

MANUELS-RORET

—*—*
NOUVEAU MANUEL COMPLET

DE

L'ÉCLAIRAGE ET DU CHAUFFAGE

AU GAZ

OU

TRAITÉ ÉLÉMENTAIRE ET PRATIQUE

DESTINÉ AUX INGÉNIEURS, AUX DIRECTEURS ET AUX CONTRÉ-
MAÎTRES D'USINES A GAZ D'ÉCLAIRAGE

SUIVI DE

L'AIDE-MÉMOIRE DE L'INGÉNIEUR-GAZIER

Par **M.-D. MAGNIER**

Ingénieur-Gazier

—
NOUVELLE ÉDITION

CORRIGÉE, AUGMENTÉE ET ENTIÈREMENT REFONDUE

Par **E. BANCELIN**

Ancien Elève de l'École Polytechnique

Ancien Sous-Régisseur d'Usine de la Compagnie Parisienne du Gaz

Ouvrage orné de 322 figures dans le texte.

TOME PREMIER

—*—*
PARIS

ENCYCLOPÉDIE-RORET

L. MULO, LIBRAIRE-ÉDITEUR

12, RUE HAUTEFEUILLE, 12

1899



tion est de 750 kil. de goudron, en sorte que 100 kil. de goudron équivalent à 166 kil. de coke.

Avec le pulvérisateur décrit, on n'emploie plus que 500 kil. de goudron, en sorte que 100 kil. de goudron équivalent à 250 kil. de coke.

La combustion est totale et sans fumée, les flammes remplissent le foyer sur toute la longueur de la cornue, et la chaleur est répartie uniformément.

La pression de 250 m/m est un minimum, on l'obtient à l'aide d'un ventilateur ou d'une pompe à air actionnée par le moteur de l'extracteur. Si l'on peut obtenir 350 m/m de pression, la combustion du goudron est complète et sans aucun résidu. L'air est chauffé à 100° par son passage à travers un tuyau placé dans un carneau voisin du four.

Entre le réservoir à goudron et l'injecteur, on place un filtre pour retenir les corps solides qui pourraient empêcher le bon fonctionnement de l'aiguille. En hiver, le goudron est chauffé par la vapeur à une température de 20 à 30°. On détermine l'allumage du goudron avec quelques pelletées de coke incandescent. La consommation de coke a été de 7 kil. par 100 kil. de houille distillée.

APPAREILS POUR DÉTERMINER LA TEMPÉRATURE DES CORNUES ET DES DIVERSES PARTIES DU FOUR

On se sert depuis longtemps dans les usines à gaz de l'appareil suivant ; il se compose d'un vase en bois (figure 87) cerclé de fer, d'une contenance de 10 litres. Ce vase est posé à terre, ou sui-

vant le cas, sur un trépied. Un couvercle mobile percé d'un trou circulaire, et muni d'une sorte de

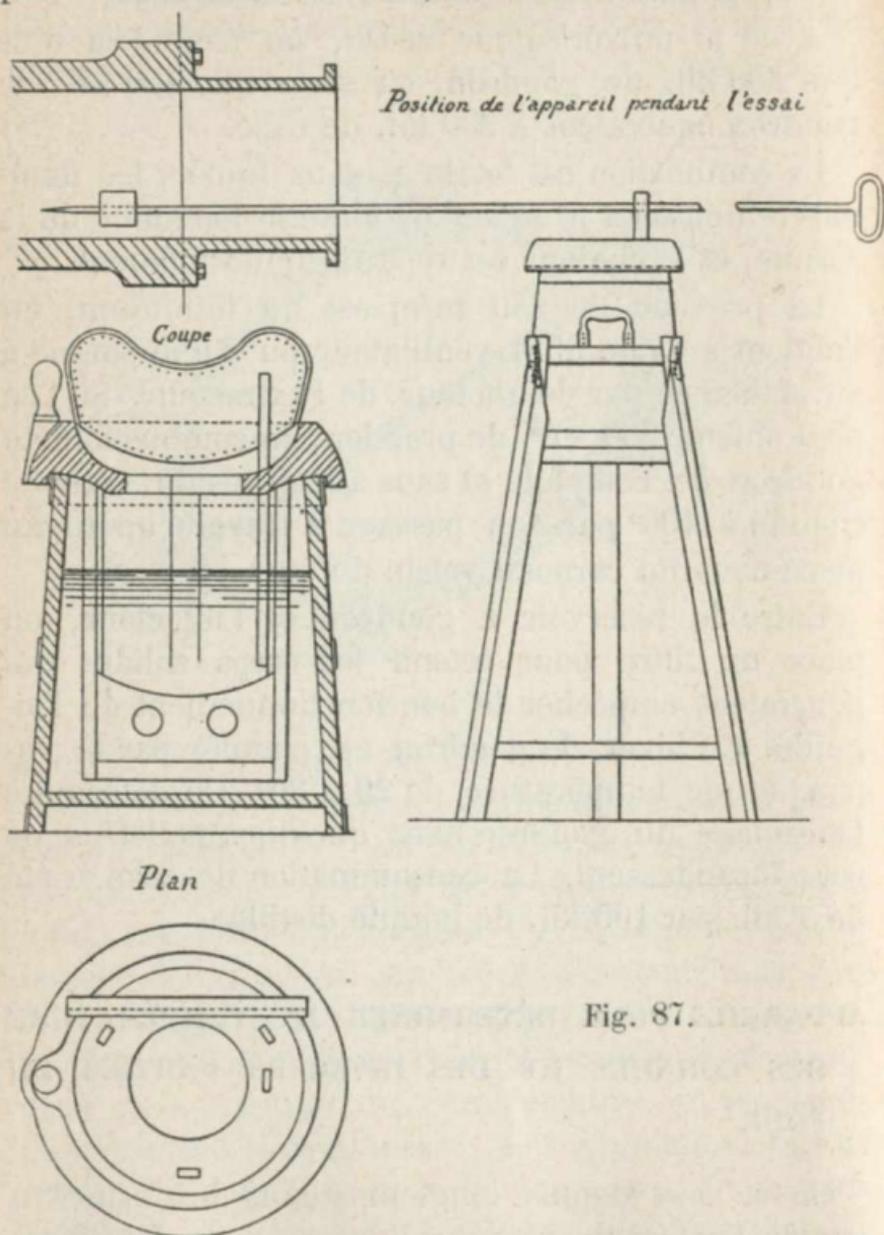


Fig. 87.

panier en bois, est posé sur le vase. Le couvercle porte sur sa face supérieure un manneton et une

planchette évidée formant arrêt. Il est percé d'une entaille destinée à recevoir le thermomètre qu'un coin de bois maintient en place. Un cube en fer du poids de 2 kil. et une tringle en fer de 2 mètres de long environ et de 15^m/m de diamètre, complètent cet appareil. On opère de la manière suivante : la tringle est introduite dans le trou percé au centre du morceau de fer, que l'on dépose dans l'endroit dont on cherche la température. On enlève la tringle et on referme le tampon de la cornue ou l'ouverture du carneau.

Le trépied étant placé sur un sol de niveau, on enlève le couvercle et les trois chevilles et on remplit le vase d'eau jusqu'à la hauteur des trois trous (si le vase est bien de niveau, l'eau sort par les trois trous). On remet les chevilles, puis on replace le couvercle.

On fixe le thermomètre au point de repère (la tige dépasse le couvercle de 8 à 10 centimètres). On saisit le manneton et on fait tourner le couvercle cinq à six fois, on relève le thermomètre et on note le degré. On remet le thermomètre au point de repère. Le vase ainsi préparé est porté vis-à-vis et à 0,50 de la cornue ou du carneau. On enlève le fer au bout de 20 minutes.

On fait pénétrer la tringle de 0^m10 environ dans le trou percé au centre du morceau de fer. On soulève la tringle doucement sans la tirer et on la pose dans l'encoche de la traverse qui surmonte le couvercle. On recule et on tire vivement la tringle en arrière en lui conservant la position horizontale. La traverse faisant arrêt, le fer tombe dans l'eau ; il est reçu par le panier, la tringle est déposée à terre (cette partie de l'essai ne dure pas plus de 2 à 3 secondes).

On saisit de nouveau le manneton et on lui fait faire 8 à 10 révolutions, on relève le thermomètre et on note le degré. L'expérience est terminée. Du chiffre représentant le degré de l'eau après l'essai, on retranche le chiffre trouvé avant l'essai.

On cherche dans un tableau préparé d'avance le chiffre correspondant à la différence de température de l'eau. On note ce chiffre, on y ajoute le degré du thermomètre après l'essai, le total donne la température cherchée (le thermomètre employé donne facilement $1/4$ de degré).

Le tableau a été construit comme suit :

t_0 la température initiale et t_1 la température finale de l'eau. La température est donnée par la relation :

$$T = P \left(\frac{t_1 - t_0}{pc} \right) + t_1$$

$$P = 10 \text{ kilog.} \quad p = 2 \text{ kilog.} \quad c = 0,126$$

$$T = 39.68 (t_1 - t_0) + t_1$$

Si on trouve pour une expérience $t_0 = 41^\circ$ $t_1 = 42^\circ$ différence 31° , on déduira :

$$31^\circ \times 39.68 + t_1 = 1230 + 42 = 1272^\circ$$

Mais on a supposé ici la chaleur spécifique du fer constante. Des travaux récents ont montré les variations considérables de cette chaleur avec la température. On peut représenter par la formule suivante la chaleur spécifique entre deux températures t_1 et $t_2 =$

$$C (t_1 - t_2) = 0,405907 + 0,00003269 (t_2 + t_1) + 0,0000000110795 [t_2^2 \times t_1^2 \times (t_2 + t_1)^2]$$

Si l'on fait les calculs avec les deux formules, on trouve de notables différences.



$t_1 - t_0$	$\frac{P}{pc} (t_1 - t_0)$		$t_1 - t_0$	$\frac{P}{pc} (t_1 - t_0)$		$t_1 - t_0$	$\frac{P}{pc} (t_1 - t_0)$		$t_1 - t_0$	$\frac{P}{pc} (t_1 - t_0)$	
1	39	42	11	436	442	21	833	737	31	1230	977
2	79	84	12	476	475	22	873	763	32	1269	998
3	118	121	13	515	508	23	912	794	33	1309	1015
4	158	164	14	555	539	24	952	814	34	1349	1039
5	198	205	15	595	569	25	992	840	35	1388	1060
6	237	246	16	634	599	26	1031	865	36	1428	1079
7	277	295	17	674	628	27	1071	887	37	1468	1100
8	316	336	18	714	657	28	1111	910	38	1507	1119
9	356	372	19	753	685	29	1150	932	39	1547	1136
10	396	407	20	793	712	30	1190	954	40	1587	1158

On voit que les erreurs dans le voisinage de 1,000 à 1,200, qui sont les températures les plus usuelles dans l'industrie du gaz, sont de 150° à 250° trop élevées.

PYROSCOPES ET LUNETTES PYROMÉTRIQUES

On peut employer des boîtes de Chamotte d'environ 0^m,10 de diamètre dans les compartiments desquels on place différents pyrosopes ; on les dispose dans les cornues ou dans les fours dont on veut déterminer la température.

Les pyrosopes du docteur Seger, directeur de la station d'essai céramique de la manufacture royale de Berlin, sont des alliages fusibles, dont la tempé-

rature de fusion est connue et indépendante de la nature réductrice ou oxydante de la flamme.

Pour les températures comprises entre les points de fusion de l'argent et de l'or, on emploie des alliages de ces deux métaux en proportions déterminées. On a remarqué que chaque 20 0/0 d'or en plus doit produire une augmentation du point de fusion de 23°.

960°	argent pur.		
983	80 0/0 argent,	20 0/0 or.	
1006	60 »	40 »	
1029	40 »	60 »	
1052	20 «	80 »	
1075		or pur.	

Pour les températures plus élevées, on emploie des alliages d'or et de platine :

1100°	95 0/0 or,	5 0/0 platine.
1143	90 »	10 »
1177	85 »	15 »
1211	80 »	20 »

Au-delà de 1,200, les pyrosopes sont formés de kaolin, marbre blanc, feldspath.

Ces pyrosopes sont numérotés de 1 à 20.

Le n° 4, par exemple, a la composition suivante :

Quartz	54
Kaolin	25.9
Marbre	34
Feldspath	85.55

Les numéros supérieurs sont obtenus par l'élévation de la teneur en argile et en acide silicique. Nous indiquons quelques chiffres donnés par ces pyrosopes :

N ^{os}	1	5	10	15	20
	1250	1266	1410	1555	1700

LUNETTES PYROMÉTRIQUES

L'échelle de Pouillet donne les températures correspondantes aux nuances, mais l'insuffisance des observations directes nécessite l'emploi d'instruments donnant la valeur exacte de la nuance :

Echelle de Pouillet

COULEUR DU PLATINE OU DU FER

Rouge naissant	525°
» sombre.	700
Cerise naissant	800
Cerise.	900
» clair.	1000
Orangé foncé	1100
» clair.	1200
Blanc.	1300
» soudant	1400
» éblouissant.	1500

La lunette pyrométrique de MM. Mesuré et Nouël est fondée sur le principe suivant :

« Si chaque nuance lumineuse était constituée par une lumière homogène, elle serait définie par sa longueur d'onde, et cette dernière pourrait avoir comme mesure la rotation imprimée au plan de polarisation par une lame de quartz perpendiculaire à l'axe. »

Il suffirait donc de faire traverser au rayon considéré un système composé d'un polariseur, d'un quartz et d'un analyseur, et la nuance lumineuse serait définie par l'angle sous lequel l'analyseur déterminerait l'extinction du rayon émergent.

Mais la lumière émise par les corps incandescents n'est pas homogène. Son spectre ne contient, pour la température du rouge naissant, que les rayons les moins réfrangibles, jusqu'à ce que toutes les couleurs du spectre de la lumière blanche y soient représentées.

Appliqué à une lumière composée, le système précédent ne peut déterminer l'extinction du faisceau émergent pour aucune position de l'analyseur, mais la rotation de l'analyseur fait apparaître une série de teintes de couleur et d'intensité variables.

Dans le cas de la lumière blanche, une des teintes ainsi observée et particulièrement remarquable, est celle dite *teinte sensible*. Comme on le sait, elle est violacée et vire au bleu ou au rouge pour une très faible rotation de l'analyseur dans un sens ou dans l'autre.

La lumière du corps incandescent donne de même une teinte sensible, et l'angle de rotation qui l'a fait apparaître varie avec la composition de la lumière et, par suite, avec la température du corps. Il est d'autant moindre, que la température est moins élevée.

La mesure de cet angle peut, par suite, servir à déterminer la température, et c'est ce que réalise la lunette pyrométrique (fig. 88).

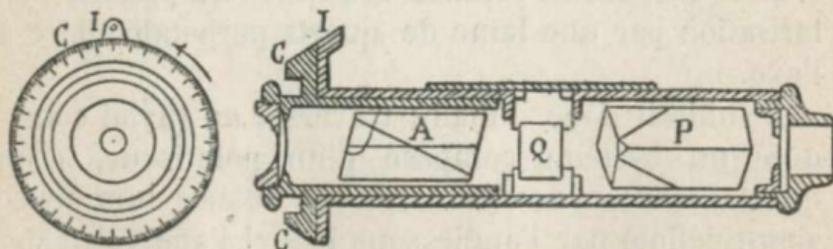


Fig. 88.

Elle se compose d'un prisme de Nicol polariseur P, d'une plaque de quartz Q taillée perpendiculairement à l'axe et d'un prisme de Nicol analyseur A. Le polariseur est fixe par rapport au corps de la lunette. L'analyseur peut recevoir un mouvement de rotation et entraîne un cercle C divisé en degrés, qui se meut devant un index fixe I.

L'appareil est réglé pour marquer le zéro de la graduation lorsque le quartz, étant ôté, l'analyseur est amené à l'extinction.

Pour les températures extrêmement élevées, la teinte sensible est d'un gris violacé, elle vire du rouge au bleu.

Pour les températures moins élevées, elle passe du rouge au vert, et sa couleur est d'un gris particulier.

Enfin, pour des températures moindres, elle passe au jaune-verdâtre.

Les températures correspondant aux teintes observées dans la lunette sont les suivantes :

Rouge cerise naissant	800°
» cerise.	900
» » clair.	1000
Jaune orange	1100
Jaune.	1200
» clair	1300
Blanc soudant.	1400
» éblouissant	1500 1600 1700

PYROMÈTRE THERMO-ÉLECTRIQUE

M. Le Chatelier a étudié avec soin le pyromètre thermo-électrique, dont le principe est basé sur l'échauffement d'une soudure donnant lieu à une in-

tensité de courant dépendant uniquement de la température.

Le couple, composé de platine pur et de platine additionné de 10 0/0 de rhodium, a été reconnu par M. Le Chatelier comme donnant des indications toujours comparables entre elles. Ce couple, fait avec des fils de 1/2 millimètre, présente une résistance de 2 ohms par mètre courant de couple, c'est-à-dire de fil double.

M. Le Chatelier emploie un galvanomètre d'au moins 200 ohms de résistance, du système à cadre mobile de MM. Desprez et d'Arsonval, disposé dans une boîte mobile.

Ce pyromètre permet de faire des mesures de températures concordantes à moins de 10°. Il est employé à la Compagnie parisienne du gaz.

PYROMÈTRE ÉLECTRIQUE DE SIR WILLIAMS SIEMENS

Ce savant est arrivé, par de nombreuses et longues recherches, à trouver une formule représentant la relation entre les variations de la résistance d'un conducteur et sa température. Il en a fait l'application immédiate à la mesure des hautes températures.

Le principe de la méthode consiste à mesurer les résistances d'un conducteur à une température connue T_1 et ensuite à une température inconnue T_2 .

Ces résistances étant déterminées, on peut trouver la valeur T_2 .

La résistance pyrométrique est constituée par un fil de platine de 1/4 de millimètre de diamètre dont la résistance par unité de longueur est connue. Ce

fil est enroulé autour d'un cylindre en terre réfractaire sur lequel on a fait venir deux gorges hélicoïdales parallèles. Des renflements de ce cylindre servent à le maintenir au centre de son enveloppe métallique et à empêcher le contact entre celle-ci et le fil de platine. Les deux fils de platine, logés dans les gorges hélicoïdales, sont réunis et soudés à l'extrémité du cylindre réfractaire. Depuis l'autre extrémité des cylindres et dans toute la longueur qui doit être introduite dans le four, les fils sont en platine ; au-delà ils sont en cuivre et entourés par des tuyaux en terre de pipe, ils aboutissent à deux bornes fixées sur un bloc de terre réfractaire formant obturateur du tube pyrométrique ; un troisième fil de platine part du point de jonction des deux autres et aboutit également dans ce bloc.

Pour évaluer la température d'une enceinte, on y enfonce le pyromètre. Le fil de platine s'échauffe à travers la paroi métallique et, au bout de deux à trois minutes, se met en équilibre de température avec l'enceinte. Si on mesure alors la résistance de la bobine pyrométrique, on pourra calculer la valeur de cette température au moyen de la formule trouvée.

Le procédé le plus exact de mesurer la résistance d'un conducteur est fourni par le pont de Wheatstone muni d'un galvanomètre sensible. Mais cette méthode n'est pas d'un emploi facile pour l'usage industriel, et lorsqu'il s'agit de températures élevées, les variations de la résistance du fil de platine sont assez grandes pour qu'on puisse se contenter d'une méthode moins rigoureuse. C'est pourquoi W. Siemens a proposé l'emploi du voltamètre différentiel (fig. 89).

Le principe sur lequel il s'appuie est le suivant :

Lorsqu'on fait passer un courant électrique à travers de l'eau acidulée, elle se décompose en ses éléments gazeux. Le volume de gaz qui se dégage pendant l'unité de temps est proportionnel au courant employé et peut lui servir de mesure. On pourra donc comparer les valeurs de deux courants différents en mesurant les volumes que chacun d'eux dégage dans le même temps.

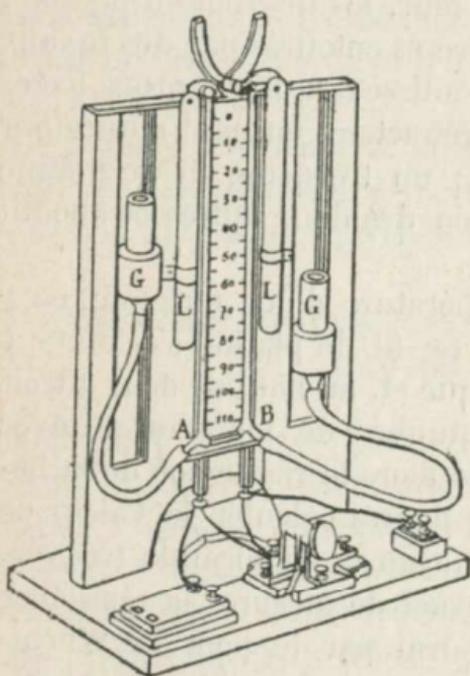


Fig. 89.

Le voltamètre différentiel est formé de deux tubes A B de verre semblables de $2^{\text{mm}} 1/2$ de diamètre intérieur, fixés contre un support vertical en bois. Entre les deux tubes se trouve une échelle divisée en millimètres. Chacun des tubes porte à sa partie inférieure un renflement de 6^{mm} de diamètre, fermé par un bouchon de liège paraffiné, à travers lequel passent les fils de platine formant les électrodes. Chaque tube est muni à sa partie inférieure d'une tubulure latérale reliée par un tube de caoutchouc aux réservoirs G et G' mobiles entre deux glissières verticales. Les tubes A B, dont les bords supérieurs sont rodés, peuvent être fermés hermétiquement au moyen

Le voltamètre différentiel est formé de deux tubes A B de verre semblables de $2^{\text{mm}} 1/2$ de diamètre intérieur, fixés contre un support vertical en bois. Entre les deux tubes se trouve une échelle divisée en millimètres. Chacun des tubes porte à sa partie inférieure un renflement de 6^{mm} de diamètre, fermé par un bouchon de liège paraffiné, à travers lequel passent

d'obturateurs en caoutchouc qui viennent s'appliquer sur le bord, où ils sont maintenus par les poids LL'. En soulevant ou en abaissant ces poids, on établit ou on intercepte la communication entre l'intérieur des tubes et l'atmosphère.

En avant des voltamètres et sur le même support se trouvent une résistance connue en maillechort, un commutateur et un bloc portant deux bornes d'attache pour les fils.

Après avoir rempli les réservoirs GG' d'eau acidulée au 1/10 d'acide sulfurique, on soulève les deux contrepoids LL' et on remplit les tubes A et B jusqu'au zéro de l'échelle en déplaçant les réservoirs mobiles dans leurs glissières. Les obturateurs étant abaissés et l'appareil étant relié à la batterie et au pyromètre, on procède aux déterminations.

Les connexions entre le voltamètre et le pyromètre s'établissent au moyen de trois fils de cuivre isolés. Quand l'appareil ne fonctionne pas, les deux ressorts touchent les segments d'ébonite du commutateur. En faisant décrire à celui-ci un quart de cercle à droite ou à gauche, on ferme le circuit, et le courant passe soit dans un sens, soit dans l'autre, et la décomposition de l'eau s'effectue. Afin d'éviter la polarisation des électrodes, on renverse le courant toutes les dix secondes en faisant faire un demi-tour au commutateur. On maintient le courant jusqu'à ce que le niveau soit descendu jusqu'à 50° de l'échelle des tubes. En déplaçant les tubes G et G', on ramène la pression intérieure des tubes à la pression extérieure, et on lit les volumes V V' qui permettent, en appliquant les formules de W. Siemens, de trouver la température de l'enceinte étudiée.

D'ailleurs, pour plus de commodité, on a construit une table à double entrée, qui permet de trouver immédiatement la température correspondant aux volumes v et v' observés.

CHAPITRE VII

CONDENSATION

La condensation, c'est-à-dire la séparation des gaz des produits liquéfiables par le refroidissement (goudrons, eaux ammoniacales), est le résultat de deux phénomènes bien distincts quant à leur principe, mais se produisant simultanément dans les mêmes appareils. Les deux phénomènes sont :

1° La condensation proprement dite ou passage des vapeurs à l'état liquide ;

2° La condensation mécanique ou précipitation des gouttelettes liquides restées en suspension dans le gaz à la suite de la liquéfaction des vapeurs.

Dans son passage à travers le barillet, le gaz dépose une partie du goudron et de l'eau ammoniacale qu'il contient. Il se refroidit ensuite dans les condenseurs jusqu'à la température ordinaire. Le temps, la manière dont se fait ce refroidissement et cette première condensation ont une grande importance, relativement à la valeur du pouvoir éclairant du gaz. Autrefois on s'empressait de condenser le plus rapidement possible, et cela au moyen du refroidissement le plus