

Auteur ou collectivité : Germinet, Gustave

Auteur : Germinet, Gustave (18..-18..)

Titre : L'éclairage à travers les siècles

Auteur : Germinet, Gustave (18..-18..)

Titre du volume : Tome X

Collation : 1 vol. (474 p., 40 f. de pl.) : ill. en noir et en coul., 28 cm

Cote : Ms 34

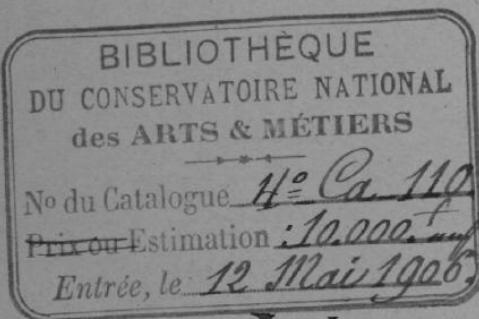
Sujet(s) : Éclairage ; Éclairage au gaz ; Éclairage électrique ; Éclairage public -- France -- Paris (France)

URL permanente : <http://cnum.cnam.fr/redir?MS34>









# L'ÉCLAIRAGE

## A TRAVERS LES SIÈCLES

Par Gustave Germinet

X



1892

# L'ÉCLAIRAGE

LA TRAVERSÉE DES SÉCLES

Patricia Gauthier, Géraldine

X



1881





# ECLAIRAGE

## MODERNE



ÉCLAIRAGE

MODERNE



# ECLAIRAGE

## AU GAZ

(SUITE)



ÉCLATRAGE

AGENCE

SUITE



Chapitre 4<sup>e</sup>.

---

*Frais annuels pour  
l'éclairage public de  
Paris*

*1817 - 1882*

---



Etat des dépenses annuelles  
de l'éclairage public de Paris

1817 - 1882.

Nature des dépenses	Éclairage		Dépenses totales annuelles
	huile	gaz	
Année 1817 <sup>(1)</sup>			
Éclairage des rues etc			
Nombre de bœufs 10 589			
(chaque bœuf consomme deux gros et un cinquième ancien poids ou 8 <sup>fr</sup> 41 d' huile).			
Nombre de lanternes			
..... 4 521			
Nombre total d'heures de service 31,825,185 <sup>h</sup> 55 <sup>m</sup>			
Dépenses annuelles dé- ductio[n] faite des retenues ou autres .....	556,506 86		
Frais d'établissement et de remplacement d'appareils 3,329 22			
Allocation par bœuf et par heure de service 0 <sup>f</sup> 0175)			
Éclairage des galeries du palais-royal.			
Nombre de bœufs 121			
" de lanternes 55			
Nombre total d'heures de service .. 421,790 <sup>h</sup> 45 <sup>m</sup>			
Dépenses annuelles déduc- tio[n] faite des retenues ou autres 6247 31			566 082 79
Pour l'éclairage du Palais Royal le paiement à l'entre- preneur doit être calculé sur le			

(1) Jusqu'en 1859 les dépenses d'éclairage sont comprises dans les budgets de la Préfecture de police et depuis cette époque

Nature des dépenses	Eclairage à		Dépenses totales annuelles
	huile	gas	
Nombre d'heures de service et la consommation normale des becs, déduction faite de la portion de la dépense payée par Monseigneur le Due d'Orléans.			
Année 1818			
Eclairage des rues et			
Nombre de becs 10,618			
" de lanternes 4,533			
Nombre total d'heures de service 32,373,731.55 <sup>10</sup>			
Dépenses annuelles déduction faite des retenues ou autres . . . . . 564,847.26			
Frais d'établissement et de remplacement d'appareils . . . . . 3,361.67			
Allocation par bec et par heure de service 0.0175)			
Eclairage des galeries du Palais Royal.			
Nombre de becs 121			
" de lanternes 55			
Nombre total d'heures de service 522,054.30 <sup>10</sup>			
Dépenses annuelles déduction faite des retenues ou autres . . . . . 8001.91			
Dépenses extraordinaires 16,016.52			592,227.36
Indemnité aux entrepreneurs de l'éclairage pour 1818 (suivant arrêté du conseil royal de 1817)			135 000 .

Nature des dépenses	Eclairage		Dépenses totales annuelles
	Isolée	gaz	
<i>Année 1819</i>			
Eclairage des rues etc			
Nombre de bœs 10672			
" de lanternes 4553			
Nombre total d'heures de service 32,222,849 <sup>35</sup>			
Dépense annuelle déduction faite des retenues au autres . . . . .	562,831	16	
Frais d'établissement et de remplacement d'appareils . . . . .	3,800	31	
Collection par bœs et par heure de service 0 <sup>4</sup> .0149 )			
Eclairage des galeries du Palais-Royal.			
Nombre de bœs 121			
" de lanternes 55			
Nombre total d'heures de service 339,344 <sup>30</sup>			
Dépenses annuelles déduction faite des retenues annuelles au autres . . . . .	4 804	50	571,435 97
<i>Année 1820</i>			
(Les renseignements manquent)			
<i>Année 1821</i>			
Eclairage des rues etc			
Nombre de bœs 11,048			
" de lanternes 4600			
Nombre total d'heures de service 35,509,912 <sup>10</sup>			
Dépenses annuelles déduction faite des retenues au autres . . . . .	493,712	39	

Nature des dépenses	Eclairage 5		Dépenses totales annuelles
	heure	gras	
Frais d'établissement et de remplacement d'apprêts . . . . .	1572	18	
(allocation par heure et par heure de service 0,0149)			
Eclairage des galeries du Palais-Royal			
Nombre de bœufs . . . 121			
" de lanternes 55			
Nombre total d'heures de service 340,373 <sup>h</sup>			
Dépenses annuelles, déduction faite des retenues ou autres . . . . .	3937	53	
une autre somme est portée pour . . . . .	3887	10	503,509 20
<hr/>			
Année 1822			
Eclairage des rues etc			
Nombre de bœufs 10,980			
" de lanternes 4,607			
Nombre total d'heures de service 34,173,944 <sup>h</sup> 15 <sup>m</sup>			
Dépenses annuelles déduction faite des retenues ou autres . . . . .	503,325	47	
Frais d'établissement et de remplacement d'apprêts . . . . .	2,184	70	
(allocation par heure et par heure de service 0,0149)			
Eclairage des galeries du Palais Royal.			
Nombre de bœufs . . . 121			
" de lanternes 55			
Nombre total d'heures de service 339,405 <sup>h</sup>			
Dépenses annuelles déduction faite des retenues ou autres . . . . .	3923	12	

Nature des dépenses	Éclairage à		Dépenses totales annuelles
	huile	gas	
une salve somme est portée pour . . . . .	804 14		510,237 13
<hr/>			
Année 1823			
Éclairage des rues etc			
Nombre de bacs 11020			
" de lanternes 4635			
Nombre total d'heures de service 34,316,376. <sup>47</sup> "			
Dépenses annuelles déduction faite des retenues ou autres . . . . .	510 029	81	
Frais d'établissement et de remplacement d'appareils . . . . .	581	39	
Allocation par bac et par heure de service 0. <sup>4</sup> 0149)			
Éclairage des Galeries du Palais Royal.			
Nombre de bacs . . . 121			
Nombre de lanternes 55			
Nombre total d'heures de service 338,060. <sup>15</sup> "			
Dépenses annuelles déduction faite des retenues ou autres . . . . .	3903	10	
une autre somme est portée pour . . . . .	485	64	514 999 94
<hr/>			
Année 1824			
Éclairage des rues etc			
Nombre de bacs 11,205			
" de lanternes 4,703			
Nombre total d'heures de service 35,124,230. <sup>37</sup> "			
Dépenses annuelles déduction faite des retenues ou autres . . . . .	518,335	06	

Nature des dépenses	Eclairage		Dépenses salées annuelle
	huité	322	
Frais de remplacement et d'établissement d'appareils (allocation par heure et par heure de service 0.0149)	2620 65		
Eclairage des galeries du Palais-Royal.			
Nombre de becs .. - 121			
" de lanternes . 55			
Nombre total d'heures de service 385,031 <sup>2</sup> .			
Dépenses annuelles déduction faite des retenues ou autres .. . . . .	3708 96		524664 67
<hr/>			
Année 1825			
Eclairage des rues etc			
Nombre de becs .. 11379			
" de lanternes 4804			
nombre total d'heures de service .. . . 35,823,319.32			
Dépenses annuelles déduction faite des retenues ou autres .. . . . .	520875 32		
Frais d'établissement et de remplacement d'appareils .. . . . .	91 16		
(allocation par heure et par heure de service 0.0149)			
Eclairage des galeries du Palais-Royal.			
Nombre de becs .. 121			
" de lanternes . 55			
Nombre total d'heures de service 330,075 <sup>h</sup>			
Dépenses annuelles déduction faite des retenues ou autres	3785 10		
Dépenses extraordinaires	3850 30		528600 88

Nature des dépenses	Eclairage à		Dépenses totales annuelles
	huile	gas	
<i>Année 1826</i>			
Eclairage des rues etc			
Nombre dehees 11,472			
" de lanternes 4,850			
Nombre total d'heures de service 36,256,585 <sup>6</sup> .38			
Dépenses annuelles d'éclairage faite des retenues ou autres ..	436,481.28		
Frais d'établissement et de remplacement d'appareils .. . . . .	2,500	"	
(allocation par heure et par heure de service )			
0 <sup>6</sup> .0149 )			
Eclairage des galeries du Palais Royal.			
Nombre dehees .. 118			
" de lanternes 53			
Nombre total d'heures de service 330,960 <sup>6</sup>			
Dépenses annuelles d'éclairage faite des retenues ou autres ..	3797.31		542778.59
<i>Année 1827</i>			
Eclairage des rues etc			
Nombre dehees 11,548			
" de lanternes 4,882			
Nombre total d'heures de service 36,409,417 <sup>6</sup> .21			
Dépenses annuelles d'éclairage faite des retenues ou autres .. . . . .	533 877.41		
Frais d'établissement et de remplacement d'appareils 2500			
(allocation par heure et par heure de service )			
0 <sup>6</sup> .0149 )			

Nature des dépenses	L'éclairage à		Dépenses totales annuelles
	huile	gas	
Eclairage des galeries du Palais-Royal.			
Nombre de boeufs 115			
" de lanternes 55			
Nombre total d'heures de service 328,913 <sup>h</sup> .			
Dépenses annuelles déduction faite des retenues ou autres.	3766 81		540,144 22
<hr/>			
Année 1828			
Eclairage des rues et			
Nombre de boeufs 11,956			
" de lanternes 5,123			
Nombre total d'heures de service 36,950,464 <sup>40</sup> "			
Dépenses annuelles déduction faite des retenues ou autres	541,982 50		
Eclairage des galeries du Palais Royal			
Nombre de boeufs 103			
" de lanternes 49			
Nombre total d'heures de service 290,484 <sup>h</sup>			
Dépenses annuelles déduction faite des retenues ou autres	3194 22		
Eclairage des ponts du Canal St Martin			
Nombre de lanternes 37			
Nombre d'heures de service 67,447 <sup>40</sup> "			
Dépenses d'éclairage	975 16		
Frises d'établissement et de remplacement et l'appareil dans les rues de Paris, le Palais Royal et l'installation			

Nature des dépenses	L'éclairage à		Dépenses totales annuelles
	heure	jour	
de ceux des Ponts du Canal St. Martin . . . . .	14723	94	
(allumation par heure et par heure de service 0.0149)			
L'éclairage des deux rives du Canal St. Martin :			
Nombre de lanternes . . . . 75			
Nombre d'heures de service			
148,062 <sup>h</sup> 15.			
Dépenses d'éclairage . . . . .	10,292	23	
Frais d'établissement			
d'appareils . . . . .	10,560	"	
L'éclairage des deux rives du Canal St. Martin qui était produit avec des appareils Bordier- Marcat a commencé le 9 Mars 1828. Le prix a été arrêté à 10 francs par heure et par appareil.			
Eclairage des galeries des rues de Rivoli et de Castiglione.			
Nombre d'appareils . . . 10			
Nombre d'heures de service . . . . 17 721 <sup>h</sup> 30			
Dépense d'éclairage . . . . .	1840	87	
(les frais d'établisse- ment ne figurent pas sur constat des dépenses de cette année)			
L'éclairage Bordier- Marcat, des rues de Rivoli et de Castiglione étais fait aux mêmes conditions qu'au canal St. Martin pour les deux rives . . . . .			
			592968 92

Nature des dépenses	Eclairage à		Dépenses totales annuelles
	huile	gaz	
En 1818, on a commencé à installer des appareils publics au gaz. Voici les frais d'établissement de ces derniers.			
Appareils à gaz rue de la Paix			
Dix colonnes en fonte avec lanternes et accessoires à 300 <sup>fr</sup> par colonne . . . . .		3000	0
Place Vendôme			
Quatre colonnes avec fourniture et pose des conduites en plomb nécessaires pour amener le gaz, travaux de terrasse et de passage . . .		1123 50	5123 50
(ces appareils n'ont fonctionné qu'à partir de 1829)			
<hr/>			
Année 1829			
(Des renseignements concernant l'éclairage à l'huile manquent pour cette année.)			
Eclairage au gaz			
Rue de la Paix			
Nombre d'appareils 10			
Rue de Castiglione . . 12			
Place Vendôme . . . 4			
<hr/>			
Nombre total des houes 26			
Nombre total d'heures de service 95 423 <sup>h</sup>			
Dépenses d'éclairage		5669 40	

Nature des dépenses	Eclairage		Dépenses totales annuelles
	huile	gaz	
Frais d'établissement et d'entretien d'appareils (allocation par heure et par heure de service 0.06)		237 85	
Le prix stipulé était de 6 centimes par heure et par heure de lumière.			
Les frais d'entretien de chaque lanterne s'élèvent à 8 cts par jour.			
Année 1830			
Les renseignements manquent pour cette année, sauf ceux ci-après:			
Gaz			
Eclairage des rues et place de l'Odéon.			
(ce service a commencé le 1 <sup>er</sup> Septembre 1829)			
Nombre d'appareils .. 12			
d'arbres .. 12			
Nombre d'heures de service .. 33,424 <sup>h</sup> 30			
Dépense d'éclairage	1005 08		
Etablissement d'appareils (somme payée) .. ..	109 50	2114 58	
(allocation par heure et par heure 0.06)			
Eclairage de la rue du 9 Juillet.			
(ce service a commencé le 1 <sup>er</sup> Avril 1830)			
Nombre d'appareils .. 5			
" arbres .. 5			
Nombre d'heures de service 18,427 <sup>h</sup> 30			
Dépenses d'éclairage ..	1105 67		
Etablissement d'appareils (somme payée) .. ..	45 63	1151 30	

Nature des dépenses	Eclairage à huile		Dépenses totales annuelles
	huile	gas	
(allocation par heure et par heure de service 0 <sup>t</sup> .06)			
Eclairage de la rue Neuve Bourg l'Abbé (le service a commencé le 11 Septembre 1830)			
Nombre d'appareils .. 2			
d'heures .. 2			
Nombre d'heures de service .. 7131			
Dépenses d'éclairage ..	442	23	
Établissement d'appareils (gommé payée) ..	18	25	460 48
(allocation par heure et par heure de service 0 <sup>t</sup> .06)			
<hr/>			
Année 1831			
Eclairage à l'huile des rues etc.			
Nombre de bœufs 18349			
d'lanternes 5,217			
Nombre d'heures de service 38,836,105 .39			
Dépenses d'éclairage .. 634327 35			
Frais d'établissement et de remplacement d'appareils .. 10811 24			654138 59
(allocation par heure et par heure de service 0 <sup>t</sup> .01647)			
<hr/>			
Dépenses relatives au remplacement et à la réparation, en 1831, de l'antennes et accessoires, détruites lors des émeutes du Décembre 1830 à Février, Avril, Juin, Septembre et Octobre 1831.			

Nature des dépenses	L'éclairage		Diverses catégories annuelles
	huit	322	
Fourniture de lanternes neuves . . . . .	4425 10		
Fourniture et réparation de cages de lanternes . . . . .	1693 75		
"    de chapiteaux de lanternes . . . . .	148 0		
Fourniture de carcasses de lanternes . . . . .	572 40		
"    de poutres de réverbères . . . . .	369 50		
"    de tentures de lanternes en fer . . . . .	187 "		
Facon et pose de ces tentures . . . . .	360 "		
Fourniture de cordes de suspension . . . . .	462 "		
Fourniture et réparation de lampes et pompes . . . . .	430 95		
Fourniture et réparation de portes-mâcho, coquilles et récipients . . . . .	112 90		
Fourniture et réparation de bandes, lunettes et réflecteurs . . . . .	444 25		
Trousse et fournitures pour diverses réparations de charrières de cages, verres de lanternes, grilles, lampes, boîtes de lanternes etc . . . . .	90 05		
Paiement à l'entrepreneur de l'éclairage des fournitures et réparations par lui faites pour la mise en état de 62 lanternes, lunettes, 2 bandes, 31 coquilles et 82 cages endommagées dans les émeutes d'			

Nature des dépenses	Éclairage à		Dépenses totales annuelles
	huile	gaz	
Avait, juin et septembre 1831, la dépense réglée suivant procédé verbal et après expertise . . .	2350	35	
	11,602	25	
Honoraires du lampiste expert chargé par l'admin' de la vérification des ouvrages exécutés par l'entrepreneur de l'éclairage pour les réparations annoncées . . . . .	18	"	
Total de la dépense de remplacement des objets détruits par force majeure	11,620	25	
—			
Eclairage au gaz de la rue des Pyramides			
Nombre de bacs . . . . . 6			
de lanternes 6			
(L'éclairage a commencé le 12 janvier 1831)			
Nombre d'heures de service 21,146 <sup>5</sup> 40			
Dépenses d'éclairage . . . . .	1268	80	
(Allocation par bac et par heure de service 0 <sup>4</sup> 06)			
Frais d'abonnement d'appareils . . . . .	1287	42	2556 72
(Le surplus de la dépense totale s'élève à 2280 à été payé par les propriétaires riverains)			
Eclairage du boulevard des Italiens . . . . .			
Nombre de bacs . . . . . 4			
de lanternes . . . . . 4			

Nature des dépenses	Éclairage à		Dépenses totales annuelles
	heures	grs	
(4'éclairage a commencé le 5 Août 1831)			
Nombre d'heures de service 10,090 <sup>h</sup> 40 <sup>m</sup>			
Dépenses d'éclairage (Allocation par heure et par heure de service 0.06)		605 44	
Frais d'établissement et d'appareils ( somme payée) . . . . .		27 10	632 54
Éclairage du carrefour Gaillon .			
Nombre de becs . . . 2			
"    de lanternes 2			
(4'éclairage a commencé le 5 Août 1831)			
Nombre d'heures de service . . 3 817 <sup>h</sup> 5 <sup>m</sup>			
Allocation par heure et par heure de service 0.06)			
Dépenses d'éclairage		229 01	
Frais d'établissement et d'appareils ( somme payée)		13 55	242 56
Éclairage du marché des innocents .			
Nombre de becs . . . 24			
"    de lanternes .24			
(4'éclairage a commencé le 9 Août 1831)			
Nombre d'heures de service . . . 12,989 <sup>h</sup>			
Dépenses d'éclairage compris entretien . . .		779 34	
(Allocation par heure et par heure de service 0.06)			
Frais d'établissement et d'appareils . . . . .		7727 75	8507 09
—			

Nature des dépenses	Eclairage à		Dépenses totales annuelles
	Huile	Gaz	
D'après M. Martin et Guén (1) l'éclairage de Paris a coûté en 1831 :			
Huile .....	740835 14		
Gaz .....		21571 92	762407 06
Année 1832			
Eclairage à l'huile des rues etc.			
Nombre de bœufs 12438			
" de lanternes 5247			
Nombre d'heures de ser- vice ... 40,093,930 <sup>h</sup>			
20 <sup>m</sup> .			
Dépenses d'éclairage. 651,716 09			
(allocation par bœuf par heure de service 0.01647)			
Eclairage des galeries des rues de Rivoli et Castiglione .			
(commencé en 1829)			
Nombre de bœufs .. 13			
" de lanternes 13			
Nombre d'heures de service 48,067 <sup>h</sup> .50 <sup>m</sup>			
Dépenses d'éclairage. 3364 68			
(11 <sup>m</sup> par bœuf et par heure de service 0.07)			
Cet éclairage était obtenu avec des appareils Baudier Marcat.			

(1) Renseignements statistiques des recettes et dépenses de la ville de Paris de 1797 à 1840.

Nature des dépenses	Eclairage à		Dépenses lulzées annuelles
	huile	gas	
Dépenses relatives au remplacement et à la réparation des lampions et accessoires détruits lors des émeutes des 1, 2 et 3 Avril et des évé- nements des 5 et 6 Juin 1832.			
—			
Fourniture de lampions nouveaux . . . . .	4039 20		
Fourniture et répa- ration des corps de lampions . . . . .	1823 85		
Fourniture de chapiteau de lampions	362 50		
Fourniture et pose de cordes de lan- ternes . . . . .	1775 65		
Fourniture de pointes de rameuses . . . .	1160 75		
Fourniture de cordes, de turbine et de sus- pension . . . . .	973 25		
Fourniture de tentures de lanternes en fer	141 ..		
Forçan et pose de ces tentures . . . .	725 ..		
Fourniture et réparation de porteméches . . .	932 50		
Fourniture et réparation des lampes et pompes	755 55		
Fourniture et répara- tion des bandes, lu- moltés et anses . . .	892 25		
Fourniture, pose et scelllement et posa- ture d'un plateau de lanterne . . . . .	103 76		

Nature des dépenses	Éclairage à		Dépenses totales annuelles
	huile	gas	
Fournitures, réparation, peinture et numérotation des boîtes de lanternes	240	20	
	13,925	46	
Supplément de dépense à l'occasion du choléra en 1832.			
Éclairage des bureaux de secours outre les lampes entretenues à l'extérieur pendant toute la durée des nuits, pour un service qui ne pouvait être suspendu; une lanterne à moras de couleur rouge soit placée à l'extérieur de chaque bureau afin d'en indiquer l'entrée au public.			
Les frais d'établissement, d'entretien, d'allumage et d'entretien de ces lampes et lanternes y compris quelques frais accessoires se sont élevés à . . . . .	6924	53	
Éclairage au gaz des rues de la Paix, Castiglione et Place Vendôme.			
Nombre de bœufs 26			
" de lanternes 26			
Nombre d'heures de service 95,602 <sup>h</sup> 30 <sup>m</sup>			
Dépenses d'éclairage	8449	44	

Nature des dépenses	Éclairage		Dépenses totales annuelles
	par heure	par heure et par heure de service 0.06	
(allocation par heure et par heure de service 0.06)			
Éclairage des rues et place de l'Octéon.			
Nombre de bœufs . . . 12			
" de lanternes . 12			
Nombre d'heures de service 93,532 <sup>h</sup> 30			
Dépenses d'éclairage compris entretien . . .			2121 75
(allocation par heure et par heure de service 0.06)			
Éclairage des rues du 29 Juillet.			
Nombre de bœufs . . . 5			
" de lanternes . . 5			
Nombre d'heures de service 18,487 <sup>h</sup> 30			
Dépenses d'éclairage compris entretien . . .			1155 "
(allocation par heure et par heure 0.06)			
Éclairage de la rue Nouve Bourg l'Abbé			
Nombre de bœufs . . . 2			
" de lanternes . 2			
Nombre d'heures de service 7395 <sup>h</sup>			
Dépenses d'éclairage compris entretien . . .			462 "
(allocation par heure et par heure de service 0.06)			
Éclairage de la rue des Pyramides.			
Nombre de bœufs . . . 6			
" de lanternes . 6			

Nature des dépenses	Éclairage		Dépenses totales annuelles
	huité	gzz	
Nombre d'heures de service 22,185 h			
Dépenses d'éclairage compris entretien ...		1836	"
(allocation par hectare et par heure de service 0.06)			
Éclairage du boulevard des Italiens			
Nombre de boeufs ... 4			
" de lanternes 4			
Nombre d'heures de service ... 14790 h			
Dépenses d'éclairage compris entretien ...	924	"	
(allocation par hectare et par heure de service 0.06)			
Éclairage du carrefour Grillon			
Nombre de boeufs ... 2			
" de lanternes 2			
Nombre d'heures de service 5,588 h. 45"			
Dépenses d'éclairage compris entretien	353	63	
(allocation par hectare et par heure de service 0.06)			
Éclairage du marché des Innocents			
Nombre de boeufs ... 24			
" de lanternes . 24			
Nombre d'heures de service 29,240 h			
Dépenses d'éclairage compris entretien ...	1974	"	
(allocation par hectare et par heure de service 0.06)			

Nature des dépenses	Eclairage		Dépenses totales annuelles
	huile	gaz	
Eclairage de la rue de Pelletier.			
Le service a commencé le 20 juillet 1832. La pénie des candélabres a été assurée par le Ministre de l'Intérieur.			
Nombre de bœufs .. 4			
" de lanternes 4			
Nombre d'heures de service .. . 7802 <sup>4</sup> .30"			
Dépenses d'éclairage compris entretien .. .	487	50	
(allocation par bœuf et par heure de service 0 <sup>4</sup> .06)			
Frais d'établissement et d'appareils .. . . . .	511	19	
Eclairage de la rue Neuve St-Georges.			
Les frais de premier établissement ont été à la charge des proprié- taires riverains.			
Nombre de bœufs .. 6			
" de lanternes 6			
Nombre d'heures de service .. . 8830"			
Dépenses d'éclairage compris entretien .. .	548	10	
(allocation par bœuf et par heure de service 0 <sup>4</sup> .06)			
Le service a commencé le 10 Septembre 1832.			

Nature des dépenses	Eclairage à		Dépenses tâches annuelles
	huile	gaz	
D'après M. Martin 5 <sup>e</sup>			
Écon d'éclairage de			
Paris scindé en 1832	757 841 99	15 896 11	773,738 10
— " 1833 733,969 92	17 371 59	751,341 51	
— " 1834 789,267 08	19 690 48	778,957 56	
— " 1835 759,604 76	26,982 "	784,586 76	
— " 1836 736,005 40	44,852 "	780,857 40	
<hr/>			
Année 1837			
Huile			
Nombre de bacs 11 657			
Nombre d'heures de ser- vice 38,069,777 47			
Dépenses d'éclairage 624 260 14			
Frais d'établissement et de remplacement d'ap- pareils . . . . .	8157 90		
( il y a été fait par bacs et par heure de service 0. 01647).			
Gaz			
Eclairage des rues etc			
Nombre de bacs . . 999			
Nombre total d'heures de service 8,185,931 35			
Dépenses d'éclairage et entretien . . . . .	105301 24		
Frais d'établissement et de remplacement d' appareils . . . . .	359 667 54		
On a installé pendant cette année 574 lanternes à gaz avec consolles ou candélabres à l'ob du Nord, de la Madeleine, place St. Antoine, aux abords de l'église de N. D. de la Tro- -nette, rue de Rivoté et rues adjacentes aux			

Nature des dépenses	L'éclairage à huile		L'éclairage à gaz		Dépenses totales annuelles	
	huile	gaz	huile	gaz	huile	gaz
Halles du centre, sur le Pont Neuf, sur les bords de la Banque de France, où il y avait 39 lanternes (seulement établies récemment à Paris sous le nom de 28 535 francs), qui au Quartier St. Jacques, St. Marceau et Jardin du roi etc.						
Année 1837						
(d'après M. Martin St. Rémy) 725 588 90	94615 67	820,204	57			
—						
Dépenses récapitulatives d'après M. Martin St. Rémy						
Année 1838 - - -	716 281 97	162 550	11	878 831	97	
“ 1839 - - -	681 035 16	195 011	“	876 046	24	
“ 1840 - - -	548 705 06	338 625 06	887,330	12		
—						
Relevés récapitulatifs d'après les réunions statistiques des recettes et dépenses de la ville de Paris.						
Année 1841						
Service de l'éclairage à huile 559 832 10						
Établissement de lanternes et frais d'améliorations 29 899 43						
Service de l'éclairage au gaz - - - - -			434 726 92			
Établissement d'espaces et frais d'améliorations	239 314 81	1,263,773	36			

Nature des dépenses	Eclairage à		Dépenses salées annuelles
	huile	gaz	
<b>Année 1842</b>			
Service de l'éclairage à l' huile . . . . .	478,830	92	
Etablissement des lan- ternes et frais d'ame- liorations . . . . .	34944	98	
Service de l'éclairage au gaz . . . . .			657104
Etablissement d'appa- reils et frais d'ame- liorations . . . . .	459508	79	1,630,445
			46
<b>Année 1843</b>			
Service de l'éclairage à l' huile . . . . .	381603	54	
Etablissement des lan- ternes et frais d'ame- liorations . . . . .	23667	"	
Service de l'éclairage au gaz . . . . .			855,216
Etablissement d' appareils et frais d' améliorations . . . . .	278,885	92	1,539,372
			97
<b>Année 1844</b>			
Service de l'éclairage à l'huile . . . . .	351,596	02	
Etablissement des lan- ternes et frais d'ame- liorations . . . . .	8,104	"	
Service de l'éclairage au gaz . . . . .			1,002,216
Etablissement d'appareils et frais d'améliorations			83
<b>Année 1845</b>			
Service de l'éclairage à l' huile . . . . .	319822	21	

Nature des dépenses	Eclairage		Dépenses totales annuelles
	huile	gas	
Etablissement de l'antenne et frais d'améliorations	14875 55		
Service de l'éclairage au gas		1,079,784 64	
Etablissement d'appareils et frais d'améliorations		255,855 50	1,679,738 "
<hr/>			
Année 1846			
Service de l'éclairage à l'huile	302,584 76		
Etablissement d'appareils et frais d'améliorations	15855 26		
Service de l'éclairage au gaz		1,242,172 97	
Etablissement d'appareils et frais d'améliorations		139,231 19	1,699,844 18
<hr/>			
Année 1847			
Service de l'éclairage à l'huile	295,890 44		
Etablissement d'appareils et frais d'améliorations	15,400 "		
Service de l'éclairage au gas		1,186,592 72	
Etablissement d'appareils et frais d'améliorations		159449 08	1,651,332 24
<hr/>			
Année 1848			
Service de l'éclairage à l'huile	235285 24		
Etablissement de l'antenne et frais d'améliorations	36100 29		
Service de l'éclairage au gaz		1,314,347 15	
Etablissement d'appareils et frais d'améliorations		154266 15	1,839,998 83

Voici le détail des frais relatifs à l'éclairage  
publié en 1848 :

### Huile

Désignation	Nombre de heures	Nombre d'heures de service	Prix à l'heure	Total
Éclairage des rues etc 340.1		10,938,533,40	40 3067 100000	
"                          "		4,231,874,40	10 288 10000	
"                          "	5	6,932,30	50 1000	
Éclairage d'épargnés				
à déduire retenues - - -		8906.63		
Partie d'éclairage à la charge de Bercy pour celui du B <sup>st</sup> valérian entre Bercy et Charenton - - - - -		4340.48	10247.1	
Dépenses l'éclairage à l'heure - - -			819,165.8	

### Gaz

Désignation	Nombre de heures	Nombre d'heures de service	Prix à l'heure	Total
Éclairage des rues etc 16		49,879,57	02 02	997
"                          "	57 60	10,638,159,40	02 44	503,571
"                          "	648	2,366,304,45	03 42	80,917
"                          "	415	1,482,814,40	04 36	72,361
"                          "	3126	9,692,065,45	03 59	339,222
"                          "	416	1,517,397,40	04 04	74,352
"                          "	253	912,032,55	07 07	63,842
		38,064,4	46 46	2,283
			5100000	1,137,558

Report 1,137,558.18

Traversie au compteur  
1 Appareil place du Carronat 27302<sup>me</sup> 0.14  
- - - - - 6661.69

Entretien des appareils à l'heure  
- - - - - 0.04 par heure et par jour 148,136.04

Salaire mensuels des ouvriers. - 900.00 155,697.73

---

1,293,255.91

Sur lesquels il y a à déduire :

Rolences . . . . . 8095.97

Éclairage des abords de la

Banque (portion de la charge de

l'établissement) . . . . . 600.00 8695.97

---

1,284,559.94

Frais d'établissement

Achat de lanternes . . . . .	43,689.00	339,048.33
" de candélabres et consolos 60,976.34		
Total d'établissement . . . . .	134,382.99	

Dépenses pour l'éclairage au 3<sup>me</sup> ... 1,623,608.27

---

Notes. — Dans cette dépense il y a aussi (sur adjonction) :

657 candélabres à 3<sup>me</sup> 62

1600 lanternes à 2<sup>me</sup> 24

970 consolos à 1<sup>me</sup> 12

Extrait du résumé statistique des recettes et dépenses de la ville de Paris de 1841 à 1850

**Eclairage.** — L'éclairage offre une augmentation encore plus considérable (que pour la voirie et l'arrosage des voies publiques) qui est due, comme précédemt, à l'ouverture de nouvelles rues et places et en outre, à une amélioration notable dans le mode et dans la distribution de l'éclairage. Ces sous articles 3<sup>e</sup> et 4<sup>e</sup> qui comprennent les dépenses de ce service, élèvent pour les dix années de 1841 à 1850 à 16,445,344 francs, tandis que dans la période précédente, les articles éclairage ne montent qu'à 9,668,111,30, d'où il résulte un excédent de 7,377,463,77. On remarquera, que pendant que les dépenses de l'éclairage s'élèvent tout en diminuant d'année en année, celles de l'éclairage au gaz s'accroissent dans une proportion incomparablement plus grande. Comme moyen d'appréciation, il suffit d'examiner le tableau ci-après donnant la situation comparative des deux modes d'éclairage en 1840 et 1850, avec les quantités et les dépenses constatées d'après les comptes publiés par la Procureur de Police.

	Années	Becs	Dépenses
Eclairage à l'huile	1840	10 833	548,705,66
	1850	" 25 334	" 117,307,
Eclairage au gaz	1840	27 96	335,931,81
	1850	" 11 665	" 1536,66
		13,629	884,636,87
		14,199	1,653,971

Il a été dépensé en outre 2,394,011<sup>5</sup>.87 pour l'établissement de nouveaux appareils de l'éclairage au gaz de 1841 à 1850.

Relevés récapitulatifs et après  
le résumé statistique des recettes et dépenses  
de la ville de Paris

Nature des dépenses	Éclairage à		Dépenses totales annuelles
	huile	gaz	
Année 1849			
Service de l'éclairage à l'huile	177,439 54		
Etablissement de lanternes et frais d'améliorations	1,949 34		
Service de l'éclairage au gaz		1,446,465 85	
Etablissement d'appareils et frais d'améliorations		256,357 53	1,882,812 26
Année 1850			
Service de l'éclairage à l'huile	130,142 70		
Etablissement de lanternes et frais d'améliorations	14,818 79		
Service de l'éclairage au gaz		1,399,839 53	
Etablissement d'appareils et frais d'améliorations		168,839 24	1,703,040 26
Récapitulation des dix années (période décennale 1841-1850)			
Service de l'éclairage à l'huile	3,223,033 67		
Etablissement de lanternes et frais d'améliorations	205,060 64		
Service de l'éclairage au gaz		10,618,467 89	
Etablissement d'appareils et frais d'améliorations		2,399,012 87	
Total	3,428,094 31	13,017,480 76	16,445,615 07

Dépenses totales annuelles  
pour l'éclairage de Paris.

Année 1851	1,914,028.79
" 1852	1,885,165.58
" 1853	1,917,492.87
" 1854	1,480,000. "
" 1855	1,257,000. "
" 1856	1,336,593. "
" 1857	1,349,246. "
" 1858	1,470,283. "

Nature des dépenses	Éclairage à		Dépenses totales annuelles	
	huile	gas		
Année 1859				
Huile				
Nombre d'heures de service . . . . .	823,117.15			
(allocation par heure et par heure de service 1 <sup>o</sup> 544)				
Dépenses d'éclairage . . . . .	12708.92			
Droits d'octroi . . . . .	2065.47			
	14,774.39			
à déduire retenues	239.80			
	14,534.59			
Etablissement d'apprentis	446.75			
Gas				
Éclairage au gaz				
<p>Les prix du gaz sont comportés au estiennes charges du 23 Juillet 1855, approuvées par le conseil municipal et sanctifiées par décret du 25 du même mois.</p>				

Nature des dépenses	Éclairage à		Dépenses totales annuelles
	Buée	gaz	
Éclairage à l'heure Nombre d'heures de service 81,522,278. <sup>h</sup> 45 <sup>s</sup> (allocation par heure et par heure de service 0. <sup>t</sup> 01 <sup>s</sup> ).			
Dépenses d'éclairage Nombre d'heures de service 2,788,551. <sup>h</sup> 50 <sup>s</sup> (allocation par heure et par heure de service 0. <sup>t</sup> 01 <sup>s</sup> )		322,834 16	
Dépenses d'éclairage Nombre d'heures de service 3,765,197. <sup>h</sup> 10 <sup>s</sup> (allocation par heure et par heure de service 0. <sup>t</sup> 03 <sup>s</sup> )		58559 53	
Dépenses d'éclairage		112955 90	
		494,349 59	
Éclairage des bureaux de la Banque de France (portion à la charge de cette administration ..... 815.11			
Rentrees .. 3 200.83		3,415 94	
		490,933 65	
Entretien des appareils à raison de 0. <sup>t</sup> 04 par heure et par jour .....		125261 91	
Etablissement d'appareils d'éclairage aux bureaux.			
Achat de lanternes 6254.			
" de candélabres 25005.72			
Travaux d'établisse- ment .. 41 073.50		72333 22	

Nature des dépenses	Gras	Huile	Schiste	Dépenses totales annuelles
D'après le compte général des recettes et dépenses de la ville de Paris.				
Année 1860				
Dépenses d'éclairage . . . . .	1,421,768 20	171,988 72	130,592 61	1,684,324
Etablissement, entretien et appareils . . . . .				160,916
Année 1861				
Dépenses d'éclairage . . . . .	1,633,551 03	199,564 44	124,491 28	1,807,506
Etablissement, entretien et appareils . . . . .				340,403
Supplément motivé par l'extension des limites de Paris				37,539
Année 1862				
Dépenses d'éclairage . . . . .	1,410,724 02	216,137 76	182,816 4	1,615,443
Etablissement, entretien et appr <sup>ts</sup>				365,956
Année 1863				
Dépenses d'éclairage . . . . .	2,144,143 16	245,000 "	2,389,143	3
Etablissement, entretien, surveillance et essais d'appareils				710,566
Année 1864				
Dépenses d'éclairage . . . . .	2,409,708 34	265,000 "	1792 50	2,676,500
Etablissement, entretien, surveillance et essais d'appareils				609,640
Année 1865				
Dépenses d'éclairage . . . . .	2,558,649 22	358,616 29		2,917,265
Etablissement, entretien, surveillance et essais d'appareils . . . . .				346,334
Année 1866				
Dépenses d'éclairage . . . . .	2,607,702 94	357,150 74	" "	2,964,853
Etablissement, entretien, surveillance et essais . . . . .				1,016,574
Année 1867				
Dépenses d'éclairage . . . . .	3,023,409 06	339,108 59	46,696 "	3,409,213
Etablissement, entretien, surveillance et essais d'appareils . . . . .				769,356

Nature des dépenses	Gaz	Huile	Schisla	Dépenses totales annuelles
Année 1868				
Dépenses d'éclairage	2,058,759	78	96,500	46 24973 37 2,180,231 61
Établissement, entretien, surveillance				
Tessais d'appareils				1,006,870 09
Année 1869				
Dépenses d'éclairage				3,967,353 50
Établissement, entretien, surveillance				
Tessais d'appareils				370,652 "
Année 1870				
Dépenses d'éclairage				2,914,990 65
Établissement, entretien, surveillance				
Tessais d'appareils				470,380 75
Année 1871				
Dépenses d'éclairage				3,355,334 02
Établissement, entretien, surveillance				
Tessais d'appareils				487,180 84
Année 1872				
Dépenses d'éclairage				3,597,642 98
Établissement, entretien, surveillance				
Tessais d'appareils				589,796 85
Année 1873				
Dépenses d'éclairage				3,288,504 15
Établissement, entretien, surveillance				
Tessais d'appareils				643,957 13
Année 1874				
Dépenses d'éclairage				3,371,687 80
Établissement, entretien, surveillance				
Tessais d'appareils				436,895 85
Année 1875				
Dépenses d'éclairage				3,350,074 75
Établissement, entretien, surveillance				
Tessais d'appareils				609,062 70
Année 1876				
Dépenses d'éclairage				2,714,160 88
Établissement, entretien, surveillance				
Tessais d'appareils				1,256,861 99

Nature des dépenses	Gaz	Huiles	Électricité	Dépense totale annuelle
Année 1877				
Dépenses d'éclairage . . .	2,797,980 33	41576 10		3,839,556
Établissement, entretien, surveillance et essais				1,483,481
Année 1878				
Dépenses d'éclairage . . .	2,437,958 72	39942 54		3,008,873
Éclairage électrique				
Avenue de l'Opéra . . . .			24495 83	
Place de la Bastille . . .			5930 "	
Un pavillon des halles contrôles .			345 92	
Établissement, surveil- lance et essais . . . .				1,219,286
Année 1879				
Dépenses d'éclairage . . .				4,043,134
Établissement, entretien, surveillance et essais . . .				628,762
Année 1880				
Dépenses d'éclairage . . .	3,273,517 89	39495 37	23445 34	3,335,488
Établissement, entretien, surveillance et essais, compris éclairage électrique				1,099,551
Année 1881				
Dépenses d'éclairage . . .	3,521,610 13	47867 29	32,901 82	3,649,374
Établissement, entretien et essais, compris éclairage électrique . . .				1,391,601
Année 1882				
Dépenses d'éclairage . . .	3,562,661 50		28366 67	3,591,013
Établissement, entretien et essais . . . . .				1,631,191
Année 1883				
Dépenses d'éclairage . . .				3,989,531
Établissement, entretien et essais . . . . .				1,268,311
Année 1884				
Dépenses d'éclairage . . .	3,110,030 "	43,170 "		3,153,150
Établissement, entretien et essais . . . . .				1,350,580

Nature des dépenses	Gaz	Huile minérale	Électricité	Dépenses totales annuelles
Années 1885				
Dépenses d'entretien et d'établissement, outre tout et essais	4,061,497 "	41203 "	64,500 "	4,196,800 "
				1,369,000 "



Chapitre II  
 Documents divers relatifs  
 à l'éclairage au gaz  
 1871 - 1890

Note sur l'inflammation de jets  
 de gaz pendant les orages.

Par M. M. de Fomvielle

14 Août 1871.

Académie des sciences

M. Dumas ayant paru désirer quelques  
 éclaircissements sur la communication que  
 j'ai eu l'honneur de faire à l'Académie,  
 dans la séance du 7 Août dernier, relativement  
 à un coup de foudre de la rue  
 Tractare, je me suis livré à une étude sp-  
 -profonde de ce phénomène.

Ayant obtenu des Pères de la Provi-  
 -tence l'autorisation de visiter l'inté-  
 -rieur du bâtiment foudroyé, j'ai trouvé  
 que la décharge avait été assez violente  
 pour volatiliser la surface d'une bande  
 de fer oxydé qui lui avait servi d'épôle,  
 pour briser en mille morceaux la vaisselle  
 de ces religieux et pour imprimer des  
 traces de fusion à différentes pièces fa-  
 -sant partie d'une batterie de cuivre. La  
 décharge est encore tombée sur une touche

d'eau et a brisé un tube de fonte qui n'offrait point au fluide une conductibilité suffisante.

D'autres détails recueillis parmi dans la voisineza permettent de comprendre que le gaz ait été porté à une température suffisante pour qu'il ait été enflammé, et surtout d'expliquer comment il s'est trouvé en contact avec l'air atmosphérique par la obstruction du plomb qui lui a tenu passage. Cette circonstance est d'autant plus remarquable que la température de la fusion du plomb n'est point suffisante pour produire cet effet. Elle semble indiquer que le plomb n'a point été fondu, mais arraché moléculairement et volatilisé, comme l'a été le fer de la cuve des Pères de la Providence.

Le coup a été réellement formidable, comme tout Paris a pu s'en convaincre et sa dureté a été très longue. Reportier de l'Observatoire national n'a vu que pas moins de cinq à six secondes. Des secousses ont été ressenties à des distances très-grandes, principalement il est vrai, près des masses de fer ou d'objets de nature à représenter le mouvement principal et donner lieu à des courants éléctriques.

Non seulement la secousse électrique

s'est fait sentir sur une surface très grande, mais la décharge paraît avoir eu une forme globulaire, d'après trois observations qui concourent à l'établir.

Pour arriver à fondre le tube de plomb et à enflammer le gaz qu'il contenait, il fallait évidemment au moins 200 mètres, le coup de foudre qui a été déclenché à 8<sup>h</sup> 54<sup>m</sup> n'aurait sans doute pas eu la même puissance, mais il a été assez énergique pour produire la perforation d'un tube passant dans le grenier de la maîtrise de la Chapelle St-Marcet. Il n'avait cette fois à franchir qu'une hauteur de 4 ou 5 centimètres. Le bac étant à près de 4 mètres de l'endroit où l'explosion, on ne saurait admettre qu'il ait été ouvert par inadvertance, et que cette circonstance ait déterminé l'inflammation du gaz. Mais cette hypothèse saurait bien moins être admise dans une deuxième explosion qui a eu lieu à l'hôpital de la vieillesse (temmes) le 29 juillet à 6<sup>h</sup> du soir; car le tube foudroyé sort d'un mur pour y rentrer aussitôt, et passe dans le voisinage d'une conduite de décharge des eaux pluviales, qui a servi à dériver une portion plus au moins grande du fluide, malgré la présence

d'un paratonnerre en bon état. Le tube de plomb et le tube de fonte sont presque en contact, la foudre n'a pu s'enfoncer qu'une lame d'air d'un millimètre, la couche d'oxyde qui couvrait le plomb et la couche de peinture qui couvrait la conduite de fonte. Cependant la chaleur développée a été assez grande pour que le plomb fut volatilisé et le gaz porté à la température de son inflammation dans l'air.

Comme d'aussi grandioses expériences se repètent difficilement dans les laboratoires, je me propose de recueillir et d'étudier les cas analogues, si l'Académie désigne prendre intérêt à ces recherches. Je me suis adressé à M. Lepoedry, Ingénieur de la canalisation de la Compagnie Parisienne, qui fait procéder à une enquête. Nul doute que ces faits ne soient fréquents, et que, dans certains cas, ils n'aient produit des incendies attribués à d'autres causes, ou dont la cause est restée inexplicable jusqu'à ce jour. Je ne crois point sortir de la réserve recommandée en pareille matière, en consentant de ne jamais poser les tubes et les buses de gaz à faibles distances des parties métalliques, susceptibles de

fonctionner comme paratonnerre pendant un temps abrégé. S'ajoutera si que le coup de foudre de la saupietrière mesurait expliqué parce que le tuyau de décharge des eaux pluviales était bouché accidentellement. Cette circonstance qui a été constatée lorsqu'on a réparé le tube de gaz, a mis sans doute en communication le tuyau de décharge des eaux pluviales qui était bouché accidentellement. Cette circonstance, qui a été constatée lorsqu'on a réparé le tube de gaz, a mis sans doute en communication le tuyau de décharge avec le paratonnerre, et est peut être la cause de la déflagration. C'est peut être par suite d'une circonstance qu'on a vu, il y a quelques années, une bouteille de feu se précipiter sur une poudrerie garnie de son paratonnerre, circonstance signalée par le Ministre de la Guerre à la Commission académique des paratonnerres. Je compte m'occuper également de cette étude, si mes efforts sont assez heureux pour mériter l'approbation de l'Académie.

## Allumeur à gaz

Par M. Klinkerfues

(Extrait du Technologiste. - Octobre 1872)

On s'est servi bien des fois pour enflammer les gaz, du platine à l'état d'éponge ou pulvérulent, mais toutes les fois qu'on s'est écarté en quelque point de l'appareil Döbereiner, on n'a jamais réussi à atteindre le but désiré. Tantôt mis sous les quelles on a employé le platine sont, par un usage répété de l'appareil, exposées à éprouver des changements qui paralySENT l'effet de celui-ci. Il y a plus, c'est que l'éponge de platine récemment préparée ne réussit pas à proposer à enflammer le gaz d'éclairage ordinaire.

M. Klinkerfues s'est assuré qu'on pouvait remplacer l'éponge par un fil de platine, et a mesuré la température à laquelle ce fil est en état d'enflammer le gaz d'éclairage. Un fil de cette espèce ayant été interposé entre les pôles d'une batterie faible zinc et charbon, a suivi d'être arrivé au rouge visible, même dans l'obscurité, illuminant. C'est sans doute sur cette propriété du fil et de

l'autre sur la fermeture hydraulique de l'appareil catalytique qui sont des conditions caractéristiques importantes, que l'entoncure construit pour l'allumage des lampes et des brûleurs de gaz.

Si on avait besoin d'un courant catalytique plus énergique, l'activité des ballasts serait promptement apaisée, et il serait impossible que l'appareil puisse servir des mois entiers sans le renouvellement du chargement. Mais par l'établissement de l'interception du courant par voie hydraulique, on a obtenu le moyen le plus commode pour développer momentanément l'action catalytique, et par conséquent pour l'interrrompre de nouveau dans le but d'économiser la matière.

Cet appareil se compose d'un vase en verre mince de quelques centimètres de haut fermé dans le bas et percé dans le bout d'un couvercle vissé sur un anneau et formant fermeture hermétique. Pour que celle-ci soit plus complète, on introduit entre l'anneau et le couvercle, une rondelle de caoutchouc. C'est sur ce couvercle que sont arrêtées et fixées les deux éléments zinc et graphite. On leur donne la forme de plaques planes, toutes deux, on trouve qu'il y ait plus d'un tiers de moins que l'entoncure en manganèse et zinc.

de forme libulaire, percé de trous et un cylindre de graphite.

Sur le couvercle se trouvent placées deux électrodes avec un bout de fil de platine qui les met en rapport. Ces électrodes se composent de deux tiges de triton dont l'une est visée directement sur le couvercle métallique, tandis que l'autre passe par une enveloppe de caoutchouc à travers le couvercle dont il se trouve ainsi isolé. Le fil de platine est maintenu par deux pinces dont chacune se compose d'un petit tube inséré sur la tige et qui est pressé par un ressort à boudin sur la tête de cette tige. On peut enlever le fil de platine en pressant avec le doigt sur le petit tube.

La liquide dont on choisit l'apparition consiste dans le mélange connu du bichromate de potasse et d'acide sulfurique éteint qui reste solide pendant très longtemps. Le mélange le plus avantageux se compose de 3 parties en poids de bichromate et 14 parties d'acide sulfurique à 66° avec 18 parties en poids d'eau distillée. Si les appareils doivent être exposés à une température inférieure à 15°, on recommande le mélange suivant : 8 parties de bichromate, 4,5 d'acide sulfurique et 18 d'eau. Ce mélange ne se congèle pas encore à - 85°.

Pour allumer avec cet appareil simples les jets de gaz, il suffit de le pencher jusqu'à ce que le liquide touche les éléments zinc et chroban, et de mettre en contact le fil de platine avec le courant de gaz qui s'échappe du bec ou brûleur. Tant que l'appareil reste verticale, les éléments n'étant pas touchés par le liquide excitateur, il n'y a pas de courant galvanique et, par conséquent point de dépense de matières. Aussi longtemps que le mélange est relativement sec, le fil de platine devient tellement rouge - qu'une bande de papier qu'on a trempé dans du chlorure de calcium prend feu.<sup>(1)</sup>

(Dor pratique machine - Constructeur. 187)

(1) M. Klinner fait aussi construire sur le même principe un appareil pour allumer les bœufs auxquels la main ne peut atteindre, et en outre un autre appareil pour allumer les bœufs de gaz des voies publiques qui paraît plus compliqué, mais dont nous croyons devoir nous abstenir de donner la description, celle de l'appareil simple ci-dessus nous ayant paru suffisante pour comprendre le principe de ces sortes d'allumeurs à gaz.

### Photomètre à relief

Voici le résumé d'une note scientifique communiquée à l'Académie des sciences par M. P. Yvon et dont M. Coze a fait depuis l'application de la théorie, pour comparer entre elles des lumières très intenses, si si que nous le verrons plus loin :

Extrait des Comptes rendus de l'Académie des sciences du 4 Novembre 1872 (Correspondance).

Optique. — Photomètre fondé sur la sensation du relief.

Note de M. P. Yvon

---

Soient des surfaces planes et blanches, perpendiculaires entre elles et placées de façon que leur arête d'intersection soit verticale : c'est la disposition que l'on peut réaliser, par exemple, en pliant une feuille de papier ou une carte en deux moitiés, qu'en biseauter à angle droit, et les places sur une table de manière que l'arête soit perpendiculaire à la table. Si l'observateur se place à une certaine distance, son oeil étant dans le prolongement du plan biseau de l'angle dièdre, et qu'il regarde l'arête située dans un tube noir intérieurement à

obtient la sensation du relief tant que les deux faces sont inégalement éclairées; dès que l'éclairage des deux faces devient exactement le même, il ne voit plus qu'un cercle dont la surface lui paraît rigoureusement plane.

Pour comparer entre elles les intensités des deux sources lumineuses, de même couleur, on dispose l'une des deux sources dans une direction normale à l'autre face; il est évident que chaque source éclaire seulement l'une des faces, à l'exclusion de l'autre. L'observateur étant placé comme il a été indiqué, il suffit de faire varier la distance de l'une des sources à la face qu'elle éclaire, l'autre restant fixe, jusqu'à ce que l'œil obtienne la sensation d'un cercle absolument plan. On mesure alors la distance de chaque source à la face correspondante, et la loi de la raison inverse du carré des distances donne le rapport des intensités.

La disposition dont il s'agit peut évidemment être réalisée sur deux surfaces planes de nature quelconque; on peut employer, par exemple, un prisme rectangulaire en porcelaine ou en toute autre substance.

Académie des sciences  
24 Février 1873

Dela flamme du gaz d'éclairage  
comme réactif très-sensible de l'acide  
borique

Note de M. Bidaut  
présentée par M. Bouley

Si on dirige la flamme du gaz d'éclairage, sortant par un bec Bunsen sur une très-petite échille d'acide borique placée sur un fragment de porcelaine cette flamme prend immédiatement une magnifique couleur verte. Il n'est pas même nécessaire que la jetée flamme enveloppe l'acide, il suffit qu'il soit rapproché de façon à en toucher légèrement la surface.

Dans un de mes nombreux essais, un contigronne d'acide borique fut placé dans un morceau de capsule en porcelaine, très-exactement tarié; la flamme, maintenue à une distance qu'on fit varier de un millimètre à un centimètre de la surface du tobe, prit en totalité une belle teinte verte. Après une minute d'expériences, c'était à peine si les petites échilles boriques avaient été légèrement fondues; elles n'adhéraient pas à la porcelaine et une balance très-sensible

n'indiquez aucune diminution de poids. On repart alors l'essai, et pendant vingt cinq minutes la flamme fut colorée, en totalité ou seulement sur quelques-uns de ses points, toujours faciles à saisir dans un endroit un peu obscur. Dans les mêmes conditions du borsane donne que la coloration jaune due à son acétate; quand on l'additionne à une cuvette d'acide sulfurique la couleur verte apparaît instantanément.

Un gramme d'une solution contenant un cinquième d'acide borique pour 20 grammes d'eau fut placé sur un fragment de capsule, et chauffé légèrement. Dès que les vapeurs apparaissent, on y plongea la flamme du gaz, qui varie immédiatement. En mettant alternativement la flamme sur la solution obtenu la vapeur dégagée, la coloration verte reste visible pendant assez longtemps et s'ombrage à mesure que la concentration augmente; du reste, en promenant la flamme à la surface du liquide bouillant, on trouve des points où la couleur est plus intense; par exemple, sur les bords où, par l'évaporation, il se forme un petit lisère efflorescent. 1 gramme de la solution ci-dessus à  $\frac{1}{200}$  a été ajouté à 12 grammes d'eau et 1 gramme d'acide dilué à  $\frac{1}{10}$  chauffé comme il a été dit;

à coloré les bords de la flamme pendant plusieurs minutes.

En ajoutant à la solution borique un peu de carbonate de soude, on n'obtient que la coloration jaune de l'acéti, mais avec un peu d'acide sulfurique, on fait apparaître la couleur verte presque immédiatement. Si, au lieu d'employer le sol de soude, on se sert de sels d'ammonium ou d'acide tartrique, la coloration de la flamme tient de ce qu'on la couche dans la vapeur qui s'échappe du mélange, sans qu'il soit nécessaire d'ajouter l'acide sulfurique.

Un peu d'acide borique a été chauffé dans une capsule recouverte d'un tissu, et subi de quelques instants ce dernier, touché par la flamme du gaz, l'acide borique quoiqu'il n'y eût pas la moindre trace appréciable de substance à sa surface.

Avant chaque expérience, on couche la flamme sur le tissu en porcelaine avec lequel on devait expérimenter, et jamais elle n'offrait de coloration. Cette éprouve sèche faite dans l'obscurité comme l'expérience réelle, avait pour but de démontrer que la teinte verte n'était pas due à l'alliage formant le bec d'où s'échappait le gaz. De resto, la couleur qui produisait l'alliage cuivréa est d...

peu différente et forme un noyau conique dont la base repose sur l'ouverture du bec ; tandis qu'avec l'acide borique la coloration est surtout intense à l'extrémité ou sur les bords de la flamme qui doit avoir au moins un décimètre de longueur :

10 grammes de borax contenant 0.3665 d'acide borique a été dilués dans 250 <sup>Gr</sup> d'eau ordinaire ; 10 grammes de cette solution contiennent donc 0.1466 d'acide. On les ajoute à 250 <sup>Gr</sup> d'eau. 5 grammes de cette solution sont essayés après qu'on y a ajouté de l'acide sulfurique et la réaction est manifeste. Ces 5 grammes ne renferment cependant pas  $\frac{3}{10}$  de milligramme d'acide borique.

Quelques grammes de la même solution sont misés à différents sols, tels que le sulfate de chaux, carbonate sodique, sulfure ferroso-ferrique etc et en opérant comme ci-dessus on a obtenu la même réaction. (quand le sol ajouté était acide, comme par exemple le sulfure ferroso-alumé à l'air, il n'était pas nécessaire d'ajouter d'acide sulfurique pour isoler l'acide borique). La tache verte a persisté plus ou moins longtemps, mais a toujours été nettement accusée en opérant dans l'abs-  
-curité.

fut dissous dans 250 grammes d'eau ordinaire légèrement acidulée, et 1 gramme de ce liquide permit de reconnaître l'acide borique, bien qu'il ne contînt que 0.0001466 ou presque  $\frac{1}{7000}$ . A 10 grammes d'eau de pluie on ajouta deux gouttes de sulfate ferroso-ferrique et 1 centimètre cube de la solution à  $\frac{1}{7000}$ . On en prit la moitié, soit 6 grammes, et la réaction fut encore manifeste, bien qu'il n'y eût dans ces 6 grammes que  $\frac{7}{100}$  de milligramme d'acide borique libre, ou presque 0.0000733.

Si peine à croire que cette grande sensibilité de la flamme d'azote soit particulière à l'acide borique libre, et j'ose penser qu'en étudiant davantage ce procédé on arrivera à lui trouver une sensibilité du même genre pour d'autres corps.

---

Académie des sciences

1<sup>er</sup> Mars 1873

---

Expériences nouvelles sur les flammes chantantes  
(Extrait du mémoire de M. F. Kastner présenté par  
M. Liarry)

---

Si dans un tube de verre, on introduit deux flammes d'azur et d'orange convenable.

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

et si on les place toutes les deux au tiers de la longueur du tube, comptée à partir de la base inférieure, ces flammes vibrent à l'unisson. Ce phénomène continue de se produire tant que les flammes restent écartées, mais le son cesse aussitôt que les deux flammes sont mises au contact.

J'ai pris un tube de verre de  $0^{\prime\prime}55$  de longueur de  $0^{\prime\prime}041$  de diamètre extérieur et de  $0.0025$  d'épaisseur. Deux flammes isolées provenant de la combustion du gaz hydrogène, s'échappant de bacs convenablement construits et placés à  $0^{\prime\prime}183$  de la base, ont produit, lorsqu'elles étaient séparées, le son naturel.

Or que ces flammes, à l'aide d'un mécanisme très-simple sont rapprochées l'une de l'autre, le son est brièvement interrompu. Si l'on fait varier la position des flammes dans le tube entre laissant toujours des espaces au dessus égaleurs de la longueur, le son diminue jusqu'à la moitié du tube, endroit au delà duquel tout bruit cesse de se produire; au dessous de ce même point, le son augmente, au contraire, jusqu'au quart de la longueur du tube. En cet endroit, si l'on rapproche les flammes, le son ne cesse pas immédiatement, les deux flammes pouvant alors continuer.

de vibrer comme une flamme unique.

Si l'interférence des flammes chantantes ne se produit que dans des conditions spéciales. Il est important de mettre la longueur des tuyaux en harmonie avec le nombre des flammes. La hauteur des flammes n'exerce qu'une action limitée sur ce phénomène. La forme des bacs joue également un rôle important.

Si l'ensemble des expériences que j'ai effectuées depuis deux ans, m'a conduit, comme application, à la construction d'un instrument musical d'un timbre entièrement nouveau, se rapprochant de la voix humaine, et auquel j'ai donné le nom de pyrophore. Cet instrument se compose de trois claviers, s'occupant comme dans l'orgue, chacune des touches du clavier est mise en communication à l'aide d'un mécanisme fort simple avec les conduits à collecteurs des flammes dans les tuyaux de verre. Torsque on presse sur ces touches les flammes se séparent et le son se produit aussitôt; dès qu'on cesse d'agir sur les touches les flammes se rapprochent et le son cesse immédiatement.

Académie des sciences  
21 Avril 1873.

Action de l'électricité sur les flammes

Mémoire de M. V. Neyronneuf (extrait)

On démontre l'existence du vent électrique en approchant une flamme d'une pointe électrisée. L'expérience est en réalité complexe et dépend, entre autres conditions, de la nature du fluide que l'on emploie.

Une flamme doit être considérée comme un corps assez bon conducteur : conduits à l'extrémité d'un tube de verre bien isolant et placée devant une pointe de manière à constituer le vent. Elle est susceptible elle-même d'être attirée, et avec d'autant plus d'énergie que sa distance à la pointe sera plus petite ; de telle sorte qu'il doit exister une certaine distance pour laquelle le vent a une intensité maximum : c'est ce que l'expérience constate.

Si la flamme est produite à l'extrémité d'un bec métallique en communication avec l'une des sortes de la machine de Hollandais que la pointe communique avec

autre, le vent électrique est beaucoup plus intense d'une manière générale, mais ces effets se compliquent suivant la nature du fluide et suivant les dispositions relatives de la pointe de la flamme. Ces choses se disposent toujours comme si l'électricité se propagait réellement dans le sens du positif au négatif; ainsi une pointe positive refoule d'une manière très-nette une flamme, tandis qu'une pointe négative manifeste une attraction très-marquée.

Avec une flamme chaude de Bunsen, on n'obtient plus de répulsion sensible.

Avec une flamme un peu grande, on peut produire à la fois le vent électrique proprement dit, et l'attraction ou la répulsion signalée par les flammes non isolées.

Je reviendrai, dans une prochaine communication, sur les attractions et les répulsions observées avec des corps en poudre, lorsqu'elles se rattachent au même ensemble de faits.



Académie des sciences  
2 Juin 1873

Action du fluide électrique sur  
les flammes, les liquides et les corps  
en poussière.

2<sup>e</sup> note de Neyronenf  
(Extrait pour l'auteur)

Le brûleur Bunsen ne donne pas  
d'effet de refoulement avec une pointe  
négative (1). Il était intéressant de constater  
les effets produits sur des flammes ne  
renfermant pas de particules solides.  
Avec l'hydrogène pur, pas de refoule-  
ment, mais attraction très-sensible  
par une pointe négative.

Avec l'oxyde de carbone des agita-  
tions seules se produisent avec les deux  
électicités, l'effet attractif est cepen-  
dant encore marqué. Cette expérience  
est importante, car la flamme décomposée  
ne renferme aucune particule solide et  
il n'y a pas d'eau formée dans la combus-  
tion.

Le sulfure de carbone donne le même

(1) Voir Comptes rendus, 21 Avril 1873.

résultat que l'oxyde de carbone. L'alcool se comporte à très peu près comme le gaz d'éclairage. Enfin les effets du refroidissement sont maximum avec l'essence de térébenthine brûlée dans une lampe comme l'alcool.

Si l'on dirige la pointe normalement à la surface d'un liquide contenu dans une capsule cylindrique conductrice, un embûche se produit par les deux fluides et l'eau, l'huile, le sulure de carbone, l'essence de térébenthine. Si la pointe est au contact du liquide, on n'observe plus aucune altération de la surface. Avec les liquides mauvais conducteurs, si l'on retire la pointe, après l'avoir enfoncée de quelques millimètres, on soutient un cône du liquide qui reste adhérant pendant tout le temps qu'un courant que le courant passe. Ainsi pas de différence avec le sens de propagation de l'électricité.

Peu de corps en poudre permettent d'obtenir des effets nets. Les poudres végétales (lycoperde, nèglisse, rhubarbâtre) manifestent des adhérances spéciales étudiées par A. Kundt, et dont nous n'avons pas à nous occuper ici. Le safran bleu employé comme

article de bureau est la substance qui convient le mieux. Si la pointe est un peu éloignée, on observe, quel que soit le signe de l'électricité, un effet contrariaux du vent électrique. Une aspiration centrifuge très-marquée correspond à une position plus voisine de la pointe négative. Au contact, on peut, comme pour les liquides, soulever et maintenir soulevé pendant tout le passage du courant un cône de grains de sable qui se disposent comme les particules de l'essille de fer sur l'influence d'un pôle magnétique. Tenant la flamme dans des naseaux très-intenses marquant rapidement le phénomène, la pointe négative pour une petite distance devient très-rapidement noire, tandis qu'il faut beaucoup de temps pour la pointe positive.

Sans chercher à se rendre compte théoriquement d'effets aussi complexes on peut démontrer que, dans le cas bien défini d'une flamme non isolée, il y a toujours un courant d'air déposé au négatif. Un courant d'air artificiel produit, en effet, un reboulement de la flamme analogue à celui de la pointe positive. L'effet d'attraction

peut-être rastisé par une aspiration de la flamme vers le sommet d'un entonnoir conique. L'étude des remous causés par un courant d'air sur une flamme voisine permet de rendre compte des apprences de flammes les plus compliquées.

Ainsi l'effet mécanique du courant qu'il ne faut pas confondre avec le vent électrique, est d'entraîner l'air du positif au négatif, et non seulement l'air, mais des substances telles que le silice.

---

## Sur les flammes des gaz comprimés

Par M. F. Bonnivides

Professeur de Physique à l'Institut industriel de Lisbonne

---

L'Académie des sciences de chimie et de physique

64<sup>e</sup> série - 1873 - T. XXVIII

---

Tous gaz combustibles comprimés, quand ils brûlent à l'air libre, donnent lieu à des phénomènes très-intéressants, qui peuvent être très-facilement observés avec un

appareil de compression<sup>(1)</sup>

L'appareil contenant du gaz et d'éclairage comprimé, si on le fait sortir par un tuyau de chalumeau, on ouvrant peu le robinet, et si on l'inflamme, on observe que la flamme a un plus grand éclat que celui de la flamme du gaz et d'éclairage des villes, dont la pression n'est supérieure à la pression atmosphérique que de quelques centimètres d'eau habituellement; le plus grand éclat de la flamme du gaz comprimé est dû à la plus grande quantité de charbons qu'il contient sous le même volume, et qui, au bout de la flamme, incandescent au sein de la flamme.

Si on laisse le robinet plus ouvert, alors la vitesse d'écoulement du gaz augmente, l'air est entraîné, il se mélangé avec le gaz, la combustion s'active, les carbons et l'hydrogène brûlent ensemble, l'éclat de la flamme diminue ou disparaît, et la température s'élève beaucoup: il se produit un effet analogue à celui de la lampe de Bunsen.

Tes dimensions de la flamme du gaz comprimé dépendent de la pression et des dimensions du chalumeau. Sortant du réservoir le gaz se dilate, ce qui fait que

(1) Cet appareil se trouve décrit dans le Journal des sciences mathématiques, physiques et naturelles de Bichat, 1818 — Décembre 1818.

La flamme s'élargit aussi à partir de l'orifice de l'ajutage.

Un phénomène bien remarquable se produit quand la pression est grande aussi, bien que la vitesse et la quantité d'azote qui s'échappe de l'appareil de compression ; c'est que la flamme ne commence pas à l'orifice de sortie de l'azote, mais seulement à une certaine distance ; il existe un espace obscur entre la flamme et l'ajutage par où s'échappe l'azote. Parfois il persiste à l'orifice une petite aurore lumineuse suivie d'un grand espace obscur qui la sépare du jet lumineux.

Les dimensions de l'espace obscur dépendent de la pression, de la vitesse et de la quantité d'azote qui s'échappe de l'appareil. Avec l'azote d'ajutage comprimé à deux atmosphères, et un ajutage conique de  $0^m 045$  de longueur,  $0^o 009$  et  $0^o 404$  étant les diamètres de l'orifice intérieur et celui de sortie, l'espace obscur a une longueur de  $0^m 042$  pouces ; vient ensuite un jet lumineux de  $0^o 4$  de largeur s'élargissant depuis le diamètre de  $0.03$  jusqu'à celui de près de  $0^o 1$  qu'il présente à son extrémité. Comme on le sait s'y attendre, l'espace obscur possède une température très basse ; si l'on y introduit un thermomètre celui-ci s'échauffe très lentement.

doit être attribué à l'irradiation de la flamme, que se trouve très-proche et dont la température est très élevée.

Si l'on introduit dans l'espace obscur un fil métallique, on voit celui-ci osciller rapidement, ce qui est dû à son élasticité et à l'action du courant gazeux. Si l'on touche la flamme avec le fil métallique et qu'on suit le porte jusqu'à l'orifice du chalumeau, on voit la flamme se répandre dans l'espace obscur qui ainsi diminue ou disparaît, de sorte que le fil entraîne la flamme en sens opposé à celui du courant gazeux jusqu'à l'orifice de sortie; l'effet disparaît et l'espace obscur se produit de nouveau quand on ôte le fil métallique.

Si l'on s'approche de l'espace obscur la flamme d'une bougie, on la voit dévier vers le courant gazeux, ce qui montre une certaine réaction due à l'entraînement de l'air par le gaz.

La cause de l'espace obscur semble être l'action mécanique du courant gazeux qui entraîne l'air à une certaine distance, d'où il résulte qu'il manque de l'oxygène pour entretenir la combustion dans une certaine étendue qui reste ainsi obscur; car au delà de l'espace obscur, le gaz se dilate en se mélançant à l'air, et la com-

La combustion se fait vivement en produisant un jet lumineux de haute température. En diminuant la vitesse de l'écoulement du gaz, ces effets diminuent, et la flamme se répand jusqu'à l'orifice de l'ajutage.

Si lorsque l'ajutage est très-étroit et la vitesse du gaz très-grande, le gaz ne ralentit pas suffisamment de l'air rend impossible la combustion, et la flamme s'éteint tout à fait. Ce phénomène peut se produire une grande intensité par la différence des vitesses, en sens contraire de l'écoulement du gaz, et de la propagation de la combustion, depuis le commencement de la flamme jusqu'à l'orifice de l'ajutage, lorsque la première est beaucoup plus forte que la seconde. lorsque l'on introduit un solide, par exemple un fil métallique, on oppose une résistance au mouvement du gaz, dont la vitesse diminue, et par conséquent l'action mécanique du gaz sur la flamme qui tend à la projeter à distance diminue aussi, et où il résulte que l'espace obscur diminue, et le jet lumineux se rapproche du chalumeau.

Analysant à l'aide du spectroscope la flamme du gaz d'éclairage comprimé, on voit un spectre discontinue dans lequel on remarque cinq raies dans l'ordre suivant, à partir du côté moins refrangible,

savoir : une raié jaune, une verte pâle, une verte intense, deux violettes.

Le spectre de la flamme du gaz d'acétylène comprimé est le même que celui qu'on observe dans la flamme de la lampe de Bunsen, dans laquelle on fait passer un grand courant d'air; mais les raies du spectre de la flamme du gaz comprimé sont plus intenses et toujours visibles, ce qui n'arrive pas toujours avec celui de la lampe de Bunsen : dans celle-ci parfois l'air aspiré n'est pas suffisant pour rendre la combustion du gaz aussi complète que possible, et faire paraître le spectre discontinu.

Si la vitesse de l'écoulement du gaz est petite, on voit un spectre continu et brillant; c'est ainsi ce qui arrive dans la lampe de Bunsen, si l'on n'y laisse pas rentrer de l'air. Du reste la flamme de gaz comprimé présentent un phénomène analogue à celui de la lampe de Bunsen, il est naturel qu'on y trouve le même spectre : le nombre et la nature des raies sont indépendantes de la pression, seulement jusqu'à une certaine limite; l'augmentation de la pression en augmentant la vitesse de l'écoulement, rend la combustion plus complète et fait paraître

les raies plus intenses.

La raie jaune qu'on voit dans le spectro est caractéristique du sodium; on ne peut jamais s'en débarrasser dans les flammes. Ce sodium provient du sol marin qui est toujours en suspension, dans l'air, surtout dans le voisinage de la mer.

Le spectro des flammes des carbures d'hydrogène ont été étudiés par Swan<sup>(1)</sup> à l'aide de la lampe de Bunsen dans laquelle le jet d'azur était mélangé à l'air, à l'orifice même de la combustion. En opérant sur plusieurs combinaisons hydrocarburées Swan a trouvé que les spectres de leurs flammes sont les mêmes à l'intensité près.

Avec la flamme des gaz comprimés, on remarque le même phénomène, les raies observées dans les spectres des flammes produites par différents gaz comprimés ont été les cinq raies citées plus haut.

Dans l'éclairage des villes où des tocs et des gazettes différences de nivau

---

(1) Voir Annales de chimie et de physique, 3<sup>e</sup> série, t. L VIII p. 363

sont servis par le même gazomètre, il peut se produire dans tous les points très élevés au dessus du gazomètre des effets analogues à ceux des gaz comprimés, parce que, toutes choses égales d'ailleurs, la vitesse d'écoulement du gaz est plus grande dans tous les points les plus élevés. Cette vitesse dépend, en effet, de la différence de pression du gaz et de l'atmosphère, et celle-ci est d'autant moindre que l'altitude est plus grande. C'est ce qui arrive à Lisbonne. Dans ces villes, aux endroits les plus proches de la mer, arrive souvent qu'il n'y a pas de gaz pendant le jour, tandis que sur les hauteurs il y en a toujours assez. Il en résulte ainsi que pour avoir toujours le même éclat dans la flamme, les circonsances de bacs et de conduites étant les mêmes, il faut que l'ouverture du robinet soit plus grande pour les endroits placés plus bas que pour ceux dont l'altitude est plus grande. Aux endroits très haut placés au dessus du niveau de la mer, si l'on ouvre le robinet d'un bac de gaz, la vitesse d'écoulement est très grande, l'air est entraîné, la combustion s'active, la température s'élève et l'éclat diminue.

Ainsi supposons que la pression du gaz dans le gazomètre soit supérieure à

la pression de l'air extérieur de 6 centimètres d'eau : pour 55 mètres d'altitude, la pression atmosphérique sera moindre de 5 millimètres de mercure ou 0"067 d'eau à peu près ; donc la différence de pression du gaz et de l'air extérieur serait à cette hauteur, de 0"117 d'eau, c'est à dire le double de ce qu'elle était au niveau du baromètre, ce qui produisait à la station supérieure une augmentation correspondante de vitesse. Dans une vallée située à 272 mètres au-dessous du niveau du baromètre, la pression atmosphérique serait diminuée de 25 millimètres de mercure ou 0"338 d'eau, de sorte qu'il serait impossible d'y faire arriver le gaz sans dans le gazomètre une pression à peine supérieure de 6 centimètres d'eau à la pression atmosphérique ; pour éclairer au gaz à cette profondeur au-dessous du gazomètre, il faudrait dans celui-ci une pression de gaz supérieure au moins de 40 centimètres d'eau à la pression extérieure.

La ville de Lisbonne présentant des différences de niveau de plus de 100 mètres servies par le même gazomètre, la pression atmosphérique y varie, selon l'altitude de plus de 10 millimètres de mercure, ou 13 centimètres d'eau, ce qui fait que la pression

dessus du gazomètre, la vitesse de l'écoulement du gaz est très forte, ce qui exige, toutes circonstances égales et siennes, des moindres ouvertures de robinet pour avoir le même pouvoir éclairant; d'un autre côté, la grande vitesse d'écoulement du gaz, entraînant beaucoup d'air, accélère la combustion et donne à la flamme une haute température, qu'on peut utiliser pour divers services.

Ainsi sur les hauteurs de la ville, malgré la petite pression dans le gazomètre, on peut se procurer du gaz à toute heure du jour pour tous les besoins du chauffage.

---

Purification de la glycérine  
des compteurs à gaz

Par M. Haesse

---

(Extrait du Technogiste. - Juin 1874)

---

La glycérine dont chargent les compteurs à gaz à basan et être purifiée de temps à autre, attendu qu'elle se charge peu à peu d'ammoniaque, de goudron, et autres acides et que dans cet état elle atteigne le métal du compteur, nuit à la pureté du gaz, et que d'ailleurs l'eau que contient celle-ci et qui se dépose, empêche l'apparition

de résister à l'action des gouttes. Voici le procédé pratiqué en general par M. Schering pour opérer la purification de la glycérine des comestibles :

On prend une chaudière cylindrique close, encastrée dans dans une macomerie, pouvant contenir environ 150 kilog. de glycérine qu'on remplit aux  $\frac{5}{6}$  et chauffe lentement pendant quelques heures de 50 à 60° C. puis on porte la température de 120 à 130°, et l'on y maintient jusqu'à ce que les vapeurs qu'on laisse échapper par un petit robinet ne soient plus ni ammoniacales ni acides, ce dont on s'assure au moyen des papier rouge et bleu de tournesol. Alors on laisse la température s'abaisser lentement et on vide la chaudière par un robinet placé près du fond. L'opération peut durer de 12 à 16 heures. Les vapeurs qui se forment sont dirigées par un tuyau dans la cheminée.

Ensuite la glycérine a besoin d'être débarrassée des matières glutineuses qui y adhèrent. On se sert pour cela de filtres au charbon animé. Ces appareils sont en zinc et de forme cylindrique. Le fond se compose d'une toile métallique tendue sur un châssis en bois sur lequel

on place une couche de charbon de 60 à 70 millimètres, d'épaisseur. Le grain de charbon à basculement d'être très étroit doit être ni trop fort ni trop gros pour que la glycérine ne filtre ni trop lentement ni trop rapidement. Ces cylindres filtrants sont posés sur des chevets en bois, et on recueille la glycérine dans des vases placés au dessous.

Le charbon est déposé légèrement et un peu humecté d'eau. On le fait d'abord traverser par de l'eau chaude jusqu'à ce que celle-ci ne soit plus colorée par la poussière de charbon, puis on y verse avec précaution la glycérine rapprochée jusqu'à 11 à 14° Baumé. Si on veut avoir une glycérine bien pure, on la filtre une seconde fois sur du nouveau charbon, puis on l'étend avec de l'eau distillée jusqu'au degré voulu, le plus part du temps jusqu'à 18° Baumé.

Si lorsque le filtre ne fonctionne plus correctement, il faut enlever le charbon, le bien laver à l'eau bouillante et après un temps prolongé, il a perdu son activité, on le revivifie en le portant au rouge dans des poêles fermés en fonte.

L'opération est tellement simple que dans l'établissement de gaz à drosite, un ouvrier, occupé seulement 2 heures par

jour, peut purifier 1/2 à 2 quintaux métroiques de glycérine. Les frais de la glycérine purifiée s'élèvent à environ 3<sup>fr</sup>. le quintal métroique.

(Journal für die Beleuchtung 1872)

---

Rapport fait par M. Gissajous sur le système d'appareils employé pour allumer les lustres à gaz dans la salle de l'Assemblée nationale à Versailles, par M. Graiffe.

---

(Extrait du bulletin de la Société d'Encouragement. — 1874)

---

Messieurs, l'éclairage de l'Assemblée nationale, à Versailles, se fait au moyen de lustres et de girandoles comprenant un nombre total de 256 bœufs.

Au début, ces bœufs restaient en place sans pourtant toute la durée des séances ; mais, depuis que le plafond peut être remplacé par un vitrage, l'éclairage au gaz n'est plus nécessaire qu'à partir du moment où la lumière extérieure commence à faiblir.

Néanmoins les exigences du service

mesures d'allumage qui pourraient troubler la séance, ont, après l'installation du plafond vitré, obligé d'allumer encore des bûches dès midi et demi, et dans la nuit, à bleu jusqu'à l'heure où la lumière du jour faisait défaut.

Le désir d'économiser une quantité considérable de gaz, dont la consommation inutile au point de vue de l'éclairage se traduisait par un dégagement de chaleur souvent nuisible, a donné l'idée d'employer l'électricité à l'allumage presque instantané de la salle.

Une expérience avait déjà été faite dans le grand amphithéâtre de la Sorbonne par M. Rhum Rofft à l'époque de l'insurrection des conférences, et l'électricité était déjà employée dans le même but et sur une grande échelle, au Spital de Washington. Le succès ne paraissait donc pas douteux.

Néanmoins les difficultés spéciales d'installation ont été surmontées par M. Gaitte avec beaucoup de bonheur; l'appareil présente une grande simplicité, la dépense d'entretien est presque nulle et le fonctionnement irréprochable.

L'appareil électrique est installé dans une armoire, (près de la porte de la salle des séances, sous la loge du Président) dans

laquelle se trouvent également les robinets correspondants aux diverses conduites qui alimentent la salle.

Dans cette armoire se trouve une bobine Rhum-Hofft, moyen modèle, avec interrupteur automatique à mercure. Cette bobine est mise en action par un pile treisché de quatre éléments, dont les zincs ont 4 décimètres carrés de surface.

Ces éléments, de dimension considérable, ne représentent effectivement que l'équivalent de trois éléments de Bunsen, de dimension moyenne, mais leur durée est beaucoup plus grande. Sous l'influence de cette pile, la bobine donne des étincelles de 15 centimètres seulement.

Pour transmettre l'électricité sur divers appareils d'éclairage, on emploie parfois que lustre et chaque girandole un câble spécial, mais le retour de l'électricité se fait par un câble commun.

Ces câbles sont formés d'une corde de fils de cuivre de 0<sup>''''''</sup>5, à quatre brins, couverte de trois couches de gутta percha, d'un fil goudronné, et d'une toile enduite de caoutchouc. Partout où le câble est supporté, il est entouré d'un tube de caoutchouc de 2<sup>7/8</sup> d'épaisseur, et les supports eux-mêmes sont formés de blocs de caoutchouc durci et percés de trous cylindriques par

lesquels passent les câbles.

Leur isolement est donc irréprochable. Chaque câble appartenant à ce départ a bouton métallique isolé distinct, que l'on met en relation avec le fil conducteur de la bobine à l'aide d'un exciteur terminé par une boule et relié à l'un des bouts du fil conducteur par une chaine; cet exciteur est muni d'un manchon en caoutchouc durci. Tous les boutons sont enroulés sur une même plaque isolante et portent leur numéro d'ordre. L'autre bout du fil induit est en communication permanente avec le câble de retour. Les deux câbles d'aller et retour sont réunis sur le lustre même que l'on doit allumer par un circuit métallique soigneusement isolé qui présente autant d'interception qu'il y a de trous.

À cet effet à la base de chaque bras et dans le disque métallique qui supporte le globe, est insérée une base apposée de caoutchouc durci traversée par deux fils de cuivre terminés par des pointes en platine. Ces divers appareils sont roulés de proche en proche, par des fils intermédiaires, et les extrémités de cette chaîne interrompue aboutissent aux deux câbles d'aller et de retour. Dans chaque appareil allumeur, la distance des deux pointes est de  $\frac{1}{3}$  à  $\frac{1}{2}$  millimètres: l'une d'elles plonge dans la lame de gaz, l'autre est au-dessus et au niveau de la bouche. De cette

De cette manière il y a toujours un mélange explosif sur le trajet de l'élinelle.

L'élinelle roulée entre les deux bouts du câble est beaucoup plus courte qu'à la bobine même ; elle est réduite de 15 centimètres à 25 millimètres seulement.

Neanmoins cette décharge suffit pour alimenter, à coup sur, les cinquante quatre interrupteurs de  $\frac{1}{3}$  de millimètres qui se trouvent dans le circuit correspondant aux plus grandes lustres.

Pour effectuer l'allumage, on met la bobine en fonction en fermant le circuit de la pile au moyen d'un levier muni d'un manche en caoutchouc durci ; puis on ouvre les robinets du gaz, et à l'aide de l'excitateur on donne l'élinelle sur les boutons correspondant aux divers câbles électriques.

L'allumage total dure à peine quinze secondes.

Les girandoles de la tribune, alimentées par des conduits trop étroits exigent une minute et demie d'attente ; elles doivent donc être l'objet d'une manœuvre spéciale.

Au moment où l'expérimentation se fait, la pile possède un excès considérable de charge accumulée pendant la période de repos ; et elle donne alors beaucoup plus qu'il ne faut pour produire l'allumage.

avantage est précieux parce qu'il assure le service, même par les temps les plus humides.

Si on répétait l'expérience un certain nombre de fois, l'électricité finirait par faire défaut; mais on reconnaît que l'on pouvoit allumer la salle jusqu'à vingt fois de suite sans accident. La sécurité est donc complète.

La pile, fonctionnant au plus pendant deux ou trois minutes chaque jour, s'use à peine. Il est toutefois indispensable de ne pas laisser, par mégarde, le circuit fermé après l'opération.

Pour éviter tout oubli c'est évident, M. Gallet a disposé le levier qui forme le circuit de façon qu'en saisissant la poignée glissant qui forme l'armoire on balle nécessairement ce levier et on rompt le circuit de la pile.

Dans l'invention et l'exécution de ce système d'appareils aussi simple qu'ingénieux, aussi sûr qu'économique, M. Gallet a fait preuve d'une grande habileté. Il fallait, en effet, une certaine hardiesse pour accepter d'exécuter en six semaines tout travail qui comprend l'isolation absolue de 1400 mètres de fil et le réglage de 356 appareils d'allumage.

Le succès a été complet dès le premier

jour, et l'économie réalisée considérable, car, d'après les renseignements authentiques obtenus par votre rapporteur à la question de l'Assemblée, elle s'élève au moins à 2000 francs.

En résumé, Messieurs, le travail effectué à Versailles par M. Gisits qui a qu'il nomme par son jeu de principes nouveaux, constitue cependant une application utile et intéressante de l'électricité. C'est la première fois que cette application est réalisée sur une aussi grande échelle avec un dispositif habilement étudié.

Votre Comité vous propose donc de remercier M. Gisits de son intéressante communication, de le féliciter de son succès et d'insérer ce rapport au bulletin.

Signé : Tissajou, rapporteur

Approuvé en séance le 10 Juillet 1874.

---

Influence de la pression sur la combustion  
Par M. G. Caillietot (1)

---

Dans une communication faite à l'Académie

---

(1) Extrait des Annales de chimie et de physique. 5<sup>e</sup> série. T. VI.

en 1868 (1) développait un plan complet de recherches communiquées dans son laboratoire de l'École normale et basées sur la combustion sous pression.

Les expériences qui sont l'objet de cette note ont été entreprisées d'après les principes formulés par M. Deville et réalisées non plus dans un laboratoire à parois de fer pouvant contenir l'opérateur et ses instruments, mais à l'aide d'appareils qui, s'ils ne permettent d'arriver à des mesures calorimétriques précises, ont l'avantage de montrer comment se modifient les phénomènes de la combustion sous des pressions qui peuvent être portées à 30 ou 35 atmosphères.

Il était indispensable, pour étudier les modifications que la pression fait subir aux rayons lumineux, caloritiques et chimiques, émis par un corps en ignition, de pouvoir entraîner la combustion des corps à étudier pendant un temps assez long et de disposer, par conséquent, de volumes et de comprimé s'élevant à plusieurs centaines de litres.

Tes appareils que j'ai employés se compo-

(1) Voir Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences t. LXVII . P. 1089

sont de pompes et de réservoirs, destinés à contenir les gaz comprimés. Ces pompes sont à cylindres mobiles et à pistons fixes. Une couche d'eau ou de glycérine recouvre les cuirs emboutis et refroidit les gaz comprimés en même temps qu'elle s'oppose à leur retour. Des tubes en toile recouverts de caoutchouc permettent de diviser les gaz sans difficulté, soit dans l'appareil de combustion, soit dans des réservoirs cylindriques en toile, qui ont été essayés à 60 atmosphères.

L'appareil laboratoire est en fer fretté, il a la forme d'un cylindre creux et peut résister à plus de 300 atmosphères. Quatre ouvertures pratiquées vers la moitié de la hauteur du cylindre reçoivent : 1° le tube abducteur du gaz; 2° le robinet de purge; 3° le tube du manomètre; 4° enfin une lunette formée de glaces épaisse, qui permet d'observer ce qui se passe dans l'appareil.

Dans l'espace cylindrique vide que 0,10° de diamètre et un volume d'environ 4 litres, il est facile de disposer soit des lampes, soit les substances dont on veut étudier la combustion.

l'occlusion se fait au moyen d'une feuille de caoutchouc, sur laquelle s'adaptent un obturateur métallique à la partie

manœuvre est facilitée par un système de contre points.

Si lorsqu'on place une bougie dans l'appareil que j'ai décrit, on constate que l'éclat de sa flamme augmente avec la pression de l'air introduit. La base de la flamme qui, si l'air libre est transparent et à peine colorée ou bleue, devient blanche et très-lumineuse, mais bientôt le phénomène se modifie, des nuages épais de fumée circulent dans l'appareil et s'échappent par le robinet de purge (1).

La flamme vue à travers cette fumée est rougeâtre, et, lorsqu'on met fin à l'expérience, on trouve que la mèche a fortement carbonisé, et que la combustion est d'une incarénie, puisqu'il s'est déposée des quantités considérables de noir de fumée, provenant sans doute de la dissolution des oxy carbures par suite de l'élévation de la température de la flamme.

Dans cette expérience la chaleur augmente mais pas assez cependant pour permettre à

(1) La production de cette fumée ne peut être attribuée au manque d'oxygène, car l'air qui s'échappe par le robinet de purge entretient normalement la combustion d'une autre bougie disposée sous une cloche à la suite de l'expérimentation.

un fil de fer rougei de brûler. L'éclat de la flamme du phosphore ne semble pas augmenter sensiblement sous pression.

Le soufre dans ces conditions, donne une flamme plus foncée, plus vive et colorée sur ses bords en jaune rosé; j'en ai jamais trouvé qu'il se produisât des quantités notables d'acide sulfurique.

Le potassium brûle avec une flamme fort brillante et colorée en violet; j'ai placé dans l'appareil-laboratoire un petit fourneau rempli de charbon de bois allumé, et, en portant la pression de l'air introduit à 25 atmosphères, la combustion n'a pas semblé plus vive qu'à l'air libre. Une lampe à alcôve dont la mèche est formée seulement d'un fil de coton et qui ne donne à l'air libre qu'une flamme à peine visible, augmente rapidement d'éclat, à mesure que la pression, devient plus grande. Vers 18 ou 20 atmosphères la lumière qu'elle émet est devenue blanche, brillante et aussi éclairante que celle d'une bougie. Son spectre est continu et plus étendu qu'à la pression ordinaire; la rai D, seule visible, semble considérablement élargie.

Le sulfure de carbone donne également une flamme plus brillante et plus lumineuse.

produit pas en brûlant, des quantités sensibles d'acide sulfurique.

En plaçant dans l'appareil-laboratoire du zinc et de l'acide chlorhydrique étendu, de manière à obtenir un jet d'hydrogène, j'en suis enflamme ce gaz pour étudier sa combustion. J'ai cherché une disposition d'appareil telle, que l'hydrogène produit ne fût pas retenu dans le flacon au moment de l'admission de l'air comprimé ; malgré ces dispositions l'expérience n'a pas réussi, sans doute à cause du ralentissement de l'attaque du zinc par l'acide sous pression <sup>(1)</sup>.

En résumé, la dissociation des gaz carbure de la bougie et l'aspect des spectres que j'ai examinés démontrent que la température de la combustion s'augmente avec la pression, sans cependant que cet accroissement soit nécessairement très grand.

l'éclat que prend la flamme de l'acetyl, ainsi que la coloration de la flamme du soufre et du sulfure de carbone, montre qu'elle intensité peuvent acquérir des rayons lumineux lors que la pression augmente. J'ai établi également que les rayons

(1) Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences t. LXVIII. p. 395

chimiques prennent une activité plus grande avec la pression.

A cet effet j'ai réuni au fond d'une boîte noire, que je pouvais placer à coulisse devant la fenêtre de mon appartement laboratoire, un certain nombre de tubes aplatis contenant des substances phosphorescentes. Ces corps avaient été châssis de façon à donner les couleurs du spectre lorsqu'on les exposait pendant un instant aux rayons du soleil. J'ai constaté que plusieurs de ces pyrophores qui n'étaient pas influencés par une flamme à la pression ordinaire, prenaient un état beaucoup plus grand lorsque cette substance brûlait sous des pressions élevées.

---

Application du gaz  
et d'éclairs au pyrophore  
Par Frédéric Kastner (1)

---

Après avoir fait un très grand nombre d'expériences sur les flammes chantantes, en adoptant l'hydrogène comme gaz combustible, j'ai démontré le principe d'  
acoustique suivant :

" Si, dans un tube de verre ou d'autre matière, on introduit deux ou plusieurs

(1) 1861.

flammes isolées, de grandeur convenable et qu'on les place au tiers de la longueur du tube, compté à partir de la base inférieure, ces flammes vibrent à l'émission. Ce phénomène continue de se produire tant que les flammes restent écartées; mais le son cesse aussitôt que les flammes sont mises au contact.

T'aï construit, comme application de ce principe de physique, un appareil très-simplifié au sujet duquel j'aï donné le nom de pyrophore.

L'exposé de ce principe et la description du pyrophore constituaient le sujet du mémoire que j'aï eu l'honneur de présenter à l'Académie des sciences, dans la séance du 17 Mars 1873, et dont M. le Baron H. Gayrard a bien voulu donner lecture.

La principale objection qui a été faite au fonctionnement du pyrophore était l'emploi du gaz hydrogène. Au point de vue pratique, ce gaz présente, en effet, plusieurs inconvénients :

Il est difficile de préparer,

Il nécessite l'usage de grammètres dont les dimensions peuvent être considérables;

Enfin ce gaz n'est pas sans présenter quelques dangers.

j'ai recherché depuis plus d'un an les moyens d'appliquer au pyrophore le gaz courant d'éclairage qu'il est toujours facile de sa procurer.

Dans les premières expériences que j'ai tentées, on introduisant deux flammes écartées, provenant de la combustion du gaz d'éclairage, dans un tube de verre, je n'ai pu obtenir aucun son. Cela prouveit irréfutablement la présence du carbure dans ces flammes. Tandis qu'il fut produit, d'une manière très nette, avec le gaz hydrogène pur, c'est à dire sans l'impénétration d'aucun corps solide dans les flammes, il fut impossible de faire vibrer le tube avec le gaz d'éclairage tout en plongeant les flammes dans des conditions identiques.

Il fallait donc, par un procédé quelconque, éliminer le carbone, résultat auquel je suis parvenu par la série des considérations suivantes.

Si on examine une flamme dont le gaz combustible est celui de l'éclairage, et qu'on place cette flamme dans un tube de cristal ou de toute autre matière (métal, toile cirée, carton etc.) cette flamme est éclairante ou sonore.

Si lorsque cette flamme est seulement éclairante, c'est à dire dans le cas où l'air contenu dans le tube n'entre pas, elle

présente une forme allongée et pointue à l'extrémité supérieure. En outre elle offre un renflement vers le milieu et elle est sans rigidité, obéissant au moindre courant d'air qui la fait vaciller dans un sens ou dans l'autre.

Au contraire, lorsque la flamme est sonore, c'est à dire lorsqu'elle détermine dans le tube les vibrations nécessaires à la production du son, sa forme est étroite, mince, on pense à une aiguille avec un renflement au sommet. Pendant que l'air du tube vibre, elle offre une très grande rigidité ; le carbone, en grande partie est éliminé, comme de lui-même, par un procédé mécanique.

Les flammes sonores, provenant du gaz d'éclairage, sont en effet enveloppées d'une photosphère qui n'existe pas lorsque la flamme est seulement lumineuse. Dans ce dernier cas, le carbone brûle dans la flamme et contribue pour une forte proportion au pouvoir éclairant de cette flamme.

Mais lorsque les flammes sont sonores, la photosphère qui enveloppe chacune d'elles contient un mélange étonnant d'hydrogène et d'oxygène qui détermine les vibrations de l'air du tube. Pour que le son se produise dans toute son intensité, il est nécessaire et suffisant que l'ensemble des détonations produites par les molécules d'oxygène et d'hydrogène, dans un temps donné, soient en

accord avec le nombre des vibrations, qui correspondent au son produit par le tube.

Pour mettre ces deux quantités en accord, j'ai songé à augmenter le nombre des flammes, de manière à augmenter aussi le nombre des détonations du mélange d'oxygène et d'hydrogène dans les photosphères et de déterminer ainsi la vibration de l'air du tube. Au lieu de deux flammes d'hydrogène pur, j'ai mis quatre, cinq, six et des bâches de gaz d'acétylène dans le même tube. J'suis d'ailleurs observé que plus une flamme est haute et plus elle contient de carbone. J'ai donc tout d'abord dû diminuer la hauteur des ces flammes, et par suite, on augmentera le nombre, à fin d'obtenir une surface totale des diverses photosphères suffisante pour produire la vibration de l'air du tube.

La somme du carbone contenu dans l'ensemble des petites flammes sera toujours beaucoup moins que la quantité de carbone qui correspondrait aux deux grandes flammes nécessaires pour produire le même son. Je suis parvenu ainsi, les flammes étant séparées, à obtenir des sons dont le timbre est aussi net qu'avec le gaz hydrogène. Dès que ces flammes, au mieux, dès que les photosphères qui correspondent à ces flammes sont mises

en contact le son coupe instantanément.

Le carbone du gaz d'éclairage, lorsque les flammes sont sonores, est certainement éliminé presque en totalité. En effet, il se forme sur la surface intérieure du tube resserrant, à la hauteur des flammes et au-dessous, un dépôt très-sensible de carbone dont la couche augmente pendant que l'air du tube vibre.

Je puis donc affirmer aujourd'hui que le pyrophare est en état de fonctionner tout aussi bien avec les gaz combustibles contenus dans le gaz d'éclairage qu'avec l'hydrogène pur.

Le phénomène de l'interférence se produit exactement dans les mêmes conditions pour ces deux gaz, les flammes occupant toujours la même position dans le tube, soit au-delà à partir de la base intérieure.

Indépendamment du phénomène de l'interférence, je crois devoir signaler un nouveau procédé, à l'aide duquel on pourra faire cesser le son produit par des flammes brûlant dans un tube.

Supposons qu'une ou plusieurs flammes placées dans un tube au-delà de la hauteur à partir de la base intérieure, déterminant la vibration de l'air contenu dans ce tube; si l'on perce un trou au tiers du tube, compte

à partir de la base supérieure, le son cesse. On pourrait, en appliquant cette observation construire un appareil musical qui consiste une espèce de flûte fonctionnant avec des flammes chantantes. Un tel instrument, au point de vue musical, serait fort imparfait, parce que le son ne s'arrêterait pas aussi promptement et aussi nettement qu'en employant dans ce but le phénomène de l'interférence. Si au lieu d'ouvrir cet orifice au tiers, on le pratiquait au sixième, le son ne cesserait plus, mais il se produirait un dérangement du son initial.

Dans toutes ces expériences, il m'a été facile de vérifier la formation d'une zone dans laquelle les flammes faisaient vibrer l'air contenu dans le tube. La présence de ce corps peut être en outre constatée par des réactifs chimiques que la science a fait connaître.

Paris, ce 3 Décembre 1874

Féodora Hassler

Nouveau système de lanternes municipales, à Paris.

Par M. Nouton et M. Dinet

(Extrait du Technologiste - Juin 1876)

Nous proposons d'abord, dans les nouvelles lanternes de la construction de M. Oppermann, les renseignements qui suivent, sur les nouvelles candélabres à gaz, avec console, que la ville de Paris a fait placer récemment dans plusieurs quartiers, et notamment dans le 9<sup>e</sup> et le 18<sup>e</sup> arrondissement. Ce nouveau modèle est destiné, dans la pensée de la direction des Travaux, à remplacer progressivement les bacs à consolles appliqués contre les murs des maisons lesquels présentent, en effet, des inconvénients de diverses sortes.

1<sup>o</sup> La lumière vient de très haut, elle n'éclaire pas suffisamment la chaussée. Pourtant, l'on ne peut pas fixer plus bas les scollements de ces consoles, à cause des corniches et des menuiseries des devantures de boutiques, qu'il faut, autant que possible, laisser intacts.

2<sup>o</sup> Ces embarras qu'occasionne la pose des tuyaux dans les menuiseries des maisons et la difficulté des déposés et renouvelles

en place ou cas de fuite. La ville n'est pas libre, et elle est obligée de faire appeler aux propriétaires, aux gérants et aux architectes de chacune des maisons, pour lesquels il y a des réparations ou des changements à faire.

3<sup>e</sup> Enfin, la question d'aspect rendrait depuis longtemps désirable la substitution d'un modèle nouveau, à surface bronzée et à l'interne ronde, aux anciennes lées à l'interne carrées, dont les lourds châssis projettent de larges ombres sur une bonne partie de la surface éclairée. Néanmoins, la ville a construit, conjointement avec les lanternes rondes, un modèle à lanternes carrées, mais monté avec des châssis assez légères et très légères.

Pour ce qui est du prix, le nouveau modèle est plus cher que l'ancien, mais les avantages dans la facilité du service et la perfection de l'éclairage, doivent compenser cette différence dans les frais de premier établissement.

Voici les chiffres relatifs au type dont il s'agit, dont l'installation a été faite sous la direction de M. Nouton, ingénieur des ponts et chaussées et dont la construction a été confiée à M. le scarière.

Le candélabre revient à la ville . . .	82 . .
Le courroie galvanique . . . . .	95 . .
La lanterne ronde nouveau modèle	43 . 87
Le raccord de la lanterne . . . . .	3 . 80
La bouille pour le socle . . . . .	2 . .
Le scellement . . . . .	8 . .
La mise à plomb . . . . .	1 . 50
Le montage . . . . .	2 . 50
La pose de la lanterne . . . . .	. 75
Les 4" d'aplomb de 13% à 1.32	
Le mètre . . . . .	5 . 88

La lanterne carrée nouveau modèle n'abaisse pas beaucoup ce prix de revient, car elle coûte seulement 42 . 50 au lieu de 43 . 87 .

Le poids total du candélabre de ce modèle est de 162 Kilogrammes ce qui en va livrer aux particuliers au prix de 95 .

D'autre part, l'on vient d'expérimenter à Paris, un système d'éclairage absolument neuf .

Tous les jours il est fait de venir, Avenue Victoria, à l'ameublement d'hôtel de ville, un nouveau modèle de lanternes, dont l'inventeur M. Buvat propose l'application à l'éclairage de la ville de Paris .

Cette lanterne qui est éclairée au gaz porte un cadran renfermé entre deux

verres, l'un pour garantir les aiguilles, l'autre pour éviter que le vacillement de la flamme ne brûle les fils de l'électroaimant et pour empêcher la dilatation des métaux composant l'appareil magnétique qui sort à la marche des aiguilles.

Au-dessus du plan incliné des verres de la lanterne et sur chaque face, est disposée une partie droite, portant plusieurs indications d'utilité publique: le numéro de l'arrondissement, le nom de la rue, l'adresse de la mairie, de la poste aux lettres, du bureau télégraphique etc.

Des postes nombre suffisant, seront établis dans différents endroits de la ville de Paris et l'heure leur sera portée toutes les trente secondes par un régulateur établi à l'observatoire.

Ces postes seront munis du nombre de batteries d'éléments nécessaires pour distribuer dans les sections dépendantes du poste, au moyen de compteurs reliés, le courant électrique tantôt alternatif pour ones de compteurs séactifs. On aurait ainsi instantanément et sans aucune variation, l'heure solaire moyen dans tous les quartiers de la capitale.

Académie des sciences  
17 Aout 1876

Nouvelles recherches sur les carbures  
pyrogénés et sur la composition des  
gaz de l'éclairage.

Par M. Berthelot

1. Les gaz de l'éclairage offrent un intérêt tout particulier dans l'étude des carbures pyrogénés, parce qu'il renferme les produits des réactions diverses qui peuvent s'exercer entre ces corps à la température rouge. Or, la théorie des corps pyrogénés indique quasiment que tous les carbures d'hydrogène doivent prendre naissance à cette température, du moment où l'acétylène et l'hydrogène se trouvent en présence; tous ces carbures étant très entremêlés, et d'après mes expériences<sup>(1)</sup>, par des lois régulières de transformation et par des rotations d'équilibre, telles que l'existence de l'un quelconque d'entre eux à la température rouge entraîne comme conséquence, la formation successive de tous les autres.

(1) Voir le résumé que j'ai donné dans ma synthèse chimique, p. 219 à 215, chez Germer-Bailliére. 1876.

L'étude approfondie du gaz de l'éclairage fournit de nouvelles preuves à l'appui de cette théorie. En effet, je vais exposer des faits qui tendent à établir dans ce gaz la présence de la benzine  $C^{12}H^6$ , du propylène  $C^6H^6$ , de l'allylène  $C^6H^4$ , du crotonylène  $C^8H^6$ , du tétrène  $C^{10}H^8$ , et à fournir quelques notions sur leurs proportions relatives.

2. Benzine. — La présence de la benzine dans le gaz de l'éclairage est une conséquence nécessaire de l'existence de l'acétylure dans ses produits de distillation (Faraday, Maitland) et de sa tension de vapeur (60 millimètres à 15 degrés, d'après M. Regnault). Quelque diminuée que cette tension puisse être par la présence des matières goudronneuses, il suffit qu'on démontre aisément la benzine en dirigeant le gaz à travers l'acide nitrique fumant, qui la change en nitro-benzine : à 3 centimètres cubes de gaz et une gouttelette d'acide, qu'on débute aussitôt, suffisent pour reconnaître l'odeur caractéristique. En dirigeant lentement 5 litres de gaz à travers 8 à 10 centimètres cubes d'acide, puis en procépant par l'eau la nitrobenzine qu'on peut, on peut même doser approximativement

la benzine. Il a été trouvé aussi, dans divers essais, 25 à 30 volumes de vapeurs de benzine sur 100 volumes d'air à pression normale un peu faibles à cause de la difficulté de condenser les fumées qui s'échappent de l'acide.<sup>(1)</sup> La nitrobenzine ainsi obtenue renferme un peu de toluène et quelques produits accessoires. Mais ce procédé de dosage est d'une exécution assez lente.

En voici un autre plus prompt et qui permet d'opérer sur 15 à 20 centimètres cubes d'air et d'épaisseur. On prend un flacon de 15 à 20 centimètres cubes à large ouverture, bouché à l'amoré; on en juge à l'abord la capacité, dans les conditions de l'analyse. À cette fin, on le remplit d'eau sans la cuver et l'on déplace cette eau à l'aside d'un courant d'air, le flacon renversé étant tenu bien vertical; cela fait, on prend un très petit tube formé par un bout, d'une capacité égale à 1 centimètre cube ou 1<sup>cc</sup>. 50, on le remplit d'eau et on l'introduit dans le flacon, on souleve le petit tube à l'aside du bouchon que l'on a mis ensuite.

(1) Il convient aussi de tenir compte dans ces essais de la solubilité de la nitrobenzine dans l'eau acide.

on retire aussitôt le bouchon et l'on fait passer l'air du flacon dans un tube graisse, divisé en dixièmes de centimètre cube. On répète cinq à six fois cette opération : les résultats partiels doivent concorder à  $\frac{1}{40}$  de centimètre cube, et l'on moyenne à  $\frac{1}{20}$  : on obtient ainsi la capacité du flacon dans les conditions de l'analyse future. Pour exécuter celle-ci, on remplit exactement sur l'eau le petit flacon avec du gaz d'éclairage (probablement débarrassé d'acide carbonique) : on y introduit le même petit tube, rempli cette fois, d'acide nitrique fumant, et l'on bouché aussitôt. On agite, ce qui change la composition de la benzine en nitrobenzine.

Après un moment on débouche vivement, opération qui doit être faite avec dextérité, attendu que la tension de l'acide fumant accroît le volume du gaz dans une proportion souvent supérieure à la quantité de vapour de benzine absorbé. C'est pour compenser cette augmentation qu'on a choisi un bouchon un peu volumineux ; mais il faut l'absorber assez vite pour que les gaz intérieurs n'siègent pas le temps de se dégager entre le cou et la surface du bouchon. À part ce point tout de même, l'opération est facile. Lors une fois exécuté, on introduit un fragment

de potasse pour absorber la vapeur nitrique, puis on mesure le résidu. La diminution de volume représente la vapeur de benzine et de toluène, sont gaz absorbable dans ces conditions en proportion notable, d'après mes essais. En effet, l'acétylène et le gaz oléfinique se retrouvent après l'analyse, pourvu que leur proportion ne surpassse pas quelques centièmes. J'ai trouvé, pour la vapeur de benzine des nombres compris entre 3 et 3,5 centièmes en volume.

J' dois dire cependant que ce nombre devrait comprendre quelque trace d'un autre carbure car il se forme une petite quantité d'acide carbonique dans la réaction de l'acide nitrique; mais c'est là un phénomène accessoire négligeable dans les conditions décrites.

Comme contrôle, j'ai examiné l'action de l'acide sulfurique et celle du bromé sur le gaz même des essais précédents. Le bromé absorbait 3,7 centièmes du gaz purifié, chiffre à peine supérieur à celui de la vapeur de la benzine. L'acide sulfurique bouilli, par une action immédiate, absorbait 1/8 centièmes; mais il convient de décliner de ce chiffre la vapeur d'eau, dont la tension

représentait 1,6 dans les conditions des expériences. Il reste donc 0,2 contiennes au plus pour les carbures, quels qu'ils soient, absorbables par l'acide sulfurique bouilli (propylène, allylène, crotonylène etc.) chiffre si petit que l'on ne saurait en répondre. Le bromé a également ensuite sous le résidu de cette réaction, a absorbé 3,5 contiennes, chiffres à peu près différents du volume absorbable par l'acide nitrique.

Il résulte de ces essais que les carbures qui ne sont absorbables immédiatement ni par l'acide nitrique fument, ni par l'acide sulfurique bouilli, tout en étant absorbables par le bromé, c'est à dire l'acrylène, l'éthylène etc n'existant qu'en très faible proportion, à 3 millièmes au plus : résultat conforme aux expériences déjà anciennes par lesquelles j'ai extrait directement, puis régénéré l'éthylène (sous forme d'ioclure, en 1854) et l'acrylène (sous forme d'acrylylure cuivreux) du gaz de l'éclairage.

En résumé, le benzine constitue le carburant le plus abondant, après le formol, dans le gaz de l'éclairage parution. Elle s'y trouve à la proportion de 3 pour 100 environ en volume, ou 100 grammes dans 3000 grammes de gaz.

représente dans un tel gaz le carbure  $C_3$ ... clairant par excellence; bien que ce gaz, dépourvu de vapeurs de benzine conserve encore un pouvoir éclairant considérable, sans doute grâce à la présence de quelques petites quantités des carbures saturés de la série forménique  $C^nH^{2n+2}$ , plus condensées que la forméne lui-même.

Tes analyses volumétriques par combustion, seules employées jusqu'ici pour l'étude du gaz d'éclairage, ne fournissent que des indications imprécises. La traduction de leurs résultats par les noms des carbures déterminés, éthylène, butylène etc qui se rencontrent à la dose de 4,6 ou 8% contiennent, est absolument erronée, comme reposant sur un simple jeu d'équations algebriques, calculée dans l'hypothèse de certaines inconnues, qui ne sont pas conformes à la réalité.

3. L'existence et la proportion approximative de l'éthylène et de l'acétylène étant indiquées par les analyses rapportées plus haut je passe sur autres gaz hydrocarbures.

4. Propylène, butylène, allylène etc

J'ai cherché à caractériser ces gaz en les unissant à l'acide sulfurique pour les changer ensuite en hydrates. A cet effet, j'ai fait traverser le gaz de l'éclairage

(aspiré à l'aide d'une trompe) d'abord à travers de l'acide sulfurique étendu de son volume d'eau, puis à travers une colonne de pierre ponce fortement imbiber d'acide sulfurique concentré. Au bout d'un temps suffisant, j'ai examiné les produits. Dans le premier flacon (acide étendu) s'est condensée une matière épandue (4 à 5 grammes pour 100 mètres cubes) qui ne fournit pas de produits volatils avant d'avoir été chauffée vers 360 à 400 degrés. J'en ai si peu poursuivi l'étude; mais je pense qu'elle dérive de la condensation polymérique de quelque carbure très instable, tel que le diacetylène ou des corps analogues. L'acide aqueux lui-même soumis à un système convenable de distillations fractionnées, a fourni finalement un peu d'acétone, soit 0.<sup>6</sup>25 environ par 100 mètres cubes. Je regarderai ce corps comme signalant l'existence de l'allylène  $C^6H^4$ , dont il représente l'un des hydrogènes. Mais une portion de ce carbure a dû se changer en triacetylène (mésitylène) sous l'influence de l'acide; cette portion sera évaluée plus loin à 1.<sup>6</sup>25 par 100 mètres cubes.

Dans le second flacon ou, plus exacte-

ment, dans le vase ou colonne qui contient la pierre ponce, l'acide sulfurique s'est écoulé jusqu'à peu vers la partie inférieure, laissée libre à dessiner. On y trouve deux couches liquides, savoir un mélange d'hydrocarbures, qui surmonte, et de l'acide sulfurique, plus ou moins altéré, chargé de l'eau contenue au gaz, et répondant à une forte odeur d'acide sulfurique. Cette couche inférieure, isolée et étendue d'eau, laisse précipiter une substance hydrocarbonée, visqueuse et volatile seulement au-dessus de 300 à 400 degrés : je n'ai réussi à en tirer aucun corps défini ; mais il n'est pas douteux qu'elle ne représente des produits polymérisés (25 grammes par 100 mètres cubes). L'acide étant étendu d'eau et distillé plusieurs reprises, j'ai obtenu finalement de l'alcool isopropylique, mêlé avec quelque peu des hydrocarbures analogues (en tout 0<sup>6</sup>5 pour 100 mètres cubes de gaz) ce composé signale l'existence du propylène et fournit quelques indices sur sa proportion bien qu'une portion soit dû à être polymérisée.

J'exprimerai par ailleurs les résultats fournis par l'examen des hydrocarbures insolubles dans l'acide sulfurique.

Sur le gaz de l'éclairage et les carbures pyroogénés.

Par M. Berthelot

24 Avril 1876

1. J'ai dit comment le gaz de l'éclairage dirigé à travers une colonne de pierre ponce inhibée d'acide sulfurique concentré, fournit un liquide qui se sépare en deux couches, l'une formée par l'acide sulfurique plus ou moins altéré, l'autre par un mélange d'hydrocarbures. C'est ce mélange dont je vais m'occuper. Il s'élève à 25 grammes par stommètres cubes de gaz.

Suivis à trois séries méthodiques de distillation fractionnées, il a été résolu ainsi en :

Benzine mêlée avec un peu de toluène	2	100
Mésitylène (vers 160 à 170°) $C^{18}H^{12}$	5	
Cynène (vers 180°) $C^{10}H^{14}$	20	
Triterpanylène (220 - 240°) $C^{24}H^{18}$	30	
Octaphine (300 - 320°) . . . . .	32	
Résidu fixe à 320° . . . . .	5	
Produits intermédiaires et perte . . . . .	6	

2. Benzine. — Elle a été reconnue par ses réactions classiques. Elle tire son origine de la vapeur préexistante, dont une faible portion demeure dissoute dans les liquides condensés. La petite taille de cette portion, relativement à la masse totale de la benzine en vapeurs, s'explique parce que le gaz d'éclairage, même

après la réaction de l'acide sulfurique, n'est pas saturé de cette vapeur qui n'y possède qu'environ que les  $\frac{2}{5}$  de sa tension maximum. Cette observation applicable a fortiori pour les autres vapeurs de carbures préexistants, dont la quantité relative dans le gaz est bien plus faible que celle de la benzine malgré que dans leur liquéfaction au contact de l'acide ne suivent d'ailleurs qu'un certain nombre de proportions négligeables de matière. Ces carbures suivants ne préexistent donc pas; mais ils résultent de carbures plus volatils transformés par l'acide sulfurique.

3. témositylène  $C^{18}H^{12}$  donné à l'analyse:

Trouvé  $C = 89.7$  Théorie  $C = 90.0$

$H = 10.3$   $H = 10.0$

Il bouillait vers 165 degrés et offrait les propriétés et réactions connues du mositylène de l'acétone. J'attribue l'origine de ce carbure à la condensation de l'allylène  $3 C^6H^4 = C^{18}H^{12}$ , sous l'influence de l'acide sulfurique, 100 mètres cubes de gaz en ont fourni 1<sup>6</sup>:85, ce qui joint à l'allylène change en acétone ferait 8 millionièmes en volume d'allylène (au minimum) dans le gaz d'éclairage.

4. técyanène  $C^{20}H^{14}$ , à claire à l'analyse:

Trouvé  $C = 89.3$  Théorie  $C = 89.5$

$H = 10.7$   $H = 10.5$

Il bouillait vers 180 degrés. Ses propriétés

réactions générales de ce corps étaient les mêmes que pour le cymène du camphre. Je regarde le cymène précédent comme formé par l'action oxydante de l'acide sulfurique sur un térobône (Ribau)  $C^{20}H^{16}$  qui lui-même dériverait de la condensation d'un carbone  $C^{10}H^8$ :  $2 C^{10}H^8 = C^{20}H^{16}$ , carbone beaucoup plus volatile, contenu dans le gaz d'éclairage; c'est le térene ou propylacétylène  $C^6H^6C^4H^2$ , homologue de l'allylène (méthacrytylène) et du crotonylène (acrytylène). J'y reviendrai.

5. Le Tricrotonylène  $C^{24}H^{18}$  donné l'analyse:

Trouvé C = 88.8 Théorie C = 88.9

H = 11.2 H = 11.1

Ce carbone bout sur environ 230 degrés. L'acide nitrique fumant le dissout à la façon des carbures benzéniques, dont il possède les réactions générales. Ce corps est isomère avec la triethylbenzine vis à vis de laquelle il offre les mêmes réactions que le triallylène vis à vis de la triméthylbenzine. Le tricrotonylène ne diffère de l'acrytophtalène (formé également par l'union successive de six résidus éthyéniques) que par de l'hydrogène, et je pense qu'il se retrouvera dans le goudron de houille. Le tricrotonylène obtenu dans l'opération précédente ne paraît dériver du crotonylène  $C^8H^6$  contenu

dans le gaz et polymérisé par l'acide sulfurique :  $C^8H^6 = C^{24}H^{18}$ . 100 mètres cubes de gaz en ont fourni 7.5, soit 31 millions. mes en volume de crotamyline gazeuse au minimum.

6. Le colophène ou trithène  $C^{30}H^{24}$  donne à l'analyse :

$$C = 88.4 \quad \text{Théorie } C = 88.2$$

$$H = 11.3 \quad H = 11.8$$

Il distillait vers 300 degrés. Ses propriétés physiques et ses réactions étaient celles du colophène ordinaire (1). De même qu'pour ce dernier, l'analyse indique des nombres un peu faibles pour l'hydrogène, sans doute à cause du mélange d'un carbone moins hydrogéné, tel qu'un tétracyclène  $C^{30}H^{22}$  ou  $C^{10}H^8 C^{20}H^{14}$ ; mais je n'insiste pas sur ce point.

Le colophène résulte sans doute de la

(1) J'admette ici pour le colophène, toutefois vers 300 degrés, la formule  $C^{30}H^{24}$ , au lieu de  $C^{40}H^{32}$ . J'ai été conduit à cette opinion par l'examen de la réaction de l'acide isothioclrique (Bulletin de la société chimique 2<sup>e</sup> série t. XI p. 26, 1869) et par la densité de vapour du crotamyline (p. 31). M. Ribon a même trouvé récemment, pour la densité des vapeurs du colophène, le chiffre 8.3 qui n'est pas très-éloigné de 7.14 exigé par la théorie.

polymerisation pour l'acide sulfurique du térene signalé plus haut:  $3C^{10}H^8 C^{30}H^{24}$ , 100 mètres cubes de gaz ont fourni 13 grammes de cymène ou de colophène réunis, qui représenteraient un poids à peu près égal du térene primitif, soit 42 millionièmes de térene gazeux en volume (sans préjudice des polymères plus condensés qui n'ont pu être dosés).

7. D'après ces résultats, la portion absorbable par le bromé, qui constitue la plus grosse fraction de la portion volatilante du gaz parision, serait composée à peu près de la manière suivante, pour un million de volumes de l'échantillon sur lequel j'ai opéré:

Benzine ou vapeurs $C^{12}H^6$	30000 à 35000
Acétylène $C^2H^2$	1000 environ
Ethylène $C^2H^4$	1000 à 2000
Propylène $C^6H^6$	2.5
Allylène $C^6H^4$	8
Butylène $C^8H^8$ et analogues traces	
Crotonylène $C^8H^6$	31
Térene $C^{10}H^8$	42
Carbures identiques aux précédents ou dissemblables, mais transformés en polymères presque fixes, estimés d'après le poids des polymères)	583
Diacetylène et carbures analogues, estimés de même	15

181 (1)

(1) Ces chiffres sont un minimum, une proportion inconnue des divers carbures ayant pu traverser l'acide sulfurique sans s'y modifier.

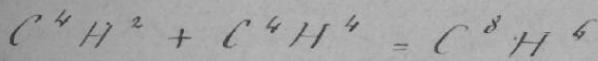
8. Ces carbures peuvent être regardés comme produits en partie par la distillation sèche et en partie comme dérivant les uns des autres et du forméne, suivant les réactions régulières que j'ai observées dans l'étude des carbures pyrogénés. En effet j'ai signalé les mésomorphes réciproques et directes des quatre hydrocarbures de carbone fondamentaux : l'acétylène  $C^2H$  (1 v.), l'éthylène  $C^2H^2$  (2 v.), le méthyle  $C^2H^3$  (2 v.), et le forméne  $C^2H^4$  (4 v.) qui constituent avec l'hydrogène, un système en équilibre, système tel, que les quatre carbures fondamentaux se forment à la température rouge aux dépens de l'un quelconque d'entre eux pris comme point de départ : c'est l'au fait d'expérience.

J'ai aussi montré, par expérience, comment le forméne libre engendre directement, non seulement l'éthylène ( $C^2H^2$ ), mais aussi le propylène ( $C^3H^6$ ), et probablement toute la série des carbures polymères ( $C^4H^6$ ).

Si l'acétylène libre engendre également par synthèse directe, le benzine  $C^6H^6 = (C^4H^2)^3$ , et toute une série de polymères ( $C^4H^2$ )<sup>n</sup>, entre lesquels le benzine proto-amine, s'explique sa grande stabilité.

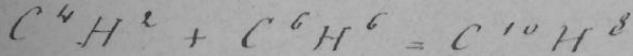
Tous ces corps sont trouvés, en effet, dans le gaz d'élargisage et dans le gazoduc.

de houille formé simultanément. Non seulement les quatre carbures fondamentaux  $C^2H$ ,  $C^2H^2$ ,  $C^2H^3$ ,  $C^2H^4$  et les polymères des deux premiers  $(C^2H)^n$ , prennent ainsi naissance, mais tous ces corps se combinent deux à deux, toujours sous l'influence de la température rouge, pour constituer des carbures plus compliqués, en équilibre avec des carbures plus simples qui les engendrent. C'est ainsi que j'ai résulté, avec l'acétylène et la benzine, la synthèse immédiate du styracène  $C^{16}H^{10}$ ; avec l'acétylène et le styracène, la synthèse de la naphtaline  $C^{10}H^8$ ; avec l'acétylène et la naphtaline, la synthèse de l'acénaphtalène,  $C^{14}H^{10}$ ; avec le styracène et la benzine, la synthèse de l'anthracine  $C^{24}H^{10}$ ; tous ces carbures qui se retrouvent dans le goudron de houille. De même j'ai reconnu que l'acétylène et l'éthylène se combinent à volumes égaux vers la rouge sombre.



Pour constituer l'éthylacétyle, carburé dont M. Prunier a été l'identité avec le crotonylène et qui se retrouve dans le gaz d'éclairage.

J'ai également reconnu, dans des essais inédits, que l'acétylène et le propylène se unissent directement et dans les mêmes conditions.



Pour constituer le propylacétyle, carburé

liquide entièrement volatil, très altérable par l'acide sulfurique. L'expérience est aussi facile à réaliser que la synthèse d'ethylacrylène, quoique un peu moins nette, à cause de la formation simultanée d'un peu de benzine, sur dépens de l'acrylène. Cependant, en opérant dans une cloche courbe, une demi-heure de chaleur suffit pour combiner un tiers du propylène et de l'acrylène, ce propylacrylène ressemble identique avec le tétrane du gaz d'éclairage et probablement aussi avec le carbone dérivé du caoutchouc, au moyen duquel M. Bouchardat a effectué la synthèse du torpilène et de divers autres carbures tétrabiques.

Ces observations montrent quelles liaisons existent entre la formation des divers carbures du gaz d'éclairage. Dans toute opération de ce genre, accompagnée à la température rouge, une première analyse, presque analyse, presque ultime, tend à ramener les principes originels à l'état des quatre carbures fondamentaux : acrylène, éthylène, méthyle et forméne, lesquels se recombinent aussitôt pour former par synthèse tout le système des carbures pyrogènes.

—

## Académie des sciences

24 Avril 1876.

Le soufre dans le gaz d'éclairage

Note de M. A. Vierige, présentée

par M. Borthelot (Extraits)

J'ai déterminé la quantité de soufre dans le gaz d'éclairage d'Odessa, tel qu'il est livré après la purification, à la consommation. J'ai trouvé que 100 pieds cubes anglais de ce gaz renferment au mois de Novembre, 2 grammes, 1<sup>60</sup> 84, 1<sup>60</sup> 9, 1<sup>60</sup> 9, 2<sup>60</sup> 01 de soufre; au mois de Décembre 2<sup>60</sup> 2 de soufre.

Avec ce gaz, renfermant environ 2 grammes de soufre sur 100 pieds cubes anglais, j'ai fait les expériences suivantes.

Dans une chambre de 1000 pieds cubes de capacité, et dont l'air a été complètement renouvelé avant l'expérience, on a placé, à diverses hauteurs des papiers trempés du réactif par l'acide sulfurique (amidon et iodate de potasse) et l'on a allumé dix bœufs de gaz. Après dix minutes, les résultats du niveau supérieur ont montré très nettement la présence de l'acide sulfurique. Après quinze minutes, la présence de cet acide se manifeste à un niveau intermédiaire, et, après trente minutes,

des résistifs disposés presque au plancher ont attesté l'acide sulfuréen dans la couche la plus inférieure.

De cette manière, environ 40 papiers résistifs incolores au début de l'expérience se sont colorés d'un bleu très intense, et dans chacun de ces papiers on a pu facilement démontrer la présence de l'acide sulfurique. Il a été remarqué que l'acide sulfuréen est très-inégalement répandu dans l'air de la chambre. En s'élevant avec les autres produits chauds de la combustion, il se trouve dans les couches supérieures en quantité plus grande; mais on remarque, dans les couches du milieu et dans les couches inférieures, des accumulations accidentielles considérables. A ces couches pauvres en acide sulfuréen succèdent des couches qui en sont très riches. En quelques points les proportions d'acide sulfuréen sont assez grandes pour que l'on puisse sentir l'odeur piquante de cet acide.

2. Un paquet de fil de coton disposé d'environ 450 grammes, lavé à l'eau distillée pour constater qu'il ne contient pas la moindre trace d'acide sulfurique, puis séché, mais incomplètement, a été suspendu dans la même chambre. On a attendu dix-huit degrés, et, après deux ou trois heures l'expérience était terminée.

les fils, alors complètement secs, ont été lavés à l'eau distillée. Celle eau de lavage avait une réaction fortement acide, persisterait après l'ébullition; elle renfermeit des quantités insignifiantes d'acide sulfurique, et son acidité dépendait de la présence d'acide sulfurique. En déterminant dans quelques expériences, les quantités de ce dernier acide, je les ai trouvées variables entre 0,05 et 0<sup>6</sup>.<sup>1</sup> Cette expérience prouve que l'acide sulfurique, produit d'une combustion du gaz, peut, dans des circonstances semblables à celles de l'expérience, s'oxyder très-facilement et se fixer à l'état d'acide sulfurique sur des objets environnantes. Je crois que ces circonstances décrites se retrouvent facilement dans un magasin d'étoffes, d'habits etc. Les objets exposés dans ces magasins passent en automne, ou hiver, l'état d'humidité favorable. On a donc toutes les conditions pour que les quantités d'acide sulfurique une fois déposée sur un objet, sielle en augmentent: cet acide n'étant pas à produire son action destructive qui, au premier abord, n'est accusée par aucun phénomène visible. La réaction acide qui s'est communiquée à l'eau de lavage, et qui ne disparaît pas à l'ébullition prouve que la quantité d'ammoniaque atmos-

- phérique n'était pas suffisante pour saturer tout l'acide sulfurique formé.

J'ai été conduit ainsi à penser qu'on devrait pouvoir trouver les traces de l'action destructive de l'acide sulfurique sur les différents objets exposés dans les magasins éclairés par la vapeur : ces traces sont nombreux à Odessa ; je ne contenterai pas d'écrire un exemple :

Je conserve encore une partie métallique d'une lampe, ayant la forme d'une assez grosse boule, qui avait été exposée dans un magasin bien éclairé par la vapeur à Odessa. Cette boule a bientôt perdu son éclat et est devenue verdâtre. En l'examinant, j'ai trouvé que sa surface était corrodée et couverte d'une substance verdâtre. En laissant la boule à l'eau distillée, j'ai obtenu une solution incolore, troublée par la présence d'une substance verte en suspension. La solution avait une réaction acide, contenait de l'acide sulfurique et donnait à l'évaporation des cristaux de sulfate de zinc, reconnus par diverses réactions. L'analyse montre que l'alliage métallique formant la boule contenait du cuivre et du zinc. Il est facile maintenant de comprendre l'allévation prompte de cet alliage, dans l'atmosphère chargée de produits de combustion d'un gaz contenant largement de soufre.

sur 100 pieds cubes anglais.

M. Berthelot appelle l'attention de l'Académie sur l'intérêt des résultats annoncés par M. Verigo. Il ajoute que, s'il estaisé de priver le gaz d'hydrogène-sulfure, il n'en est pas de même de la vapeur de sulfure de carbone et autres composés volatils analogues, dont la séparation industrielle offre de grandes difficultés.

Académie des sciences

26 Mars 1877

Remarques sur la présence de la benzine dans le gaz de l'éclairage

Par M. Berthelot

1. Le pouvoir éclairant du gaz parisien, paraît dû, en majeure partie, à la présence de la vapeur de benzine, les autres carbures condensés s'y trouvent en proportion beaucoup plus faible : celle est la conclusion à laquelle je suis arrivé, dans les recherches présentées l'an dernier à l'Académie (voir Ann. de chimie et de physique 5<sup>e</sup> série t. X p. 169). Cette conclusion n'est applicable en toute rigueur que pour

un gaz d'éclairage préparé avec des houilles à benzine, et sous l'influence d'une température rouge très élevée et longtemps prolongée : dernières conditions qui tendent à ramener tous les mélanges de carbures d'hydrogène à certains états d'équilibre, déterminés par leurs actions réciproques. Ces gaz tirés des banchards, des schistes, des résines, ou du charbon, par une simple distillation opérée vers le rouge sombre, ont une composition différente, tant en raison de la richesse plus grande en hydrogène des matières premières, que de la dissociation moins avancée des carbures pyro-génés.

Il m'a paru utile de contrôler mes premiers résultats par de nouvelles analyses.

2. C'est au moyen de l'acide nitrique fumant que je suis parvenu à démontrer l'existence prépondérante de la benzine, dans le gaz d'éclairage soit 3 contiennes environ en volume. L'emploi quantitatif de ce réactif est déjà décidé ; car il produit de la nitro-benzine, composé très caractéristique. 8 à 10 centimètres cubes de gaz d'éclairage suffisent à la rigueur pour préparer l'aniline et son dérivé bleu. L'emploi quantitatif de l'acide ni-

trique fumant est plus délicat. En effet, cette gaz est susceptible d'attaquer pour à peu non seulement la benzine, mais aussi la plupart des autres carbures d'hydrogène, avec formation d'acide oxalique et d'autres substances signalées par divers observateurs. Ce qui on voud correspondant l'emploi possible et légitime dans l'analyse, c'est cette double circonstance : d'une part que les carbures les plus attirables (propylène, allylène etc.) n'existent qu'à l'état de traces dans le gaz parvisien ; et, d'autre part, que l'acrylène (qui n'y est guère plus abondant d'ailleurs) n'est pas attaqué d'une manière sensible par l'acide nitrique fumant, dans les conditions de courte durée, de basse température et de dilution progressive où j'opère, où la benzine est au contraire absorbée.

En raison de ces faits, on peut analyser le gaz d'éclairage à  $\frac{1}{200}$  parts, par les procédés rapportés ici.

3. J'ai contrôlé ces résultats en brûlant les gaz dans l'endommètre, avant et après l'action de l'acide nitrique. Voici quelquesunes des vérifications.

(1) Hydrogène = 89 vol. 5; oxygène = 60. 5. on fait éclater. Diminution

totale = 134  $\text{vol}^{\circ}$  0, ce qui répond à  $H = 89.3$ ;  $Az = 0.2$ .

(II)  $H = 134 \text{ vol}^{\circ} 5$ ; on y ajoute quelques gouttes de benzine pure; ce qui porte le volume à 143.0. On sépare par transvasement le gaz de l'eau et du liquide, et l'on y ajoute de l'hydrogène, jusqu'à porter le volume total à 212  $\text{vol}^{\circ} 5$ , ce qui fait en contiennes:

$$H = 93.8; C^{12}H^6 = 4.0; Az = 0.2$$

(III) on brûle ce mélange dans l'audiomètre.

l'analyse indique:  $H = 95.7$ ;  $C^{12}H^6 = 4.1$ ;  $Az = 0.2$  en volumes.

(IV) Ce mélange est introduit, sur l'eau, dans un petit flacon qui renferme 13  $\text{cc}^{\circ} 85$ ; on le traîne par contièntrice cube d'acide nitrique fumant (densité = 1,46).<sup>1)</sup> On observe les précautions décrites dans mon manuel (Ann. de chimie et phys. 5<sup>e</sup> série t. X p. 172). Au bout d'une demi-minute d'agitation on transvase le gaz dans un tube gradué, et on le traîne

1) L'acide pesant 1.36 n'absorbe pas nettement la benzine dans ces conditions, vers 10 à 12 degrés. L'acide fumant empêché n'adoit renfermer que des proportions d'acide nitrique nulles ou très faibles.

par la potassium. Il reste 13<sup>cc</sup>3 ; ce qui fait pour 100 volumes  $C^{12}H^6$  absorbée = 4,0 (azur humide) ou 4,1 (azur sec).

(V) Comme contrôle, ce résidu transporté sur le mercure a été brûlé dans l'auclionomètre. On a obtenu :

$H = 99,0$ ;  $C^{12}H^6$  ou  $C^{12}H^5A_3O^4 = 0,1$ ;  $A_3 = 0,8$  (cadornier introduit un peu de sucre pendant les opérations). Ces résultats pourraient aussi être interprétés, sans erreur bien sensible, en admettant 1,2 d'oxyde de carbone formé dans la réaction. En somme, l'acide absorbé entièrement, ou sensiblement la benzine, sans agir sur l'hydrogène.

(VI) On mélange l'hydrogène et l'éthylène dans les rapports  $H = 93,8$ ;  $C^4H^4 = 6,0$ ;  $A_2 = 0,2$ .

(VII) On traite 138 vol. 5 de ce mélange par l'acide nitrique fumant. Le volume se réduit à 138,0 ; on transporte ce résidu sur le mercure, et on le brûle dans l'auclionomètre ce qui fournit :

$H = 93,6$ ;  $C^4H^4 = 5,9$ ;  $A_2 = 0,5$

L'éthylène n'a donc été absorbé que dans une proportion négligeable.

(VIII) On traite 138 vol. 5 d'éthylène pur par l'acide nitrique fumant, dans les mêmes conditions. Dans deux essais, on a trouvé le volume réduit à

132 et 131, c'est à dire une absorption de 5 centièmes, soit les deux tiers environ du volume de l'acide nitrique employé, soit encore un vingtième du volume total de l'éthylène. Cette faible absorption est-elle due à une action dissol- vante proprement dite, ou à un com- mencement d'attaque ? C'est ce que je ne saurais déceler. En tous cas, on est autorisé à admettre d'après les essais (VII) et (VIII), que la réaction lente produite par l'acide nitrique, dans les conditions désignées, est à peu près proportionnelle à la richesse des mé- langes gazeux en éthylène, surtout quand cette richesse est minimale; c'est à dire que le procédé est applicable sans erreur sensible à un mélange renfor- mant seulement quelques centièmes d'éthylène.

(IX) Pour achever de la démonstration, on a préparé le mélange :  
 $H = 91,3$ ;  $C^4H^4 = 5,1$ ;  $C^{12}H^6 = 3,4$ ;  
 $A_3 = 0,02$

(X) 138 vol. 5 de ce mélange ont été traités par l'acide nitrique fumant ; le volume final a été réduit à 133,5 soit

$$C^{12}H^6 \text{ absorbée} = 3,6 \text{ centièmes}$$

(XI) On a transporté ce résidu sur le

mercure et on l'a fait détoner. Analyse

$H = 94,1$ ;  $C^4H^4 = 5,4$ ;  $A_3 = 0,5$

suivante de :  $H = 94,5$ ;  $C^4H^4 = 5,3$ ;

$A_3 = 0,2$ .

(XII) L'action du bromé sur l'essence fourni :  $C^4H^4$ , absorbée = 5,5; ce qui concorde.

(XIII) On a fait encore quelques essais sur le propylène et sur l'acétylène. Ces gaz, pris dans l'état de pureté, sont trop solubles dans l'eau pour permettre des mesures exactes. Ils sont aussi plus instables que l'éthylène par l'acide nitrique fumant. Cependant, quand ils existent dans un mélange à la dose de quelques millionnes seulement, on les retrouve presque intacts, après un traitement par l'acide nitrique fumant, dans les conditions où j'opère. C'est ce qu'il est facile de vérifier, par exemple, pour l'acétylène contenu dans le gaz d'éclairage.

4 - Avant d'appliquer ces résultats à l'analyse du gaz d'éclairage, je crois nécessaire de dire quelques mots de la réaction de l'acide sulfurique sur la vapeur de benzine, point sur lequel je dois faire une rectification, bien que la réaction en question n'ait jamais joué aucun rôle dans mes analyses effectuées. J'oublie de penser et d'abord que la vapeur de benzine

n'était pas altérée par l'acide sulfurique concentré, trouppé par ces deux observations à savoir : que la réaction des deux corps à froid ne donne pas lieu à une proportion sensible d'acide benzino-sulfurique ; et de l'autre part, que les gaz renfermant de la benzine, après avoir été agités avec l'acide sulfurique pendant un temps très-long, retiennent encore une dose appréciable de celle vapeur. Quelques remarques n'ayant été adressées à cet égard, j'avais connu, on effet, que la vapeur de la benzine contenue dans un autre gaz est absorbée pour la plus part par l'acide sulfurique mono-hydraté. Au bout de dix minutes, l'absorption est très-sensible ; quoique après une heure et demie d'agitation, il reste encore près d'un demi-contenu de benzine (en volume). Ce résultat ne suffit donc pas pour employer dans des expériences précises, pour séparer la vapeur de benzine des autres carbures gazeux.

5. J'ai fait divers essais pour y substituer un acide plus dilué. Deux acides  $SO^4H$  et  $SO^4H, \frac{1}{2} H_2O$  absorbent l'un et l'autre la vapeur de benzine, et les gaz éthylique également, sous l'influence d'une très-longue agitation. Mais cette absorption

plus long, même au bout de quarante huit minutes d'agitation violente, si l'on opère avec l'acide bichloré.

$SO_4H_2O$  ( $d = 1,781 \pm 14^\circ$ ) ainsi qu'il résulte des chiffres qui voici.

(XIV) L'hydrogène molé oté benzine dont j'ai donné plus haut l'analyse (III) a été agité pendant quarante huit minutes avec l'acide bichloré  $SO_4H_2O$ , puis brûlé dans l'audiomètre, il a fourni :

$H = 95,7$ ;  $C^{12}H^6 = 4,0$ ;  $\sigma = 0,3$  ; ce qui est sensiblement la composition primitive.

Le méthylène résiste également dans les mêmes conditions; deux ou trois centaines seulement du gaz pour sa totalité absorbées.

Au contraire, le propylène est absorbé complètement par le même acide  $SO_4H_2O$ , au bout de trois minutes d'agitation énergique. L'acrylylène l'est aussi, mais au bout de vingt cinq minutes seulement.

L'acide plus étendu, tel que  $SO_4H_2O$  absorbe lentement le propylène; plus lentement encore l'acrylylène; tandis qu'il agit immédiatement sur le vapour d'ether.

On voit par là que l'acide bichloré  $SO_4H_2O$  peut-être employé pour séparer le propylène et les carbures analogues,

lorsqu'ils sont mêlés avec l'éthylène et la vapeur de benzine. Au contraire, la séparation des deux derniers carbures l'un de l'autre réclame l'emploi de l'acide nitrique fumant.

6. Je vais maintenant établir que la portion du gaz d'éclatage parision absorbable par l'acide nitrique fumant offre une composition voisine de celle de la benzine. On parvient à cette démonstration en suivant la méthode générale que j'ai proposée en 1857, laquelle consiste à comparer les équations audiométriques avant et après l'action d'un dissolvant (1).

Voici les résultats observés :

(XVII) Méthane, côte à l'acide	
nitrique fumant (benzine supposée)	1.9
(XVIII) Le résidu	97.1

Après combustion dans l'air  
-moltre, secote carbonique . . . . . 41. 8

1<sup>re</sup>) Ann. de chim. et de phys. 3<sup>re</sup> série t 41  
p. 62. 1857.

Diminution total . . . . . 190.0

Its diminution total corresponds -  
-pondante about 216.0 - 190.0 26.0

Les rapports entre le volume du gaz absorbé par l'acide nitrique, le volume de l'acide carbonique correspondant et la diminution totale, sont

1 : 5, 4 : 8, 9

Tandis que l'équation

$C^{12}H^6 + O^{3.0} = C^{12}O^{4.0} + 3 H^2O^2$  indique  
les rapports 1 : 6 : 8, 5.

La concordance sans être absolue, est aussi rapprochée qu'on peut l'espérer dans ces essais de cette nature.

f. Tous ces éléments quantitatifs et qualitatifs s'accordent donc pour faire croire à la portion éclairante du gaz parision comme constituée, en majeure partie par la vapeur de benzine. Observons d'ailleurs, qu'une dose d'éthylène et même d'acrylène, équivalente en carbone, soit la même, ne produirait pas un effet lumineux équivalent, le pouvoir éclairant d'une flamme paraissant être, non seulement au rapport numérique du carbone

à l'hydrogène, sont invoqués dans l'ancienne théorie de Dauy, mais aussi à la condensation de ces éléments contenus dans l'unité de volume donné que M. Frankland fait intervenir avec raison. La nature même des substances combustibles joue un rôle important attendu que les combusisions très stables et capables de subsister quelques instants, même aux plus hautes températures développées dans l'intérieur de la flamme, telles que la benzine, interviennent d'une manière spéciale dans la composition de la lumière émise pendant la combustion.

---

Académie des sciences

19 Août 1878

---

Etude spectrométrique de quelques sources lumineuses.

Nota de M. A. Croix

---

La loi générale de l'émission des radiations envoyées par un corps porté à une haute température n'est pas complètement connue; Dulong et Petit l'ont donnée la loi

---

(1) Annales de chimie et de physique. 2<sup>e</sup> série T. VII.

empirique de l'émission des radiations obscures qui émanent d'un corps chauffé à des températures inférieures à 240 degrés, et M. Edm. Bœquereb (1) a démontré quel' intensité des radiations rouge, verte et bleue varie avec la température du corps qui les émet, suivant une loi exponentielle analogue à celle de Dulong et Petit.

Les exponentielles qui représentent la loi d'émission des radiations de refré-  
gibilité différentes sont représentées par des courbes dont l'origine correspond à la température à laquelle la radiation considérée commence à prendre naissance, et se roulent d'autant plus rapidement que les longueurs d'ondes des radiations considérées sont plus faibles ; d'après M. Edm. Bœquereb, les logarithmes des bases de ces exponentielles varieraient en raison inverse des longueurs d'ondes des varia-  
tions.

Ces considérations peuvent servir de point de départ à une méthode de détermination par voie spectrométrique, de la température des corps solides ou liquides incandescents.

En effet il résulte des travaux de M. Draper (2)

(1) Ed. Bœquereb, *La Lumière* t. 1 p. 61, 67

(2) Draper, *Philosophical Magazine* t. XXX p. 345 (1847).

et de M. Edm. Bœquereel que, lorsque la température d'un corps solide incandescent croît d'une manière continue, le spectre des radiations qu'il émet s'allonge vers le violet et que, en même temps, chacune des radiations de ce spectre augmente d'intensité suivant une formule exponentielle.

La température de la source lumineuse pourrait donc être mesurée :

1<sup>o</sup> Au moyen de la longueur d'onde de la radiation qui limite le spectre vers le violet ;

2<sup>o</sup> De la position du maximum calorifique du spectre, qui se rapproche d'autant plus du violet que la température d'émission est plus haute ;

3<sup>o</sup> Au moyen du rapport de l'intensité lumineuse d'une radiation déterminée à puis dans le spectre de la source, à l'intensité de cette même radiation dans le spectre d'une source de température connue, comparée au rapport des intensités lumineuses d'une autre radiation à dans ces deux mêmes spectres.

Ces dernières déterminations peuvent être facilement réalisées au moyen d'un spectrophotomètre. Plusieurs observateurs ont fait usage d'instruments de ce genre<sup>(1)</sup>.

(1) Gouy, Comptes rendus t. 156 (1863).  
Franck, Journal de physique t. V p. 297. Vierordt  
Ann. Phys. (Mécan. Phys.) 28, 1863. Pogg. Ann. neue Folge

J' me suis servi de celui de M. Glehn, qui permet de faire les mesures sur les radiations homogènes.

J'ai d'autre part mesuré l'intensité calorifique des radiations simples du spectre solaire, au moyen d'une pile thermo-électrique tournante et d'un stéphanomètre très-sensible, en me servant pour les premiers essais, d'un prisme de flint et d'un miroir concave en verre, renoncé à sa surface, au lieu de lentille achromatique. L'emploi d'un disque en osseau sur métal, au lieu du prisme, permettrait d'éliminer l'influence de toute absorption électrique.

J'ai fait de nombreuses déterminations de courbes calorifiques du spectre solaire, par des journées exceptionnellement belles, à diverses époques des années 1877 et 1878. Ces courbes diffèrent par le rapport de leurs ordonnées respectives, mais surtout par la position du maximum calorifique, comme l'a montré Melloni.

Ces courbes ont été rendues comparables entre elles, en les ramenant à l'échelle des longueurs d'ondes, et en réduisant au moyen de la courbe de dispersion de prisme, les intensités à celles qui correspondent aux théoriques du spectre normal, c'est à dire d'une dispersion cons-

lente.

Voici pour la partie lumineuse de ces spectres, les moyennes d'un certain nombre d'observations concordantes, faites dans d'excellentes conditions atmosphériques. J'ai représenté par 1000 l'intensité calorifique qui correspond à une radiation rouge de longueur d'onde  $0'''$ , 000 676; les intensités mesurées dans l'autre rouge ne peuvent trouver place dans cet tableau, les longueurs d'ondes correspondantes n'étant pas exactement connues.

Longueur d'onde	0'''	000,676	605	560	523	486	450
Intensités	0.	01000	820	760	670	540	460

Voici maintenant les rapports des intensités lumineuses des mêmes radiations des spectres des sources suivantes, comparées à la lumière solaire : lumière électrique (de gros éléments de Bunsen, régulateur Foucault, avec charbon de M. Carré, au foyer d'un miroir métallique concave); lumière Drummond (oxygène et gaz d'acétylénage projetés sur la chaux); lampe modératrice alimentée par l'huile de colza. J'ai mesuré le rapport de l'intensité de chacune des radiations de ce spectre, correspondant aux longueurs d'onde du tableau précédent, à l'intensité des correspondantes radiations dans le spectre solaire,

en représentant ces dernières par les valeurs de leurs intensités calorifiques, et représentant toujours par 1000 l'intensité correspondante à la longueur d'onde 676.

longueur d'onde 0<sup>7</sup>000676 605 560 523 486 459  
 intensité électrique 0. 01000 707 597 506 307 828  
 intensité thermique 0. 01000 573 490 299 168 73  
 température modérée 0. 01000 442 296 166 80 27

Pour des réalisations lumineuses qui n'ont subi aucun établissement par une transmission extérieure, il y a sur tout proportionnalité entre les intensités calorifiques et lumineuses, et une même relation, quelle que soit son origine, comme l'ont démontré M. Jamin et Masson; mais les expériences de M. Dessain (1) ont montré que, dans le cas contraire, des rayons de même longueur d'onde, pris dans des spectres différents, peuvent avoir des propriétés notablement différentes.

Cependant on peut déjà constater que l'intensité étant la même dans le rouge pour les quatre spectres, l'établissement vers le violet varie avec chaque source, suivant une certaine fonction de la température, et, sans pouvoir encore donner une mesure de celle-ci, on peut déjà les ranger

(1) Comptes rendus t. LXVII. p. 297

pour une de températures croissantes :  
 temps modérateur, brûlure stérile,  
 zone d'éclairage, (bien s'assurer de trouer)  
 dont je n'ai pas donné les tables au moins  
 concordantes, lumière Drummond, lumiè-  
 re électrique; enfin, la lumière solaire  
 qui correspond à une température d'émis-  
 sion bien supérieure à celle de la lumière  
 électrique, malgré l'incertitude, causée  
 par les absorptions, qu'elle a éprouvée par  
 sa transmission à travers les enveloppes  
 gazeuses du soleil et notre atmosphère.

La mesure rigoureuse des tempé-  
 ratures pourra être faite par voie spectro-  
 métrique, dès que l'on connaîtra la loi  
 exacte de l'émission pour toutes les ra-  
 diations et les constantes numériques  
 pour chaque longueur d'onde.

Les résultats contenus dans cette note  
 peuvent être considérés comme un pro-  
 mier essai, tanté en vue de la solution  
 de cette importante question.

Société d'encouragement pour l'industrie  
nationale

Juin 1879

—  
Bouées éclairées au gaz

Depuis quelque temps, on expérimente en Angleterre, un système de bouées éclairées au gaz, dont nous vous montrons comme suit la description.

Le système consiste à charger les bouées de gaz, suffisamment comprimé pour qu'il puisse suffire à un éclairage d'assez longue durée. Le gaz est obtenu par le traitement des résidus d'huile de schiste ou de toutes autres matières grasses de peu de valeur, traitement qui fonctionne, avec succès depuis six ou sept ans, en Allemagne, et depuis trois en Angleterre. Un fourneau et quelques cornues de fonte suffisent pour l'opération. Le gaz qui s'échappe des cornues traverse successivement les laveurs, purificateurs et condenseurs avant de se rendre au réservoir, où il demeure emmagasiné provisoirement. Des pompes le refoulent ensuite dans des caisses spéciales jusqu'à l'atmosphère.

Tes expériences, faites par ordre du département de la Marine, ont eu lieu sur

divers points des côtes d'Angleterre. Une des bouées était mouillée par le travers de Trinity Wharf, Blackwall. D'une capacité de 1680 décimètres cubes, elle a brûlé du 29 Août 1878, à 5<sup>h</sup> du soir, au 27 Septembre à 6<sup>h</sup> du soir, avec une bouteille lumineuse qui diminuait graduellement vers la fin. Pendant les expériences, on a projeté de l'eau à haute pression sur la lampe, sans pouvoir l'éteindre. Une autre expérience ayant été faite près de Dundee, l'ingénieur du Port a déclaré qu'en mode d'éclairage est appelé à remplacer les bateaux-fouz qui coûtent très cher, qu'on peut construire des bouées de grandeur suffisante pour éclairer pendant six mois et que la lampe peut être placée à une hauteur telle, que la lumière soit visible à une distance de 7 à 8 milles.

Le nouveau système de bouée est en tôle de fer, capable de supporter une haute pression. Il se compose du réservoir à gaz, renfermé dans la bouée proprement dite, et de l'aspirateur d'éclairage qui surmonte cette bouée et qui est mise en communication par un tuyau avec le réservoir; un régulateur est interposé dans le trajet pour permettre au gaz d'arriver subrepticement à la pression voulue. D'après les estimations, le coût de l'éclairage, par

vingt quatre heures, varie de 30 à 60 centimes.

On a cherché à munir les bouches lumières d'appareils électriques, pour n'allumer les lampes que du couchant au lever du soleil ; mais l'économie de gaz qu'on fera n'est pas en rapport avec les dépenses d'établissement du matériel nécessaire ; il vaut mieux laisser le feu ablumière jour et nuit, car il ressemble presque à il puisse s'éteindre par suite de gros temps.

Tes bouches que l'on construit actuellement, ont une dimension permettant une provision de gaz de quatre mois environ, et l'on se propose d'en faire de plus grosses encore.

Une autre application non moins importante de ce nouveau genre de bouches, c'est leur emploi probable dans la pose des câbles télégraphiques. Géant par les mauvais temps, on sera forcée de couper un câble pendant la pose, on y attachera une bouée lumineuse qui servira, pendant la nuit, de point de repère aux bâtimens.

(Revue Maritime et coloniale)

---

Nota. — Ces bouées sont des corps flottants destinés à marquer à la surface de la mer l'ancrage ou à déjeter une ancre, ou pour signaler un danger etc.

Académie des sciences  
18 Août 1879

Scintillation des flammes du  
gaz d'éclairage.

Note de M. F. A. Foral.

L'étude méthodique de la scintillation des étoiles a montré que l'intensité du phénomène varie avec certains états de l'atmosphère. M. Ch. Dufour a déterminé la loi suivant laquelle la scintillation augmente avec l'épaisseur de l'air traversé par le rayon lumineux; M. Montigny a prouvé que la scintillation est d'autant plus forte que l'air est plus lumineux etc.

Mais, dans cette étude de la scintillation faite sur la flamme des étoiles on est en présence de bien des inconnues; on ne connaît l'état de l'atmosphère que dans les couches inférieures; la plus grande partie de l'enveloppe aérienne qui traverse le rayon scintillant, échappe à notre investigation directe. J'ai cherché des conditions plus abordables à notre étude et j'les ai trouvées dans la scintillation des flammes du gaz d'éclairage, dues à un éloignement considérable, j'ai constaté qu'à la distance qui

sépare Morges, ma demeure habituelle, de Traversanne, la flamme du gaz des rues de cette ville scintille d'une manière fort apparente, que l'intensité de la scintillation varie grandement d'un jour à l'autre, et, depuis un an que j'en faisit plus de deux cents observations, j'ai reconnu que cette intensité est en rapport avec certains facteurs atmosphériques.

La distance horizontale qui sépare Morges de Traversanne est de 10 500", la différence d'altitude d'une centaine de mètres; à cette distance, une flamme de 0"05" sous-tend un arc de 1"; elle n'apparaît à l'œil que comme un point lumineux, et pas plus qu'une étoile elle n'a de grandeur appréciable. On admet en effet que la limite de grandeur d'un objet qui peut faire impression à la fois sur deux bâtonnets de la rétine, et par conséquent présenter une grandeur apparente appréciable, est au moins de 30" à 60" suivant les hauteurs. Vu à cette distance, la flamme d'un feu de gaz ressemble absolument au point lumineux d'une étoile.

Une colonne d'air de 10 500" de longueur à une altitude moyenne de 400" représente en fait de masse, quelque chose de supérieur à la colonne d'air atmosphérique que traverse le rayon lumineux d'

une étoile située sur zenith; sa masse est étroite, en effet, s'élève d'une colonne d'air de 0"960 de hauteur.

Tes conditions générales sont donc assez semblables à celles du rayon lumineux des étoiles pour que les phénomènes de scintillation puissent être en quelque sorte comparables; mais l'étude des conditions atmosphériques de la scintillation du gaz peut être, sans certains rapports, préférable à celle des étoiles, car nous pouvons connaître beaucoup plus complètement l'état de l'atmosphère dans toute l'épaisseur traversée par le rayon lumineux du gaz et on saura la température, l'humidité, la transparence, l'état d'agitation etc; nous pouvons aussi, si nous voulons expérimenter, faire varier la grandeur de la flamme, sa nature, sa couleur, son éloignement etc.

Une objection grave peut se présenter à l'esprit: la flamme du gaz est fort irrégulière, elle présente surtout lorsqu'il fait du vent, des périodes d'extinction relative qui pourraient être confondues avec la scintillation. Je reviendrai bientôt sur ce point.

Comment apprécier l'intensité de la scintillation du gaz? Tes méthodes d'Arago, qui t'étudie sur tes étoiles en visant avec

une lunette dont l'oculaire n'est pas exactement au foyer, peut être appliquée en employant une lunette d'un très-faible grossissement ; je n'ai pas eu l'occasion d'expérimenter le scintillomètre de M. Montigny.

Je me suis contenté jusqu'à présent de noter l'intensité de la scintillation en lui appliquant au jugement suivant 0 à 4, suivant que le phénomène est plus ou moins fort, suivant que la flamme est continue, ou présente des extinctions plus ou moins nombreuses, ou enfin montre des changements de couleur, des tâches verdâtres et rougesâtres.

En notant en même temps les conditions atmosphériques, j'espère arriver peut-être à déterminer les relations de la scintillation avec l'état de l'atmosphère. Ces relations sont assez compliquées : jusqu'à présent, je n'en ai reconnu avec sûreté qu'une seule. Elle son importance dans l'appréciation de la méthode, et je la formulerais comme suit :

La scintillation du gaz est d'autant plus forte que l'air est plus calme, elle est d'autant plus faible qu'il régne un vent plus intense.

La constatation de cette loi m'a assuré sur le danger dont j'si parté, de confondre avec la scintillation les extinctions périodiques de la flamme du gaz. En effet,

il est facile de reconnaître que ces extinctions sont d'autant plus importantes que l'air est plus agité; comme la scintillation suit une loi inverse les deux phénomènes ne se suivent pas confondre. Et, dans le fait avec un peu d'habileté, je suis arrivé à fort bien les distinguer dans quelques occasions où un vent tempétueux évoquait par moment l'effet du gaz de Gausanne; il y avait là quelque chose de fort différent de la scintillation.

Étant sur autres factums atmosphériques, température, humidité, transparence, éclairez de l'air par la lumière du Soleil, je ne veux pas encore me hasarder à en indiquer l'effet; leurs actions sont trop complexes pour qu'il ne faille pas une étude prolongée pour les reconnaître et les dénouer. Mais comme cette étude est fort difficile et fort sujette à des erreurs individuelles d'observation, je me permets, en indiquant aujourd'hui la méthode de solliciter le concours et la critique de tout naturaliste placé dans des conditions convenables pour exercer des recherches.

## Photomètre à relief

M. Corre, alors Directeur de l'usine des gaz de Reims, a fait, le 27 Février 1879, devant les membres de l'Académie de cette ville, une conférence qui nous indique les moyens qu'il a employés pour mesurer des sources lumineuses intenses, en combinant des dispositions très ingénierieuses pour y parvenir aussi exactement que possible; voici le fragment de la communication qui se rattache à la photométrie par les moyens indiqués par M. Villarceau, dont j'ai parlé précédemment :

" Si l'on projette les rayons de deux lumières distinctes sur les deux faces d'un prisme rectangulaire, l'arête verticale de ce prisme disparaît à la vue dès que les intensités de lumières sont égales . . .

" Cependant le principe de photomètre basé sur la sensation du relief, au plutôt sur la cessation de cette sensation, est dû à M. G. Villarceau et se trouve décrit dans le Compte rendu de l'Académie des sciences de 1878 . "

" Comme vous pourrez en juger, Messieurs, la partie inoccupée de notre nouvelle Halle des Fourrs présente, par son étendue, un champ très favorable à l'installation d'un

photomètre de vastes dimensions . . .  
 a J'ai pu faire adosser à la muraille, au  
 milieu de la longueur de la salle, un prisme  
 de 5 mètres de hauteur, ayant pour base un  
 triangle rectangle dont les deux côtés de  
 l'angle droit ont chacun 2"50 . . .

" Deux chariots mobiles sont disposés  
 sur des rails perpendiculaires aux faces  
 du prisme . Un règle divisée placée  
 entre les deux rails de chaque chariot per-  
 met de lire les distances parcourues par  
 les appareils supportant les lumières à  
 comparer . . .

" La lunette d'observation ajustée à  
 travers la muraille opposée vice l'axe  
 du prisme au milieu de sa hauteur et  
 correspond à l'altitude de chacune des  
 lumières essayées . L'expérimentateur  
 installé de cette façon en dehors de la  
 salle est soustrait à l'influence des rayons  
 lumineux . . .

" Si une des lumières restant fixe, si  
 l'on éloigne ou si l'on rapproche l'autre . . .  
 jusqu'à ce que la sensation du relief dispa-  
 raisse, et que l'œil, à travers la lunette, ne  
 perçoive plus qu'un disque plat, chaque face  
 est alors également éclairée, et les puissances  
 éclairantes se déduisent par la loi du carré des  
 distances . . .

Evaluation du bec Suzyz à trois couronnes  
en temps Carrot.

L'article 8 de notre cahier des charges prescrit :

... Quelque pouvoir admissible du gaz  
doive être tel, que l'odier d'une flamme  
Carrot brûlant 42 grammes, à l'heure, d'  
huile de colza épuree, puisse être obtenu  
à une consommation de 105 litres de  
gaz, au moyen d'un bec Bonozet, tel qu'il  
est décrit dans l'instruction annexée à  
l'article 12 du traité supplémentaire de  
la ville de Paris (25 Janvier 1861).

J'ai dû solmettre, pour simplifier les calculs, qu'au moment des essais, le gaz  
avait le titre réglementaire ; du reste,   
agissant dans les comparaisons photométriques  
avec le même gaz, les résultats é-  
taient identiques, quel que fut le titre, pour-  
vu, bien entendu, que le bec Bonozet fut  
réglé exactement pour une dépense de 105  
litres.

J'assis à ma disposition 3 séries de  
becs Suzyz, et puis une jusqu'à trois cou-  
ronnes. Cette graduation m'a permis de  
convertir successivement chacun de ces  
becs en bec type ; c'est ainsi que le premier,  
réglé à une hauteur de flamme de 0"095  
et une dépense de 180 litres, comparé au

boe Bongot, et une dépense constante de 105 litres, m'a donné, au photomètre Foucault, la valeur de 1,89 lampes Carcel.

Agissant encore avec le photomètre à lumière directe et à petite dimension, j'ai pu évaluer le boe Suzoz à deux couronnes réglé à une hauteur de 0"095 et une dépense de 480 litres, comparativement au précédent, ce qui m'a donné un rapport de 2,28.

Ramenant ce boe à deux couronnes au type Bongot de 105 litres, ou 3 lampes Carcel, on trouve qu'il vaut 6,58 lampes Carcel.

Si l'éclat de la lumière produite par ces deux boes Suzoz étant assez fort pour être apprécié au grand photomètre à relief, j'ai reproduit sur ce dernier les mêmes expériences et ai suivi la cérémonie que ces chiffres de base étaient exacts.

A son tour, le boe à deux couronnes devrait te boe type à comparer au boe à trois couronnes.

Dès ce moment, les essais s'effectuent à l'aide du photomètre à relief et donnent les résultats suivants :

La valeur du boe Suzoz à 3 couronnes réglé à une hauteur de flamme de 95 millimètres et une dépense de 1020 litres à l'heure par rapport au boe à 2 couronnes 2,93.

Valeur du bec Suzy à 3 couronnes ramené au type Bengel de 105 litres ou à la lampe Carcel : 19.34 lampes Carcel.

Evaluation de la lumière électrique en lampes Carcel à l'aide du bec Suzy à 3 couronnes.

Ne pouvant avoir sous ma disposition des bougies SablochKott, j'ai dû agir avec un régulateur genre Serrin.

Afin de me rendre compte de la perte d'intensité de la lumière électrique par l'interposition de une, deux ou trois lampes Reynier, le Wedermann français, je me suis procuré trois de ces appareils.

Les essais comparatifs du gaz et de l'électricité auront donc pour objet de déterminer l'équivalence en lampes Carcel :

1<sup>o</sup> De la lumière produite par l'arc voltaïque nu.

2<sup>o</sup> Par celle de l'arc voltaïque voilé d'un verre opalin.

3<sup>o</sup> De la diminution successive d'intensité de lumière résultant de la prise sur le courant alimentant le régulateur de un, deux et trois courants de dérivation pour éteindre les lampes Reynier.

Les résultats de ces expériences sont les suivants :

Valeur de l'arc voltaïque au 19 octobre l'an		
Perdu par interposition d'une		
verre opalin - - - - -	92	d' soit 31,72 %
Perdu par interposition d'une		
lampe Raygnier - - - - -	132	d' soit 45,51 %
Perdu par interposition de		
deux lampes Raygnier - - - - -	203	d' soit 70,00 %
Perdu par interposition de		
trois lampes Raygnier - - - - -	253	d' soit 87,24 %

Donc, avec l'interposition de quatre lampes, il ne sera plus resté de lumière, et l'arc voltaïque serait disparu dans le régulateur! . . .

---

Les matériaux bruts serviront à la production du gaz de carbone.

(Extrait du manuel de l'éclairage par le gaz d'huiles minérales.)

Par F. n. Hückler à Weissenfels en Thuringe. 1879.

---

« On peut transformer en gaz toutes les matières contenant de la graisse ou de l'huile. Si tant est que des matières animales végétales sont peu propres à la fabrication du gaz, leur emploi se défend encore par des raisons d'économie. C'est pourquoi on ne s'en sert que dans des conditions données, savoir quand on les obtient en résidus sans valeur, comme par exemple les

pour saumurées et celles des fuites dans  
 les fabriques à fil de chaîne long brin et à  
 drap (suint). Si on produit principalement  
 du gaz rien que des bitumes liquides ou  
 des huiles minérales, saufin du pétrole  
 du naphté, des huiles de goudron et  
 houille, des huiles schisteuses etc. Il n'y  
 a presque pas de pays où ces produits n'  
 existent pas. Tous les bitumes liquides  
 ressemblent aux huiles minérales tirées du  
 goudron, et se composent comme elles prin-  
 cipalement de gaz hydrogénés liquides. Ces  
 bitumes liquides abondent surtout dans l'  
 Amérique du Nord, s'étendant sur plus  
 de 10 degrés de latitude. Le Canada, la  
 Californie et l'Amérique du Sud : le Pérou,  
 la République Argentine, la Bolivie et  
 l'île de la Trinité fournissent également  
 des bitumes liquides. En Asie, Riazan  
 sur l'Iravatdy produit à elle seule 3  
 millions de quintaux par an. La Chine abon-  
 de aussi en bitumes liquides ; en Mésopota-  
 mie il n'en manque pas et les sources de  
 bitume liquide sur l'ouest et sur la côte  
 orientale de la mer Caspienne en sont ex-  
 trêmement productives. Les puits de  
 la presqu'île d'Apcheron à eux seuls four-  
 nissent 6 millions de pieds par an. Le bitume  
 liquide qui se trouve fréquemment en Afrique  
 n'a pas encore pu sans malice à côté de

celui d'Amérique. En Grèce la zone des bitumes liquides court le long des montagnes dans une étendue de 2 à 3 milles ; c'est là que rien que des mines de Boristevo on tire 100 000 quintaux de bitume liquide et 45 000 quintaux de bitume (carbénite) par an. De même la Roumanie a de considérables sources de bitumes liquides et en Italie les mines de San Giovanni Incarico en produisent 50 000 tonnes 65 à 70 000 quintaux. En Hongrie, le Bessarabie, la Bosnie l'Angleterre et l'Ecosse, la France, l'Espagne, la Grèce, la Suisse ne manquent non plus de bitumes liquides. En 1878 la production en bitumes liquides de l'Amérique Septentrionale se montait à 57,394,000 barriques, beaucoup plus de 20 millions de quintaux, dont un million de quintaux furent exportés comme pétrole brut et 500 000 quintaux comme naphto et comme résidus de distillation. Ce sont des chiffres accablants, et malgré tout cela on n'est pas encore en état de tirer aujourd'hui la richesse en bitume liquide pas même approximativement. Ajoutons que beaucoup de bitumes liquides ne se prêtent pas à l'alimentation de lampes, mais ne peuvent se réaliser que pour la production du gaz, comme celle d'Italie, un ours des sources de bitumes

liquides déjà des masses si énormes que du matériel brut pour la production du gaz que nous trouvons rapporté on n'aura aucun manque à craindre, quand même l'éclairage par le gaz d'huile atteindrait la plus grande étendue possible. L'éclairage par le gaz d'huile ne couvre ses besoins jusqu'à présent que pour la plus petite partie de cette richesse en bitume liquide, c'est-à-dire que font plus que suffisamment les huiles minérales, soit les produits accessoires gagnés à part la production. De tels produits accessoires sont gagnés en grande quantité en Ecosse, en Angleterre, en France, en Allemagne etc. En 1876, par exemple, la production en huiles minérales se montait à près de 450,000 quintaux au Canton de Marsbourg, dont bien au delà de 100,000 en huiles qui ne se produisent au contraire que la production de gaz ; rien qu'une fabrique en Ecosse produit une quantité d'huile presque égale pour la production du gaz. Or, la quantité annuelle nécessaire pour un bœuf de gaz d'huile normal se monte seulement à 30 - 35 kg ; il serait donc possible d'alimenter en tout 1/2 millions de bœufs de gaz avec 1 million de quintaux d'huile. Toutes les fabriques à gaz en Allemagne et dans l'autre Allemagne ne possédaient cepen-

dant, en 1868, que 2,166,000 bacs parti-  
culiers et 129 000 bacs publics. De là on  
peut conclure avec facilité que dans les  
deux pays en question on n'emploiera  $\frac{1}{2}$   
million de quintaux d'huile que lorsqu'envi-  
rur un tiers de bacs seraient alimentés par  
le gaz d'huile. Or, la production annuelle  
de bitumes liquides et d'huiles minérales  
augmente plus rapidement que la consom-  
mation du matériel pour le gaz. Ces appa-  
reils à gaz n'absorbent pas encore au-  
jourd'hui 3% de tout de la production gê-  
nérale de bitumes liquides et d'huiles  
minérales. Ces huiles minérales se prêtent  
à la distillation d'un grand nombre de  
houilles et de tous les charbons schisteux  
de houille et d'autres charbons, à part la  
production toujours croissante d'huiles  
tirées des ardentes bitumineuses d'Alle-  
magne, de France, d'Italie etc. Il est  
vrai que toutes les houilles ne sont pas de  
nature assez bitumineuse, ne contiennent  
pas assez de pyrogravité, pour être mises  
en œuvre vu l'état actuel de la technique  
en huiles minérales, avec autant de profit  
que par exemple le fumeroù de Saxe et de  
Thuringe. Cependant la technique saper-  
fectionnera aussi à cet égard et l'on ap-  
prêtera, quand la nécessité leviendra  
urgente, à brûler avec profit du charbon

moins riche en bitume. La houille se trouve dans tous les pays dans une étendue qu'on n'a pas encore mesurée, le plus abondant en Allemagne et en Pologne ; on évalue l'étendue de ce bassin à 4-5000 milles carrés des collines et des montagnes de l'Allemagne centrale et orientale jusqu'à la mer du Nord et la mer Baltique ; et la contrée entre le Niemen et la Dvina à 4-5000 milles carrés. Dans la Marche et la Thuringe ce sont mille carrés ; le bassin de la Saale et de la Thuringe y est contigu. Des couches étendues se trouvent en Bohême, dans la Hesse supérieure et inférieure, au Rhin, au Westphalen, au Bas Rhin, du Siebengelelige jusqu'à Aix la Chapelle et Dusseldorf. En Moravie, dans la Silésie supérieure et en Hongrie il y a également de la houille ; le bassin de pays s'étend jusqu'à la Carinthie et la Styrie ; l'Autriche supérieure, la France méridionale, l'Italie, l'Algérie, l'Amérique du Nord, le Japon, les îles de l'Archipel indien possèdent de la houille ; de cette manière elle couvre toute la terre. La crainte que les huiles à production du gaz deviennent des objets de spéculation ne s'est pas réalisée ; le prix de ces huiles n'a pas haussé avec la demande ; elles sont devenues meilleur marché tout au

contraire, et l'on y pourroit faire l'obser-  
vation que une fois demandées, les autres  
se présentent en abondance. Vals cir-  
constance que pour la plupart tous les pays  
produisent des bitumes liquides et des  
huiles minérales au delà de leurs bes-  
sains par leurs moyens propres et qu'ils  
sont obligés de lancer le surplus de pro-  
duction en partie à des marchés étrangers,  
les huiles d'azur n'auront jamais un prix  
qui ne soit naturel et plus haut que d'  
autres matières à éclairage. En 1877  
par exemple où les huiles d'azur de  
Saxe et de Thuringe avaient un prix  
très haut, on pouvoit dans l'Allemagne  
centrale mettre en œuvre des gaz d'  
Eau et un prix également modéré.

---

### Les substances d'azur d'huile.

(Extrait du même ouvrage)

---

L'azur d'huile est sans couleur ; son  
poids spécifique flotte selon la quantité  
du matériau brut et la température sous  
laquelle on le produit ; rarement il monte  
au delà de 0.800.

L'azur d'huile contient des substances  
d'éclairage l'étoile et l'homologue ; on

substances non éclairentes ou mal éclairantes : du gaz des marais, de l'hydrogène et de l'oxyde carbonique ; en substances salissantes : de l'acide carbonique, de l'hydrogène sulfuré, de l'oxygène et de l'azote.

Le gaz d'huile demande pour l'embrûlement une chaleur blanche au feu. La capacité d'explosion commence à un volume de gaz sur 11 à 18 volumes d'air ; elle passe à 6 parties d'air sur une partie de gaz. Dès 1/10000 de partie de valence de gaz dans les chambres est ce fait sentir par son odeur pénétrante provoquant d'une quantité d'huile de sénouï de phényle ; rien que 3 % de cette huile mêlée à l'air de la chambre sont déjà, s'il on dit, en état de tuer un homme y respirant pendant quelque temps.

L'examen du gaz d'huile par rapport à sa composition, sa quantité et sa qualité ne pourra être opéré avec succès que par des chimistes très-expérimentés. La recherche, au contraire, de quelques gaz salissants dans le gaz d'huile se fera facilement avec facilité. L'existence de l'hydrogène sulfuré, par exemple, qui parle manque de suffisance ou à cause de sa fausse purification, sont très-fréquents au gaz d'huile et qui, non brûlés ou brûlés à des scories sulfurées, ont une

influence nuisible sur les couleurs, les mœts et la santé même, pourra être démontrée par du papier de sucre de saturne.

Un morceau d'un papier paré humecté, exposé au courant du gaz, se noircit plus ou moins par un gaz renfermant de l'hydrogène sulfure. Dans de l'essence chimie claire des gaz contenant de l'acide carbonique produisent un précipité bleu.

Pour juger de la force d'éclairage du gaz d'huile on se sert du poids spécifique et, à tout prendre, les gaz lourds ont une plus haute valeur d'éclairage. La force d'éclairage dépend avant tout de la quantité d'hydrogène carbonés lourds, mais aussi de l'existence de gaz non éclairants ou mal éclairants, qui exercent une influence essentielle sur la combustion. Car l'on suppose que l'éclairage se fait par la décomposition des hydrogènes carbonés, à une haute température, où les carbures dans un feu de chaudière clair se séparent d'aprés taux plus fine stomes. Maintenant l'hydrogène, gaz non éclairant brûle sous des degrés de chaleur extrêmement hauts.

De même un conduit d'air convenable à la combustion est d'une grande importance pour la production de l'éclairage;

c'est justement ce conduit qui est d'une influence considérable sur un gaz d'huile riche en carbone. Quand on brûle le gaz d'huile dans des lampes à bœs d'Argand avec un conduit d'air insuffisant, il se développe de la suie entre mêlée d'hydrocarbures carbonés à demi brûlés; quand il y a un surcroit d'air, les carbones au contraire ne peuvent se séparer du tout. Un tel air superflu se conserve sous une pression de gaz trop haute; c'est pourquoi il faudra bien faire attention à l'appareil des bœs, sur lesquels nous reviendrons à l'occasion de l'explication des bœs à gaz d'huile.

---

### Influence de l'altitude sur le pouvoir éclairant du gaz

---

Société d'encouragement  
Avril 1882

---

M. Bremond donne le résumé de ses recherches concernant l'influence de l'altitude sur le pouvoir éclairant du gaz dans la loi générale suivante: par suite de la rarefaction de l'air, le gaz

prend au moins un litre de pouvoir éclairant par 50 mètres d'altitude. Il donne les détails d'une expérience faite sur le chemin de fer du nord de l'Espagne, dans laquelle les observations avaient lieu à différentes altitudes entre Madrid (altitude : 395 mètres au-dessus du niveau des mers) et la Carrada (1375 mètres). Le tableau suivant, dans lequel Paris est pris comme terme de comparaison, donne une idée générale de l'effet produit par l'altitude sur le pouvoir éclairant du gaz.

		Pression Évacuées	Altitude horométrique	Pouvoir éclairant
Paris . . . . .	mètres 0	0. 754	105	
Vienne . . . . .	68	0. 747	103	
Moscou . . . . .	255	0. 732	99	
Madrid . . . . .	573	0. 706	87	
Mexico . . . . .	2188	0. 572	30	

En 1882, M. Frédéric Siemens étudia la construction d'un banc réunissant les conditions les plus économiques et les plus favorables pour augmenter la production de la lumière du gaz, en récupérant la chaleur des produits de sa combustion, pour obtenir ainsi un pouvoir éclairant relativement considérable avec une dépense moindre de gaz par rapport au rendement des foyers.

l'environ 38 550 litres par l'arcot suivant  
leur puissance). Dans cet appareil l'ap-  
plication du principe de l'échappement  
permettible de l'air on est bien faite, et le fuyard  
est sauvagement combiné pour obtenir les re-  
sultats tentés depuis longtemps; il est cer-  
tinement de nature à appeler l'attention  
des hommes qui étudient les perfectionne-  
ments à apporter à l'éclairage au gaz, sou-  
lement l'apprenti actuel pêche par sa forme,  
peu gracieuse, qui ne se prête nullement à  
la décoration. Les résultats obtenus avec  
le dispositif combiné par M. Siemens ont  
été conclusifs en faveur des recherches  
et des travaux sur lesquels s'est trouvé l'in-  
venteur qui a obtenu, de la Société d'  
encouragement, une médaille d'or, sui-  
vant le rapport ci-après.

Bulletin de la Société d'encouragement  
Séance générale du 21 Décembre 1882.

Becs de gaz intensifs à air chaud par M.  
Frédéric Siemens (de Dresde).

M. Frédéric Siemens est déjà bien connu par  
ses fours à chaleur régénérée, qui ont opéré  
une sorte de révolution dans le chauffage  
des fours employés dans diverses industries.  
Ce bec intensif à gaz, dont il est l'inventeur,

est fondé sur le même principe de la récupération de la chaleur de combustion du gaz<sup>(1)</sup>. Il apparaît se compose essentiellement d'un brûleur proprement dit et d'un régénérateur, dans lequel l'air s'échauffe au contact des parois de la chambre, où circule une partie des produits de la combustion; il apparaît posé de bout en bout, une cheminée et appelle régénérateur en fonte ou en bronze, est au dessous de la flamme et la cheminée surmonte le brûleur. Ces bacs intenses ont un rendement beaucoup plus élevé que les bacs intenses des autres systèmes.

Il s'est formé, à Paris, une Société pour

(1) Il est juste de rappeler qu'il y a environ vingt-six ans, un ingénieur constructeur français distingué M. Chaussonot aisé, avait réalisé, au moyen du même principe un accroissement très marqué du pouvoir éclairant de la flamme d'un bocal d'Argand brûlant du gaz de l'octaïne. A cet effet il stimulait la combustion par de l'air échauffé au moyen d'un dispositif résultant de l'emploi de deux cheminées concentriques en cristal.

Le Bulletin de la Société d'encouragement  
année 1837.

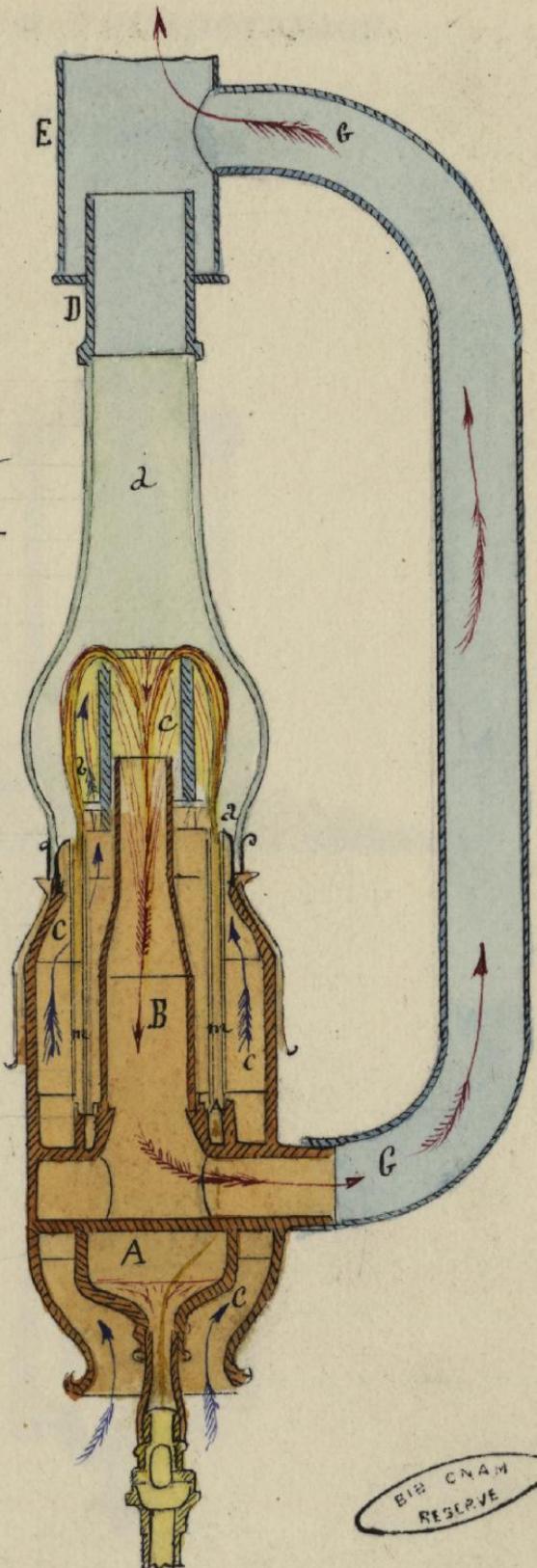
PL. 79

Brûleur à récupérateur  
Siemens

Légende

Chambre d'arrivée de gaz  
Cheminée centrale intérieure  
Chambre d'air  
Cheminée télescopique cou-  
vre-verre  
Cheminée verticale  
Cheminée latérale  
ou d'appel

Peigne diviseur inférieur  
" supérieur  
cylindre en porcelaine  
renière  
Tubes formant brûleurs

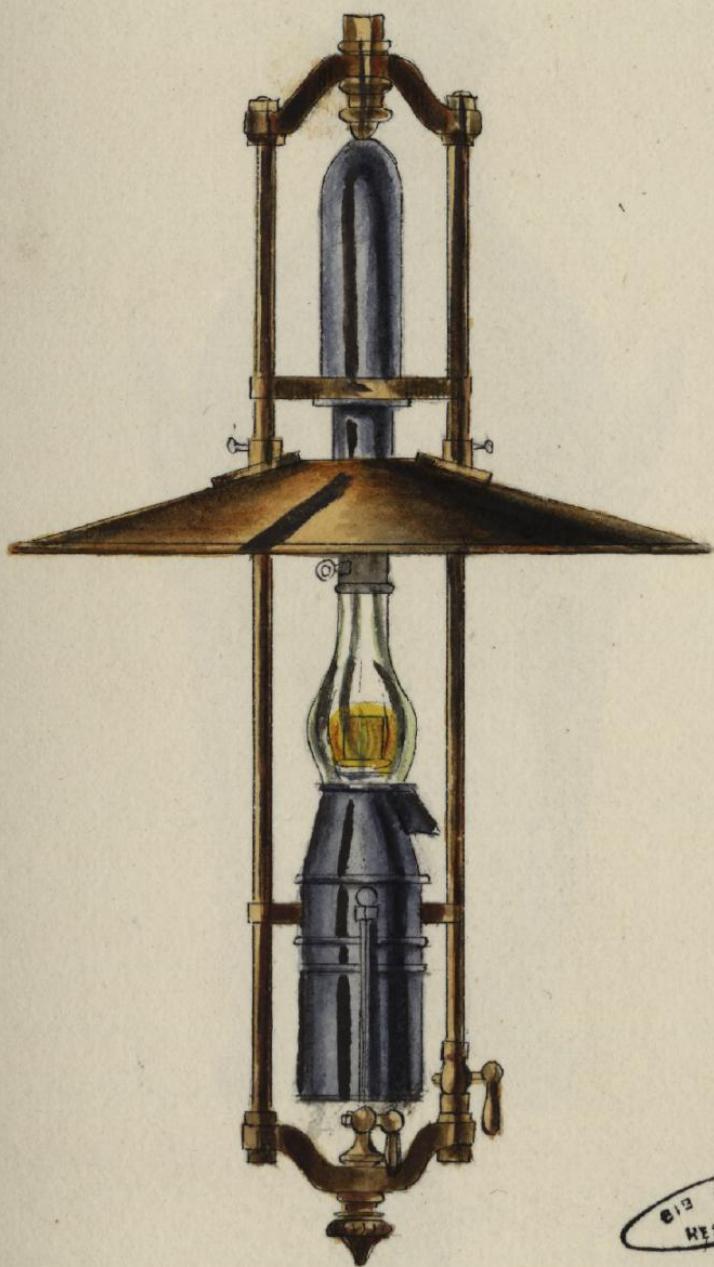


- Elevation



PL. 80

Lampe à récupérateur  
Siemens



613 CNAI  
RÉSERVÉ



PL. 81

Lanterne à récupérateur

Siemens





La construction des becs Siemens, auxquels ont été apportées quelques modifications favorables à l'effet, lorsqu'il n'en s'agit pas d'éclairer seulement des ateliers. On voit actuellement des becs Siemens, au Chemin de fer de l'Est, dans les diverses expositions de Panoramas et chez plusieurs industriels à Paris.

Il apparaît Siemens primitif, bien que très favorable comme rendement de lumière, mais manquant d'élégance, n'ayant pas obtenu de succès et après un spécimen établi préliminément place du Carrousel; la Compagnie Parisienne du gaz frappée de cet inconvénient a étudié, de son côté, les modifications qui permettent d'obtenir des formes et des dimensions de lanternes plus acceptables. La cheminée d'apport a été déminimée dans la lanterne, la conduite latérale a été aussi déminimée et divisée en deux; l'air est pris à la base des condensateurs, de manière à atténuer les effets des vents les plus forts. Ces lanternes sont en service sur les refuges de la place du Palais Royal, depuis le mois d'Août dernier, et l'on peut juger de leur aspect satisfaisant. La consommation du gaz est, il est vrai un peu plus élevée que celle des brûleurs Siemens primitifs, mais elle est encore bien inférieure à celles des autres.

becs intensifs. Avec une consommation horaire de 1600 litres de gaz, les lanternes procéduent d'abord une lumière remarquablement fixe de 30 candelas (306<sup>rs</sup>).

La société décerne à M. Frédéric Siemens une médaille d'or.

### Bec Schultze

Un autre bec à récupérateur de chaleur, imaginé par M. Jules Schultze à fonctionné après, à faire d'essai, sur la voie publique pour éclairer un des boulevards extérieurs de Paris.

Voici à cet égard un extrait de la communication faite sur et approuvé à la Société technique de l'industrie du gaz en France par M. Servier, ingénieur :

« Le bec dont j'si à vous parler, est un bec à récupérateur de chaleur présentant, comme principe, une grande analogie avec celui de Siemens, mais donnant des résultats bien supérieurs et que je n'ose pas encore vous atteindre avec l'emploi du gaz sout. N'ayant eu entre les mains qu'un seul de ces appareils, je ne puis affirmer que les résultats obtenus avec lui, mais comme ils concordent avec ceux annoncés par l'inventeur, il y a lieu de croire que les chiffres qu'il indique pour les autres types sont aussi exacts.

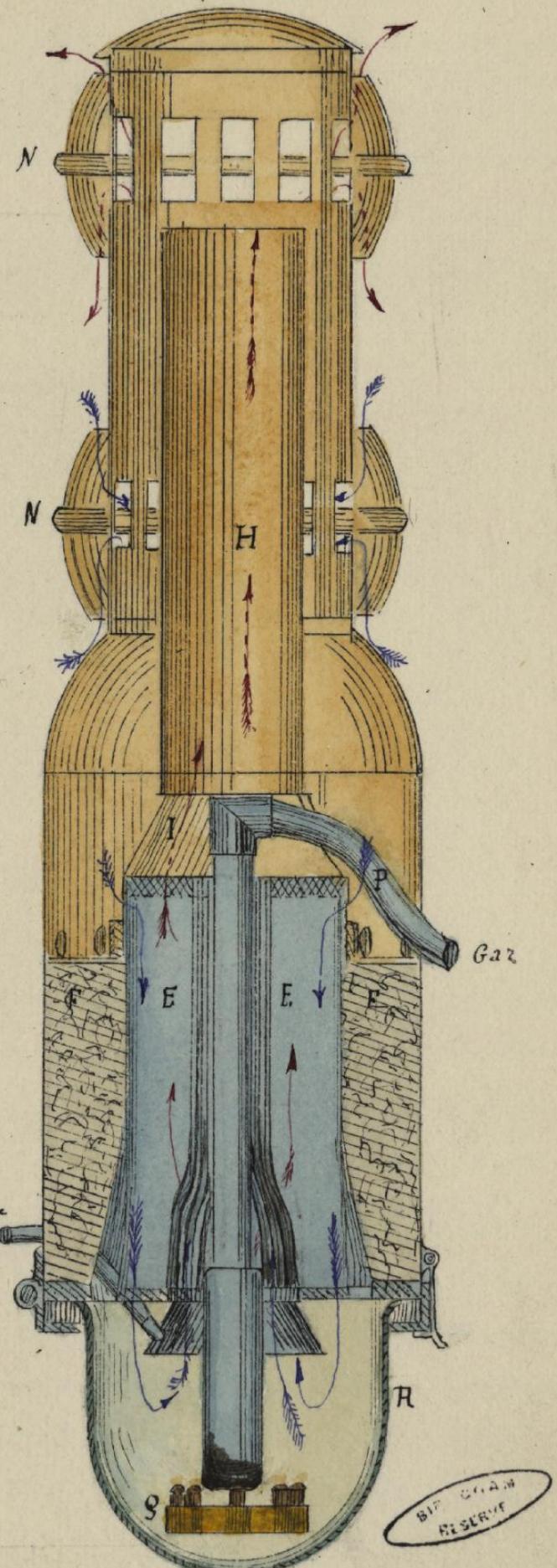
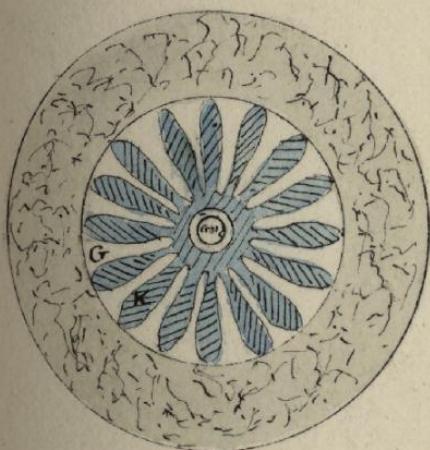
*Elevation*

PL. 82

Bec à récupérateur

Schulke

*Plan*



→ air

→ Produits de combustion



et ils sont vraiment remarquables. Le bocal que j'ai essayé est sous nos yeux; la consommation normale est de 300 litres, et il donne une intensité de lumière de 9.60 candelas, ce qui fait seulement 3 litres par candela.

Voici les chiffres annoncés par l'inventeur :

№	Consommation Pouvoir éclairant	Nombre de litres par candela
1	150	3.60
2	200	5.30
3	300	9.60
4	500	14.60
5	750	22.90
6	1,000	32. "
7	1,500	50. "
8	2,000	72. "
9	3,000	112. "
10	4,000	150. "

Ces résultats sont évidemment dus à la surface de chauffe considérable obtenue par M. Schulte au moyen de la disposition qu'il a adoptée, et comme la masse du récuperateur est relativement faible, le bocal prend son allure très rapidement. Le récuperateur est également entouré d'une enveloppe non conductrice d'amiante qui le protège contre le rayonnement extérieur. Vous pouvez voir combien la flamme est l'éanguille et brillante.

Un point important sur lequel il y aura lieu d'être fixé, et l'expérience sera pourra l'éclairer, est la durée du récuperateur,

qui est d'ailleurs en tôle platinée.

D'un autre côté, l'appareil étant formé de bœs ordinaires, papillon ou manchester, il en résulte que, si le tube de verre, qui forme clôture inférieure venait à se briser, il n'en résulterait d'autre inconveniencie dans le fonctionnement que l'absence de récuperation, c'est à dire que les bœs fonctionneraient comme des bœs ordinaires.

La description du bœ Schultze faite par M. Servier se résume ainsi :

La partie nouvelle et particulièrement intéressante de l'appareil est le récupérateur qui est disposé de façon à communiquer l'air d'alimentation une portion très considérable de la chaleur emportée par les produits de combustion. Il se compose d'une tôle platinée, plissée de manière à former un tube d'environ 25 centimètres de longueur, dont la section transversale affecte la forme d'une étoile à branches arrondies. Ce tube est placé au centre d'une enveloppe circulaire, formée d'un corps mauvais conducteur de la chaleur. L'ensemble ainsi formé constitue autant de canaux verticaux, destinés au passage de l'air, qu'il y a de vides entre les branches de l'étoile.

C'est par ces canaux que l'air aspiré par le tirage de la cheminée passe au foyer tandis que les produits de combustion

montent verticalement par les carnaux intérieure et, touchent les parois du tube plissé métallique qu'ils portent au rouge et se réunissent ensuite à la cheminée H.

" On voit que par cette disposition l'air descendant par les carnaux, suit un chemin inverse de celui des produits de combustion, et qu'étant en contact avec les parois minces du tube métallique il s'échauffe fortement : 1<sup>o</sup> parce que la forme sinuosa du tube réalise sous un très petit volume une surface de chaleur considérable; 2<sup>o</sup> parce que la transmission à travers une paroi mince et métallique est très rapide; 3<sup>o</sup> Enfin, parce que chacun des éléments gazeux, air et produits de combustion font échange de température, sous forme de lames minces.

" L'air entre par des ouvertures M protégées des courants d'air par une couronne plane circulaire N; les produits de combustion s'échappent dans l'atmosphère par des ouvertures semblables protégées de la même manière . "

" La section des ouvertures M est très rigoureusement égale pour tous et cette disposition a pour effet d'empêcher toute fluctuation dans la flamme, même par les plus grands vents . "

" Le gaz amené par un tuyau P vient alimenter une couronne Q de 6 brûleurs

à fente, disposées de façon à éviter la conga-  
gaison des flammes, et à permettre au  
contraire la circulation de l'air chaud et  
du gaz en filets ascendants parallèles. La  
fermeture inférieure est opérée au moyen  
d'une coupe en verre fixée dans une mon-  
ture à charnière. Une voillette s'ouvre  
après l'allumage sans nécessiter l'ouver-  
ture de la coupe, ni de la lanterne qui l'  
enveloppe, dans le cas d'un feu de ville.

ii Dans presque tous les appareils à ré-  
cupération, l'allumage présente des diffi-  
cultés provenant de ce que la flamme,  
avant que le tirage ne soit établi, est ébran-  
lée par la chute des produits de combus-  
tion, rafraîchis précisément par les parois  
du réchauffeur. . .

ii L'inventeur, pour remédier à cet in-  
convenienc, a eu l'heureuse idée de mé-  
miser, au milieu du tube plissé, une che-  
minée centrale qui, vers le bas, s'élargit  
et se transforme en une véritable chambre  
de combustion . . .

Académie des sciences  
11 Février 1884

Sur un bœuf donnant la lumière blanche  
par l'incandescence de la magnésie.

Note de M. Ch. Clément

présentée par M. Edm. Bœquérat

Si l'intensité de la lumière émise par un corps radiant, croissant beaucoup plus vite que sa température, comme l'ont établi les expériences de M. Edm. Bœquérat, je me suis proposé de réaliser sur ce principe un brûleur économique donnant la lumière blanche et donc tel que l'air comburant est partagé au préalable à une température d'environ 1000° C. J'ai dû, en outre, préparer des fils de magnésie trussés en cordeille, disposition nécessaire pour pouvoir colliger la chaleur des différents points de la flamme dont le volume est d'autant plus grand que l'air comburant est plus chaud et plus dilaté. Dans le premier brûleur que j'avais réalisé, j'étais obligé d'user d'une construction spéciale pour lui amener l'air sous une charge de quelques centimètres d'osier. Mais dans le nouveau système, l'appel d'air se fait simplement au moyen d'une cheminée de verre et l'appareil peut se dresser à la place de n'importe quel bœuf.

de gaz ordinaires.

Il se compose de trois parties distinctes. La première consiste en une colonne centrale en matières rotatives, percée de conduites disposées pour alimenter de gaz le foyer intérieur destiné au chauffage de l'air et le foyer supérieur destiné à l'incandescence de la magnésie.

La deuxième partie, qui enveloppe la première, consiste en deux cylindres concentriques réunis et solidarisés par des entrotoises creuses, mettant en communication l'intérieur du plus petit cylindre avec l'extérieur du plus grand.

La troisième partie renferme les deux autres. C'est une enveloppe en porcelaine percée de trous convenablement disposés.

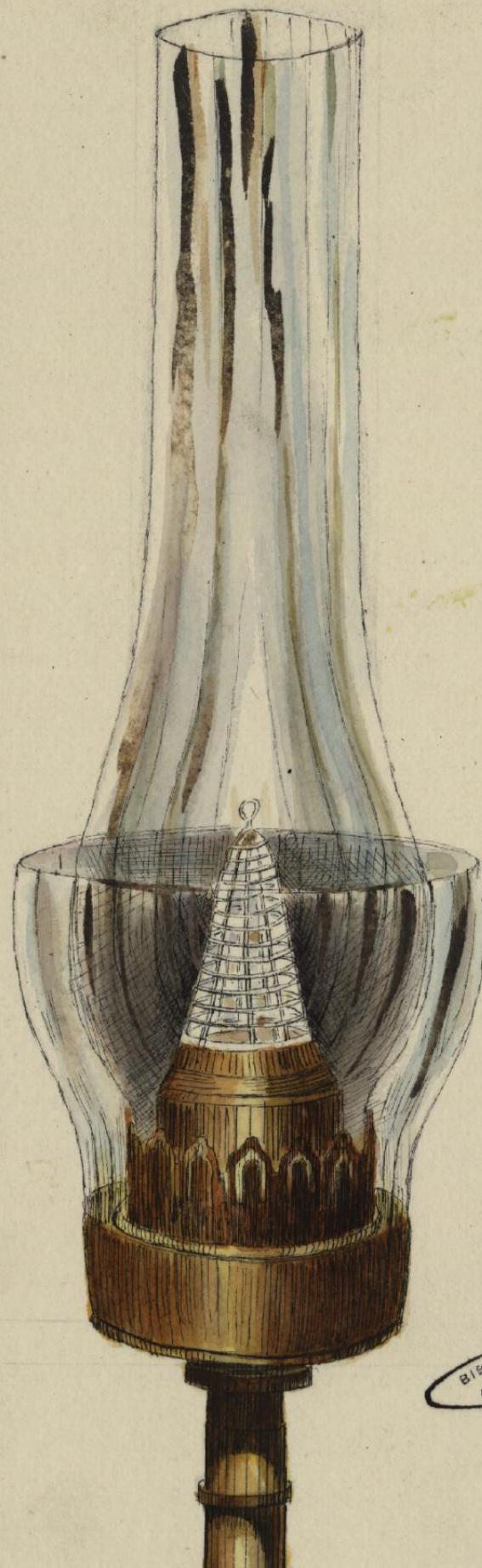
La combustion du premier foyer a lieu dans l'espace annulaire compris entre les deux premières parties. Ses produits sont évacués exclusivement par les entrotoises creuses. Elle a pour effet de chauffer au rouge le tube intérieur de la 2<sup>e</sup> partie.

L'air qui pénètre par les trous de l'enveloppe frappe ce tube incandescent, s'acharre fortement à son contact et s'élève vers le foyer supérieur où les jets de gaz sont disposés de manière à donner des petites flammes indépendantes, envoi-

Bec à incandescence

PL. 83

Clamond



BIB Cnam  
RESERVE



levées chacune par le courant d'air chaud et effectuant leur combustion complète dans l'intérieur de la corboille de magnésie.

Pour fabriquer cette corboille, je prépare une pâte plastique de magnésie, en mélissant avec une dissolution d'acétate de magnésie, de consistance sirupeuse, cette substance cuite à une température élevée et finement pulvérise. J'introduis cette pâte dans un cylindre d'où, sous la pression d'un cylindre compresseur, elle s'écoule par une filière en un fil flexible et résistant, analogue aux fils de vermicelle. Ce fil est enroulé mécaniquement sur un mandrin conique, suivant deux plans à angle droit, les différentes spires superposées se soudant entre elles à leur point de contact.

Les corboilles, une fois fabriquées, sont séchées et cuites ensuite à une température élevée, la décomposition de l'acétate de magnésie laissant un résidu de magnésie solide qui s'aglomère la poudre de magnésie incorporée.

Comme dans tous les autres systèmes, le rendement en lumière du brûleur varie suivant la puissance du foyer. Le brûleur est d'autant plus économique qu'il est plus puissant.

Toutefois son rendement lumineux est bien supérieur, pour des consummations identiques à celui des becs de gaz ordinaires. Avec une dépense de 180 litres de gaz à l'heure, il donne quatre Cerclets, ce qui porte sa consommation par Cerclet et par heure à 45 litres de gaz.

La durée des corboilles de magnésie dépend de la grosseur du fil. Elle est au moins de douze à quinze heures.

### The Gas Institute

Expériences photométriques avec des gaz carbureés de différentes qualités, et emploi de ces gaz comme étalon pour déterminer le pouvoir éclairant du gaz de houille.<sup>11)</sup>

Par John Matheson (London)

On a publiées diverses rapports des expériences dénotant l'augmentation de pouvoir éclairant obtenue en mettant le gaz de houille en contact avec la vapeur de différents hydrocarbures, et donnant le coût de la lumière ainsi obtenue comparativement à la quantité nécessaire de matière absorbée.

Malgré mes recherches, je n'arrive pas

<sup>11)</sup> Extrait du Journal des usines à gaz du 5 Janvier 1883.

à découvrir rien qui m'offrit l'occasion de comparer les résultats de quelques expériences que j'ai faites récemment sur la pouvoir que possèdent différents gaz et l'absorber la vapeur d'essence légère du pétrole, lorsqu'ils sont mis en contact intime avec cet hydrogène excessivement volatile.

On sait généralement que le pouvoir du gaz de houille d'absorber les vapeurs hydrocarburées, dépend de la durée du contact, de la nature volatile de la matière employée et aussi de la température à laquelle le contact a lieu. Mes expériences, cependant, ont prouvé — ce qui n'est pas généralement connu — quels que soit la quantité de matière productrice de lumière, que contiennent originellement les gaz, constitue aussi un facteur très important dans la question.

J'ai employé dans ces expériences la matière que l'on connaît communément sous le nom de gazoline. C'est un pétrole d'un poids spécifique très léger, fabriqué par MM Charles Pratt et C<sup>o</sup>, New-York. Possédant un point d'ebullition très bas, il abandonne ses vapeurs à des températures ordinaires, et du gaz passant à sa surface à 50° Fahr (10°C) l'évaporer complètement.

Les limites dans lesquelles le pouvoir éclairant d'un gaz, mis en contact avec le vapour de cette matière, pour être augmenté sont très étendues. A une température de  $50^{\circ}$  Fahr ( $10^{\circ}C$ ), j'ai sans difficulté converti un gaz de qualité très faible en un gaz de 80 bougies, et, avec le même appareil, j'ai communiqué à l'air atmosphérique un pouvoir éclairant égal à 60 bougies. Jusqu'à ce degré, plus le temps du contact est long, plus est grand le pouvoir éclairant, soit du gaz, soit de l'air, qui en résulte.

Toutes les qualités de gaz de houille que l'on fait passer au-dessus de la même surface de cet hydrocarbure ne possèdent pas un gaz pourvoir absorbant de ses vapeurs. Plus la qualité du gaz est faible, plus ce pouvoir est développé. Mes expériences mettent en lumière une propriété particulière qui semble régler le point de saturation des gaz possédant des pouvoirs éclairants différents. J'ai fait remarquer ci-dessus que la matière productive de lumière, contenue originellement dans le gaz, est un facteur important pour son pouvoir de saturer les vapeurs hydrocarburées. Il est bien connu qu'un gaz riche de cannel contient une grande quantité d'hydrocarbure

et par conséquent moins d'hydrogène non combiné qu'un gaz ordinaire de houille; et, comme l'hydrogène pour une très forte température n'a pas à se combiner avec les vapeurs hydrocarburées, il s'ensuit que moins un gaz contenant de matières éclairantes, plus il aura d'hydrogène à sa disposition pour absorber la vapeur volatile avec laquelle on le met en contact. Ainsi on trouve que lorsqu'on fait passer des gaz de 10 et de 30 bougies à travers le même carburetteur, et nécessairement au-dessus de la même surface d'hydrocarbure, ils sont tous deux augmentés en quantité de telle manière que leur pouvoir éclairant, lorsqu'ils sont carburés, est le même que l.

Le tableau I montre le pouvoir éclairant fourni par cinq qualités différentes de gaz en les faisant passer respectivement au-dessus de la même quantité d'essence de pétrole dans le même carburetteur, sur leur chemin vers le brûleur du photomètre. Ces gaz ont été brûlés dans un "fondou" Argand de Sèvres, avec une cheminée de 5 pouces sur 2, et la hauteur de la flamme était maintenue à 2 1/2 pouces. Deux à trois expériences ont été faites avec chaque échantillon de gaz, leur ordre consécutif étant indiqué par les chiffres romains; on verra par ce tableau que le

puissance du carbureateur était assez grande  
à tel point qu'il l'élait au commencement de l'  
expérience pour égaliser les qualités des gaz  
différents.

Nous voyons dans ce tableau que des  
gaz de 10 et de 27  $\frac{1}{2}$  bougies, après  
avoir passé au dessus de la même sur-  
face d'hydrocarbure, ont été tous deux  
convertis en un gaz et un pouvoir de près  
de 70 bougies. Ce gaz prouve à augmenté  
en qualité de 10 à 70 bougies, ayant absor-  
bé ce qu'il fallait d'hydrocarbure pour  
développer une somme de lumière égale  
à 60 bougies; tandis que le gaz riche  
qui avait tout à fait les mêmes facilités  
pour absorber l'hydrocarbure, n'a déve-  
loppé qu'une augmentation de lumière de  
42  $\frac{1}{2}$  bougies. Ces deux échantillons de  
gaz de 10 bougies diffèrent l'un de l'  
autre en ce sens que l'un a été préparé en  
mélangeant de l'air à du gaz ordinaire,  
et l'autre venait d'une charge de houille  
de Normandie dont on avait séparé le pro-  
moteur et le plus riche gaz. Il paraît que tous  
deux possèdent le même appétit pour  
l'hydrocarbure.

Dans les expériences qui sont indiquées  
au tableau I, aussi bien que dans celles re-  
latives dans les tableaux II et III, on a  
employé un carbureateur formé d'un vase

jeté en forme d'entonnoir à peu près de profondeur, avec des cloisons blanches disposées de façon à ce que le gaz ayant quitté le carburateur, passe plusieurs fois devant et derrière sur la surface de l'hydrocarbure. Ce vase était plongé dans un bain d'eau et maintenu autant que possible à la même température pendant tout le temps des expériences. Cette forme de carburateur, ainsi que je m'y attendais quelque peu, ne paraît pas à la vérité la plus convenable pour le but en question, vu qu'après un fonctionnement de quelques heures, il s'est perdu une partie de ses propriétés de combustion élevée, et qu'au lieu de fournir du gaz de jobougie, son pouvoir s'est éteint graduellement jusqu'à 50 bougies; mais il conservait toujours le pouvoir d'égaliser les quantités des gaz différents.

En vue de corroborer les résultats intéressants obtenus dans les expériences ci-dessus, j'avois de faire une seconde série d'expériences sur une échelle plus étendue, en opérant sur une grande quantité de chaque qualité de gaz, et en notant la quantité d'essence absorbée par chacune d'elles. En somme, ces résultats concordent très bien avec ceux de la première série, et on trouvera que le tableau II, qui contient les résultats de ces expériences, renferme quelques

renseignements intéressants. Le carburateur était garni de la même quantité d'essence fraîche pour chaque échantillon de gaz; à la fin de chaque expérience, la quantité d'essence qui restait était mesurée, et on déterminait ainsi par différence la consommation de matière. Environ 5 pieds cubes de chaque échantillon de gaz passaient sur l'essence, et l'on notait le temps employé à consumer le gaz carburé, ainsi que la température du bain et du contrein. La somme de lumière donnée par les différents échantillons de gaz et d'air, lorsqu'ils étaient combinés, était déterminée en notant le pouvoir du même volume de chacun d'eux pour maintenir une flamme de  $\frac{2}{3}$  pouces dans un boc à London à Argand de Seuzac. Les plus grands soins étaient pris, par une attention constante, pour assurer dans chaque cas une hauteur de flamme régulière; et des observations fréquentes étaient faites, pendant les expériences, au moyen du photomètre, avec un étalon constant de 3 bougies. On employa ainsi huit échantillons de gaz et un d'air. Les qualités les plus faibles de gaz étaient préparées en réduisant du gaz ordinaire avec de l'air; d'ailleurs la méthode la plus courante de les préparer.

Nous referons à la colonne A, tableau II, pour ce que 1 pied cube de gaz de 3 bougies

absorbait 60,6 centimètres cubes d'hydrocarbure, et que le même quantité de gaz de 32 bougies en absorbait 53,5; la première pouvoit donc absorber 13 pour cent de plus que la qualité plus riche. La colonne H représente la valeur éclairante des gaz ayant leur combustion en termes équivalents aux grains de bougies de spermaceti types consumés; la qualité riche possèdeit une lumière de 867 pour cent plus forte que la qualité de 8 bougies.

La colonne I montre qu'après que ces gaz ont été carburés, cette grande différence en qualité est réduite à 9,8 pour cent. Comparant le gaz de 20 à celui de 8 bougies, nous ne trouvons que peu de différence dans leur qualité. La colonne K montre le tant pour cent de lumière qu'apporte par l'absorption d'hydrocarbure. Le gaz de 8 bougies apporte 586 pour cent, et celui de 32 bougies 105 pour cent. Et dans la colonne L, nous trouvons que la qualité première a développé par chaque centimètre cube d'essence absorbée, une lumière égale à 80,2 grains de spermaceti, tandis que le gaz riche n'a développé que la même quantité qu'une lumière égale à 15,1 grains. Ici nous sommes en présence d'un problème quelque peu difficile à résoudre.

Si on quié le gaz pour développer le plus de lumière par centimètre cube d'essence absorbée

que le gaz riche ? On s'avisit presque tout le de l'attribuer à une combustion impréfite, mais je me suis assuré que celle n'était pas la cause, car si nous avions une combustion incomplète dans l'un, nous devrions nécessairement l'avoir dans l'autre, vu que la qualité de tous les gaz était la même lorsqu'ils étaient carbureés, spécialement pendant les deux premières heures de chaque expérience, lorsque les plus riches hydrocarbures étaient enlevés du carburetum par les gaz. Je n'ai pas eu l'occasion de faire des recherches quant à cette cause, mais je crois qu'on peut trouver une solution au problème en accordant un peu d'attention à la matière obscurante contenue dans le gaz riche. Mon impression est que l'hydrocarbure du gaz s'unit à une portion de la vapeur de l'essence, et qu'une fois cette combinaison faite, elle trouve sa voie, non vers le brûleur, mais vers le fond du vase carburetum. C'en'est là, cependant, qu'une simple conjecture qui a besoin d'être confirmée.

En comparant le tableau II avec le tableau, je crois qu'on a dit d'après que nous avons une confirmation des résultats en général, et il est clairement et indubitablement établi, que le pouvoir d'absorption des hydrocarbures et, par suite d'augmentation de développement de la lumière, est plus grand dans le gaz pauvre que dans le gaz riche. On voit aussi combien

le pouvoir de l'hydrogène pour est plus grand  
sous ce rapport que celui de l'air atmosphé-  
rique ; et ce contraste est encore plus mar-  
qué lorsque l'hydrogène est comprimé à du  
gaz de 32 bougies.

Pendant tout le cours de ces expériences,  
le seul gaz qui ait été employé pour brûler les gaz  
qui fortement carbonisent, a été le à Tondon et  
Aragand, avec une cheminée de 6 pouces sur  
8 pouces, marquée à 2 1/2 pouces au-dessus  
du brûleur, de manière à assurer la même  
hauteur de flamme avec chaque échantillon  
de gaz. J'ai donc été à même d'obtenir le  
tableau III qui montre la quantité de lumière  
donnée par une flamme de 2 1/2 pouces par  
des gaz variant de 8 bougies à 32 bougies  
en bougies de spermaceti types.

Tes légères variations dans ce tableau  
sont indubitablement causées par la difficulté  
d'obtenir de l'uniformité dans la hauteur de  
la flamme, et nous avons ici la confirmation  
du principe sur lequel M. Suzy a basé la  
construction de son mesureur de pouvoir  
chaudant.

Ayant ainsi, clairement établi le fait  
que des gaz ayant à l'origine une très-  
grande différence de qualité, produisent  
la même somme de lumière lorsqu'ils sont  
carbonisés et brûlés par le même bac avec  
une flamme de 2 1/2 pouces, il est évident

que si la même portion de flamme est prise dans chaque cas nous aurons aussi de l'uniformité. Pour dissipeler les doutes, s'il pouvoit en exister quant à cette assertion, j'ai extrait quelques expériences (voir expériences A. B. C et D) où une portion de la flamme carbonée de gaz de pouvoirs éclairants très différents, égale à deux bougies, a été employée pour déterminer la valeur d'un gaz de qualité constante.

Dans le but d'aller au devant des objections de ceux qui ne verraienr pas toute la portée de cette question et pourraient, par conséquent, penser que les portions légères de l'hydrocarbure qui sortent au premier lieu, peuvent introduire une source d'erreurs, j'ai imaginé un carbureleur perfectionné qui se compose de plusieurs baguettes de tissu métallique très fin, fixées dans une petite chambre rectangulaire sur un plan incliné; la quantité nécessaire d'hydrocarbure est réglée et s'écoule d'un réservoir sur le basquet du haut, aussitôt la volatilisation de l'essence commençant ce qui n'est pas évaporé dans le basquet du haut tombe dans le second et ainsi de suite. En passant simplement au dessus des baguettes en question, le gaz se sature de vapeur et est ensuite consumé dans le brûleur. On voit donc que cette modification

empêche toute altération de la qualité de l'hydrocarbure dans le réservoir. Ce gaz n'agit que sur ce qui peut s'évaporer dans le tissu métallique; et si la quantité admise au carburateur est réglée avec soin, le tour se volatilisera et on aura comme résultat la production d'une qualité uniforme de gaz carburé, pendant n'importe quelle durée et réglée par la quantité d'essence dans le réservoir.

Le tableau I V montre l'effet de combustion produit par cet appareil et lorsqu'une portion de la flamme des gaz carburés égale à deux bougies soit employée pour déterminer la qualité d'un gaz d'une valeur constante, on obtient les résultats indiqués dans l'expérience 1.

Après ce qui vient d'être dit, et considérant les expériences qui ont été citées, il faut très peu d'explications pour montrer la manière dont ces gaz carburés peuvent être employés comme luminaire type au moyen de laquelle on déterminera la valeur de toute autre lumière. Le principe général de mon système, tel qu'il a été adopté jusqu'à présent, n'est pas altéré. Je proposo d'employer la même lampe avec une légère réduction dans les dimensions de l'ouverture où d'opérer avec une flamme de 2 1/2 pouces au lieu de 3 pouces. La lumière à examiner, si c'est du gaz, sera déterminée par une portion

de la flamme du même gaz-carburé. Ayant la lampe avec l'ouverture modifiée, tout ce qu'il faut, c'est le carburateur, je propose de fixer ce dernier à une place convenable, à une bonne distance de toute lumière et plan-geant dans un bain d'eau, dont on peut maintenir la température entre 50 et 60° Fahr. Cet bain est nécessaire pour compenser le froid excessif occasionné par l'évaporation de l'essence; et sans lui, l'action convenable de l'hydrocarbure serait retardée. Le réservoir attelé au carburateur sera un vase en verre fort d'environ une pinte de capacité, gradué et muni d'un bon robinet et arrêt au moyen duquel l'opérateur est à même de régler l'écoulement de l'hydrocarbure dans le carburateur. Comme il faut un peu moins de 20 grains pour carburer un pied cube de gaz et que cette quantité brûlant en moyen-ème de 2 pouces  $\frac{1}{2}$ , dure une heure, il s'ensuit qu'une charge du réservoir sera suffisante pour fournir à l'opérateur une lumière invariable pendant dix heures; ou, en supposant qu'après chaque expérience dure un quart d'heure, il sera à même de faire 40 déterminations avant de remplir de nouveau. Comme l'essence de pétrole que je propose d'employer est d'une nature très volatile, il faut prendre des précautions en remplissant le réservoir, pour éviter

des accidents, et il est désirable lorsque  
procéda à cette opération, de choisir un  
moment et un endroit où l'on n'a pas besoin  
de lumière artificielle.

La dimension de l'ouverture dans l'écran  
que j'ai trouvée égale à huities avec du gaz  
carburé pris d'une portion de la flamme  
de  $24\frac{1}{2}$  m au dessus du bec, sont d'environ  
15<sup>h</sup> de hauteur et 8<sup>h</sup> de largeur. Cette ou-  
verture est moins haute que celle qui existe  
pour l'emploi du gaz ordinaire, afin d'être  
appropriée à la hauteur réduite de la flamme  
et elle est plus large pour compenser la réduc-  
tion de sa hauteur.

En augmentant la largeur de cette ou-  
verture dans l'écran, j'ai pu prendre  
autant qu'il fallait de la flamme pour donner  
une lumière égale à 4 bougies. Je considère  
qu'il est aussi peu nécessaire que convenable  
de prendre une plus grande portion de la  
flamme. Toute la largeur plus forte que celle  
que j'ai choisie pour mon étalon de 4 bou-  
gies, porterait le bord lumineux de chaque  
côté de la flamme et, pour plusieurs raisons,  
je préfère en garder la lumière dernière l'  
écran.

Je dois saisir cette occasion de faire not-  
amment ressortir quel bien que je considère  
ce changement dans mon système comme  
un perfectionnement, ma confiance dans

mon étalon primitif n'en est cependant nullement amoindrie. Ensuite quo j'si suivie on recommanderait les additions expérimentées dans le présent écrit était nécessaire et autant plus que la direction du Comité commercial des étalons photométriques a considéré que la lampe, dans la forme qui lui a été soumise, n'avait pas la précision nécessaire pour un étalon, au delà d'un degré suffisamment grand dans la qualité du gaz employé. Les changements que je viens d'exposer détruiront complètement toutes ces objections. Je conserve, cependant, l'opinion que mon étalon, tel qu'il est construit jusqu'à présent, est tout ce dont on a besoin pour une analyse ordinaire ; mais, comme contrôle, lorsque les résultats sont éloignés et une façon ou l'autre, le carburateur peut, sans grande difficulté, être mis en action, l'ouverture dans les deux chambres, et la détermination se fait avec une certitude complète.

Mes recherches prouvent donc incontestablement qu'en mettant des gaz de différents degrés comme qualité un contact avec la vapeur de poêle léger, le pouvoir éclairant de ces gaz se trouve égalisé, et que ces gaz brûlés dans le même bac, avec la même hauteur de flamme, sans avoir regard au degré auquel ils sont carburés, donnent

l, même comme de lumières.

Il doit nécessairement s'en suivre que, si ces résultats sont obtenus avec des gaz d'un grand écart comme qu'il est, les gaz d'une faible différence de qualité seront affectés d'une manière semblable; et que si l'exactitude de lumières est obtenue avec les flammes antérieures des gaz carbure, une portion égale de ces flammes devra produire un résultat analogus. Les faits étant admis, nous avons dans ce système tout ce dont on a besoin, savoir à une extrémité du photomètre, une somme constante de lumières au moyen de laquelle on peut déterminer avec exactitude le pouvoir éclairant d'une lumière quelconque.

Tableau I

## Tableau I

Premières séries d'expériences indiquant le pouvoir éclairant obtenu de bougies de spermacté types, en carbure contenant cinq qualités différentes de gaz.

Qualité de gaz	ordre dans lequel les expériences ont été faites		
	Expérience	Combustion	Bougie
N°1 - 10,1 bougies	V . . . . .	77.57	+ 6.94
	XI . . . . .	70.49	- 0.41
N°2 - 10.0 -	II . . . . .	71.37	+ 0.74
	VII . . . . .	79.99	+ 0.36
N°3 - 17.0 -	I . . . . .	66.86	- 3.77
	VI . . . . .	71.47	+ 0.84
N°4 - 22.0 -	X . . . . .	72.05	+ 1.42
	III . . . . .	69.00	- 1.63
N°5 - 27.5 -	VIII . . . . .	66.55	- 4.08
	IV . . . . .	71.73	+ 1.10
	IX . . . . .	68.88	- 1.75

Tableau II.  
Second état des prévisions montrent l'absence d'oscillation, sauf celles qui sont à volonté avec des oscillations périodiques.

## Tableau III

Indiquant la valeur éclairante d'une flamme de  $2\frac{1}{2}$  pouces de gaz de différentes qualités, brûlés dans un aéromoteur n° 602 Argand de Sugiy, valeur déterminée par un étalon constant de 2 bougies.

Qualité de gaz	Valeur de la flamme de $2\frac{1}{2}$ pouces
82 bougies	14.44 bougies
72 —	14.56 —
66 —	14.68 —
66 —	14.60 —
65 —	14.60 —
64 —	14.65 —
56 —	14.63 —
58 —	14.41 —
57 —	14.67 —
48 —	14.19 —
47 —	14.31 —
43 —	14.44 —
38 —	14.67 —
36 —	14.61 —
30 —	14.62 —
21 —	14.87 —

## Tableau IV

Porteur éclairant obtenu en bougies de spermaceti types, en carburant cinq différentes qualités de gaz avec un carburateur perfectionné.

Qualité du gaz avant la combustion	Qualité du gaz après la combustion	Variation
10.51 bougies	62.86 bougies	+ 0.54 bougies
13.82 —	60.38 —	- 1.94 —
16.25 —	61.92 —	- 0.40 —
18.85 —	62.49 —	+ 0.17 —
20.44 —	63.77 —	+ 1.65 —
Moyenne		62.32

## Expérience A

Qualité de gaz dans le récipient n° 1, déterminée par :

		Bougies	Variation
Gaz de 6.89 bougies, carbure =		16.69	+ 0.17
- de 15.21	-	16.38	- 0.14
- de 17.73	-	16.48	- 0.06
		<hr/>	
Moyenne =		16.52	

## Expérience B

Qualité de gaz dans le récipient n° 2, déterminée par :

		Bougies	Variation
Gaz de 25.00 bougies, carbure =		24.37	- 0.14
- de 15.38	-	24.59	+ 0.08
- de 9.34	-	24.58	+ 0.07
		<hr/>	
Moyenne		24.51	

## Expérience C (n° 8)

Qualité de gaz dans le récipient n° 3, déterminée par :

		Bougies	Variation
Gaz de 17.46 bougies, carbure =		16.72	+ 0.06
- de 16.00	-	16.60	- 0.06
- de 9.00	-	16.67	+ 0.07
		<hr/>	

## Expérience D

Qualité de gaz dans le récipient n° 4, déterminée par :

		Bougies	Variation
Gaz de 35.00 bougies, carbure =		36.79	+ 0.37
- de 24.66	=	36.27	- 0.15
- de 20.22	=	36.36	-
- de 16.00	=	36.57	+
- de 4.78	=	36.33	-
		36.23	-
		<hr/>	
Moyenne =			

## Expérience E

Qualité de gaz dans l'aspirant n° 5, déterminée par:  
Bougie Variété

Gaz de 5.05 bougies, carburé =	19.35	- 0.03
- de 11.41 - =	19.28	- 0.10
- de 16.00 - =	19.48	+ 0.10
- do 17.36 - =	19.21	- 0.10
- do 19.50 - =	19.58	+ 0.10
<hr/>		
Moyenne =	19.38	
<hr/>		

## Photomètre à prismes

translucides

du Professeur Joly, de Dublin<sup>(1)</sup>

Au Congrès de la British Association, tenu à Aberdeen, le Professeur Joly B.E. de Dublin, a fait une communication sur le sujet suivant. Il expose que si deux morceaux de paraffine, ou d'autre substance translucide étaient placés de telle sorte qu'ils coïncidassent suivant un plan, et que si on les interposait entre deux sources de lumière égales, l'œil de chacun d'eux était fort différent. Si, au contraire, on les éclaire également, la ligne de junction disparaît entre eux. Si l'on substitue au paraffin huile, ordinairement employé dans le photomètre Bunsen, un double prisme ainsi formé, on obtient par ce moyen une indication très sensible de l'égalité des deux sources de lumière. Pour corriger la irrégularité de structure qui pourraient exister dans les prismes eux-mêmes, il suffit de les tourner bout pour bout, de façon que le prisme primitivement à droite passe à gauche, et vice-versa. Cet appareil a sur le photomètre à ombres et sur celui de Bunsen la supériorité suivante : c'est que les deux

<sup>(1)</sup> Extrait du Journal des usines 2922 du 5 octobre 1885

surfaces à comparer sont en contact direct l'une avec l'autre. Dans le photomètre à ombres, à moins que la source de lumière ne soit de surface très petite, il y a une pénombre sensible, qui empêche d'amenager les deux ombres à leur point de tangence, et dans le photomètre de Bunson les deux images étant vues par réflexion dans les miroirs inclinés, à une distance considérable l'une de l'autre, ne sont pas dans une position qui permette une comparaison facile et certaine. Il nous a trouvé que dans la pratique le nouvel instrument est d'un maniement facile et simple, et qu'il est moins fatigant pour l'observateur que le photomètre Bunson, qui l'oblige à porter l'œil d'une image à l'autre. D'autres substances que la paraffine ont été essayées — marbre, albâtre, sable, mais ont donné des moins bons résultats.

Ventilation du théâtre  
de Nice (1)

Le Journal of Gas Lighting donne quelques détails relatifs à l'installation faite au théâtre de Nice par M. M. Geneste et Herscher, en voici un extrait :

Un récent numéro du Builder donne des détails intéressants sur la ventilation du théâtre de Nice, reconstruit à la place de celui qui fut incendié. Cette ventilation avait été oubliée, l'architecte du nouveau théâtre n'ayant prévu aucune admission ou échappement de l'air autrement que par les portes et les fenêtres. Cette omission ayant été remarquée M. M. Geneste et Herscher, qui avaient déjà ventilé avec succès le théâtre du Genève, furent appelés à la réparer, et ils paraiscent avoir réussi au delà même de leurs attentes.

Le principe appliqué à Nice est celui d'un afflux d'air pur, en quantité considérable, rafraîchi en été, réchauffé en hiver, entrant par un grand nombre d'ouvertures au niveau du plancher et s'élevant lentement vers le haut. Sous chacun des sièges formant le parterre, se trouve une ouverture de 6 x 10

(1) Extrait du Journal des Usines à gaz. 5 octobre

panneaux ( $0^{\circ}15 \times 0^{\circ}25$ ) recouverts d'une grille en fer. Ces ouvertures (au nombre de 400) sont réunies par des caniveaux au puits à travers lequel parvient l'air pur d'un ventilateur, actionné par un petit moteur à gaz. Cet air passe sur les parois d'un tuyau disposé pour recevoir soit un mélange refroidissant, soit de l'eau chaude, suivant la saison; mais l'air n'est jamais chauffé au delà de  $62^{\circ}$  à  $65^{\circ}$  Fahr. ( $16$  à  $18^{\circ}$  C.). L'air est de plus en dérivation par une pluie d'eau qui lui communique une fraîcheur agréable. Il faut noter quel'édifice n'est pas chauffé au moyen de l'air conservé à sa ventilation, mais d'une façon tout à fait indépendante par des bouches d'air chaud pratiquées dans les murs. Il n'y a pas d'admission spéciale d'air pur dans les loges ni aux balcons; la ventilation générale par le plancher étant suffisante dans tous les petits théâtres, surtout si le courant ascendant vient en contact avec le devant des loges, où se tiennent précisément les spectateurs pendant la représentation. La salle elle-même est éclairée par 27600 de gaz; on comprend les couloirs, dégagements etc. Il y en a 1,700 allumés chaque soir. La consommation du gaz est de  $182^{\text{m}^3}$  à l'heure, non compris celle du moteur à gaz de 6 chevaux. Le volume d'air nécessaire pour la ventilation est moyennement de  $14,000^{\text{m}^3}$ .

à l'heure en hiver et de 18 000 en été soit  
 95 12<sup>'''</sup> par spectateur. Outre cela, il y a la  
 ventilation accidentelle par les portes et  
 les fenêtres; mais l'on prend toujours  
 soin que les dégagements et couloirs soient  
 de 2 ou 3 degrés plus chauds que l'intérieur  
 de la salle, afin que tout courant d'air soit  
 chaud et non froid. Pendant les repré-  
 sentations, la température au parterre  
 est de 16°5 à 17°8 C° pendant toute la soirée.  
 Dans la galerie, la température est la même  
 au commencement, mais dans le cours de  
 la seconde heure s'élève à 18° C, et à la fin  
 d'une longue représentation peut atteindre  
 20° C. Pendant ce temps, les abords de la  
 salle sont aux environs de 18 à 19° C, le  
 air pénétrant dans la salle avec une vitesse  
 de 18 à 25 centimètres par seconde, suivant  
 la saison et le nombre des spectateurs; mais  
 le courant n'est jamais senti par les assis-  
 tants, qui éprouvent seulement la sensa-  
 tion d'un confort et d'une fraîcheur insi-  
 stée. Cette installation, dit le Builder, met  
 complètement à néant la prétention que l'  
 éclairage au gaz serait incompatible avec  
 la fraîcheur et la pureté de l'air dans un  
 théâtre.

Comparaison photométrique  
des lumières de teintes différentes  
Par M. A. Crova (1)

L'image des photomètres ordinaires, et spécialement de celui de Foucault, est applicable au seul cas où les lumières à comparer, sont de même teinte; mais il en est très rarement ainsi, et leur différence de coloration est une cause qui rend trop souvent les mesures incertaines. Il est, en effet, si peu près impossible de juger de l'égalité d'éclairement des deux surfaces de teintes différentes, ou bien si l'on y arrive approximativement, ce n'est que par une sorte de convention, les deux impressions étant de nature différente. Pour observateurs différents, ou le même observateur à diverses époques, jugeront d'une manière variable; de plus, l'illusion persiste de laquelle la ligne de contact disparaît, ne peut s'obtenir dans ces cas, ce qui entraîne à l'appareil de Foucault une partie de son valeur.

D'après M. Helmholtz tout essai de comparaison de deux sources de couleurs différentes est impossible: a fortiori les

(1) Extrait du Journal des usines à gaz du 21 Février 1886.

comparaisons effectuées à l'aide de l'œil entre les intensités de différentes sortes de lumières composées, il n'en est aucun qui passe de une valeur objective, indépendante de la nature de l'œil ». Cette assertion, si elle était rigoureusement vraie, sensiblement nature à détourner les observateurs qui s'occupent de photométrie, et des mesures d'intensité relative seraient à peu près impossibles dans le plus grand nombre des cas, car il est rare de trouver deux sources de lumière exactement dominante ; le photomètre de Foucault, à cause de sa grande sensibilité, permet en effet de constater des différences de teinte très notables entre les lumières provenant de sources différentes, et même entre celles qui émettent un même combustible (gaz, huiles etc.), brûlant dans des conditions un peu différentes. Le contraste des deux places aménagées au contact rigoureux, permet de constater des différences de teinte qui échappent aux autres photomètres.

L'œil ne peut apprécier l'égalité d'éclairement de deux surfaces contiguës, éclairées par deux lumières simples de longueur d'onde différente ; on sait, en effet que d'après Purkinje, l'intensité de la sensation est une fonction de l'intensité lumineuse, qui diffère suivant l'espèce de lumière.

Tant que l'intensité lumineuse est faible, l'impression produite sur l'œil augmente avec l'intensité, et la courbe représentative est une ligne droite qui part de l'origine des coordonnées, l'axe des abscisses étant celui des intensités et l'axe des ordonnées étant celui des impressions lumineuses ; pour chaque longueur d'onde différente, le coefficient angulaire de cette droite est différent et, en général, et autant plus grand, que la radiation est moins refrangible ; mais si l'intensité lumineuse augmente, la proportionnalité ne se maintient plus, les droites s'infléchissent entourant leur concavité vers l'axe des intensités, mais l'affaiblissement est proportionnellement plus grand pour les radiations les moins refrangibles. Si donc, pour des intensités faibles, le jaune paraît moins intense que le bleu, l'inverse pourra avoir lieu lorsque ces deux lumières auront augmenté, toutes les deux dans le même rapport. Il suit de là que, si l'on compare une lumière rougeâtre, comme celle du炭火, avec une lumière bleuâtre comme celle du soleil, le rapport des intensités variera avec l'intensité absolue du champ photométrique, ce qui exclut toute possibilité de détermination même approximative ; il est un seul cas

où le photomètre donne des rapports d'intensité indépendants de la valeur absolue de ces intensités : c'est lorsque ces intensités seront toutes les deux voisines de zéro.

Mais dans ce dernier cas, toute sensation de couleur disparaît aussi; en effet, si l'on établît un spectre solaire au moyen de deux nicols dont on amène lentement les sections droites à être perpendiculaires, l'œil finit par ne plus voir, dans toute l'étendue du spectre, qu'une tinte plus ou moins foncée.

Cette remarque explique pourquoi M. Allard a pu déterminer avec assez d'exactitude le rapport des intensités lumineuses, de sources de tantes très différentes, en prenant la précaution de cligner de l'œil en regardant l'œil photométrique, ce qui fait paraître d'un gris uniforme les deux bandes lumineuses du photomètre; en opérant ainsi, le rapprochement des pupilles disparaît de plus en plus l'ouverture pupillaire et l'intensité du champ rétinien tend vers zéro, limite dans le visionnage de laquelle toute sensation de couleur disparaît, l'impression lumineuse étant encore suffisante pour que l'on puisse juger de l'égalité d'éclairement.

La question peut être scientifiquement résolue de la manière suivante :

Admettons que les deux lumières à comparer soient été placées à des distances du photomètre telles que leur éclairement total soit le même, et supposons étaillées en deux spectres contigus, les radiations simples qui les composent : il est très facile de réaliser cette dernière condition, en substituant à l'écrou photométrique la fente d'un spectrophomètre disposée horizontalement, de manière à être coupée rectangulairement en deux parties égales, par la ligne de séparation des deux plaques de même intensité moyenne, mais de cotation différentes.

Les deux spectres présenteront alors aspects bien différents ; celui de la source dont la température d'émission est la plus élevée sera plus allongé vers le violet ; dans l'extrême la plus refrangible commune aux deux spectres, la source la plus chaude sera une intensité lumineuse supérieure à celle de l'autre source, et l'inverse sans lieu dans l'extrême la moins refrangible ; l'apport des intensités photométriques sera donc plus grand que l'unité dans le violet, et diminuera d'une manière continue jusqu'au rouge où il sera devenu inférieur à

l'océité.

Il existe donc une radiation simple déterminée, dont la longueur d'onde dépend de la nature des deux lumières comparées, pour laquelle ce rapport est exactement égal à l'unité; si cette radiation est exactement connue, la mesure du rapport des intensités dans les deux spectres donnera exactement le rapport des intensités totales des deux sources.

Mais, si la valeur de l'énergie radiante d'une vibration de longueur d'onde déterminée peut être obtenue exactement en unités mécaniques la détermination de son pouvoir éclairant compare toutes les intensités inhérentes à la mesure de son action physiologique variable d'un œil à l'autre.

Le pouvoir éclairant d'une radiation simple a été considéré par certains comme la propriété qu'a cette lumière de faire distinguer, sur un écran blanc qu'elle illumine, les petits détails les uns sur sa surface, tels que des traits ou des caractères plus viciniens fins; pour apprécier les pouvoirs éclairants relatifs des diverses lumières simples distinguées dans un même spectre solaire, on attribue l'intensité de ce spectre jusqu'à ce qu'on cesse de distinguer les caractères plus vicins successivement dans ses diverses régions,

les pouvoirs éclairante seront inversement proportionnels aux coefficients d'établissement dans chaque région; la valeur absolue de ces coefficients varie avec la finesse des caractères, mais leur rapport sera constant et ne dépendra que de la longueur d'onde de la lumière employée.

Tes trouvez les plus connues sur ce sujet sont celles de Gilbert et de Vierordt; les résultats qu'ils ont obtenus sont peu concordants.

Nous laissant sur le principe précédent, nous avons montré M. Hazard, et moi, comment on peut déterminer avec précision ces coefficients, en général; nous avons appliquée la méthode à la lumière solaire et à celle de l'étoile Caron si l'on donne pour ces deux sources, les rapports des pouvoirs éclairante des diverses radiations simples; les maxima, que nous avons fait arbitrairement égaler à 100, pour chacune des deux sources, correspondent aux radiations 592  $\mu$  pour la lumière Caron, et à 564  $\mu$  pour la lumière solaire. Voici les résultats déduits

---

(1) Détermination du pouvoir éclairant des radiations simples (Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences, t. XCIII p. 959. (1881), et Journal de physique 2<sup>e</sup> série t. I p. 162.)

des deux séries les plus régulières :

Longueurs d'onde	Pouvoirs éclairants		
	Longue ur	Soleil	Soleil 0.7302
740	0.1	"	"
720	0.7	"	"
700	1.6	"	"
680	5.7	0.5	0.685
660	14.0	1.5	2.05
640	28.0	4.0	5.48
620	52.5	10.2	14.00
600	94.0	23.0	31.50
580	72.5	62.5	85.60
560	37.5	98.5	135.00
540	23.5	30.5	41.80
520	13.0	17.2	23.60
500	6.0	9.2	12.60
480	2.0	3.0	4.11

La première colonne donne les longueurs d'onde en millionièmes de millimètre ; la seconde et la troisième les pouvoirs éclairants relatifs des diverses longueurs d'onde pour la lumière et le soleil, rapportés chacun à un maximum = 100.

Si l'on construit les deux courbes dont les abscisses sont les longueurs d'onde, et les ordonnées, les pouvoirs éclairants, il est évident que l'aire de chacune des courbes représente, pour chaque lumière,

Le pouvoir d'éclairage total, dans les conditions où elles ont été dressées, c'est-à-dire en faisant = 100, pour chacune d'elles, le pouvoir éclairant maximum.

J'ai tracé avec soin ces deux courbes sur un même rectangle de papier quadrillé; chacune des deux courbes a été découpée à l'aide d'un canif, le papier étant posé sur un plan de glace, et j'en ai déterminé le poids.

#### Poids

$$\begin{array}{l} \text{Courbe du soleil} \dots 0^{\text{tr}} 858 \\ - \text{des lampes} \dots 1^{\text{tr}} 175 \end{array} \left. \begin{array}{l} \text{Soleil} \\ \text{Lampes} \end{array} \right\} = 0.7302$$

Pour ces deux courbes, le pouvoir éclairant de la courbe solaire correspondait donc aux 0.7302 du pouvoir éclairant relatif à la courbe des lampes.

Donc si, conservant la courbe des lampes, nous divisons les ordonnées de la courbe solaire par 0.7302, les deux sires seront égaux; la quatrième colonne du tableau précédent donne ces résultats.

Si nous construisons les deux courbes (lamps, soleil : 0.7302) leurs sires seront de même poids, et les deux courbes correspondront à des éclairements égaux. En opérant ainsi, j'ai trouvé, les courbes étant tracées sur le papier :

$$\begin{array}{l} \text{Courbe du soleil} \dots 0^{\text{tr}} 893 \\ \text{Courbe des lampes} \dots 0^{\text{tr}} 912 \end{array} \left. \begin{array}{l} \text{Poids} \\ \text{Courbe moyenne} \end{array} \right\} \text{erreur moyenne} = \frac{19}{902} = \frac{1}{46}$$

Cette erreur est de l'ordre de celles que l'on peut commettre par suite de l'incertitude du tracé et du découpage des courbes.

Ces deux courbes se coupent au point dont l'abscisse correspond à  $\lambda = 582\text{4} \mu$ . Cette radiation est donc celle dont l'intensité est la même dans les deux lumières, lorsque les pouvoirs éclairants sont égaux. La comparaison des pouvoirs éclairants relatifs de la lumière solaire et de celle de la lampe se réduit à celle des intensités relatives de la radiation 582.

Pour réaliser rigoureusement une comparaison de ce genre, il suffit donc de se servir d'un spectrophotomètre; celui que j'ai décrit se prête très bien à cet usage. La courbe de graduation de l'instrument étant dressée, on mène le milieu de la fente oculaire sur le point de la graduation qui correspond à  $\lambda = 582$ ; perpendiculairement à son axe, à une distance de 0"20 environ, on place l'étalon Carcel; la lumière tombe sur le système polarisant, et dès lors sur le premier réflecteur, qui l'envoie sur la demi-fente inférieure. Mais la lumière du carcel est atténuee, dans un rapport inconnu, par les pertes par réflexion et par absorption, à travers les prismes de Nicol et le prisme réflecteur; on place, dans l'axe de l'appareil, un second carcel dont

la lumière tombe sur la demi-fente libre, et on l'éloigne d'une distance  $d$  de la fente, telle que l'égalité des intensités soit assurée; les deux sections droites des miroirs étant parallèles, l'intensité du champ du carrel dans la fente occulte est donc  $\frac{c}{d^2}$ , c'étant la valeur du carrel, déduite de sa pesée.

Il suffit alors de remplacer le carrel situé dans l'axe par le champ solaire atténué dans un rapport connu, par une lentille divergente ou par un diffuseur, mais supérieur à celui du carrel; la rotation du miroir polariseur permettra de rétablir l'égalité d'intensité, et celle du champ solaire sera

$$s = \frac{c}{d^2} \cos^2 \alpha;$$

on la multiplieant par le coefficient connu de réduction on aura celle du champ solaire.

Cette méthode est précise, mais délicate; on peut opérer d'une manière plus simple et plus rapide dans la pratique, en suivant l'une des deux méthodes suivantes.

Première méthode. — Servons-nous d'un photomètre ordinaire de Foucault, et adaptons à l'extrémité du tube tronconique, l'aguille on fixe l'œil, une lunette dont l'objectif à court foyer permet d'obtenir une image très nette du disque et de la ligne de séparation des deux plages.

Dans le corps de la lunette on trouve un

systems de deux nicols placés à angle droit, entre lesquels se trouve une lame de quartz perpendiculaire à l'axe de 9 millimètres d'épaisseur; cette épaisseur a été calculée de manière que son interposition entre les deux nicols croise à l'ombrage, dans le spectre de la lumière qui les traverse, deux larges bandes d'intensité situées dans les deux extrémités du spectre, et qui en éloignant presque complètement l'intensité dans ces régions. En allant de ces deux bandes vers la limite du jaune et du vert, où se trouve la radiation 582, l'intensité des lumières transmises varie comme le cosinus carré de l'angle que fait la section droite du second nîcol avec les plans de polarisation des diverses radiations qui ont subi, dans la lame de quartz, la dispersion rotatoire, jusqu'à celle pour laquelle ce cosinus est égal à l'unité, et qui ne subit aucun établissement; on conçoit quel'on puisse, par quelques tâtonnements, déplacer ce premier second nîcol, de manière à conserver le maximum d'intensité à toute radiation autre que 582, que l'on voudrait conserver pour comparer deux lumières autres que celles du soleil et du cœur. Pour y arriver exactement, j'ai tracé la courbe des rotations du plan de polarisation des diverses longueurs d'onde pour un millimètre de quartz, détermi-

nées par M. Broch, au moyen de la méthode de M. M. Fizeau et Foucault; les abscisses étant les longueurs d'onde, j'ai multiplié les ordonnées par l'épaisseur de la lame de quartz, et, le nicol analyseur étant à  $90^\circ$ , j'ai obtenu la position des bandes noires, en tracant sur la courbe les points qui corres-pondent à une rotation de  $180^\circ$ ,  $360^\circ$  et leurs multiples, pour lesquelles il y a extinction. J' ai pu ainsi déterminer exactement les ré- -gions du spectre, obtenues dans le cas de la rectangularité du polariseur et de l'analy- -seur. Une construction analogue donne les lieux d'extinction pour un angle quel- -conque des deux nicols.

Cet instrument a été construit par M. Duboscq; il a donné des bons résultats avec des lumières très différentes telles que la lumière Drummond, celles des lampes à arc ou à incandescence, etc.; du reste la lunette que je viens de décrire s'adapterait tout aussi bien à un photomètre quelconque.

Avec des lumières de lentes très diffé- -rentes, il donne sur deux polages une teinte d'un vert jaunâtre, très douce à l' -œil; avec des lumières de même teinte, il est encore utile, car l'œil se fatigue moins que par l'inspection directe du champ; enfin, on peut en enlevant la lame de quartz le transformer en un simple réducteur d'

intensité; en tournant l'un des nicols, on fait varier autant que l'on veut le champ photométrique, et on l'adapte à l'intensité la plus favorable pour chaque vue. On peut aussi, le quartz étant supprimé et les nicols tournés près de l'extinction, constater que les ténèbres, d'abord très différentes quand on fait usage du soleil et du croco, s'uniformisent de plus en plus pour aboutir à un gris uniforme à mesure que l'intensité diminue.

Deuxième méthode. — On peut arriver plus simplement et même d'une manière plus rigoureuse, au même résultat; mais cette seconde méthode, produisant une absorption considérable, est plus spécialement applicable aux foyers très intenses de la lumière, tels que le soleil ou les lampes à arc voltaïque.

1<sup>o</sup> Une solution de perchlorure de fer exerce une absorption très intense sur la partie la plus réfrangible du spectre. Si l'on augmente graduellement l'épaisseur ou la concentration de la solution absorbante, on voit un écran noir recouvrir le spectre en avançant du violet vers le rouge; l'absorption était complète dans le violet et dans le bleu, on peut, partant ou par l'autre des moyens indiqués, isoler à telle région du spectre que l'on voudra.

2<sup>o</sup> Une solution de chlorure de nickel pro-  
duit le même effet sur toute l'étendue du  
spectre, mais avec une intensité beaucoup  
plus considérable sur l'extrémité rouge  
que sur l'extrémité violette.

L'expérience se fait par projection  
d'une manière très simple : on projette  
un spectre intense au moyen de la lampe  
solaire ou électrique, et l'on place devant  
la fente un système de deux courbes pris-  
-mâtiques superposées, dont les angles  
sont égaux et dirigés en sens inverse,  
de manière à former par leur superposi-  
-tion un milieu à faces parallèles, l'une  
de ces courbes est remplie d'eau, et l'autre,  
d'une solution concentrée de perchlorate  
de fer ou de chlorure de nickel. Le systé-  
-me étant appliquée contre la fente, de  
manière que l'arête refringente lui soit  
parallèle, si on le déplace horizontale-  
-ment, on interpose sur le trajet du  
faisceau lumineux un milieu à faces  
parallèles, dont l'absorption varie d'une  
manière continue, et l'on montre par  
projection les phénomènes dont je viens  
de parler.

Afin de se rendre compte, d'une ma-  
nière exacte, de la loi suivant laquelle varie  
cette absorption, il est utile de déter-  
-miner au moyen d'un spectrophotomètre

la courbe des absorptions exercées par chacune des deux solutions en fonction de la longueur d'onde, lorsqu'on fait varier la quantité de substance absorbante introduite.

Les solutions sont contenues dans des cuves en verre d'une épaisseur de 7 millimètres; une de ces cuves, pleine d'eau distillée, est d'abord placée devant la fonte, et l'intensité de la lumière transmise est prise pour unité; puis la cuve remplie de la solution à étudier lui ayant été substituée, on détermine l'intensité correspondante aux diverses longueurs d'onde.

La comparaison de la lumière solaire recueillie du cancer nous ayant montré que c'est la radiation dont la longueur d'onde est 582, dont la comparaison photométrique donne le même rapport que les pouvoirs éclairants totaux de ces deux sources, j'ai déterminé, et après les considérations précédentes, la composition de la solution absorbante qui, dans ce cas particulier, donne les meilleurs résultats: le chlorure de nickel doit être pur et cristallisé, le perchlorure de fer doit être pur et anhydre. Il est bon de se servir de perchlorure sublimé, les solutions du

perchlorure étant presque toujours très acides, et sujettes à se réduire facilement à l'état de protchlorure vert, au contact des matières organiques ou des poussières de l'air.

La possibilité d'une pareille réduction est un écueil qu'il faut éviter avec soin, car elle diminuerait beaucoup l'absorption dans le bleu, l'augmenterait dans le rouge et changerait complètement la nature des radiations transmises.

La solution se prépare de la manière suivante :

Perchlorure de fer anhydre sublimé . . . 22 gr. 324  
Chlorure de nickel cristallisé . . . 27 gr. 191  
sont dissous dans l'eau distillée, et le volume de la solution est amené à être de 100 mètres cubes à la température des  $15^{\circ}$ .

Les gels doivent être dissous dans l'eau distillée, dans les proportions indiquées, la solution est alors portée à l'ébullition et saturée de chlorure après refroidissement, et le volume initial est rétabli par une addition convenable d'eau distillée récemment bouillie et refroidie; le liquide est immédiatement enfermé dans une cuve en glace à faces parallèles, bouchée à l'omission des cuvettes.

dont je me sers dans ce but sont formées d'un anneau plat en verre dressé, d'un millimètre d'épaisseur, contre les deux faces duquel sont fixées, par simple adhérence, au moyen d'une goutte d'eau distillée, deux glaçons minces, à faces bien parallèles, et serrées ensuite contre l'anneau, au moyen des deux plaques en laiton noir ci, munies de quatre vis de pression; ces deux plaques, portent deux orifices circulaires dont le diamètre est un peu inférieur à celui de la cuve, de manière à ne laisser passer que les rayons qui ont traversé le liquide.

Le liquide est introduit au moyen d'une pipette capillaire par un petit orifice percé dans l'épaisseur de l'anneau, et fermé ensuite par un bouchon à l'ométi. Pour éviter la rupture possible des glaçons, par suite d'une trop forte pression des vis, il est bon d'interposer entre la cuve et les plaques de laiton deux rondelles de carton suédois cuir. Des cuves ainsi ramyées se conservent très longtemps sans altération.

Sous une épaisseur de 7 millimètres, cette solution ne laisse passer que les réticulations comprises entre les longueurs d'onde  $630 \mu$  et  $534 \mu$  avec un maximum vers  $580 \mu$ ; si l'on augmente son épaisseur,

ces limites se rapprochent et tendent vers un maximum de  $580 \mu$  à  $582 \mu$ , qui est le plus favorable pour la photométrie solaire.

La température exerce une action notable sur le pouvoir éclairant du perchlorate de fer; à mesure qu'elle s'élève, l'absorption va en croissant dans la région la plus refrangible, et l'écran noir, qui paraissait recouvrir le spectre jusqu'à la limite du vert vers le jaune, se rapproche vers le rouge. Ces limites de longueur d'onde que j'ai précédemment indiquées sont donc variables avec la température, mais dans les environs de  $15^{\circ}\text{C}$ , ces limites sont sensiblement invariables pour de faibles écarts de température.

Les observations photométriques deviennent du reste pénibles et même quelquefois impossibles à des températures trop basses ou trop élevées; la température la plus favorable à tous regards est celle de  $15^{\circ}\text{C}$ . Comme j'y ai écrit plus haut, le liquide absorbant, exercé, même sur les radiations qu'il transmet le mieux, une absorption considérable; il en résulte que le cercle étant à 1 mètre, le champ photométrique est très affaibli, circonstance qui, rapprochée de la tinte verdâtre du champ,

permet d'obtenir longtemps, sans trop de fatigue; mais pour de très faibles intensités, le champ ne serait pas assez vaste; on peut, il est vrai, étendre d'autre li- quide absorbant, mais alors sa tinte change et ne donne plus l'assimilité sus- si facilement; cet inconvénient soma- nifie principalement dans l'étude photométrique de la lumière de la lune.

Sous l'épaisseur de 7 millimètres l'ab- sorption est suffisante pour donner un monochromatisme suffisamment ap- proché; aussi, si l'on regarde à travers cette solution des objets éclairés par la lumière du jour, la flamme d'une lampe, un foyer allumé etc tous ces objets pre- sentent une teinte identique d'un vert jaune uniforme.

On peut donc, par l'une ou l'autre des trois méthodes indiquées, selon le degré de précision que l'on voudra obtenir, com- parer des lumières de tinctes différentes sans aucune hésitation, et sans fatigue pour l'œil. Il est facile de constater on- sierte qu'en rétablissant les tinctes des lumières, la méthode ordinaire de l'ob- servation claire, quoique plus difficile- ment, des résultats qui, avec diverses observations, et, en multipliant les déter- minations, se distribuent également de

part et d'autre du nombre obtenu par l'ab-  
sorption des teintes.

La longueur d'onde 582 qui résulte de la comparaison monochromatique de la lumière et de la lumière solaire, ne correspond pas exactement à celle de la lampe et de toute autre source de température d'émission différente de celle du soleil. Si l'on se base sur la théorie des radiations émises par les corps incandescents, on verra que, si le maximum d'énergie se déplace vers le violet et mesure que la température d'émission s'élève, le maximum de pouvoir éclairant doit aussi se déplacer dans le même sens; or, la lampe modératrice qui est la source lumineuse qui correspond à la température la plus basse d'émission, à son maximum d'éclairage à l'radiation  $\mu$ , et le soleil qui représente la limite opposée, c'est à dire la température la plus haute d'émission, à son maximum à 564  $\mu$ ; donc, les maxima de pouvoir éclairant de toutes les autres sources, dont la température d'émission est comprise entre les deux (nous en exceptons naturellement les corps incandescents dont la température est inférieure à 8000°, et qui ne sont jamais employés comme source de lumière) auront leur maximum d'éclairage compris entre ces deux limites; si, pour chacune de ces sources comparées successivement

nous faisions les mêmes déterminations que nous avons citées pour le soleil et le cercle, l'ordonnée d'intersection, et, par suite, la longueur d'onde dont le pouvoir éclairant donne le même rapport que celui des lumières totales, tombent entre ces deux limites.

Le maximum 582, qui donne la solution dont nous avons indiqué la composition, est assez pour écarter les deux maxima 592 et 564, ainsi que les deux limites 630 et 534, pour que les radiations transmises, correspondantes à ces longueurs d'onde, conservent une intensité suffisante pour permettre une comparaison exacte; je m'en suis assuré en faisant les comparaisons photométriques, d'abord en me servant de la solution indiquée, puis à l'entier, en affaiblissant les deux plages par l'emploi de la lunette à nœuds sans quarts, jusqu'à faire disparaître toute impression de couleurs distinctes; les résultats ont été les mêmes dans les deux cas, quoique dans le second, la détermination soit difficile, en raison de l'extrême faiblesse du champ visuel. La méthode s'applique donc à toutes les lumières employées pour l'objectif et, à ce titre, elle est d'un usage général.

## Etude sur les éclairs photométriques (1)

Par M. Monnier

D'après la théorie généralement acceptée aujourd'hui, la lumière n'est autre chose qu'un mouvement de l'ether, c'est-à-dire que l'intensité lumineuse est égale à la quantité de puissance vive communiquée à la masse d'ether pendant l'unité de temps. Cette puissance vive en se transmettant à la matière pesante développe un certain travail qui se manifeste à nous sous la triple forme calorifique, éclairante et chimique. Chacune des radiations simple possède ces trois activités, mais à des degrés différents.

En outre la nature du travail exécuté par la radiation sur un corps dépend du travail déjà exécuté sur d'autres corps, ainsi que de plus ou moins d'énergie que possède le corps considéré de vibrer à l'unisson de la radiation, de telle sorte que l'action d'un rayon n'est pas la même sur tous les corps. Il en résulte que nous ne connaissons pas de relation exacte entre l'énergie mécanique totale d'une radiation et chacun des effets qu'elle peut produire. En particulier, il s'agit impossible de

(1) Extrait du J<sup>e</sup> des usines sèges. — 5 Juin 1883.

déduire le pouvoir éclairant d'une source terminée de la connaissance des actions physiques ou chimiques qu'elle peut exercer, et les seules méthodes de mesure qui répondent à l'idée que nous nous faisons de l'éclairement des corps, sont celles qui ont pour base l'action des radiations lumineuses sur l'organe de la vue. Comme l'œil ne peut apprécier avec certitude quel'égalité d'illumination, on se propose toujours de ramener à l'égalité les impressions produites sur la rétine par deux surfaces contiguës éclairées par les sources à comparer. Il suffit pour cela de réduire dans un rapport facile à déterminer l'intensité de la plus puissante jusqu'à ce que les deux surfaces paraissent également éclairées.

Les méthodes photométriques comprennent donc l'examen de deux points distincts :

Étalon lumineux;

Appareils à employer.

Ces deux questions qui avaient été soumises au Congrès international des électriciens, n'ont pas encore reçu de solution définitive, et la commission chargée de l'étude des procédés photométriques, s'est bornée à voter les propositions suivantes :

1<sup>o</sup> Le Congrès recommande au Sury l'emploi de la lampe à arc et dans les comparaisons

fixées entre les divers appareils de lumières électriques exposées;

2° Le congrès prie le gouvernement français de vouloir bien se mettre en rapport avec les gouvernements étrangers, à l'effet de nommer une commission internationale qui serait chargée de la détermination de l'obtention définitive de lumières, et des dispositions, à observer dans l'exécution des expériences de comparaison.

Bien que ces propositions aient été acceptées à l'unanimité, la valeur des foyers électriques a continué à s'exprimer en bougies, soit parce que la bougie étais et demeuré encore l'unité de lumière acceptée en Angleterre et en Allemagne, soit parce qu'elle est d'une manipulation plus facile que la lampe carbol. . . il étais donc nécessaire, pour pouvoir comparer les résultats obtenus au laboratoire, avec ceux qui ont été publiés dans divers pays, de connaître le rapport qui existe entre le pouvoir éclairant de la lampe carbol et celui des différentes bougies usitées.

Ce sont les résultats de ces déterminations que nous venons vous communiquer aujourd'hui. Elles ont été faites au moyen d'un photomètre Dumas et Rognault et d'un photomètre Bunsen. Ces deux appareils nous sont bien connus, et il est inutile d'en donner la description.

### Lampe Carcel

Nous avons fait usage de deux lampes Carcel dont toutes les dimensions ont été soigneusement vérifiées et répondent à la description que M. M. Deumas et Reynault en ont donnée dans leur instruction pour l'essai du gaz, savoir :

Diamètre extérieur du boc . . . . .	23,5 millimètres
Diamètre du courant d'air intérieur . . . . .	17,
Diamètre du courant d'air extérieur . . . . .	45,5
Hauteur totale du verre . . . . .	290
Distance du vu de la base du verre . . . . .	61
Diamètre extérieur sur mesure du conduit . . . . .	47
Diamètre extérieur du verre pris au haut de la cheminée . . . . .	34
Épaisseur moyenne du verre . . . . .	2

On emploie l'huile de colza épuree obtenu  
mèche moyenne dite mèche des phares dont  
la tresse est composée de 75 brins; la circonference  
de longueur pèse 3 gr. 6.

L'huile et les mèches que nous avons em-  
ployées pour nos expériences proviennent  
de chez M. Déléaut.

La lampe doit consommer 42 grammes d'  
huile à l'heure. Quand la consommation des-  
cend au-dessous de 38 grammes auquel elle  
s'élève au-dessus de 46 grammes, l'assiette  
s'arrête 3 mais pour des expériences précises,  
il est préférable de restreindre ces limites et  
de chercher à maintenir la consommation de  
la lampe entre 40 et 44 grammes.

Il résulte des expériences de M. M. Audouin

et Bérard (Annales de Chimie et de Physique, 3<sup>e</sup> série, t. LXX) qu'en augmentant la hauteur de la mèche la dépense augmente ainsi que l'intensité, jusqu'à un certain point, 10 milimètres, et qu'au delà ces deux quantités diminuent.

2<sup>e</sup> que l'élévation de l'énarglement du verre tend à augmenter la dépense d'huile, dans une proportion toujours croissante, mais qu'il y a un point où la dépense croît toujours, l'intensité diminue; il y a par conséquent une hauteur du col du verre qui correspond au maximum du pouvoir éclairant de la lampe.

Il n'est pas possible d'indiquer a priori les conditions dans lesquelles il faut poser une lampe donnée pour obtenir une dépense à peu près constante, et avant de l'adopter comme étalon photométrique, il faut la soumettre à la série d'essais qui ont été effectués sur celle qui a servi aux expériences de MM. Audouin et Bérard.

A chaque expérience on met une mèche neuve que l'on coupe à fleur du porte-mèches; on remplit la lampe d'huile jusqu'à la moitié de sa cylindricité. Après avoir allumé la lampe et monté la mèche et le verre à la hauteur convenable, on laisse brûler la lampe une demi-heure avant de commencer l'expérience.

Avec la lampe qui nous a servi, on obtient la consommation de 42 grammes en donnant à la mèche une hauteur de 8 millimètres, et en montant la coude du vase à 7 millimètres au-dessus du niveau des mèches.

La consommation d'huile de la lampe se détermine en observant le temps nécessaire à la combustion de 10 grammes.

On en déduit la consommation correspondante pour une heure et la valeur éclairante de la lampe comparativement à celle de la cire de carde normale brûlant 42 grammes d'huile par heure.

### Bougie anglaise

En Angleterre l'établissement photométrique généralement adopté est la bougie de spermaceti de 6 à la livre brûlant 8 grammes de matière grasse par minute ou 120 grammes (7 gr. 776) par heure. Torsque la consommation réelle de la bougie diffère de ce chiffre et à la condition qu'elle soit comprise entre 114 et 136 grammes par heure, on admet que la valeur éclairante est proportionnelle à la consommation, et on fait la correction au moyen d'une simple proportion. Nos expériences ont porté sur 6 paquets de bougies normales telles qu'elles sont employées pour les essais.

photométriques du gaz à Houdras. Le poids moyen d'une bougie est de 76 gr. 8; la longueur de la bougie jusqu'à la base du cône est de 232 millimètres, son diamètre est de 20 mm en haut et de 11 1/2 millimètres à la base. La mèche est une tresse composée de 54 fils de coton.

Chaque bougie a été coupée en trois parties égales et la valeur élastirante de chaque bougie déduite de la moyenne des déterminations faites sur les trois morceaux. La consommation de la bougie pendant l'expérience était déterminée au moyen d'une balance arcomètre d'Elster; on observait le temps nécessaire pour la combustion de 15 grains. La bougie allumée est placée dans le chandelier. On laisse brûler au moins dix minutes avant de commencer l'essai. Torsqu'elle a pris son état normal, la mèche est légèrement courbée et son extrémité incandescente; le corps est bien formé. On charge la platine jusqu'à ce que l'arcomètre porte sur le fond du vase, et on s'assure au moyen d'un miroir que la ligne qui joint les centres des flammes à comparer passe par l'axe de l'écran photométrique. La bougie en brûlant devient plus légère et l'arcomètre s'élève dans le vase; au moment où l'index passe sur le zéro de l'échelle on fait partir le compteur 5 secondes,

et on ramène l'aréomètre à fond de course par l'addition d'un petit poids. Après avoir ajusté l'écran photométrique dans la position correspondant à l'impossibilité d'éclairer. - ment des deux sources, on enlève le poids ajouté et on laisse monter l'aréomètre en notant de minute en minute la position de l'index, ce qui permet de vérifier si la consommation de la bougie est régulière. On note le temps nécessaire à la combustion de 15 grains, puis, après avoir ramené l'aréomètre à fond, on modifie, s'il y a lieu, la position de l'écran photométrique. La moyenne des deux déterminations donne la valeur moyenne de la portion de bougie expérimentée, en fonction de la lampe Carcel. Il ne reste plus qu'à faire les corrections nécessaires pour tenir compte des écarts qui existent entre les consommations réelles de la bougie et celles qui correspondent à la valeur normale de chacun des établissements.

Nous donnons ci-après les tables des résultats obtenus avec les 36 bougies expérimentées.

Ainsi qu'il a été expliqué précédemment, chacun des chiffres fournis représente la moyenne des déterminations faites sur une bougie.

Numéro des bougies	Valeur en carcel	Numéro des bougies	Valeur en carcel	Numéro des bougies	Valeur en carcel
1	0.119	13	0.118	25	0.121
2	0.108	14	0.126	26	0.127
3	0.120	15	0.124	27	0.118
4	0.114	16	0.125	28	0.113
5	0.116	17	0.115	29	0.121
6	0.106	18	0.122	30	0.124
7	0.130	19	0.126	31	0.119
8	0.132	20	0.102	32	0.114
9	0.107	21	0.125	33	0.122
10	0.125	22	0.120	34	0.120
11	0.112	23	0.130	35	0.122
12	0.120	24	0.123	36	0.125

La valeur moyenne résultant de ces déterminations est de 0.120 carcel normale pour une bougie de spermaceti consommant 120 grains par heure ou une carcel normale 8.33 bougies normales de spermaceti.

La consommation moyenne de la lampe a été de 42 gr. 75 par heure.

La consommation des bougies testées pendant la durée des expériences comprise dans les limites réglementaires de 114 et 126 grains par heure. La consommation moyenne de toutes les expériences a été de 120 gr. 8. La hauteur moyenne de flamme correspondant à une consommation de 120 grains par heure est de 46 millimètres.

## Bougie allemande

Si l'association des fabriciers allemands a adopté comme bougie photométrique une bougie de paraffine de 6 à la livre, et ayant un diamètre uniforme de 10 milimètres. Le point de fusion de la paraffine employée est de 55° C. La mèche est formée d'une tresse de 25 fils de coton. Un mètre de mèche pèse 668 milligrammes. La vasteur éclairante de la bougie se réagit d'après la hauteur de la flamme; l'unité correspond à une flamme de 50 millimètres de hauteur. Le Docteur Bunte, président de l'association allemande, a mis généreusement à notre disposition trois de ces bougies. Ces expériences ont été conduites de la même façon que pour les bougies anglaises. La hauteur de la flamme a été mesurée au moyen d'un petit stéthomètre au moment où on arrête la position de l'écran photométrique. La consommation de paraffine a été déterminée par l'anémètre comme précédemment.

Comme nous ne disposions que d'un petit nombre de bougies, nous avons multipliées les déterminations, et les chiffres donnés pour chaque bougie sont la moyenne de neuf expériences.

Bougie n° 1 . . . . .	0. 1343 carcel
— n° 2 . . . . .	0. 1337 "
— n° 3 . . . . .	0. 1327 "

Moyenne 0. 134 carcel pour la bougie normale ayant 50 millimètres de hauteur de flamme.

Une carcel normale n'est que 5 bougies normales. La valeur la plus faible trouvée dans les essais est 0. 130, la plus haute 0. 135. Cette régularité est remarquable et nous nous proposons de renouveler ces déterminations sur d'autres échantillons pour vérifier si elle est simplement l'effet d'un hasard heureux, ou si elle appartient d'une façon constante au type de bougies adopté par les gaziers allemands. La consommation de paraffine a été de 7 gr. 5 par heure en moyenne pour une hauteur de flamme de 50 mm.

### Bougie de Munich

Nous devons également à l'obligeance du Dr. Schilling et du Dr. Benta d'avoir pu expérimenter les bougies photométriques annexées au traité passé entre la ville de Munich et la compagnie du gaz.

Ce sont des bougies steariques : leur forme est légèrement conique : 20 1/2 millimètres de diamètre en haut et 23 millimètres à la base ; elles ont 34 centimètres de longueur, la mèche est formée de 50 fils. Elles absorbent environ de 10 gr. à 10 gr. 6 de stearine à l'heure, sans fumer et sans avoir besoin d'être mouillées.

Les déterminations ont été faites de la même façon que pour les bougies précédentes, on prenant comme bougie normale celle qui consomme 10 gr. 4 de stéarine à l'heure.

Bougie n°1 . . . . .	0.1629	carcel
- n°2 . . . . .	0.1459	"
- n°3 . . . . .	0.1503	"

Mayenne 0.153 carcel pour la bougie normale consommant 10 gr. 4 de stéarine par heure. Une carcel normale vaut donc 6.5 bougies normales de Munich.

La consommation totale de stéarine mesurée pendant les expériences a été de 27 grammes en  $2^h 35' 33''$ , soit en mayenne  $10^{\frac{6}{7}}$  par heure; la hauteur mayenne de flamme correspondante a été de  $55^{\frac{7}{8}}\text{m}$ .

### Bougie de l'étoile

Bien que la carcel soit l'étoile phalène belge généralement adoptée en France, il existe encore des cas où le litre du gaz est exprimé en bougies stériques de l'étoile, et il est intéressant de rattacher la valeur de cet étoile lumineuse à la série des déterminations précédentes.

Quorsqu'on fait usage de la bougie stériques, on définit l'étoile soit par la consommation de stéarine à l'heure, soit par la hauteur de la flamme.

La consommation des bougies que nous avons expérimentées oscillent autour de

10 grammes à l'heure, et la hauteur moyenne de flamme correspondant à cette consommation étant de 52,4 millimètres, nous avons rapporté la valeur des bougies à l'une et à l'autre de ces quantités.

Nous avons expérimenté trois paquets de bougies de 5 au paquet, et un paquet de 6.

Tes bougies de 5 pèsent 100 grammes l'une; leurs dimensions sont : longueur totale 0"346, longueur de la partie cylindrique 0"290, diamètre en haut 20 $\frac{1}{2}$  mm, diamètre en bas 22 $\frac{1}{2}$  mm; la mèche est formée de 81 fils.

Tes bougies de six pèsent 83 gr. 3 l'une; leurs dimensions sont : longueur totale 0"274, longueur de la partie cylindrique 0"258; diamètre en haut 20 $\frac{1}{2}$  mm, diamètre en bas 21 $\frac{1}{2}$  mm; la mèche est formée de 81 fils.

Le tableau suivant donne la valeur en cercles de chacune des bougies expérimentées, la marche suivie est la même que précédemment.

Tatlosu

valeur de chaque bougie  
en creet en prenant commençante

Consommation HUILEUR  
de de flammes de  
10gr. 58'hure 52.5'9m

Bougies de 5 au poquet

N° 1	0.144	0.140
2	0.139	0.130
3	0.133	0.137
4	0.128	0.127
5	0.142	0.140
6	0.126	0.132
7	0.133	0.133
8	0.132	0.131
9	0.143	0.144
10	0.148	0.146
11	0.136	0.135
12	0.138	0.141
13	0.138	0.139
14	0.133	0.135
15	0.133	0.129
<hr/>		<hr/>
Valeur moyenne	0.136	0.136
<hr/>		<hr/>

Bougies de 6 au poquet :

N° 1	0.128	0.132
2	0.124	0.130
3	0.131	0.131
4	0.141	0.131
5	0.130	0.134
6	0.134	0.133
<hr/>		<hr/>
Valeur moyenne	0.131	0.132
<hr/>		<hr/>

D'après ces déterminations le creet normale vaut 7,4 bougies de 5 au poquet ou 7,6 bougies de 6 au poquet, en prenant comme bougie normale celle qui consomme 10gr. de stearine à l'heure, ou celle qui donne une

flamme de 52,5 millimètres de hauteur.

Des divers modes employés pour fixer le litre du gaz.

Tandis qu'en France on fixe le litre du gaz en stipulant la consommation du gaz nécessaire pour obtenir l'éclat d'une lampe à carbure brûlant 48 grammes d'huile de colza parues à l'heure, en Angleterre on détermine le nombre de bougies correspondant à une consommation de 5 pieds cubes (1416,6) de gaz à l'heure. Le modèle du banc employé pour l'essai du gaz de houille a été établi par M. Guoz et désigné sous le nom de London Argand n°1. Les dimensions des divers éléments de ce banc sont décrites dans l'instruction qui formule les opérations à faire pour contrôler la qualité du gaz de Londres, comme le sont celles du banc Bonozet à 30 trous servant à la vérification du pouvoir éclairant du gaz à Paris. Nous nous sommes procuré un de ces bancs établis et suivons donc, autres expériences photométriques nous avons déterminé à différentes époques la valeur du gaz de Paris au moyen de ce banc. La moyenne de ces déterminations nous a donné 1,587 carbure pour 5 pieds cubes de gaz soit 13,8 bougies pour 5 pieds cubes en prenant 1 bougie = 0,12 carbure comme

plus haut.

Les résultats des expériences ont été calculés conformément aux instructions anglaises, c'est à dire en réduisant les volumes de gaz consommé à la pression barométrique de 30 pouces (762 mm) et à la température de 60° Farenheit (15,55°) ou ce qui revient très sensiblement au même à la pression barométrique de 760 mm. et à la température de 15° centigrades. En Allemagne les valeurs déterminées du gaz se fixe de la même manière, mais il n'y a pas de bac type comme en Angleterre ; en outre on prend comme échalon tantôt la bougie anglaise, tantôt une autre bougie. A Berlin le litre de gaz est déterminé par le nombre de bougies anglaises correspondant à une consommation de 150 litres de gaz à l'heure dans un bac d'Argand. Nous avons expérimenté les bougies et le bac employé à Berlin.

Les bougies sont en spermaceti de 65 litres ; la mèche est une tresse formée de 63 fils. Nous avons trouvé pour la bougie normale consommant 120 grains à l'heure, les valeurs suivantes :

Bougie n°1 .....	0.1151
- n°2 .....	0.1247
- n°3 .....	0.1222

Valeur moyenne d'une bougie 0.121 carat.

Une carat normal = 8.26 bougies normales.

La moyenne des déterminations faites sur moyen d'huile d'Arrossud de Berlin a donné 150 litres de gaz = 1,755 cirecet ou 14,5 bougies.

### Résumé

En résumant les déterminations précédentes on voit que :

1 bougie normale anglaise consommant 120 grains de spermaceti à l'heure = 0,110 cirecet normal  
 1 bougie normale allemande paraffine dont la flamme à 50% de hauteur vaut . 0,34 cirecet  
 1 bougie normale de Munich, consommant 10 gr. de stéarine à l'heure vaut . . . . . 0,153 cirecet  
 1 bougie de l'étoile de 5 au poquet consommant 10 gr. de stéarine à l'heure en donnant une flamme de 52,5 millimètres vaut . . 0,136 cirecet  
 1 bougie de l'étoile de 6 au poquet vaut dans les mêmes conditions . . . . . . . . . 0,132 cirecet

On en déduit pour la valeur de la cirecet normale consommant 42 gr. d'huile à l'heure :

8,3 bougies anglaises de spermaceti ;  
 7,5 bougies allemandes de paraffine ;  
 6,5 bougies stéarine de Munich ;  
 7,4 bougies stéarine de l'étoile de 5 au poquet ;

7,6 bougies stéarine de l'étoile de 6 au poquet ;

160 gr. dont 105 litres valent 1 cirecet est équivalent à 13 1/5 bougies suivant l'ostustion anglaise et de 14,5 bougies suivant l'ostustion de Berlin .

Nous n'avons pas besoin d'insister sur les difficultés qu'on éprouve à comparer les résultats d'expériences exprimées en unité aussi variées, pas plus que sur l'incertitude qui s'attache à la valeur relative des divers étalons de lumière. Si l'emploi de la bougie présente des avantages au point de vue de la facilité et de la rapidité des mesures, surtout si on rapporte l'unité de lumière à une hauteur de flamme déterminée, il n'en est pas moins vrai que les résultats obtenus ne peuvent être comparables qu'auant qu'ils représentent la moyenne d'un grand nombre de déterminations et on perd d'une côté ce qu'on gagne de l'autre.

La lampe à carbone au contraire présente une plus grande constance, mais sa condition qu'on ne néglige aucun des précautions formulées. Le nombre des éléments qui influent sur sa valeur éclairante et sa consommation est d'ailleurs si grande qu'il est bien difficile d'avoir la certitude qu'elle est toujours semblable à elle-même. Elle présente comme les bougies les inconvénients inhérents à l'emploi d'une matière dont le taux n'est pas toujours le même; outre pour la lampe comme pour les bougies les variations de composition de la matière grasse peuvent donner lieu à des différences considérables dont la valeur éclairante de

deux poids égaux de combustibles brûlés dans des conditions qui semblent identiques. Ces inconvénients sont connus de tous ceux qui ont ou doivent faire des déterminations photométriques. Aussi n'est-il pas surprenant qu'on ait cherché et qu'on cherche encore un étalon de lumière qui resta toujours semblable à lui-même et dont l'usage nécessite pas des précautions aussi minimes que celles des étalons actuels.

Nous ne parlerons que pour mémoire des études qu'on poursuit pour représenter l'étalon lumineux par un conteneur carré de platine maintenu à son point de fusion. Quel que soit le résultat de ces recherches, il est peu probable que l'étalon ainsi formé se prête directement aux mesures industrielles. On a proposé également de prendre comme étalon une lame de platine de surface déterminée maintenue à l'incandescence par le passage d'un courant électrique constant; mais comme la température qu'on ne peut pas dépasser sans danger est relativement basse, la lumière émise par le platine incandescent est plus rouge que celle des sources lumineuses usuelles; comme d'autre part les précautions à prendre pour que la quantité de lumière émise soit constante, sont très délicates et difficiles à réaliser, l'emploi d'un étalon de cette nature ne peut

sentorsit aucun avantage, pas plus au point de vue de l'exactitude qu'à celui de la simplicité des opérations. Il paraît donc très difficile de représenter l'étoile lumineuse d'une manière simple et pratique, autrement que par une flamme.

En France notre regretté collègue M. H. Grivaud, et en Angleterre M. Methven ont cherché à représenter l'étoile lumineuse au moyen d'une flamme alimentée par le gaz acétylique, tel qu'il est livré à la consommation.

M. Grivaud nous a présenté l'année dernière des travaux qu'il avait entrepris sur cette question et des résultats qu'il avait obtenus. Il nous a décrit lui-même l'appareil construit pour réaliser cette idée; cet appareil vous est donc connu. Nous l'avons expérimenté au laboratoire et dans les limites où se maintiennent le pouvoir éclairant et la composition du gaz de Paris, il a donné des résultats très-satisfaisants.

Le système de M. Methven consiste à prendre comme étalon une partie déterminée de la flamme d'un bœuf de gaz à varre. Le brûleur employé est le bondon Argyand N° 1 de Suzay; il est alimenté par du gaz ordinaire; la flamme a 3 pouces (76 mm 8) de hauteur. Un écran en cuivre fixé près de la chominée porte une plaque mince d'argent, dans laquelle

on a découpé une fonte verticale de 1 ponce de longueur, et de  $1/2$  ponce de largeur (25% sur 127 mm  $\frac{1}{2}$ ).

Elle sera alors disposée de façon à ne laisser au photomètre que la lumière qui traverse la fonte.

M. Methven estime que le bec ainsi disposé fournira une quantité constante de lumière égale à celle des deux bougies types, lors même que le tirage du gaz qui l'alimente varie entre 15 et 35 bougies. Ce bec a été expérimenté par une commission du Board of Trade, de Londres, concurremment avec d'autres étalons photométriques, et n'a pas fourni des résultats aussi constants que l'espérait l'inventeur. Il résulte de ces expériences qu'on a réussi à obtenir une quantité de lumière constante, lorsque le gaz oscille entre 16 et 18 bougies, mais qu'en dehors de ces limites la variation lumineuse change. La commission a été d'avis que les limites dans lesquelles la lampe de M. Methven fournit une quantité de lumière constante ne sont pas suffisamment étendues pour un étalon photométrique, mais que lorsque les variations de qualité du gaz n'excèdent pas deux bougies, l'appareil peut être extrêmement utile, sauf une de sa simplicité.

D'une façon générale, on conçoit qu'il

n'est pas possible de prétendre comme étalon photométrique un gaz alimenté par du gaz de combustion et de densités variables, puisqu'on ne connaît pas exactement l'influence de ces éléments sur la valeur éclairante de la flamme obtenue. Mais les gaz proposés par M. Giroud et M. Melhuon peuvent rendre de très grands services dans les recherches photométriques, à la condition qu'on en sera déterminé à leur, comparativement à l'étalon lui-même. En alimentant ces gaz par du gaz enregistré dans le gazomètre du laboratoire au commencement de l'expérience, on dispose d'une source lumineuse qui reste constante pendant plusieurs heures, et dont l'emploi n'exige aucune manipulation délicate. C'est un avantage considérable qui fait de ces gaz, notamment de celui de M. Giroud, des sujets très précieux pour les recherches photométriques.

### Emploi de l'air carbure pour l'étalon photométrique

Les objections qui ont été faites à l'emploi du gaz comme source lumineuse photométrique cesseraient d'être fondées, si on pouvait avoir un gaz de composition constante. C'est ce qu'a cherché à réaliser M. Vernon-Harcourt, de

trondres. La disposition qu'il a imaginée dans ce but a été expérimentée par la Commission du Board of Trade et a donné des résultats assez satisfaisants pour que cette commission en ait recommandé l'usage. L'échelon proposé par M. Vernon-Harcourt a été réglé de façon à donner, aussi approximativement que possible, la même quantité de lumière qu'une bougie normale de spermaceti de valeur moyenne.

Le combustible employé est de l'air carbure au moyen de carbures d'hydrogène volatils extraits du pétrole.

On prépare ce liquide par une distillation fractionnée de la gasoline, préalablement traité à l'acide sulfurique et à la soude caustique. Ce liquide décaillé est distillé quatre fois successivement à  $60^{\circ}$ ,  $55^{\circ}$ ,  $50^{\circ}$ , et une dernière fois à  $50^{\circ}$ . On produit qu'on obtient se compose d'hydrocarbures de la série  $C_nH_{2n+2}$ , principalement de pentane mélangé avec ses homologues, le tétrane et l'hexane. Son poids spécifique varie entre les limites 0,628 et 0,631 à  $15^{\circ}C$ .

Pour préparer l'air carbure type, on laisse ce liquide se meler à l'air par diffusion de sa vapeur dans la proportion de 3 pouces cubes de liquide pour 1 pied cube d'air (1 cont. cube de liquide pour 576 cont. cubes d'air) mesuré à la pression atmosphérique de 760 millimètres de mercure et à la température de  $15^{\circ}C$ , ou en rapportant le pentane au volume qu'il occupe

à l'état de vapeur, 20 volumes d'air pour 7 volumes de pentane.

Le gazomètre employé se compose d'une cloche cylindrique de 7 pieds cubes de capacité (environ 200 litres), suspendue et équilibrée dans une cuve annulaire remplie d'eau. Une échelle graduée fixée à la cloche sert à mesurer le volume gazeux. Sur la culotte qui est plane, pour éviter les espaces nuisibles, se trouvent deux tubulures : l'une donne passage à un thermomètre ; dans l'autre est fixé un robinet en verre de forme spéciale.

Pour préparer le mélange, après avoir aspiré dans la cloche 3 pieds cubes d'air mesurés à 760 millimètres et 15°, on remplit de pentane une pipette graduée à robinet qui contient 1 pouce cube jusqu'au trait de jauge.

La pointe de la pipette étant introduite dans la tubulure latérale du vase (en partie placé dans l'eau), on ouvre le robinet, le pentane s'écoule, monte à la partie supérieure du vase et pénètre dans la cloche par le tube. On chasse les dernières portions de pentane en soufflant légèrement ; lorsque tout le liquide est écoulé, on referme la pipette et on fait passer dans la cloche les dernières portions de pentane, enversant de l'eau par la tubulure latérale. Au bout de cinq à six heures, la diffusion est complète, et le gaz d'une composition homogène ; ce moment,

le volume gazoux total doit être des 4.05 pieds cubes avec une tolérance de 1% en plus ou en moins.

La vapeur de l'hydrocarbure employé pour carburer l'air doit être très peu soluble dans l'eau, afin que la composition du gaz ne soit pas modifiée par contact de l'eau du gazomètre. Cette condition exclut l'emploi du gazole fin, de l'éther et de la benzine qui sont assez solubles dans l'eau, tandis que la pentane l'est très peu; 100 volumes d'eau tiellie ne dissolvra que 0.92 volume de vapeur de pentane. Cette solubilité est suffisante pour modifier légèrement la composition du premier gaz préparé dans une cloche sur de l'eau pure, mais après une évaporation rade, l'eau est saturée, et les écarts de composition du gaz ne peuvent prouver que d'un changement de suffisante solubilité avec la température, les écarts sont donc extrêmement faibles. — La vapeur de pentane se comporte comme un gaz parfait dans les limites de température et de pression usuelles: le mélange d'air et de vapeur de pentane constitue donc un gaz de composition constante.

Le pentane que nous avons employé pour nos expériences a été préparé par M. M. Deutsch et ses fils; les propriétés physiques du produit qui nous a été livré répondent complètement à la spécification données par M. Harcourt.

Le brûleur employé est un boc bougie dont l'orifice a  $1\frac{1}{4}$  de pouces de diamètre ( $6\frac{7}{16}$  in); la flamme est réglée à une hauteur  $2\frac{1}{2}$  pouces ( $63\frac{1}{16}$  in).

On a reconnu :

1<sup>o</sup> Que la composition du liquide peut varier dans certaines limites (densité de 0,628 à 0,631), sans que le pouvoir éclairant de la flamme change;

2<sup>o</sup> Que la proportion d'air et de vapeur de pentane peut varier de 3% en dessus ou en dessous de la proportion normale sans que la lumière change;

3<sup>o</sup> Que les dimensions du boc et surtout la hauteur de la flamme ont une influence marquée sur la quantité de lumière émise.

Il était donc essentiel de donner au boc des dimensions faciles à reproduire et à vérifier. A cet effet M. Vernon-Harcourt a construit le boc en cuivre jaune, à cause de la facilité avec laquelle il se travaille. L'orifice est circulaire; il est percé dans une plaque de cuivre de  $12\frac{7}{16}$  in d'épaisseur et doit avoir  $6\frac{7}{16}$  in de diamètre. Cette dimension peut être reproduite exactement à  $\frac{1}{50}$  de millimètre près, c'est à dire avec une erreur inférieure à  $2\frac{1}{3}$  % de la section totale de l'orifice: on voit qu'il aurait intérêt à adopter le diamètre le plus grand possible sans que la flamme devint oscillante.

Le corps du brûleur a 4 pouces de longueur (101<sup>7/16</sup>) et un pouce de diamètre extérieur (25<sup>15/16</sup>). La hauteur de la flamme est indiquée par un fil de platine horizontal fixé à 63<sup>15/16</sup> au dessus de l'orifice de boc.

L'écoulement du gaz est réglé au moyen d'un robinet à vis micrométrique; la consommation est mesurée par un petit compas d'expérience dont les indications servent de contrôle à la composition du mélange combustible. Avec un gaz normal, la consommation du boc doit être comprise entre 0,48 et 0,52 pieds cubes à l'heure (13<sup>1/2</sup> à 14<sup>1/2</sup>). Un petit régulateur placé entre le compas et le boc maintient la pression constante au robinet du boc.

La moyenne des déterminations faites sur la valeur du carbol nous a donné 1 bougie = 0,185 carbol, ou 1 carbol normal = 8 bougies.

On voit que le système proposé par M. Harcourt pour représenter l'éalon lumineux constitue un progrès intéressant pour les mesures photométriques industrielles, et si le principe de cette méthode était généralement adopté, il serait facile d'établir expérimentalement un boc éalon représentant une valeur bien déterminée de lumière. C'est ce que nous avons fait pour les besoins du laboratoire en réglant

le but au dixième de la carcel, afin de simplifier les calculs. Mais comme il serait très important qu'un travail de cette nature vût pour conclusion l'unification des mesures photométriques, il est à désirer que les études se fassent dans cette direction soient entreprisées avec le concours des expérimentateurs qui se sont occupés plus spécialement de cette question, aussi bien en Angleterre et en Allemagne qu'en France. On arriverait peut-être ainsi à réaliser un étalon international de lumière dont l'emploi permettrait de coordonner et d'exprimer dans un langage commun à tous, les résultats des recherches faites dans les divers pays.

Nous soumettons cette idée au congrès et nous serons heureux si la Société technique veut l'adopter en prenant l'initiative des démarches à faire auprès de nos collègues étrangers pour les inviter à se joindre à nous dans ces études.

Notre congrès ayant lieu cette année plusieurs semaines avant l'époque fixée pour les réunions des associations anglaise et allemande, il serait possible de profiter de cette circonstance pour les saisir immédiatement de cette question dont la solution est d'intérêt international.

Eclairage, ventilation  
et chauffage  
de la salle royale de l'Odéon à Munich.

Traduction française du "Journal für Gasbeleuchtung", extraite du Journal de l'éclairage au gaz des 5 et 20 Juillet et 5 Août 1887.

Le présent rapport a pour but de fournir des renseignements précis sur les transformations et les innovations apportées récemment dans les dispositions relatives à l'éclairage, à la ventilation et au chauffage d'une grande salle de concert à Munich. Les résultats obtenus ont pleinement satisfait les habitants de Munich et sont destinés à rassurer l'industrie gazière.

Il s'agissait de démontrer qu'on peut maintenir à une température normale, dans des locaux aussi fréquentés que sont les salles de théâtre et les concerts, en faisant coïncider avec l'éclairage au gaz une ventilation suffisante, et que les résultats obtenus sont ainsi plus parfaits et moins coûteux que ceux fournis par l'éclairage électrique, lorsque celui-ci n'est pas lui-même accompagné d'une ventilation simultanée.

La Société du Gaz de Munich n'a pas re-

culé devant de grands sacrifices pour réaliser cette démonstration, et a fait appel au concours de personnalités marquantes dans chaque branche des questions traitées. Nos dispositions arrêtées en commun ont donné tous les résultats qui avaient été prêvus

L'élévation de la température dans la salle de l'Odéon donne, selon le rapport même de l'Institut hygiénique, par une salle comble, des bas en bas, une moyenne de  $42^{\circ}5$ , pendant que cette même élévation atteignait de  $7^{\circ}4$  à  $7^{\circ}7$  au théâtre de la Cour Royale éclairé à l'électricité.

La proportion d'acide carbonique n'atteint à la salle royale de l'Odéon qu'un maximum de 1,83 pour 1000 volumes, pendant qu'au théâtre de la Cour Royale elle s'élève à 1859 pour 1000 volumes.

Nous sommes persuadés que, tant dans l'intérêt général, si important et satisfaisant que dans celui de notre industrie, nos travaux d'hygiène trouveront un accueil favorable et un véritable appui parmi des usines à gaz, et que nous n'aurons plus à entendre parler de chaleur insupportable et d'air vicié dans les lieux publics étant désormais l'ennemi de nos usines et de lutter ainsi contre notre lumière courante, l'électricité.

La salle royale de l'Odéon, à Munich, a été construite par M. Léon Klenze, en 1825. La première éclairage dans la grande salle se composait de lustres ayant chacun 20 lampes à huile, soit au total 140 lampes. Ces lustres étaient suspendus à des cordes passant sur des pouliets fixés aux solives du toit, de manière à pouvoir être haussés ou baissés. L'orchestre était muni de lampes portatives à huile.

En 1856, on inaugura l'éclairage au gaz. Les lustres à huile furent remplacés par lustres avec chacun 40 bœufs, soit ensemble 280 bœufs. Ces lustres au gaz étaient d'une construction très simple; ils se composaient de cercles de fer forgeron d'environ 1 mètres et demi de diamètre, sur lesquels étaient fixées 40 petites supports. La carcasse du lustre était revêtue de mousseline blanche, ce qui donna à l'appareil l'aspect d'un lustre vicomtien. Ces appareils ont été conservés ainsi pendant 20 ans. Enfin en 1876, étant devenues défectueuses, on les remplaça par d'autres lustres en zinc, de forme moderne et gracieuse, chacun de 52 bœufs, plus par 8 candélabres de 30 bœufs destinés à l'orchestre, soit donc ensemble par 424 bœufs.

À l'occasion de cette dernière trans-

formation, on avait proposé de remplacer les lustres par des appareils dit soleils (sonnenbrenner), cette proposition n'eut pas, cependant, de suite, car ils n'auraient pas été en rapport avec la décoration de la salle.

Par suite de l'augmentation de 144 places de gaz résultant de cette dernière transformation, on reconnut que, pendant les représentations, la température augmentait sensiblement et donnait lieu à des plaintes des spectateurs des galeries.

Par cette transformation, on avait évidemment atteint un but, l'éclairage plus complet de la salle, mais on rencontra cette multiplication des lumières occasionnant un accroissement de chaleur qui se faisait surtout sentir sur les galeries, dont on n'avait pas pensé à modifier la ventilation.

À l'Odéon, les évacuations par le système de ventilation étaient disposées comme suit : sur les deux parties longitudinales pouvues de la galerie, il existait trois ouvertures de chaque côté, soit six en tout, et sur la partie nord, une seule munie d'un système mobile pouvant se fermer subversum. Aussitôt qu'on ouvrait les bouches de ventilation, l'air chaud sortait par les ouvertures supérieures, tandis qu'il y avait pénétration

partie postérieure dans la salle; ceci créait un inconvenienc pour les spectateurs. On essaya de l'atténuer en munissant les six ouvertures de plaques mobiles, mais bien que ce changement produisit une certaine amélioration, il ne put être maintenu en raison du courant d'air qui régnait dans la salle. Tous de ces modifications, on n'avait songé uniquement qu'à donner un courant d'air pour faire disparaître l'air chaud se trouvant dans la salle, sans se préoccuper de l'état dans lequel entrait l'air du dehors.

Antérieurement, le chauffage des salles de l'Odéon se faisait au moyen de calorifères souterrains, qu'il était nécessaire d'allumer 17 à 18 heures environ avant la représentation.

Tels étaient les agencements qui restèrent jusqu'en Octobre 1886, époque à laquelle eut lieu la transformation générale du système de chauffage, éclairisation et d'éclairage. Les raisons qui décidèrent à faire cette transformation sont les suivantes :

En Novembre 1885, la Chambre basse vota des députés avait accordé un crédit de 67,500<sup>fr</sup> au ministre compétent, pour faire substituer la lumière électrique à celle du gaz, pour l'éclairage de cette

salle, tout en repoussant un autre crédit demandé pour une nouvelle disposition à donner à la ventilation, en se basant sur ce qu'avec l'éclairage électrique ces mesures ne seraient plus nécessaires.

La Société du gaz de Munich dresse un autre rapport qu'elle fit déposer à la Chambre, fin de protester contre la décision prise par le gouvernement et présente les arguments suivants :

Le gouvernement pense que le seul moyen d'arriver à faire cesser l'élévation de la température et les courants d'air insupportables qui régnent dans la grande salle de l'Odéon serait d'adopter l'éclairage électrique. Il importe pour la Société soussignée que son gaz soit consommé pour l'éclairage dans la salle ou qu'il soit employé à actionner les moteurs alors indisponibles pour obtenir l'électricité, mais il lui semble que, dans l'intérêt de la salle même, qui est la propriété de l'Etat, il serait prudent d'assurer de plus près la bien fondé des affirmations annoncées.

Nous croyons pouvoir affirmer que le projet qui a été soumis à la Chambre, et pour l'exécution duquel un crédit vient d'être voté, n'a pas été étudié sous toutes les faces, et nous nous promettions de vous donner la preuve qu'il est possible de re-

réduire aux inconvenients que l'on se propose de combattre d'une manière differente et bien moins coûteuse.

Nous n'ignorons pas que, pendant les concerts, la température s'élève, dans la grande salle de l'Odéon, à un degré insupportable, et qu'il faut absolument y remédier. Mais cette élévation provient de deux causes : des bacs de gaz, en partie, et de la toute entassée dans les galeries.

On a dit tout de suite que c'est l'éclairage au gaz qui occasionne cette chaleur. Si vous supprimez cet éclairage et que vous le remplacez par l'électricité, vous n'auriez évidemment qu'à déduire la chaleur produite par la combustion du gaz, mais vous n'en aurez pas moins cette d'une salle complète.

La substitution de l'éclairage électrique, en ce qui concerne la température, n'est donc qu'une demi-mesure et une réforme incomplète.

La même observation s'applique au sujet de l'odeur carbonique produite par les bacs de gaz et par le public.

Si l'on désire une réforme véritable il faut joindre à l'éclairage électrique une bonne ventilation.

Mais ce même résultat peut être obtenu tout en conservant l'éclairage au gaz, en

soyant soin de donner à la ventilation les proportions convenables.

Si l'Odéon est construit sur un emplace-  
ment isolé de trois côtés, et on n'éprouve  
par conséquent, aucune difficulté à y amener  
les air et l'air du dehors.

Il faut aussi obtenir qu'on trouve l'air  
sait tempérée, et que l'on peut résister à l'  
effet d'une installation de chauffage per-  
fectionnée. Les nombreuses corniches et  
les recouins vides que présente la salle de l'  
Odéon permettront d'ailleurs une bonne ré-  
partition de cet air. Il faut, enfin, une  
disposition qui permette de recueillir et  
d'éloigner l'air vicié ; cela se conçoit, sans  
autre explication.

Dans la salle de l'Odéon, des ouvertures  
existent déjà dans le plafond, où, on y s-  
adaptant des brûleurs à gaz, on obtiendrait  
un effet d'air, et le courant serait assuré  
au dehors par des ventilateurs. Par ces  
dispositions, il sera donc facile de donner  
à cette grande salle une ventilation qui ré-  
pondra à tous les besoins.

Pour ne pas nous rapporter à notre seul  
jugement, nous nous sommes adressés à  
la maison D. Gruyé, de Berlin, universel-  
lement connue par ses installations de ven-  
tilation. Trois théâtres de Berlin, également  
suggerés, sont dans des conditions hygiéniques  
excellentes. Elle a, de même, obtenu le premier

prix au concours pour la ventilation et le chauffage du Musée d'histoire naturelle.

Cette maison approuve entièrement notre projet et nous a donné la somme approximative des dépenses, qui s'élèvent à 85,000<sup>f</sup> soit 18,750<sup>f</sup> pour la ventilation et le chauffage et 6,250<sup>f</sup> pour les brûleurs solaires (sunnibronner) et l'évacuation de l'air vicié.

Il n'est malheureusement pas facile, vu l'urgence, d'établir un devis complet, mais en admettant que l'estimation première soit dépassée de 8,450<sup>f</sup>, il n'en résulterait pas moins encore une économie de 33,850<sup>f</sup>, c'est à dire de la moitié de la somme allouée par la Chambre pour l'installation de l'éclairage électrique seul.

En comparant les deux projets, on voit donc que l'installation de la lampe électrique donnera :

1<sup>o</sup> Un supplément de dépenses d'organisation de 33,850 francs.

2<sup>o</sup> Une dépense journalière plus élevée pour le service de l'éclairage.

3<sup>o</sup> La mise en fonctionnement du système actuel de chauffage nécessitera des étoffes.

Tandis qu'avec l'éclairage au gaz et la ventilation combinées, on aura :

1<sup>o</sup> Une économie d'environ 33,850 francs sur l'installation.

2<sup>o</sup> Une dépense journalière moindre.

3<sup>e</sup> En plus, des appareils d'absorption et de ventilation, une organisation convenable pour le chauffage de l'air.

Ces motifs sont certes assez puissants pour nous permettre d'insister pour l'adoption de notre projet et pour demander que la question soit examinée de nouveau.

La Société du gaz est prête :

1<sup>o</sup> À donner un projet détaillé des travaux, à les exécuter et à mettre le tout en bon fonctionnement ;

2<sup>o</sup> À prouver que, pendant une représentation, avec cette combinaison, la température de la salle de l'Odéon ne dépasse pas celle de la salle royale de la Cour, qui est assurée à l'électricité, et qui ne dépasse pas, d'après M. le Professeur Rank, de 7° 7 la température extérieure ;

3<sup>o</sup> À exécuter à ses frais toutes les transformations qui entraînent une dépense supérieure au chiffre prévu de 33,750 francs.

La Diète (Landtag) repoussa le crédit voté par la Chambre de 67,500 francs pour l'installation des appareils d'absorption électrique à l'Odéon, par ce refus la petition de la Société du gaz fut renvoyée aussi annulée.

Dans cette situation, la Société du gaz se décida à faire un sacrifice, et après avoir reçu du ministère de l'intérieur l'autorisation de

pourvoir soumettre un projet complet, où il en proposait l'exécution à son compte, ne laissant à la charge de l'Etat que les travaux de construction. Dans ce projet figurait le clovis de la maison B. Crowe, de Berlin ; deux chaudières à vapeur verticales à circulation, avec toutes leurs accessoires ; un appareil de chauffage par le vapour, avec nervures en fonte, présentant une surface de chauffe de 435 mètres carrés ; les appareils nécessaires comme régulateurs, ayillages et encadrements pour les ouvertures ; huit appareils et l'ձsirage dit soleil, avec leurs tuyaux de tirage, un moteur à gaz de la force de quatre chevaux et un ventilateur.

La dépense pour ces fournitures s'élevait à 32,500 francs et les travaux de construction atteignaient 12,815 francs.

Le 30 Juillet 1886, un traité fut signé d'un commun accord entre la direction royale et la Compagnie du gaz. Le délai fixé pour l'exécution de ces travaux était de 60 jours, avec facilité de se servir de la salle pendant ce temps. On termina dans le délai prescrit.

Les planches I et II indiquent les travaux exécutés.

Tes coupes sont au nombre de trois ; l'une donne la ventilation, l'autre le chauffage et la troisième l'ձsirage.

Si nous nous représentons la salle, c'est-à-dire abondante de spectateurs, au moment d'une représentation, nous voyons quel'air chaud et vicieux sera appellé à l'extérieur par les brûleurs solaires, tandis que l'air pur et tempéré entrera par les ouvertures ménagées à cet effet. Il va sans dire que le volume d'air pur introduit devra être égal au volume d'air vicieux évacué; on devra en outre veiller à ce que :

- 1<sup>o</sup> L'air introduit soit tempéré en hiver;
- 2<sup>o</sup> Que les orifices d'évacuation soient disposés de manière à ne pas occasionner de courants d'air;
- 3<sup>o</sup> Que les refoulements d'air occasionnés par l'ouverture des portes soient évités;
- 4<sup>o</sup> Que l'air extérieur puisse être introduit pendant l'été.

Les dimensions des orifices et des conduits d'air devront être telles que l'air de la salle se trouve renouvelé 4 à 5 fois, ce qui donnait un cube de 40 à 50,000 mètres d'air à déplacer.

La disposition à donner aux conduits dépendait nécessairement de la disposition de la salle. Les murs qui l'encloquent forment un rectangle de 36 m 60 de long sur 22 mètres de largeur à la partie sud. La séparation de l'orchestre forme un demi-cercle qui mesurait 16 mètres de

diamètre et derrière celle-ci regnent deux  
écoutiers tournants qui vont du sol jusqu'au  
toit. Il reste ainsi une chambre de 2 mètres  
de largeur derrière l'orchestre, sur toute sa  
longueur, et celle-ci est recouverte par la  
galerie.

La hauteur du parterre à la galerie est  
d'environ 8<sup>m</sup>50 et celle de la salle soustraite  
au fond de 15 mètres, le rez de chaussée se  
trouve à 7 mètres environ au-dessus du ni-  
veau du terrain.

Le sol de la salle repose sur un plancher  
vuillé; transversalement il existe un passa-  
ge, et la partie nord du sous-sol a été  
couverte à l'anglaise comme chapelle. La par-  
tie située au sud sort de mezzanine pour les  
décora. Un couloir regne autour du sous-  
sol et correspond par un écoutier à la salle  
et à la galerie. Les recevins se trouvent der-  
rière l'orchestre et sont bien à recevoir  
les conduites verticales nécessaires; les  
autres ont été reportées le long des côtés lon-  
gitudinaux de la salle. Les uritices de ven-  
tilation se trouvent donc situées comme  
suit:

Deux ouvertures de chacune 0<sup>m</sup>90 en-  
dans le plancher sont percées dans les  
murs longitudinaux; deux autres, au-  
dessus de l'orchestre de chacune 0<sup>m</sup>270.

Six ouvertures de 0<sup>m</sup> 20 abouleasant à la galerie ont été percées dans la séparation intérieure et huit autres autour de l'orchestre, formant demi-cercle. Ces ouvertures ont été taillées un peu obliquement vers le haut, pour tracer à l'air la direction qu'il doit suivre : autour des l'orchestres, les ouvertures ont pu être ménagées dans des niches recevant les bustes des compositeurs. Toutes ces ouvertures présentent ensemble une surface de 9<sup>m</sup> 2 environ et prennent naissance dans le couloir en gous-sol régnant tout autour du bâtiment et qui n'a été jamais été utilisé. Ce couloir se trouve divisé en trois parties formant de véritable chambres de chauffe.

On a suivi construit intérieurement dans le bâtiment, et parallèlement à ce couloir, une muraille s'élevant jusqu'à la voûte et formant un espace d'aménage de 1 mètres de largeur sur 5 mètres de hauteur, à sa naissance, et réduisant à 1<sup>m</sup> 5 sur 2 mètres à son extrémité. L'air entre dans ce espace par l'extrémité dominant sur le passage, passe par les ouvertures le faisant communiquer avec les chambres de chauffe et se reporte de là dans les conduits verticaux de ventilation qui le mène à l'intérieur de la salle. Pour faciliter le déplacement de l'air, on a placé à

l'entrée un ventilateur de 1<sup>m</sup> 5 de diamètre, actionné par un moteur à gaz de force de quatre chevaux, et qui donne avec une vitesse de 300 à 350 tours à la minute un volume de 30 à 50,000 mètres cubes d'air.

Le local occupé par le moteur est isolé par un mur, qui abrite en même temps les générateurs. Le chauffage se fait par la vapeur. Pour échauffer l'air rotatif par le ventilateur, il existe des tuyaux à ailettes en fonte de fer, au nombre de 152, présentant une surface de 608<sup>m</sup>², et qui sont fixés dans les chambres de chauffe. Ces tuyaux forment huit groupes, dont 6 de 20 et 2 de 16, dans lesquels la vapeur entre par le haut, pendant que l'eau condensée retourne vers les chaudières.

La vapeur est produite dans deux chaudières à circulation de construction similaire, sous une pression ne dépassant pas une demi-atmosphère.

La surface de chauffe de chaque chaudière est de 21<sup>m</sup> 5. Il existe un robinet à soufflage de sûreté soudé à un tuyau de 80 mill. de diamètre et de 5 mètres de hauteur. L'eau pouvant, sous une pression anormale, dépasser ce tuyau, une disposition la ramène de nouveau à la

chaudière.

En ce qui concerne l'éclairage de la salle le programme suivant aurait été arrêté :

Obtenir dans toute la salle une lumière fixe, d'une intensité suffisante, tout en ne fatiguant pas les yeux des spectateurs, et disposée de manière à se prêter à l'ensemble de la décoration de la salle. Enfin enlever tout l'air vicié par la combustion du gaz au fur et à mesure de sa production.

Pour réaliser ces conditions, les brûleurs solvits étaient indispensables. L'architecte du plafond exigeait que ces brûleurs fussent au nombre de huit. Ils se composent chacun de 115 petites flammes réparties sur un cercle de 60 centimètres de diamètre et groupées par 5 bacs piqués sur de petits culots, distancés de contre en centre de 50 millimètres. Ils descendent à 1"50 en contre bas du plafond. Pour préserver le plafond de la chaleur des bacs, on a posé au dessus de chaque appareil un réflecteur conique double en tôle ondillée, muni d'une cheminée qui vient rejoindre un tuyau de ventilation communiquant avec l'extérieur. L'air vicié de la salle est appellé par ces tuyaux et emporté, par de nombreux jours percés dans le plafond tout autour, des cheminées.

entière de l'instrument de dismôtre, piquées sur ce plateau.

Tes cheminées de ventilation s'élèvent de 1 mètre environ au-dessus du toit et sont munies, à leurs extrémités, de chapeau en fer blanc afin de les protéger contre la pluie et contre le vent. Une trappe mise en mouvement de la galerie par un fil de fer, peut être plus ou moins ouverte, selon les besoins.

Tes appareils de chauffage ont été disposés de manière à ce qu'ils puissent chauffer la salle avant l'allumage des lustres.

Voici du reste le mode de fonctionnement de l'ensemble du système.

Tes chaudières étant allumées et en pression, on ouvre le robinet qui conduit la vapeur dans toutes les chambres de chauffe et en même temps les deux portes donnant dans l'orchestre. Si le froid de la salle se dirige alors vers les chambres de chauffe, où il se tempère et suit les conduits vertueux qui le ramènent dans la salle. On laisse cette circulation se produire jusqu'à ce qu'on ait obtenu  $12^{\circ}$ ; alors on ferme les deux portes donnant sur l'orchestre et l'on ouvre la porte en tête du couloir formant canal, contenant le ventilateur, et l'on refoule l'air extérieur dans la chambre de chauffe, jusqu'à ce qu'on ait obtenu dans la salle la température voulue.

l'opération du chauffage de la salle demande de 3 à 8 heures selon la température extérieure.

Environs une demi-heure avant l'ouverture de la salle, on allume les lustres en ne leur donnant que de petites flammes jusqu'à l'arrivée des spectateurs. On ouvre alors les lustres en grand, et en même temps les clots des tuyaux de ventilation.

En été et par les soirées chaudes, on peut ne pas chauffer l'air et on renouvelle l'air à la température extérieure en quantité suffisante pour maintenir la température de la salle constante.

Les premiers essais de cette nouvelle organisation ont été faits les 28 et 29 octobre 1886.

Il a été procédé par M. M. les conseillers, Dr. Potent-Roffer et Dr. Renk, directeurs de l'Institut Royal d'hygiène, accompagnés de leurs assistants, à des expériences pour déterminer les volumes d'air introduits et la température de la salle et de la graderie, pendant que M. le Dr. Voit déterminait le mode de répartition de la lumière. Nous allons exposer successivement le détail de ces expériences.

Expériences sur la ventilation  
par l'appel des brûleurs et par la  
ventilateur

---

Tes expériences exécutées par M. le docteur Rank, privat docteur, relativement à la ventilation, soit sans l'action soute des brûleurs, soit avec l'aide du ventilateur, peuvent être résumées comme suit :

Le volume d'air introduit dans la salle varie selon les organes mentionnés et que nous avons déjà décrits :

1<sup>o</sup> Les brûleurs utilisés procèdent de deux manières au point de vue de la ventilation. Par le volume d'air qu'ils consomment pour la combustion du gaz et par le volume d'air qu'ils appellent par l'espace annulaire existant autour de la cheminée des gaz brûlés. En fermant le clapet obstruant l'espace annulaire, on réduit la ventilation au volume d'air nécessaire à la combustion, avec un petit supplément pour l'air entraîné en excès.

2<sup>o</sup> La sévérité du déplacement de l'air dans la salle dépend de son excès de température sur l'atmosphère extérieure. Le chauffage probable de l'air admis

dans la salle secrerit donc la ventilation.

3<sup>e</sup> Le troisième organe de ventilation est enfin le ventilateur mis par un moteur à gaz, qui renvoie l'air dans la salle et qui vient ainsi en aide à l'aspiration.

Ces trois modes de ventilation ont été expérimentés le 28 octobre 1886. Tous huit appareils - soleils étant allumés - les clapets d'appel ouverts, la température de l'intérieur de la salle dépasse celle du dehors sans aucun chauffage préalable de l'air admis; le ventilateur fut ensuite mis en mouvement.

On a procédé dans les deux cas à la détermination de la vitesse de l'air en appliquant des anémomètres à toutes les ouvertures de ventilation, savoir: 32 dans la salle et 6 dans la gastrerie, afin d'obtenir le volume d'air introduit à l'heure dans la salle.

On a ainsi trouvé:

A. Sans ventilateur

Volume d'air introduit dans

la salle ..... 14,292 m<sup>3</sup> par h

Volume d'air introduit dans

la gastrerie ..... 12,024

---

Total ... 26,316 m<sup>3</sup> par h

---

## B. Avec le ventilateur.

Volume d'air introduit dans la salle . . . . .	18 504 m <sup>3</sup>
Volume d'air introduit dans la galerie . . . . .	81312
Total	39 816 m <sup>3</sup> par h.

On voit donc qu'avec le ventilateur, il est possible d'augmenter le volume d'air introduit de 50 %.

Les vitesses prises par l'air aux diverses entrées sont indiquées dans les figures 52 et 53 en mètres et par seconde, avec la position de ces entrées dans la salle.

Les chiffres les plus rapprochés du bord donnent les vitesses sous la seule action des brûleurs solaires et les chiffres placés plus en dedans se rapportent aux vitesses sous la double action des brûleurs et du ventilateur.

On remarquera que lorsque les brûleurs agissent seuls, les volumes d'air entrant dans la salle sont plus grands à gauche des spectateurs, soit à l'est de la salle, qu'à droite, et que lorsque le ventilateur fonctionne en même temps, c'est l'inverse qui se produit et les volumes d'air sont alors plus élevés à droite des spectateurs, c'est à dire à l'ouest de la salle.

Au même moment les ondes ou-

• ouvertures de droite ont donné : 6° 73 " et les ouvertures de la gallerie ont donné :

At a Glance . . . . . \$<sup>m</sup>00 "

*A. claviger* . . . . . 0°33

Par contre au moment où le ventilateur a été mis en mouvement, les vitesses moyennes sont élevées :

Salle, ouvert. de gauche 1"04 par seconde

" 600 eleventh 1"53 "

Galerie, ouvert. de gauche 093

" *clo clovite* 1<sup>m</sup>33

Le ventilateur refoule l'air avec une grande vitesse dans un couloir en forme de fer à cheval. Cette vitesse empêche l'air de monter dans les tuyaux desservant la partie gauche de la salle : il en résulte une dépression dans les conduits d'air verticaux les plus éloignés, de la salle et de la galerie, ainsi que nous l'avons constaté expérimentalement.

La vitesse dans la dernière ouverture de la salle, à gauche, était :

Sans ventilateur . . . . . 1<sup>er</sup>

Aug 11 1900

Dans l'avant-dernière ouverture, la vitesse était :

Sans ventilateur . . . . . 1" 2

Avec ventilateur . . . . . 1" 1

Dans l'ouverture du fond de la cage, la vitesse était :

Sans ventilateur . . . . . 1" 9

Avec ventilateur . . . . . 1" 0

Du côté droit, au même moment, les vitesses étaient :

Dernière ouvert. sans ventilation 0" 7

" " avec " " 1" 5

Avant dernière ouverture :

Sans ventilateur . . . . . 0" 9

Avec " " . . . . . 1" 3

À la cage, dernière ouverture :

Sans ventilateur . . . . . 0" 14

Avec " " . . . . . 1" 1

En opérant de cette manière, on a trouvé le chiffre de  $40,000^{\text{m}^3}$  pour le volume d'air introduit, à l'heure, dans la salle. Il était bon de savoir si ce chiffre était bien le volume maximum de l'air introduit. L'examen a démontré que chaque fois que les portes s'ouvraient, il se produisait un courant d'air lorsque les espaces voisins communiquaient avec l'escalier principal.

On a même trouvé que la vitesse de l'air, lorsque les portes n'étaient ouvertes qu'en quart,

y était plus forte qu'aux ouvertures de ventilation; ainsi, on a constaté 1"5 et 1"8 par seconde pour la vitesse à ces portes, lorsque les bouches à droite ne dépassaient que 1 mètre et 1"5. Cette différence s'explique par le frottement que l'air éprouve dans son passage à travers les conduites débouchant aux ouvertures de ventilation. Ces bacs solaires fissions donc à l'air de la salle un volume d'air supérieur à celui entrant par les orifices de ventilation.

Pour déterminer le volume d'air exactement émis par les bacs solaires, on a appliqué les anémomètres, le 5 Novembre 1886, à l'embouchure des cheminées d'évacuation débouchant sur le toit. Les cheminées présentent, en coupe horizontale, deux types; quatre étaient rectangulaires et quatre circulaires. On a opéré sur une cheminée de chaque type. Voici les résultats :

Avec les espèces ouvertes et les robinets des brûleurs ouverts à moitié, les quatre cheminées circulaires ont débité

à l'heure .....  $13,734 \text{ m}^3$

Dans les mêmes conditions, les quatre cheminées rectangulaires ont débité

.....  $14,888 \text{ m}^3$

Total  $28,622 \text{ m}^3$

Fig. 52.

Salle.

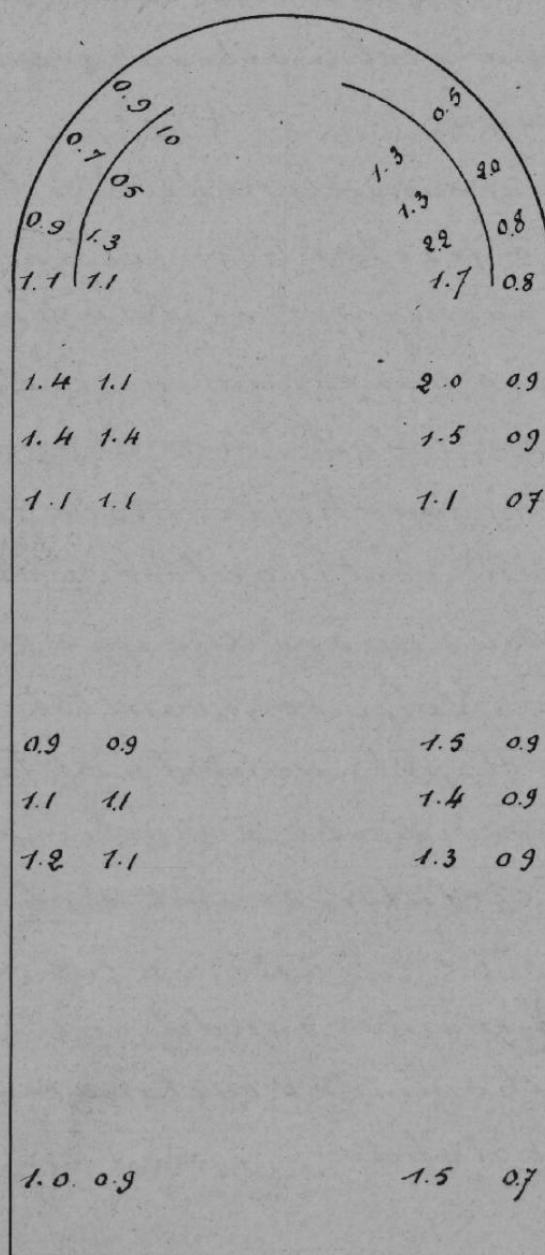
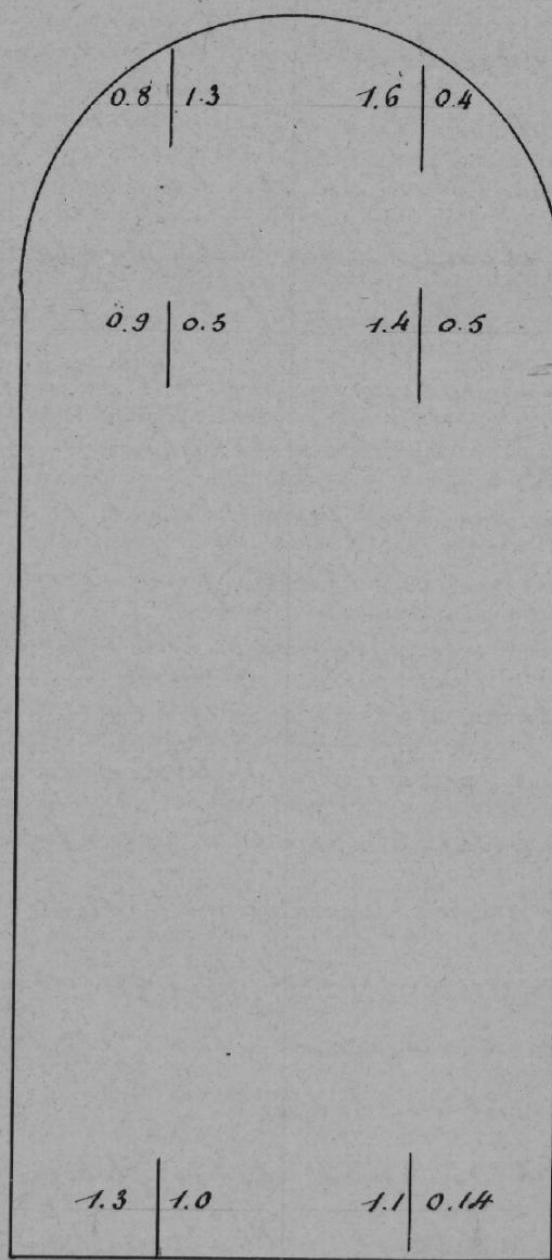


Fig. 53  
Galerie

Avant les bacs ouverts en plein, les quatre	
cheminées circulaires ont débité à l'heure	
.....	$17,690 \text{ m}^3$
Et quatre cheminées rectan-	
-gulaires .....	$19,016 \text{ m}^3$
	<hr/>
	$En total .. 36,706 \text{ m}^3$
	<hr/>

Cette dernière quantité peut être considérée comme représentant le volume qui était évacué dans les expériences du 28 Octobre sur la ventilation de la salle

Il entrait dans la salle, par les ouvertures de ventilation (le ventilateur ne fonctionnant pas) un volume de  $26,316 \text{ m}^3$ , alors que les quantités suscédées étaient de  $36,706 \text{ m}^3$ . La différence qui ne pénétrait pas par les conduits de ventilation, parvenait du dehors par les portes, les parois, le plancher et diverses autres causes analogues.

Cette plus-value de l'air évacué sur le volume introduit existe également avec les clapets formés aux bacs solaires, mais en moins grande quantité, comme nous nous pu nous en convaincre, lors des premiers concerts qui ont eu lieu.

Pendant l'arrivée du public, les clapets sont fermés et toutes les portes de la salle sont ouvertes; les espaces adjacents communiquent par des portes ouvertes sur

les oscillations principales du bâtiment, et parveux-ci de nouveau avec l'extérieur. Il se produisait alors un fort courant d'air, qu'on pouvait éviter, dans ce cas on mettant en mouvement le ventilateur. Celui-ci suffisait pour renouveler le supplément d'air appelé par les brûleurs solaires et pour empêcher l'action des portes et autres ouvertures; l'équilibre était établi entre la quantité d'air introduite dans la salle et la quantité d'air évacuée.

Par contre, ceci n'est plus possible lors que les clapets des brûleurs solaires sont ouverts, ce qui a lieu pendant les concerts. Pour ce motif, il n'était pas possible, pendant les concerts du 1<sup>er</sup> au 10 Novembre, d'ouvrir les portes sans établir un fort courant d'air, et, dans les expériences du 8 octobre, on a trouvé qu'il existait encore une vitesse de 1'5 par seconde pour le courant d'air passant par les portes ouvertes, bien que le ventilateur fut en mouvement.

On conclut de ces observations que l'appel d'air effectué par les brûleurs solaires, les clapets étant ouverts, est le plus puissant des trois facteurs qui influent sur la ventilation, et que pour obtenir le renouvellement de l'air, ces brûleurs sont indispensables.

Il reste encore à savoir si le volume de  $36,706 \text{ m}^3$  d'air suivi par les brûleurs solaires constitue bien le maximum qu'il sera possible d'obtenir de l'installation dans son atelier ?

Nous pensons que non.

A plusieurs reprises on a signalé l'effet que produit le ventilateur etanne pour douter qu'avec son concours le volume d'air suivi ne puisse être augmenté. On ne peut toutefois admettre que l'accroissement du volume d'air suivi sera proportionnel à l'augmentation du volume d'air refoulé par le ventilateur. Des expériences faites à l'Institut hygiénique tendent à le démontrer.

Suivant différentes expériences exécutées par M. le Dr. Bonten sur la ventilation dans le grand amphithéâtre de cet Institut, il s'est produit deux cas seulement dans lesquels l'accroissement de l'air suivi a suivi l'accroissement de l'air refoulé.

La moyenne des trois expériences exécutées le 22 Décembre 1883, a donné les résultats suivants :

Le ventilateur étant mis en mouvement et donnant 480 tours par minute, le volume d'air refoulé se trouva être de  $4617 \text{ m}^3$  et le volume d'air suivi de  $3985 \text{ m}^3$ , lorsque le nombre de tours du ventilateur fut porté

à 780 par minute, le volume d'air refoulé s'élève à 5645 m<sup>3</sup> et le volume d'air évacué à 4356 m<sup>3</sup>. Ainsi, pendant que la quantité refoulée s'augmentait de 20%, la quantité évacuée ne s'élèveait que de 11%.

On ne peut guère se livrer, dans l'absolu, à des expériences, à des évaluations sur l'accroissement du volume que la quantité d'air refoulée par le ventilateur, dans la salle de l'Odéon, peut donner au débit de l'air évacué, mais on peut très bien admettre qu'elle exerce sur ce volume une influence notable et que l'achissement de l'air aidant, le débit de l'air évacué, puisse s'élever au chiffre prévu de 54400 m<sup>3</sup> tout au moins en hiver.

### Détermination de la température

Tes opérations décrites ci-dessous s'appliquent à des salles cumbles. Le 29 octobre dernier, 1650 personnes environ se trouvaient dans la salle de l'Odéon et étaient réparties : 400 dans la galerie et 1250 dans le reste de la salle. On procéda à la mesure de la température dans 22 endroits différents, de demi-heure en demi-heure; onze thermomètres étaient placés dans la salle et onze dans la galerie.

Les températures indiquées par ces thermomètres ont été inscrites sur les graphiques de la salle N° 54 et 55 avec la position occupée par ces instruments.

Les chiffres à gauche du trait vertical suivant les deux groupes de chiffres donnent les relevés de demi-heure en demi-heure, suivant l'arrivée des spectateurs. Les chiffres à droite donnent les relevés aux mêmes intervalles de temps, les spectateurs étant entrés.

La température s'élève, en moyenne, pendant la séance de  $1^{\text{h}}\frac{1}{2}$  :

Dans la salle de . . . . .  $3^{\circ}72$

Dans la galerie de . . . . .  $4^{\circ}05$

Le renouvellement de l'air dans la salle n'était obtenu que par l'action des bœufs soleils et par la différence de température entre l'atmosphère de la salle et l'atmosphère extérieure. L'air introduit n'obtient pas échappé préablement, de sorte qu'il retombait vers le parquet de la salle et produisait un courant d'air qui rentrait aussi dans les galeries. C'est pour ne pas augmenter cet effet que le ventilateur n'a pas été mis en mouvement. La température était alors partout au-dessus de  $20^{\circ}$ , et très sensiblement égale horizontalement et verticalement.

Ce jour-là, la température moyenne à 4<sup>h</sup> 1/2 du soir, avant la représentation, fut, dans la salle, de 15° 9/5 et, dans la galerie, de 16° 7/8. Après la représentation, à 7<sup>h</sup> 1/2, celle moyenne fut de 21° 4 dans la salle et de 22° 3 dans la galerie.

La différence entre la température de la salle et celle de la galerie n'était donc que de 1°, et ce même écart fut seul constaté pendant les concerts des 9 et 10 novembre; il mérite d'être signalé, car il indique l'efficacité de la ventilation et la bonne représentation de l'air frais.

L'élévation de la température dans la salle, au-dessus de la moyenne (20°), ne diffère que de 2 à 3°, ce qui ne pourrait être qualifié d'une hausse insupportable. Nous avons même observé ce jour et pendant les concerts des 9<sup>er</sup> et 10 Novembre que les dames se servaient pour leurs éventails, et, au contraire, nous avons vu quelques personnes s'envelopper et s'entourer le gorgé de foulards, pour se préserver du courant d'air, bien qu'il y ait une température de 23°. On remérite à la suite à cet inconvénient.

#### Dosage de l'acide carbonique

Le composé indiquant le plus sûrement le degré de vicissitude de l'atmosphère dans

Fig. 54

Selle

I	II		I	II
16.0	17.2		16.0	17.5
16.0	19.6		16.1	19.9
16.0	20.4		16.9	20.2
	16.0	17.7		
	16.0	19.8		
	16.7	20.8		
16.0	17.2		16.0	17.7
16.0	19.9		16.0	20.2
16.4	20.8		16.6	21.2
	16.2	17.7		
	16.1	21.0		
	16.7	22.8		
15.8	17.2		15.7	16.8
16.0	20.0		15.8	19.6
16.1	20.6		16.1	21.4
	16.2	17.8		
	16.3	20.6		
	16.8	21.8		
15.8	17.4		15.8	17.0
15.8	20.2		15.8	20.4
16.1	20.8		16.3	21.3

Fig. 55  
Galerie

		I	II			I	II
		16.8	18.2			16.6	19.2
		16.8	21.0			17.6	22.3
		17.2	23.2			17.7	23.3
						17.0	18.8
						17.2	22.2
						17.7	23.0
		17.1		18.2		17.0	18.3
		16.8		20.7		17.1	21.6
		15.8		22.8		18.0	23.0
						16.4	18.1
						16.6	21.8
						16.8	21.2
		17.0		17.9		16.8	18.2
		16.8		20.2		17.0	19.9
		17.1		21.7		17.3	21.0
						16.8	18.3
		16.8		21.2		16.7	18.2
		16.9		21.6		16.6	20.2
						16.9	22.3

les lieux de réunion est l'acide carbonique, aussi avons-nous procédé à son dosage exact dans la salle de l'Odéon, les 28 et 29 octobre.

Dès le premier jour, nous étâmes résolus la question de savoir si les produits de la combustion des brûleurs-soleils pouvoient se diffuser dans l'atmosphère de la salle. Nos expériences démontrent qu'il n'en est rien.

Ainsi, un premier dosage de l'acide carbonique, après deux heures d'éclairage, indiquait que cet acide était dans la proportion de 0,78 p. 0/00 d'air, dans la salle et de 0,66 p. 0/00 dans la galerie.

Si l'aération avait été produite pendant ce temps par les brûleurs seuls, on notant en mouvement le ventilateur pendant une heure l'acide carbonique tombait alors dans la proportion de 0,68 p. 0/00, dans la salle et de 0,48 p. 0/00 dans la galerie.

Ces résultats furent obtenus malgré la présence d'une vingtaine de personnes dans la salle, et démontrent bien que son atmosphère ne peut être souillée par les produits de la combustion du système d'éclairage.

Le 29 octobre auront lieu les expériences destinées à déterminer le degré de vicissitude que peut atteindre l'atmosphère, la salle

étaient comblé et le système de ventilation fonctionnait.

Les prises d'essai furent effectuées en six points différents dans la salle et en cinq points dans la galerie. Quatre des résultats constatés ont dû être rejetés.

Les quantités trouvées ont été inscrites par groupes de trois sur les graphiques de la salle, fig. 56 et 57, avec la position occupée par les points de prélèvements, dans la salle et dans la galerie. Les premiers chiffres donnent l'acide carbonique trouvé pour 1,000 volumes d'air, la salle étant vide. Les deuxièmes et troisièmes chiffres donnent ces quantités après trois quarts d'heure et après une heure trois quarts, la salle étant pleine.

La teneur moyenne en acide carbonique était à  $4^h \frac{1}{2}$  du soir :

Dans la salle . . . . 0.64 %

Dans la galerie . . . . 0.85 %

à  $5^h \frac{1}{2}$  on ouvrit les portes, et il entra 1630 personnes.

à  $6^h \frac{1}{2}$  la teneur en acide carbonique était :

Dans la salle . . . . 1.79 %

Dans la galerie . . . . 1.61 %

à  $7^h \frac{1}{2}$  la teneur en acide carbonique était :

Dans la salle . . . . 1.83 %

Dans la galerie . . . . 1.63 %

Ces chiffres sont la moyenne des quantités

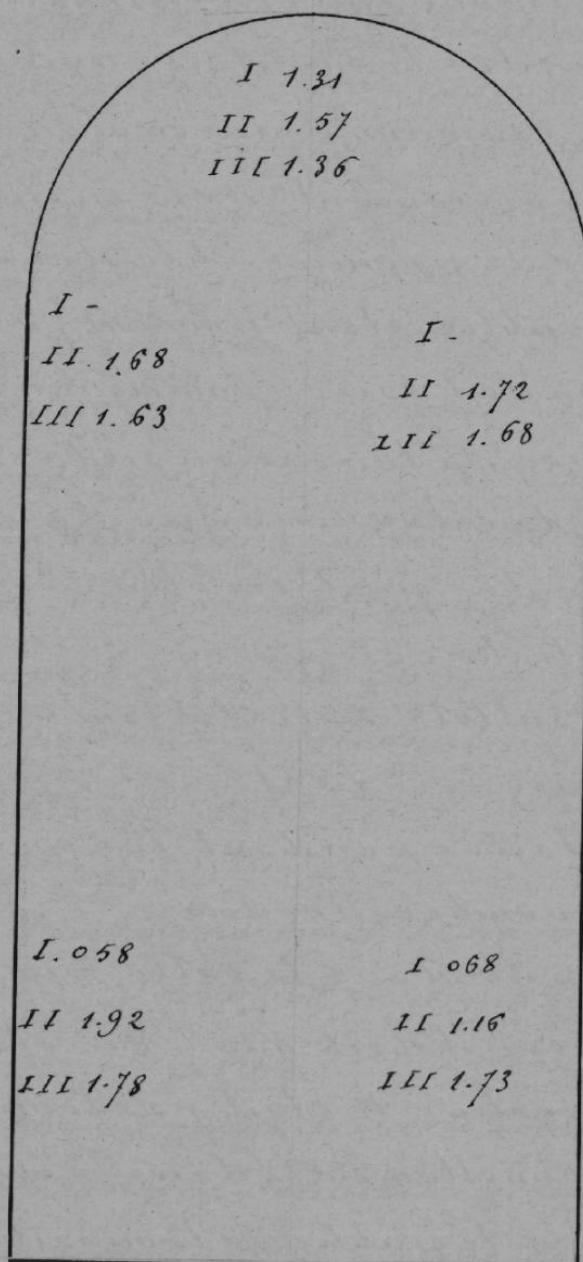
FrS-56

Salle

I -	
II 1.50	I 0.75
III 1.42	II 2.09
I 0.63	
II 1.88	III 1.64
III 2.33	
I -	
II 1.63	I 0.65
III 2.04	II 2.04
III 1.80	III 1.76

Fig. 57

Galerie



trouvées sur onze points d'observation.

On peut déduire de ces expériences deux conclusions importantes :

1<sup>o</sup> La teneur de l'atmosphère de la salle en acide carbonique n'atteint jamais qu'une valeur insignifiante, 1<sup>o</sup>/<sub>100</sub> en moyenne et 2<sup>o</sup>/<sub>100</sub> comme maximum en certains points; ces quantités peuvent être parfaitement tolérées pour des tissus et réunies dans lesquels on ne séjourne que quelques heures.

2<sup>o</sup> L'accroissement de la quantité carbonique entre le premier et le deuxième dessus, le public étant présent, est insignifiant et l'on doit faire remarquer qu'il commente encore, la teneur en acide carbonique est moindre dans la galerie que dans la salle, ce qui démontre que l'aération est suffisante et bien distribuée.

À ces résultats satisfaisants fournis par les expériences, il faut encore joindre les remarques faites pendant les concerts des 1<sup>er</sup> et 10 Novembre dernier.

En entrant dans la salle vers la fin de la soirée on constatait que l'air était bon et que la température n'était pas trop élevée.

Exceptionnellement, dans la galerie, sur des points où le public se trouvait trop serré, il y avait quelques plaintes au sujet de la chaleur éprouvée, mais celle-ci n'était point

due à la température de l'atmosphère, qui n'excédait pas, même en ce lieu, 22 à 23°, mais au rayonnement des corps des spectateurs trop pressés.

On trouve encore une autre confirmation de la bonne ventilation de la salle lorsque fait que, lors des expériences du 29 Novembre, on visita introduit comme spectateurs une troupe de 1600 soldats portant avec eux l'odeur spéciale des essences et que l'atmosphère de la salle n'en fut point cependant vicieuse.

La plainte générale et le souci qui se soit fait entendre 1<sup>er</sup> et 10 Novembre, moins le 10, c'est l'existence de courants d'air dans la salle.

Le 1<sup>er</sup> Novembre on fit entrer d'abord l'air froid, et le chauffage fut commencé que vers la fin du concert; il se produisit alors une amélioration, parce que l'air chaud introduit ne retombait plus vers le sol.

Le 10 Novembre tout l'air introduit fut chauffé, de sorte que le courant se faisait bien moins sentir.

Cet inconvénient paraissait être complètement annulé en dirigeant convenablement les divers organes du système. Ainsi, il faudrait ventiler à l'air frais devant l'entrée des spectateurs et n'envoyer

ensuite que de l'air tempéré à partir du commencement de la représentation. Ceci sera, du reste, le sujet de nouvelles expériences.

Pour bien se rendre compte des bienfaits de la nouvelle organisation, il faut comparer les résultats actuellement obtenus avec ceux constatés en 1883, dans la même salle, par M. les conseillers privés : Dr Pottier-Robert et Dr L'Emmerich.

En 1883, l'atmosphère était complètement vicieuse. Dans l'espace d'une demi-heure, par l'adairage seul, la température s'élévait, dans la galerie, de  $10^{\circ}40$ . Pendant les essais du 28 octobre, comme accroissement de température n'était plus que de 1 et  $2^{\circ}$  selon les points.

En 1883, la température, pendant un concert, passait dans la salle de  $13^{\circ}4$  à  $21^{\circ}5$ , s'élévant donc de  $8^{\circ}1$ , et dans la galerie, elle passait de  $18^{\circ}8$  à  $27^{\circ}5$ , subissant un accroissement de  $9^{\circ}$ . Actuellement cet accroissement n'est plus que de 4 à  $5^{\circ}$ , comme nous l'avons vu, et il n'existe que pour l'écart entre la température de la salle et celle de la galerie.

Auparavant, on trouvait, en 1883, dans la

salle, 4,5 d'acide pour 1,000 d'air, et 5,5 pour 1,000 dans la galerie. Dans la détermination du 28 octobre dernier, on n'a trouvé, comme nous venons de le voir, que 2 p. % d'acide carbonique comme maximum et encore faut-il tenir compte de ce fait que la salle était occupée par 1600 jeunes soldats, qui produisaient certainement plus d'acide carbonique que ne l'ont fait le public ordinaire des concerts, qui se compose en majorité de dames.

Le volume d'air évacué par les uréthres supérieurs, mesuré en 1883 par M. le Dr Emanovich, était de 18,468 mètres cubes par heure. Actuellement, que les brûleurs soient y ont été disposés, l'évacuation est de 40,000 mètres cubes dans le même temps.

Nous sommes donc en droit de conclure que, surtout au point de vue de l'hygiène, la nouvelle organisation donne des résultats aux classes de toute espérance.

Essais photométriques  
Par M. le Professeur Voit

Ces essais relatifs à la puissance de l'éclairage et à la répartition de la lumière dans la salle Royste de l'océan ont été

faits à l'aide du photomètre de Wobor.

On a mesuré la lumière reçue horizontalement et verticalement.

Les intensités lumineuses ont été exprimées en bougies-mètre, c'est à dire par le nombre de bougies normales qu'il faudrait placer perpendiculairement à 1 mètre de distance pour obtenir le même éclairement que celui trouvé lors de l'expérience.

Les valeurs ainsi trouvées ont été inscrites dans les graphiques ci-dessous, de la salle et de la galerie, aux points correspondants où ont été faites les expériences.

Enfin

Fig. 58  
Selle

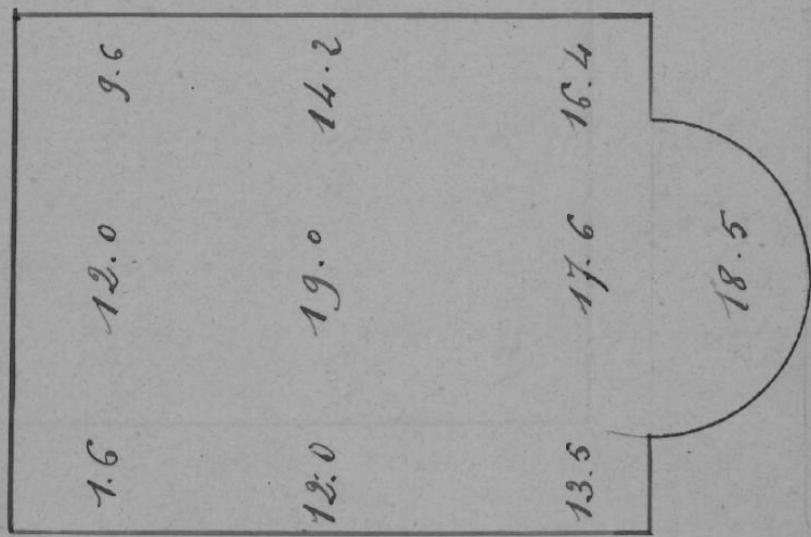


Fig. 59  
Galerie

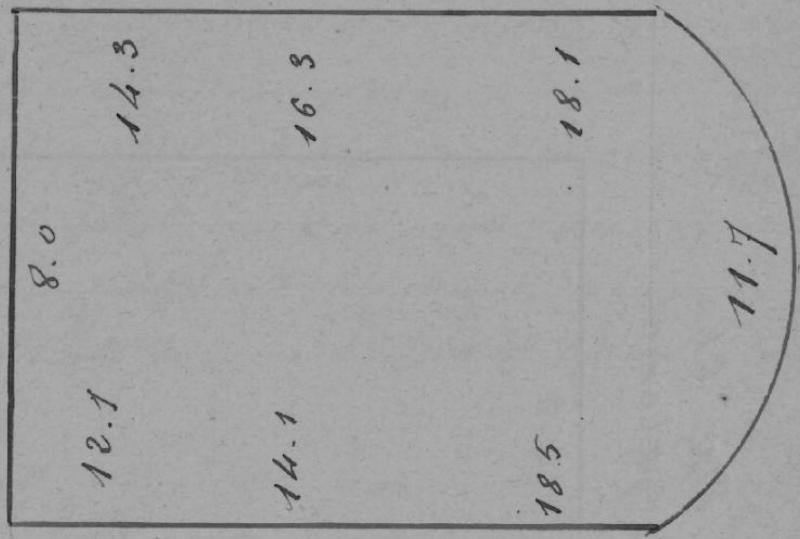


Fig. 60  
Salle

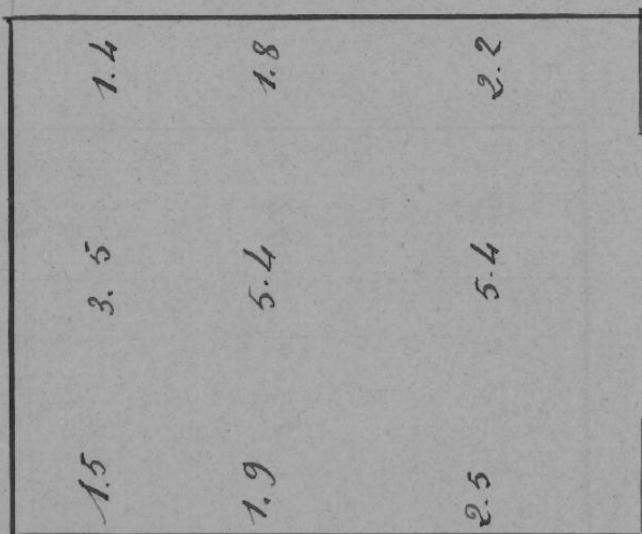
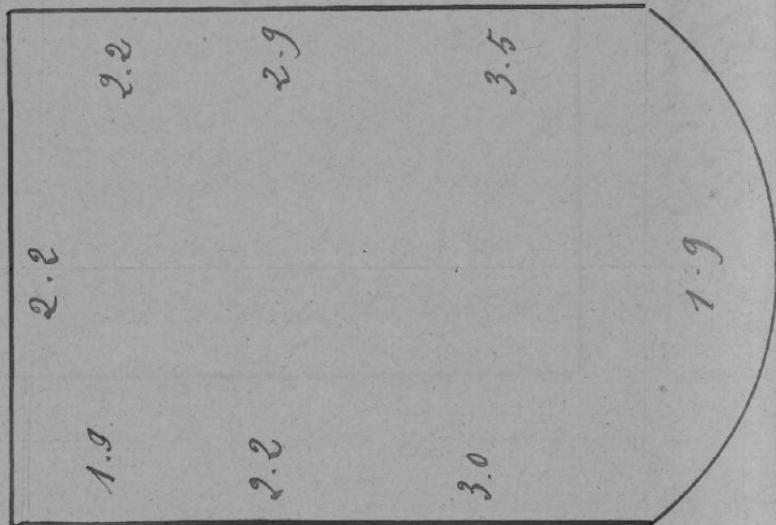


Fig. 61  
Galerie



On voit par ces essais que l'éclairage le plus faible de la salle atteint encore 7,6 bougies-mètre horizontalement, intensité bien suffisante pour permettre de lire sans difficulté. A l'estrade, cette intensité atteint 18,5 bougies. La bougie est également confortablement éclairée et possède une intensité de 8 bougies au minimum.

Il faut encore remarquer que la répartition de la lumière est bonne dans la salle et dans la galerie. Au premier abord, il paraît paradoxe surprenant de voir que l'éclairage de la galerie se trouve inférieur à celui de la salle, mais ce fait est dû à la disposition de la galerie même.

La conclusion très simple et très nette à retirer de ces expériences, c'est que l'éclairage de la Salle Royale de l'Odéon peut être considéré comme un modèle. Il eut été intéressant de tenter une comparaison avec une autre salle, comme, par exemple, avec le théâtre éclairé à l'électricité, mais on n'a pu jusqu'à présent entreprendre ces essais.

On peut se rendre compte de l'éclairage de la salle en raisonnant sur les intensités des foyers lumineux.

Supposons que les parois ne réfléchissent pas la lumière et que l'éclairage reçu provienne directement des bacs de gaz ou, même, on voit que les 115 flammes réunies au centre des 8 brûleurs - soleils sont susceptibles de développer un certain éclairage, à diverses distances, qu'on peut calculer d'après la loi de Lambert.

D'après les renseignements qui m'ont été fournis, chacun des 8 brûleurs - soleils consument en gaz 9,5 mètres cubes et chaque flamme dégageant 100 litres fournit une intensité lumineuse de 6,5 bougies.

Nous avons calculé sur ces bases les éclairages pour les mêmes points que ceux ayant servi aux expériences directes, et nous les avons portés dans les graphiques de la salle et de la gastronie ci-dessous :

Fig. 62  
Salle

Fig. 63  
Galerie

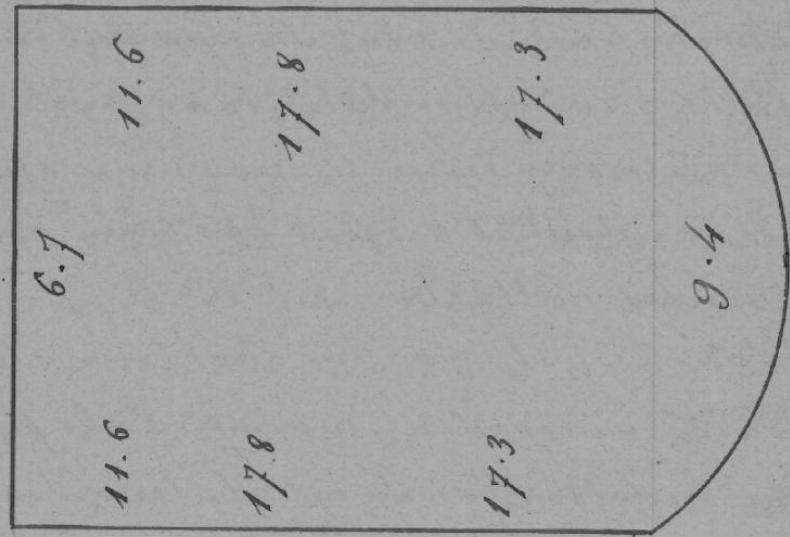
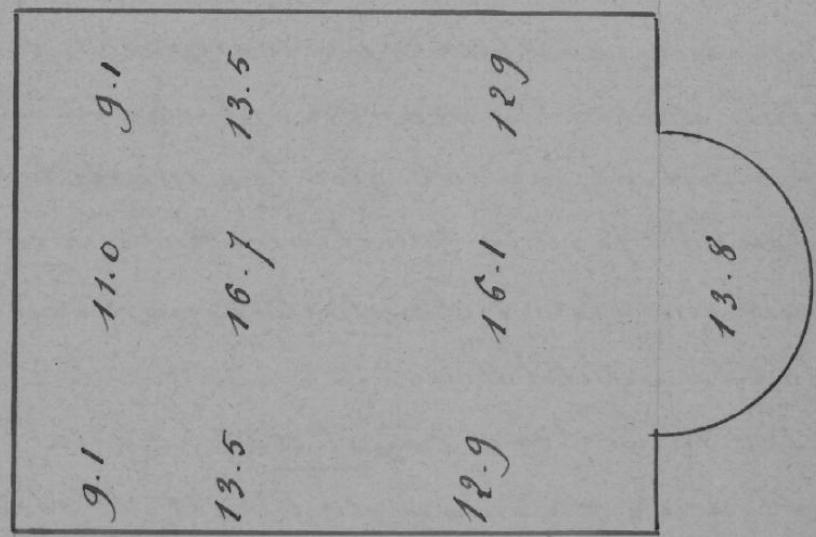


Fig.

Si l'on compare les éclairements ainsi calculés avec ceux observés, on voit que les intensités concordent suffisamment. Ces grandeurs absolues sont un peu moindres pour la salle que celles calculées, soit de 8% environ, ce qui ne peut provenir que de ce que dans le calcul il n'a pas été tenu compte de la lumière réfléchie.

Pour la galerie, les chiffres observés et calculés concordent moins. Cela provient de ce qu'à certains endroits la lumière directe se trouve arrêtée par la présence des colonnes.

Malgré les différences signalées ci-dessus, on voit qu'il est possible par un calcul probable et approfondi et une manière encore assez exacte d'éclairer d'une salle.

---

En terminant ce rapport, nous devons faire remarquer, surtout au point de vue de l'hygiène, que les expériences ont eu lieu assez tôt après l'achèvement de l'installation, c'est à dire avant que les modifications indiquées par le fonctionnement journalier n'aient pu être introduites, particulièrement dans la ventilation.

Le ministère royal des beaux-arts s'est livré à un examen de l'installation au point de vue technique, et la municipalité a fait sur la police des incendies; tous deux ont donné leur

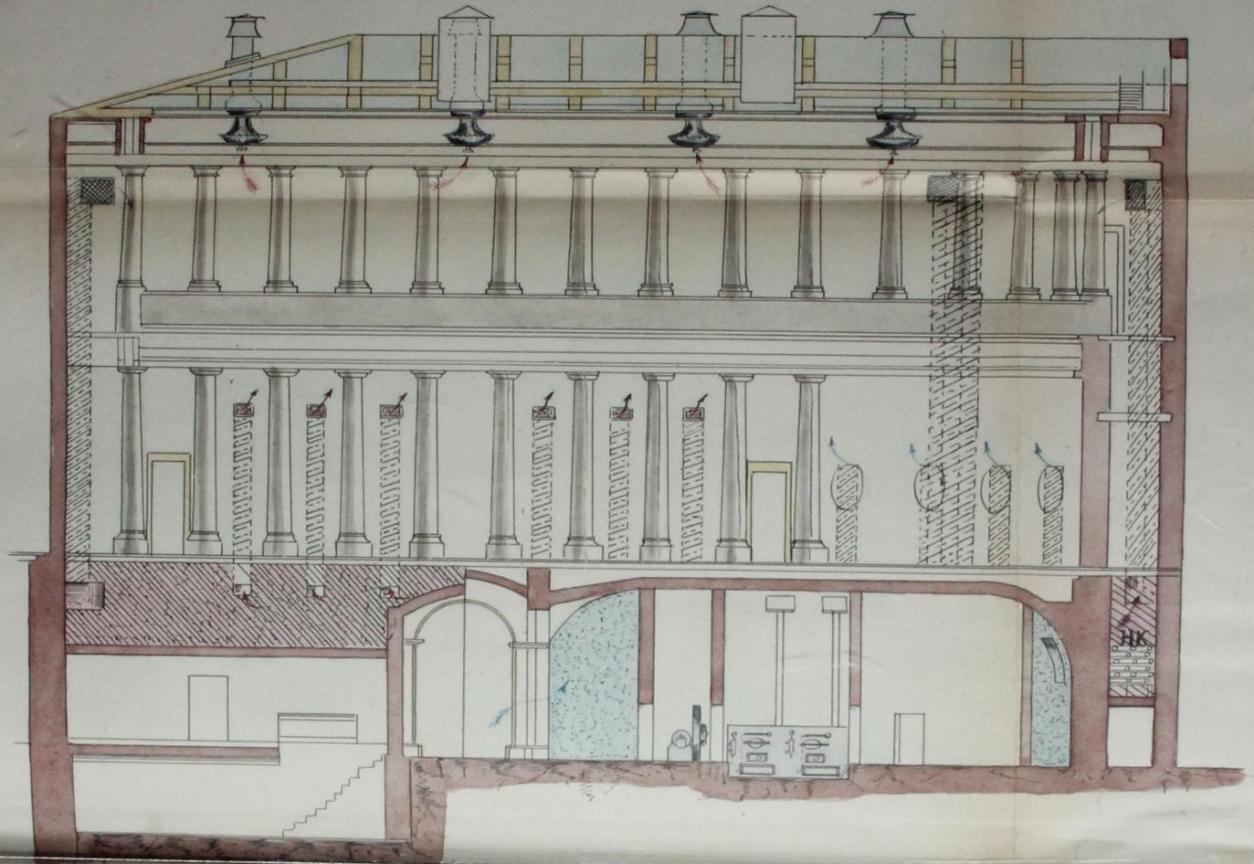
approbation à l'ensemble de l'installation, et sur ce suis favorable, le Conservatoire royal de musique a pris l'Odéon en exploitation, en témoignant à la Compagnie du gaz sa reconnaissance par la lettre suivante :

« L'Institut d'hygiène, ainsi qui concerne l'installation de la salle de l'Odéon au point de vue hygiénique et le ministère des beaux-arts en ce qui concerne l'architecture, s'associent à nous pour venir témoigner leur satisfaction à la Compagnie du gaz de Munich, pour la bonne et très satisfaisante installation exécutée à l'Odéon, sous sa responsabilité, par les soins de la maison D. Groote de Berlin.

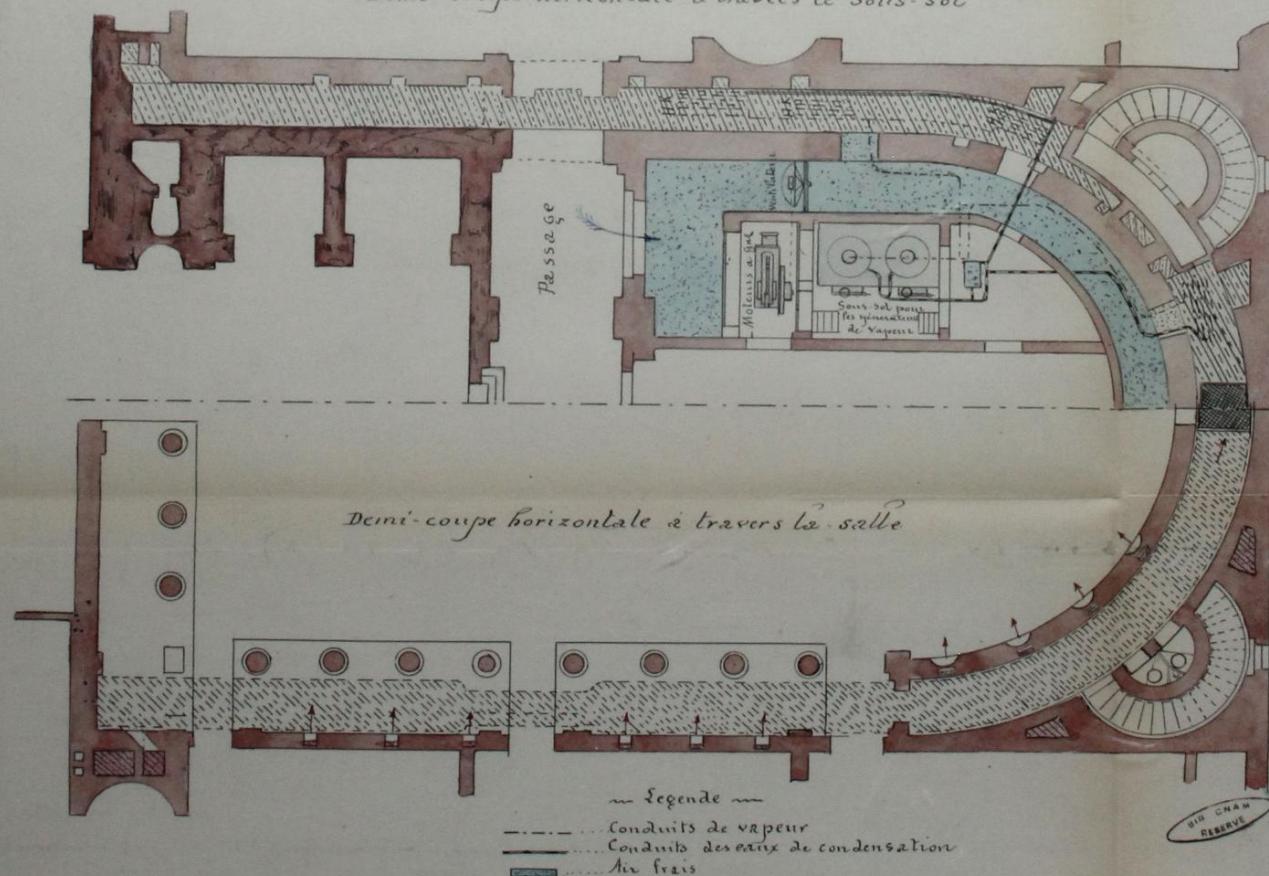
« La direction soussignée profite de cette occasion pour remercier spécialement la Compagnie du gaz de son accueille désintéressée qui aura comme récompense les applaudissements d'un public qui honorera de sa présence cette belle salle bien aérée de l'Odéon.

(Traduit du *Tournef für Gasbeleuchtung*)

Éclairage, ventilation et chauffage  
de la salle de l'odeon à Munich  
coupe verticale

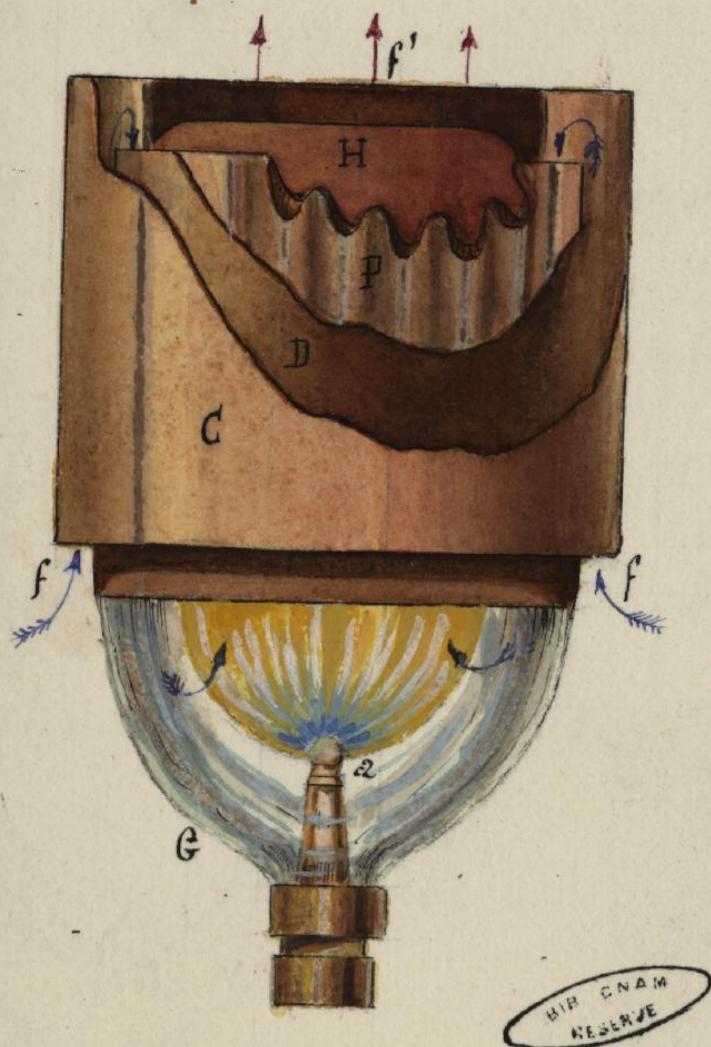


Demi-coupe horizontale à travers le sous-sol



Bec à récupérateur

Delmas-Azéma





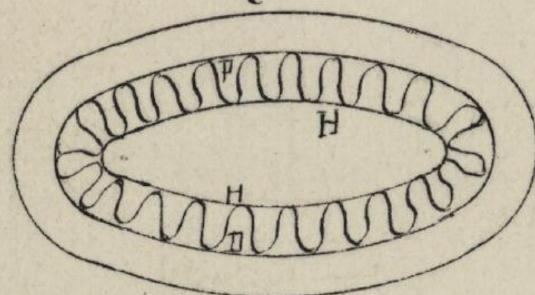
PL. 85

Bec à récupérateur

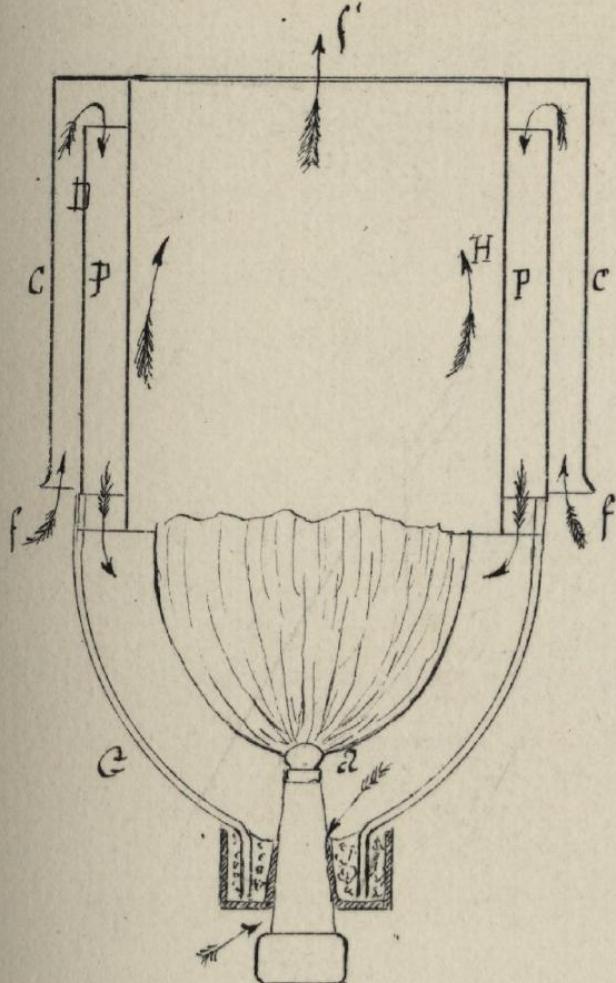
Delmas-Azéma

Plan

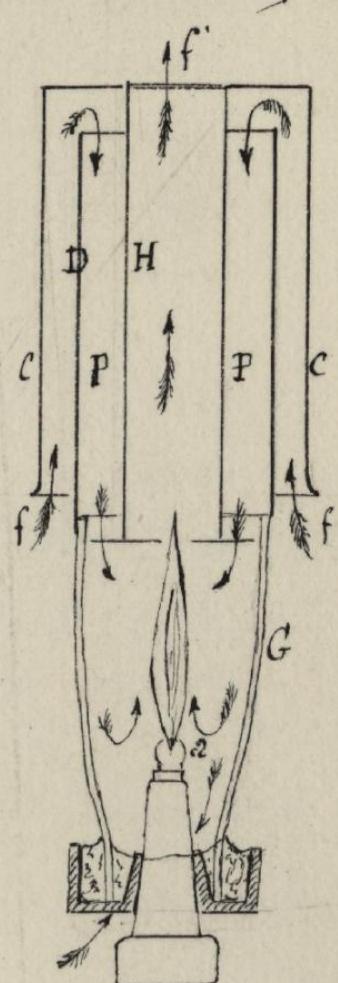
c



Vue de Face



Vue de Profil



BIB Cnam  
RESERVE



## Brûleur Delmas-Azéma.

à flamme plate  
avec récupérateur de chaleur.

(Extraits de l'ouvrage intitulé : de l'  
éclairage. Par M. Delmas-Azéma. — S. Guenther  
1886

Page 45. — Ayant reconnu depuis longtemps  
que la divisibilité est le seul moyen d'utiliser  
théoriquement et pratiquement la lumière par  
le gaz, nous avons concentré tous nos efforts  
dans la création de brûleurs économiques à  
faible dépense, donnant une intensité maxi-  
mum par l'application des trois conditions  
énoncées et en appuyant surtout sur la den-  
sité, rotation et air chaud.

Page 46. — Bac plat ou catastrophe. —  
Le principe de l'introduction de l'air de  
haut en bas étant mis àinsi en pratique, son  
application aux bacs plats, dits papillons, a  
été la conséquence immédiate.

Les figures ci-après représentent le brû-  
leur à flamme plate alimenté avec de l'  
air chaud.

Le bac ordinaire d'un stéthite, est scellé  
dans une chandolle en cuivre sur laquelle  
est placé à friction un globe ouate. On

cristal ou en verre, dans l'axe duquel se  
trouvent la flamme. Sur la partie haute, ou-  
verte et délimitée du globe, reposent le  
récepteur de chaleur, formant cheminée,  
composé de deux enveloppes C D entre les-  
quelles existe une zone par où l'air froid  
monte suivant les flèches f et commence à s'  
échauffer; un plateau métallique P, placé  
entre l'enveloppe D et la cheminée centrale  
H, forme des canaux par lesquels l'air des-  
cend en siphonnant le long des parois inté-  
rieures du globe. Cet air remonte en stimen-  
tant la flamme et il entre dans la cheminée  
H pour s'échapper suivant les flèches f',  
mais non sans avoir été absorbé et dissipé  
sa chaleur par conductibilité; l'air arri-  
vant du dehors.

Le courant d'air est très faible; le  
tirage est presque nul et cependant ce  
courant s'établit rapidement dès l'ab-  
sence de flamme. La flamme, après quelques os-  
cillations, devient absolument fixe et  
régulière.

Àvec le gaz N° 1, consommant norma-  
lement 85° 5 l'heure de gaz à 105, c'est à  
dire au litre de Paris, le rendement tu-  
minous est de 1 Cavel 350, soit 62 litres  
par cavel.

Encore, les mouvements gaz et air  
sont différenciés. — L'air qui descend

dans le globe, contre sa paroi intérieure avec une grande vitesse, annulé par frottement la poussée du gaz de bas en haut et, lorsque arrivé au fond du globe, cet air change de direction pour stimuler la flamme, il a perdu sa vitesse primitive qui s'est transformée en travail résistant.

Le volume de l'air étant proportionné au volume du gaz, le mélange oxygéné s'effectuant à la plus basse pression possible et sous une température très élevée, ce brûleur réunit donc encore les trois conditions essentielles déjà citées.

Les deux systèmes de brûleurs Delmas peuvent être construits pour les plus petites comme pour les plus grandes décharges de gaz, sans cesser de bénéficier des mêmes avantages, tout en produisant une économie considérable.

Ces brûleurs s'appliquent également aux éclairages par les huiles, par le gaz et l'air carbure et l'économie qu'ils produisent est d'autant plus grande que les gaz sont plus riches, grâce à la combustion complète de tout le carbone qui est presque toujours en excès dans les flammes de ces gaz, comme le sont généralement les vapeurs hydrocarburées, lesquelles échappent d'ordinaire à la combustion et

dont la présence se révèle par des odeurs sui generis, dans les locaux éclairés au moyen de gaz riches.

La lumière incandescente  
du Dr Auer<sup>(1)</sup>

(Extrait du Journal des Usines à  
igrz du 20 Février 1886)

Dernièrement la Poste pharmaceutique, journal paroissant à Vienne, publiait la note suivante :

" On prête depuis quelque temps une l'at-  
tention à une nouvelle méthode  
d'éclairage découverte par M. le Docteur  
Auer et qu'il vient de céder pour un million  
à un consortium de Sociétés anglaises. M.  
le docteur Auer, qui travaillait avec nous,  
il y a quelques années, dans le laboratoire  
de M. le Professeur Bunson, à Heidelberg,  
où il se livrait particulièrement de l'analyse  
spectrale, a eu l'obligance de nous démontrer  
son nouveau système d'éclairage, tel qu'il  
l'a établi dans son cabinet de travail, au  
laboratoire de M. le Professeur Trieben,

(1) D'après Gross Belichtung.

à l'université de Vienne, et de nous inviter pour un jour prochain à entendre une explication détaillée de sa découverte. Nous nous bornerons donc provisoirement à communiquer que le principe de cette nouvelle lumière consiste à maintenir à l'ignition, dans la flamme d'un brûleur de Bunsen, perfectionné par le Docteur Auer, au moyen d'un fil de platine, une enveloppe (cylindrique) qui correspond à peu près au cylindre de chaux dans la lumière Drummond. La composition chimique de cette enveloppe forme le secret du M. le Docteur Auer.

« Nous présumons qu'il s'y trouve des sels d'oxydes fixes de différentes terres et de différents métaux particulièrement rares. On fabrique cette enveloppe simplement en imprégnant une étoffe de gaze de la composition en question et on la brûle : la composition même reste alors comme squelette sous la forme de filet de la gaze, et l'enveloppe se trouve faite. La puissance d'autant d'une telle enveloppe se monte à peu près à un Krautzen (3 cent. 1/2) et elle peut éclairer pendant mille heures, jusqu'à ce qu'elle soit incrustée par la poussière de l'atmosphère au point qu'il pourra éclater ou souffrir. La consommation de gaz pour chauffer l'enveloppe n'est, pour un même pouvoir, que la moitié de celle d'une

flamme-propulseur ordinaire, ce qui donne une économie de gaz de 50 % et la lumière rassemble tout à fait comme aspect (contour éclairé etc.) à la lumière électrique. M. le Dr Auer a cédé les brevets pour tous les à un consortium anglais, à l'exception de l'Autriche-Hongrie et de l'Allemagne pour lesquelles il a réservé les brevets à une compagnie privée de Vienne. Nous apprenons que le nouvel institut anatomique de l'Université de Vienne doit être éclairé avec cette nouvelle lumière incandescente, et le devis à cet effet a déjà été soumis au ministère. M. le Dr Auer s'est d'ailleurs déjà fait un nom par la décomposition du didyme en deux nouveaux éléments : le prosœadyme, qui donne des sols verts, et le néoadyme qui en donne des rouges, dont il nous a montré de belles préparations. Ces analyses, M. le Dr Auer de Wolsbach, les a également exécutées dans le laboratoire de M. le Professeur Kieben, à Vienne, où il travaille déjà maintenant depuis plusieurs années.

Cette note a fait le tour de la presse et on a dit suite dit que la découverte de M. le Dr Auer allait transformer complètement l'industrie du gaz et qu'elle marquait un progrès immense dans l'éclairage.

Or, il résulte de la note de la Poste pharmaceutique que l'on vient de lire, que la lumière incandescente du Docteur Auver repose sur le fait bien connu qu'un cylindre formé de matières refractaires est porté à l'ignition par la flamme d'un bœuf Bunsen. Les substances dont se compose le corps incandescent sont encore toutes secrètes ; mais des quelques mots, où il est question des travaux de M. le Docteur Auver sur le didyme, l'un des éléments les plus rares qui se rencontrent dans le cérium, on peut déduire que nous avons affaire à un corps incandescent formé d'oxyde cériqué, d'oxyde de lanthane ou de didyme ; cette matière exclut cependant de prime abord, à cause de sa sécheresse, toute idée sérieuse d'application sur une grande échelle.

On n'a qu'à se rappeler ses propres corps incandescent en terre de zirconie, employée, il y a une quinzaine d'années, pendant peu de temps par Tessier du Motay pour l'éclairage au gaz oxy-hydrogène. On sait qu'en 1868, Caron a fait des essais avec différentes matières pour arriver à les utiliser comme corps incandescents pour l'éclairage oxyhydrogène, auquel il précédaît à ce moment un grand

avenir. Il arriva à la conclusion que le zirconium présente de grands avantages sur le chrome et la magnésie, que l'on employait précédemment presque exclusivement, parceque les crayons de zirconium ne se usent pas, ne fondent pas, ne se volatilisent pas et possèdent, pour une combustion de gaz égale, un plus grand pouvoir éclairant (à peu près dans le rapport de 6 à 5).

En Décembre 1868, Tessié du Motzjy jura un brevet pour la fabrication de ces cylindres de zirconium et leur application à l'éclairage par le gaz oxyhydrogène. Ces expériences ultérieures ne confirmèrent cependant pas les espérances que l'on avait fondées sur l'emploi de la zirconium, car il arriva qu'en regard à la cherté de la matière première, les cylindres d'acide zirconique livrés au commerce durent être faits trop petits (à peu près de la grosseur d'un poing), ce qui empêchait sensiblement l'utilisation de la flamme et l'effet de lumière. Le grand pouvoir d'émission de lumière que l'on avait attribué à l'acide zirconique ne sembla pas s'être confirmé non plus, de sorte qu'on y renonce bientôt complètement. Dans ces derniers temps, Elmund, Lopp et no-

tamment Fabrichjalm, ce dernier spécialement pour lequel à l'esa, ont fabriqué des corps incandescents qui, autant qu'on peut inférer de la communication encore peu détaillée sur le corps incandescent du Dr Auver, ressemblent à celui-ci, en ce que la matière portée à l'incandescence par la flamme n'est pas compacte, mais consiste en un treillis ou en un peigne de minces lamelles de substance refractaire. Nous ne pouvons provisoirement pas nous étendre plus longuement sur les suites des communications précédentes ; selon toutes les apparences, nous n'avons encore affaire qu'à une expérience de laboratoire.

Nous attendons donc de nouvelles expériences et de plus amples détails ; ce qui, cependant, nous paraît dès à présent, assez sûr, malgré tout le bruit fait autour de cette découverte c'est que nous n'avons pas à nous faire d'illusions sur cette prolongée transformation de l'industrie du

Bac de gaz à incandescence  
du Docteur Auer Von Wolfsbach.

(Extrait du Journal des usines à gaz  
du 5 Avril 1886)

Dans le numéro du 20 Février dernier, nous avons reproduit un article du Journal für Gasbeleuchtung consacré à « la lumière incandescente du Docteur Auer ».

Nous complétons aujourd'hui nos renseignements en donnant la description et le dessin du nouveau bac, ainsi que les détails essentiels du brevet pris en France par l'inventeur.

Le bac se compose simplement d'un brûleur Bunsen ordinaire, dont l'extrémité se trouve couverte d'un capuchon en tissu de coton ou de laine ayant subi une préparation spéciale. Ce capuchon, d'une longueur de six à sept centimètres, a une forme légèrement tronconique; il est soutenu au moyen d'un fil d'optaline qui le traverse à la partie supérieure et se fixe à deux triangles de fer rattachées en bas à un anneau. La plus longue de ces triangles est montée à vis de pression sur un anneau porté par la chandelle du brûleur. Vois-

qu'on allume la bûche, il se produit un éclat. L'opposition considérable de chaleur à l'intérieur du capuchon, qui constitue en quelques secondes un foyer de lumière blanche, remarquable par sa fixité et son éclat.

Quant au pouvoir éclairant et à la consommation de gaz par éclair, nous ne savons pas porter fructueusement d'indications précises. L'opinion du Dr. H. servit, nous a-t-on dit, de 3 francs, évidemment pour les appareils les plus simples.

Voici d'autre part les revendications que M. le docteur Auer a formulées dans son brevet (N° 172064, 4 Novembre 1885) :

1<sup>o</sup> L'application dans les brûleurs à gaz d'un corps incandescence formé par la combinaison soit de l'oxyde de lanthane et de la zirconie, soit de l'oxyde d'yttrium et de la zirconie.

2<sup>o</sup> Le remplacement des oxydes d'yttrium par une quantité d'erbine et d'autres éléments appartenant au groupe d'oxydes rares.

3<sup>o</sup> Le remplacement des oxydes de lanthane par des oxydes dont les éléments appartiennent au groupe des terres rares qui se trouvent dans la corite.

4<sup>o</sup> Le remplacement complet ou par

parties des terres de zirconie par la magnésie.

5<sup>e</sup> La formation d'un tissu de colon ou de baine en forme de tuyau plissé et imprégné d'une solution de nitrate ou acétate, etc., de l'une des combinaisons précédemment désignées, lequel tissu déroulément carbonisé, laisse comme résidu la terre en forme de tissu et où résulte sans manipulation spéciale, un ajustage parfait du brûleur avec la matière incandescente.

6<sup>e</sup> L'emploi d'une forme autre que la forme tubulaire, en ayant soin de renforcer les parties les plus exposées par une solution de nitrate de magnésie et d'éclumer.

Note sur le bac Cromartie  
William Suoz  
Par Delsallie .<sup>11</sup>

Le bac Cromartie - William Suoz est basé sur les mêmes principes que ceux du bac - leur Siemens, à savoir :

Augmentation du pouvoir éclairant d'un volume de gaz brûlé par l'atmosphère au moyen d'un chauffé par les produits mêmes de la combustion ; en un mot, emploi de la récupération de matière à obtenir du gaz le maximum de pouvoir éclairant

Dans ce bac se trouve également réalisé le principe de l'augmentation du pouvoir éclairant par la radiation d'un anneau réfractaire porté au rouge.

Si l'adjonction de cet anneau réfractaire a pour but de rendre la flamme fixe et blanche. Cet anneau joue encore le rôle de récupérateur, puisqu'il conserve la chaleur produite par la combustion et la transmet, soit directement à l'air combustible, soit aux parois métalliques du

<sup>11</sup> Extrait du Compte rendu du treizième Congrès de la Société technique de l'industrie du gaz en France des 22, 23 et 24 Juin 1886.

cylindres constituant le récupérateur. On peut dire que c'est grâce à l'emploi de cette matière réfractaire, que le bac Cromartie doit sa supériorité sur tous les appareils à flamme renversée du même genre.

Outre les avantages directs que donnent la récupération et la radiation, la flamme est très restreinte; elle possède donc une qualité si bien mise en évidence dans la communication faite au congrès dernier par M. Louis Breittmayer. Nous devons remarquer qu'à l'inverse de beaucoup d'inventeurs, M. Guigot a réalisé de suite le problème de la bonne utilisation du gaz, en construisant un bac à débit ordinaire, dépassant au plus 170 litres et produisant, grâce à certaines modifications récentes, environ quatre cœurs.

Donnons rapidement une description de l'appareil, qui peut se diviser en parties bien distinctes (voir pl. ci-jointe):

- 1<sup>o</sup> Le brûleur;
- 2<sup>o</sup> Le régénérateur;
- 3<sup>o</sup> La cheminée d'appel.

1<sup>o</sup> Brûleur — Le brûleur est constitué par un bac en stéatite, ayant la forme d'une poire, percé de 16 trous tronc-coniques ayant un diamètre moyen d'environ 1" fm. — Ce bac est porté par un tube central en cuivre

par lequel arrive le gaz; le diamètre de ce tube, dans l'appareil que nous décrivons, est de 6"m intérieur.

2<sup>e</sup> Réogénérateur — Le réogénérateur, des plus simples, est essentiellement formé par deux disques en métal percés de trous garnis de tubes cylindriques verticaux, ayant 10"m de diamètre intérieur. Le disque supérieur A porte une douille dans laquelle passe le tube d'arrivée de gaz, et un cylindre concentrique ayant une portée sur laquelle s'appuie le disque inférieur.

Si l'extrémité des cylindres est filotée, on y fixe une plaque G supportant la roue dentée réfractaire D. — Ce cylindre près de sa portion d'attache avec le disque supérieur porte 16 trous circulaires de 9"m de diamètre placés entre les tubes cylindriques. La plaque inférieure G, d'un diamètre supérieur à la plaque A, est en outre percée de 32 trous de 4"m 1/2 de diamètre permettant à l'air extérieur, très peu chauffé par la récupérateur, d'entrer dans la coupe en verre.

3<sup>e</sup> Cheminée. — Sur le disque supérieur A est fixée une embosse légèrement conique H, portant la cheminée cylindrique, et au-dessous un manchon en cuivre de

faible épaisseur entourant les 50 tubes du récupérateur et destiné à éviter aux inconvénients des courants d'air. Une enveloppe J, ajourée dans sa partie inférieure et ouverte dans le haut, sert à l'entrée de l'air froid, tout en empêchant le refroidissement des organes du récupérateur.

La flamme est protégée par une coupe en verre K, portée par un anneau mobile autour d'un axe fixé à la poignée inférieure G. Au moyen d'un levier à contre-poids et d'un système de bielles, on déplace facilement la coupe, soit pour l'allumage, soit pour le nettoyage.

Le fonctionnement de l'appareil s'opère dans les conditions suivantes : On ouvre la coupe K en manœuvrant simplement le levier, et en même temps, on tourne le robinet d'arrivée du gaz L, le gaz, passant au régulateur M et dès lors à l', s'embrase à l'allumoir présenté. Après la formation de la coupe et pendant 30 secondes environ, temps nécessaire à l'échauffement de l'air, le gaz est flamboyé au lieu de sortir par les tubes cylindriques du récupérateur, s'échappe par les ouvertures d'admission de l'air dans la partie annulaire centrale du récupérateur.

Puis, lorsque les parois métalliques

PL. 86

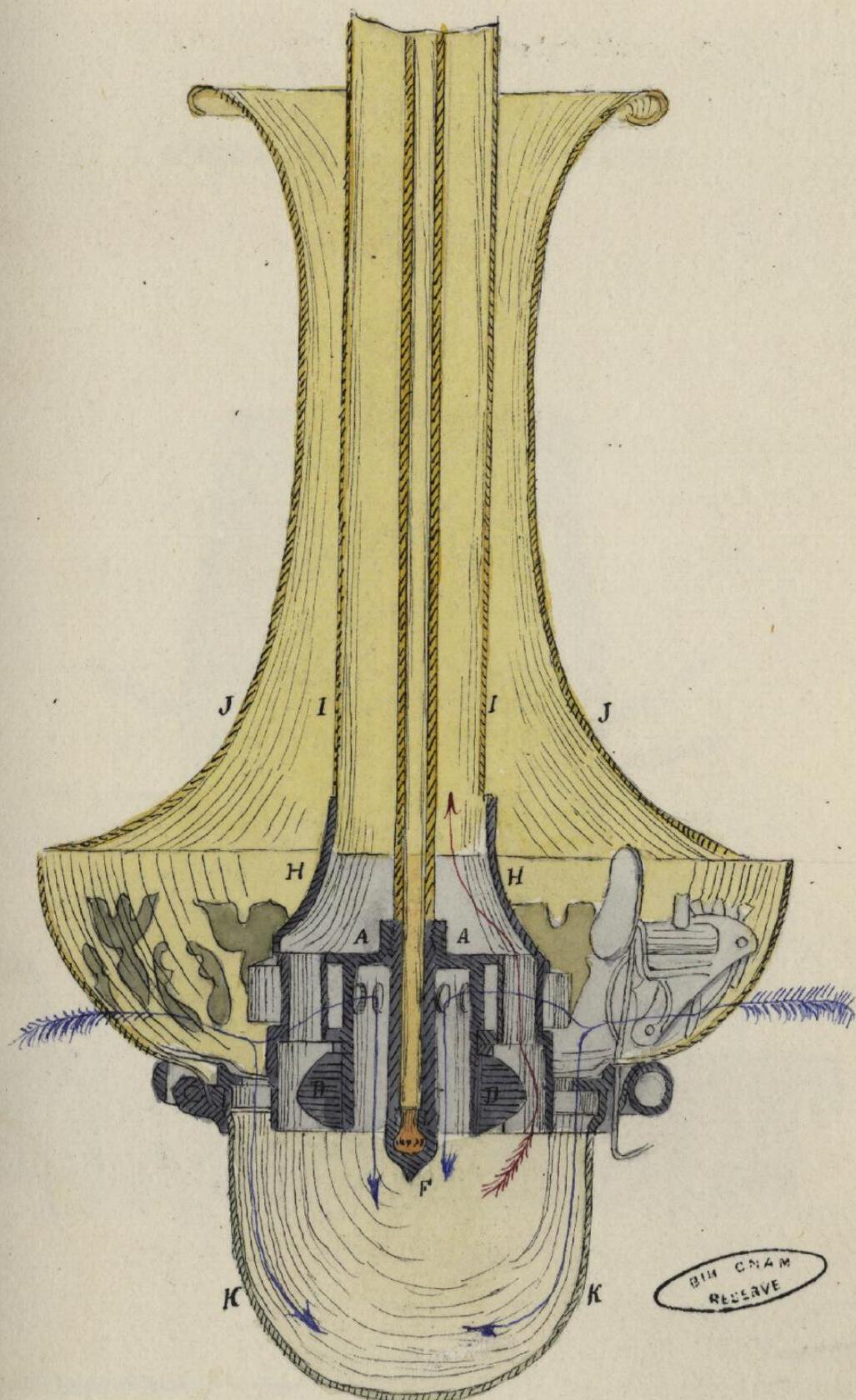
Lampe Cromartie  
( Sugg )





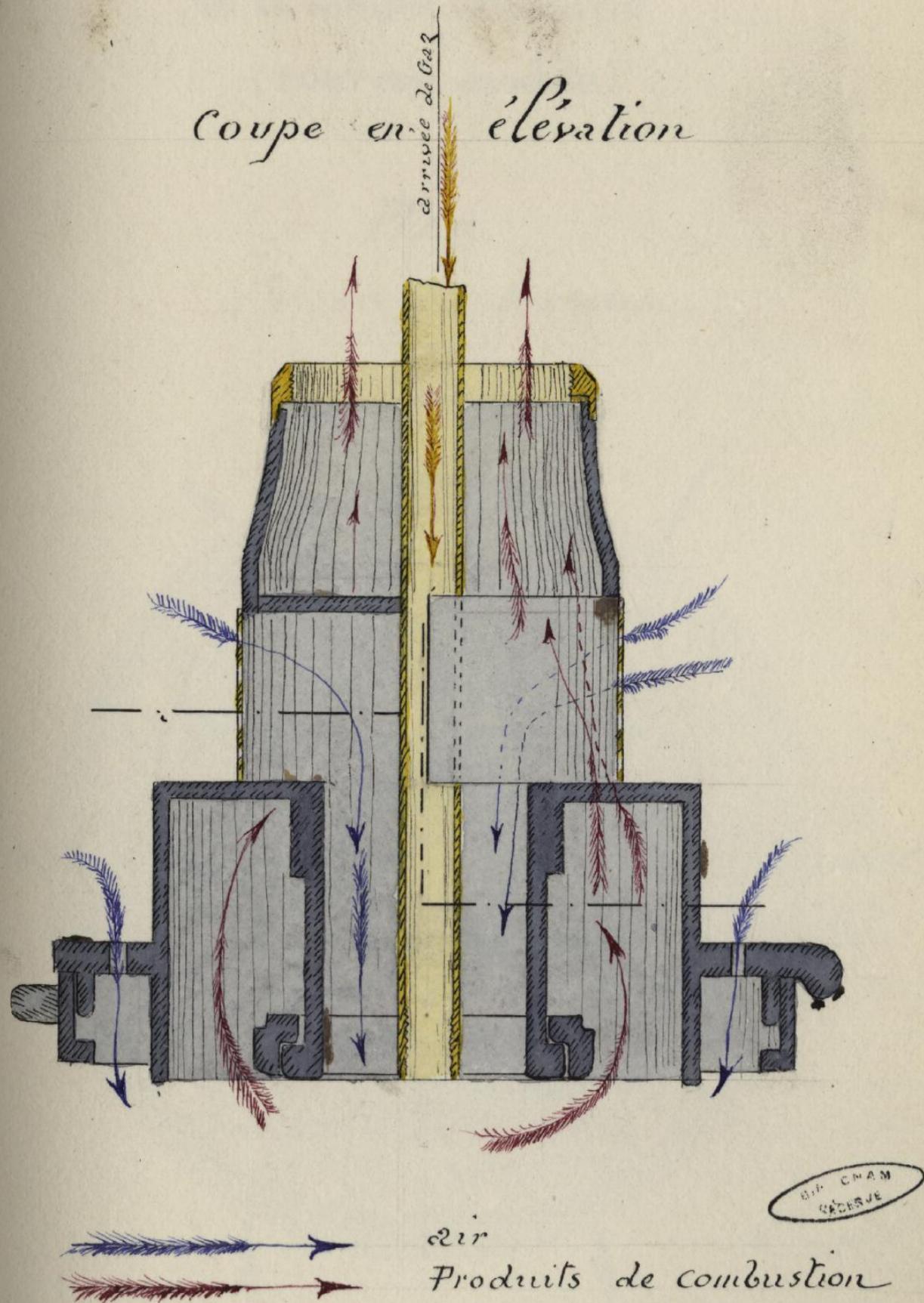
PL. 87

Lampe Cromartie  
( Sugg )





Récupérateur  
PL. 88 de la lampe Cromartie  
(nouveau modèle)



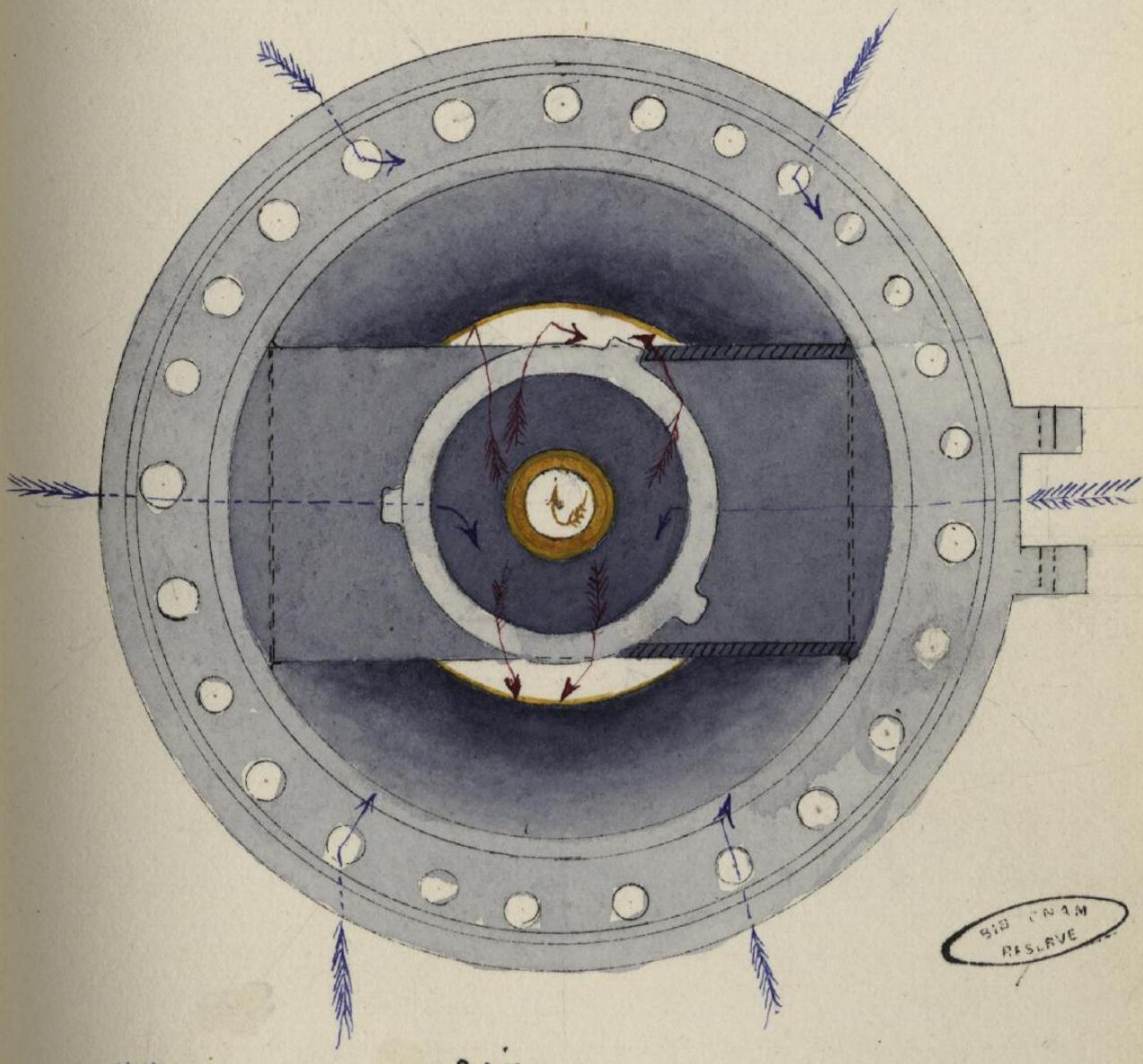


PL. 89

Récupérateur  
de la lampe Cromartie  
(nouveau modèle)

*Plan*

*- Vue en dessous -*





sont suffisamment échauffées, le gaz enflammé s'étale en une couronne lumineuse sur la rondelle réfractaire.

Tous les produits de la combustion, après avoir échauffé cette rondelle, passent dans les 10 tubes verticaux et se rendent à la cheminée.

Le cylindre métallique central, par les ouvertures duquel l'air arrive au brûleur, s'échauffe par conductibilité. L'air extérieur pénètre par les ouvertures de l'enveloppe ajourée et se divise en deux courants : le premier passe sur les tubes cylindriques et par les ouvertures du cylindre central s'échauffe au contact des parois métalliques et vient produire dans d'excellentes conditions la combustion du gaz ; le second courant, moins chaud que le premier, passe par les 32 trous de la plaque inférieure du réchauffeur, vient assurer la combustion complète du gaz et en même temps retrouver la coupe en verre K.

Le maximum de pouvoir obtiennent de celui-ci est obtenu 10 minutes après son allumage et se maintient constant pendant toute la durée du fonctionnement.

Nous croyons intéressant de donner quelques explications sur le mode d'opé-

réimpostion que nous avons suivie dans les divers essais dont les résultats sont consignés dans les six tables qui suivent. Le type employé a été d'abord la lampe Carcel, mais à cause des variations très sensibles de l'intensité de cette dernière, nous l'avons, dès le second essai, remplacée par le bec type Giroud.

Le photomètre employé se composait d'une règle horizontale de 4 mètres de longueur ; à l'une de ses extrémités se trouvait placé le bec type, à l'autre extrémité un miroir circulaire sur lequel nous faisions tomber, sous diverses incidences, les faisceaux lumineux émis par le bec Cromartie. Le centre du miroir et le centre de la flamme du bec Giroud étaient à la même hauteur. Le bec Cromartie était suspendu au-dessus du miroir, à une distance horizontale du centre de 0" 250. On réglait la hauteur au-dessus du centre de manière que l'incidence fût successivement de 0°, 20°, 40°, 60°, 75°, 90°.

Cela fait, on déplaçait la caisse du photomètre de façon à égaleriser les couleurs tinctes dans le champ éclairé de la lunette ; puis on lisait la distance  $l$  au bec Giroud, et par différence, on obtenait la distance  $L$  au bec Cromartie. Pour chaque incidence on calculait du rapport  $(\frac{L}{l})$ .

Il étrit dès lors facile, connaissant la hauteur  $h$  de chaque zénith, d'établir, comme on peut s'en rendre compte par les tableaux, la valeur de l'intensité moyenne sphérique qui donne, et c'est là le point sur lequel nous voulons insister, la valeur lumineuse du bœc.

On doit remarquer en effet que l'intensité lumineuse varie dans les bœcs de ce genre avec l'angle sous lequel on la mesure ; l'intensité maximum correspond à un certain angle variable d'un bœc à un autre et qui n'est pas égale à l'angle sous lequel on a mesuré l'intensité moyenne des couronnes lumineuses et de la longueur de celles couronnes.

Dans le bœc Cromartie que nous avons expérimenté, cet angle est environ de  $40^\circ$  (Dans le bœc Westonham, cette intensité maximum correspond à  $90^\circ$ ). Nos résultats sont donc très différents, suivant celle des deux intensités que l'on considère. Pour chiffrer d'une façon nette et précise ces différences, nous avons dressé le tableau suivant :

Expérience	Dépense	Intensité	Intensité	Augm. %	Dépense par lequel		Différence %
		sphérique moyenne	sous $40^\circ$		Intensité sphérique moyenne	Intensité maximum	
N° 1	170 <sup>c</sup>	3.680	4.380	19.02	46.20	31.81	15.99
2	165	3.740	4.099	9.59	44.12	40.24	8.79
3	163	3.787	3.952	4.37	43.04	41.24	4.18
4	169.2	3.701	4.331	17.02	45.66	39.06	14.47
5	165	3.800	4.284	12.68	43.42	38.51	11.31
6	164	3.699	4.190	13.30	44.34	39.14	11.73

D'où il résulte que suivant que l'on donne l'intensité moyenne d'un tel bec ou son intensité maximum on a une augmentation de 12.66% ou moyenne. Qu'il nous soit permis de conclure que : dans la comparaison des becs à flamme horizontale, le seul chiffre admissible est : l'intensité sphérique moyenne, ou la dépense par heure et par carot d'intensité moyenne.

Bec Cromartie - William Seegig  
Type de 170 litres

Essai N°1 — Comparaison à la Carel

Angles du miroir	Distance du photomètre			Valeur de $(\frac{4}{1})^2$	Valeur moyenne de $(\frac{4}{1})^2$	Valeur de $(\frac{4}{1})^2 \times h$	Absorption du miroir	Valeur des carots pendant les essais °
	du type Giroud l	Au bec Cromartie L	Total T					
0°	1.770	2.480	4.250	1.369	2.369	0.8702		
20	1.600	2.666	4.166	1.776	3.144	0.9464		
40	1.505	2.821	4.326	3.513	3.556	0.7767	10%	moyenne
60	1.583	2.919	4.502	3.400	3.235	0.3235		0.9952
75	1.808	3.168	4.976	3.070	3.153	0.1072		1.0084
90	1.672	3.009	4.680	3.237				

Consommation par heure 170 litres

Consommation par h° Carel 46 " 20

Tenir température ambiante 14°6

Pression du gaz ... 50%

$$\left. \begin{array}{l} \text{Intensité} \\ \text{sphérique} \\ \text{moyenne} \end{array} \right\} = 2.958 \times 1.150 \times 0.9952 = 3^{\circ} 680$$

## Essai N°2 — Comparaison à l'étalon Giroud

Angles du miroir	Distance du photomètre			Valeurs de $(\frac{4}{7})^2$	Valeurs moyennes de $(\frac{4}{7})^2$	Valeurs de $(\frac{4}{7})^2 \times h$	Absorption du miroir	Valeurs de la caract pendant les essais
	Aut type	Aut type	Total					
	Giroud	Cromartie	T					
0°	1.730	2.520	4.250	2.182				
20	1.560	2.706	4.266	3.009	2.565	0.8772		
40	1.550	2.776	4.326	3.207	3.108	0.9355	20%	1°02
60	1.687	2.875	4.502	3.183	3.165	0.7058		Qualité du gaz
75	1.825	3.151	4.976	2.981	3.052	0.3052		677m5
90	1.640	3.040	4.680	3.436	3.208	0.1041		

Consommation par heure 165 litres

Consommation par h° caract. 44'12

Température ambiante . 15°

Pression du gaz . . . 50 %

Intensité  
sphérique  
moyenne

$$2,9328 \times 1,250 \times 1^{\circ}02 \\ = 3^{\circ}740$$

## Essai N°3. — Comparaison à l'étalon Giroud

Angles du miroir	Distance du photomètre			Valeurs de $(\frac{4}{7})^2$	Valeurs moyennes de $(\frac{4}{7})^2$	Valeurs de $(\frac{4}{7})^2 \times h$	Absorption du miroir	Valeurs de la caract pendant les essais
	Aut type	Aut type	Total					
	Giroud	Cromartie	T					
0°	1.706	2.544	4.250	2.244				
20	1.545	2.721	4.266	3.102	2.663	0.9108		1.02
40	1.567	2.759	4.326	3.100	3.101	0.9334	20%	Qualité du gaz
60	1.604	2.898	4.502	3.265	3.181	0.7096		
75	1.837	3.149	4.976	2.970	3.117	0.3817		677m5
90	1.680	3.000	4.680	3.189	3.189	0.1047		

Consommation par heure 163 litres

Consommation par h° caract. 43'04

Température ambiante 15°3

Pression du gaz . . . 51 %

Intensité  
sphérique  
moyenne

$$3,470 \times 1,250 \times 1^{\circ} \\ = 3^{\circ}787.$$

## Essai N°4 — Comparaison à l'éclat Giroud

Angles du miroir	Distance du photomètre			Valeurs de $(\frac{L}{T})^2$	Valeurs moyenne de la zone	Valeurs de $(\frac{L}{T})^2 \times h$	Absorption du miroir	Valeurs de la lumière pendant les essais
	Autype Giroud	en bœuf	Total					
0	1"710	2"540	4"250	2.107	2.558	0.8748		1.02
20	1.660	2.706	3.366	3.009	3.185	0.9046		
40	1.545	2.781	3.240	3.240	3.196	0.7127	20 %	lumière du gaz
60	1.622	2.880	3.153	3.153	3.054	0.3054		
75	1.830	3.146	2.956	2.956	3.115	0.1054		67 %
90	1.662	3.018	3.275	3.275				

Consommation par heure 169.8

Consommation par éclat 6° 45' 66

Température ambiante .. 15° 4

Pression du gaz .. 51%

$$\left. \begin{array}{l} \text{Intensité} \\ \text{sphérique} \\ \text{moyenne} \end{array} \right\} 2.902 \times 1.250 \times 1.02 = 3^{\circ} 705$$

## Essai N°5 — Comparaison à l'éclat Giroud

Angles du miroir	Distance du photomètre			Valeurs de $(\frac{L}{T})^2$	Valeurs moyenne de la zone	Valeurs de $(\frac{L}{T})^2 \times h$	Absorption du miroir	Valeurs de la lumière pendant les essais
	Autype Giroud	en bœuf	Total					
0°	1"710	2"540	4"250	2.107	2.558	0.8788		1.02
20	1.650	2.706	4.816	3.009	3.184	0.9584		
40	1.587	2.799	4.326	3.360	3.325	0.7515	20 %	lumière du gaz
60	1.600	2.902	4.502	3.290	3.036	0.3036		
75	1.865	3.111	4.976	2.782	2.985	0.1015		67 %
90	1.680	3.000	4.680	3.189				

Consommation par heure 165 litres

Consommation par éclat 43' 42

Température ambiante .. 15° 4

Pression du gaz .. 43%

$$\left. \begin{array}{l} \text{Intensité} \\ \text{sphérique} \\ \text{moyenne} \end{array} \right\} 2.980 \times 1.250 \times 1.02 = 3^{\circ} 699$$

## Essai N°6 — Comparaison à l'étalon Giraud

Angles du mireur	Distance du photomètre			Valeurs de $(\frac{L}{2})^2$	Valeurs moyenne de l'arc par zone	Valeurs de $(\frac{L}{2}) \times h$	Absorption du miroir	Valeur de la lumière émanant des essais
	autotype Giraud	authee Cromartie	Total					
0°	1"725	2"525	4"250	8.143				
20	1.580	2.685	4.265	2.888	2.516	0.8605		1.02
40	1.538	2.788	4.326	3.286	3.087	0.9292		0.916
60	1.640	2.862	4.502	3.046	3.166	0.7060	20%	du gaz
75	1.827	3.149	5.976	2.970	3.008	0.3008		6.7%
90	1.684	2.996	4.680	3.165	3.067	0.1043		

Consommation par heure 164 litres  
 Consommation par h<sup>e</sup> carret 44° 34  
 Température ambiante . . . 15° 5  
 Pression du gaz . . . . . 43%

$$\left. \begin{array}{l} \text{Intensité} \\ \text{sphérique} \\ \text{moyenne} \end{array} \right\} 2,9008 \times 1,250 \\ 1,02 = 3^{\circ} 699$$

## Bac à incandescence (1)

Du Docteur Auer Von Wolfsbach

Depuis plus d'un an, on parle de cette invention à laquelle nous avons déjà consacré plusieurs articles. En France, quelques personnes ont vu fonctionner le nouveau bac, mais seulement dans des laboratoires : quant aux applications, nous n'en connaissons pas encore, et nous sommes

(1) Extrait du Journal des usines à gaz du 20 Janvier 1887.

réduits à accepter sur la parole les certificats délivrés par les ingénieurs allemands. Dans ces conditions, en reproduisant la communication suivante de M. J. Pintsch, à la Société des ingénieurs allemands du gaz et de l'eau, nous croyons devoir faire toutes nos réserves sur la valeur pratique du bac à incandescence Auer.

Les assertions de l'auteur suivent besoin d'être confirmées en ce qui concerne : 1<sup>o</sup> la couleur de la lumière qui, en France, est trouvée blanche et analogue à celle de l'arc voltaïque ; 2<sup>o</sup> la consommation de gaz par cent-heure après quelques heures de service ; 3<sup>o</sup> la durée du cylindre incandescent qu'on nous dit être d'une fragilité exceptionnelle ; 4<sup>o</sup> les manipulations auxquelles donne lieu le remplacement du cylindre incandescent.

Nous croyons que la communication de M. Pintsch inspirera à nos lecteurs de nombreuses réflexions, en attendant qu'ils puissent contrôler sur les bacs eux-mêmes l'exactitude des éloges qu'on a fait un peu trop pressé de leur décerner.

#### Communication de M. Pintsch

Le bac se compose de trois parties principales : 1<sup>o</sup> le bac Bunsen ; 2<sup>o</sup> le porte cylindre avec disposition pour fixer le corps

incandescent, et 3<sup>o</sup> le corps incandescent.

Le brûleur, j'si je veux de chose s'dire; c'est un bœ Bunsen ordinaire, auquel j'ai donné une allonge d'une forme et des dimensions déterminées dans la partie supérieure du tube, afin d'éviter la rentrée de la flamme quand on la met bas et d'empêcher le système toujours incommode. Malgré cela, la flamme doit posséder une température aussi élevée que possible pour donner l'effet nécessaire. Le porte cylindre avec disposition pour fixer le corps incandescent est placé sur le brûleur. Le fil, auquel est fixé le corps incandescent, est fixé dans la position voulue au-dessus du bœ au moyen d'une vis.

La partie principale du bœ Auer est constituée par le corps incandescent: c'est un tissu imprégné de la matière lumineuse (nitrate d'yttrium, corium, lanthan, etc) et attaché d'un côté par un petit fil de platine et fixé de l'autre au gros fil.

Quant aux avantages que présente ce brûleur sur les bœs communs, ils sont très importants:

Toutes les couleurs apparaissent comme à la lumière du jour, et l'on est même, avec le bœ Auer, d'obtenir une

lumière du banc le plus proche sauf au-delà.

La consommation de gaz est réduite à la moitié de l'ancien éclairage ; au lieu de 160 litres dans le banc Aragon, on n'a dépensé dans le banc Auer que 75 à 80 litres de gaz.

La chaleur est diminuée de plus de moitié par rapport au banc Aragon et la flamme ne peut plus du tout donner de noirceur fumée, ce qui est d'une grande importance pour les peintures et les décositions des appartements.

Je n'ai pas fait jusqu'ici de mesures photométriques, vu qu'avec le caractère particulier de cette lumière, le photomètre de Bausen ordinaire n'est pas suffisant.

Je viens vous esquisser ainsi brièvement les principaux avantages du banc Auer. Ils sont bien de nature à consolider, pour l'avenir, le terrain de l'éclairage au gaz. Il ne manquera certainement pas d'arriver que beaucoup de ceux qui emploient aujourd'hui pour leur éclairage le pétrole sauf au-delà reviendront à ce dernier. Les bancs que je vous présente ici sont les premiers qui soient mis dans le public ; leur achèvement ou plutôt leur perfectionnement ultérieur retardera pas sa prochaine

afin de répondre le plus possible à toutes vos exigences.

### Instruction pour la disposition du corps incandescent.

Le tissu fixé au fil de platine, qui ne faut toucher qu'avec les doigts bien propres, et dont se compose le corps incandescent, doit être manipulé de la manière suivante pour l'allumage :

1. Dans la partie supérieure du porte cylindre incandescent à qu'il faut d'abord sortir de la corbeille cylindrique *f*, se trouvent deux petits trous *c*, par lesquels — comme on le voit dans les dessins ci-dessus — on fait passer chaque fois les deux fils minces de platine pour les fixer autour du fil du support *a*, on recourbant leurs extrémités. Il faut avoir regard à ce qu'il reste dans le col *b*, ainsi attaché, un orifice ayant à peu près la dimension d'un puits. Puis on enlève la corbeille *f* du tube m.m. déjà monté suspendu sur un bras, lustre, etc., on la place retournée sur une surface horizontale, comme l'indique la figure, et l'on fixe l'extrémité intérieure du support *a* à l'ende des vis *h* dans la corbeille *f*. On manipule au surplus le tissu avec les doigts, de façon à ce qu'il prenne une forme cylindrique et qu'il pende librement.

2. On allume ensuite avec une allumette le bord supérieur d' du col lié b et autant que possible sur tout le tour, et on active on va régler sa combustion en soufflant l'égo-  
-ronement dessus de haut en bas, si la flam-  
-me devait s'éteindre. On se dispenser de souffler dès que l'on voit une flamme don-  
-nant une lumière mate. Cette flamme atteint, en peu d'instants, le simple tissu qui commence sous le col et se dirige lentement vers le bas, ou atteignant l'extrémité infé-  
-rieure du tissu, elle éclaire finalement d'une façon plus franche.

S'il se trouvait encore dans le col, etc., du corps incandescent ainsi obtenu, des petites parcelles en ignition, il faudrait attendre leur disparition. Le corps incandes-  
-cent se compose donc d'une masse incandes-  
-cente pure et présente ordinairement une surface et une forme rataillée.

3. Après qu'en a retiré le fil du support à de la corbeille retournée f, on place cette dernière sur le tube m, on y introduit (en b) le fil s et on glisse avec précaution le corps incandescent G sur la pointe en m, jusqu'à ce que son bord inférieur touche l'embouchure supérieure de m.

C'est également avec les doigts qu'il faut faire le glissement prudent du corps

Il faut toujours veiller à ce que l'orifice de la dimension d'un poïs qui existe dans le corps incandescent G, se trouve le plus possible exactement au dessus du centre du porte feuille m.

4. Après avoir ouvert le robinet du gaz, on allume celui-ci en haut sur d; le corps sera éclairé aussitôt, prendra la forme d'un tuyau presque cylindrique et éclairera en même temps.

Puis on place le cylindre de verre e. En élévant ou baissant et en tournant le fil a, on dispose le corps incandescent G au dessus de la flamme, pour trouver le meilleur effet éclairant et finalement le fil a est fixé au moyen de la vis b. Les inégalités qui pourraient exister dans le corps incandescent disparaîtront au bout de quelque temps par le fait que la flamme, sans autre aide, lui donnera la forme voulue.

Le plus grand pouvoir éclairant du corps incandescent se développe lorsqu'il est au début de son enysié, au bout de quelques heures, et il peut alors de nouveau être procédé à une dernière disposition exacte du corps par rapport à la flamme. Après cela, le corps incandescent fonctionnera tranquillement, et sans qu'on ait besoin d'y toucher de nouveau, pendant une année ou plusieurs pendant la durée de l'ensié.

ordinaire.

5. On peut allumer chaque fois sa flamme comme d'habitude, par le haut, mais aussi par le bas, à travers la carboïle du cylindre. Toutefois, l'allumage par le haut est préférable parce qu'on maintient mieux ainsi la propreté de la cheminée de verre, qui, d'ailleurs, avec l'emploi de ce bœuf, reste bien plus longtemps propre qu'avec les autres brûleurs.

Bien que l'instruction qui précède fasse paraître la manipulation du corps incandescent un peu compliquée, on reconnaîtra, dès que l'on aura préparé un corps et disposé une flamme d'après ces prescriptions, que toute cette manipulation est très facile.

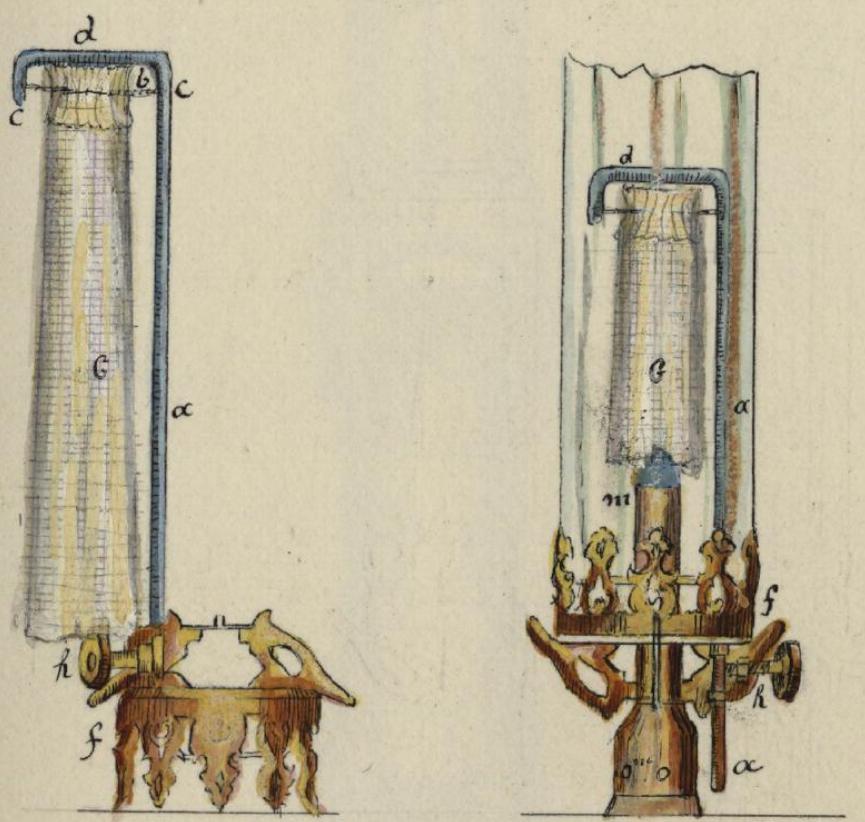
Avant de visser un bœuf à l'unité incandescente, il convient de laisser échapper le gaz librement pendant quelques secondes en ouvrant en plein le robinet de la conduite, afin de faire partir de celle-ci les parcelles de rouille qui auraient pu s'y déposer.

PL. 90

Bec à incandescence

(ancien modèle)

du Docteur Auer





PL. 91

Bec à incandescence  
(nouveau modèle)

du Docteur Auer





# Pièces composant le bec à incandescence

Cheminée

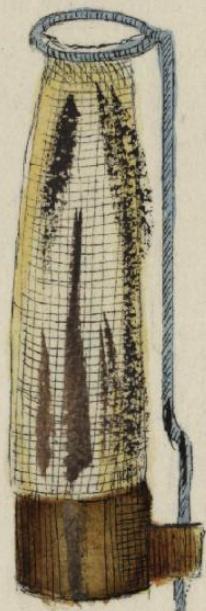
(nouveau modèle)

du Docteur Auer

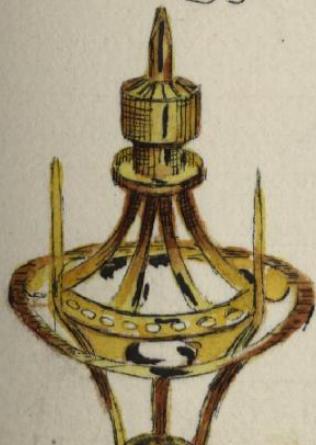
PL. 92



Manchon



Galerie - Support



Brûleur



BIB CNAME  
RÉSERVÉ



## L'incandescence par le gaz et l'éclairage.

(Extrait du Journal des usines  
gaz du 5 Avril 1891)

À la réunion de la Society of Chemical Industry, M. Mackeson, chimiste de la London Gas Light Company, a présenté, à propos de l'éclairage successeur par incandescence, une communication, dont nous reproduisons ci-dessous les passages principaux, en les faisant suivre des observations qu'ils ont motivées.

Les progrès accomplis par la lumière électrique donnent un intérêt nouveau à un procédé permettant d'éliminer le principal défaut de la lumière fournie par le gaz. Bien qu'elle ne soit pas une découverte récente, l'incandescence par le gaz n'a reçu que depuis peu de temps les derniers perfectionnements que nous lui connaissons.

Dans l'appareil de Welsbach la fabrication du manteau s'opère comme suit: un tissu de coton est imprégné de nitrates des métaux précieux, séché, puis carbonisé; il reste une trame formée d'oxydes métalliques, qui, placée au-dessus d'un brûleur de Bunsen, reçoit la forme qu'elle devra conserver, et après un essai de deux à trois heures, est prête à être mise en service.

La couleur de la lumière et son pouvoir rayonnant varient avec la composition de la trame. Suivant la coloration qu'on voulut obtenir, on emploie l'une ou l'autre des compositions suivantes:

Lumière blanche		
1 <sup>re</sup> formule :	20 % d'oxyde de zirconium	
40 %	—	lanthane
40 %	—	thorium

2 <sup>e</sup> formule :	40 % d'oxyde de zirconium	
	60 %	— lanthane
3 <sup>e</sup> formule :	20 % d'oxyde d'yttrium	
	80 %	— de thorium

### Lumière jaune

2 % d'oxyde de cérium		
28 %	—	thorium
30 %	—	zirconium
40 %	—	lanthane

### Lumière orangée

1 <sup>re</sup> formule :	3 % d'oxyde de didyme	
	17 %	— zirconium
	30 %	— thorium
	40 %	— lanthane
2 <sup>e</sup> formule :	10 % d'oxyde de niobium	
	40 %	— thorium
	50 %	— lanthane

### Lumière verte

20 % d'oxyde de lanthane		
30 %	—	erbium
50 %	—	thorium

La lumière et la magnésie atteignent le rendement lumineux, et l'oxyde de didyme provoque l'abaissement rapide, moins qu'au ne maintiennent la température très élevée ; la plus belle lumière jaune est donnée par l'oxyde de cérium.

Le rendement lumineux de ces appareils décroît après cinq cents heures de service tandis que la lumière prend un teinte plus blanche. L'intensité lumineuse d'un appareil de Welsbach, consommant 70 litres de gaz sous une pression de 25 millimètres, était au début de 23.2 bougies. Elle était devenue :

Après 100 heures de 22 bougies		
" 200	—	21.4 "
" 300	—	20.8 "
" 400	—	17.4 "

Après 500 heures de 17 bougies	
" 600	- 17 "
Jusqu'à 1000	- 16 "

Suit une réduction de 7,2 bougies ou 31 pour 100 de la valeur initiale. Les montées donnant une lumière jaune possèdent le meilleur rendement lumineux et la plus grande résistance, ainsi qu'il résulte des chiffres suivants résumant les expériences faites sur deux appareils à lumière blanche et deux autres à lumière jaune.

L'intensité lumineuse des premiers était :

Au début de 17,6 et 16,8 bougies;

Après 500 heures, de 5,4 et 5,6 bougies;

Et après 1000 heures, de 4,3 et 4,5 bougies;

Pour les seconds, l'intensité lumineuse était aux mêmes instants de 25,6 et 27,2 bougies, de 18 et 17,6 bougies, et de 13,7 et 13 bougies.

Voici, d'autre part, la puissance lumineuse développée par les différents oxydes pour une même consommation de 28 litres de gaz:

L'oxyde de lanthane donne une lumière blanche de 22,5 bougies;

L'oxyde de zirconium donne une lumière blanche de 12,2 bougies;

L'oxyde de thorium, le plus facile à travailler, donne une lumière bleutée (série de lune) de 25 bougies;

L'oxyde d'yttrium une lumière jaunâtre de 19,8 bougies;

L'oxyde de cérium ne donne que 4 bougies et avec une tinte rouge très poussée.

Les meilleurs résultats au point de vue du rendement lumineux ont été obtenus avec une composition de 80 pour cent d'oxyde de thorium, 20 pour cent d'oxyde d'yttrium; une consommation de 84 litres correspondait une intensité lumineuse de 40 bougies, mais la durée de montée laisse beaucoup à désirer. Un tel rendement lumineux ne peut être obtenu qu'en brûlant complètement le gaz et qu'en employant

dans la fabrication du manteau des oxydes très purs et surtout exemptes de fer; certains oxydes n'en contiennent que des traces, d'autres pas du tout. Il faut aussi que la flamme soit oxydante et concentrée à l'intérieur du manteau.

Dans l'appareil Clément le manteau est fait de magnésie et donne 30 bougies pour une consommation de 168 litres de gaz. Il est en platine et dans l'appareil Génier, et nécessite un courant d'air sous pression; le rendement lumineux est de 200 bougies pour une consommation de 840 litres de gaz. M. Sellon emploie le platine iridé, et son appareil donne 5 bougies par 28 litres de gaz consommé.

Un bon système d'éclairage au gaz doit remplir certaines conditions telles que : fonctionner avec l'appareillage déjà placé; ne pas nécessiter la pose d'une canalisation spéciale; pouvoir être installé partout où il a été placé; consommer moins de gaz, ou, à égale consommation, avoir un pouvoir éclairant supérieur; brûler le gaz aussi complètement que possible; ne pas éléver la température du milieu ambiant. L'appareil de Welsbach ne nécessite pas d'installation spéciale, mais il demande une pression de 25 millimètres pour donner son rendement maximum. Tous ces systèmes d'incandescence au gaz exigent plus de soins que les brûleurs ordinaires, mais ils ont un rendement lumineux plus élevé, et le gaz est mieux brûlé, ce qui n'est pas sans importance au point de vue hygiénique.

M. Scudeler, du British Water Gas Syndicate, prend ensuite la parole et indique les résultats obtenus avec le gaz à l'azot et l'appareil à peigne de Falmanjalon :

Il's'appareil de Falmanjalon a reçu des modifications pendant ces trois dernières années, et son rendement lumineux est passé de 3,5 à 5 bougies pour 28 litres de gaz consommé, suivant que la peigne est de fabrication allemande

ue américaine. Ces appareils employés en Angleterre proviennent d'Essen (Allemagne) et donnent une lumière blanche, tandis que ceux importés d'Amérique produisent une lumière jaune; cette différence provient de ce que les appareils américains formés d'assemblages de magnésies (comme ceux d'Essen) sont en plus magnétiques de chromate de potassium; la présence de ce s'explique à la lumière une teinte jaune en même temps qu'elle porte son pouvoir éclairant de 3,5 à 5 bougies. D'autre part, les appareils allemands ne durent que 100 heures avec une consommation de 140 litres d'oxygène à l'heure, tandis que dans les mêmes conditions les peignes américains résistent au moins 450 heures; il convient d'ajouter que les périodes de ces derniers sont plus courtes que celles du peigne allemand.

M. B. Dyer demande si les oxydes rares employés dans la fabrication du manteau de Welshach se trouvent couramment dans le commerce et à un prix abordable, et il exprime le désir d'être éclairé sur les changements chimiques qui se produisent en même temps que la puissance lumineuse de l'appareil décroît. Il expose qu'il y a trois ou quatre ans il avait monté un de ces appareils dans son laboratoire, et que le rendement lumineux s'est rapidement abaissé au point que l'appareil a été hors de service après quelques semaines. Il attribue cet effet à l'action des vapeurs du laboratoire, d'autant plus qu'il a conservé un de ces appareils dans ses appartements pendant plus de deux ans. Il trouve que ces brûleurs donnent une lumière agréable sans salir les plafonds.

M. Anderson attribue l'abaissement du rendement lumineux à la réduction des oxydes métalliques.

M. H. Allen demande comment sont préparés ces oxydes rares, et si l'on ne peut recueillir les manteaux hors d'usage d'une nouvelle couche d'oxyde.

M. Sutherland, après avoir renoncé M. Mackeson de sa communication, informe l'assistance que M. Mackeson a trouvé un procédé de revérification des manteaux hors d'usage, et que les Allemands lui en expédient pour être remis en état. Il termine en indiquant que l'appareil Welsbach rend de grands services dans un laboratoire de mesures et que son intensité lumineuse est encore plus élevée si l'on emploie de l'oxygène.

M. Morrison appuie les conclusions de M. Mackeson. Il expose qu'il a eu quelques difficultés même en employant du gaz de première qualité; le gaz et l'air se mélangent imperfectement sous le manteau et partant, la chaleur dégagée devient insuffisante. M. Morrison confirme l'opinion de M. Sutherland relativement aux services que peut rendre un appareil Welsbach dans un laboratoire de mesures; il se félicite de l'avoir employé pour faire des dosages saccharimétriques. Il pense que le pouvoir rayonnant et le rendement lumineux de l'appareil sont plus au cérium, mais que cependant il est étrange que les manteaux donnant une lumière rouge aient la plus grande rendement lumineux et la plus longue durée.

M. Howard fait observer que l'on doit faire un emploi judicieux des lampes à incandescence au gaz; et que si elles remplacent toutes les autres lampes, le consommateur seroit souvent forcé d'en détruire l'éclat en interposant un écran.

M. Mackeson répond à ces questions en détaillant tout d'abord les méthodes de préparation de ces oxydes rares dont les minerais proviennent d'Amérique et de Norvège. L'oxyde est précipité de la solution chlorhydrique du minéral, et repris par un dissolvant connu; les sels étrangers sont éliminés et l'on précipite l'oxyde que l'on lave successivement, et que l'oxyde de thorium vaut environ

60 francs le Kilogramme.

À son avis, l'abaissement du rendement lumineux est dû à la perte d'oxyde de lanthane et à la malutilisation d'oxyde de cérium; les parties fixes d'oxyde de cérium deviennent plus blanches qu'au début, la lumière qu'elles produisent prend sa teinte jaune et une partie de son pouvoir rayonnant; une quantité d'air insuffisante à la complète combustion du gaz produit le même effet.





Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

Nouveau bec de gaz à oxygène  
et zirconium (1)

de M. le Professeur Tinnemann

(Extrait du Journal des usines à gaz  
du 5 Mars 1887)

Les inventions de Popp, Clamond, Fahnefelin, Auer, etc, ont, dans ces dernières années, attiré particulièrement l'attention sur les becs de gaz à incandescence qui, il y a quelques temps, avaient d'assez nombreuses applications sous le nom de lampes oxy-hydriques. Le Professeur Tinnemann, de Vienne a imaginé récemment une nouvelle forme de brûleur de ce genre d'une grande intensité lumineuse. Au début, cet appareil était spécialement destiné à l'assèchement des sels métalliques qui se volatilisent dans le spectre du brûleur Bunsen, mais les principes sur lesquels repose sa construction permettent de lui donner des applications beaucoup plus étendues.

M. Tinnemann n'avait tout d'abord cherché qu'à éviter les inconvénients présentés par le plus part des lampes oxy-hydriques. Dans ces lampes, on effet, le jet de

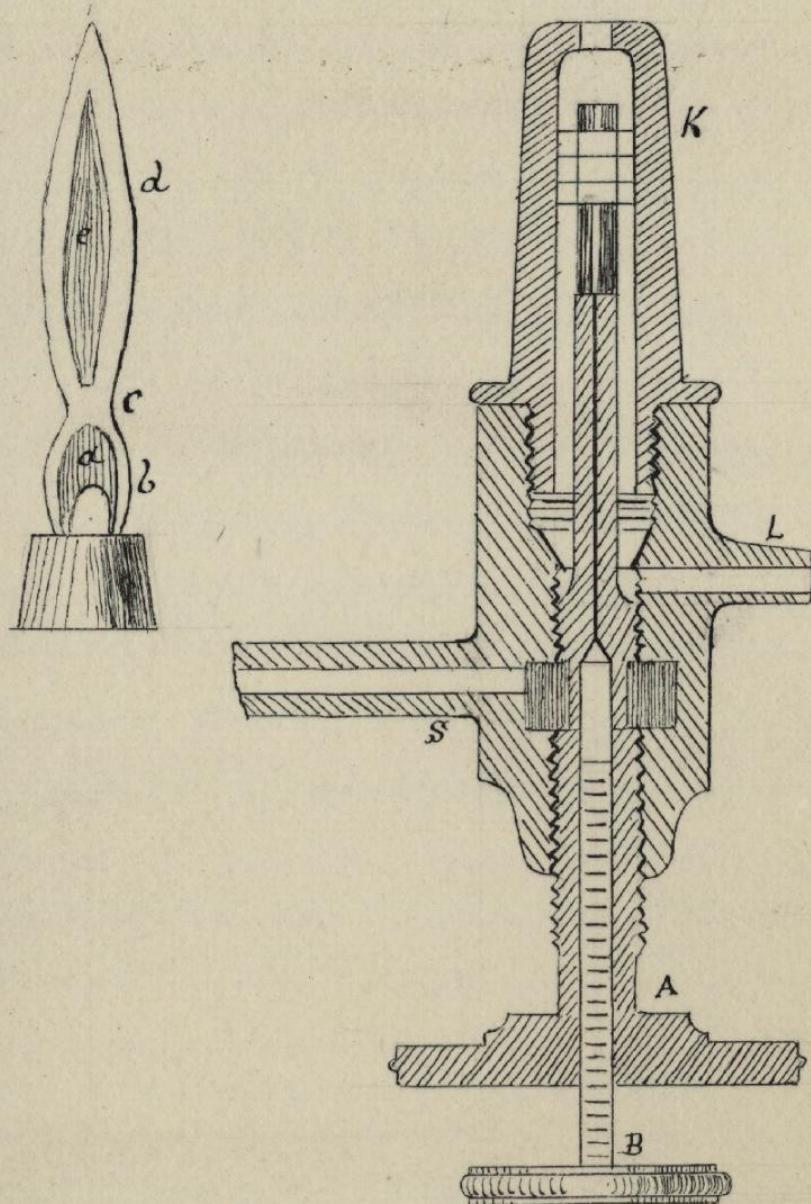
(1) D'après le Journal of Gas lighting.

gaz oxygène commence à brûler dans l'intérieur même du bûche; il en résulte une perte considérable de chaleur. De plus, cet oxygène ainsi dépensé ne contribue nullement à la production d'une bonne flamme, telle que celle d'un brûleur Bunsen, où le maximum de température est obtenue dans la flamme même et limitée dans le plus petit espace possible. Cette dernière condition est correspondant de la plus haute importance. Tous les sols à volatiliser ne peuvent être introduits à l'état liquide dans la flamme qui portent immédiatement des fils de platine; si la partie chaude de cette flamme n'aurait pas une section parfaitement définie, l'extrémité de ces fils fondrait; au contraire, grâce à la faible dimension de cette partie, le globe de composition saline s'envolera sans que le fil de platine, qui est à peine éloigné d'un millimètre de la partie chaude, puisse être porté à une température voisine de son point de fusion.

La figure ci-contre représente un coupe du brûleur Binnemann et la flamme qu'il produit. La partie supérieure du tuyau d'arrivée du gaz présente une forme cylindrique qui se retrouvent rapidement vers le haut. Dans cette cavité est placé un piston K relié à la vis A, et pourvu de plusieurs rainures longitudinales et transversales qui donnent une distribution régulière du gaz d'éclairage.

PL. 93

Bec de gaz  
à oxygène et zirconium  
du Professeur Linnemann



BIB. CNAM  
RÉSERVÉ



Celui-ci arrive par 4 et son admission est réglée, suivant la pression au moyen de la vis A, qui augmente ou diminue l'orifice du tuyau 4. L'oxygène arrive par 5 dans une chambre circulaire entourant A, et de là pénètre par quatre ouvertures dans une conduite pratiquée dans l'axe de cette vis ; son admission se régit au moyen de la vis B.

Suivant les positions relatives des deux vis, on peut arriver à obtenir des flammes de hauteurs très différentes. Pour que l'appareil fonctionne dans de bonnes conditions, la pression de l'oxygène doit être de 10 à 15 fois plus grande que celle du gaz d'éclairage ; cette condition est facile à remplir avec un gazomètre de grande dimension ; si elle n'est pas satisfaita, l'oxygène brûle dans l'intérieur du tuyau et on retrouve le résultat indiqué plus haut. Il faut aussi que l'oxygène s'échappe du bec sans avoir perdu de pression, ce qui n'est pas toujours très facile à obtenir, surtout lorsque ce gaz est amené par une canalisation assez longue, car il faut pas mal de temps pour que la pression du réservoir se transmette au bec. Pour cette raison, il est souvent aisé d'adopter un bout de tuyau débouché devant l'ouverture ; le résultat

oléagineux s'obtient alors en serrant et ralochant seulement cotuyau avec la main.

La flamme du bec Timmernam ne produit pas de bruit si elle est petite. La partie la plus chaude où l'oxygène brûle est en c, environ 1 centimètre au-dessus du bec, et a une couleur blanche bleuâtre. Comme avec les brûleurs Benson, la partie a est sombre ; la portion extérieure b est d'un bleu à peine visible ; la couleur est un peu plus accentuée en c ; enfin e est bleu blanc très clair.

Si l'on augmente d'un tiers la hauteur de la flamme, celle-ci produit un sifflement. L'espace c est plus long et la combustion de la flamme y est plus marquée, et b beaucoup plus intense en lumière et sa température considérablement plus élevée que celle du reste de la flamme. Cette disposition convient surtout pour porter au rouge les objets ayant une grande surface. Dans les deux cas les différentes parties, suffisamment peu de résultats au spectroscop-

te hoc que nous venons de décrire conviendrait bien pour la lumière Drummond ; mais l'énorme chaleur développée faudrait certainement la surface du cylindre de chaux et pourrait y produire une cavité de la grosseur d'un pois, ce qui donnerait à la flamme une forme dissymétrique.

- que et diminuerait rapidement l'intensité lumineuse. M. Tinnemann écrits est inconvenient en romptant la chaine par du zirconium.

Cette substance a été employée par M. Tissier du Motay au début de ses recherches; il s'en servait sous forme de pointes dont le procédé de fabrication n'est pas connu. Quoi qu'il en soit, le zirconium est très difficile à obtenir à l'état compact; c'est une poudre amorphe, absolument infusible et qui, exposée à la température du rouge blanc, se réduit en une poussière très fine. La difficulté augmente encore lorsqu'il est mêlé à un autre corps. Aussi M. Tinnemann propose-t-il d'employer de la terre de zirconium chimiquement pure qui ne contient aucune trace de matières stœlinées. Voici comment il la prépare.

Il commence par extraire la terre de zirconium de son chlorure naturel, en l'exposant à une flamme continue dans un creuset formé en porcelaine; puis il réduit le corps ainsi obtenu en poudre fine dans un mortier en sayle et le comprime ensuite au moyen d'un large pilon dans un mortier en acier. De façon à obtenir des plaques de 354 millimètres d'épaisseur. Tousqu'elles ont été préparées et manipulées avec soin, ces plaques sont assez compactes pour qu'on puisse les

prendre avec les doigts et les retirer du mor-  
tier sans les casser. On peut encore augmenter  
leur solidité en les exposant à une température  
graduellement croissante, et en les faisant  
passer finalement dans l'appareil de Nor-  
mann. Il en résulte quelquefois une contrac-  
tion partielle qui diminue le volume des pla-  
ques et les fait se briser en morceaux, mais  
cet inconvénient peut être évité si l'on suit  
de les exposer à une très haute température en  
répartissant uniformément la chaleur sur toute  
la surface. Au reste, les plaques qui se sont  
cassées sont retravaillées de nouveau; elles  
sont alors plus solides que la première fois  
et quand elles se brisent, elles ne le sont qu'en  
deux morceaux. La cuisson des plaques ne peut  
avoir lieu que sur du platine, sur une autre  
substance, de la glaise par exemple, elles  
fondraient et filtreraient à travers comme  
de la cire.

Un disque de zirconium qui est resté  
entier dans la flamme a une solidité suf-  
fisante pour pouvoir être enlevé dans une  
petite soucoupe en platine, munie d'une  
poignée en fil de platine, au moyen de  
laquelle l'expérimentateur règle la position  
du disque lorsqu'il veut s'en servir. Il  
ne faut naturellement pas s'attendre à ce que  
ces disques soient tout à fait indestructibles;

ils s'écaillement avec le temps, surtout si on les expose subitement à une température très élevée. Mais ils peuvent servir plusieurs centaines de fois avant qu'on soit obligé de les renouveler.

Avec le bac décrit ci-dessus et dans le cas de la petite flamme silencieuse, le disque de zirconium doit être placé de telle sorte que la portion la plus chaude de la flamme le frappe sa surface. Bien qu'il soit presque entièrement porté au rouge blanc, ce n'est que sa partie centrale, sur un diamètre d'environ 5 millimètres, qui atteint le plus haut degré de l'incandescence. Il résulte un degré extraordinaire de concentration de la lumière sur le zirconium. La flamme, d'un blanc éclatant, est parfaitement fixe.

Soumise à l'analyse spectroscopique, elle donne un spectre continu de la ligne A et lignes H de Fraunhofer, ne présentant aucun rai lumineux, et différent en cela de celui de la lumière Drummond, où, en outre de la rai du sodium, on distingue nettement les bandes rouge et verte du calcium.

Cette propriété de la lumière de zirconium est très précieuse; elle lui permet de remplacer celle du soleil et la rend préférable à la lumière électrique dans un

grand nombre de cas.

Le zirconium possède encore un autre avantage; il ne développe qu'une très faible quantité de chaleur relativement à l'intensité lumineuse émise; par suite l'objet à éclairer peut être amené excessivement près de la flamme.

M. Hinnemann a mesuré, au moyen du photomètre Bunsen, les pouvoirs éclairants de flammes de différentes hauteurs. Le gaz d'éclairage était fourni à une pression moyenne d'environ 60 millimètres d'eau et l'oxygène à une pression environ 15 fois plus grande. La quantité de lumière obtenue a varié, suivant la dépense d'oxygène et de gaz, de la manière suivante:

60 bougies pour 24 lit. de gaz et 15 lit. d'oxygène à				
120	—	37	—	26
200	—	48	—	44

La petite flamme qui ne donne pas de bruit, peut produire des intensités variant de 60 à 120 bougies. Des intensités supérieures à 120 bougies ne sont obtenues qu'avec la flamme sifflante. Il faut cependant qu'un feu ordinaire ne fournit qu'4 bougies allemandes pour une consommation horaire de 50 litres de gaz, on voit que la lampe Hinnemann produit avec la même dépense une intensité lumineuse de 30 à 50 fois plus considérable.

lampe à gaz,  
système Danischewski.<sup>(1)</sup>

M. Danischewski dont les inventions ne sont pas inconnues de nos lecteurs, a imaginé dernièrement un système de lampe à gaz à flamme renversée, qui présente des dispositions originales. Nous croyons utile d'en publier la description et le dessin sauf à y revenir plus tard lorsque nous aurons cité les résultats des expériences photométriques qui se poursuivent.

Un des caractères essentiels du système est l'absence de bocal proprement dit. Le gaz est amené par un tube  $5$  de  $4$  millimètres de diamètre intérieur et on sort pour être brûlé, sans qu'il y ait le moindre changement de section du tube, dont l'extrémité est absolument libre.

L'écoulement du gaz est déterminé par un régulateur  $R$  sec ou humide. La forme de la flamme désirée est obtenue par l'interposition d'une couronne sphérique  $T$  en terre réfractaire obturant convenablement étudiée des courants d'air pour l'alimentation du bocal et la sortie des produits de la combustion.

(1) Extrait du Journal des usines à gaz du 5 Mai 1887.

Un demi-globe en verre mince est monté sur une baguette mobile, le long du tube de gaz, et est maintenu latéralement par un cercle métallique armé de trois bras.

Le chapeau supporte à sa partie inférieure un rebord plat. C'est garniture d'amiante, qui s'appuie sur le cercle et le globe en formant un contact suffisamment intime pour empêcher les rentrées d'air.

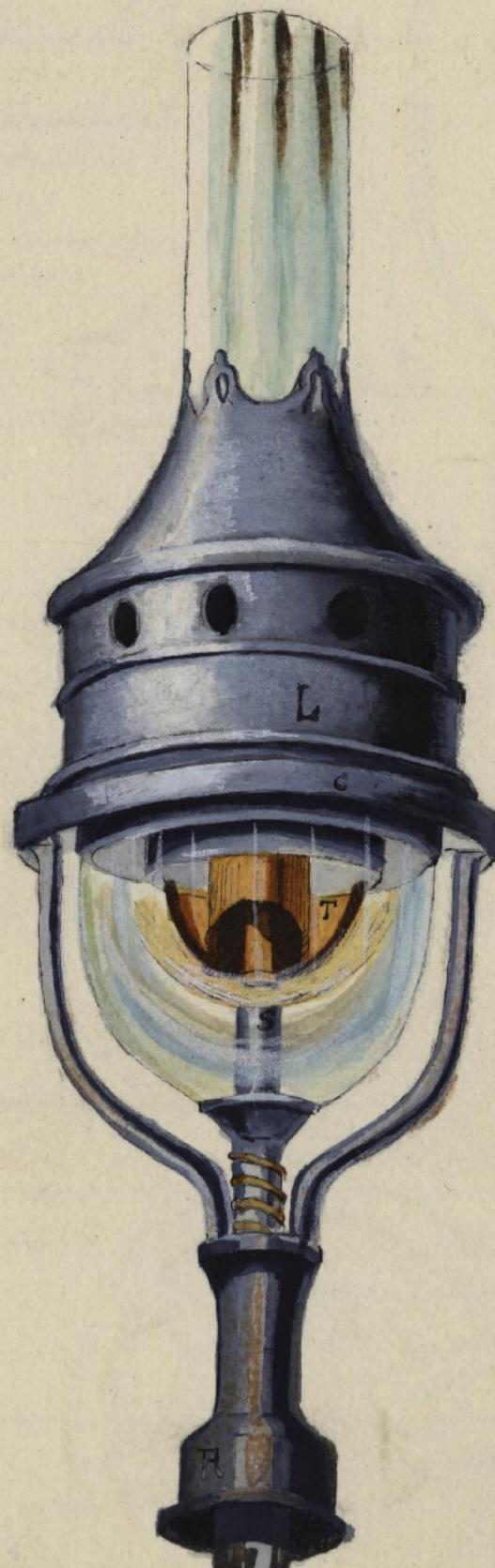
Le rossart logé sous la baguette du globe facilite la mise en place des différentes parties, sans exiger d'autre soin que de bien faire coïncider l'axe de la cheminée avec celui du tube de gaz.

Le chapeau demande quelques explications. Suisant son axe, est disposée la cheminée d'évacuation V, des produits de la combustion qui porte en son centre, à la partie inférieure, un bouton métallique, normalement placé à 2 millimètres environ au-dessus de la sortie du gaz. Autour de la cheminée, et communiquant avec elle, est une caisse cylindrique, divisée par des cloisonnements en plusieurs compartiments, entre lesquels circule et s'échauffe l'air d'aspiration de la flamme. Celui-ci est aspiré par des ouvertures ménagées dans la surface convexe de l'enveloppe ; il est dirigé par des passages obliques de manière à échapper les parois de la caisse ob-

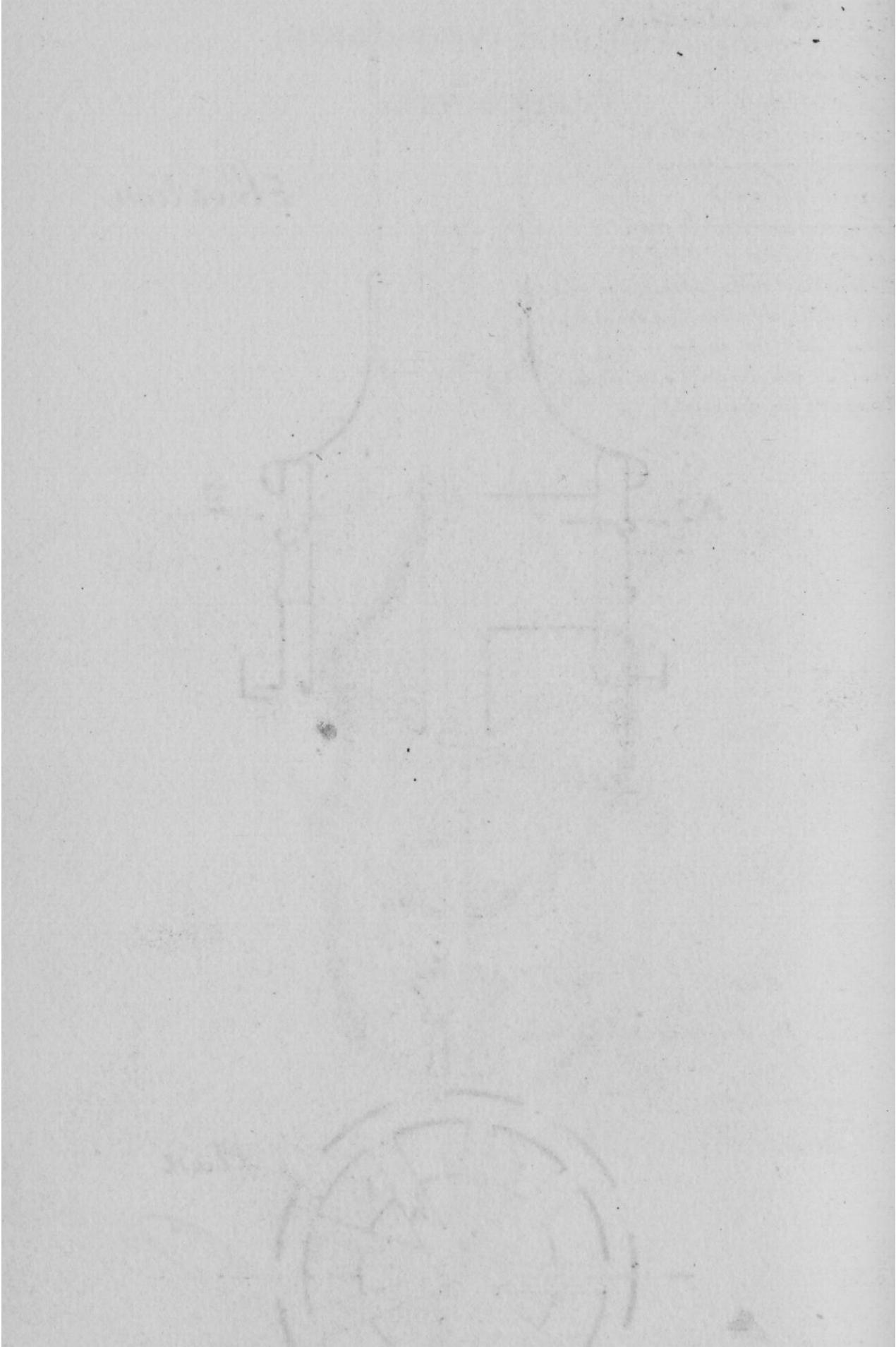
PL. 94

Lampe à récupérateur

Danischevski



BIB CNAM  
RESERVE



Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

# Bec à récupérateur

PL. 95

Danischevski

Legende explicative

Chandelle

Tige centrale

Chambre centrale

Cuvette réfractaire

Coupe en verre

Canaux horizontaux du récupérateur

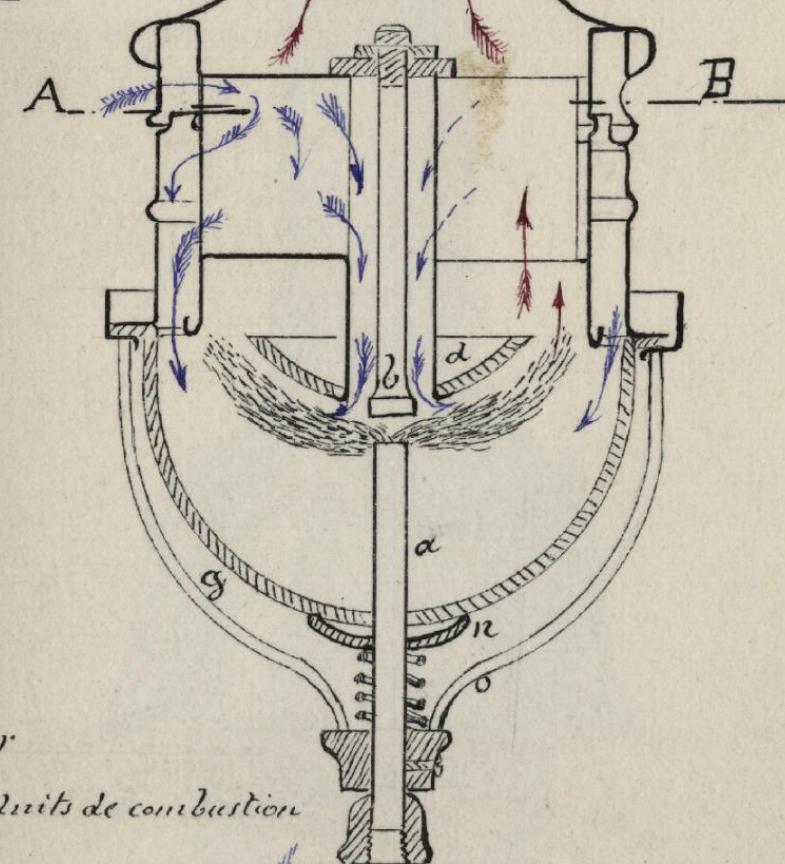
Canaux d'échappement des produits de combustion

Cheminée en verre

Pièce soutenant la coupe

Ressort à boudin

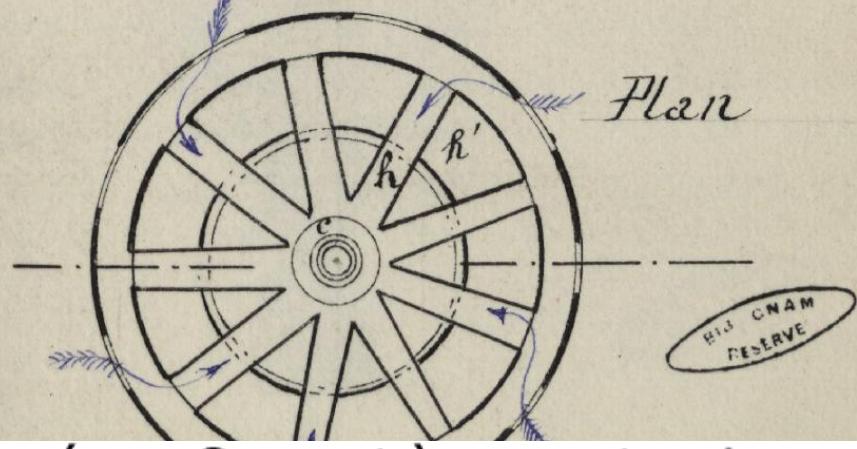
Élevation



air

Produits de combustion

Plan



DU CNAM  
RESERVE

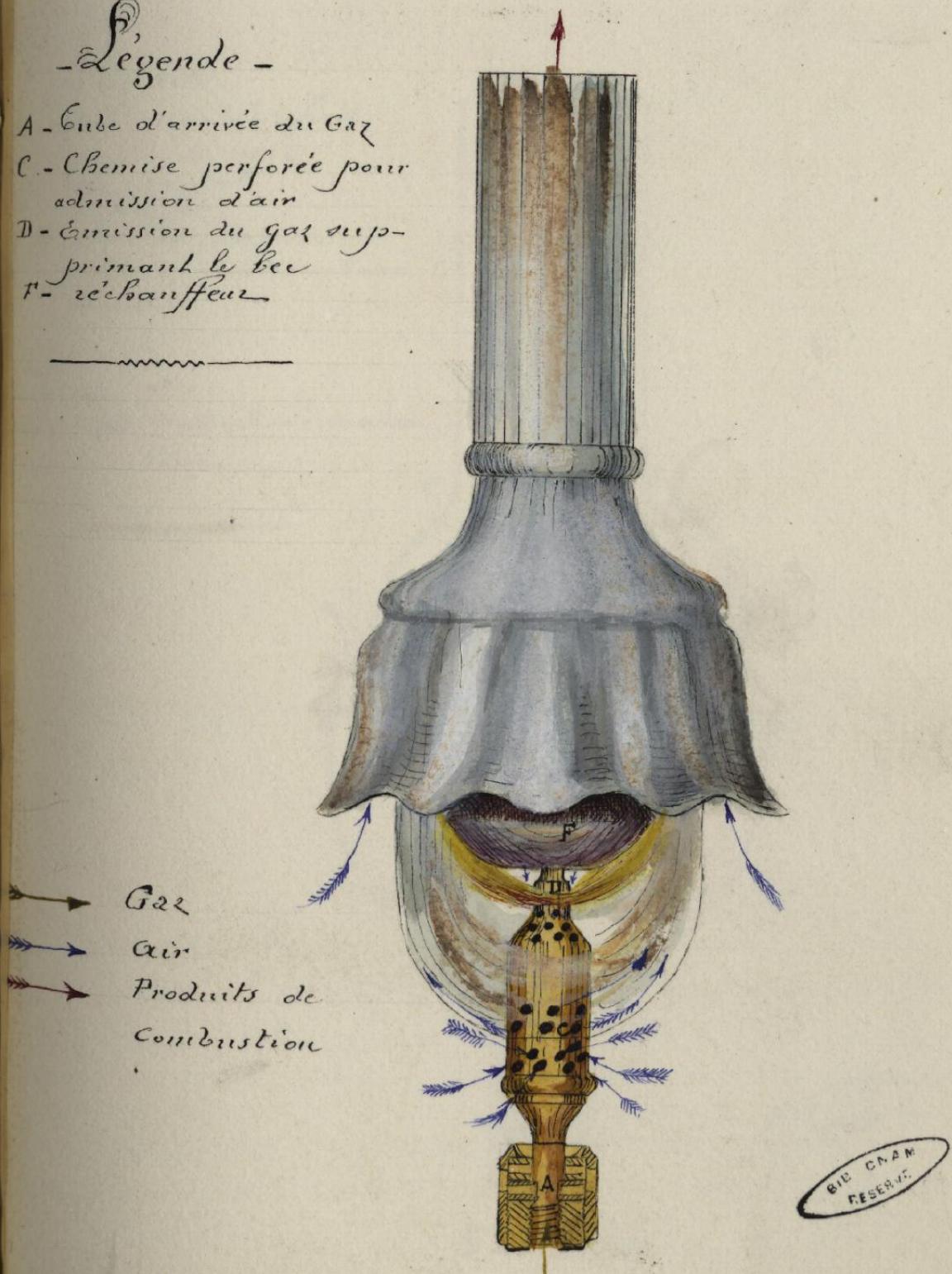


PL. 96

Lampe translucide  
Danischevski

-Légende -

- A - Tube d'arrivée du Gaz
- C - Chemise perforée pour admission d'air
- D - Emission du gaz sup-  
primant le feu
- F - réchauffeur





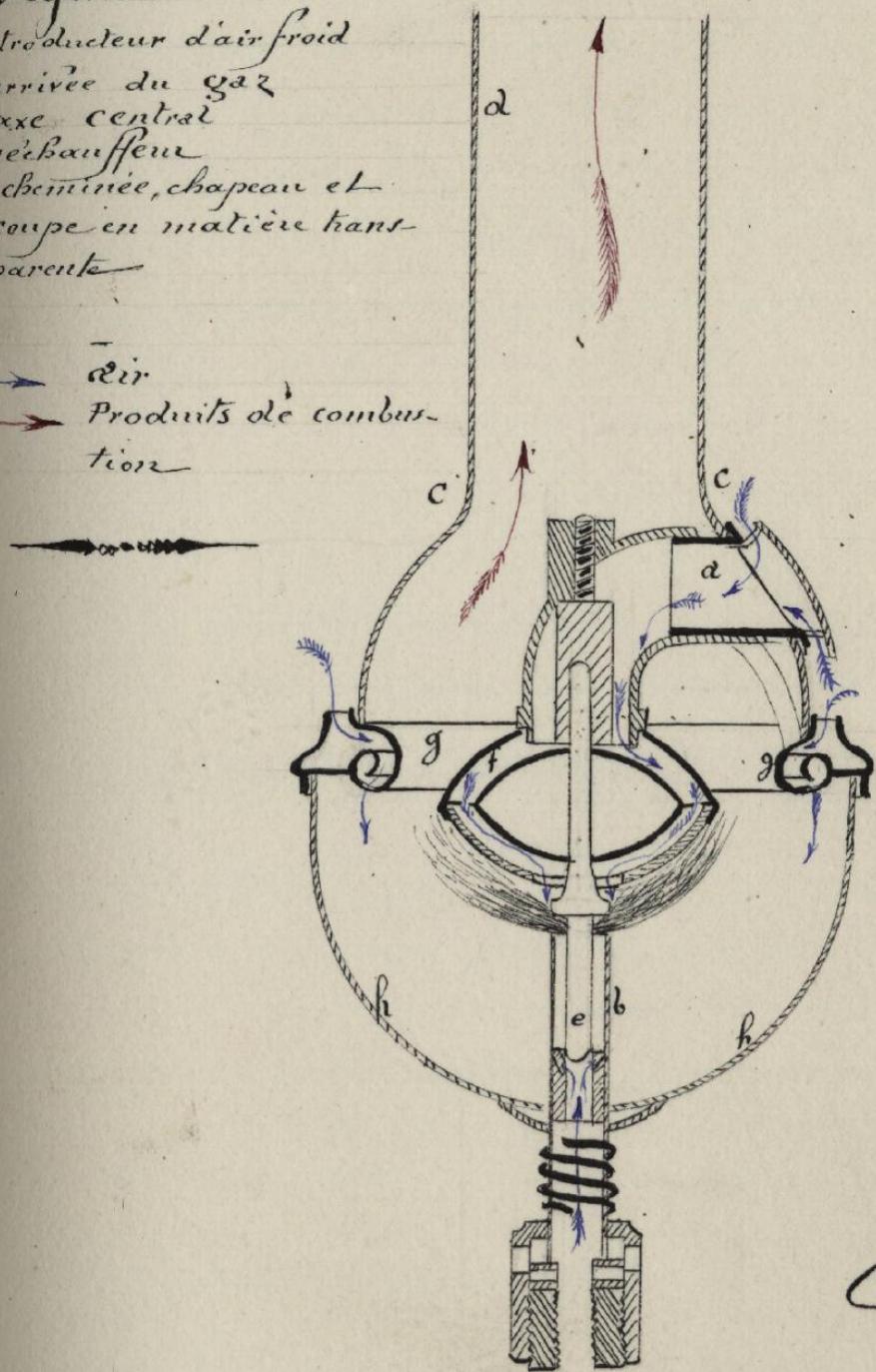
# Lampe translucide

## Danischevski

### Légende

a. introducteur d'air froid  
 b. arrivée du gaz  
 c. axe central  
 f. réchauffeur  
 c, h. cheminée, chapeau et  
 coupe en matière trans-  
 parente

air  
 Produits de combus-  
 tion



*Elevation*

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires



à descendre ensuite le long du globe avant d'arriver à la flamme. Un vase ordinaire de 10 centimètres de longueur environ surmonte le chapeau pour recueillir les produits de la combustion et assurer le tirage. L'ensemble est fort exactement représenté par le dessin ci-joint.

Nous ne pouvons pas encore donner de chiffres précis suivant la vitesse de l'intensité lumineuse produite par ces nouveaux foyers et de la dépense de gaz par cent-heure. Dans les essais auxquels nous avons assisté, l'effet nous paraît comparable à celui que donnent les bacs Winkler et Cromartie de même consommation. Quant à l'installation, il n'est pas possible de faire plus simple.

Il est probable qu'au prochain Congrès de la Société technique, nous aurons l'occasion d'examiner les éléments originaux du système et de nous faire une idée plus complète de leur valeur pratique.

Bec Parisien (Système Schulte)  
 construit par la Société des perfectionnements  
 de l'éclairage

(Extrait du Journal des usines à  
 gaz du 5 Janvier 1888)

Les appareils intenses d'récupération  
 du système Schulte ont fait leur première  
 apparition, en France, au printemps de 1884.

Dès cette époque, l'attention a été appelée  
 sur eux par leur rendement lumineux  
 considérable, et la disposition par laquelle  
 y est obtenu le chauffage prétable de l'air  
 destiné à la combustion du gaz a été apprê-  
 ciée comme l'une des plus favorables à la  
 récupération parmi celles déjà connues.

Mais de graves reproches leur ont été  
 adressés, avec raison, au sujet de leur  
 forme volumineuse et disgracieuse, et  
 surtout de l'irrégularité de leur marche,  
 irrégularité qui était due principalement  
 à une mauvaise disposition du tube d'ili-  
 mentation.

Les appareils ne pouvoient donc être  
 acceptés en cet état par l'industrie du  
gaz, et il était indispensable de les per-  
 fectionner.

La recherche des modifications né-  
 cessaires a été entreprise par la Société

des perfectionnements de l'ձclaireage, et elle a été couronnée de succès.

Tout en conservant les dispositions fondamentales qui formaient l'objet des brevets dont elle avait acquis la propriété, cette Société a modifiée les appareils de manière à rendre leur construction plus simple et plus économique, à diminuer leur volume, à assurer leur marche régulière en faisant disparaître les inconvenients révélés par la pratique, et, en même temps à les rendre plus solides.

Ces modifications ont été énumérées dans le brevet d'invention pris en 1886 par la Société qui a donné à son nouvel appareil le nom de Bec Parisien.

A partir de cette époque, lebec parisien a fait ses preuves dans les conditions les plus difficiles, c'est à dire dans l'ձclairage des voies publiques, où il a été hautement apprécier par tous les ingénieurs compétents qui l'ont examiné soit aulaboratoire, soit dans le service pratique auquel il a été affecté par les administrations des villes et des Compagnies des chemins de fer.

Dans ces nouvelles conditions, l'étude de l'appareil présente un intérêt incontestable.

Envoi ci la description.

Les fig. 1, 2 et 3 de la Planche jointe au  
numéro, représentent une suspension de  
350 litres, type industriel s'allumant par  
la chenille.

La fig. 1 donne la vue de face;

La fig. 2 le coupe verticale A B,

La fig. 3 une coupe horizontale suivant C D.

L'appareil se compose du récupérateur X et de la lyre Y avec son châssis Z.

La partie essentielle du récupérateur est le tube plissé a (fig. 2 et 3) fait avec une seule feuille de nickelé par pliement un certain nombre de fois sur elle-même; les extrémités de cette feuille sont jointes l'une à l'autre, de sorte que celle-ci forme un plissé circulaire sans fin (fig. 3).

L'emploi du nickelé pur est motivé par sa résistance considérable à l'action du feu, résistance qui est bien démontrée par l'expérience. Il existe en effet sous la halle des messageries (service de l'arrivée) de la gare de Paris de la Compagnie P. G. M. un ancien local transformé de 350 litres brûlant régulièrement toute la nuit et ayant près de trois ans de service; les parties en nickelé ne sont pas déteriorées malgré les 11000 heures d'allumage de l'appareil. Les tubes plissés

des soixante quinze appareils qui se trouvent en service sur même endroit depuis deux ans sont également intacts.

Le tube plissé a été amboîté dans une enveloppe conique boulonnée en nickel pur, celle-ci ne couvre pas la partie supérieure de  $\alpha$  et donne ainsi accès à l'air dans les plis extérieurs du plissé. Le vide conique central de  $\alpha$  se trouve bouché à une certaine distance du bord inférieur par un obturateur  $c$ , ce qui force les produits de la combustion à s'échapper en passant par les plis intérieurs du plissé. Les plis extérieurs sont fermés en haut, et ceux intérieurs en bas, de sorte qu'il ne peut se produire aucun mélange d'air et de produits de combustion.

Le tirage est obtenu par le cône  $\alpha$  et la chominée  $c$ .

Pour éviter que l'air extérieur amène le refroidissement du tube plissé, celui-ci est entouré d'une couche isolante  $f$ , limitée par le tambour  $g$ ; ce dernier est entouré d'un vide circulaire formé par le dôme  $h$ .

À l'extrémité inférieure du tube plissé est attaché un petit réflecteur en porcelaine qui sort à diriger l'air et les produits de la combustion, tout en augmentant

### L'effet de la lumière.

La lumière du gaz ne présente rien de particulier. Il n'en est pas de même du chandelier, organe très intéressant à cause des fatigues auxquelles il se trouve exposé et des dispositions adoptées pour un service et une marche régulière et continue de l'appareil.

Pour faire ressortir les avantages de ces dispositions, il n'est pas inutile de résumer les inconvénients inhérents à la plupart des becs intensifs et réception actuellement connus.

Dans ces derniers :

1<sup>o</sup> La tube qui amène le gaz se trouve souvent surchauffé, et par suite le gaz se décompose en produisant du charbon et du graphite ; le brûleur est bouché par ces dépôts et la flamme devient irrégulière.

2<sup>o</sup> Le brûleur est souvent très fragile, il se casse, son remplacement présente des difficultés et exige une connaissance spéciale.

3<sup>o</sup> La rupture accidentelle du globe supprime entièrement la lumière.

4<sup>o</sup> La flamme est molle, ce qui rend les appareils très sensibles au vent et aux variations de pression du gaz.

5<sup>o</sup> Beaucoup de becs sont excessivement délicats ; ils fument aussitôt que le brû-

leur se trouve déplacé par rapport au rô-cuprateur.

6° Dans la plupart des bœufs, le foyer n'est plus visible à une certaine distance de l'appareil, inconvénient assez grave pour l'éclairage de la voie publique.

Le bœuf parisien ne présente aucun de ces inconvénients, grâce à la disposition de son chen de l'atelier et particulièrement de son brûleur, qui se distingue par l'emploi de simples papillons en stéatite à tête creuse montées sur cuivre. Il a connu comme i qui reçoit un certain nombre de papillons est mobile à au moyen d'un rôdage 1. Le porte-coupe ne peut glisser sur la tige 2. Le coupe joint hermétiquement sur le fond en minette du rôcuprator. Le régulateur s'est visé sur le rôdage 3, de sorte que l'on peut enlever tout le chen de l'atelier de la lyre, après avoir hissé la coupe 7.

Le robinet s fait corps avec la lyre, il est disposé de telle manière qu'il se trouve fermé dans la position de gauche de la bascule et ouvert quand celle-ci est tournée à droite. Dans la position verticale de la clof, le robinet ne laisse passer qu'une certaine partie de la consommation normale du bœuf, ce qui permet d'allumer celui-ci sans dé-

l'omission en présentant un allumoir au sommet de la chandelle.

Les bœufs parisiens destinés à l'éclairage public sont logés dans les lanternes et pourvus d'un chandelier spécial comportant une veilleuse et un bœuf de minuit (fig. 4, 5 et 6).

Il apparaît d'ailleurs immédiatement d'amener le gaz dans l'intérieur de la cuve pour trois bœufs différents est particulièrement intéressant. La fig. 4 en représente une cuve verticale. La partie inférieure du chandelier est fixe; elle reçoit une partie mobile au moyen du rodage JE. Le robinet A est à quatre voies et sert à la distribution du gaz qui s'obtient par une simple manœuvre de la buse. Quand celle-ci se trouve à droite, la veilleuse brûle sous le gaz; le gros bœuf K est allumé quand la buse est verticale; on allume le bœuf de minuit M en tournant la buse à gauche; le gros foyer est alors éteint. La mobilité de la buse simplifie considérablement le service d'entretien et de nettoyage.

Tout récemment la Société des perfectionnements de l'éclairage a créé deux types de petite consommation (110<sup>t</sup> et 150<sup>t</sup>), pouvant se visser à la place d'un papillon ou d'un petit bœuf rond ordinaires.

Les dessins ci-joints montrent quelles sont les parties extérieures de l'appareil, ne peut plus

être un obstacle à l'application générale du système.

Après des expériences pratiques très sérieuses et prolongées pendant plusieurs mois, le Bœuf Parisien a été adopté par la ville de Lyon pour la transformation complète de son éclairage intensif; le nombre des lanternes actuellement en service dans cette ville dépasse deux cent trente. Une centaine de lanternes ont été placées par les soins de diverses municipalités, notamment à Toulouse, Nice, Bordeaux, Béziers, Venise, Florence, Vérone, Trèves etc.

Trois cent soixante-dix lanternes aux suspensions ont été placées par les compagnies des Chemins de fer de Paris à Lyon et à la Méditerranée, de Paris à Orléans et du Midi dans leurs gares de Paris, Lyon-Partie, Villeneuve-Triage, Juvisy, Bourges, Bordeaux Saint Jean<sup>(1)</sup>.

La Ville de Paris fait des essais pratiques sur la place de l'Hôtel de ville et au carrefour de la rue de Rivoli et du boulevard Sébastopol. Ces essais, commencés au mois de Mars dernier, ont réussi jusqu'à présent.

Tout récemment l'Administration de la Ville a consenti à l'installation d'une lanterne

<sup>(1)</sup> Chiffres de fin Novembre 1887.

de 750 litres au point du Carronage; celle-ci est représentée par notre dessin fig. 6, et peut être considérée comme le dernier type.

Il reste à parler du rendement des différents types, de leur prix et de leur entretien.

Les pouvoirs éclairants indiqués dans le tableau ci-dessous ont été obtenus au laboratoire d'une de nos grandes villes de France.

Les prix sont ceux des prospectus de la Société des perfectionnements de l'éclairage.

Les frais d'entretien pour les lanternes sont ceux établis par le traité que la ville de Lyon a passé avec M. Bardot, fabricant d'appareils à gaz.

Les frais d'entretien pour suspensions sont ceux que la Société des perfectionnements de l'éclairage garantit comme maximum par son traité avec la Compagnie d'Orléans; à côté figurent les frais moyens constatés par la pratique.

Toblerie

Type	Prise d'air		Filtres amovibles du filtre et de l'entretien					
	Prise d'air	Suspension d'antenne	Pour		Moyens d'extinction			
éclairant	éclairant	Suspension	élevable	Suspension	élevable	Suspension	élevable	Suspension
éclairant	éclairant	élevable	élevable	élevable	élevable	élevable	élevable	élevable
Litres	Litres	Litres	Litres	Litres	Litres	Litres	Litres	Litres
225	3.91	110	175	11	30	9	21	9
360	7.4	190	290	17	38	12	30	12
350	12.60	225	310	20	47	14	40	14
305	7.05	265	400	23	58	17	52	17
112	9.94	25.80	310	17	70	11	60	11

Les bœufs parisiens persistant appolé à rivaliser, dans de bonnes conditions, avec les deux systèmes d'éclairage public qui, jusqu'à présent, pouvoient être considérés comme les seuls ayant donné de bons résultats pratiques, c'est à dire les bœufs phares de la Compagnie parisienne du gaz et les bœufs Siemens, il est intéressant de les comparer.

La prixe de revient qui permettra d'établir cette comparaison est exprimé ci-après en francs et centimes par cent-heure; il est établi d'une manière uniforme en comprenant:

1° L'intérêt et l'amortissement des dépenses de premier établissement calculés à 10%, ce qui, au taux d'intérêt de 6% supposé aux appareils une durée de quinze à seize ans.

2° L'entretien et la surveillance.

La comparaison au moyen du prix de revient par cent-heure fournit des renseignements très exacts, quand on met en parallèle des foyers lumineux ayant des intensités présentant des écarts peu considérables. Il convient donc de choisir comme termes de comparaison les deux types du Bœuf parisien qui se rapprochent le plus des Bœufs Siemens.

Tes chiffres insérés dans les tableaux ci-après sont extraits de l'article du Journal

des usines à Lyon (n° 104, du 5 Janvier 1886) on ce qui concerne les bœufs johares et les bœufs Siemens.

Bœufs placés dans des lanternes sur la voirie publique

	Bœufs de la Compagnie Parisienne	Siemens	Bœufs français	parisiens
Type de .....	1,400 <sup>t</sup>	1,600 <sup>t</sup>	1,000 <sup>t</sup>	
Consommation réelle de .....	1,400	1,480	994	
Pouvoir éclairant .....	13 cand.	30. 6 C.	25.5 C	
Dépenses de premier établissement, achat, pose .....	300 <sup>t</sup>	1000 <sup>t</sup>	600 <sup>t</sup>	
Entretien et surveillance .....	40 <sup>t</sup>	105 <sup>t</sup>	70 <sup>t</sup>	
Type de .....	800 <sup>t</sup>	800 <sup>t</sup>	550 <sup>t</sup>	
Consommation réelle de .....	800 <sup>t</sup>	662 <sup>t</sup>	550 <sup>t</sup>	
Pouvoir éclairant .....	7,5 C	10 C	12.6 C	
Dépenses de premier établisse- ment, achat, pose .....	300 <sup>t</sup>	630 <sup>t</sup>	450 <sup>t</sup>	
Entretien et surveillance .....	40 <sup>t</sup>	87 <sup>t</sup>	47 <sup>t</sup>	

Dépenses annuelles par bœuf, non compris la consommation

Nature des bœufs	Intérêt et amortissement à 10 %	Entretien et surveillance	Totale
Phénacats .....	1,400 litres	30 <sup>t</sup>	40 <sup>t</sup>
do .....	800 "	30 <sup>t</sup>	40 <sup>t</sup>
Siemens de .....	1,600 "	100 <sup>t</sup>	205 <sup>t</sup>
do .....	800 "	63 <sup>t</sup>	87 <sup>t</sup>
Parisiens de .....	1,000 "	60 <sup>t</sup>	70 <sup>t</sup>
do .....	550 "	45 <sup>t</sup>	47 <sup>t</sup>

Prix

Prix de l'éclairage public (Gaz à 0.15) par bœuf et par heure, en supposant 3,000 heures d'éclairage en pleine lumière.

	Bœuf	Bœuf	Bœuf
phare Siemens précision			
Type de - - - - -	1,400 <sup>t</sup>	1,600 <sup>t</sup>	1,000 <sup>t</sup>
Intérêt et entretien . . . . .	0.0233	0.0177	0.0433
Consommation . . . . .	0.2100	0.2220	0.1491

Prix de revient total 0.2333 0.3237 0.1924  
Prix total d'acquisition 0.0180 0.0106 0.0076

	Bœuf	Bœuf	Bœuf
phare Siemens précision			
Type de - - - - -	800 <sup>t</sup>	800 <sup>t</sup>	550 <sup>t</sup>
Intérêt et entretien . . . . .	0.0233	0.0500	0.0307
Consommation . . . . .	0.1800	0.1993	0.0825

Prix de revient total 0.1433 0.1493 0.1132  
Prix total d'acquisition 0.0191 0.0149 0.0090

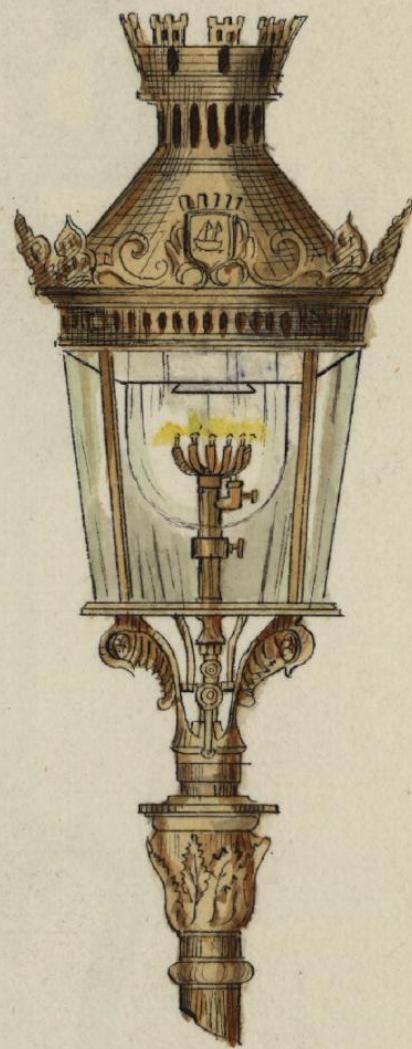
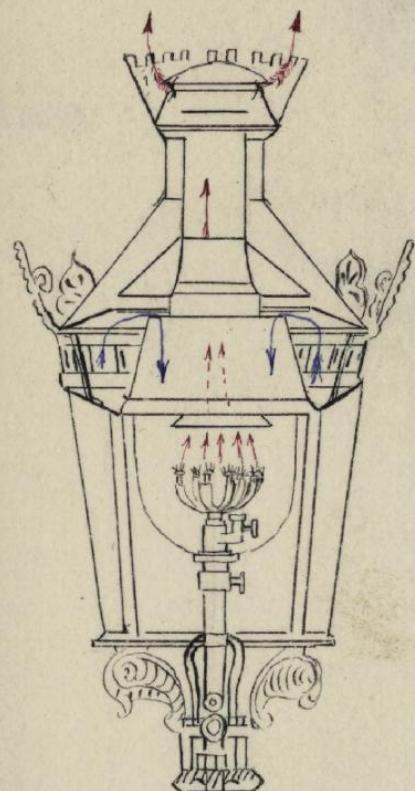
Tous les bœufs Siemens sur lesquels ont porté les essais, étaient placés dans des lieux couverts, tandis que les bœufs parisiens se trouvaient sur la voie publique ou dans des endroits découverts. Malgré cela, la comparaison ci-dessus conclut en faveur des derniers.

Voici par ordre croissant les prix de revient par cent-heure des bœufs comparés :

Bœuf parisien de 1000 litres Gaz à 0.15..	0.0076
" parisien de 550 "	0.0090
" Siemens français de 1,600 litres "	0.0106
" Siemens français de 800 "	0.0149
" phare de 1400 litres "	0.0180
" phare de 800 "	0.0191

PL. 98

Bec Parisien,  
à récupérateur Schulke,  
dans une lanterne deville.



Legendre

→ air

→ Produits de combustion

BIB CNAW  
RESERVE

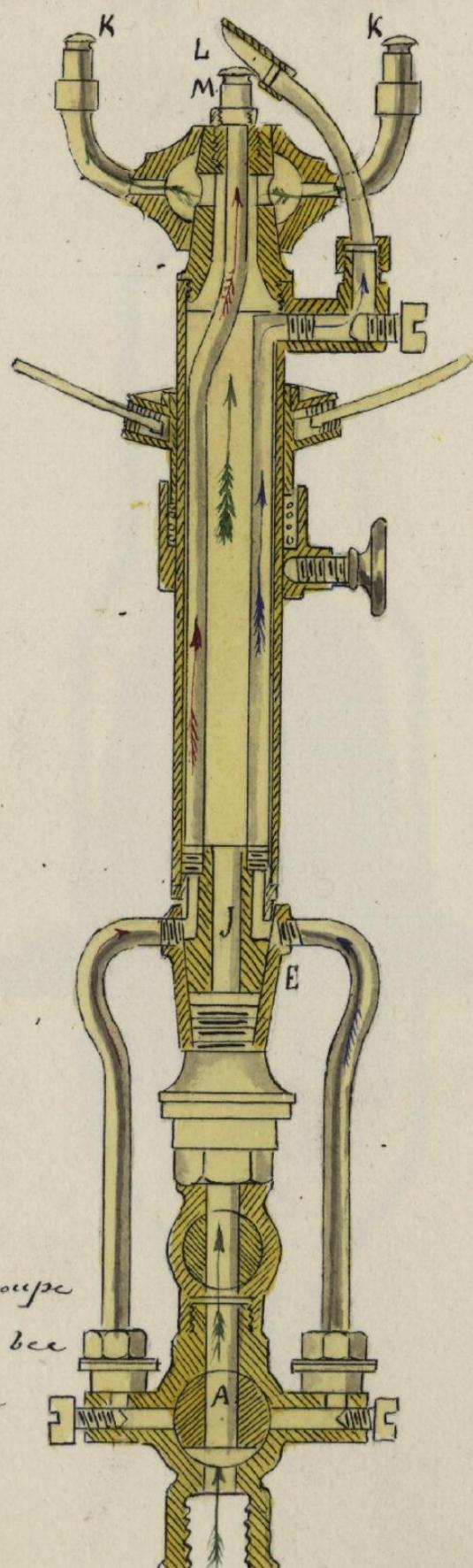


# Coupe de l'appareil d'alimentation

PL. 99

Fig. 4

Bec Parisien

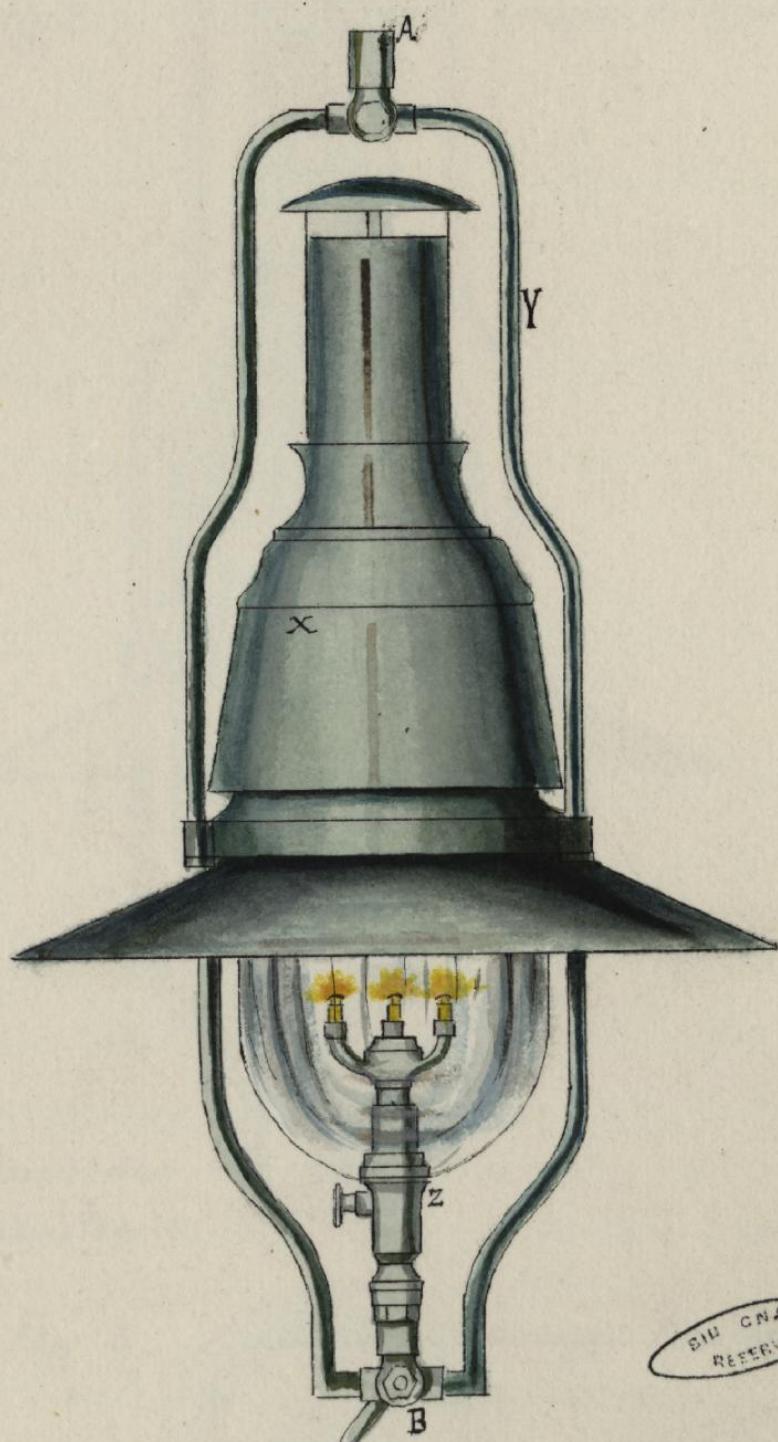




Lampe à récupérateur  
PL. 100 Schulke

VUE de Face

Fig. 4

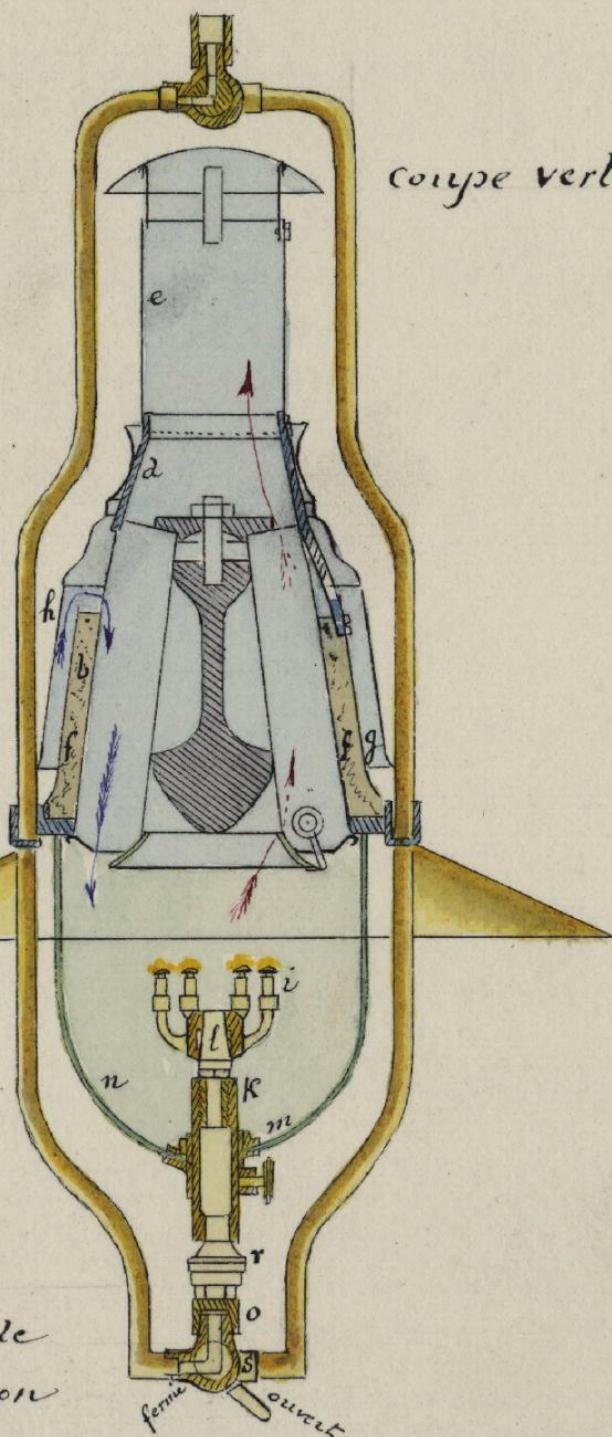




PL. 101

# Lampe a récupérateur Schulke

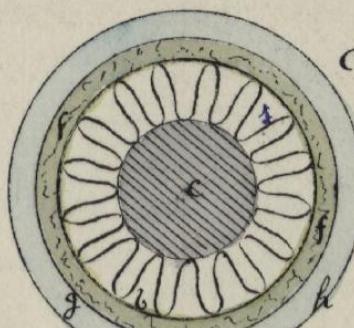
Fig. 2



coupé verticale

clir  
Produits de  
combustion

Fig. 3



coupe horizontale





Etude sur la ventilation par  
les appareils d'éclairage

(Extrait du Journal de l'éclairage  
n° 92, du 5 Janvier 1888)

La ventilation des lieux habités forme une question très étendue, très complexe, et que nous ne traiterons ici qu'au point de vue spécial indiqué à notre titre, c'est à dire à celui de la ventilation à l'aide des appareils d'éclairage.

En faisant servir le gaz brûlé pour l'éclairage au renouvellement de l'air des lieux habités, on y maintient économiquement une atmosphère pure et saine, mais il en résulte aussi nécessairement que la ventilation n'est applicable que lorsqu'on épargne une certaine quantité de lumière et que, dans l'intervalle des périodes d'éclairage, la ventilation ne peut être obtenue que par une dépense supplémentaire et parfois, par quelques dispositions exceptionnelles.

Même avec ces restrictions, l'emploi des appareils d'éclairage à la ventilation offre encore un champ d'application considérable et est de nature à renouveler les espèces affrayer par les causes d'insalubrité.

attribuées au gaz, lorsque les électrociions ont si bien fait valoir.

L'opération fondamentale, lorsque on s'occupe de la ventilation, est de déterminer tout d'abord la quantité d'air à renouveler.

Dans les espaces fermés, l'air est vicie par la respiration et par la transpiration des hommes, par les traitements mécaniques et chimiques de matières qui entraînent la production de gaz ou de poussières et enfin par l'éclairage.

On peut évaluer l'importance de ces différents éléments de vicieation de la manière suivante :

Vicieation par l'homme — Il résulte des expériences si prestigieuses et si précises de M. Hirn, que l'homme dégage à l'heure, en moyenne 40 gr. d'acide carbonique, au repos, et 150 gr. lorsqu'il travaille.

M. M. Andret et Gravarret ont trouvé que l'homme, au repos, produit à l'heure 21 lit. d'acide carbonique, soit un nombre rond 40 gr.

Tes divers chiffres trouvés à l'étran-  
ger sont aussi compris entre les deux limites indiquées par M. Hirn, qui peuvent donc être considérées comme suffisamment exactes.

En outre de l'acide carbonique, la respiration produit de la vapeur d'eau

au moins aussi malssaine, mais comme la formation de ces deux produits se trouve liée, on close seulement l'acide carbonique. L'homme produit en moyenne 60 gr. de vapeur d'eau à l'heure.

La chaleur dégagée par les êtres vivants crée encore une cause sérieuse d'insomnie dans les lieux fermés, mais comme sa production suit également celle de l'acide carbonique, le renouvellement d'air suffisant pour satisfaire à l'élimination de l'un de ces produits satisfait le plus souvent à l'évacuation de l'autre. Il est cependant bon de pouvoir tenir compte, parfois, séparément, de la chaleur fournie en moyenne par les spectateurs et nous rappellerons donc que la chaleur dégagée en moyenne par l'homme varie, selon M. Hirn, de 150 calories, au repos, à 250 calories, quand il travaille.

Vicissitude par l'éclairage. — Le nombre des lues nécessaires à l'éclairage d'un espace peut-être évalué d'après les bases suivantes : (1)

---

(1) Aide-mémoire de la société à la Hütte, traduction de M. Huguenin, page 1048.

Surface sur le plan de l'espace en m <sup>2</sup>	Hauteur de l'espace en mètres	Nombre des flammes de gaz	Hauteur des flammes au dessus du sol
22	4,0	253	2,0 à 2,2
32	4,5	556	2,2 à 2,5
56	5,4	9512	2,5 à 2,8
100	7,0	16520	2,8 à 3,4
156	9,5	25530	3,4 à 4,0
246	12,5	40550	4,0 à 4,6
350	14,0	60570	4,6 à 5,3
480	15,5	1005120	5,3 à 6,0

Dans les salles de fêtes, le nombre des flammes donné ci-dessus est à doubler.

Un bœuf Argent brûlant 150 litres à l'heure et ayant un pouvoir éclairant de 2 carolets peut éclairer un espace de 25 m<sup>3</sup>.

Comme la combustion de 150 litres de gaz donne lieu à la formation de 177 gr. d'acide carbonique l'on voit que la quantité

(1) Nous ne connaissons pas d'expériences directes bien positives sur le volume d'acide carbonique produit par la combustion du gaz et l'éclairage. En admettant que tout le carbone passe réellement à l'état d'acide carbonique, on trouve pour un gaz normal de bouille anglaise (Schillings. Traité de l'éclairage, page 99) que la production de 100 litres de gaz produit 60 litres d'acide. 60 litre d'acide carbonique pesant 1 gr. 97, c'est donc 118 gr. que la combustion de 100 litres de gaz produit, et un bœuf dépensant 150 litres versera donc dans l'atmosphère 177 gr. d'acide carbonique. Des expériences de Trismann, relatées par

de cet acide versées, par heure, par les brûleurs ordinaires d'azote, pour l'éclaircissement d'un local de  $25\text{ m}^3$  de capacité varie selon l'intensité de l'éclaircissement de 177 à 345 gr. pour la capacité totale ou de 7 gr. 08 à 14 gr. 16 par mètre cube de capacité.

Vicision par la production d'azote et de poussières. — Ces causes ne permettent aucune évaluation de prime abord, et doivent être soumises à l'expérience. On trouvera au tableau des volumes d'air à renouveler, que nous donnons plus loin des résultats d'expériences pour les applications les plus fréquentes.

Si l'air pur contenant de 4 à 6 parties d'acide carbonique sur 10,000 parties (0,0004 à 0,0006), il ne nous reste maintenant qu'à fixer les limites de vicision de l'atmosphère qu'il convient donc de dépasser pour avoir tous les éléments nécessaires à la détermination du volume.

---

Flaugermin, page 1045 de l'aidé-mémoire, donnent aussi pour la fabrication de l'acide carbonique un chiffre fort approchant.

C'est pour erreur que nous indiquions dans notre bulletin du 5 Juillet 1886, colonne 196, qu'un bœuf d'azote de 140 litres fournit 98 grammes d'acide carbonique à l'heure, c'est 165 grammes environ qu'il faut faire.

G. B.

d'air à évacuer.

On comprendra facilement qu'entre le degré de pollution audelà duquel la santé serait altérée et celui où l'atmosphère est saine, légère, naturellement réparatrice → il existe des écarts considérables, et c'est principalement à ces diverses limites, différentes selon le point de vue suivi ou su placement, que sont dues les divergences que l'on signale entre les hygiénistes au sujet des volumes d'air à renouveler dans les lieux habités.

Nous allons rappeler un certain nombre d'expériences faites sur ces questions et indiquer les volumes d'air qu'il a été reconnu expérimentalement nécessaire d'évacuer pour conserver ces limites.

Il résulte des expériences de M. M. Péclet et Treblanc, à une école primaire, au Conservatoire des arts et métiers et à la Chambre des députés, qu'une proportion de 2,2 parties d'acide carbonique sur 1,000 parties d'air (0,0022) n'entraîne à aucune incommodité, qu'une proportion de 4,7 parties d'acide carbonique sur 1,000 d'air (0,0047) commence à devenir gênante et qu'une proportion de 8,7 parties d'acide carbonique sur 1,000 d'air (0,0087) rend l'atmosphère lourde et insupportable.

Ces mêmes expérimentateurs ont trouvé que pour maintenir l'atmosphère aux taux de 0,0025 d'acide carbonique, à la salle des députés, il avait fallu un renouvellement de  $18 \text{ m}^3$  par heure et par tête.

Des expériences faites à la Conciergerie ont donné un renouvellement de  $10 \text{ m}^3$  et, pour les hôpitaux, on a trouvé qu'il fallait au moins  $100 \text{ m}^3$  par heure et par individu.

Après discussion de ces expériences et d'un grand nombre d'autres, qu'il serait trop long de rapporter ici, le général Marin a mis dressé un tableau des volumes d'air par aérouse à fournir par personne et par heure dans différents cas.

Ces diverses valeurs sont encore celles dont on se rapproche le plus dans la pratique, non seulement en France, mais aussi à l'étranger. Ainsi il indiquait pour les théâtres un renouvellement de 34 à  $50 \text{ m}^3$  par heure et par tête, et nous voyons que le Madison Square Theater de New-York a une aération théorique de  $42 \text{ m}^3$  et que sa ventilation ne laisse rien à désirer. L'aération de l'opéra de Vienne est, en principe, de  $28 \text{ m}^3$  par personne et par heure, enfin à la salle de l'Odéon à Munich on évacue comme nous l'avons vu  $40,000 \text{ m}^3$  à l'heure pour 3,200 personnes, soit environ 32 litres par tête.

On peut donc accepter, dans l'état actuel de nos connaissances sur ces questions, le tableau ci-dessous, extrait des œuvres du général Morin, comme indiquant le mieux les valeurs vers lesquelles il faut tendre:

	Par tête
	<sup>m<sup>3</sup></sup> 3
Pour les chambres habillées ordinaires	30 à 40
Pour les hôpitaux:	
Salles pour malades ordinaires	70
Salles pour opérations chirurgicales	80 à 100
Salles pour maladies contagieuses	150
Pour les prisons	50
Pour les casernes	30 à 50
Pour les ateliers ordinaires	60
Pour les ateliers matassins	100
Pour les théâtres et les salles de concert	40 à 50
Pour les salles de conférence	60
Pour les écoles d'enfants	15 à 20
Pour les écoles d'adultes	30 à 35

Toute ventilation comprend deux phases: l'évacuation de l'air vicié et la rentrée d'une quantité correspondante d'air pur. Nous allons d'abord étudier les dispositions pratiques à adopter pour l'évacuation de l'air vicié.

## Evacuation de l'air vicié

---

### 1<sup>e</sup> Emploi des brûleurs-soleil

La nécessité d'atténuer la chaleur écrasante développée dans les tissus de réunion, lorsque l'éclairage devient intense, a conduit, il y a déjà plus de 30 ans, en Angleterre, à la création des appareils connus sous le nom de brûleurs-soleil (sun Burners).

Ces appareils imaginés par M. Alfred King, ingénieur de l'usine à gaz de Liverpool, se composaient essentiellement, à l'origine, de la réunion par groupes d'un certain nombre de bacs-papillons placés sous une hotte en tôle de fer, surmontée d'un tuyau vertical se rendant directement dans l'atmosphère. L'intérieur de la hotte était muni d'un tuyau en tronc de cône très étroit recouvrant les brûleurs, et terminé à sa partie étroite par une valve, dont la fermeture partielle permettait d'obliger une partie de l'air et des produits de la combustion, réunis dans la cloche ainsi formée, à s'échouer par l'espace annulaire compris entre la hotte et le cône; le courant ainsi établi obligeait les flammes à prendre une position horizontale. On les disposait, au point de vue du coup d'œil, en cercles

en étoiles.

Ces appareils sont indiqués dans le traité de Cleuz (traduction Servier).

Ces appareils constituaient une très notable amélioration sur les anciens dispositifs.

En groupant ainsi à l'orifice d'un conduit d'évacuation les flammes éclatantes, on assurait l'enlèvement complet des produits de la combustion, et on entraînait hors de la salle un volume d'air considérable au moyen de l'aspiration produite par les gaz chauds. Ces flammes placées dans un courant d'air pur devenaient plus brillantes et utilisaient mieux le gaz brûlé.

À côté de ces avantages, ces brûleurs présentent deux inconvénients principaux qui en limitent beaucoup l'emploi.

Le tuyau en tôle servant de cheminée et la hotte descendant à une certaine hauteur au-dessous du plan fond projettent sur celui-ci une ombre noire intense tellement désagréable à l'œil, qu'on ne pouvait employer ces brûleurs dans toute salle où l'on devait tenir compte de l'effet décoratif.

Ensuite, lorsque les bûches étaient éteintes, l'air froid extérieur descendait par le tuyau de ventilation et rendait le séjour insupportable dans un certain rayon autour de ces appareils.

Ce dernier inconvénient pouvait être évité

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

en laissant brûler partiellement le gaz pendant le jour, mais c'était là une dépense superfloue, et l'aspect d'un lustre à moitié éteint, en plein jour, n'est pas agréable à voir.

On pourrait penser qu'une simple valve placée dans le tuyau vertical, ouverte ou fermée quand il est nécessaire, résoudrait cette difficulté, mais il faut remarquer qu'en courrant ainsi le risque de produire une explosion, si la valve se trouvait ouverte avant que le gaz n'ait été allumé, ce qui peut toujours se produire par négligence ou par maladresse.

Diverses solutions sont intervenues pour éviter ces deux inconvénients. Nous les signalerons en décrivant les principaux types d'appareils usités, et nous bornerons à dire en ce moment que ces solutions consistent généralement à rendre la hotte et le châssis transparents lorsque le foyer tenu-nous doit être en contre bas du plateau et à rendre l'ouverture de la valve du tuyau d'évacuation solidaire de l'ouverture du robinet réglant le gaz.

Si l'emploi des cheminées verticales que nous venons d'indiquer, pour l'évacuation de l'air vicié et des gaz brûlés n'est possible, que pour les grandes salles isolées, mais chaque fois qu'il s'agit d'un éclairage

dans les maisons à étages, on doit modifier cette disposition et adopter des conduits horizontaux fixés dans l'espace compris entre le parquet de l'étage supérieur et le plancher.

On peut aussi placer ces conduits horizontaux extérieurement au plancher en les recouvrant d'un coffre orné qui participe à la décoration de la salle.

L'emploi des poutres en saillie, très à la mode de nos jours, rend facile l'adoption de cette dernière disposition.

Le conduit horizontal doit autant que possible déboucher dans une cheminée verticale conduisant les produits de la combustion autour des bûches.

Si la construction n'offre pas de conduits moyés dans le mur disponibles, on fait monter le long des murs des cheminées en poteries légères ou en métal.

avec les brûleurs - soleil à flammes horizontales, les cheminées verticales paraissent indispensables, mais on peut aussi conserver les flammes verticales dans les brûleurs - soleil en les recouvrant de petits réflecteurs (système Hunt) et alors l'appareil supporte mieux les variations qui se produisent inévitablement dans le tirage avec les conduits débouchant horizontalement.

Eclairage au gaz  
appliqué à la ventilation  
PL. 102  
Brûleurs - soleil

Fig. 1. coupe longitudinale selon AB

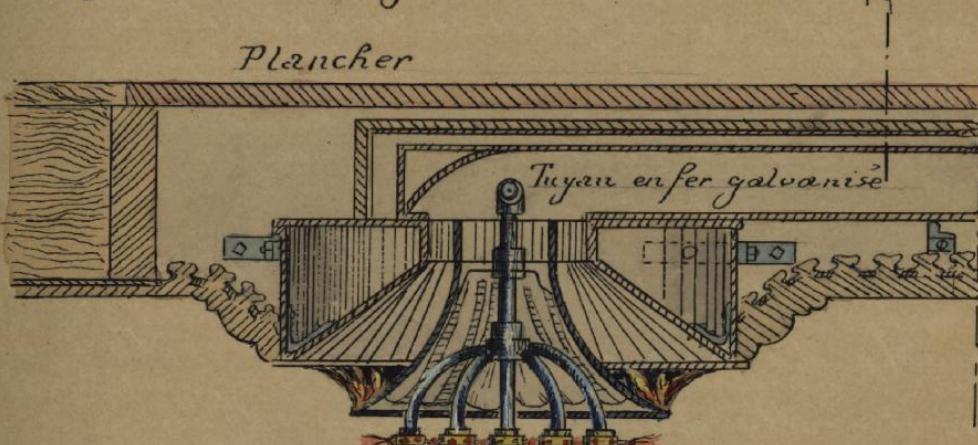
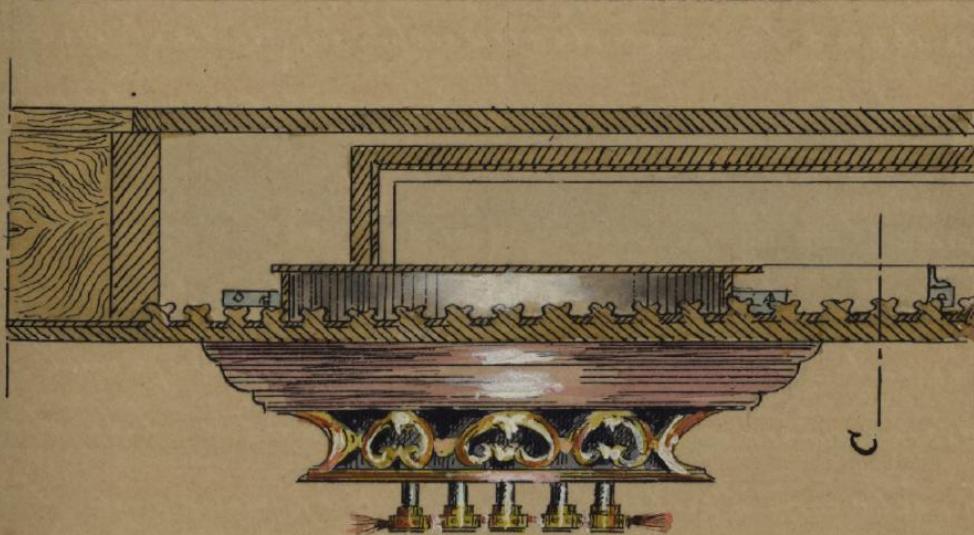


Fig. 2. Elevation



BIB CNAME  
RESERVE

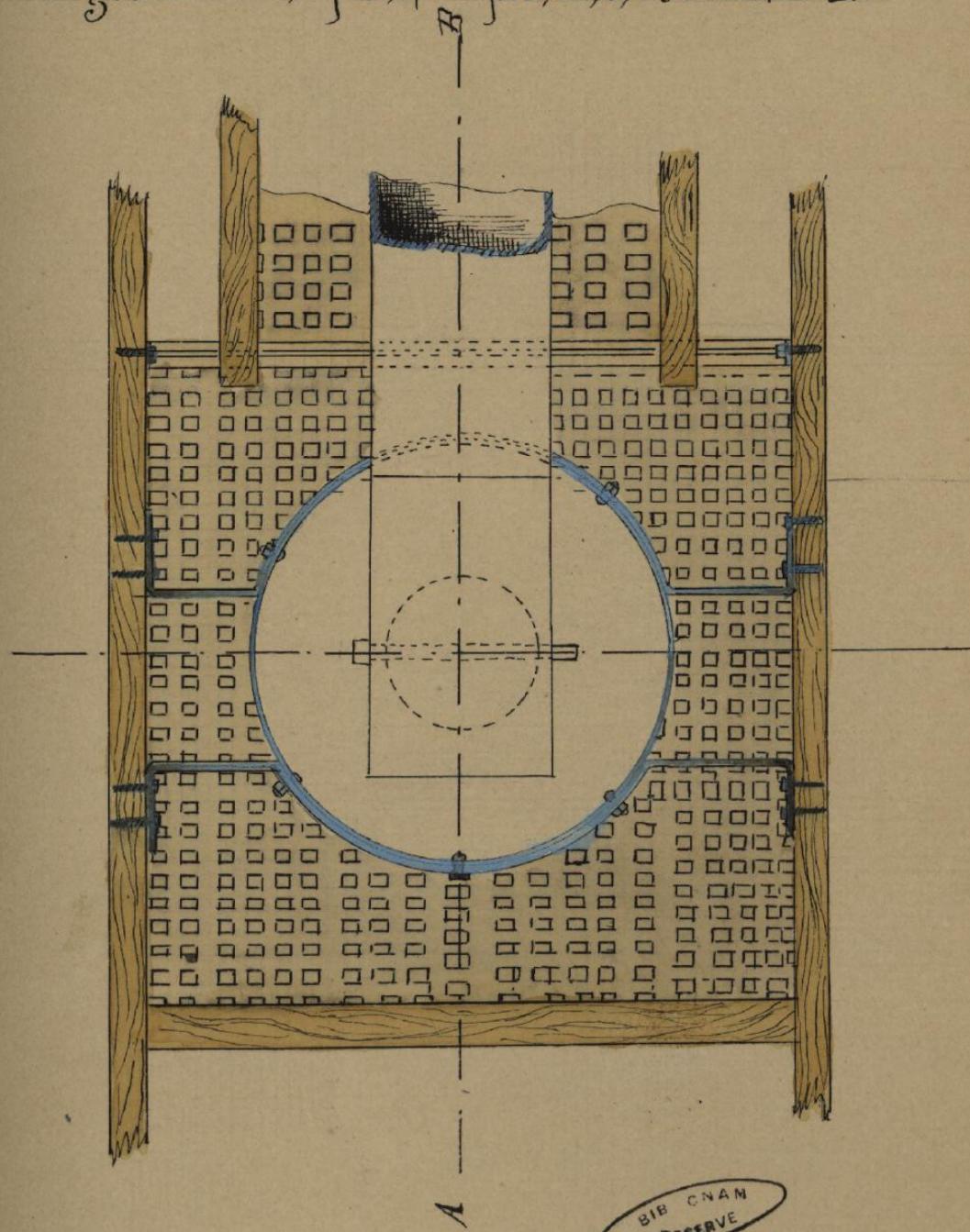


PL. 103

Eclairage au gaz  
appliqué à la ventilation

Brûleurs - soleil

Fig. 3 - vue en plan, le plancher soulevé -





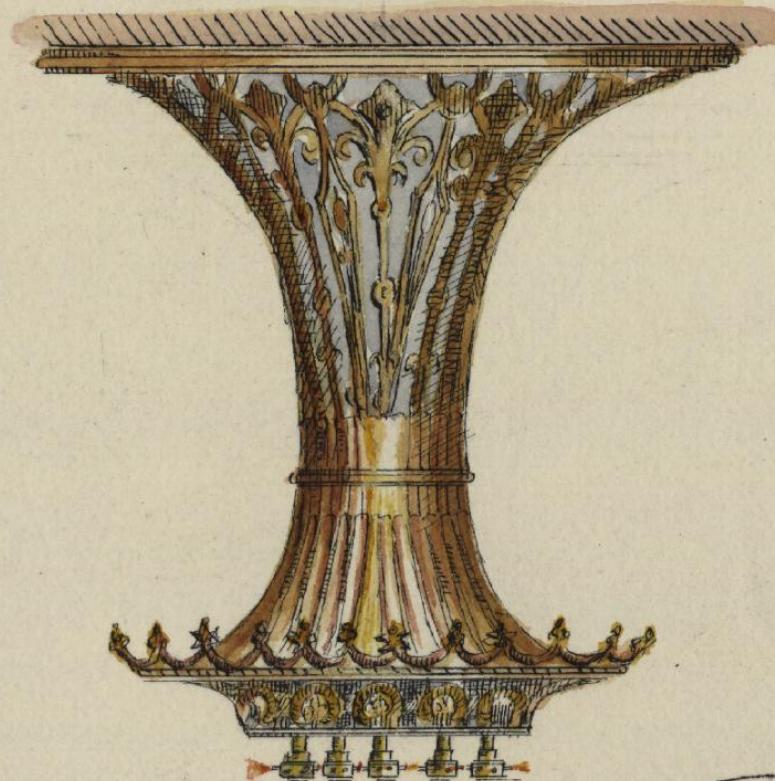
Eclairage au gaz  
appliqué à la ventilation  
PL. 104

Brûleurs-soleil.

Fig. 4. Coupe C.D.  
Echelle de 0,06 prométre



Fig. 5. Brûleurs-soleil.



BIB Cnam  
RESERVE

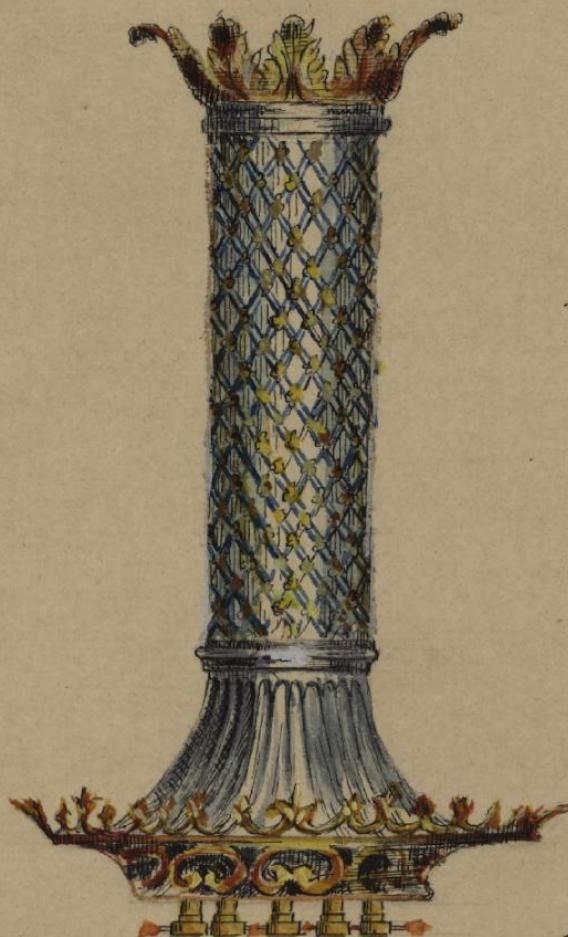


PL. 105

Eclairage au gaz  
appliqué à la ventilation

Brûleurs-soleil

Fig. 6



BIB CNAME  
RESERVE



Éclairage au gaz  
PL. 106 appliquée à la ventilation.

Brûleurs-soleil.

Fig. 7

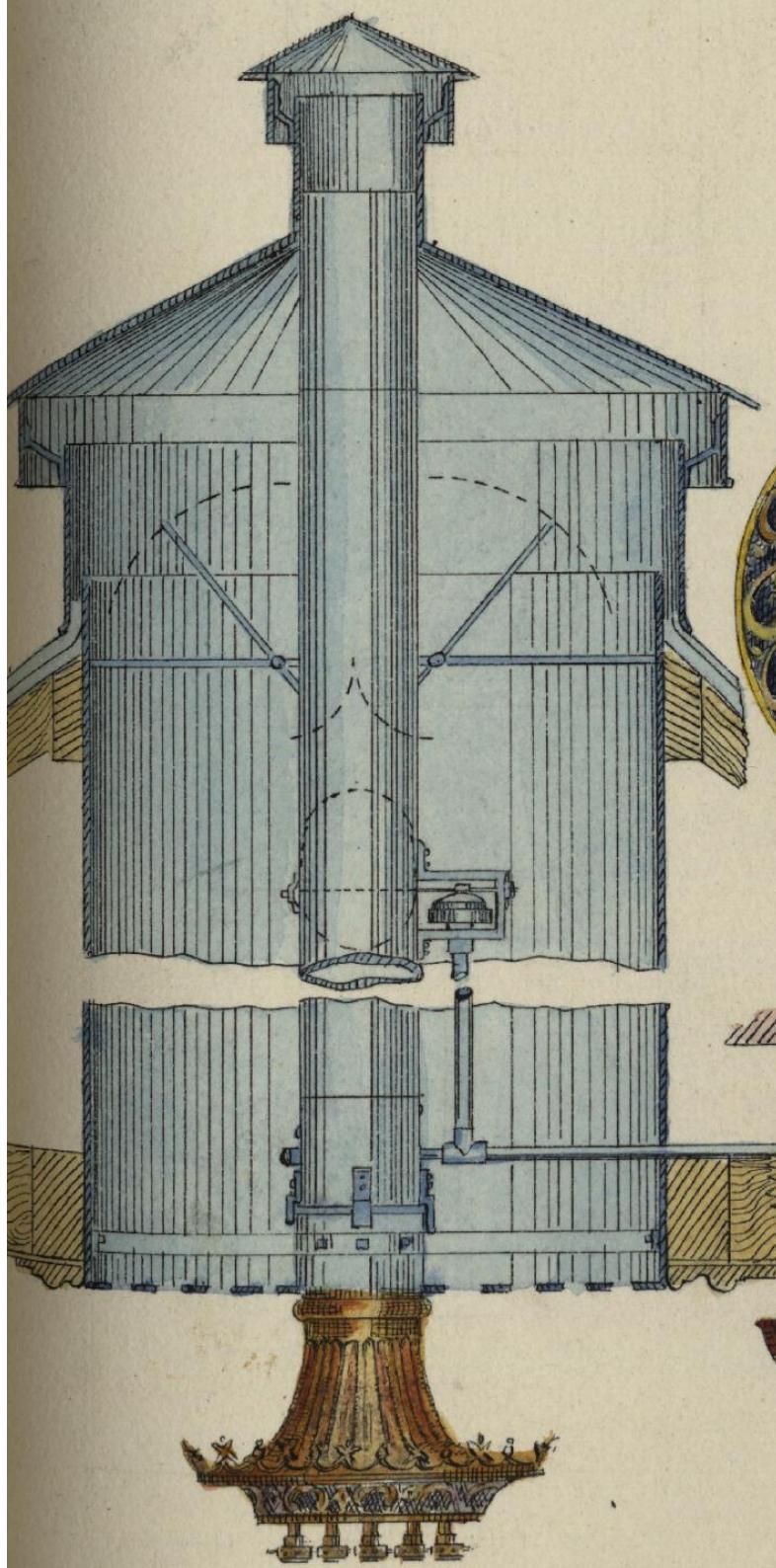


Fig. 8

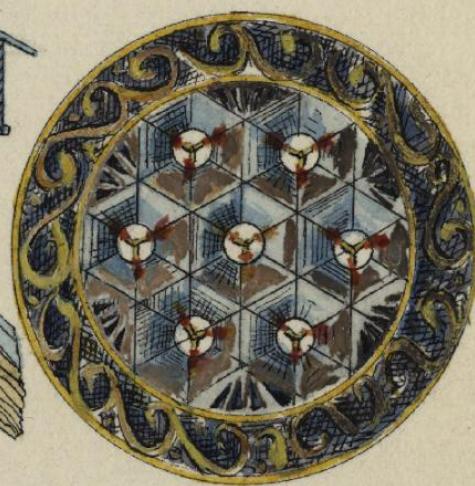
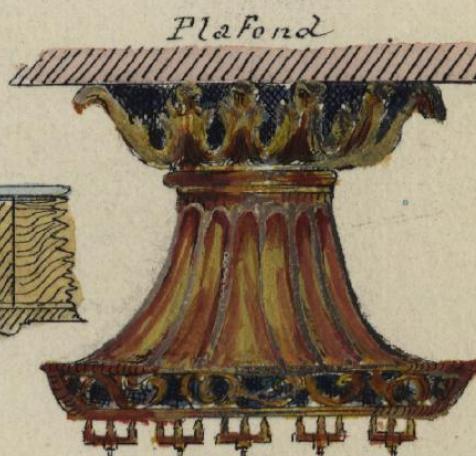


Fig. 9



SIB Cnam  
RESERVE



Les figures 1, 2, 3 et 4 représentent un brûleur - soléil à flammes horizontales (système Strode et Cie) pour pièces de moyenne hauteur, avec conduit d'évacuation logé dans l'entre-vois.

Le brûleur soléil est ici conforme au type fondamental de M. King, que nous avons décrit, et vient s'appliquer directement à l'appareil ventilateur.

Ce dernier se compose d'un récipient cylindrique en tôle galvanisée, d'environ 0"88 de diamètre, logé en majeure partie dans l'entre-vois et maintenu par 4 pattes en fer d'environ 18 centimètres de longueur s'attachant aux solives les plus voisines. Il reçoit par en

---

l'An Angleterre, la loi oblige à écartier les tuyaux d'évacuation des gruechauds, en tôle, de toute construction en bois ou autres matières inflammables, d'au moins 9 inches (0"228), les constructeurs pensent toutefois qu'un écartement de 0"152 serait suffisant.

En Allemagne, l'écartement minimum obligatoire dans les mêmes cas est de 0"24.

En France, ces lois nous se trouvent soumis à l'ordonnance de police de 1843, dont nous reproduisons ci-dessous les articles 11 et 12, les plus immédiatement applicables.

Art. 11. — Les tuyaux de poêles et toutes les autres tuyaux conducteurs de fumée, en métal, devront toujours être isolés, dans toute leur hauteur, d'au moins 0"16 des cloisons dans lesquelles il entreront du bois.

Quorsqu'un tuyau traverse une de ces cloisons, le diamètre de l'ouverture faite dans la cloison devra au moins être de 0"16 cette dimension.

bras le brûleur-soleil, et par un bout le conduit d'évacuation. Ce conduit est formé de deux enveloppes concentriques en tôle galvanisée, formant entre elles un matelas d'air d'environ 20 millimètres d'épaisseur et l'enveloppe extérieure est tôle-métal recouverte d'un enduit mauvais conducteur et adhérant au métal.

Ce conduit, rivez au raccordement à son origine, est maintenu sur le reste de son parcours par des tasseaux composés d'un fer à carrière fixé sur deux solives voisines. Le lattis en bois ordinaire des plafonds est remplacé, pour la partie directement au dessous du raccordement et sur le passage du conduit, par des plaques en tôle perforée, comme on le voit sur fig. 154.

Le conduit horizontal se prolonge jusqu'aux murs latéraux du bâtiment et débouche dans une cheminée verticale conduisant les produits aspirés jusqu'au dessus du toit.

L'emploi d'une cheminée verticale est in-

---

Art. 12. — Aucun tuyau conducteur de fumées en métal, ne pourra traverser un plancher ou un plan de bois à moins d'être entouré au passage par un manchon en métal ou en ferre cuits. Le diamètre de ce manchon excéderas de 0<sup>m</sup>10 celui du tuyau, de manière qu'il y ait partant entre le manchon et le tuyau un intervalle de 0<sup>m</sup>05.

—

disponible dans le cas présenté dans les fig. 154 parce que les brûleurs sont presque au niveau du plan fond et qu'il n'existe donc aucune colonne chaude déterminant le tirage.

Dans une certaine mesure, on admet que lorsque les brûleurs sont placés très en contre-bas du plan fond, 1"50 à 2mètres au moins, le tuyau vertical reliant la hotte au conduit horizontal d'ascension peut être assimilé à une cheminée, et qu'alors il est possible de faire déboucher le conduit horizontal directement dans une cage.

Le conduit doit dans ce cas à son débouché être recouvert d'un chapiteau garni de lames courbées, comme ceux placés sur les tuyaux de ventilation des fosses d'aisance, pour éviter autant que possible les rebondissements. On peut aussi former l'extrémité du conduit débouchant à l'extérieur par un grillage recouvert de tiges souples en cuir, se refermant au moindre rebondissement.

Malgré toutes ces précautions, les évacuations directes horizontales donnent souvent lieu à des plaintes, persister des variations dans le tirage.

lorsque les brûleurs descendent dans la sole, on peut employer les dispositions analogues à celles des figures 5 et 6 rappelant des appareils Strode pour éclairage contre-bas des plan fonds.

Ces tuyaux peuvent recevoir des décurtions très variées. La hotte métallique du bac-soleil est alors pourvue de nombreuses ouvertures fermées par des feuilles de nics, de sorte que l'évacuation des produits gazeux se fait avec la même régularité et que le plafond se trouve convenablement éclairé.

On peut, avec des ouvertures en forme taillée, aux longues sèches employées pour les lustres de théâtre, décurer très richement la hotte et le tuyau d'évacuation du bac-soleil.

La salle du vaudeville, à Paris, était éclairée jusqu'à ces jours derniers par un appareil Strade de ce type, dont on avait pu constater l'élégance et les bons effets supérieurs de ceux de la ventilation et de l'éclairage.

Tes papillons le plus généralement employés pour les brûleurs soleil déposent environ 200 litres à l'heure (ceux à flammes horizontales emploient des brûleurs moins forts).

Voici quelques résultats qui nous sont communiqués :

Un brûleur soleil de 81 papillons, placé à 7"63 de hauteur, éclaire convenablement une surface de 60 mètres carrés et produit le renouvellement de l'air de la pièce en 15 minutes (environ 1600 m<sup>3</sup> à l'heure) lorsque les entrées d'air sont convenablement ménagées.

La partie centrale d'une salle de théâtre possédant un brûleur solaire (système avec réflecteurs, de Hunt) de 42 projecteurs est assez bien éclairée pour qu'on puisse lire aisément les plus petits caractères au parterre. La dépense en gaz à l'heure est de 8 1/2 mètres cubes, et la température reste parfaitement fraîche dans la salle. La température du conduit d'évacuation, près de l'orifice extérieur est de 0° 66.

Tes dispositions décrites procédalement s'appliquent plutôt à des pièces d'un cube moyen et pour habitées qu'en grandes salles de théâtre, de concert, de café. L'éclairage y est considéré comme le moteur unique de la ventilation et tout le volume d'air à rejeter à l'extérieur doit passer par sa cheminée d'épau.

Avec des salles où le volume d'air est très considérable, on sensit arrêté par les dimensions pour pratiques à donner aux diverses parties de ces installations. Dans ces cas, il convient, tout en employant le brûleur solaire à la ventilation forcée, de le faire aussi concourir à la ventilation naturelle de la salle.

On sait, en effet, que la chaleur dégagée par l'éclairage est loin d'être l'unique souci d'échauffement de ces salles, de sorte que, sans éclairage aucun, la température

s'y déloie graduellement et que leurs atmosphères deviennent moins denses, tendent d'elles-mêmes à s'écouler à l'extérieur, si on leur ménage des issues convenables.

La température du mélange des gaz brûlés et d'air vicié à vacuums, passant par la cheminée des brûleurs-soleil, possède toujours une température assez élevée, variable selon les conditions d'installation, mais qui ne s'abaisse généralement pas au dessous de  $80^{\circ}$ , de sorte qu'il est possible d'utiliser encore une notable partie de la chaleur emportée par ces gaz à rendre plus active la ventilation naturelle et à échauffer suffisamment l'air circulant dans une vaste galerie annulaire régnant autour de la cheminée du brûleur, de manière à rendre l'évacuation à peu près régulière, quels que soient les mouvements de l'atmosphère extérieure.

La disposition représentée fig. 7. pl. est celle qui convient le mieux pour ces installations. Le brûleur-soleil, construit tel que nous l'avons décrit précédemment, est placé au centre d'un manchon en tôle de grand diamètre, communiquant par sa partie inférieure avec la salle au moyen d'une rosace ajourée, et, au delà de l'atmosphère extérieure, par une ouverture ménagée au dessous d'un chapiteau protégeant le manchon des refoulements par coups de vent.

L'air de la salle tend naturellement à pen-  
sétrer dans ce manchon, il y prend un surcroît  
de chaleur et s'échappe dans l'atmosphère.

La puissance de ventilation de ces dis-  
positions extrêmement simples est très-con-  
siderable.

Pour étudier le débit d'air de ces man-  
chons de ventilation, il faut se garder de les  
assimiler à des cheminées ordinaires.

Les formules qui leur sont applicables sont  
les suivantes :

$f = \frac{4}{3600} \cdot \frac{V}{H} \quad \text{et} \quad V = 0,5 \sqrt{\frac{t-t'}{273+t'}}$ , dans lesquelles  
 $H$  désigne la quantité d'air s'écoulant par se-  
conde en mètres cubes;  $V$ , la vitesse d'écou-  
lement en mètres;  $H$ , la hauteur du conduit  
en mètres;  $t$ , la température dans le man-  
chon;  $t'$  la température de l'air extérieur;  
 $f$ , la section du canal en mètres carrés.

Il faut remarquer que l'utilisation de la  
chaleur emmagasinée à la ventilation décroît  
très rapidement à mesure que la température  
dans la cheminée d'appel s'élève davantage.

Ainsi dans des expériences directes,  
faites au Conservatoire des arts et métiers,  
sur une cheminée en zinc au bas de laquelle  
on faisait brûler des bœufs de gaz, le général  
Morin a trouvé pour diverses dépenses des  
bœufs les volumes d'air suivants :<sup>(1)</sup>

(1) Etude sur la ventilation par M. le général Morin. T 1. Page 260.

Dépensee en gaz par les brûleurs à l'heure	Volume d'air enseul par mètre cube de gaz brûlé	Excès de la température qui produit l'écoulement $t - t_1$
200 litres	1,025 m <sup>3</sup>	7° 0
103 "	1,421 "	3° 5
57 "	1,884 "	2° 0

Les volumes de la colonne II, sont donnés après déduction du volume écoulé du tirage naturel de la cheminée et qui était égal dans ces expériences à 35 mètres cubes à l'heure.

Il faut enfin remarquer que la cheminée était soumise elle-même à des causes de refroidissement assez importantes, sans lesquelles les volumes d'air enseul auraient été encore beaucoup plus considérables.

Nous pouvons nous en rendre compte par le simple calcul suivant :

La combustion d'un mètre cube de gaz dégage 5,200 calorries environ<sup>(1)</sup>. Si cette chaleur était entièrement employée à éléver de 2 degrés la température du mélange d'air et de gaz brûlés passant par cette cheminée, on admettant 0.14 pour la chaleur spécifique de ce mélange et en apposant à la partie d'air, on aura :  $5,200 = x \times 0.14$

(1) Chiffre des expériences tirées de M. Witz.

$\times 2$  d'où  $\alpha = 10,833$  kilos d'air ou environ 8,333 mètres cubes.

La différence entre ce chiffre et celui de 1884 mètres cubes trouvés expérimentalement est due aux pertes de chaleur, à des frottements et à des remous dans le courant gazeux. Comme ces pertes deviennent très faibles dans les évacuations par manchons courts et par ventilateurs longitudinaux placés le long des plafonds des salles, on voit combien ces modes d'évacuation possèdent de puissance. Nous aurons du reste à revenir sur les ventilateurs longitudinaux directs dans nos chapitres suivants.

D'après l'<sup>11</sup> en faisant brûler des volumes de gaz variables dans une même cheminée, a trouvé aussi les chiffres suivants, confirmant pleinement le résultat des expériences du général Morin.

#### Tableau

---

<sup>11</sup> Voir, à Aide Mémoire de l'Ingenieur, par Huguenin, page 1046.

Gas brûlé s' l'heure	Volume d'air évacué en mètres cubes	Volume d'air évacué par rapport à la combustion d'un m. e de gaz
200 litres	380 m <sup>3</sup>	1900 m <sup>3</sup>
400 "	560 "	1440 "
800 "	560 "	700 "
1000 "	600 "	600 "
1200 "	600 "	500 "
1400 "	630 "	450 "

Le raisonnement, comme l'expérience, démontre donc combien l'utilisation de la chaleur du gaz brûlé décerroit avec l'élévation de la température des gaz évacués.

Les volumes effectivement rejettés dans l'atmosphère, par un orifice donné, ne s'accroissent pas-mêmes que très-faiblement sous l'influence de cette élévation, ainsi que le démontrent les chiffres de la colonne II des tables au-dessus, et il ressort de ce fait la conséquence très importante, qu'on a tout intérêt à donner de larges sections aux orifices d'évacuation de l'air vicié et à opérer le renouvellement d'une manière très-complète.

Si on se rappelle que nous avons vu précédemment, que l'éclairage d'un espace de 25 mètres cubes de capacité nécessite une dépense de 150 à 300 litres de gaz s' l'heure, selon l'état qu'on veut y atteindre, on voit qu'en se servant de la

combustion de ce gaz pour renouveler l'air de cet espace, on pourroit faire évacuer de 282 à 564 mètres cubes en se mettant dans les conditions les meilleures, ou de 153 à 250 mètres cubes, en se mettant dans des conditions plus pratiques et en accordant un excès de température de 7° au préalable évacués.

C'est donc le renouvellement de l'atmosphère de l'espace éclairé, de 6 à 12 fois par heure, qui se trouve assuré partant tout fait de l'éclairage.

Le brûleur soloit représenté fig. 7, disposé pour l'huile, concerte, est muni, pour l'ouverture du clapet d'air, d'une disposition due à M. M. Strode et Cie de Londres.

Elle consiste, comme on le voit à la fig. 7, en une cloche plongeant dans une cuve de mercure et accordée par un bras de levier avec le clapet placé dans le tuyau d'aspiration.

L'intérieur de cette cloche est mis en communication avec le tuyau conduisant le gaz au brûleur, de sorte que lorsque on ouvre le robinet pour l'allumage, la cloche se souleve et ouvre le clapet, et lorsqu'on le ferme, la cloche se vide et ouvre le clapet, et lorsqu'on le ferme, la cloche se vide et ferme le même clapet.

Tes bâtonnets ouvrant et fermant le manchon

annulaire pour la ventilation proprement dite sont mises comme à l'habitude au moyen de transmissions disposées selon la convenance des lieux.

Tes dispositions du système sont suffisamment indiquées par la fig. 7 pour que nous nous abstenions de toutes les descriptions supplémentaires.

Voici les dimensions principales et une évaluation approximative du coût des brûleurs soleil du système Strode.

Tableau

N°	Diamètre extérieur du tuyau chantier	Diamètre du tuyau chantier	Prix à l'importation dans les boutiques anglaises		Prix à l'importation dans les boutiques anglaises
			de 12 cm et moins	de 12 cm et plus	
9	0.380	9.5	0.127	132.	fr. —
12	0.430	9.5	0.152	144.	fr. —
20	0.610	12.5	0.203	204.	fr. —
35	0.786	19.0	0.253	264.	fr. —
56	0.811	15.4	0.300	312.	fr. —
104	1.117	38.0	0.380	504.	fr. —
171	1.170	51.0	0.510	720.	fr. —
297	1.830	63.0	0.636	1200.	fr. —
441	2.280	76.0	0.840	1,900.	fr. —
549	2.430	76.0	0.910	2,400.	fr. —

Les fig. 8 et 9, représentent un brûleur-soléil (système Hart). Ces deux dispositifs par groupes sont placés sous de petits réflecteurs à 6 pans, en tête de fer émaillé, qui renvoient la lumière en dessous. Les dispositions sont parallèles les unes aux autres, sur les autres brûleurs, les produits de la combustion passent par le sommet des pyramides hexagonales formées par les réflecteurs et atteignent un tuyau vertical d'évacuation par lequel s'écoule également l'air vicié de la salle, appelé parfois gazierie ajourée annulaire.

En employant un manchon comme à la fig. 7, on appelle encore l'air vicié de la salle par les espaces ménagés entre les feuilles d'acanthe formant le couronnement du brûleur.

La partie de l'appareil formant hotte est encore percée de nombreuses ouvertures formées par des feuilles de mica de manière à éclairer le plafond.

Ces brûleurs sont aussi fort répandus, on les applique beaucoup sur salles à manger, sur bibliothèques, sur salles de lecture, etc.

Le prix de ces brûleurs à 6 paroiillons

(1) John Bent et son, constructeurs à

Birmingham.

est de 380 francs, ceux à 35 papillons coûtent 630 francs, ceux de 42 papillons coûtent 705 francs. Ce dernier numéro suffit pour l'éclairage central d'une salle de théâtre, avec ses accessoires, il est revenu à 1250 francs.

Avec tous les brûleurs soleil, lorsque les tissus demandent une ventilation permanente, comme les magasins, les cafés, etc., on place dans le haut de la hotte un ou deux bacs à gaz, stimulantes séparément et qui déterminent le courant pendant les périodes de non éclairage de l'ensemble de l'appareil. On suppose ces expériences relatives ci-dessus l'efficacité de bacs placés dans les chaminées d'appel.

---

## 2<sup>e</sup> Ventilation par les lampes à récupération

---

Dans les brûleurs soleil, le constructeur n'a pas préoccupé que d'évacuer les produits de la combustion aussitôt leur formation et d'utiliser la chaleur dégagée à l'élimination de l'air vicié, mais il n'a pas cherché à réaliser une économie sur la quantité de gaz brûlé pour obtenir un éclairage donné.

Les brûleurs à récupération de chaleur créés plus récemment, au cours d'une manière industrielle, se trouvent, en somme, à renfermer les parties essentielles des brûleurs soit en ce qui concerne la ventilation, et possèdent en outre sur ceci l'avantage de fournir un même éclairage avec une dépense de gaz bien moindre.

Les lampes à récupération, munies de tuyaux de ventilation, présentent donc, dans un très grand nombre de cas, un avantage très marqué lorsqu'il s'agit d'obtenir un éclairage dans de bonnes conditions de confort et d'hygiène.

Des types bien étudiés de ces appareils existent en outre dans le commerce et permettent d'atteindre sans malencontre le résultat cherché, pourvu que le montage soit fait avec soin et en suivant les indications des constructeurs à cet effet.

Nous allons entrer dans d'assez longs développements sur ces applications qui sont d'un usage journalier.

La fig. 10, représente une lampe Werham disposée pour l'éclairage d'une salle avec tous les accessoires relatifs à la ventilation.

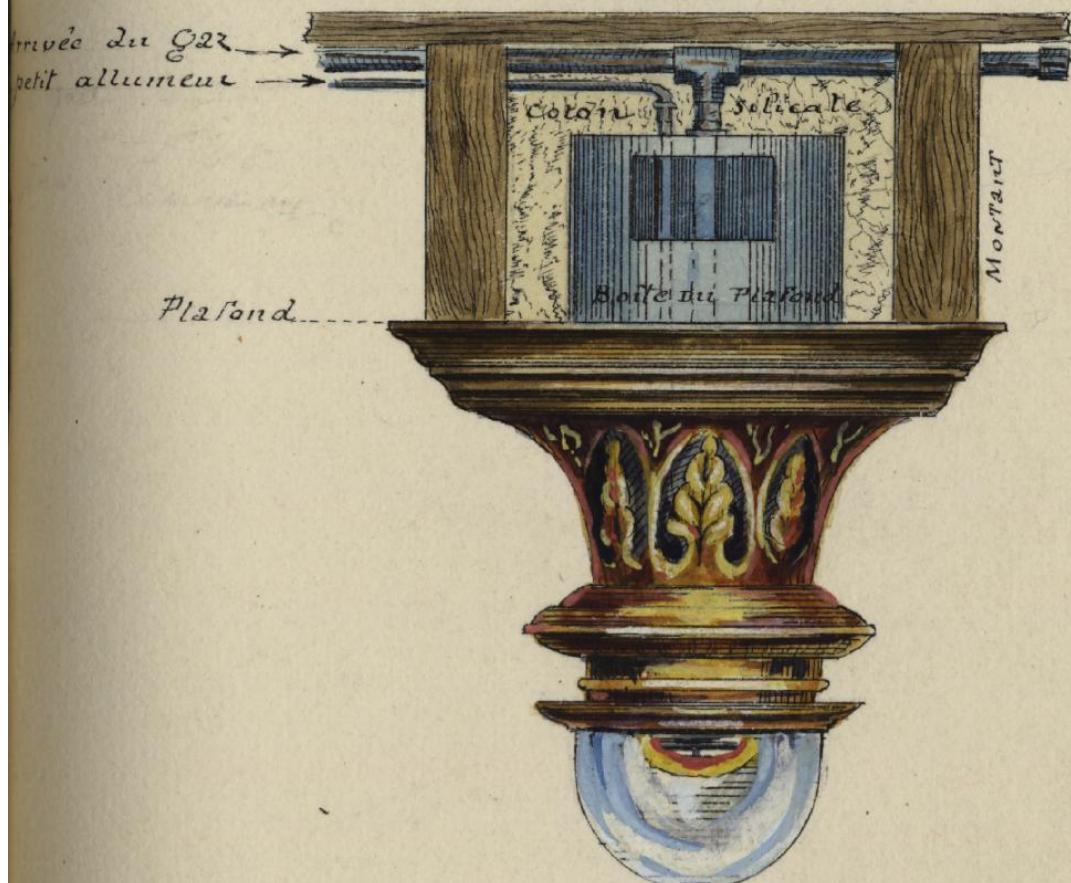
Le gaz est amené par le tube de gaz (gas supply) et pénètre dans la lampe, dont nos lecteurs connaissent déjà les dispositi-

Éclairage au gaz  
appliqué à la ventilation

Lampe Wenham

Fig. 10

Plancher



BIB CNAME  
RESERVE



tions (1) les produits de la combustion se rendent par la cheminée et l'appareil, dissipée ici dans la rosace de ventilation, dans la boîte de recueillement (cycling box) où ils se réunissent à l'air vicié de la pièce, appellé par les noms ménagés dans la rosace, et s'achèpent ensemble par le conduit horizon-tal (flue) dont on aperçoit les naissances à la gravure, fig. 10.

Toutes les lampes à ventilation Wenham sont munies d'un second tuyau d'alimentation de gaz (pilot light) destiné à alimenter un petit feu séparé brûlant en veilleuse avec un jet de 13<sup>1/2</sup> m de hauteur.

Cette veilleuse sert à l'allumage de la lampe, dont il suffit dès lors de tourner la clé. Lors-  
qu'on veut obtenir l'éclairage, on entraîne dans les conduits de ventilation un courant constant qui permet de renouveler l'atmos-  
phère des salles où ces brûleurs se trouvent  
disposés, en dehors des périodes d'éclairage.  
Elle évite ainsi tout danger d'explosion  
dans les conduits d'évacuation, danger qui  
existerait si l'alimentation de gaz se trou-  
vait ouverte sans qu'aucune lumière n'ait été  
présentée.

La boîte de recueillement des produits de

---

(1) Voir Journal de l'éclairage suisse. Rapport sur les lampes à récupération par M. Ciundet p. 260. 1887.

La combustion, placée dans l'entrevue des plafonds des salles éclairées, et les conduits d'évacuation doivent être parfaitement isolés, soit par une double enveloppe maintenant un matelas d'air, soit par une épaisse couche de « silicate coton » (laine de scorie, en France) ou d'autres matières isolantes. Du reste ces dispositions sont soumises aux diverses prescriptions légales que nous avons rappelées précédemment et bien que nos renseignements soient assez peu précis sur ce dernier point, nous pensons que la température du mélange gazeux reçuilli dans les bûches des plafonds doit être en moyenne de 80 degrés. Dans un grand nombre de cas, il serait trop difficile ou trop coûteux de loger le récipient collecteur et les conduits d'évacuation dans l'entrevue des plafonds des habitations. On peut tout aussi bien les placer extérieurement comme l'indique la fig. 12.

A est le conduit d'évacuation, entouré d'une couche de laine de scorie B, posé dans une mouture en zinc ou autres matériaux C, employé au point de vue de l'effet décoratif. D et E sont les aluminisations de gaz.

Si l'emploi des lampes à vaporisation comme agent de ventilation se prête à diverses combinaisons représentées dans

PL. 108

Eclairage au gaz  
appliqué à la ventilation

— — —  
Lampe-applique Wenham



Fig. 11.

BIB CNAME  
RESERVE



les dessins reproduisant ceux que nous devons à l'obligance de la Wontham Company, dont on connaît l'expérience et l'habileté dans ces sortes de travaux.

Il a fig. 11 représente une lampe à évacuation avec bras pour former applique contre un mur. Un air vicié est appelé par la partie ajourée représentée au dessin de la lampe.

Pour l'éclairage des billards, des salles de lecture, on adopte la préférence la disposition fig. 13. Un air vicié de la pièce est appelé par la rosace supérieure et par la partie découpée située à demi hauteur.

On peut réunir plusieurs lampes sur un même conduit d'évacuation horizontale et faire aboutir plusieurs de ces conduits à une même cheminée vorticelle. Une grande régularité dans le tirage de la cheminée est un point essentiel à obtenir, parce que les lampes peuvent produire sans cela du noir de fumée et donner lieu à des dépôts dans les conduits. Il nous semble même indispensable de se réservent toujours le moyen de les nettoyer en cas de besoin.

Les toits des cheminées faisant saillie surclassés des toits doivent être recouvertes d'un chapiteau empêchant les refoulements que pourrait produire le vent.

Voici les dimensions des diverses parties de ces installations avec les lampes et la

Wenham Company.

Les numéros des lampes dont il va être question correspondent aux dépenses en gaz indiquées ci-dessous et produisent un éclairage des surfaces horizontales suivantes :

Numéros des lampes	Dépenses de la lampe par heure	Surfaces éclairées par les lampes
1	170 à 227 litres	21 mètres carrés
2	254 à 311 "	36
3	339 à 396 "	53 1/4
4	566 à 679 "	83 3/4

Si l'on suppose que ces surfaces appartiennent à des salles ayant 4 mètres de hauteur pour les lampes 10 et 12 et 5 mètres de hauteur pour les lampes 11 et 13, on trouve pour les cubes respectivement éclairés  $81m^3$ ,  $144m^3$ ,  $266m^3$  et  $419m^3$ , ce qui correspond à des dépenses respectives en gaz de 61 litres — 49 litres — 34 litres et 59 litres, par 25 mètres cubes de capacité éclairée, au lieu d'une dépense de 150 litres de gaz qu'on admet comme généralement nécessaire aux lampes Aragon pour l'éclairage d'un mètre cube.<sup>(1)</sup>

<sup>(1)</sup> Journal de l'éclairage au gaz. 5 Janvier 1888.

Page 8, colonne 2.

Cette différence dans les consommations peut être attribuée à la bonne construction des brûleurs à récupération, bien qu'il soit nécessaire de remarquer qu'avec ces lampes la partie haute des salles ne possède qu'une lumière bien moins vive qu'avec les brûleurs Argand, et que l'emploi du réflecteur, avec ses avantages et ses inconvénients, entre pour une part dans cette économie.

Le diamètre des russes pour les lampes représentées fig. 10 et 12 varient de  $0''38$  à  $0''685$  selon les numéros des lampes, et les sections des tuyaux d'évacuation varient également de 50 à 150 centimètres carrés selon le numéro des lampes sur lesquelles on les applique.

La lampe fig. 10 complète avec sa russe en cuivre, bac pour veilleuse et boîte de recueillement pour le plateau coute, en Angleterre, de 140 à 350 francs selon le numéro de la lampe. Des appareils plus simples dans le genre de la fig. 12, coute, également, en Angleterre, 93 francs pour le n° 1; ce sont les meilleurs marchés.

Le mètre courant de tuyaux en tôle galvanisée coute de  $0^{\prime}41$  à  $0^{\prime}82$  le mètre courant selon la section.

La figure 14 représente la disposition employée par Bower pour ses lampes à ventilation.

En séparant complètement la lampe des pièces destinées à l'évacuation des gaz brûlés et d'autre part, sur cette, on diminue notablement l'influence du tirage de la cheminée extérieure verticale sur le fonctionnement de la lampe elle-même ce qui constitue un réel avantage ; il est d'autre part peu admissible, qu'il résulte du petit écartement régnant entre la lampe et la base de l'aspirateur, un échappement ou une diffusion sensible des gaz de la combustion dans la pièce.

Avec cette disposition, les mêmes lampes peuvent se monter ou non avec le dispositif destiné à la ventilation.

Il existe quatre grandeurs pour ces lampes, et les divers accessoires nécessaires à l'évacuation des gaz chauds se vendent, en Angleterre, aux prix suivants :

Numéros des lampes	Dépenses de la lampe en h. <sup>h</sup>	Prix de la boîte de recueillement	Prix du ventilateur	Prix du mètre courant du tuyau d'évacuation
1	198 lit.	8   20	10   45	"   80
2	283 "	8   20	10   45	"   80
3	425 "	8   20	10   45	"   80
4	850 "	14   35	10   45	"   80

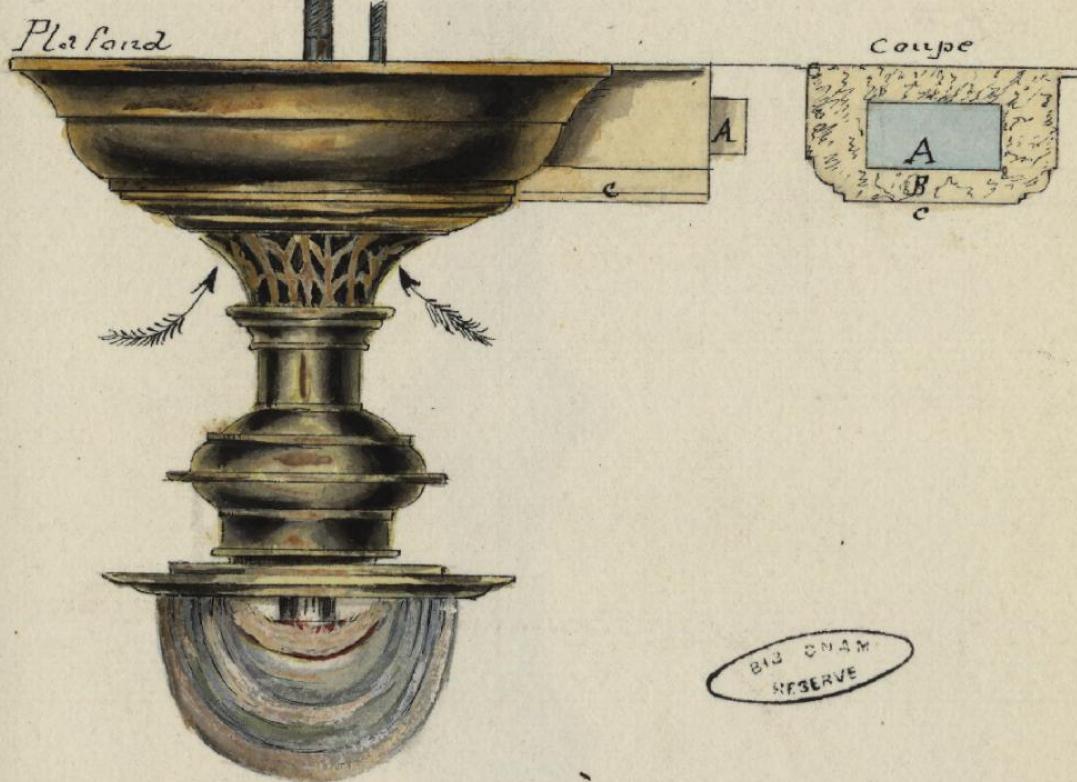
Dans les diverses dispositifs employés par les autres constructeurs pour la ventilation par les appareils d'éclairage à récupération et notamment par la maison Siemens, en Allemagne,

PL. 109

Éclairage au gaz  
appliqué à la ventilation

Lampe Venham

Fig. 12



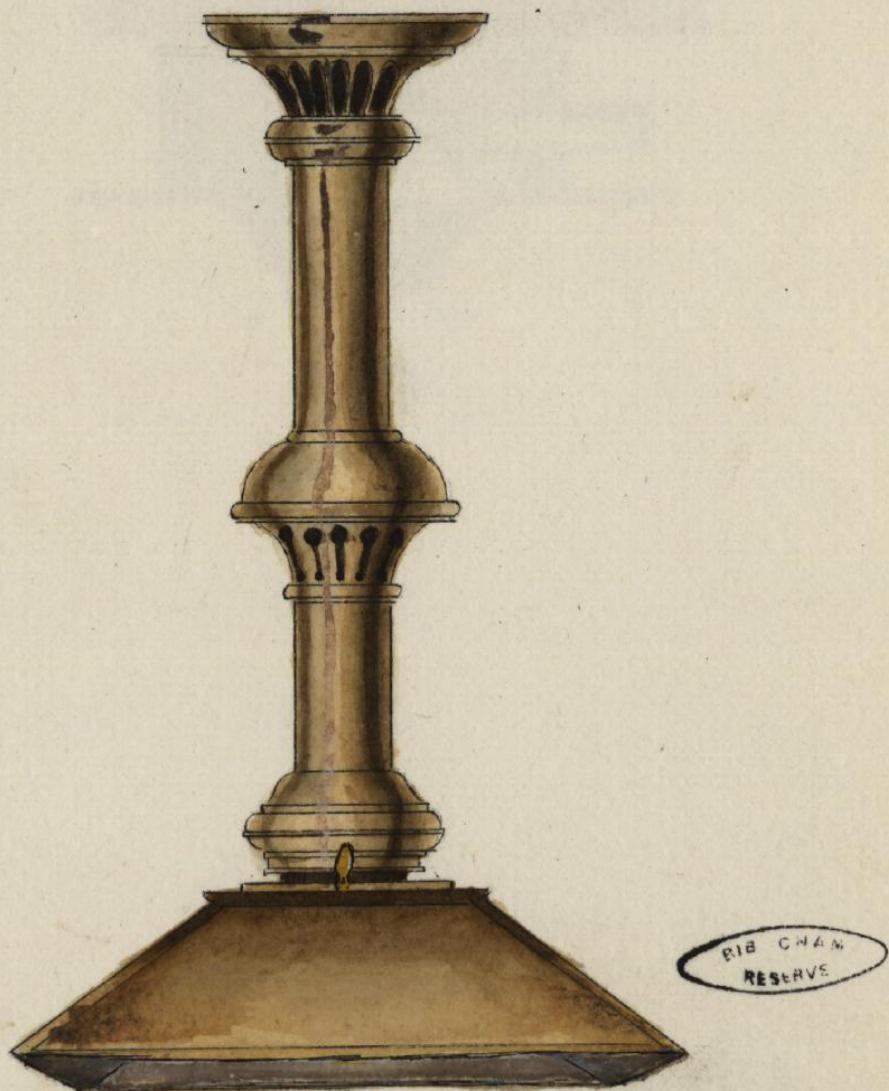
BIB. CNAM  
RESERVE



PL. 110

**Eclairage au gaz  
appliqué à la ventilation**

**Lampe Venham**



*Fig. 13*



Eclairage au gaz  
appliqué à la ventilation

Lampe Bowyer

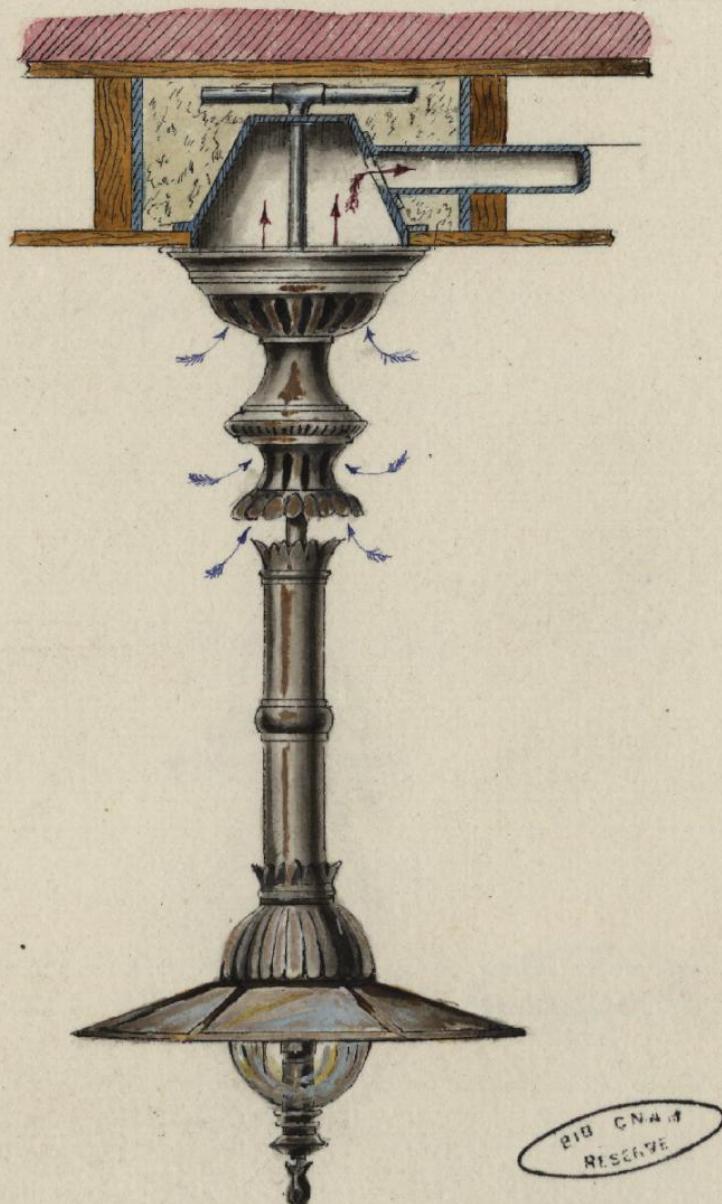


Fig. 14

Air

Produits de combustion



Eclairage au gaz  
appliqué à la ventilation

Lyre à réflecteur

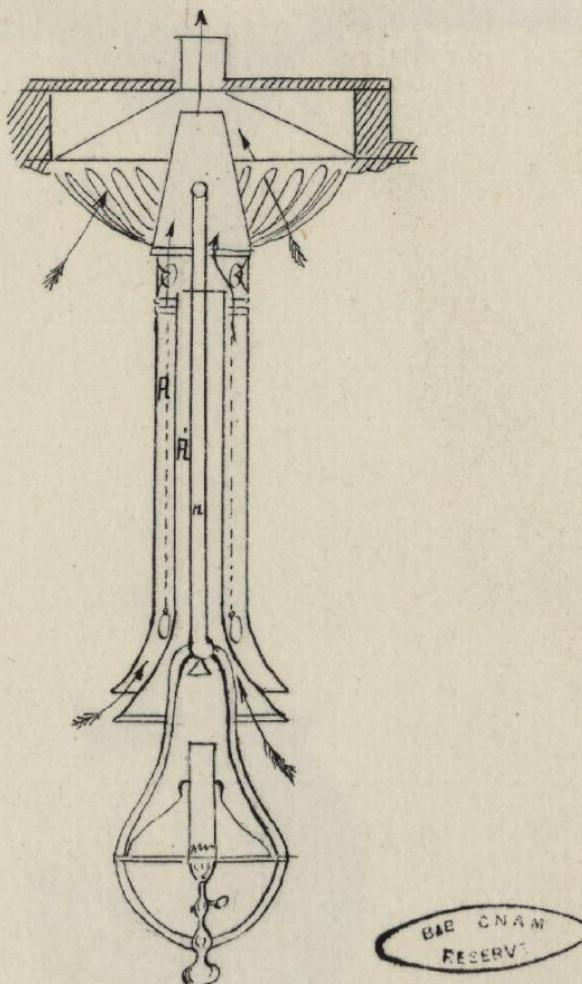


Fig. 15



## Lampe à boule



Fig. 16

- air
- Produits de combustion
- arrivée de gaz



nous n'avons rien vu de particulier qui nécessite une mention spéciale.

En somme, le coût d'une installation avec lampes destinées à la ventilation n'entraîne pas de dépenses qui puissent faire reculer une très grande partie de la clientèle des usagers à ce que, lorsque ces travaux sont faits par des installateurs consciencieux ou par les soins des Compagnies de gaz elles-mêmes. Il y aurait grand intérêt à les propager.

En dehors de ces lampes spéciales, il existe encore quelques appareils d'éclairage munis de dispositions particulières qui leur permettent de s'appliquer sur conduits d'évacuation et sur cheminées verticales.

En Autriche et en Allemagne, on a fait breveté récemment le dispositif fig. 15 qui peut s'appliquer à tous les genres d'appareils, et qui a en outre l'avantage de pouvoir s'abaisser avec la lampe. Nous n'avons pas de renseignements sur la valeur pratique de cette disposition.

Un appareil plus ancien, mais très employé en Angleterre, particulièrement pour les vestibules, antichambres, magasins, est représenté fig. 16.

C'est une grosse boule de verre terminée par un tube aboutissant à une rosace et à un système d'évacuation tout somme semblable à ceux précédemment décrits. Ces deux

brûlent dans la boule et peuvent être dans un système quelconque. On peut, au lieu d'une boule, employer aussi une lanterne complètement close d'un modèle quelconque.

Ce dispositif utilise très bien le gaz au point de vue de la ventilation et convient beaucoup aux édifices publics, aux maisons de santé, aux vestibules des maisons particulières, etc. et dans tous les lieux où l'on a besoin d'un ventilation puissante et d'une lumière modérée.

On a parlé à diverses reprises, entièrement, de petits tubes pouvant se placer à la suite des fumissoires ordinaires des appareils pour évacuer les produits de la combustion. Si l'öléo ou olive-même est certainement exacte, mais si l'on voit bien calculer le diamètre qu'il sera nécessaire de donner à ces tubes et qui sera toujours bien supérieurs à celui donné pour un même débit de gaz au conduit d'évacuation d'une lampe à récupération, on reconnaîtra l'impossibilité de mettre à exécution un tel projet avec les dispositifs qu'on lui prête. Comme il faut droit du reste isoler les conduits d'évacuation, en raison de leur température élevée, on sera amené à adopter les dispositions que nous avons indiquées pour les brûleurs solfite et pour les lampes à récupération.

### 3<sup>e</sup> Ventilation par les lampes protéinées

Dans un grand nombre de cas, soit par raison d'économie, soit en raison de la disposition des lieux, il est difficile d'appliquer les divers modes de ventilation que nous venons d'enumerer et qui nécessitent tous une dépense encore assez notable. Toutefois, il faut remarquer, qu'en employant les brûleurs à récupération, on trouve dans l'économie réalisée sur le gaz brûlé un amortissement assez rapide de ce supplément de dépenses.

Quoiqu'il en soit, on se trouve souvent en face du problème consistant à suivre renouveler dans des conditions aussi tolérables que possible, l'air de pièces, avec les seuls appareils d'éclairage existants. Il est important pour l'industrie du gaz d'obtenir pour cette question, d'une application à chaque jour, des solutions qui permettent de combattre l'effet nuisible de l'éclairage dans les lieux obscurs, d'une manière aussi complète que possible.

Nous avons au personnellement à nous occuper de ce problème à plusieurs reprises et nous pouvons affirmer qu'en combinant avec attention de petits moyens, on arrive à des résultats fort satisfaisants et qui

rendent les pièces très habitables.

Le premier soin à prendre est de relever les lumières autant que le permet l'effet décoratif, de manière à éviter que la chaleur rayonnante émise par les flammes vienne frapper la tête des personnes installées dans la salle. Des bœufs brûlant dans des globes opaques ou opalines en partie, recouverts de calottes formant réflecteurs, supportent très bien cet échauffement des foyers lumineux. Il faut éviter autant que possible les gros lustres, et fournir l'éclairage par des lampes ou de petits bouquets de lumières répartis dans la salle. Tous qu'on se trouve en présence de lustres, il est avantageux d'employer sucs les bœufs Armand, ou les bœufs papillons, des jolies coupes de verre à la base, formant donc, le rayonnement est ainsi moins prononcé. Rappelons ce sujet, que la céruse, la colle de poisson, la gomme laque, ne se laissent que très difficilement traverser par les rayons calorifiques et qu'un mince ondule de ces substances peut rendre de grands services.

Les gaz chauds s'élèvent vers la partie supérieure de la pièce et s'y confinent.

Tousqu'une pièce est un peu haute, on peut considérer sa partie supérieure comme formant la boîte de recueillement des produits

de la combustion que nous avons vu placer dans les appareils de ventilation. La température dans cet espace peut être bien plus élevée que dans la pièce sans occasionner d'inconforts, si des courants d'air ne viennent pas refouler ces produits chauds dans la salle.

Au-dessus de la scène d'un théâtre, dans les parties élevées, on constate 55 et 60 degrés et même 70 degrés de chaleur, pendant que sur la scène la température atteint à peine 30°.

Dans un appartement de 4 à 5 mètres de hauteur, on peut maintenir le long du plancher une couche de gaz à une température bien supérieure à celle de la pièce, sans qu'on en ressente en bas d'effets nuisibles. Le problème est donc de faire évacuer cette couche chaude au fur et à mesure de sa formation, de manière à éviter que, par l'accumulation des gaz, elle ne vienne en contact avec les occupants.

Il y a, en conséquence, une relation à établir entre la section de ces orifices et la quantité de gaz brûlé; nous donnerons à la suite quelques résultats d'expériences sur ce point, mais nous devons faire remarquer qu'il est toujours nécessaire que les dispositions prises soient telles qu'on puisse surveiller ou diminuer ces orifices.

d'evacuation selon les besoins.

Ce que nous venons de dire au sujet de la formation d'une couche gazeuse chaude le long des plateaux n'est applicable, ni aux édifices recouverts de voûtes ou si- -ges de marmerie, ni aux salles fermées par des toitures vitrées, directement en contact avec l'atmosphère extérieure. Ces surfaces très froides agissent com- -me réfrigérants sur les produits de la combustion et sur l'air vicié chaud, et les font retomber dans la salle. Il en ré- -sulte des remous constants qui rendent inapplicable, dans ce cas, la méthode de ventilation à niveau des plateaux.

Pour les appartements ordinaires, les orifices d'évacuation placés à la hauteur supérieure des pièces constituent un moyen très énergique et très simple de ventila- -tion auquel on ne songe pas assez.

Dans une expérience faite en lais- -sant déboucher directement les gaz dans l'atmosphère par la partie supérieure d' une fenêtre, la température étant de  $55^{\circ}$  au sommet d'une caisse appliquée contre le vitrage et figurant l'appartement de général Morin a trouvé que, pour chaque mètre cube de gaz brûlé, on évacue de  $390 \text{ à } 400 \text{ m}^3$  et qu'on appelle

de 400 à  $440 \text{ m}^3$  (1)

D'après diverses expériences faites en d'autres lieux, il conclut que la combustion d'un mètre cube de gaz dans des appareils d'éclairage placés près des portes-fondes ou des orifices d'évacuation détermine en moyenne l'appel dans la pièce éclairée de  $500 \text{ m}^3$  (2).

On admet généralement, on pratique, que dans une pièce à une température de  $10^\circ$  au-dessus de l'atmosphère, en temps calme, on évacue  $100 \text{ m}^3$  par des orifices présentant une section totale de 480 centimètres carrés, ou, inversement, qu'un orifice de 100 centimètres carrés permet d'évacuer, en moyenne,  $24 \text{ m}^3$  d'air à l'heure. Ces evolutions suffisent pour les besoins courants.

—

(1) Etude sur les ventilations, par le Général Morin. t. I p. 346

(2) id. t. II. p. 138

Sur la ventilation par  
l'éclairage  
au moyen de flammes de gaz renversées

---

Conférence faite par M. H. Elster  
à la Société pour le développement de  
l'industrie en Prusse. — Novembre 1887

---

Messieurs.

Dans la dernière réunion de notre Société, j'suis promis de vous faire une communication sur sujet de la grande influence que les flammes de gaz renversées, auront à l'avenir pour la ventilation des édifices construits conformément aux lois de l'hygiène. Le système a été mis en pratique pour la première fois à Londres dans la nouvelle salle d'examen (pour les étudiants en médecine) inaugurée par Sa Majesté, la reine Victoria, au mois de Mars dernier.

Cet édifice appartient à la Société des médecins à Londres; il consiste en un corps central avec deux ailes et occupe une étendue de 30 mètres environ de chaque côté. Dans le corps central, il y a deux salles, l'une superposée à l'autre, ayant chacune environ

30,5 mètres de longueur, 7,60 mètres de largeur et 4,86 mètres de hauteur; l'aire à droite contient le laboratoire de chimie et dans celle à gauche se trouvent les salles pour les ouvriers de la technique sanitaire; des ascenseurs amènent aux salles principales les couloirs, etc., à examiner et font communiquer toutes les salles entre elles.

Les salles principales sont éclairées par 5 lampes à flamme renversée, qui se trouvent à environ 1,07 mèt. du plafond et qui sont munies de conduite horizontale de dégagement placée en dessous du plafond, amenant les produits de la combustion jusqu'aux murs latéraux dans lesquels un tube en poterie émaillé à l'intérieur et ayant 0,10 mètre de diamètre est logé pour chaque brûleur; ce tube sort par le lit où il est muni d'un petit appareil qui empêche tout passage de vent en direction descendante.

Ainsi, la ventilation (c'est à dire l'entrée d'air nouveau et la sortie des calories qui a été vicie) s'effectue au moyen de tubes en poterie, avec revêtement intérieur en émail et dont l'alimentation et la décharge peuvent être réglées à volonté; chaque pilier contient un de ces tubes.

Dans les ailes de l'atelier la ventilation de chaque salle se fait d'une manière auto-

ne peut jamais pénétrer dans celui des dessus, comme ceci arrive malheureusement trop souvent dans les maisons neuves où le nombre de cheminées est insuffisant.

En comptant pour chaque pilier un tube en poterie de 0,15 mètre et deux autres de 0,10 mètre, les frais supplémentaires que nécessite l'exécution de ce système, pourront être évalués à environ 1 % du coût total de l'édifice.

On regarde cette ventilation (au moyen de tubes en poterie, enfilés à l'intérieur) comme absolument nécessaire partout où sont brisées des maladies contagieuses, comme les fièvres malaises, le typhus, etc.; or, d'après les renseignements fournis à ce sujet, il paraît que ce système est adopté dans le plus grand nombre de constructions nouvelles (cercles, villes, etc.), où l'on veut tenir compte des lois de l'hygiène, ce qui explique le grand développement qu'a pris depuis quelque temps en Angleterre la fabrication de tubes en poterie, à revêtement intérieur en émail.

Chaque pilier principal est pourvu de deux supports horizontaux, vitrifiés, qui soutiennent les trois tubes en poterie; le parquet est isolé, par une couche de sciure, des conduits tubulaires dans lesquels passe l'air chauffé. Tout édifice muni de ce système

de ventilation se distingue des deux construits autrement par sa façade ajourée s'opposant jusqu'au rebord du toit où, ainsi que sur les murs intermédiaires, on voit un grand nombre de tuyaux de cheminées, un poterie.

Chaque système de ventilation employé en Allemagne est représenté en Angleterre par des maisons qui s'occupent de technique sanitaire. Pour les maisons de Banque ou de Poste le chauffage préliminaire de l'air se fait par la partie postérieure de la cheminée et l'air sort par les fenêtres après des battants ajustables, les salles étant, à cet effet, disposées en lanternes, c'est à dire qu'elles reçoivent le jour d'en bas.

Pour de très grands édifices, comme les hôtels de ville, par exemple, des moteurs à vapeur sont installés dans les caves, d'où ils actionnent les ventilateurs silencieux.

Dans l'édifice susdit, il y a sur le toit une petite construction en tole recouverte de zinc, où fonctionne un petit moteur à gaz, avec ventilateur, de la force de 2 chevaux. Or, chaque fois que le brouillard empêche l'air chauffé de sortir en quantité suffisante, l'appareil aspire par un conduit en bois de 16 centimètres carrés de section, l'air vicié en excédant.

Dans d'autres édifices, c'est une turbine

Droits réservés au Cnam et à ses partenaires

à air qui fonctionne sous l'action d'une pression hydraulique. Dans le Palais du Parlement l'air entre du côté de la Tamise en passant par des filtres en toile qu'on peut humecter, le cas échéant, par des matières antisceptiques.

Pendant les chaleurs du mois de Juin, la température a été abaissée au moyen de manchons d'eau. Les thermomètres sont examinés toutes les heures par des contrôleurs qui notent la hauteur et remettent en place, pour l'observation suivante, les petits index en fer flottant sur le mercure, et lorsque la température fixe ( $16^{\circ}519^{\circ}6$ ) est dépassée, on la ramène par l'introduction de blocs de glace artificielle.

Dans le nouveau Palais de justice de la Cité, qui comprend 14 cours disposées autour d'un hall immense et reliées entre elles par des bâtiments intermédiaires, la ventilation se fait d'après le système Green, qui consiste dans l'application d'une pompe à compression installée dans le sous-sol et fonctionnant au moyen d'un petit moteur à gaz ou à vapeur. La petite pompe fournit l'air comprimé à des tuyères d'injection et d'éjection de construction spéciale, dont une partie aspire l'air extérieur et l'introduit dans les compartiments intérieurs, tandis que l'autre partie, sopraventée au

sol, exerce une action aspirante sur les tubes de sortie pour l'air qui est déchargeé par le bâti. En même temps, le chauffage du rez de chaussée, par des tuyaux dans lesquels passe l'air chaud, empêche tout courant en ordre inverse de se produire. La chaleur des parties supérieures des conduits facilite le tirage et augmente l'effet utile.

La Compagnie Green prétend que de la quantité d'air nécessaire 5% seulement sont fournis par les pompes, le restant est introduit par l'action de l'injecteur. Les tuyères se règlent automatiquement (dans certaines limites) et garantissent une quantité uniforme d'air.

Partout où l'on a employé ce système dans les édifices publics et privés, comme à bord des navires, il donne les résultats désirés ; on l'applique également à bord des grands navires que le "Lloyd" nord allemand fait construire et pour lesquels cette Société reçoit des subventions de l'empire allemand.

Quand que le paquebot "Bayern" fit son premier voyage de Southampton à Anvers, on fut dans la Manche un temps radicalement mauvais, quasiment tous les passagers furent obligés de quitter le pont et de se réfugier dans les cabines, où un grand nom-

le matin de mer; on fit alors fonctionner la pompe ventilatrice (troussillant avec de l'air comprimé et une force de 50 chevaux) et le changement d'air dans les cabines fut si rapide que dans quelque heures tout le monde se trouva remis. Voici l'effet bien-faisant d'une ventilation, aussi complète sur mer que sur terre.

(Par Gastechniker)

---

Bac à l'Industriel  
de 5000 litres

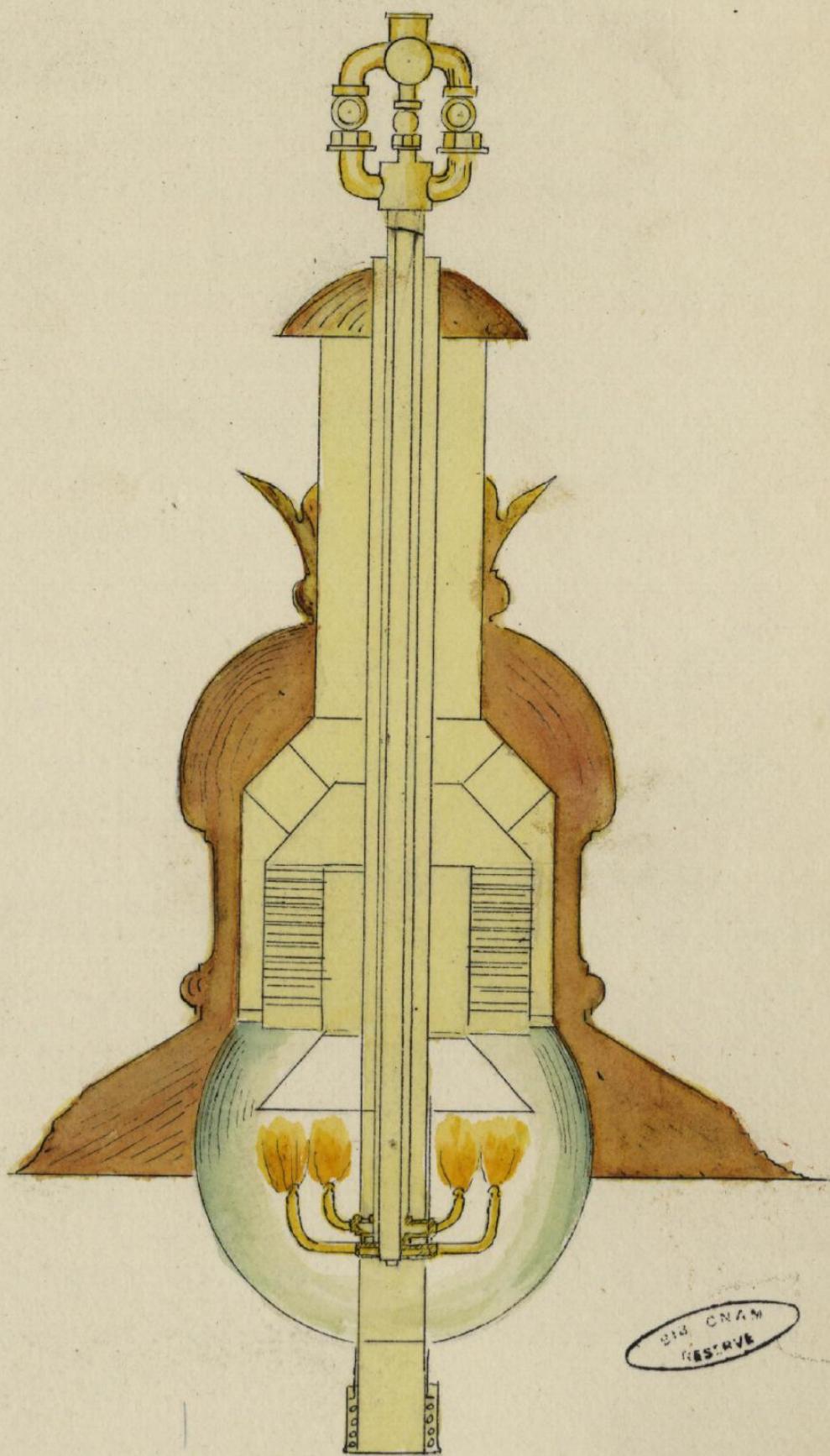
---

(Extrait du Journal des usines à gaz du 5 Août 1889)

---

Nous avons constaté récemment qu'on était arrivé à faire brûler 4500 litres de gaz donnant 84 cerclets, dans une bouteille de ville dont les dimensions n'avaient rien d'assuré. M. M. Bongut frères viennent de construire, sur le type du bac à l'Industriel de M. M. Cordier et Gasse, un bac à récupération dépassant 5000 litres à l'heure et donnant un pouvoir éclairant de 150 cerclets. Ce bac représente un coupé par le dessin ci-contre est muni de 66 supports disposés sur deux couronnes.

PL. 444      Bec l'Industriel  
de 5000 litres



216 Cnam  
RESERVE



Pour donner une idée des dimensions des diverses parties de l'appareil de 5000 litres, il suffit de dire quels coups enverra à 0"50 de diamètre :

Ce bec peut être placé dans une lanterne ou suspendu dans une lyre au-dessus d'un candélabre à l'instar des lampes à arc des installations électriques actuelles des boulevards de Paris. Quant à la dépense, si l'on compte le gaz supposé 0"15 le mètre cube, elle sera sensiblement la même que celle d'une lampe à arc de 2000 bougies nominales.

L'emploi de becs intensifs de cette puissance est tout indiqué pour les endroits où les refuges ne peuvent être multipliés sans crainte de gêner la circulation : tel est le cas de la place du Palais-Royal, de la place de la Bastille, dont l'absence devient insuffisant, maintenant que l'électricité a rendu tout le monde exigeant.

Bien que les applications des foyers semblables ne soient pas très nombreuses en dehors des centres tels que Paris, il n'en est pas moins intéressant de constater qu'avec le gaz on peut, tout aussi bien et même mieux qu'avec l'électricité, obtenir des foyers de grande puissance. Il convient de ne pas oublier que, les canalisations de gaz existant déjà, les

frais d'établissement d'un éclairage suzy dans ces conditions seraient négligeables comparés aux dépenses que nécessite l'installation électrique.

Nous ajouterons que la place des Victoires, garnie de 15 bacs à l'industriel de 750 litres chacun, est éclairée comme en permanence ; qu'au boulevard des Italiens deux bacs placés à la station des omnibus supportent très bien la comparaison avec l'éclairage électrique voisin ; enfin qu'un bac de 1,200 litres, monté sur une horloge pneumatique à l'angle du boulevard et du boulevard Poissonnière, dans les mêmes conditions que les lampes électriques, ne leur est en rien inférieur sauf point de vue de la quantité et de la répartition de la lumière.

---

### Bac à l'industriel intensif et sa récupération

---

Communication de M. Patier au Congrès de la Société technique de l'Industrie du gaz, tenu à Boulogne-sur-Mer. Juin 1888.

Obtenir un bel éclairage avec consommation minimale de gaz a toujours été le désideratum de tous ceux qui s'occupent

de l'éclairage, soit public, soit particulier. Partant de cette idée, on a d'abord cherché à améliorer le brûleur, c'est à dire à obtenir un brûleur d'où le gaz, sortant sous une faible pression se présentait sous forme de nappe mince et régulière, sur laquelle on dirigeait, au moyen de dispositions diverses, des courants d'air, dont l'oxygène était utilisé à obtenir la combustion aussi complète que possible des carbures qui constituent le gaz.

Il est inutile d'entrer dans le détail de tous les essais tentés : il suffit de faire remarquer que l'air froid que l'on dirigeait sur la flamme devait la refroidir, et que, à un moment donné, la température devait s'abaisser au point que certains carbures devaient échapper à la combustion. C'était, dans cette voie la limite des perfectionnements à espérer. Il fallait donc échauffer l'air devant servir à la combustion avant son arrivée au contact de la flamme. Pour échauffer cet air, on a utilisé les chaleurs produites de la combustion de la flamme, et on a créé les divers types de bois dits à récupération de chaleur, dont le prototype est le gaz Siemens.

Ces différents bacs, établis tous sur le même principe fondamental, ont réalisé une grande économie dans la dépense d'azote; mais la plupart, à côté d'avantages réels, présentent des inconvénients qui sont tous connus de vous.

Ainsi, les bacs à flamme renversée, grâce au brûleur circulaire, n'ont pas besoin d'air à une température très élevée pour obtenir un bon rendement, mais alors la lumière n'rayonne, par la disposition même du bac, que dans la demi-sphère inférieure.

Tes bacs à flamme droite, construits avec des brûleurs papillons (qui, pour eux-mêmes, ont un mauvais rendement), ont dû être étudiés de façon à obtenir une récupération plus complète des chaleurs perdues pour compenser le mauvais rendement des papillons. Si la chaleur dégagée par ces derniers bacs est un inconvénient dans certaines applications, dans d'autres, ils ont l'immense avantage d'éclairer toute la demi-sphère inférieure et une grande partie de la demi-sphère supérieure, dont le brûleur servit le centre.

Pour l'éclairage d'un bureau, d'une vitrine, les bacs à flamme renversée

dans l'obscurité, tandis que, pour l'éclairage et l'ensemble d'un magasin, et un atelier ou de la voirie publique, les bacs à flamme étroite seront préférables.

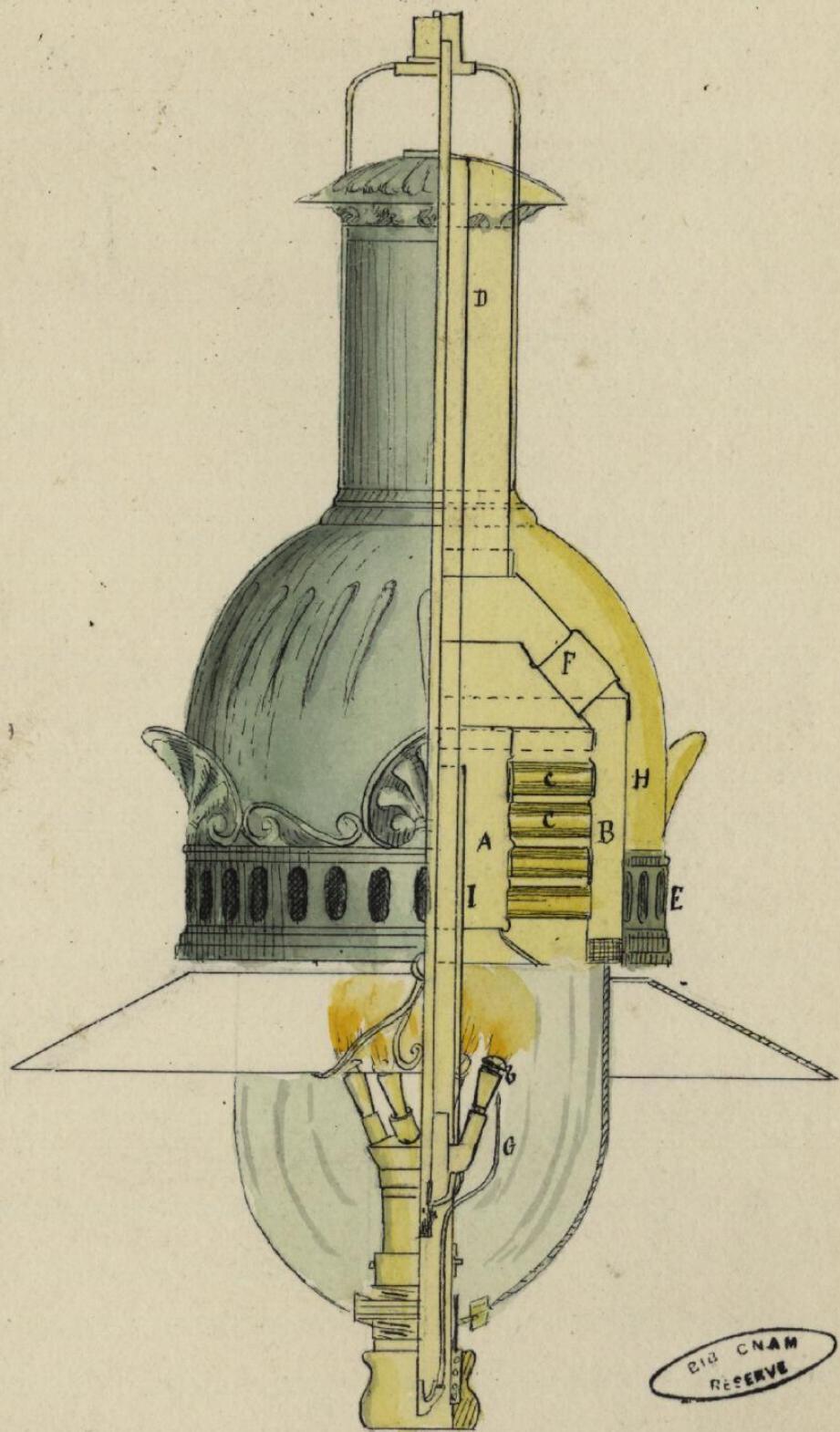
En dehors de ces considérations générales sur l'application à faire de tel ou tel brûleur, suivant le résultat que l'on désire obtenir, il y a certains inconvenients inhérents à la construction même des bacs, les constructeurs de ces divers appareils ayant cherché à supprimer au-dessous de la flamme toute stimélation qui, forcément projetait un émissaire. Si l'alimentation du brûleur par un-dessous était rejetée, il fallait amener le gaz au brûleur au moyen d'un tube qui se trouvait placé au milieu de la flamme et au milieu des produits de la combustion.

Ce tube, au bout d'un certain temps d'allumage du bac, était porté à une température telle que le gaz ayant d'arriver au brûleur était décomposé et que les dépôts formés sur les parois du tube l'obstruaient; le bac était alors hors de service et devenait être nettoyé. C'est là l'inconvénient principal des bacs dits à récupération, alimentés au-dessus et par le centre.

bois dont la combustion se fait dans une coupe fermée se présente lors de l'éclairage, puisqu'on ne peut présenter un éclairoir à l'orifice du brûleur sans ouvrir la coupe.

Pour remédier à l'inconvénient inhérent à l'alimentation par le contre et par dessus, on fait arriver le gaz par dessous, ainsi que cela existe dans le bœc Dničkovski et dans le bœc Parisien. Mais alors on n'a pas une coupe libre et le foyer augmente le haut de la bœc, projette une ombre et nuit à l'aspect élégant qui a fait une partie du succès des bœcs grecs Wenham et Cromartie. Outre cet inconvénient qui, au point de vue technique, n'a pas d'importance, il y en a un autre qui est beaucoup plus grave et qui vient de ce qu'il est très difficile de bien contrer ensemble le brûleur et le récupérateur, qui sont indépendants l'un de l'autre; et il arrive que, si le brûleur est excentré par rapport au récupérateur, la flamme s'allonge d'un côté et l'on produisent une noir de fumée, mettant promptement le bœc hors de service. C'est là un véritable inconvénient qu'on peut éviter pour les brûleurs placés dans une lanterne, car celle-ci peut suivre des mouvements assez résistants pour que le brûleur et le récupérateur puissent être maintenus l'un par rapport

Lampe  
PL. 115 à bec l'Industriel  
430!



Demi-coupe Verticale



à l'autre dans des positions absolument fixes.

La difficulté d'allumage des brûleurs renfermés dans une coupe close a été tournée de différentes façons.

Vous connaissez tous le procédé ingénierie de la bille de verre appliquée aux lampes Werham; encore a-t-il le défaut d'exiger de l'allumage l'emploi simultané des deux mains, pour présenter l'allumoir et ouvrir en même temps le robinet, fût-ce de quoi une explosion se produisit.

Dans le brevet que j'ai l'honneur de vous présenter, on a cherché à supprimer dans la mesure du possible ces défauts, qui ont certainement contribué à retarder l'application honoraire de ces brevets, bien qu'ils présentent au point de vue de l'économie de la consommation des avantages incontestables.

Toujours poursuivi que l'industrie du gaz ne peut trouver de meilleur moyen de lutter contre ses concurrents qu'en offrant au public des appareils révolutionnaires, et un coût peu élevé, et réalisant par eux-mêmes, sans modification des tarifs, le problème de l'absissement du prix du gaz, j'aimerais bien faire en vous signalant le « Brevet Industriel », les qualités qui le distinguent sont, on résume :

Alimentation contrôlée sans inconvénient, tuyau étant constamment refroidi par un courant d'air; allumage facile, et par l'extérieur, sans ouverture de la cuve et sans explosion. Je laisse pour mémoire les autres avantages qu'il partage avec tous les autres bœufs à récupération. On me dit toutefois que son prix est inférieur; il est peut-être bon de ne pas oublier cette qualité.

### Description du bœuf 430.

Le dessin ci-joint représente une demi-élevation et une demi-coupe verticale suivant l'axe.

La partie nouvelle, et particulièrement intéressante de l'appareil, consiste en un fourreau chominé qui enveloppe le tube d'alimentation du gaz, partant du fond de la cuve pour déboucher au-dessus du récupérateur ou bien à la partie supérieure de la chominé. A l'intérieur de ce fourreau, il s'établit un courant d'air qui refroidit le tube d'arrivée du gaz et l'empêche d'atteindre une température suffisante pour décompresser le gaz, boucher le tube et les brûleurs, et produire du noir des fumées.

A l'intérieur du même fourreau, se trouve un tube allumeur qui descend jusqu'à la base du fourneau et qui est relié à la

à travers l'enveloppe pour aboutir à la couronne de brûleurs. Au moyen d'un robinet spécial, on dirige volonté le gaz dans l'allumeur ou la couronne.

Le réchauffeur, qui se compose de deux cylindres concentriques A B, voulés entre eux par des tubes C, est tout en nickel ; les produits de la combustion s'engagent à l'intérieur de l'enveloppe A qui forme chambre de combustion, et dès, passant à travers des tubes C, vont gagner la chambrière D.

L'air d'alimentation arrive par les ouvertures E, et pénètre dans le réchauffeur par un certain nombre de tubes F placés sur les deux cônes.

L'air, déjà chauffé en partie sur l'enveloppe H et pénétrant par son passage dans les tubes F, finit de se surchauffer en passant à l'extérieur des tubes C, placés en quinconce pour arriver dans la cuve G où sont les brûleurs.

Un tube en porcelaine I recouvre le tube central dans la portion où se trouvent les flammes.

Pour allumer il suffit de mettre le robinet dans une certaine position. On présente une flamme en A, le gaz s'allume sur le petit tube et vient brûler

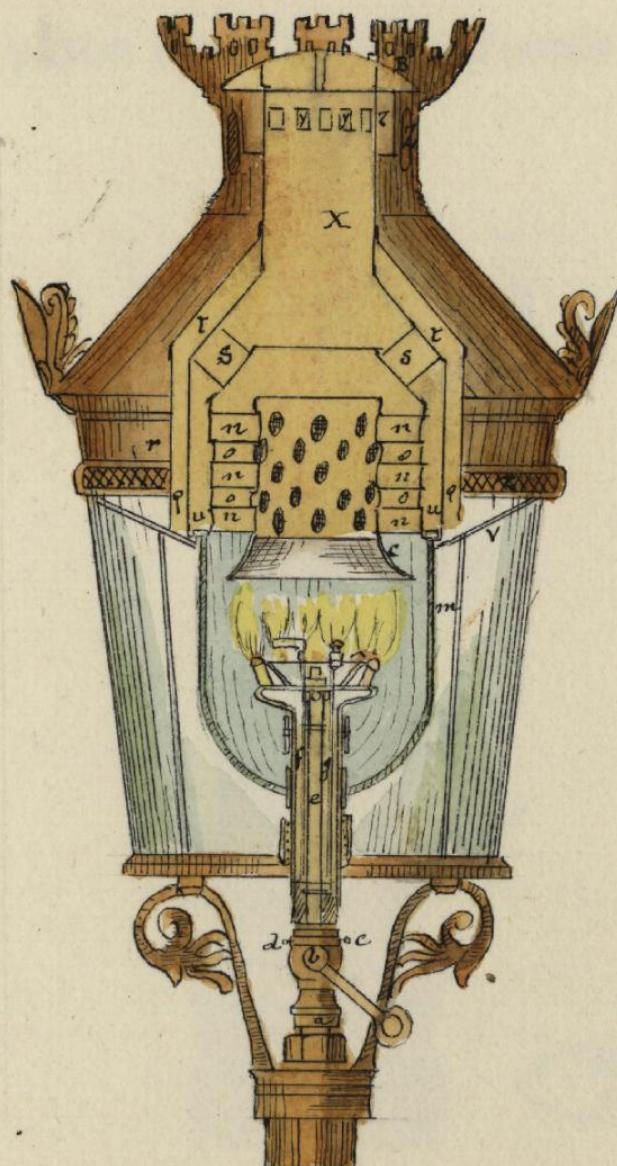
de la clof du robinet, le groupe de brûleurs s'allume et l'illumine s'éteint. Dans cette mesure, il n'y a aucune précaution à prendre et aucun danger d'explosion n'est à craindre.

Ce coupé, entièrement libre par dessous se démonte pour le nettoyage avec les plus grands facilités et ne projette aucune partie. Par une disposition spéciale, cette coupé se trouve libre dans tous sens, et, si accidentellement elle venait à se rompre, elle ne peut que se fondre et non tomber.

Les deux types mis en vente jusqu'à ce jour consomment, l'un 425 litres, et l'autre 750 litres de gaz à l'heure.

Si pour un éclairant, pour le premier, est de 10 carots, soit un rendement de 42 litres à par carot; pour le deuxième, dépassant 750 litres, 22 carots, soit 34 litres par carot.

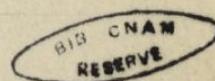
## Coupe en Élevation



Régulateur  
 Robinet distributeur  
 Vis de réglage du  
 bec de minuit.  
 Vis de réglage de  
 la veillouse.  
 Tube amenant le  
 gaz à la couronne.  
 Alimentation de la  
 veillouse.  
 Alimentation du bec  
 de minuit.  
 Veillouse.  
 Bec de minuit  
 Boîte à gaz des  
 brûleurs.  
 Brûleurs-papillons  
 Porte-coupe  
 Coupe en verre  
 Tubes en nickel  
 du récupérateur  
 Enveloppe intérieure  
 du récupérateur for-  
 mant chambre de  
 combustion.

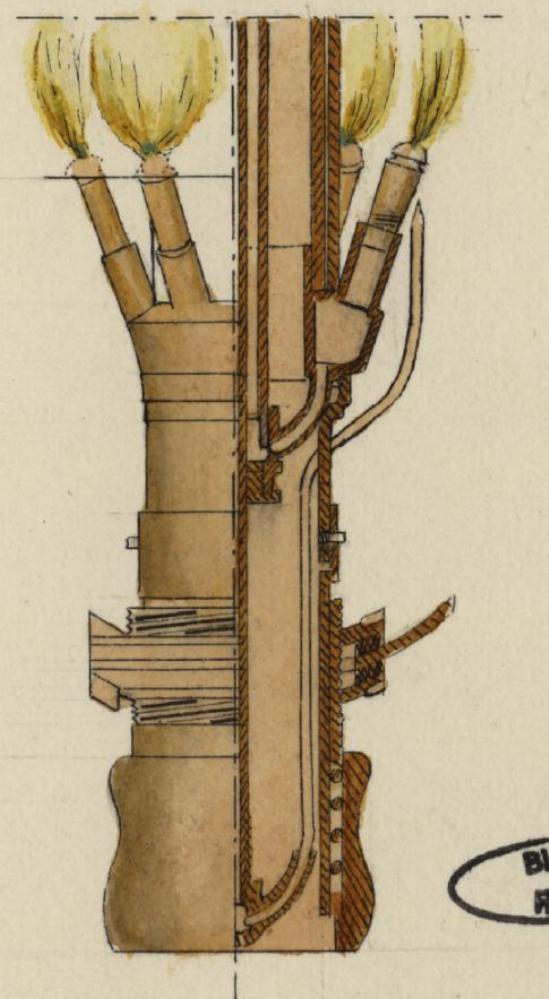
1. Enveloppe exté-  
 rieure du récu-  
 pérateur.  
 2. Enveloppe en  
 nickel.  
 3. Enveloppe en  
 cuivre.  
 4. Tubes pour l'  
 entrée de l'air  
 dans le récupéra-  
 teur.  
 5. Chambre d'air  
 chaud.  
 6. Rondelle d'isolation  
 7. Réflecteur de la  
 lanterne.  
 8. Cheminée  
 9. Trous pour la  
 sortie des produits  
 de combustion.  
 10. Toiles métal-  
 lique très fines

A. Brise-vent.  
 B. Chapeau protecteur pour  
 la pluie.  
 C. Petit réflecteur en porcelaine.  
 D. Petite coupe en verre.





Dispositif de l'alimentation  
des brûleurs et de l'allumeur  
du bec l'Industriel  
 placé dans une lanterne





Légende du bac l'industriel  
Type de 750 litres

---

- a. Régulateur.
  - b. Robinet distributeur.
  - c. Vis de réglage du bec de minuit.
  - d. Vis de réglage de la veillouse.
  - e. Tube amenant le gaz à la couronne des brûleurs.
  - f. Alimentation de la veillouse.
  - g. Alimentation du bec de minuit.
  - h. Veillouse.
  - i. Bec de minuit.
  - j. Boîte à gaz des brûleurs.
  - k. Brûleurs paraffines.
  - l. Torte-coupe.
  - m. Coupe en verre.
  - n. Tubes en nickel du récupérateur.
  - o. Enveloppe intérieure du récupérateur formant chambre de combustion.
  - p. Enveloppe extérieure du récupérateur.
  - q. Enveloppe en nickel.
  - r. Enveloppe en cuivre.
  - s. Tubes pour l'entrée de l'air dans le récupérateur.
  - t. Chambre d'air chaud.
  - u. Rondelle d'amiante.
  - v. Réflecteur de la lanterne.
  - x. Cheminée.
  - y. Trous pour la sortie des produits de combustion.
  - z. Toiles métalliques très fines.
  - A. Brise-vent.
  - B. Chapeau protecteur pour la pluie.
  - C. Petit réflecteur en porcelaine.
  - D. Petite coupe en verre.
-



Etude photométrique  
de quelques sources de lumière

par M. J. B. Baillé et C. Fréry

(Extrait du Journal de l'Électricien,  
du 3 Août 1889.)

Nous avons été amenés à étudier photométriquement un certain nombre de sources lumineuses. Nous avons déterminé :

1<sup>o</sup> le pouvoir éclairant en carcole;

2<sup>o</sup> le poids ou le volume du combustible brûlé par unité de temps, ou les watts dissipés dans les lampes électriques.

Ces deux déterminations nous ont permis de déduire le prix de l'unité pour chaque appareil étudié.

Détermination du pouvoir éclairant

Tes différentes sources de lumière sont composées à l'olson'carcole qui consiste en une lampe à huile à mouvement d'horloge; le boc est rond et le verre cylindrique présente un coude.

Construite avec un soin sp̄écial par M. Delcud, cette lampe a un fonctionnement assez régulier, et les différents types ont entre eux une grande uniformité.

Tes dimensions relatives de ses différentes parties ont été données par Reauval.

et Diuns s dans leur instruction de 1860, pour le contrôle de la Compagnie Tarisienne du gaz.

La mèche spéciale employée se compose de 35 brins et doit être conservée dans un endroit très sec ; elle a 6 cm. 3 de long et pèse 4 gr. 25 ; elle ne sert qu'une fois.

On n'emploie que l'huile de colza épurée, et la lampe doit être vidée et nettoyée après chaque assai.

La flamme a environ 4 cm de haut, et le coude du verre est à 1 cm de l'extrémité de la mèche ; dans ces conditions la lampe brûle environ 40 gr. d'huile à l'heure. On l'amène à sa consommation théorique (42 gr.) en agissant sur le boulon qui règle la hauteur de la flamme.

Les contrôles sont très faciles pendant la durée de l'expérience, en plaçant la lampe sur le fléau d'une balance spéciale, construite également par M. Delaunay ; il suffit de noter le temps de la combustion des 5 gr. d'huile. Un petit marteau commandé par le fléau lui-même, indique à l'opérateur le commencement et la fin de l'expérience.

### Photomètre

Le photomètre dont nous nous sommes servis est un prisme de porcelaine dont l'angle est de 90 degrés, et dont les faces

sont finement dépolies; il reçoit d'un côté les rayons venus de l'éclair, et de l'autre coup de l'appareil en étude. Un viseur dirigé sur l'arête permet de saisir nettement l'égalité d'extinction des deux faces; à ce moment, le relief du pris-  
me disparaît et l'arête devient invisible.

La carcel étant placée à 1 mètre du pris-  
me, il suffit d'élever au-dessus la distance de l'autre lampe au photomètre pour obtenir sa valeur en carrets.

#### Détermination de la dépense de l'appareil en étude.

Dans le cas des bougies, des lampes à huile ou à pétrole, deux pesées donnent le poids brûlé. La détermination du vo-  
lume de gaz, déposée dans les différentes bacs, s'effectue au moyen d'un chronomètre et d'un compteur, permettant d'assurer le débit à  $\frac{1}{2}$  de litre près. Un gazomètre jusqu'à ( $25$  litres), dit clépsydre, rempli d'abord de gaz, permet de vérifier l'exac-  
titude du compteur.

Il est nécessaire dans la plupart des cas de commencer les mesures quelque temps après l'allumage (environ un quart d'heure), pour être dans le régime normal de la com-  
bustion.

Enfin, les chiffres rapportant aux lampes électriques ont été obtenus en

mesurant en watts (produits des volts sur bornes par les ampères) l'énergie dépensée par l'appareil.

### Résumé des expériences.

1<sup>o</sup> Les bougies de diverses marques, avec ou sans trous, de stearine ou de paraffine, nous ont donné des résultats pour différents. Elles offrent toutes l'inconvénient de produire des variations de lumière, allant jusqu'à 20 pour 100 de leur intensité moyenne, suivant la longueur de la mèche, sa nature, etc.

2<sup>o</sup> Les lampes à huile présentent, contrairement aux bougies, un régime assez variable, suivant la qualité de l'huile employée, la forme du verre, la distribution du courant d'air autour de la mèche, etc.

Il semble y avoir avantage, tant au point de vue du rendement lumineux qu'à celui du prix du carab-heuro, à employer de l'huile épurée de qualité supérieure.

Si l'indépendance des courants d'air extérieur et central (voyez n° 5 du tableau) semble être également une condition favorable, qui que ce soit la troue rarement employée dans les lampes usuelles.

3<sup>o</sup> Les lampes à pétrole. — Ces lampes à pétrole offrent un prix de lumière assez faible, et surtout très constant, quelle que soit la manière dont le pétrole est brûlé :

un trou de verre étranglé, bac plat à verre renflé, tirage plus ou moins énergique, etc. Nous avons aussi étudié une pompe à énergie sans verre, dans laquelle le tirage est produit par un ventilateur et un mouvement d'horlogerie placés dans le pied de l'appareil : ici encore la prise du carbol-beurre est peu différente.

4<sup>e</sup> Appareils à gaz. — C'est parmi les appareils à gaz que nous avons trouvé les plus grandes divergences entre les prises du carbol-beurre. Ces prises extrêmes sont dans le rapport de 1 à 6.

La manière plus ou moins complète dont le gaz est brûlé, son débit, l'afflux de l'air, la forme du verre, etc. sont autant d'éléments influant sur la prise.

Il semble avantageux, au point de vue du rendement, d'employer le gaz, mélangé d'air, à échauffer un corps solide particulier qui deviendra la source lumineuse. Ce principe a été appliqué dans le bac Clémont, où le corps solide est un petit panier en fil de magnésie et dans le bac à tête de zirconie où le corps irradiant est constitué par une fine tête en zirconie. Ce dernier appareil présente un rendement lumineux successivement élevé, mais il donne une tâinte particulière qui le fait paraître verdâtre au près des

flammes ordinaires.

5<sup>e</sup> Le rendement des lampes électriques est presque constant dans les divers modèles, pour le régime dit normal, et ailleurs bien difficile à préciser. Dans ces conditions, les lampes demandent 3 à 4 watts par bougie, soit 26 watts par l'arc. Il faut forcer le régime pour atteindre ces chiffres.

Le rendement augmente assez rapidement avec le débit électrique, mais on sait que dans le cas d'un régime forcé la durée de vie de la lampe est fortement diminuée. Il faudrait donc faire entrer le prix de revient de la lampe dans la détermination définitive des conditions économiques d'un éclairage électrique.

6<sup>e</sup> Arc. — L'arc est le mode d'éclairage qui s'écarte le plus des sources précédentes, au point de vue de la tinte de la lumière. Tous mesures photométriques sont donc très difficiles à faire.

Il y a deux sortes de rendement à considérer ici :

a. Un rendement pratique, donné par le rapport de la lumière produite à l'énergie dépensée dans le régulateur total. Cet appareil renfermant toujours des électro-simants destinés à la régulation, il y a de ce fait une certaine quantité d'énergie

dépensée, qui est entièrement perdue au point de vue lumineux.

Le rendement théorique de l'arc obtenu en ne considérant que l'énergie absorbée par l'arc lui-même. Il est toujours plus élevé que le rendement pratique, certains appareils dépassant 80 pour 100 et parfois davantage pour la régulation.

Nous ne nous sommes occupés que du rendement théorique, le seul qui permette des mesures comparatives.

Il est assez variable avec la nature des charbons, leur diamètre, etc ; il est indispensable de n'employer que des charbons appropriés au courant à utiliser.

Trop gras, les pointes sont courtes et écartées pour ainsi dire l'arc, au détriment de la somme de lumière déversée. Trop protés, ils se taillent en pointe très allongée, rougissent sur une grande longueur et déposent ainsi en chaleur inutile une grande partie de l'énergie fournie.

Dans des conditions moyennes, on mesurera la lumière dans un plan horizontal, le point du cercle fourni par l'arc n'est que de  $\frac{1}{30}$  de celui fourni par la lampe à incandescence.

Il y aurait aussi à tenir compte de la nature des courants alimentant l'arc. Si le courant est continu, la distribution de la

tumière dans un plan vertical ne peut pas être symétrique, le charbon possède restant plus chaud que le négatif, mais si le courant est alternatif, le rayonnement des deux charbons est le même.

Nous donnons, dans le tableau ci-contre, les résultats numériques de ces mesures

Tableau

Prix courant des différentes sortes de liquides

N°	Désignation	Unités	Régimes hor	Précisés correction au détail	Unités	Précisés correction au détail
<i>Bougie :</i>						
1	Bougie de paraffine	0.14	80 grammes	18,5 centimes	Flammes jaunes	
2	"	0.14	10 " " "	17,1 "		
3	de cire blanche	0.14	9 " " "	12,0 "		
4	" huile d'oléagineux	0.15	9 " " "	12,0 "		
<i>Huile :</i>						
5	huile minérale sur	1.04	36 grammes	5,6 centimes	luminé d'huile, Huile claire	
6	" huile blanche minérale	1.06	42 " " "	6,5 "	épurée et filtrée	
7	" huile d'oléagineux	1.04	46 " " "	6,8 "	Huile claire et filtrée	
8	" huile raffinée	1. " "	42 " " "	9,6 "	huile ordinaire	
<i>Pétrole :</i>						
9	huile minérale paraffine	0.81	20 grammes	1,9 centimes	Flacon de 13 millimètres	
10	" minérale paraffine	2.13	62 " " "	2,6 "	" 50 "	
11	" minérale paraffine	2.07	63 " " "	2,7 "	" 25 "	
12	" minérale sans paraffine	1.82	52 " " "	2,5 "		
13	" huile raffinée	1.06	28 " " "	2,4 "	Diamètre double : 4 millimètres	
14	" huile raffinée	1.49	51 " " "	3,0 "	huile ordinaire, diamètre simple	
15	" huile raffinée	0.94	30 " " "	2,9 "	Diamètre simple : 2,5 millimètres	
<i>Gaz :</i>						
16	butyphile ordinaire	0.64	132 litres	6,1 centimes	Diamètre simple : 6,5 centimètres	
17	" butyphile	1.10	134 " " "	3,6 "	Hauteur de flammes : 6,5 centimètres	
18	" stérolle ordinaire	1.39	62 " " "	1,3 "	Bézacay, clavettes vertes	
19	" stérolle elemagnésie	1.61	193 " " "	3,5 "	Bézacay, clavettes vertes	
20	" stérolle carbon	3.35	135 " " "	3,9 "	trempette ronde simple	
<i>Électricité :</i>						
21	électricité électrique	0.65	29,44 watts	6,8 centimes	Accès dans régions démunies	
22	" Géodod	0.72	36,74 " " "	7,5 "	Accès dans régions démunies	

Les  
méthodes de la photométrie  
Par M. le Dr. H. Krüss (1)

A la dernière réunion de l'Association Allemande des ingénieurs du gaz et de l'eau, à Hambourg, M. le docteur H. Krüss a fait une communication qui, destinée aux gaziers, il est vrai, n'en présente pas moins beaucoup d'intérêt pour les ingénieurs électriques apprêtés à faire des mesures photométriques.

Dans cette communication, l'auteur a voulu exposer rapidement les grandes divergences qui existent dans les méthodes de la photométrie pratique, afin d'arriver, aussi vite que possible, à une unification dans ce domaine. Il a ainsi passé son résumé des principales divisions des procédés photométriques en commençant par :

l'émission de lumière. — L'unité absolue de lumière définie par le Congrès international des Électriques en 1884, c'est-à-dire la quantité de lumière émise par un centimètre carré de surface de polystyrène fondu à la température de solidification, ne peut qu'être comptée au nombre des

(1) D'après la lumière électrique. (Voir Journal des usines à gaz du 5 Mai 1888.)

unités pratiques. Dès le commencement, les difficultés d'établissement de cette unité l'excluent de la pratique journalière, et les dernières recherches de M. Cross, entre autres semblent montrer qu'elles n'ont guère plus exacte que les autres unités usitées jusqu'à présent.

On peut citer parmi les unités employées réellement dans la pratique : les bougies de différentes espèces, la lampe à scotolo d'amyle de Hefner-Altenbeck, la lampe Crotchet, le brûleur à pentane de Vernon-Harcourt, l'étalon Methven, le brûleur à gaz Giroud, la lampe à benzine (Eitner, Webor).

D'après M. Kriess, la lampe à scotolo d'amyle présente la plus grande constance, et offre le plus de facilité pour reproduire l'unité demandée, on y a fait soin toutefois de veiller à la hauteur de la flamme.

Quant à ce qui concerne les bougies, il faut décider une fois pour toutes si le poids consommé de la bougie définit l'intensité lumineuse normale ou si c'est la hauteur de la flamme.

Dans le premier cas, il faut déterminer les limites des écarts tolérés et opter entre la mesure de la consommation pendant que la bougie brûle (Elsler, Kriess) et la mesure effectuée par des pesées avant et après les comparaisons photométriques.

(Instruction du Parlement sur la bougie anglaise).

Dans le second cas il faut choisir la méthode de mesure de la hauteur de la flamme; on peut, en effet, la déterminer à l'aide d'un compas, par des pointes ou par projection sur une règle divisée. Il faut aussi savoir si l'on peut moucher la bougie, pour obtenir la hauteur normale de la flamme.

M. Kriess est, avec raison, persuadé-nous de l'opinion que la hauteur de la flamme doit définir l'âtre lumineux, et non le poids de bougie consommée.

Il faudrait aussi décider s'il faut employer une ou deux bougies pour les essais photométriques, on sait qu'en Angleterre on emploie très souvent deux bougies placées côte à côte afin de se mettre suivant que possible à l'abri des variations de l'intensité lumineuse de chacune d'elles. Il semble cependant très difficile de régler simultanément la flamme des deux bougies à la hauteur normale; il faut aussi tenir compte de l'influence de la position latérale des bougies, influence qui ne peut cependant être considérée comme négligeable d'après des recherches récentes de M. Fehndrich qui ce dernier a communiquées à la réunion des ingénieurs austriachs du gaz.

Influence de la distance de la flamme

me à l'échelon lumineux. — La longueur du banc photométrique la plus favorable est déterminée par un phénomène purement physiologique; la sensibilité de l'œil est différente suivant l'intensité de l'éclairage des surfaces à comparer (écrans photométriques); elle est beaucoup plus faible pour des éclairages peu intenses ou très intenses que pour des éclairages moyens. Cette question n'est pas encore définitivement résolue, et de cette solution dépend la fixation de la longueur du banc photométrique.

La longueur du banc du photomètre devrait donc être plus ou moins grande suivant l'intensité de la source lumineuse à mesurer. Dans l'industrie du gaz, cette intensité est comprise entre les limites assez étroites, on sorte qu'il sera facile de fixer une longueur propre à la majorité des cas de la pratique. L'adoption générale de cette mesure rendrait beaucoup plus facile les comparaisons en éliminant certaines causes d'erreur.

Construction du photomètre. — La question du photomètre est plutôt, semble-t-il, une question de frontières qu'une question scientifique. En Allemagne, le photomètre Bunson est généralement employé; en France, c'est le photomètre Foucault. On peut discuter longtemps sur les mérites respectifs de ces

deux instruments. Naturellement, la préférence de M. Krüss est pour le photomètre Bunsen; il motive sa préférence en disant observer que l'égalité des éclairements se détermine plus facilement par l'examen des bords de la tache de l'écran. Ces appareils fondés sur d'autres principes, tels que les photomètres à polarisation, ne peuvent qu'être confiés à des personnes peu expérimentées; ce qui, au point de vue de la pratique, constitue un grand désavantage.

Ecran du photomètre. — En se bornant au photomètre de Bunsen, soutenant la nature de l'écran est aussi très importante.

De quelle substance doit être formé l'écran?

On sait que la tache huileuse n'est pas employée partout; on se sert d'autres dispositifs dans lesquels l'écran est composé de plusieurs parties d'opacité différente, ainsi disposeront deux écrans combinés à du papier de soie ou très mince, ou une plaque métallique percée d'un trou formé par une double feuille de papier (Angleterre).

Il faut bien insister sur l'égalité absolue de la surface des deux côtés de l'écran, afin d'éviter des erreurs constantes dans les résultats données par l'appareil. Si l'on emploie la tache huileuse, on remarque qu'il faut choisir un papier spécial afin d'éliminer des

bandes bien limitées, et de ne pas avoir de différence de tâinte entre les deux faces de l'écran.

Quant à ce qui concerne la forme de la tâche, sur, en général, de la partie translucide de l'écran, on peut citer la forme circulaire ou en bandes disposées parallèlement côté à côté; en Angleterre on emploie beaucoup une tâche au forme d'astérisque.

La grandeur de l'écran photométrique n'a pas une bien grande influence; cependant, M. G. Roux, dans un mémoire couronné par la Société technique française du 22, a beaucoup insisté sur l'intérêt decisifement des diverses parties de l'écran, dès que ses dimensions deviennent un peu considérables.

Que doit-on déplacer dans les mesures? - Dans les différentes méthodes de mesure, on déplace l'étalon, ou la lampe à mesurer, ou l'écran, ou bien encore ce dernier lié d'une manière fixe à une des sources lumineuses. M. Krüss estime que les sources lumineuses ne doivent pas être déplacées, ou que, dans le cas de brûleurs à gaz, par exemple, la constance de la flamme est alors difficilement maintenue; cette remarque n'a, par contre, plus sa raison d'être dans le cas des lampes électriques.

aux extrémités du banc photométrique, il faut déplacer l'écran, ce qui nécessite aussi le déplacement de l'observateur; il faut alors bien avoir soin de lui conserver partout la même position relative par rapport à l'écran.

Photométrie des sources lumineuses intenses. — Cette partie de la photométrie pratique présente le plus de difficultés, et offre une grande importance par suite de l'extension toujours croissante des brûleurs intenses (C. Vanham, Buitjle, Siemens); nous ne citerons que pour mémoire la photométrie des lampes à arc. Dans ce cas, on a le choix entre des photomètres de très grande longueur, et entre des procédés qui permettent d'atténuer l'intensité de la source lumineuse que l'on veut mesurer; parmi ces derniers, on peut citer l'emploi de lentilles de dispersion, des disques à secteurs en rotation, et aussi de foyers lumineux secondaires. On conçoit facilement combien tous ces intermédiaires compliquent les mesures et en altèrent la précision déjà si peu considérable.

Outre les questions mentionnées plus haut, la photométrie pratique peut encore on citer beaucoup d'autres qui ont aussi besoin d'unification et des bases normales bien fixées une fois pour toutes. Des mesures comparatives dans ce sens seraient très désirables,

où il est à espérer que, vu l'importance du sujet, on ne tardera pas à les entreprendre.

---

## Photométrie

---

### Sur la mesure de l'éclairage par M. Mascart

---

Communication faite à la Société internationale des Électriciens. — Avril 1888

1. — Les photomètres ordinaires permettent de mesurer l'intensité des sources lumineuses; mais cette intensité ne fournit qu'un des éléments du problème pratique. Ce qu'il importe de connaître, on l'admet, c'est l'éclairage ou la clarté produite, c'est à dire la quantité de lumière dont on dispose pour se diriger et éviter les obstacles quand il s'agit de l'éclairage des rues ou des places publiques, l'éclat que prennent les objets pour le transit manuel, la lumière que reçoit une feuille de papier pour la lecture. Cette clarté générale ou localisée dépend non seulement de l'intensité et du nombre des foyers lumineux,

de circonstances extrêmement variées, telles que la lumière réfléchie par des vitrines ou diffusée par les murs et les plafonds.

On doit, pour chaque application particulière, déterminer par un choix judicieux quel type, le nombre, l'intensité propre et la distribution des foyers. C'est une question complexe qui, à côté du point de vue économique, intéresse l'hygiène et l'art, surtout dans les œilsirsages de luxe.

Sans entrer dans une discussion de cette nature, où les considérations scientifiques ne tarderaient pas à jouer un rôle secondaire, il est utile de se rendre compte de l'effet que produit l'œilsirage par des procédés plus précis que la seule impression souvent troublante de la vue.

Les termes de comparaison nécessaires dans une étude de cette nature peuvent être de deux ordres, physiologiques ou physiques.

2. — Deux œilsirsages sont évidemment équivalents quand un même objet, vu unis alternativement à l'un et à l'autre, paraît acquérir la même élévation et produire le même effet sur la rétine. C'eût été assez imprudent d'élire une appréciation photométrique dans le cas général ; mais les renseignements qu'il

fournit acquièrent quelque précision, quand on réduit la quantité de lumière au minimum nécessaire pour une opération déterminée. C'est ce qui arrive, par exemple, dans le cas de la lecture. Si l'on veut lire normalement un texte imprimé avec des caractères d'un certain type et placé à une distance invisible de l'œil, il faut que la lumière diffusée par le papier ne tombe pas au-dessous d'un minimum défini pour chaque vue.

Quand l'éclairage devient inférieur à cette limite, la lecture n'est plus courante; on est obligé de lire chaque mot séparément, et l'on cherche en général à rapprocher l'œil du papier, pour augmenter l'angle apparent des caractères, pourvu toutefois que l'accommodation permette de les voir encore avec netteté.

On trouve là les éléments d'une méthode photométrique extrêmement simple qui peut rendre les plus grands services dans la pratique.

Despraz estimait ainsi l'intensité de la lumière électrique par comparaison avec celle d'une lampe en déterminant la plus grande distance à laquelle il pouvait lire un journal alternativement éclairé par les deux sources différentes.

caractères d'inégales grandeurs, on reconnaît facilement que, pour une même distance de l'œil, l'éclairage doit être et surtout plus intense pour la lecture courante que les lettres sont plus petites. Une feuille de papier renfermant une série de phrases imprimées avec des caractères de types différents fournira donc une véritable échelle d'éclairement. M. Schütt a imaginé, pour l'usage des photographes, un petit appareil très ingénier, basé sur ce principe. Un disque mobile autour de son centre est formé par des couches superposées de lames translucides et divisé en une série de secteurs pour lesquels le nombre de couches croît d'une manière progressive, ce qui permet d'obtenir plus ou moins la lumière qui le traverse en un point. Derrière ce disque est un écran qui porte sur une même circonférence une série. Le type des caractères que l'on peut lire par transparence avec une fraction donnée de la lumière extérieure donne une mesure approximative de l'éclairement. Il y a dans cet appareil une idée excellente, qui était réalisée médiocrement dans ce modèle que j'ai vu sous les yeux, mais qu'il serait sans doute facile et intéressant d'améliorer pour les applications qui nous occupent.

Pour apprécier la valeur de cette méthode, il serait nécessaire d'analyser ce qui se passe dans l'œil qui fait effort pour lire avec une lumière insuffisante. C'est une question de physiologie très délicate, sur laquelle nous ferons seulement quelques remarques, en prenant comme examen le cas d'un œil prosthétique dont la moindre distance de vision distincte pour un bel éclairage est d'environ  $0''30$ , c'est à dire la distance à laquelle se fait la lecture habituelle. Quand l'éclairage diminue, l'observateur éloigne d'abord le papier comme si sa vue s'allongeait ; pour une lumière plus faible encore, la lecture éloignée devient impossible, il cherche au contraire à rapprocher le papier de l'œil pour augmenter l'angle apparent des caractères, mais le défaut d'accommodation ne leur permet plus de voir nettement, et il est obligé d'avoir recours à ses bâtonnets. Le moment où l'on cherche ses lunettes à la tombée du jour correspond ainsi à un éclairage bien défini.

Il est clair que la rétine qui exige une certaine quantité de lumière pour transmettre l'impression du contour d'un objet, mais ce n'est pas la sensibilité de la rétine qui fait d'abord obstacle à la netteté de la vision. Avec un tel

éclairage, l'iris se contracte de manière à ne pas utiliser qu'une région très limitée du cristallin, et ce diaphragme automatique permet d'obtenir des images très nettes, quand même le cristallin ne serait pas exactement dans le plan où elles se forment. A mesure que la lumière s'affaiblit, la pupille se dilate, les images deviennent plus confuses, soit par le défaut de mise au point, soit par l'accroissement des aberrations de toute nature; c'est donc la pupille qui paraît jouer le rôle le plus important dans cette fixation de minimum de lumière.

Sans nous étendre plus longuement sur ce sujet, nous pouvons déjà en tirer une conséquence pratique, c'est que, pour apprécier l'éclairage d'un objet, il est nécessaire de protéger l'œil contre toute lumière étrangère. La facilité de lecture sera très inégale pour des caractères imprimeris sur un papier de couleur sombre siunis à un éclairage relativement intense, et pour le même texte imprimer sur papier blanc avec un éclairage moindre, si l'on prend soin que dans les deux cas l'éclat apparent du papier reste le même.

3. — La détermination physique d'un éclairage vaige l'emploi d'une lumière de comparaison. Plusieurs photomètres ont déjà été proposés et employés dans ce

but; je me bornerai à signaler leur absence, pour éviter par avance le reproche de négliger les travaux antérieurs, et j'indiquerai les méthodes que j'ai essayées successivement à l'occasion de l'éclairage électrique de l'Opéra.

Un premier appareil était une sorte de photomètre à tâche de Bunsen, éclairé normalement en arrière par une lampe étalon et en avant par la lumière générée d'une salte.

L'observateur se place donc à  $45^{\circ}$  de la normale à l'écran, modifie, par un mécanisme particulier, l'éclairage de la lampe jusqu'à ce que la tâche disparaîsse. Une graduation préliminaire avec une lampe carcel, que l'on place à différentes distances dans une direction normale à l'écran, permet de savoir dans chaque cas quel est le nombre de carcelles qu'il faudrait placer à la distance de un mètre dans une direction normale pour produire le même effet. Ce nombre mesure la clarité en carcelles-mètre ou plus simplement en carcelles.

Pour faire varier volonté l'éclairage de la lampe étalon, on prend d'abord comme objet lumineux un verre dépoli placé sur la lanterne à la suite d'un verre de champ, et, à l'aide d'une lentille convergente, on

produit sur l'écran 5 tache l'image de ce verre dépoli. La lentille est diaphragmée par une ouverture rectangulaire que l'on peut fermer plus ou moins complètement à l'aide de deux volants qu'une vis à crémallière rapproche ou écarte à volonté. Une échelle divisée indique la fraction de l'ouverture totale qui reste libre et, par suite, la fraction de l'éclairage maximum produit en arrière de l'écran par la lampe étalon.

Tous ces organes sont purgés par un tube horizontal, et une réflexion à  $45^{\circ}$  renvoie la lumière sur l'écran disposé parallèlement au tube. Il est facile alors de faire tourner l'écran avec le miroir réflecteur pour orienter le système dans une direction quelconque.

On examinera si possible le côté théorique de cet appareil, paro qu'on y a rencontré, dans la pratique, divers inconvénients qui l'ont fait rejeter : il ne permet de déterminer que les éclairages inférieurs à un maximum et, pour les éclairages ordinaires qui produisent la lumière électrique, il exige une lampe étalon trop puissante.

4. — Le second appareil diffère du précédent par cette circonstance que deux portions d'un même écran sont respectivement éclairées par une fraction de la lumière émise par la lampe étalon, et l'on fait varier

à volonté l'une ou l'autre de ces deux fractions de manière que l'écran soit un éclat uniforme.

La lampe étalon illuminé un verre dépoli dont l'image, produite par une lentille, vient se former après deux réflexions à  $45^\circ$  sur la moitié d'un disque de verre dépoli, que nous appellerons verre d'épreuve.

La lumière générale éclaire un écran translucide, que nous appellerons récepteur, dont les rayons émis dans une direction normale vont, après s'être réfléchis sous l'angle de  $45^\circ$ , former une image sur l'autre moitié du disque d'épreuve.

Les lentilles qui servent à la production de ces images sont munies l'une et l'autre d'une ouverture rectangulaire et mobiles, de façon que l'on peut diminuer à volonté l'éclat de chacune des moitiés du disque d'épreuve.

Il apparaît serait irreprochable au point de vue théorique, si l'écran récepteur, éclairé par une source constante, émettait par transparence, dans une direction normale, une quantité de lumière proportionnelle au cosinus de l'angle d'incidence des rayons émis de la source. L'éclat du disque d'épreuve correspondant à l'écran récepteur serait alors exactement proportionnel à la quantité totale de la

lumière reçue par l'écran et indépendant de la position des sources.

J'ai essayé un très grand nombre d'écrans successifs de verre, sans en trouver un qui fut tout à fait satisfaisant. Avec des papiers de structure très homogène, la lumière transmise diminua plus rapidement que le cosinus de l'angle d'incidence et moins vite que le carré de ce cosinus, mais ces papiers ont l'inconvénient de laisser passer trop peu de lumière.

Les verres dépolis donnent un établissement beaucoup plus rapide. Les meilleurs résultats ont été obtenus avec l'écran employé par Foucault pour son photomètre; la lumière transmise normalement est à peu près proportionnelle au cosinus de l'angle d'incidence.

Cette imperfection théorique de l'assemblage n'est peut être pas à regretter au point de vue pratique. La plupart des corps, en effet, donnent un maximum notable de lumière réfléchie dans la direction régulière et la diffusion qui contribue réellement à leur donner la clarté provient surtout des rayons incidentes qui ne sont pas extrêmement écartées de la normale.

Dans ce cas, la loi d'établissement n'a pas grande importance; car, si l'on

appelle à l'angle d'incidence  $\theta$  et  $\cos i$ , c'est le facteur qui représente l'assimilation de la lumière transmise normalement, la quantité totale de lumière transmise par un éclairage uniforme entre les limites  $i = 0$  et  $i = 45^\circ$  varie comme les nombres  $50, 43, 37, 33$ , quando on donne à  $n$  les valeurs  $1, 2, 3, 4$ , tandis que, si les limites sont étendues jusqu'à l'incidence résonante, la lumière transmise est proportionnelle à

$$\frac{2}{n+1}$$

Quoiqu'il en soit, l'appareil fournit au moins deux mesures complémentaires et, en donnant à l'écran receveur toutes les directions possibles dans une salle éclairée, on pourra compléter les renseignements par une étude de la distribution de lumière.

La lampe étalon est une petite lampe à huile de la forme des lampes modernes.

La graduation se fait avec une lampe à arc et type placée à un millimètre de l'écran.

Supposons que les échelles des volets soient divisées en 100 parties. On obtiendra par exemple, l'égalité d'ordre d'abord que d'épreuve en prenant  $p$  divisions pour l'éclairage de la lampe à arc et  $q$  divisions pour la lampe témoin, c'est à dire des fractions respectivement égales à  $\frac{p}{100}$  et  $\frac{q}{100}$  de chacune d'elles.

En apposant l'éclairage final du verre d'épreuve par la lampe Carcel pour l'ouverture intérieure de l'objectif et celle de la lampe étalon on aura

$$C \frac{1}{100} = T \frac{9}{100} \text{ ou } C = \frac{9}{10} T$$

Le rapport  $\frac{9}{10}$  ainsi déterminé pour chaque instrument est une constante  $n$  qui définit l'éclairage équivalent d'une lampe Carcel à un mètre.

Si l'éclairage équivalent à 2, 3... carcelles quand l'éclairage donné, pour le rapport  $\frac{9}{10}$  un nombre égal à 2 m 3 m... et il n'y a pas de limite, au moins théorique, à l'intensité de l'éclairage que l'on veut mesurer.

La première épreuve à laquelle doit être soumis un instrument de cette nature consiste à vérifier la loi du carré des distances.

L'expérience a montré que, à  $\frac{1}{30}$  mètres, le rapport  $\frac{9}{10}$  ne change pas quand on fait varier arbitrairement l'un des deux termes avec une source extérieure à distance constante, et que, dans les mêmes limites d'erreur, ce rapport est en raison inverse du carré de la distance de la source à l'écran.

Ajoutons encore que, pour comparer des lumières de teintes différentes, on interpose, comme d'habitude, des verres

colorés entre l'œil et la loupe qui vise le verre d'épreuve.

5. — L'appareil qui procède à environ un mètre de longueur; il est monté horizontalement sur un trépied qui permet de le placer dans tous les azimuts. En outre, l'œil tourne avec son miroir, de sorte qu'on peut recevoir la lumière dans une direction quelconque.

Sous cette forme, c'est encore un instrument assez volumineux et assez encombrant pour qu'il y ait quelque difficulté à l'employer dans les salles occupées par un public; j'ai cherché à le rendre plus maniable.

En réduisant toutes les dimensions, M. Peltin a réalisé un petit appareil à main qui n'a pas encore été éprouvé, mais qui semble devoir rendre les mêmes services; la lumière éblouante est alors une petite lampe à huile minérale, dont l'intensité ne dépasse guère celle d'une bougie. La seule différence de construction consiste en ce que les volets à mouvement continu qui modifient l'ouverture des lentilles, ont été remplacés par des disques percés de trous de grandeurs inégales. Si l'on a des deux portions du verre d'épreuve variées par suite brusques, et cette cir-

constance est pourtant plutôt un avantage qu'un inconvénient.

6. — J'ajouterais ici quelques considérations sur la question même de l'éclairage.

Je laisserais à part l'éclairage des rues, des places publiques et des endroits découverts, pour considérer une quantité de la ces des salles fermées, avec des plafonds à une hauteur modérée.

Il semble d'abord que, pour donner un même éclairage à deux salles géométriquement semblables, les quantités de lumière doivent être dans le rapport des surfaces ou des carrés des dimensions homologues.

Si l'on imagine, en effet, une source unique au centre d'une sphère, la quantité de lumière reçue par l'unité de surface est en raison inverse du carré du rayon; l'intensité de la source est proportionnelle au carré du rayon.

Il en est tout autrement dans la pratique. Je dois à M. Fontaine, qui a une grande expérience sur ce sujet, l'observation que, dans la plupart des cas, la quantité de lumière doit être proportionnelle au volume de la salle, et non pas seulement à sa surface.

Il faut remarquer, en effet, qu'une salle

n'est jamais entièrement vide. Elle renferme des meubles ou des objets dans-tout ce que l'on peut faire qui sont saillants et obstacles à la propagation de la lumière ; les supports des lampes, lustres, candélabres, etc. intérieurement également une partie notable de la lumière ; enfin l'air lui-même n'a pas la transparence parfaite que suppose la loi du cercle des distances.

On peut résumer toutes ces causes d'extinctions et les décrire sous une autre forme la règle énoncée par M. Fontenelle, on admettant que l'éclairage efficace d'un foyer s'arrête à une distance déterminée, on décrit de laquelle il suivit son plein effet.

Cette distance limite varie beaucoup avec les conditions de la pratique, le nombre des obstacles et l'état de l'air ; elle n'est pas la même pour une salle de spectacle, dont la partie centrale est entièrement vide, que pour un salon garni de meubles, pour une usine occupée par l'outillage, etc., et elle est évidemment beaucoup moindre dans les temps de brumis-tard.

On sait bien aussi, sans qu'il soit nécessaire de la nommer, l'expérience directe, que la clarté d'une salle dépend, pour une très grande part, de la couleur des murs, des planchers et de l'ameu-

-blancant.

La lumière qui tombe sur une glace ou sur un marbre, est réfléchie ou diffusée en grande partie pour se reporter sur d'autres portions de la salle où elle subit un effet analogique, de manière à contribuer un grand nombre de fois à l'éclairage.

Il est assez difficile de se rendre compte de cet accroissement de lumière, mais on peut s'en faire une idée au moins approximative. La diffusion n'est autre chose qu'une réflexion ordinaire sur une surface dont les inégalités sont de même ordre de grandeur ou plus grandes que la longueur d'onde.

On doit admettre que la fraction totale de lumière diffusée est analogue à la fraction de lumière qui serait réfléchie régulièrement sur une surface pulie, et qu'elle peut, dans certains cas atteindre 90%.

Sans préciser la valeur du coefficient  $f$  de diffusion, supposons qu'un système de lampes placées dans une salle cluse émette une quantité totale  $Q$  de lumière. Une portion de cette lumière est définitivement absorbée par les parois, et l'autre portion  $fQ$ , étant diffusée, se répand de nouveau dans la salle; la seconde diffusion donne de même une quantité de lumière  $f^2Q$ , et ainsi de suite, de sorte

que la lumière totale utilisée est

$$\mathcal{Q} (1 + f + f^2 + \dots) = \mathcal{Q} \frac{1}{1-f}$$

l'éclat moyen d'une fouille de papier placé dans toutes les positions possibles serait, avec des murs noirs, proportionnel seulement à la quantité  $\mathcal{Q}$  de lumière émise par les sources, et, avec les parois ayant le pouvoir réflecteur  $f$ , proportionnel à la quantité  $\mathcal{Q} \frac{1}{1-f}$ . L'accroissement d'éclairage est donc représenté par le rapport  $\frac{1}{1-f}$ ; la salle paraîtrait vingt fois plus brillante qu'avec des murs noirs si l'on faisait  $f = 0,95$ . On n'arrive pas sans doute à cette valeur extrême, mais le bénéfice des murs blancs ne doit pas en être éloigné.

Je me hâte cependant d'ajouter que le but d'un éclairage artificiel n'est pas de distri-  
buer ainsi la lumière uniforme dans tous les sens. Pour le travail manuel ou la lecture,  
on cherche souvent à concentrer la lumière sur certains points; dans l'éclairage stroboscopique,  
on cherche à produire un mélange harmonieux d'ombres et de relief sur figures, sur vane-  
ments et à la décoration, et l'on est obligé de  
sacrifier une partie de la clarté générale.  
Il nous suffit, au point de vue scientifique,  
d'avoir signalé cette influence considérable  
de la diffusion, qui a pour résultat d'aug-  
menter le succès la distance limite à la  
quelle s'arrête l'éclairage officiel d'un foyer.

7 - La considération de cette distance limite conduit facilement à la notion de l'éclairage moyen.

Supposons qu'une surface S de polarité étonnante soit placée à la distance R du foyer et que les rayons incidentes fassent l'angle  $i$  avec la normale à la surface.

Si l'on donne à la surface S toutes les positions possibles, telles que l'angle d'incidence reste compris entre les limites  $i$  et  $i + di$ , la direction des rayons incidentes est comprise dans une zone sphérique dont l'ouverture angulaire est  $2 \pi \sin i \, di$ , et la quantité correspondante de  $\Omega$  de lumière reçue est, en apposant  $I$  l'intensité du foyer,

$$(1) \quad d\Omega = \frac{SI}{R^2} 2 \pi \sin i \cos i \, di$$

L'intégration de cette expression entre les limites  $i = 0$  et  $i = \frac{\pi}{2}$ , divisée par  $2 \pi \delta$ , donne l'éclairage moyen  $\epsilon$  de l'unité de surface à la distance  $R$

$$(2) \quad \epsilon = \frac{I}{R^2} \int_0^{\frac{\pi}{2}} \frac{\pi}{2} \sin i \cos i \, di = \frac{1}{2} \frac{I}{R^2}$$

c'est la moitié de l'éclairage que l'on obtiendrait sous l'incidence normale.

Cet éclairage moyen convient à la distance  $R$ , ou au volume  $4 \pi R^2 dR$  compris entre les deux surfaces sphériques de rayon  $R$  et  $R + dR$ . L'éclairage moyen  $E$ , dans toute l'étendue d'une sphère ayant pour rayon la distance limite  $D$  d'éclairage efficace, a pour expression

$$(3) E = \frac{1}{\frac{4}{3} \pi D^3} \int_0^R e 4 \pi R^2 dR = \frac{3}{2} \frac{1}{D^2}$$

Cet éclairement moyen est égal à une fois et demie l'éclairement qui correspondrait à l'intensité normale pour la distance limite.

Tous foyers dont l'intensité totale est égale situés dans une sphère ayant  $D$  mètres de rayon, l'intensité  $I$ , des lumières par mètre est

$$(4) I_1 = \frac{I}{\frac{4}{3} \pi D^3} = \frac{E}{2 \pi D}$$

elle est proportionnelle à l'éclairement moyen et en raison inverse de la distance limite et fixée (1)

Si nous admettons, pour fixer les idées, que la distance limite soit de 10 mètres et l'éclairement moyen équivalent à celui d'une lampe Carcel ou 10 bougies à 1 mètre, il en résulte

$$I_1 = \frac{1}{2 \pi} = 0.16$$

Dans ces conditions, il faut donc que l'éclairage renferme 0.16 bougies par mètre cube.

8 — On trouve très peu de renseignements historiques sur la manière dont les salles

(1) Nous croyons devoir faire remarquer que ce procédé de calcul n'est pas exact. Dans la formule (3)  $E$  correspond à un seul foyer et sa substitution dans la formule (4) n'est pas justifiée, puisqu'il s'agit cette fois de plusieurs foyers N.D.R.

de fêtes étaient illuminées sur différentes époques, mais quelques documents suffiront pour montrer que l'éclairage a suivi une marche progressive très rapide, surtout dans ces dernières années.

D'après une estampe qui représente un grand bal masqué donné dans la galerie des Glaces du palais de Versailles pour le premier mariage du Dauphin, le 25 Février 1745, la salle était éclairée par une série de lustres et d'appliques portant des bougies de cire, et l'on peut estimer à 1,800 le nombre total des bougies.

La même salle fut utilisée, en 1873, pour un dîner en l'honneur du shah de Perse. L'entrepreneur de l'éclairage fournit 2,486 bougies stéarine et 345 lampes à huile de 14 et 15 lignes, ce qui équivaut environ à 6,000 bougies. L'éclairage était, sans doute, utilisé en partie pour les locaux voisins et les dépendances de l'alcôve nature, mais on peut admettre que les deux tiers au moins des foyers, soit 4,000 bougies, servaient à la salle du banquet.

Quelques années plus tard, la fête donnée par le maréchal de Mac Mahon, président de la République, à l'occasion de la clôture de l'Exposition universelle de 1878, exigea 5,740 bougies stéarine et 568 lampes, formant un total d'au moins 12,000

bougies. Avec la même proportion que précédemment, il resterait 8000 bougies pour la galerie des glaces.

Il est intéressant de comparer cet éclairage à celui qu'on emploie aujourd'hui dans des circonstances analogues à celles du siècle dernier, comme un bal donné cette année dans les salons du palais de Compiègne, et à l'éclairage intense auquel on est entraîné dans certaines villes où la clarté des rues et des magasins oblige à augmenter la lumière dans les salles de fêtes, afin de conserver les mêmes effets de contraste.

Pour rendre la comparaison plus facile, nous avons réunies données dans un tableau, en indiquant les dimensions approximatives des salles, la surface horizontale, le volume total, le nombre des bougies, et en rapportant le nombre des foyers à la surface ou au volume.

Tableau

Désignation	Dimensions		Nombre total de bougies	Nombre des bougies	
	Plan	Volume		par mètre horiz	par mètre cuba
	m <sup>2</sup>	m <sup>3</sup>			
Salle des Glaces du palais de Versailles.					
En 1745 . . . . .	720	9360	1800	2.50	0.19
“ 1873 . . . . .	“	“	4000	5.55	0.43
“ 1878 . . . . .	“	“	8000	11.10	0.85
Salle des fêtes de l'impératrice					
En 1888 . . . . .	440	3520	1000	2.28	0.28
Opéra (séances debat)					
Foyer . . . . .	672	7392	6000	8.93	0.81
Salle . . . . .	400	9200	11140	27.85	1.21
Scène . . . . .	530	8000	4720	8.90	0.54
Hôtel de ville (bals de 1888)					
Salle des fêtes . . . . .	1895.	24000	18720	14.46	0.78
Salle à manger . . . . .	300	2460	4320	14.40	1.75
Salon de verdure . . .	165	1350	720	4.36	0.53
Grands salons . . . . .	496	4467	7560	15.24	1.86
Galerie latérale . . . .	257	3600	3600	13.98	0.56
Salon réservé . . . . .	165	1350	720	4.36	0.53
Théâtres (salles)					
Odeon . . . . .	350	5600	2470	7.06	0.44
Grâlé . . . . .	280	4800	2360	9.44	0.55
Comédie française . . .	240	3500	2340	9.75	0.67
Palais-Royal . . . . .	90	1000	1900	21.10	1.90
Porte St. Martin . . . .	200	3250	3200	16.00	0.98
Renaissance . . . . .	96	1400	1970	20.52	1.40

On estimera sans doute que ces chiffres sont très instructifs; je me bornerai à quelques remarques :

1<sup>o</sup> L'éclairage des fêtes à Versailles a doublé de 1745 à 1873, c'est à dire en un siècle, il a doublé encore dans un intervalle de cinq ans, de 1873 à 1878;

2<sup>o</sup> L'éclairage de Compiègne n'est qu'un sixième supérieur à celui qu'on employait au siècle dernier;

3<sup>o</sup> A l'Opéra, la proportion de lumière pour les soirees de bal est deux fois plus grande dans la salle que sur la scène, et cependant la comparaison des clartés, à l'aide de l'appareil indiqué plus haut, a montré que la salle est notablement moins éclairée que la scène. Cette différence tient en partie à la distribution des lumières et surtout à la couleur des parois : la décoration de la salle est très sombre, tandis que la scène est formée par des plafonds et des parois aux teintes beaucoup plus claires;

4<sup>o</sup> La salle des Fêtes de l'Hôtel de ville a 18,5 mètres de hauteur et les autres environ huit mètres. La discussion de l'éclairage ne pourrait être faite utilement que si l'on avait déterminé la clarté, et l'on ne manquerait pas de voir apparaître l'influence de la décoration. Il est à noter

que les grands salons avaient encore un éclairage double de celui de la galerie des Glaces de Versailles, en 1878.

5° Pour les salles de théâtre, les résultats sont plus nets. Les quatre premières, dont l'éclairage est fait par la même Société et où l'on doit supposer que la clarté est à peu près la même, montrent que la quantité de lumière croît manifestement moins vite que le volume, l'espace en est à peu près vide, et c'est surtout la surface latérale occupée par les longs qu'il conviendrait de faire interrompre. Les deux autres salles qui sont éclairées par une Société différente concluisent à la même conséquence.

9. — La mesure de cette clarté dans une salle dont on connaît le nombre de foyers par unité de volume permet de déterminer dans chaque cas particulier ce que nous avons appelé la distance limite d'éclairage efficace.

Avec l'appareil décrit précédemment, nous avons reconnu, par exemple, que les 6,000 bougies installées d'abord dans le foyer de l'Opéra (le nombre des lumières a été modifié par la suite) donnaient un éclairage moyen d'environ 4 caroles ou 40 bougies; on en déduit

$$D = \frac{E}{2\pi l_1} = \frac{40}{2\pi \times 0,81} = 8 \text{ m}$$

La distance limite de l'éclairage officiel est alors d'environ 8 mètres ; elle serait notablement moindre dans la salle même du théâtre.

La seule valeur de cette distance traduit ainsi par un nombre l'influence de la diffusion sur les murs, du mobilier, de l'ornementation et de toutes les circonstances qui interviennent dans l'utilisation de l'éclairage. Ces recherches de cette nature présentent sans doute un grand intérêt pratique.

L'accroissement continu de l'éclairage, qui a augmenté brusquement à chaque progrès des sources de lumière, par la lampe d'Argent au siècle dernier, par le gaz et la bougie stéarine au commencement de ce siècle, par le pétrole et l'électricité de nos jours, fait naître une question de plus en plus spéciale, celle de savoir si cette marche ascendante est destinée à s'arrêter. Nous n'apercevons d'autre limite que celle qui plaira le mieux à la vue, c'est à dire pour les salons de fête et les salles de spectacle la clarté d'un beau jour, pour les effets de scène l'éclat des rayons solaires ; il y a encore de la marge.



Photométrie  
de M. Mascart

Extrait de l'Électricien  
du 21 Avril 1888

Tout le monde connaît les difficultés que présente l'emploi des photomètres connus jusqu'ici. Si quelques-uns d'entre eux, comme le photomètre Bunsen, permettaient d'obtenir des résultats satisfaisants, ils n'étaient du moins pas pratiques. On pouvait en effet comparer l'intensité des deux sources lumineuses, à la condition de les mettre à une certaine distance, de diriger leurs faisceaux lumineux sur la tache d'huile et de faire varier les distances pour amener l'équilibre : il était impossible de mesurer l'éclairement en un point dans une salle éclairée.

M. Mascart vient de décrire à la Société internationale des Électriciens un nouvel appareil très portatif et très pratique qui est à l'abri de tous ces reproches.

Ce photomètre est construit par M. P. Peltin,

l'habile successeur de M. Jules Duboscq, dont l'éloge n'est plus à faire pour la construction des instruments délicats de l'optique.

Le photomètre de M. Mascart se compose essentiellement de deux tubes recevant l'un la lumière à étudier et l'autre la lumière d'une source de comparaison.

Les deux faisceaux de lumière, après leur passage dans ces tubes, sont reçus chacun sur la moitié d'un disque de Foucault.

On amène l'égalité des ténèbres au moyen de diaphragmes de différentes surfaces.

On dispose l'appareil de façon qu'un écran de Foucault A se trouve au point où l'on veut déterminer l'éclairement. La lumière tombe donc sur cet écran, le traverse, se réfléchit sur une glace B, vient tomber sur une lentille C, contre laquelle se trouve le diaphragme à volets mobiles. On obtient ainsi sur D, à une distance double de la distance focale principale, une image de l'écran A.

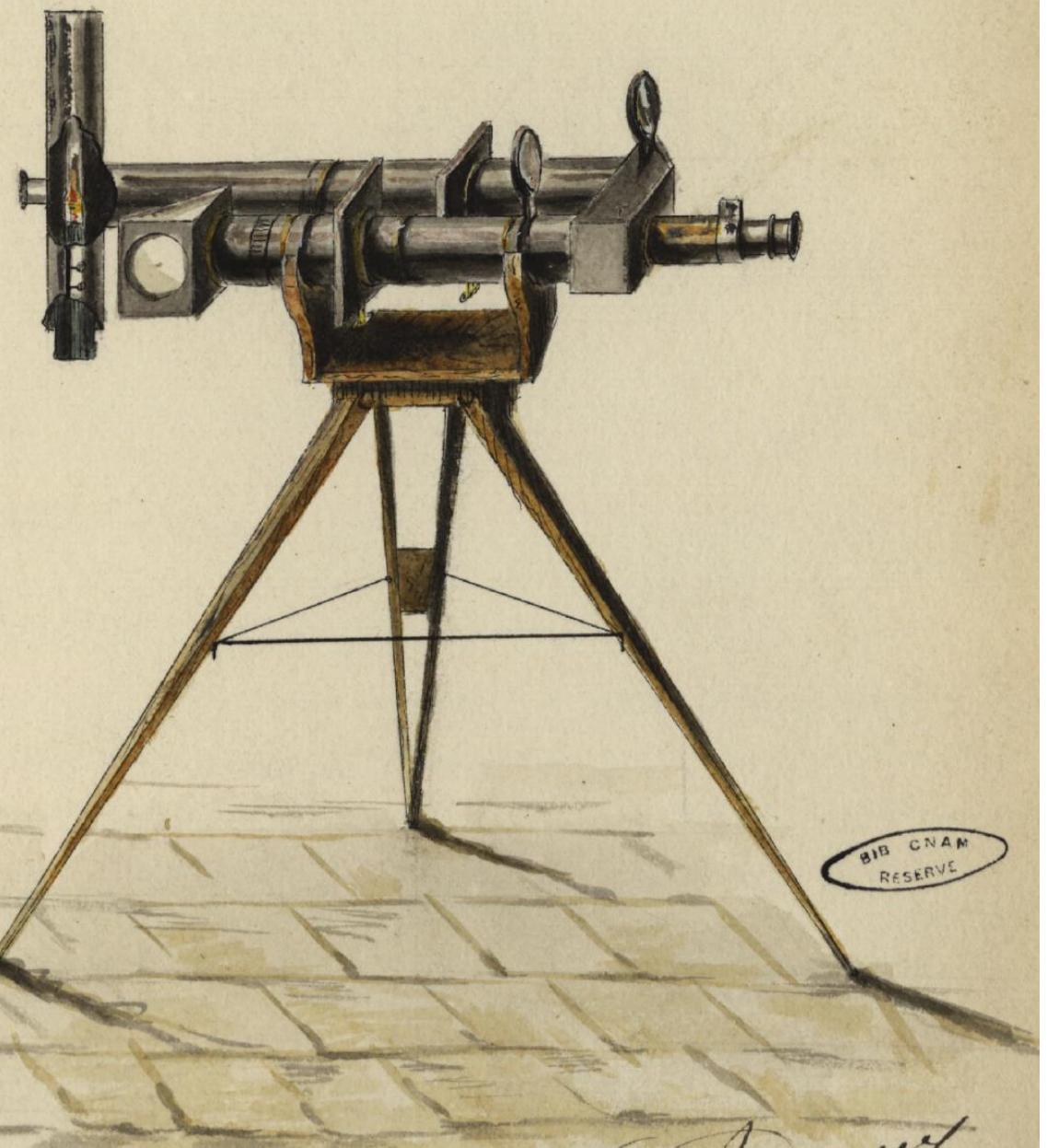
À l'extrémité de l'autre tube se trouve une lampe E étalon qui, pour une certaine hauteur de flamme, donne une intensité lumineuse définie. Il faut donc commencer

PL. 418

# PHOTOMETRE

de M<sup>r</sup> Mascart

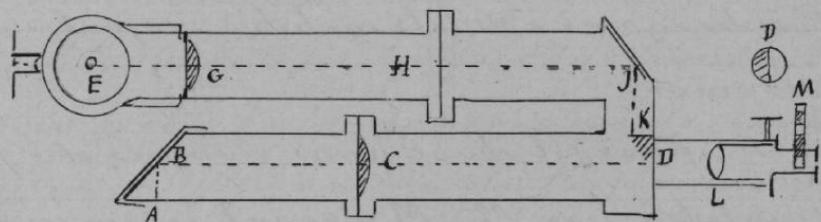
1888





par régler la hauteur de la flamme ; ce que l'on fait très aisément au moyen d'une projection sur un verre dépoli  $F$ .

Cette lampe  $E$  envoie un faisceau de lumière qui est concentré par une lentille  $G$  sur un écran Foucault  $H$  de même surface qu'un écran  $A$ . Une lentille placée contre le second diaphragme à volets mobiles, à une distance double de la distance focale principale de l'écran  $H$ , donne l'image de cet écran sur l'écran  $D$ .



écran  $D$ . Le rayon lumineux s'est reflété sur la glace  $J$  et dans le prisme  $K$ , avant de venir sur  $D$ .

On a donc ainsi sur l'écran  $D$  les quantités de lumière émises par les deux sources, chacune des sources lumineuses occupant la moitié du disque.

On observe cet écran  $D$  à l'aide d'une lentille de champs ordinaire  $G$ .

Dans les cas où les lumières à composer sont de colorations très différentes, on a recours pour observer à une série de verres colorés qui permettent par une suite d'approximations successives d'obtenir un

résultat satisfaisant.

La pratique de cet appareil est très simple, il suffit en effet de régler la hauteur de la flamme de la lampe étoile, au moyen de la projection sur le verre dépoli.

On dirige la plaque A de façon que la lumière que l'on veut étudier tombe normalement, et c'est effect l'extrémité du tube qui porte cette plaque est susceptible de tous mouvements autour de l'axe du tube.

Il suffit ensuite d'établir l'équilibre à l'aide des diaphragmes à volets mobiles : ce qu'on obtient très aisément.

L'appareil dont nous venons de parler a été employé par M. Massart pour mesurer l'absorbeur de l'opéra ; il a parfaitement rempli son but.

J. Laffargue

## Le rendement lumineux des bœs de gaz.

(Extrait du Journal des usines à gaz du 5 Septembre 1888)

Nous avons déjà mentionné, dans notre numéro du 1<sup>er</sup> Juillet, un travail intéressant présenté par M. Bauvier au dernier Congrès et intitulé : « quelques observations sur le rendement lumineux des bœs de gaz ». Nous revenons aujourd'hui sur cette concessionneuse étude, dont le texte a été débarrassé des nombreuses fautes d'impression des premiers bureaux.

Li'auteur s'est attaché à déterminer le rendement lumineux des bœs usuels, c'est à dire leur pouvoir éclairant observé, toutes choses égales d'ailleurs, comparativement à celui du bœu Béogel étalon. Il dispose chaque bœu à essayer sur le photomètre Dumass et Regnault, à une distance variable de l'écran éclairé par la lampe Carcel, et en le réglant aux conditions particulières du régime le plus favorable à chaque type. Chaque expérience est faite entre deux essais photométriques ordinaires, afin de vérifier à la fois l'état de la Carcel étalon et le titre du gaz; chaque chiffre in-

- indiqué par l'auteur est la moyenne de deux ou plusieurs expériences. Le nombre de cercles. Calculé par chaque bœc, pour deux et 105 litres, divisé par le débit horaire D du bœc, et multiplié par 105 constitue son rendement lumineux P; en d'autres termes

$P = C \times \frac{105}{D}$  est le nombre de cercles délivrés par 105 litres de gaz brûlé, au titre de Paris.

Si l'auteur a dressé la liste des bœcs qu'il a étudiés d'après l'ordre croissant de leur rendement. Cette classification a le mérite de montrer immédiatement dans quelle mesure la construction judicieuse des appareils a pu améliorer les résultats connus au moment des essais de Dumas et Regnault. Elle établit une graduation continue entre tous les brûleurs d'éclairage, depuis les bœcs à fonte jusqu'aux lampes à occupancy. Tous usagers, directeurs des grandes et de petites usines, et les appareilleurs y trouveront, rappelées sous une forme concise, et utiles indications sur les meilleurs brûleurs à choisir en vue de chaque application particulière. En effet, le débit horaire absolu est toujours indiqué à côté du rendement par 105 litres; et c'est avec cette raison, selon nous, que l'auteur a suivi de considérer chaque bœc à son régime particulier et s'attacher

sur apparaissent les plus simples, bacs papillons, bacs à chominée, ceux qu'on trouve, qu'on emploie partout. Parmi les essais de l'auteur, citons les plus saillants.

N° de l' essai	Description du brûleur	D	C	Valeur exacte	
				Debit absolu en litres	Par 105 litres de gaz brûlé en litres de Paris $P = C \times \frac{105}{D}$
2	Bac papillon métallique, tête creuse N° 7 de la série large de la ville de Paris, soit longueur 0' m' 7 de longueur, avec régulation sur 1.25 litres, vérifiée . . .	125	1.08	0.857	
3	De même N° 8 avec régulation sur 200 litres, vérifiée . . . Les deux essais s'appliquent directement à l'éclairage public : l'auteur prétend donner la préférence au type de 200 litres, dont le rendement est excellent. Nous sommes prités à croire qu'une flamme de 250 litres, bien réglée, donnerait, comme les bacs conjugués dont M. Coze a entraîné le congrès de 1879, un rendement plus voisin encore de l'unité .	200	1.74	0.912	
5	Bac Benzé type selon Pécass et Reznissut . . . . .	105	1..	1..	
11	Bac porcelaine à trous de 0' m' 8 . . . . .	189	1.98	1.11	
14	Bac faudou - Arondis de 5. de Landres, couronne métallique à 24 trous de 0' m' 8 ; conique saillie de direction, chominée en verre mince de 45 millimètres de diamètre et 170 millimètres de hauteur . . .	184	2.04	1.16	

Numéro de l'essai	Description du brûleur	Débit horaire observé en litres	Valeur au Caractère		
			D	C	Par 105 litres de gaz brûlé au litre de Paris $F = C \times \frac{105}{D}$
18	Bac à et O. couronne porcelaine $15 \times 25$ milli- mètres en diamètre, 40 trous de 0 <sup>mm</sup> 9, cône de 34 millimètres, cylindrie de cheminée de 50 milli- mètres . . . . .	171.9	2.10	1.283	
20	Bac à une couronne stérile, plate, mesurant $14 \times 26$ millimètres, 40 trous de 1 millimètre cône, cylindrie . . . . .	186.34	2.417	1.362	
23	Bac à disque W. de tringle, 42 trous de 1 millimètre	286.4	4.0	1.466	

Il ressort de ces expériences que l'on peut facile-  
ment obtenir le caract par 115-120 litres de gaz,  
avec des bacs papillons, notamment pour l'  
éclairage public, consommant 125 à 200 litres  
de gaz à l'heure, et jusqu'à 10 caract par 80 litres  
pour des bacs à cheminée consommant 200 à 250  
litres. Rondement des bacs intensifs usuels,  
d'après les expériences de M. Coindat et d'autres,  
atteindrait deux fois et demie celui du bac Benzéj;  
on obtiendrait le caract avec environ 40 litres  
de gaz sans réflecteur.

En résumé, dans la moyenne des installations  
d'éclairage d'une clientèle d'usine à gaz, on  
pourrait obtenir le caract avec 90 litres de gaz.

mettons 100 litres, et égaler la lampe à incandescence des 16 bougies avec 160, c'étoit 160 litres de gaz au titre de Paris.

Ces constatations ne sont pas inutiles : on pourrait citer tel constructeur d'appareils qui tire des bénéfices importants d'observations semblables. Aujourd'hui plus que jamais, il faut chercher à donner à beaucoup de lumière pour peu d'argent ; c'est une des méthodes les moins coûteuses, les plus simples, pour développer la consommation du gaz ; on déjoué de la concurrence faite par les autres procédés d'éclairage. Ces chiffres résultent des expériences de l'auteur tendant à prouver — ou à rappeler — que dans bien des cas les appareils mis à la disposition du public ont un rendement insuffisant, et qu'il seraît facile d'améliorer.

On pourrait arriver à des conclusions analogues en ce qui concerne les appareils de chauffage.

Nous espérons que l'Exposition de 1889 marquera un pas définitif dans cette voie de l'amélioration des appareils communément employés pour la combustion du gaz.

L'étude que nous réservons ici, est pleine de faits et d'idées qui la feront consulter avec fruit par les directeurs d'usines à gaz.

**FIN**

**du dixième volume**

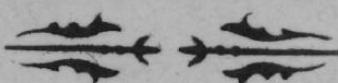


Table des matières  
du dixième volume

	<i>Pages</i>
Chapitre I <sup>er</sup> — Frais annuels pour l'éclairage public de Paris 1817-1882 . . . . .	1
Chapitre II — Documents divers relatifs à l'éclairage au gaz 1871-1894 . . . . .	36
Note sur l'inflammation de jets de gaz pendant les orages . Par M. de Fouvielle . . . . .	36
Allumeur à gaz par M. Klinkerfues . . . . .	41
Photomètre à relief . — Note de M. P. Yvon . . . . .	45
De la flamme du gaz d'éclairage comme réactif très-sensible de l'acide borique . — Note de M. Biolsud . . . . .	47
Expériences nouvelles sur les flammes chantantes . Par M. F. Kastner . . . . .	51
Action de l'électricité sur les flammes . — Mémoire de M. Neyronneuf . . . . .	54
Action du fluide électrique sur les flammes, les liquides et les corps en pouzzolane . — 2 <sup>me</sup> Note de M. de Neyronneuf . . . . .	56
Sur les flammes des gaz comprimés . Par M. F. Bonenfond . . . . .	59

Purification de la glycérine des compteurs à gaz. Par M. Hasse . . . . .	68
Rapport de M. Lissajous sur les luminaires électriques de M. Gattié, employés à l'Assemblée nationale à Versailles . . . . .	71
Influence de la pression sur la com- bustion. Par M. L. Caillat . . . . .	77
Application du gaz à l'éclairage au pyrophore. Par Frédéric Kastner . . . . .	83
Nouveau système de lanternes mun- icipales à Paris. Par M. Noulon, et Dunet . . . . .	90
Nouvelles recherches sur les carbures pyroxygénés et sur la composition du gaz de l'éclairage. Par M. Berthelot . . . . .	94
Sur le gaz de l'éclairage et les carbures pyroxygénés. Par M. Berthelot . . . . .	103
Le soufre dans le gaz et l'éclairage . . . . .	
Note de M. A. Vérido . . . . .	111
Remarques sur la présence de la benzine dans le gaz de l'éclairage. Par M. Berthelot	115
Étude spectrométrique de quelques sour- ces lumineuses. — Note de M. A. Crouz . . . . .	126
Bouées éclairées au gaz . . . . .	133
Scintillation des flammes du gaz et éclairage. — Note de M. F. A. Forel . . . . .	136
Photomètre à relief . . . . .	141
Tes matériaux bruts servant à la pro- duction du gaz-carbone. Par F. Küchler . . . . .	146

Influence de l'altitude sur le pouvoir éclairant du gaz . . . . .	155
Bœc de gaz intensifs à air chaud par M. Frédéric Siemens . . . . .	157
Bœc Schuille . . . . .	160
Sur un bœc donnant la lumière blanche pour l'incandescence de la magnésie	
Note de M. Ch. Clamond . . . . .	165
Expériences photométriques avec des gaz carbureés de différentes qualités et emploi de ces gaz comme étalons pour déterminer le pouvoir éclairant du gaz de houille . Par John Methuen	168
Photométrie à prismes translucides par M. Toly . . . . .	189
Ventilation du théâtre de Nice .	191
Comparaison photométrique des lumières de teintes différentes . Par M. A. Croz . . . . .	194
Etude sur les étalons photométriques par M. Monnier . . . . .	216
Eclairage, ventilation et chauffage de la salle royale de l'Odéon à Munich	241
Brûleur Dolmas - Azéma à flamme plate avec récupérateur de chaleur	295
La lumière incandescente du Dr Auver . . . . .	298
Bœc de gaz à incandescence du Docteur Auver Van Welsbach . . . . .	304

Note sur le bac Cromartie-Wilson	
Suivi par Delafollié . . . . .	307
Bac à incandescence du Docteur Auer	
von Welsbach . . . . .	317
Li' incandescence par le gaz d'éclairage	324 <sup>b</sup>
Nouveau bac de gaz à oxygène et	
zirconium de M. Linnemann . . . . .	385
La lampe à gaz, système Danischewski	333
Bac parisien (système Schultze) . . .	336
Étude sur la ventilation par les appareils	
d'éclairage . . . . .	349
Bac à l'industriel intensif et sa capa-	
rité . Par M. Latier . . . . .	398
Étude photométrique de quelques sources	
de lumière . Par M. M. Baillé et Fery . .	409
Les méthodes de la photométrie .	
Par M. le D <sup>r</sup> H. Krouss . . . . .	418
Photométrie — Sur la mesure de l'	
éclairage par M. Massart . . . . .	425











