devrait être trop gravée dans votre mémoire.

Vous prenez le tube de 1^{er} que nous avions tout à l'heure - et nous y admettons le gaz sous une pression de 40^{mm} que nous faisons écouler par l'orifice qui a 3^{mm} de diamètre vous voyez ce que fait le manomètre d'observation. Ensuite nous prenons ce tube de même diamètre extérieur, mais pour arriver à ce tube le gaz passe par un raccord ou un robinet, en trouvant un second sur son passage un troisième à sa sortie. Nous faisons écouler le gaz par le même orifice, nous lui avons donné la même pression initiale, le manomètre d'observation est plus bas dans cette expérience que dans l'autre - D'où cela vient-il? De ce qu'on a employé des raccords, des robinets en suivant des habitudes malheureusement bien invétérées! - J'ai fait faire cette rampe sans recommandations spéciales - Je savais seul ce à quoi elle était destinée. J'étais bien sûr qu'elle réaliserait à souhait mon désir de vous faire voir que les raccords, les robinets employés dans l'industrie du gaz sont toujours

trop petite, toujours étranglée lors pression. Car c'est là le seul qu'est due cette diminution que constate le manomètre? Ce qui fait la section d'écoulement ce n'est pas celle des tuyaux c'est celle du robinet - à quoi bon un tuyau de 13 ou 15^m si le robinet ne présente qu'une section de 8 ou de 12^m.

Que faut-il pour résister à ces étranglements des diamètres, il faut pour assurer un même débit, augmenter les pressions, ce qui est onéreux à la Compagnie sans être avantageux pour le consommateur au contraire. Soyez donc avant tout ennemi de ces appareils étriqués, de ces robinets étranglés qui ne font que gêner l'écoulement du gaz et sont souvent la seule cause qui rend imparfait le fonctionnement d'un appareil destiné à le brûler.

Enrez, voilà un appareil, un fourneau à gaz - je l'alimente avec 30% de pression - c'est certes une bonne pression - quand les couronnes sont allumées la pression tombe à presque rien - Est-ce bien étonnant? les 3 couronnes ensemble brûlent à 530° à l'heure et le tube qui les alimente n'a que 11% de diamètre et il y a en plus des Cordons vifs et des robinets de commande dont les canillons sont percés de trous de 5% de diamètre! - Si l'appareil ne fonctionne pas bien, ne donne pas des flammes énergiques est-ce la faute de la Compagnie?

Si nous voulons résumer dans quelles conditions doit être faite une bonne installation nous dirons que le diamètre intérieur du plomb doit toujours être au moins égal à celui des raccords du Compteur.

On donne aux raccords des Compteurs

	En France.	En Angleterre.
50 Bacc	20 ^m	17, 2
10 Bacc	25 ^m	22, 0

	en France.	en Angleterre.
20 Bacc	30 ^m	28 ^m
40 Bacc	43 ^m	
50 Bacc	48 ^m	43 ^m

Le diamètre du tuyau de départ devra être conservé aussi longtemps que possible, même après avoir subi plusieurs prises qui tendent à le décharger, car vous le voyez ou tout à l'heure la longueur de conduite tend à faire diminuer la pression, c'est donc une cause qui s'ajoute à celle des prises antérieures.

Un tableau emprunté à l'ouvrage de M^o Schilling vous fera juger de l'influence de la longueur sur le débit.

Les robinets de barrage, robinets de commande etc... devront être au minimum de diamètre intérieur des plombs et leurs canillons doivent avoir une section au moins égale à celle des orifices d'entrée et de sortie?

En indiquant ces conditions, vous indiquerez le moyen de faire faire chez soi une bonne installation et d'avoir ensuite une bonne alimentation.

Si toutes les questions de pression sont aussi nécessaires et intéressantes à étudier dans les installations de Gaz, il faut que nous apprenions à bien connaître les moyens qui sont employés pour les mesurer, et ensuite pour les régulariser.

La mesure des pressions dans l'industrie du gaz se fait toujours au moyen du manomètre à eau ou du manomètre en U dont tous les spécimens que vous avez là sous les yeux ne sont que des modifications.

Rappelons nous bien d'abord ce que nous avons dit au sujet de la pression atmosphérique, au sujet des propriétés du gaz et enfin au sujet des conditions d'équilibre du gaz.

Manomètres

La pression atmosphérique est mesurée par une colonne d'eau de 10^m 33 ou 760^{mm} de Mercure - Cette pression est précisément = 10338 par centimètre carré de surface - Cette pression agit également dans tous les sens.

Les gaz sont éminemment extensibles, leurs molécules tendent toujours à s'éloigner, à se disperser, à se dilater. Ils transmettent en tous sens les pressions auxquelles ils sont soumis.

Enfin les gaz comme les liquides tendent à se mettre en mouvement à s'écouler lorsqu'ils sont soumis à des pressions inégales et l'écoulement a lieu toujours dans le sens de la pression la plus forte vers la plus faible.

L'écoulement est régi par l'intensité de la pression, c'est-à-dire la hauteur de la colonne liquide qui la mesure, et par la dimension en surface de l'orifice d'écoulement.

Entre ces lois il faut bien présenter à votre mémoire nous allons nous trouver à l'aide pour étudier la cause des pressions et les instruments qui la mesurent.

Voici un gazomètre qui, en petit, vous rappelle ceux de nos usines. Pour le remplir de gaz, la cloche monte, la voit pleine - Dans quelle condition se trouve le gaz qu'elle renferme? - Il est renfermé par une couche d'eau, celle de la cuve d'un côté et de toute autre part par les parois de la cloche du gazomètre. La tranche d'eau qui est comprise entre la cloche et la cuve reçoit la pression atmosphérique? Celle au contraire qui est sous la cloche même ne reçoit que la pression du gaz. Pour que l'eau en dedans et en dehors de la cloche soit en repos, en équilibre il faut que les 2 pressions soient égales. Si elles ne le sont pas il y aura changement de niveau dans un sens ou dans l'autre et ce changement

de niveau sera la mesure de la pression.

Si nous pouvions enfermer le gaz dans un récipient inextensible et sans poids rien ne serait plus facile que d'équilibrer les pressions extérieures et intérieures - Mais il n'en est pas ainsi dans la pratique - Les gazomètres sont en métal ils ont un poids considérable et si le gaz par sa faible densité aide à soulever ce poids et à le tenir suspendu il ne s'arrête pas toujours à produire l'équilibre complet, le poids ou plutôt une fraction du poids du gazomètre s'ajoute d'un côté à la pression du gaz et détermine un changement de niveau dans la cloche.

Vous saisissez mieux ces phénomènes en suivant de l'œil les mouvements de l'eau intérieure dans cet appareil qui n'est autre chose qu'un gazomètre en verre. Vous voyez les déplacements se produire suivant que je soutiens la cloche plus ou moins, c'est-à-dire, selon que je l'équilibre. Si le niveau de l'eau est le même au dedans et au dehors c'est que le gaz est juste à la même pression que l'air atmosphérique et si j'éleve la cloche il n'y aura pas écoulement rien ne s'en va, car les pressions à l'orifice sont égales dans les deux sens.

Il n'est pas commode d'examiner ainsi les colonnes d'eau à l'intérieur et à l'extérieur d'un gazomètre - On a donc cherché à transporter le phénomène pour en rendre l'observation commode.

Vous voyez là à côté du gazomètre un tube en U dans lequel il y a de l'eau colorée pour que vous la distinguiez facilement. Ce tube communique d'un côté avec la cloche du gazomètre de l'autre avec l'atmosphère. Étant que la colonne d'eau sera pressée également dans les deux sens, le niveau sera le même dans les 2 branches - L'appareil restera à 0. Si la pression augmente

colonne la plus basse a j'écis la division de l'échelle qui correspond au niveau de l'eau dans l'autre branche du Manomètre.

Rien de plus facile que de faire soi-même ces manomètres en recourbant un tube de verre dans la flamme d'un bec à gaz.

On employe beaucoup pour les usines à gaz dans les salles d'épuration, d'extracteurs, etc. des Manomètres formés de 2 tubes droits reposant à la partie inférieure sur une pièce en bronze, percée intérieurement d'un trou qui met les 2 tubes en communication. Les deux tubes à leur partie supérieure entrent également dans une pièce en bronze percée de 2 trous, l'un établissant la communication entre un des deux tubes et le gaz, l'autre faisant au contraire communiquer le second tube avec l'atmosphère. Entre les 2 tubes se trouve l'échelle graduée - une disposition très simple permet de démonter les tubes pour les nettoyer ou même les remplacer.

Ce genre de manomètres on employe généralement de gros tubes de 20 à 25 % de diamètre - ce qui rend plus facile leur observation à distance dans les rouders de nuit.

Pour les manomètres d'usine on donne aux branches jusqu'à 40 % de longueur. Pour les manomètres de ville qui doivent être placés sur les canalisations, Compteurs, etc. elles n'ont pas besoin d'avoir plus de 10 à 15 % de longueur - on employe des tubes de 6 à 8 % de diamètre.

Pour éviter les doubles lectures les déplacements d'échelle, on construit des manomètres à une seule branche, analogues aux baromètres nira à cuvette. Ces manomètres se composent d'une boîte cylindrique d'un assez grand diamètre sur laquelle se trouve placé un tube vertical enfoncé, pour le protéger

Manomètre

à
une branche.

dans une chemise métallique à laquelle on a ménagé un siphon qui laisse voir la colonne d'eau. On remplit la boîte d'eau avec précaution jusqu'à ce que le niveau s'élève dans le tube jusqu'à zéro. On fait arriver le gaz dans la boîte, la pression agit sur la surface du liquide qui s'élève immédiatement dans le tube jusqu'à ce que la colonne soulevée fasse équilibre à la pression intérieure. Il suffit de lire sur l'échelle la hauteur du niveau pour avoir l'expression de la pression. Il faut évidemment, pour que le manomètre soit exact, qu'il y ait une grande différence entre la section de la boîte et celle du tube, afin de réduire presque à rien le déplacement de zéro - on peut donner à la boîte 10% de diamètre et au tube 6 % intérieur - pour une pression de 100 % le niveau réel du zéro sera déplacé de 1/10 de millimètre - fraction bien négligeable dans les observations ordinaires.

Manomètre
d'Abonner.

À Paris on a placé chez les abonnés des manomètres destinés à aider dans la recherche des fuites et à donner la pression du gaz. Ils se composent d'un tube en U dont une des branches est métallique et en communication avec le gaz - l'autre est formée par un tube de verre placé le long d'une règle graduée. En faisant agir la pression du gaz le niveau monte d'une certaine quantité au dessus du zéro - comme le niveau a du baisser d'une quantité égale dans la branche métallique on a la pression réelle en multipliant par 2 la lecture sur un degré de l'échelle.

L'inconvénient de ces appareils est dans la petite quantité d'eau qu'ils renferment. L'évaporation la fait bientôt disparaître, un coup de pression suffit alors pour faire jaillir l'eau en dehors du tube, ce qui expose à une fuite tumultueuse de gaz qui effraye l'abonné.

Manomètre
de poche.

On construit pour les Ingénieurs du gaz, les Inspecteurs de l'éclairage de . . . un manomètre de poche fort commode. Il se compose d'un petit tube en U qui n'a par plus de 8% de branche. Entre les deux branches une échelle graduée comme dans les manomètres ordinaires. Les deux branches de l'U sont prises à leur partie supérieure dans une pièce en cuivre qui fait communiquer une des branches avec le gaz, l'autre avec l'atmosphère. Une petite vis permet de boucher le trou de communication avec l'air - un robinet permet de fermer la communication avec le gaz.

En conséquence l'eau se trouve emprisonnée dans le manomètre qui peut être transporté facilement. Pour le mettre en expérience on trouve dans la boîte deux raccords (pas de Paris, pas de bec, pas d'angle, mais en forme) qui portent tous une petite douille semblable sur laquelle après avoir vissé le raccord on place le manomètre - on ouvre le robinet et la vis le manomètre fonctionne. Une petite pièce courbée pour les cas où l'on a affaire à un raccord horizontal, une petite pièce à bec complète la boîte du manomètre de poche.

Manomètre
incliné.

Les pressions de gaz ne peuvent être représentées en général que par de faibles colonnes d'eau et il est difficile d'apprécier les différences de quelques fractions de millimètre. - C'est pour obvier à ces difficultés qu'on a imaginé le manomètre incliné.

Il a été employé par Deles dans ses recherches sur la ventilation et le chauffage et, quoiqu'on dise Schilling il est d'une grande sensibilité. - Vous en avez là un modèle de grande dimension construit par M. Bengel, qui a construit également ce manomètre de précision dont je me suis servi dans mes recherches sur la carburation. - Il se compose d'une Cuivre prismatique en cuivre étamé intérieurement. elle a 75.° de long 10.° de haut et 5.° d'épaisseur. - Elle repose sur 4 vis calantes.

Sur la face supérieure se trouve un niveau d'eau et deux

orifices à raccords

Sur la face antérieure se trouve le tube incliné en verre de 50° de longueur avec un diamètre intérieur de $3\frac{1}{10}$. Le Cube indicateur est mis en communication avec l'intérieur de la boîte par un coude en cuivre qui passe dans un Stuffing box, ce qui permet de faire varier l'inclinaison du Cube. l'autre extrémité du Cube porte une flèche en cuivre que l'on peut arrêter au moyen d'une vis de pression sur une alidade. Cette alidade forme un arc de cercle dont le Cube est le rayon et le Stuffing box le centre. Sur une des faces latérales se trouve un raccord pour l'arrivée du gaz. Sur l'autre un manomètre vertical muni d'une échelle à Vernier. Pour graduer l'instrument on admet du gaz de manière à avoir une pression bien constante de 50^m, je suppose, que l'on mesure exactement sur le manomètre vertical; on incline alors le tube jusqu'à ce que la colonne partie de zéro arrive à 50 centimètres sur l'échelle graduée du tube. - Alors on serre la flèche sur l'alidade. - Il est évident que chaque millimètre de pression correspond alors à 1 centimètre de la colonne inclinée. - Il devient donc très facile d'apprécier $\frac{1}{10}$ et $\frac{1}{20}$ de millimètre. - Lorsque l'on a besoin d'évaluer de très faibles pressions on peut rendre l'instrument encore plus sensible en inclinant le tube d'avantage, en traçant sur l'alidade des repères correspondants à chaque graduation, on peut toujours se replacer dans des conditions comme de sensibilité.

Une précaution est à prendre avant chaque expérience c'est d'aspirer par l'extrémité du tube pour qu'il se remplisse d'eau complètement, afin que les parois intérieures soient toujours mouillées, sans cela on peut être exposé à une

à pinules analogue à celui des boussoles et des baromètres de marine.

Indicateur de pression,
Enregistreur automatique.

Cet appareil inventé par S. Crosley et employé en 1824 par G. Lowe à l'usine de la Chartered Gas Company à Londres est souvent désigné sous les noms de « Coll-Cale », en Angleterre et de « Mouchard », en France. — Il a été principalement construit en France par la maison Sory Sœurs. — On en trouve une description détaillée avec planches dans la « Publication Industrielle d'Armengaud » (E. V p. 240)

Le principe de cet appareil est le même que celui du manomètre à cadran de Scholtesfeld. La cloche intérieure également équilibrée porte au lieu d'une aiguille, une tige armée à sa partie supérieure d'un porte mine.

Un cylindre en cuivre très mince est placé verticalement devant le porte-mine. Sur ce cylindre on fixe une feuille de papier réglée à l'avance en divisions qui correspondent verticalement à des millimètres de pression. Cette feuille est aussi divisée circulairement en 24 parties égales. Une horloge montée au dessus de l'appareil imprime au cylindre une rotation complète en 24 heures. Le crayon trace ainsi sur le papier une spirale dont les abscisses sont les heures et les ordonnées sont les pressions. Au bout de 24 heures on vient changer la feuille et l'on peut sur cette feuille constater quelle a été la pression à toute heure de jour et de nuit. — Le système est enfermé dans une boîte fermant à clef, c'est donc un moyen de contrôle à l'abri de toute influence.

Indicateur
Electrique.

Ces appareils sont plutôt des avertisseurs que des indicateurs de pression. Leur rôle est en effet de prévenir que la pression est arrivée à un minimum ou à un maximum que l'on a intérêt à connaître.

M. Bregues a construit un indicateur électrique qui se



compose essentiellement d'un flotteur mis en mouvement par la pression du gaz et qui porte une tige armée d'un fil de platine qui glisse sur une planchette de bois ou d'ivoire. La tige isolée par une interruption non métallique est en communication avec le Pôlé d'une pile. La planchette d'ivoire porte un contact métallique en communication avec l'autre pôle de la pile, quand le flotteur amène le fil de platine sur ce contact le circuit est fermé et une sonnerie est mise en mouvement.

Vous voyez que tous ces manomètres nous indiquent que la pression est continuellement en état de variation dans les tuyaux. Vous voyez aussi que la fixité de la pression amène la fixité de la dépense.

Il'est-il pas naturel que l'on ait cherché un moyen de régulariser cette pression, c'est précisément là ce qui fera le sujet de notre prochaine conférence.

COMPAGNIE PARISIENNE
D'ÉCLAIRAGE ET DE CHAUFFAGE PAR LE GAZ

CONFÉRENCES SUR LES PROPRIÉTÉS & L'EMPLOI
DU GAZ, D'ÉCLAIRAGE.

9^{ME} CONFÉRENCE

29 Juin 1875.

29 Juin 1875

Messieurs,

Nous avons passé en revue les Manomètres, les Indicateurs de pression, et nous comprenons bien leur mode de fonctionnement.

Examinons maintenant ce que devient la marche d'un manomètre placé sur une Conduite de gaz quelle qu'elle soit et quelle que soit aussi la forme particulière du manomètre employé.

Nous constatons bientôt que le manomètre n'est jamais à l'état de repos - Il monte et descend par instants d'une manière très sensible et quand il est à l'état de repos, il a encore, pour un observateur attentif, de continuels oscillations. - C'est que le manomètre nous indique par ses oscillations, ceux qui se servent du gaz peuvent le juger par les modifications qu'il constate dans leur éclairage, dans le mode de fonctionnement de leur appareil.

Il y a eu effet des moments de la journée où la pression est plus forte que dans d'autres, où le gaz pousse d'avantage. Vous comprenez bien que si la consommation du gaz pendant le jour a une importance réelle par les appareils, et les machines qu'il alimente il y a cependant une grande différence entre cette consommation et celle de nuit qui a pour origine les bacs d'éclairage.

Il faut donc, à un moment donné, que les conduites alimentées plus d'origine, suffisent à un écoulement plus grand.

Ce résultat ne peut être obtenu qu'en augmentant la vitesse

d'écoulement, en augmentant la pression. - Mais si les usines peuvent, à un moment, à une heure indiquée, envoyer plus de gaz, augmenter la pression, elles ne peuvent à plusieurs kilomètres de distance suivre tous les phénomènes de l'éclairage.

L'écoulement ne pouvant être constant, la quantité de gaz à fournir ne peut être constante.

Régulateurs
d'Emission.

Pour remédier à cet état variable les usines employent des appareils appelés régulateurs d'émission qui permettent, si non de fournir une pression égale dans tout le réseau, du moins de maintenir une pression uniforme à la sortie de l'usine.

Supposons que l'on ait à l'usine un manomètre sur le tuyau de sortie et une valve manœuvrée à la main. Si le manomètre baisse ou even la ramme s'il monte ou la ferme on maintient la pression uniforme, c'est un régulateur à la main.

C'était le moyen employé quand l'industrie du gaz était à l'état d'enfance.

Dès 1815 Samuel Clegg, à qui l'on doit le compteur, inventait un régulateur fonctionnant tout seul, automatiquement.

Je n'aurais pas à vous parler de ce régulateur d'usine s'il n'était, sauf les dimensions, analogue au régulateur d'alomé. Le régulateur de Clegg se compose d'une cuve en fonte ou en tôle, pleine d'eau, jusqu'à un niveau indiqué par un bouton de niveau latéral. Au centre de cette cuve viennent déboucher deux tuyaux - l'un amenant le gaz du compteur (tuyau d'entrée) l'autre destiné à le conduire dans les tuyaux de distribution, (tuyau de sortie): ces tuyaux débouchent tous deux au dessus du niveau de l'eau de la cuve. Une cloche, analogue à une cloche de gazomètre, guidée et équilibrée convenablement, recouvre les 2 tuyaux et plonge dans la cuve. Si le gaz arrive dans la cloche il la soulève, ainsi que vous le voyez dans les manomètres Scholchle, Brunt, Vey-Légar. - Pour constituer un régulateur il faut une disposition particulière que je vais essayer de vous faire saisir.



Supposons le tube d'entrée du gaz placé perpendiculairement à la cloche - supposons en outre l'extrémité du tube formé par une plaque ayant un orifice conique et supposons encore un cône métallique suspendu à l'intérieur de la cloche et venant s'engager dans l'orifice de la plaque. Si l'appareil est réglé de façon que la cloche en se soulevant soulève la lame et l'engage plus ou moins dans le trou conique de la plaque, vous comprendrez qu'à un moment donné le cône pourra fermer complètement l'ouverture, à un autre il pourra la laisser entièrement libre. Or, si le gaz qui arrive dans la cloche est dépensé par le tuyau de sortie la cloche restera à fonds - Si la consommation du tuyau de sortie diminue tout le gaz qui afflue dans la cloche ne pourra se dépenser et s'y accumulera et formera une pression. Cette pression soulèvera la cloche, soulèvera le cône diminuera la section de l'orifice et l'équilibre se rétablira entre la dépense et l'arrivée.

En chargeant convenablement la cloche du régulateur on peut régler son fonctionnement à une pression déterminée, 20% je suppose. Quelles que soient alors les variations dans la dépense du gaz la pression restera constante à 20%.

Faisons quelques expériences sur le régulateur et, en analysant les phénomènes qui vont se passer, nous apprendrons mieux que par toutes les démonstrations ce que nous avons besoin de savoir.

Voici une série de becs allumés. Ils sont alimentés par un régulateur qui est réglé pour donner 30% de pression.

Chaque bec consomme environ 1/10^e à l'heure. - Tous à coup j'en éteins 1, 2, 3, 4, les autres continuent à brûler,



baillent comme tous à l'heure et reprennent encore sensiblement 440 à l'heure et le manomètre qui est en tête de la rampe marque toujours 30 7/8.

Maintenant je supprime le passage par le régulateur - j'allume tous les becs et par un robinet je règle la pression, pour que le manomètre marque encore 30 7/8. j'éclair 1, 2, 3, 4 becs, voilà les autres qui flèent, qui se mettent à brûler non plus 440 mais 150, peut être 160 à l'heure et le manomètre ne reste pas à 30 7/8, il est monté à 35 presque 36 7/8.

Pour nous replacer dans les conditions premières il faut que je tourne le robinet de commande - nous voilà revenue à 30 7/8 - mais si maintenant je rallumais les becs éteints ils seraient au dessous de leur première consommation et le manomètre au dessous de 30 7/8 -

Ouvrir, fermer, rouvrir, reformer le robinet à mesure que l'on éteint ou allume des becs est chose impraticable, il est praticable au contraire d'avoir un régulateur qui est un robinet s'ouvrant et se fermant seul pour maintenir une pression constante dans les tuyaux de distribution.

Le cas que nous venons d'examiner est celui d'un abonné qui fait varier la pression chez lui en éteignant ou allumant des becs qui lui appartiennent.

Le changement de pression peut aussi venir du dehors, soit parcequ'à une certaine heure la pression fournie par les usines augmente, soit parcequ'une source de consommation importante vient d'être supprimée. - Dans ce cas le régulateur fonctionnera chez l'abonné et rien ne sera changé dans la marche normale de son éclairage.

Le régulateur de Clegg que je vous ai décrit tout à l'heure n'a guère été modifié dans son principe. Ses dimensions ont

Régulateurs d'abonnés.

été réduites pour en faire un régulateur d'abonné. Le système de suspension de la cloche a été surtout perfectionné par M. Girard de manière à donner à l'appareil une grande sensibilité et à annuler la perte de poids du système suivant qu'il est plus ou moins immergé.

M. Bruni a construit des régulateurs d'abonnés à doubles cones qui sont aussi de très bons instruments.

Les régulateurs de M. Catley, de M. Bricolle dans lesquels il y a des soupapes, des leviers, sont plus compliqués, doivent nécessiter des nettoyeurs, et en est de même et plus encore du régulateur Garnier qui se complique d'articulations de toutes sortes, avec feu de sonnerie, de drapaux etc..

Tous ces régulateurs nécessitent l'emploi de l'eau; c'est un entretien car l'eau s'évapore. L'eau du régulateur prend une mauvaise odeur au contact du gaz; C'est encore là un inconvénient et quelques inventeurs ont cherché à faire des régulateurs secs comme on a essayé des compteurs secs.

Evidemment le régulateur sec est séduisant, il peut être ramené à de petites dimensions, il n'y a aucun entretien, d'eau - Mais quelque bien construit qu'il soit il n'offre pas de sécurité. Il se compose d'un diaphragme ou membrane flexible, membrane organique dont la durée est hypothétique, qu'une cause étrangère peut facilement crever, et qui, au point de vue du bon fonctionnement, peut perdre sa flexibilité. Ceux de M. Stobaut sont je crois à peu près les seuls employés en France et on peut dire que l'habileté du Constructeur a été de ce système tout ce qu'il était possible d'en faire.

Tout devient nécessairement érudition ensemble les régulateurs nous devient connaître des instruments qui se rencontrent dans la pratique et j'espère que vous en avez bien saisi les principes.

Avant de quitter ces instruments je dois vous dire quelques mots sur leur utilité.

Evidemment en théorie le régulateur est un instrument utile à l'abonné, Mais d'autre part il a l'inconvénient de prendre une place que l'on nous marchande déjà pour les Compteurs de 5 becs; il nécessite un entretien ce dont l'abonné au gaz a horreur - l'abonné admet bien qu'il faut entretenir les lampes à l'huile et tous l'attirail de tonneaux, bidons, burettes, mèches, verres, qu'elles traînent après elles; mais pour le gaz il se gendarme contre tout ce qui nécessite un entretien - le régulateur est aussi une dépense assez importante.

Désignation.	Giroud.	Deum.	Maldaun.
Régulateur de 3 à 5 becs	50 ^l	36 ^l	45 ^l
5 à 10	70 ^l	43 ^l	50 ^l
20 à 50	200 ^l	70 ^l	110 ^l

Toutes ces considérations sont peu en faveur de l'installation des régulateurs.

Il ne faut pas croire que partout dans une installation existant depuis longtemps on peut conseiller l'emploi du régulateur.

Il faut être bien sûr avant tout que la distribution intérieure est assez bien établie pour que le régulateur soit avantageux. Rappelons vous ce que nous avons dit sur les distributions, les diamètres de tuyaux. Supposez une installation dans laquelle les bocs extrêmes ne trouvent que 4 ou 5^{mm} de pression ce n'est pas le régulateur qui leur en donnera - Si vous réglez la charge du régulateur pour que les premiers becs fonctionnent normalement

sous une pression de 30^{mm} quand il en arrive 45 ou Compteur, les becs extrêmes n'auront plus de pression. Il faut donc, pour employer un régulateur, que la distribution du gaz soit complète, suffisante et que tout l'éclairage puisse passer un régime normal. Or vous savez si un abonné y regarde à 2 fois et même à 7 avant de faire un remaniement de ses tuyaux!

Ce sont je crois des considérations de ce genre qui ont fait chercher depuis quelques années à substituer au régulateur général le régulateur de bec.

M. M. Ferguson, Hall, Ing. en Angleterre, M. Maldaun; Ballou, Cloué, Giroud en France ont cherché à réduire les proportions du régulateur de telle façon qu'un régulateur peut être appliqué à chaque bec.

Ces ces petits appareils sont fort ingénieux et si leur emploi ne peut pas être général ils peuvent dans bien des cas rendre de grands services à l'industrie du gaz.

Vous devez les étudier consciencieusement sans esprit de parti bien entendu, constater impartialement les avantages et les inconvénients de chacun de manière à pouvoir donner à ceux qui pourraient vous consulter à leur sujet des renseignements d'autant plus sérieux qu'on les saura plus désintéressés.

Vous ne devez, vous ne pouvez, évidemment pas recommander des appareils qui présentent des défauts tels que leur emploi pourrait nuire à nos abonnés, rendre dangereuse ou malaisé l'emploi du gaz. Mais lorsque des appareils se présentent chacun avec ses qualités, et des défauts, comme toute création humaine qui ne peut atteindre la perfection, notre devoir est de les juger froidement, sans engouement. Si nous sommes plus savants que ceux qui nous consultent, nous ne devons que les éclairer pour les mettre à même de choisir

sans jamais imposer une décision qui engagerait notre responsabilité, responsabilité que l'on pourrait faire remonter jusqu'à la Compagnie elle-même.

N'oubliez pas que si notre titre d'agent d'une grande compagnie comme celle du gaz Parisien donne à nos paroles, à nos jugements une autorité dont nous sommes fiers avec juste raison, il nous impose en même temps une circonspection dont nous aurions grand tort de nous départir.

Les régulateurs de bec sont, comme je vous le disais, des régulateurs ramenés à de très petites dimensions et augmentés d'une disposition particulière qui permet de déterminer un débit constant, quelle que soit la pression du gaz qui les alimente.

Le régulateur de bec de M. Malsant et ses analogues est à membrane flexible et cet organe importe avec lui les inconvénients que j'ai eu vous signaler déjà.

Le régulateur Bablon est entièrement métallique. Il est constitué par un cylindre en étain dans lequel se meut un piston très léger en aluminium: la tige de ce piston est creuse et fermée à sa partie inférieure par une petite pièce qui porte une fente longitudinale. Cette tige passe à la partie inférieure, dans une plaque percée pour lui laisser passage; à l'état de repos la fente est au-dessus de l'orifice - le gaz peut entrer par toute la longueur de la fente - si la pression augmente le piston se soulève et la tige avec lui - l'orifice longitudinal passe en partie au-dessus de la plaque et le gaz ne trouve plus la même ouverture barrant il ne peut alors arriver au bec en aussi grande quantité. Bref c'est un robinet qui se ferme

quand la pression augmente - Le débit ne doit pas être un régulateur, réglé pour débiter 150^l je suppose, quand la pression initiale est de 107_m débitera 10, 15 et 20% de plus ou de moins quand on l'essayera à nouveau - à chaque allumage le petit piston monte brusquement dans le cylindre, il ne suit pas toujours une élévation bien perpendiculaire - l'orifice ne se découvre pas exactement de la même quantité. La tige creuse du piston qui passe dans l'orifice inférieur ne le remplit pas exactement et laisse passer du gaz, le piston lui-même n'est pas étanché - par cet orifice incomplètement fermé il passe et il doit passer du gaz; le réglage de la fente longitudinale n'a pour but que de fournir l'appareil nécessaire pour arriver à la consommation voulue.

Pour on être sûr que ces orifices incomplets resteront toujours dans les mêmes conditions?

Le régulateur Clovis est également en métal et l'on peut dire que c'est un petit bijou comme exécution - Mais, quelque parfaite quelle soit, cette exécution ne peut empêcher l'appareil de donner souvent des débits variables, de cuisiner beaucoup, à cause de sa perfection même, des dépôts gras, goudronneux qui font coller les cloches - Enfin j'ai pour ma part constaté souvent un tremblement de la flamme produit par celui de la cloche qui se met pour ainsi dire en vibration.

L'avantage du régulateur Clovis c'est de se prêter facilement à une modification de consommation, - On peut l'appareil étant en place, le régler pour la dépense que l'on désire, 120, 150, 200 litres au moyen d'une vis qu'il suffit de tourner. Une fois la dépense déterminée elle reste

à peu près constante. L'appareil Clovis peut facilement se dissimuler dans le panier d'un bec, sans les ornements qui terminent les appareils d'éclairage.

Il n'en est pas de même du régulateur Giroud, auquel son inventeur a donné le nom de rhéomètre.

Le rhéomètre Giroud a des dimensions plus considérables que les appareils dont nous venons de parler, il est plus difficile à cacher et a l'inconvénient de surélever la lumière lorsqu'on l'applique à des appareils non disposés ad hoc. Il n'est pas entièrement métallique. Il nécessite l'emploi d'un liquide - la glycérine.

Le rhéomètre Giroud se compose d'une petite cuvette en métal portant un orifice central pour l'arrivée du gaz. Cet orifice est recouvert par une petite cloche en métal léger, nickelée et dont le sommet est terminé par un petit cône. La cloche est, à sa partie supérieure, percée d'un trou qui est proportionné bien exactement avec le débit que doit donner le petit appareil. La cuvette en métal contient une quantité jaugée de glycérine. La petite cloche, bien essuyée, bien propre, repose dans la glycérine comme une cloche de gazomètre.

Le dessus de la cuvette est fermé par un couvercle qui porte à son centre un trou dans lequel peut s'engager le cône supérieur de la cloche.

Ce petit système est contenu dans cette boîte en cuivre qui n'a pas pour le voyer de bien grandes dimensions.

Les rhéomètres Giroud sont réglés à l'avance et vendus pour un débit fixe et déterminé. - 60, 80, 100, 120, 150, 200, 250, 300 litres à l'heure. Ce débit ne peut être modifié que par le constructeur, c'est à dire en changeant la cloche

qui est, je vous l'ai dit, percée d'un orifice en rapport avec le débit que l'on veut obtenir. Une fois ce débit fixé, quelle que soit la pression, il restera très sensiblement le même.

Vous comprendrez ensuite les avantages pratiques de ces petits appareils. Je vous en fais saisir en plaçant sur cette rampe trois becs, et faisant ensuite communiquer la rampe avec ce fourneau. Deux becs sont percés de rhéomètres. Il y en a un sur le troisième. Ce premier bec représente si vous voulez celui de la salle à manger, le second représente celui de salon et le fourneau représente la cuisine.

Vous sommes à table, en train de dîner (en hypothèse), la cuisinière éteint successivement 1 feu, 2 feux. Vous voyez ce que deviennent les becs de la salle à manger et de salon. Heureusement encore pour la salle à manger nous sommes là, nous pouvons régler le bec, mais il n'y a personne au salon et je vous demande dans quel état nous le trouverons si le bec a ainsi filé pendant une demi-heure! une heure!

Et bien vous avez dû remarquer à côté de ces becs celui qui a son rhéomètre. Il n'a pas varié. Vous allez tout rallumer, puis tout éteindre encore - rien ne bouge.

Evidemment c'est là un avantage, une commodité et par conséquent un aide pour la propagation du gaz dans les maisons particulières, où tous les becs ne sont pas surveillés à la fois, comme dans un café, un magasin. Dans une maison bourgeoise, on entre la plus grosse consommation de feu à la cuisine; les becs d'éclairage sont peu nombreux, 1 dans l'antichambre, 1 dans la salle à manger. Au moment du dîner une rotissoire et des fourneaux peuvent facilement consommer 800^l. 1000^l. à l'heure. (Équivalent de 7 à 8 becs d'éclairage.) Si vous éteignez ces fourneaux toute la pression



se reporte sur 2 becs! - Dans un café où il y a quinze ou vingt becs allumés, si vous en éteignez 5 il en reste 10 ou 15 pour supporter l'excès de pression qui se produit. Dans les maisons bourgeoises on emploie presque exclusivement le bec à verre qui est bien plus susceptible de filer sous un excès de pression. Enfin dans une maison bourgeoise on est plus susceptible, on ne tolère pas un fléage sur bec qui dans le café disparaît au milieu de toutes les fumées qui ont besoin de s'échapper pour rendre l'atmosphère à peu près respirable.

Je crois donc le rhéomètre très susceptible de rendre un service dans ces installations.

Est-ce à dire pour cela que ces petits appareils soient sans défauts? Je vous ai dit ce que l'on pourrait reprocher aux régulateurs de bec de M. M. Bablon, Couin, Malbran, et autres. Celui de M. Grand a l'inconvénient d'exiger un liquide. Son mesurage est plus fixe et plus constant que celui des autres, mais ce liquide oblige à ne l'employer que sur des appareils fixes - le liquide finit par s'alléger, s'épaissir, il faut le renouveler, la cloche bien mince peut s'alléger, s'oxyder, se perforer.

Cependant je dois vous dire que si cet inconvénient se présente en province dans quelque villa éprouvant mal leur gaz, il est inconnu à Paris. Constatons en passant et avec plaisir cet hommage que les petites cloches des rhéomètres sans venuee, sans s'en douter, rendent à la fabrication du gaz de Paris. Pour leur devons bien en retour de parler un peu d'elles.

Les expériences même que vous venez de voir, faites sur les rhéomètres ou régulateurs de bec muets ou en service depuis longtemps vous ont permis de constater que tous ces petits

système fort utiles en certains cas, fort ingénieux beaucoup de rapports ne sont pas infallibles dans leur fonctionnement et ne peuvent être recommandés d'une manière absolue.

Dans bien des industries, dans les chemins de fer comme dans le gaz on voit naïvement chaque jour des appareils de ce genre, froids automatiques, régulateurs électriques, régulateurs de bec, allumeurs automatiques etc. et souvent le public, qui ne voit que la superficie des choses, s'étonne que les grandes compagnies n'ouvrent pas les bras à ces nouveautés qui certes font honneur à l'esprit d'invention, qu'elles sont au contraire obligées de ne les accepter qu'avec la plus grande prudence car les compagnies ont à veiller sur les intérêts et la sécurité de tous. Eh bien ces jolies inventions qui ont pour idéal de supprimer l'intervention de la main de l'homme peuvent souvent compromettre ces intérêts et cette sécurité et permettre moi de vous communiquer une appréciation que M. le Directeur a bien voulu me formuler à ce sujet.

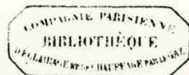
« Pour les mécanismes quelque ingénieux qu'ils soient, destinés à remplacer la main et l'intelligence de l'homme » se détériorent fatalement de jour en jour, tandis que la main et l'intelligence se perfectionnent. Il faut donc les leur préférer.

Je ne saurais mieux terminer cette conférence et dans la prochaine nous commencerons l'étude des becs de gaz.

COMPAGNIE PARISIENNE
D'ÉCLAIRAGE ET DE CHAUFFAGE PAR LE GAZ

CONFÉRENCES SUR LES PROPRIÉTÉS & L'EMPLOI
DU GAZ D'ÉCLAIRAGE.

10^{ME} CONFÉRENCE



7 Juillet 1875.

7 Juillet 1875.

Messieurs,

Becs à gaz.

Maintenant que nous avons des tuyaux pour distribuer le gaz, des régulateurs pour en régler la dépense, des manomètres pour en mesurer la pression, nous pouvons nous en servir pour nous éclairer.

Nous aurons fait évidemment tout le contraire de ce qui s'est passé dans l'industrie gazière où l'on a commencé par s'éclairer avec le gaz avant de connaître tous les instruments dont nous venons de parler.

Les premiers becs de gaz employés étaient de simples trous percés sur des tubes ce qui équivalait aux becs bougies que l'on employe aujourd'hui.

On retrouve dans l'ouvrage de Windsor, dans le traité d'Accum, l'indication de bec en Saxon de Coq qui étaient obtenus par des trous percés sur un tube vertical. Et ce bec primitif on substitua bientôt le bec d'Argand qui est encore employé de nos jours.

Vous savez toute quelle révolution dans l'éclairage à l'huile, fut apportée par l'invention d'Argand qui fut le Christophe Colomb d'une découverte à laquelle Quinquet donna son nom.

Jusqu'à alors l'huile, comme la chandelle, était brûlée avec des mèches plates ou rondes qui produisaient une lumière tremblante, fuligineuse, versant dans l'atmosphère tous les

produits désagréables d'une combustion si complète.

Il est hors de doute que si au moment de la naissance du gaz le bec d'Argand n'avait déjà été connu, si la combustion avec double courant d'air n'avait été dans la pratique, on eût attendu peut être longtemps avant de trouver ce moyen le plus complet et le plus parfait de brûler le gaz.

Vous voyez donc que si la France a l'honneur d'avoir, dans Philippe Belon, le premier inventeur du gaz elle a encore l'honneur de fournir, à ceux même qui la précédèrent dans la carrière de l'industrie du gaz, le plus précieuse instrument de leurs succès.

Winton, Accum, Clegg, employent le bec d'Argand pour brûler le gaz, c'est avec ce bec qu'ils créent les premiers appareils d'éclairage.

Après les becs bougie, les becs en spirone de Cog, les becs d'Argand (becs circulaires à double courant) viennent les becs à fonte ou becs papillon.

Il y a dans l'ouvrage de Winton une figure qui représente un T pour l'éclairage de boutiques et magasins, sous les becs sous des papillons, mais je n'ai pu trouver la moindre indication sur l'époque de cette invention sur son origine, sur ses avantages.

Plus tard on arrive à l'invention du bec en queue de poisson (fish-tail) ou Manchester dont le nom indique bien l'origine Anglaise.

Tous les becs connus aujourd'hui ne sont que des variations de ces types divers. Vous voyez la tous ces becs allumés et leur aspect vous fait comprendre qu'ils ont chacun des qualités suivant les usages auxquels on les destine. Mais nous ne pouvons nous contenter de



dire que les uns conviennent aux éclairages intérieurs et les autres à celui des Magasins, les autres à celui des rues, il faut que nous en fassions une étude plus approfondie.

Bec bougie.

Le plus élémentaire de tous est évidemment le bec bougie, simple bouton en fonte ou en stéatite percé d'un seul trou par lequel s'échappe le gaz et qui peut varier de 9/16 à 3/8 de diamètre.

Le bec bougie n'est certainement pas le meilleur pour brûler le gaz. Il ne se recommande que par sa forme analogue à celle de la bougie ordinaire qu'il imite assez bien dans les applique, girandoles, etc.

Comme bec d'éclairage, utilisant bien la quantité de gaz qu'il dépense, le bec bougie n'est pas à recommander. Nous discuterons dans notre prochaine conférence à quel on appelle l'unité de lumière; Nous étudierons les moyens que l'on emploie pour déterminer la valeur relative des divers becs. Aujourd'hui nous dirons seulement que tous les becs de comparaison à la lumière fournie par une lampe Carcel brûlant 42 grammes d'huile à l'heure.

Il est bien évident que les becs qui pour donner cette somme de lumière, consomment le moins de litres de gaz sont les meilleurs. La lumière de la Carcel était le type admis en France après les expériences de Poole, puis de M. M. Dumas et Regnault c'est à elle que nous comparerons tous les becs et le meilleur sera celui qui brûlera le moins de gaz pour fournir autant de lumière que la Carcel en question.

Si bien pour obtenir une lumière égale à la Carcel dont nous appellerons la lumière 1, il faut avec le bec bougie, brûler, dans les meilleures conditions, 150 litres de

gaz à cette quantité pour aller jusqu'à 406 L.

Ces résultats sont tirés d'un excellent travail qui a été fait par M. M. Audouin Chef des Travaux Chimiques de la Cie. et Bérard à l'époque où la question du pouvoir éclairant du gaz a été étudiée et réglémentée par M. M. Dumas et Regnault.

Il' extrait de ce travail un Tableau qui vous fera voir, ce que je tiens à vous bien apprendre, c'est que parmi les becs d'un même système, il y en a de bons et de mauvais. Un bec bougie est bien simple, c'est un bon dard de la sorte. Vous voyez cependant que, suivant la dimension du trou, suivant la dépense que vous lui faites faire, suivant la pression à laquelle il est soumis, le bec varie comme utilisation du gaz brûlé.

Tableau extrait des annales de Chimie
et de physique Tome 65. (1862) p. 118.

Quantité de gaz. m ³ S.	Moyenne de flamme. m ³ S.	Dépense par heure.	Intensité comparée à une Chandelle de 42 gr.	Dépense calculée pour élever le Canal		Observations.
				de 42 gr.	de 42 gr.	
			canal	1 Canal	230.	
			0, 01	1 Canal	230.	Robins entièrement ouverts, flamme pâle.
1	67	28	0, 06	416	58	7
	100	37	0, 14	284	37	11
	150	51	0, 24	212	30	14
	200	66	0, 38	173	24	30
	250	80	0, 51	156	22	30
	300	100	0, 66	153	22	68
1.5	67	28	0, 08	394	41	4
	100	36	0, 17	211	30	0
	150	55	0, 31	177	25	9
	200	68	0, 43	158	22	13
	250	82	0, 57	143	20	19
	300	110	0, 74	134	22	28
2	67	26	0, 12	216	30	15
	100	34	0, 21	161	22	2
	150	54	0, 33	123	22	3
	200	66	0, 46	103	20	4
	250	86	0, 64	104	19	5
	300	110	0, 89	125	17	9
2.5	67	20	0, 15	135	18	1
	100	28	0, 18	135	21	1
	150	40	0, 26	142	20	1
	200	64	0, 33	133	22	2
	250	88	0, 47	137	26	3
	300	120	0, 65	164	26	4
3	67	20	0, 17	117	16	1
	100	35	0, 29	137	19	1
3.5	67	21	0, 16	137	18	1
	100	35	0, 22	150	26	1

Tableau —

Vous trouver bien dans ce tableau des chiffres inférieurs à 150 litres comme production de lumière (113, 134, 92) mais les observations vous indiquent que la flamme est molle, irrégulière, par conséquent impossible en pratique. Voilà pourquoi je vous ai indiqué la dépense de 150 litres comme le meilleur résultat obtenu avec un bec bougie.

Bec
Papillon.

Après le bec bougie nous arrivons au bec papillon. Ici la question est un peu plus complexe. Deux éléments peuvent modifier la valeur du bec.

1^o La grosseur du bouton.

2^o La dimension de la fente.

Une première série d'expériences a été faite sur des boutons variant de 4^m 5 à 9^m, ce qui forme une suite de 10 boutons

1 2 3 4 5 6 7
de 4^m 5 - 5^m - 5^m 5 - 6^m - 6^m 5 - 7^m - 7^m 5.
8 9 10

8^m - 8^m 5 - 9^m.

Chaque bouton a ensuite été essayé avec des fentes variant de 10^m en 10^m de millimètre depuis 0,7^m 1, jusqu'à 1^m, 0.

Une première série d'expériences a démontré que pour les séries N°4 - N°6 - N°8 - qui correspondent à des boutons de 6, 7 et 8^m c'est la fente de 0^m 7 qui a donné les meilleurs résultats et vous pouvez voir par les tableaux qui résument ces expériences :

1^o Que pour un même bouton le pouvoir éclairant pour une même dépense varie suivant la fente de 24 à 107 - de 31 à 100 de 46 à 101.

2^o que pour une même fente et pour une même dépense effective, il faut pour trouver le maximum de

Série N°4				Série N°6				Série N°8						
Longueur de la fente.	Pression	Dépense par heure.	Intensité		Longueur de la fente.	Pression	Dépense par heure.	Intensité		Longueur de la fente.	Pression	Dépense par heure.	Intensité	
			par rapport au bec à fente de 0 ^m 7 = 100	en Carrel brûlant 42 gr.				par rapport au bec à fente de 0 ^m 7 = 100	en Carrel brûlant 42 gr.				par rapport au bec à fente de 0 ^m 7 = 100	en Carrel brûlant 42 gr.
m/m	m/m				m/m					m/m				
0,1	33,5		24		0,1	"	"			0,1	"	"	"	"
0,2	22,5		37		0,2	30,3	31			0,2	"	"	"	"
0,3	18,5		47		0,3	12,6	57			0,3	21,3	46		
0,4	6,0		80		0,4	6,3	72			0,4	10,1	89		
0,5	3,5	100 lit	100	0,03	0,5	4,3	91			0,5	5,6	84		
0,6	2,8		102		0,6	2,8	97			0,6	4,0	90		
0,7	2,1		107		0,7	2,5	140 lit	100	0,86	0,7	3,3	200 lit	100	2,11
0,8	1,6		103		0,8	2,0	98			0,8	2,6	101		
0,9	1,1		102		0,9	1,1	96			0,9	2,3	95		
1,0	1,0		103		1,0	1,0	95			1,0	1,6	94		

Numéros des Series exployées = 0 ^m 7.	120 litres		150 litres		200 litres		250 litres	
	Dépense du bec en expérience pour une intensité = 100	Pression au bec en expérience.	Dépense du bec en expérience pour une intensité = 100.	Pression au bec en expérience.	Dépense du bec en expérience pour une intensité = 100.	Pression au bec en expérience.	Dépense du bec en expérience pour une intensité = 150.	Pression au bec en expérience.
1 ^{re}	176 lit	177 ^m	207 lit	177 ^m	"	"	"	"
2 ^e	144 "	6	187 "	8	"	"	"	"
3 ^e	126 "	3	164 "	6	217 lit	10	270 lit	87 ^m
4 ^e	124 "	2	146 "	3	213	8	269,	8
5 ^e	127 "	2	146 "	3	198	5	259,	6
6 ^e	125 "	2	146 "	3	195	5	253	6
7 ^e	127 "	2	146 "	3	180	4	251	6
8 ^e	124 "	2	146 "	2	175	4	246	5
9 ^e	120 "	2	143 "	2	168	3	220	4
10 ^e	122 "	2	148 "	2	166	3	(fume)	4

étude spéciale car elle fait partie du cahier des charges de la Cité et c'est au moyen des dimensions des flammes que sont réglées les dépenses des becs dans les lanternes. Ce sont donc ces dimensions qui doivent être connues de tous et qu'il était important d'examiner au point de vue de la dépense et du pouvoir éclairant.

Bec de 2^e Série - Dépense 140 litres à l'heure, fonte 0^m, 28.

Pouvoir éclairant par rapport à une Carcel de 12 grammes.	Dimensions	
	Hauteur	Largeur
0,06	40 ^m	65 ^m
0,06	40	67
0,08	40	68
0,09	40	70
0,10	40	73
0,12	40	74
0,24	41	74
0,31	43	75
0,40	47	78
0,56	49	80
0,67	54	87
0,80	54	87
0,82	54	90
0,94	54	96
1,15	54	97
1,47	55	101
1,50	55	105
1,57	55	105
1,76	60	115
1,95	64	120

ce tableau nous fait voir:

1^o que pour des intensités moyennes la hauteur reste sensiblement la même.

2^o que la largeur augmente avec l'intensité mais beaucoup moins rapidement.

Il résulte de là que c'est évidemment sur la largeur de la flamme plutôt que sur la hauteur que doit se porter l'attention du réglage, car, à ces variations d'intensité, correspondent des variations dans la dépense. On trouve en effet dans une étude des becs à fonte due à M. Giron, qu'un papillon fonte - Série C - fonte de 6/10 de millimètre, dépense:

pour 7 ^o de largeur de flamme	124 ^l	Pression.
8. ——— 2 ^o ———	149.	2,20
9 ——— 3 ^o ———	178 ^l	3,10
10 ——— 3 ^o ———	201 ^l	4,10
11 ——— 3 ^o ———	222 ^l	5,65
11,5 ——— 3 ^o ———	238 ^l	6,65
13 ——— 3 ^o ———	273 ^l	7,55

Tout compris tout l'intérêt qu'il y a à surveiller attentivement la largeur des flammes.

Bec Manchester.

Le bec Manchester (fish-tail) a dû son succès à deux causes faciles à apprécier. La forme de sa flamme plus haute que large, qui a permis de l'enfermer dans des globes (genre hollandais) sans être obligé de donner à ces globes des diamètres exagérés pour que les flammes ne viennent pas ou toucher les bords et les faire casser. En outre le bec Manchester, lorsqu'il supporte une trop grande pression qui augmenterait la dépense, change de forme pointe comme un bec bougie et fait entendre un sifflement.

qui oblige à le régler.

Le bec Manchester est formé le plus généralement, par un cône tronqué en fonte ou stéatite dont la section supérieure est percée de deux trous dans un même plan vertical et dans une direction oblique. Les deux veines gazeuses se choquent à la sortie de ces trous, s'épanouissent en éventail en produisant une flamme dont le plan est perpendiculaire à celui des trous.

Le bec Manchester étant réellement formé par la réunion de deux becs bougies on a dû rechercher si la réunion des deux bougies en une seule flamme donnait plus de lumière que les deux bougies prises isolément.

L'expérience est facile à faire en prenant 2 becs bougies montés sur grenouilles de manière à pouvoir les faire brûler d'abord séparément puis les incliner de manière à créer, par leur réunion, une seule flamme de Manchester.

On a trouvé ainsi que:

1^o Deux becs bougies de faible diamètre (0^m.95) donnent le même pouvoir éclairant que le bec Manchester formé par leur réunion.

2^o A mesure que les trous augmentent de diamètre (de 1^m.7 à 2^m.7) le Manchester devient supérieur aux deux bougies isolées.

Lorsque les trous deviennent très forts le Manchester ne fonctionne plus régulièrement, sa flamme est incertaine, fumeuse, il n'y a donc plus de comparaison à établir.

Le tableau suivant fait passer sous vos yeux les résultats des expériences faites à ce sujet.

Diamètre des Trous	Dépenses			Pression	Dépense du Bœuf. Type	Intensité.	Dépense pour 100. de type et pour une intensité = 100.
	Deux becs bougies.	Manchester formé par leur réunion.	Deux becs bougies.				
m m	li.	li.	m m.	li.		li.	diff.
0.95	60	4	30	72	40	208	
id	"	63	30	75	id	209	1
1.2	66	"	29	85	id	194	
id	"	69	29	95	id	182	12
1.4	69	"	28	82	50	168	
id	"	70	28	90	id	155	13
1.70	190	"	6	100	110	172	
id	"	190	6	102	180	103	69
2.	255	"	5	100	126	202	
id	"	255	5	96	240	110	92
2.4	236	"	3	99	150	163	
id	"	236	3	99	210	99	64
2.6	220	"	1	99	150	(fin)	
id							

La pression est trop faible pour que la flamme s'aplatisse.

Le Tableau précédent peut être complété par celui-ci dans lequel on a poussé à leur maximum les consommations des becs Manchester, c'est-à-dire jusqu'au moment où ils commencent à filer.

Diamètre des Trous.	Dépense de Manchester.	Intensité.	Dépense du Bœuf. Type.	Pression.	Dépense pour 100 de type et pour une intensité = 100.	Observations.
0.9	70	15	110	12	424	Dép. maximum
1.15	55	20	107	4	255	
	90	40	107	10	222	Dép. maximum
	85	50	111	3	153	
	119	75	111	6	152	
	105	100	111	11	149	Dép. maximum
1.5	76	50	107	3	142	
	110	75	106	5	137	
	146	100	106	10	137	
	210	125	106	13	158	Dép. maximum

Vous voyez que le diamètre de trou qui donne le maximum de pouvoir éclairant est compris entre $1\frac{7}{8}$, et $2\frac{7}{8}$, mais à la condition de faire débiter à ces bœcs au moins 200 litres à l'heure.

Pour des consommations plus faibles la flamme n'auroit pas une forme nette et régulière. Pour des consommations de 100 à 150 litres il faut des trous de $1\frac{1}{2}$ à 5 .

En somme le bec Manchester, pour donner de bons résultats, doit être approprié à la consommation que l'on veut lui faire faire — Enfin il ressort de toutes ces expériences que la loi des pressions faibles est encore vraie pour les Manchester; c'est avec les faibles pressions (37) que l'on obtient les plus grands pouvoirs éclairants comme nous l'avons constaté pour les bœcs Dupillona.

Cependant ces faibles pressions ne doivent pas être exagérées, les flammes ne prendraient plus leur forme régulièrement épanouie.

Après les bœcs bougies, les bœcs papillons, les bœcs Manchester, nous trouvons épuisée la série des bœcs à flamme libre et nous avons à étudier le bec à verre, bec à double courant, analogue au bec de la Cascel qui a pour principe le bec d'Argand.

Bœc
double courant. —
du gaz. Je vous disais au commencement de cette conférence combien la découverte d'Argand avait été utile au progrès de l'éclairage au gaz: autrefois elle a permis de distribuer le gaz à l'abonnement, à l'heure et cela à l'époque où les compteurs inspiraient peu de confiance

et coûterait fort cher; aujourd'hui c'est le bec qui, perfectionné par Bœngel, fournit la mesure du type de lumière auquel on compare les autres bœcs.

Tous les bœcs reposant sur le principe d'Argand se composent d'une couronne circulaire percée de trous ou d'une fente par laquelle le gaz se dégage — La couronne est entourée d'une gaine sur laquelle repose une cheminée en verre — La plate-forme de la gaine est percée de trous qui permettent à l'air de circuler dans la cheminée autour de la flamme tandis qu'un orifice, ménagé au centre même de la couronne, permet à l'air d'alimenter la flamme intérieurement on s'introduisant entre la fourche qui sert à l'arrivée du gaz.

Les dispositions de détail sont aussi nombreuses que les fabrications chacun cherchant à donner à l'appareil qu'il vend une forme qui le caractérise.

Ces modifications ne sont pas toujours très heureuses car il est facile de trouver des bœcs qui pour une même somme de lumière produite brûlent:

— 119 —	1°	—
— 123 —	1°	—
— 126 —	1°	—
— 133 —	1°	—
— 142 —	1°	—
— 150 —	1°	—
— 233 —	1°	—

Il me semble que de pareils chiffres doivent vous faire sentir combien toute cette étude des bœcs est utile, intéressante pour vous, pour nos abonnés aux quels nous pouvons apprendre que les dépenses peuvent varier du simple au double suivant les appareils.