

SOCIÉTÉ TECHNIQUE
DE
L'INDUSTRIE DU GAZ

EN FRANCE

SIÈGE SOCIAL : 94, RUE SAINT-LAZARE, PARIS

COMPTE RENDU
DU TRENTE-SEPTIÈME CONGRÈS

TENU LES 20, 21, 22 ET 23 JUIN 1910

A PARIS

PARIS

IMPRIMERIE DE LA SOCIÉTÉ ANONYME DE PUBLICATIONS PÉRIODIQUES

13, QUAI VOLTAIRE, 13

1910

Essais d'appareils de chauffage au gaz
faits au Conservatoire des Arts et Métiers
à la demande
de la Société Technique du Gaz en France.

Réponses au questionnaire

	CHAUDIÈRE	CHEMINÉE	CHEMINÉE
	RAMASSOT	VAN DEN DRIESSEN	MARC
Dépense moyenne de gaz pour une élévation de température de 1° par mètre cube de salle pendant 1 heure.....	0 litre, 922	0 litre, 973	1 litre, 239
Rendement thermique de l'appareil (Méthode indirecte)	85,07 0/0	79,05 0/0	60,33 0/0
Rendement thermique de l'appareil (Méthode calorimétrique)	87,47 0/0		
Oxyde de carbone dans la salle :			
a) avec dégagement des gaz de combustion à l'extérieur.			
1° avant l'essai.....	Néant	Néant	Néant
2° après 5 heures.....	Néant	Néant	Néant
b) avec dégagement à l'intérieur des gaz de combustion.			
1° avant l'essai.....	Néant	Néant	Néant
2° après 5 heures de fonctionnement.....	Inappréciable	Inappréciable	Inappréciable

Les appareils à essayer étaient les suivants :

- 1° 1 Chaudière, Type « Ramassot » ;
- 2° 1 Cheminée à gaz « Van den Driessche » ;
- 3° 1 Cheminée Radiateur à gaz « Marc ».

Ces appareils devaient être soumis à des séries d'essais nécessaires pour :

- 1° Étudier le rôle de leurs organes, la qualité de leur fonctionnement, la valeur de leur rendement ;
- 2° Mesurer leur rayonnement calorifique, ainsi que leur efficacité au point de vue du chauffage des appartements ;
- 3° Examiner les conditions hygiéniques réalisées par leur mise en service.

Les résultats devaient être résumés dans le tableau ci-après :

APPAREILS	RAYONNEMENT CALORIFIQUE 0/0		LITRES DE GAZ pour élever de 1° la température de 1 m ³ de la chambre des essais	CO DANS LA CHAMBRE	
	dégagement			sans dégagement	avec dégagement
	dans la pièce	dans la cheminée			

Le 21 mai, lorsque le Comité Central des Cokes de France me donna mission de suivre ces essais, je me rendis au Conservatoire où le Chef de service du Laboratoire m'exposa qu'on ne pourrait répondre de façon satisfaisante aux

deux premières questions posées et aux deux premières colonnes du tableau :

1° Parce qu'il n'existait pas d'appareils de mesure directe des dégagements gazeux dans la cheminée; que la méthode physique du Tube de Pitot ne pouvait donner d'indications suffisantes, car la vitesse des gaz varie dans toute la section d'un tuyau de sortie de gaz;

2° Parce que, pour mesurer le rayonnement calorifique d'un appareil, la seule méthode applicable est le Calorimètre dans lequel serait plongé l'appareil; et que le Constructeur qui avait reçu commande d'un Calorimètre approprié ne pouvait le livrer qu'au milieu du mois de Juin.

Le Laboratoire, qui n'avait jamais procédé à des essais dans le genre de ceux qui étaient demandés, s'occupait pour le moment de la détermination des chiffres des troisième, quatrième et cinquième colonnes du questionnaire.

MÉTHODE EMPLOYÉE. — La méthode employée était la suivante : l'appareil en essai était placé dans une salle dont la température moyenne se déduisait de lectures faites sur une série de thermomètres exposés à différentes hauteurs.

Une prise de gaz, placée à 2 mètres au-dessus du sol vers le milieu de la pièce, permettait d'analyser l'atmosphère régnante au point de vue de l'oxyde de carbone : 1° avant la mise en train de l'essai; 2° après un certain nombre d'heures de fonctionnement de l'appareil.

On notait d'heure en heure l'élévation moyenne de la température de la salle, et on notait la consom-

mation de gaz mesurée par un compteur du type courant.

Ces essais étant en cours lorsque j'eus mission de les suivre, ils furent poursuivis sans modification à la méthode adoptée, jusqu'aux derniers jours du mois de Mai, et, lorsqu'ils furent complets, je demandai la communication des résultats d'ensemble, comprenant deux séries d'essais pour chaque appareil : 1° l'une avec dégagement, à l'extérieur, des gaz de combustion; 2° l'autre avec dégagement des gaz dans l'atmosphère de la pièce.

EXAMEN DES RÉSULTATS OBTENUS. — Au point de vue de la recherche de l'oxyde de carbone, les résultats étaient normaux et concluants; mais, au point de vue des recherches physiques, l'examen des résultats était absolument décevant, en ce sens que l'interprétation des chiffres donnait lieu à des conclusions contradictoires et inacceptables.

Il y avait, en effet, une série de facteurs qui intervenaient et dont on ne soupçonnait pas l'importance.

1° Une première observation ressortait de l'ensemble des résultats : les élévations de température obtenues pour chaque appareil étaient sensiblement les mêmes, soit que les gaz se soient dégagés directement dans la pièce, soit qu'ils aient été conduits à l'extérieur.

On aurait donc dû en conclure que le rendement thermique était le même dans les deux cas, ce qui est inacceptable.

Cette anomalie provenait de ce que le tuyau de dégagement avait une assez grande longueur et qu'il faisait fonction de radiateur;

2° Les résultats obtenus avec la cheminée « Marc » ont été les suivants (sans évacuation de gaz) :

	ÉLÉVATION DE TEMPÉRATURE de la salle	CONSUMMATION DE GAZ	CONSUMMATION DE GAZ par mètre cube et élévation de température de 1°
		Litres	Litres
Après 1 heure .	1°, 70	245	1,57
— 2 —	2°, 40	490	2,54
— 3 —	2°, 25	755	2,81
— 4 —	2°, 30	980	4,62
— 5 —	2°, 15	1.225	6,18
— 6 —	2°, 40	1.470	6,65

Avec la cheminée « Van den Driessche », les résultats ont été les suivants (sans évacuation des gaz) :

	ÉLÉVATION DE TEMPÉRATURE de la salle	CONSUMMATION DE GAZ	CONSUMMATION DE GAZ par mètre cube et élévation de température de 1°
		Litres	Litres
Après 1 heure .	5°, 95	1.272	2,325
— 2 —	7°, 45	2.554	3,730
— 3 —	8°, 75	3.817	4,730
— 4 —	9°, 35	5.090	5,920
— 5 —	9°, 20	6.363	7,520
— 6 —	9°, 85	7.635	8,420

Les chiffres de la dernière colonne sont absolument dissemblables pour les deux appareils, et cependant le rendement calorifique des deux cheminées ne pouvait être

sensiblement différent, puisque toutes deux émettaient directement leurs gaz de combustion dans la pièce.

C'est qu'il y a, en effet, à tenir compte du coût, variable, du degré d'élévation de température, à mesure que la température croît.

Si le premier degré d'élévation de température s'obtient, par exemple, avec 1,50 litre de gaz, le deuxième s'obtiendra avec 2,25 litres, le troisième avec 4 litres, et ainsi de suite; ces chiffres pouvant varier considérablement suivant les conditions de l'expérience et les conditions atmosphériques extérieures. Il était donc indispensable de tenir compte de ces indications.

Si, maintenant, on cherche à savoir ce qu'a coûté d'heure en heure le gain d'élévation de température, on arrive à des interprétations incohérentes.

Prenons la cheminée « Marc » :

	ÉLÉVATION DE TEMPÉRATURE de la salle	CONSOMMATION DE GAZ Litres	CONSOMMATION DE GAZ par mètre cube et degré d'élévation de température Litres
Du début à la fin de la 1 ^{re} heure.....	+ 1°, 70	245	1,57
de la 1 ^{re} à la fin de la 2 ^e h.	+ 0°, 40	245	6,65
— 2 ^e — 3 ^e	+ 0°, 15	245	17,7
— 3 ^e — 4 ^e	+ 0°, 05	245	53,2
— 4 ^e — 5 ^e	— 0°, 15	245	consom. positive pour un résultat négatif.
— 5 ^e — 6 ^e	+ 25°	245	

On voit que de la 4^e à la 5^e heure, pour une perte de cha-

leur de $0^{\circ},15$, on a une consommation de 245 litres, c'est-à-dire une consommation positive pour un résultat négatif.

En réalité, la dépense a servi à maintenir la température de la salle; et, dans tous essais, il y a lieu d'introduire ce facteur;

3° Enfin, dans tous ces essais, on n'avait pas tenu compte de la masse des appareils et de la chaleur qu'ils emmagasinent pendant les heures de chauffage, chaleur qu'ils rendent ensuite à l'atmosphère de la pièce et dont il y a lieu de faire état.

Cette observation s'applique tout spécialement à la chaudière « Ramassot », qui donnerait un rendement et une consommation déplorables si l'on ne tenait pas compte de la chaleur accumulée dans sa masse propre et dans celle des Radiateurs à eau qui complètent son installation.

UNITÉ « MÈTRE-CUBE-DEGRÉ-HEURE ». — Toutes ces considérations amènent à utiliser une unité de mesure qui permettra de tenir compte des objections : l'unité « Mètre-cube-degré-heure » qui est *la quantité de chaleur nécessaire pour maintenir une élévation de température de 1° dans un mètre cube d'air pendant une heure* (1).

Supposons une salle de 100 mètres cubes dont j'élève la température de 2° en une heure. Elle comportera $100 \times 2 \times 1 = 200$ mètres-cubes-degrés-heures.

Si je maintiens une élévation moyenne de température de 4° pendant 20 heures, elle comportera $100 \times 4 \times 20 = 8.000$ mètres-cubes-degrés-heures.

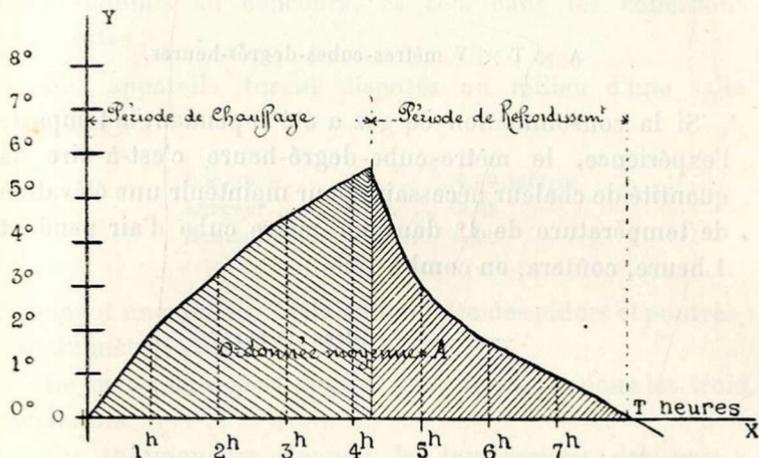
Cette notion va nous permettre de pouvoir comparer des

(1) L'élévation de température étant mesurée à partir d'une température initiale déterminée, 0° par exemple.

appareils très différents, présentant une masse peu importante, comme les cheminées à gaz, ou, au contraire, accumulant de grandes quantités de chaleur, comme la chaudière « Ramassot ».

Pour cela, nous établirons un diagramme des élévations de température de la salle en expérience, aussi bien pendant le chauffage des appareils que pendant leur refroidissement.

Prenons 2 axes OX OY . En ordonnées, nous porterons les élévations de température en degrés de la salle chauffée;



— En abscisses, les temps à partir de l'origine, de demi-heure en demi-heure ou d'heure en heure. A chaque temps, correspondra une température observée, ce qui donnera un point de la courbe.

Pendant toute la durée du chauffage, la courbe sera plus ou moins ascendante. Au moment où on arrêtera le chauffage, il y aura refroidissement de la salle et la courbe prendra une allure descendante. Il arrivera un moment où la courbe viendra recouper l'axe des X , c'est-à-dire où la

salle sera revenue à sa température initiale après un temps T qui sera la durée totale de l'essai.

On pourra intégrer la courbe pour obtenir l'ordonnée moyenne, c'est-à-dire déterminer exactement l'élévation moyenne A de la température de la salle pendant le temps T donné par l'abscisse correspondant au moment où la température de la salle est revenue au point initial de départ de l'essai.

Si le cube de la salle est V, on obtiendra :

$$A \times T \times V \text{ mètres-cubes-degrés-heures.}$$

Si la consommation de gaz a été G pendant le temps de l'expérience, le mètre-cube-degré-heure c'est-à-dire la quantité de chaleur nécessaire pour maintenir une élévation de température de 1° dans un mètre cube d'air pendant 1 heure, coûtera, en combustible :

$$\frac{G}{A \times T \times V} \text{ litres de gaz.}$$

MÉTHODE D'ESSAI ADOPTÉE

Nous basant sur ce qui précède, nous avons procédé, les 2, 3 et 4 juin, à de *nouveaux essais* sur les trois appareils soumis au concours, et cela dans les conditions suivantes :

Les appareils furent disposés au milieu d'une salle mesurant :

Longueur.....	6,60 mètres
Largeur.....	3,55 —
Hauteur.....	4,00 —

donnant un cube net, défalcation faite des piliers et poutres, de 92 mètres cubes.

Le tuyau de départ des gaz resta le même pour les trois appareils.

Un thermomètre donnait la température des gaz à 0,50 m du foyer. A partir de ce point, le tuyau de départ fut calorifugé.

Pour mesurer la température de la salle, 2 thermomètres furent disposés à 0,50 m du plafond, 2 autres à 2 m du plancher, et les 2 derniers à 0,50 m du sol.

Tous les thermomètres étaient gradués en dixièmes de degré;

En outre, 2 thermomètres enregistreurs furent disposés à 1,75 m du sol, à droite et à gauche de l'appareil en essai, à 3,50 m de distance l'un de l'autre.

Les appareils à essayer furent successivement branchés sur le même compteur à gaz.

Les lectures de température et de consommation furent faites rigoureusement et régulièrement de demi-heure en demi-heure.

Les appareils furent essayés à leur consommation normale pratique, et, comme il était utile, pour avoir des résultats bien comparables, d'obtenir autant que possible *la même élévation maxima de température* (1), quand il s'agit d'essayer le radiateur « Marc », on accoupla trois appareils en série.

Pour tenir compte des influences extérieures et faire les corrections nécessaires à la température de la salle chauffée, une salle témoin, inaccessible au personnel étranger aux essais, fut munie de thermomètres à 0,50 m et 2 m du plancher, et à 0,50 m du plafond.

Pour pouvoir calculer indirectement le rendement calorifique des appareils, la température des gaz de combustion fut relevée de demi-heure en demi-heure, et l'on en détermina, au moyen d'un appareil d'absorption continue, la teneur en acide carbonique.

D'autre part, on prit des dispositions pour recueillir l'eau de combustion condensée.

On détermina expérimentalement le pouvoir calorifique du gaz employé et la quantité d'eau de combustion produite par 1 mètre cube de gaz brûlé.

(1) Toujours à partir d'une température initiale déterminée.

CHAUDIÈRE " RAMASSOT "

Pour chauffage par circulation d'eau,
chauffée au gaz.

La chaudière « Ramassot » a fait l'objet du brevet n° 394.304 du 21 novembre 1907, et de certificats d'addition du 23 mars 1908, 31 mars 1908, 20 novembre 1908, 3 mars 1909.

But. — Le but principal de cette chaudière a été le développement du chauffage central des habitations, par circulation d'eau chauffée au gaz, en utilisant les radiateurs du type habituel.

DESCRIPTION SOMMAIRE. — La chaudière est constituée d'éléments juxtaposés, en nombre variable suivant la quantité de calories à transporter. Chaque élément forme une chaudière indépendante, à triple parcours de gaz brûlés et d'eau, la circulation étant méthodique.

L'eau refroidie arrive à la partie inférieure de l'élément, monte au contact des gaz les moins chauds, redescend, puis arrive autour du tube foyer où elle atteint sa température la plus élevée, en produisant le siphonage de l'eau de circulation. Les gaz ont un parcours inverse. La disposition est donc très logique.

Le chauffage est fait par des becs Bunsen à combustion complète, brûlant à l'intérieur du tube-foyer.

La consommation de gaz est réglée par un régulateur spécial à liquide dilatable, chauffé par l'eau de circulation, et muni d'un diaphragme qui actionne un piston-valve ouvrant ou fermant l'arrivée de gaz. La contre-partie de ce piston-valve est constituée par un deuxième piston réglable à la main, que l'on peut rapprocher plus ou moins du premier et, par suite, permettant de régler la consommation au point voulu pour une température déterminée de l'eau de circulation à sa sortie de la chaudière.

- CONSTRUCTION. — L'appareil est robuste et bien construit. Les éléments sont interchangeables et la puissance de la chaudière peut être augmentée ou diminuée très facilement.

Les brûleurs fonctionnent très bien et le régulateur d'accès de gaz est extrêmement sensible. Les gaz de combustion sortent très froids et, comme on le verra par les essais qui suivent, le rendement est remarquablement bon.

L'appareil atteint donc son but de la façon la plus complète.

ESSAIS FAITS AU CONSERVATOIRE LE 2 JUIN 1910. — Les essais ont été conduits suivant la méthode exposée précédemment.

La chaudière à 3 éléments était installée au milieu de la salle, et était munie d'un tuyau de départ d'eau chaude, vertical, allant vers un réservoir d'expansion disposé sous le plafond. La tuyauterie se divisait alors en deux branches : à droite et à gauche, vers deux radiateurs à eau chaude placés de chaque côté de la chaudière, à 1,75 m environ.

De chaque radiateur partaient les conduites inférieures

de retour qui, par une culotte, ramenaient l'eau refroidie à la chaudière.

On s'est donc placé dans les conditions ordinaires de la pratique.

Pour éviter des rentrées d'air froid lors des entrées et des sorties des observateurs qui devaient faire les lectures des thermomètres, un rideau de toile était tendu devant la porte d'accès de la salle.

Toutes les lectures, aussi bien dans la salle chauffée que dans la salle témoin, furent faites aux dixièmes de degré et à des intervalles rigoureusement réglés.

La température des gaz brûlés fut prise à 0,50 mètre de la chaudière, et à partir de ce point le tuyau de départ fut calorifugé.

Pendant la durée des expériences, un tuyau de prise de gaz placé à 0,50 mètre de la chaudière était relié à un appareil d'absorption d'acide carbonique et à un mesureur de gaz réglé pour une prise continue. L'acide carbonique fut déterminé par pesée des tubes d'absorption ; le gaz non absorbé fut mesuré en volumé.

L'eau de combustion condensée était recueillie dans un vase taré.

Le diagramme des élévations de température fut dressé par lecture directe des thermomètres :

1° Pendant les 4 heures de chauffage ;

2° Pendant les 5 premières heures de refroidissement.

Pour le reste, le diagramme fut complété au moyen de la courbe donnée par les enregistreurs de température.

Nous donnons plus loin le détail des observations et le diagramme des élévations de température.

RÉSULTATS DES ESSAIS.

Date de l'essai : 2 Juin 1910.

Dimensions de la salle chauffée :

Longueur	6 m, 30
Largeur	3 m, 55
Hauteur	4 m, 00
Cube net de la salle (saillies déduites)	92 m c

Durée de la période de chauffage de la chaudière..	4 heures
Durée de la période de refroidissement.....	14 —
Durée totale de l'essai	<u>18 heures</u>

Température moyenne de l'extérieur.....	19°, 00
Température moyenne de la salle d'expérience au début de l'essai	19°, 69
Température moyenne de la salle témoin au début de l'essai.....	18°, 87
Température maxima atteinte pendant l'essai....	30°, 97
Élévation maxima nette de la température de la salle d'essai	10°, 97
Élévation moyenne de température de la salle d'expérience pour toute la durée des essais (18 heures), déduite du diagramme (ordonnée moyenne).....	4°, 1273

Consommation totale du gaz d'éclairage.....	6.800 litres
Consommation moyenne horaire	1.575 —

Température moyenne des gaz de combustion à 0 m, 50 de la chaudière.....	61°, 43
--	---------

Nombre de mètres-cubes-degrés-heures de l'essai..	6.835
Dépense moyenne en gaz pour une élévation de température de 1° par mètre cube de salle pendant 1 heure (à partir d'une température initiale de 19°, 69.....)	0,922 litre

Rendement thermique.

(MÉTHODE INDIRECTE).

Pouvoir calorifique absolu du gaz à la température et à la pression atmosphérique de l'essai.....	4.890 calories
Eau de combustion produite par 1 mètre cube de gaz	875 grammes

Calories produites.

Calories développées pendant l'essai ($4.890 \times 6,3$) = 30.807 calories

Pertes.

1° Par l'air de combustion :

Volume d'air nécessaire à la combustion de 1 mètre cube de gaz..... 5.220 litres

Composition des gaz brûlés pour une combustion complète :

Azote.....	88,4 0/0
Acide carbonique.....	11,6 0/0
	<hr/>
	100,00 0/0
	<hr/>

Analyse faite sur les gaz brûlés :

Azote et oxygène.....	96,36 0/0
Acide carbonique.....	3,64 0/0
	<hr/>
	100,00 0/0
	<hr/>

Volume d'air par mètre cube de gaz brûlé :

$$\frac{5,220 \times 11,6}{8,64} = 16,657 \text{ litres.}$$

Volume de l'oxygène absorbé par la combustion de 1 mètre cube de gaz.....	1.100 litres
Volume de l'oxygène transformé en acide carbonique	605 —
Volume de l'oxygène transformé en eau pendant la combustion.....	495 —
Volume des gaz incondensables de la combustion pour 1 mètre cube de gaz brûlé.....	16.162 —
Volume total des gaz de combustion produits pen- l'essai (16.162 × 6,3).....	101.820 —

Poids des gaz produits :

Azote et oxygène....	101,82 × $\frac{96,36}{100}$ × 1,30 =	127 kg, 540
Acide carbonique....	101,82 × $\frac{3,64}{100}$ × 1,97 =	7 kg, 300
Poids total des gaz de combustion.....		<u>134 kg, 840</u>

Chaleur perdue par les gaz :

Azote et oxygène...	127,54 × 0,23 × 61,43 =	1.801 calories
Acide carbonique...	7,30 × 0,2164 × 61,43 =	98 —
Perte totale par les gaz.....		<u>1.899 calories</u>

2° Perte par la vapeur d'eau entraînée :

Poids de vapeur d'eau produit par la combustion de 1 mètre de gaz.....	0 kg, 875
Poids total de vapeur d'eau de combustion produit dans l'essai.....	5 kg, 512
Poids d'eau de combustion condensée recueillie pendant l'essai.....	1 kg, 190
Poids de vapeur d'eau entraînée.....	<u>4 kg, 322</u>

Calories entraînées par la vapeur d'eau :

$$625 \times 4,322 = 2.701 \text{ calories.}$$

Perte totale pendant l'essai :

1° Par les gaz de combustion.....	1.899 calories
2° Par l'eau de combustion à l'état de vapeur.....	2.701 —
	<hr/>
	4.600 calories
	<hr/>

Bilan calorifique.

Perte totale en calories pour cent.....	44,93 0/0
Rendement thermique net de la chaudière.....	85,07 0/0
	<hr/>
	100,00 0/0
	<hr/>

**Mesure directe du rendement thermique
de la chaudière.**

Des mesures du rendement de la chaudière « Ramassot » ont été faites par une méthode calorimétrique.

Le tuyau de départ d'eau chaude de la chaudière était relié à la partie supérieure d'un serpentin d'absorption plongé dans le réservoir d'un calorimètre. La partie inférieure du serpentin était reliée au retour d'eau de la chaudière.

Le réservoir intérieur où circulait un courant d'eau

était entouré d'un matelas d'air et l'enveloppe extérieure à double paroi recevait le courant d'eau froide qui passait ensuite dans le réservoir intérieur autour du serpentín.

En notant très exactement la température du courant d'eau à l'entrée et à la sortie du calorimètre, températures qui furent maintenues constantes en agissant sur le robinet d'introduction d'eau ; en pesant d'autre part l'eau évacuée, on connaissait exactement les calories cédées par la chaudière.

Les mesures furent faites après avoir établi le régime régulier de la chaudière pour une consommation de gaz déterminée, et l'on nota le nombre de calories cédées au calorimètre par l'eau de la chaudière pendant le temps de l'expérience.

Connaissant le volume du gaz brûlé, dont on avait établi par expérience le pouvoir calorifique, on déduisait le rendement thermique du générateur.

Les résultats obtenus le 4 Juin furent les suivants, sur quatre essais différents, avec une consommation moyenne de 1.740 litres de gaz à l'heure :

1 ^{er} essai.....	87,9 0/0
2 ^e —	84,8 0/0
3 ^e —	90,5 0/0
4 ^e —	86,7 0/0

Moyenne des quatre essais 87,47 0/0.

Recherche de l'oxyde de carbone.

Pour la recherche de l'oxyde de carbone, on avait disposé un tuyau pendant, terminé par un entonnoir, vers le milieu de la pièce, à 2 mètres au dessus du sol.

Ce tuyau était relié à un appareil de Pecoul et Lévy permettant de doser $\frac{1}{100.000}$ d'oxyde de carbone en volume.

Les résultats furent les suivants :

Premier essai

avec dégagement des gaz de la combustion à l'extérieur :

Oxyde de carbone dans l'intérieur de la pièce avant l'essai.....	néant
Oxyde de carbone dans l'atmosphère de la pièce après 5 heures de combustion de l'appareil.....	néant

Deuxième essai

sans dégagement à l'extérieur des gaz de combustion :

Oxyde de carbone dans l'intérieur de la pièce avant l'essai.....	néant
Oxyde de carbone dans l'atmosphère de la pièce après 5 heures de combustion de l'appareil.....	traces inappréciables

CHAUDIÈRE " RAMASSOT "

OBSERVATIONS

Période de chauffage.

HEURES	1 h. 07	1 h. 37	2 h. 07	2 h. 37	3 h. 07	3 h. 37	4 h. 07	4 h. 37	5 h. 07	
Thermomètres dans la salle chauffée.	1	19,7	20,8	22,6	24,3	25,4	26,35	27,3	28,45	29,00
	2	19,65	21,3	23,5	25,0	25,6	27,40	28,4	29,20	30,00
	3	19,60	21,8	24,1	25,9	27,3	28,35	29,0	30,20	30,80
	4	19,7	22,3	25,2	27,3	29,0	29,60	30,9	31,65	32,70
	5	19,8	22,5	24,6	26,7	28,0	29,35	30,3	31,15	32,00
	6	19,6	21,8	24,9	26,2	27,5	28,70	29,5	30,55	31,30
Totaux.....	118,05	130,50	144,90	155,40	163,80	169,75	175,40	181,20	185,80	
Moyennes.....	19,67	21,75	24,15	25,90	27,30	28,29	29,23	30,20	30,97	
Moyen, début....	19,67	19,67	19,67	19,67	19,67	19,67	19,67	19,67	19,67	
Ecart.....	0,0	2,08	4,48	7,23	7,63	8,62	9,56	10,53	11,30	
Thermomètres salle témoin.	7	18,5	18,5	18,5	18,5	18,5	18,6	18,7	18,8	18,9
	8	19,1	19,05	19,0	18,9	18,9	19,1	19,2	19,4	19,4
	9	19,0	19,0	19,0	18,8	18,9	19,1	19,2	19,4	19,3
Totaux.....	56,6,	56,55	56,5	56,2	56,3	56,8	57,1	57,6	57,6	
Moyennes.....	18,87	18,85	18,83	18,73	18,77	18,93	19,03	19,20	19,20	
Moyen, début....	18,87	18,87	18,87	18,87	18,87	18,87	18,87	18,87	18,87	
Ecart.....	0,0	-0,02	-0,04	-0,14	-0,10	+0,06	+0,16	+0,33	+0,33	
Température écart rectifié. ...	0,0	2,10	4,52	6,37	7,73	8,56	9,40	10,20	10,97	
Température extérieure.....	21,5	22,0	19,0	17,0	19,0	19,0	19,0	19,0	19,0	
Température Eau. — Entrée... Eau. — Sortie...	18,0 18,5	18,0 51,0	29,0 62,0	38,0 65,0	45,0 70,0	49,0 71,0	53,0 74,0	55,5 76,5	57,5 78,0	
Température gaz brûlés.....	49,0	58,0	62,0	63,0	65,0	67,0	69,0	69,0	
Compteur.....	38.610	39.730	40.415	41.260	42.000	42.700	43.430	44.180	44.910	

Consommation horaire :

1 ^{re} heure.....	4.805 litres
2 ^e —	4.585 —
3 ^e —	4.430 —
4 ^e —	4.480 —

Total..... 6.300 litres

Consommation moyenne horaire : 1.575 litres.

CHAUDIÈRE " RAMASSOT "

OBSERVATIONS

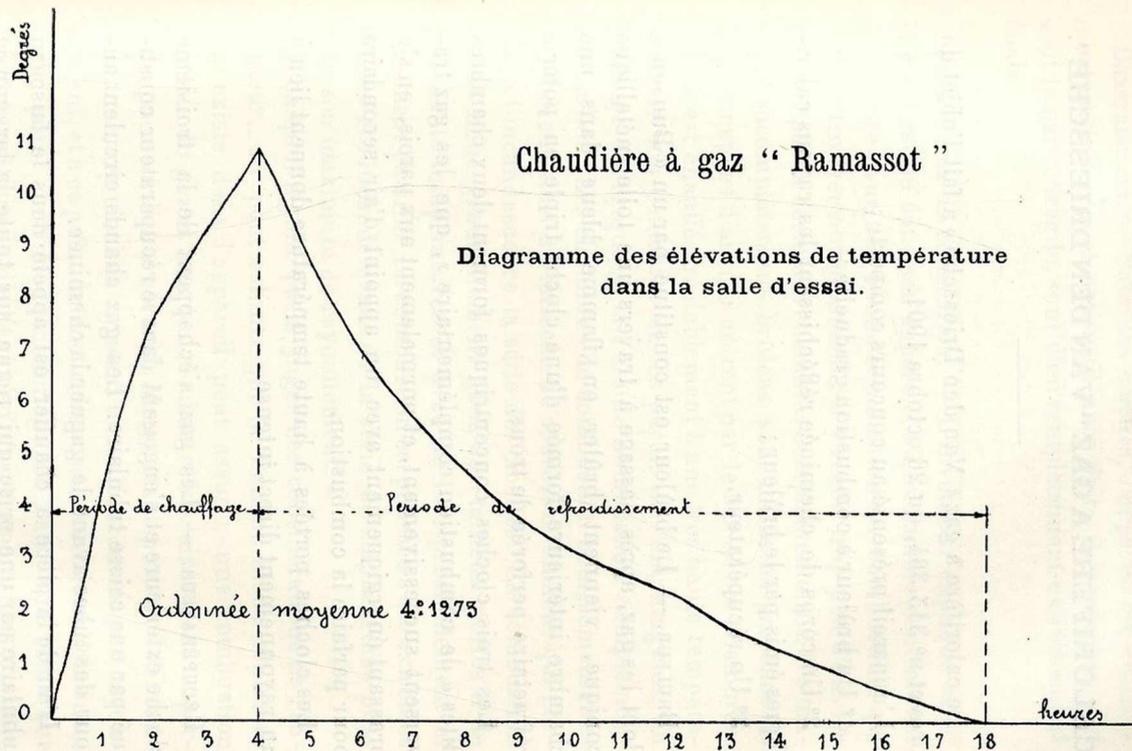
Période de refroidissement.

HEURES		5 h 37	6 h. 07	7 h. 07	8 h. 07	9 h. 07	10 h. 07
Thermomètres dans la salle chauffée	1	28,25	27,30	26,05	25,00	24,00	23,30
	2	29,30	28,35	26,85	25,60	24,65	23,80
	3	29,70	28,55	26,20	25,80	24,55	23,70
	4	31,50	29,90	28,05	26,40	25,15	24,15
	5	30,45	29,25	27,35	26,30	24,90	24,00
	6	30,05	28,80	27,10	25,80	24,65	23,80
Totaux.....		179,25	172,15	161,60	154,90	147,90	142,75
Moyennes.....		29,87	28,69	26,93	25,82	24,65	23,79
Moyenne début.....		19,67	19,67	19,67	19,67	19,67	19,67
Ecart.....		10,20	9,02	7,26	6,15	4,98	4,12
Thermomètres salle témoin	6	18,90	18,80	18,90	19,00	19,00	18,90
	7	19,40	19,40	19,40	19,40	19,30	19,30
	8	19,20	19,20	19,20	19,30	19,10	19,10
Totaux.....		57,40	57,40	57,50	57,70	57,40	57,20
Moyennes.....		19,13	19,13	19,17	19,23	19,13	19,10
Moyenne début.....		18,87	18,87	18,87	18,87	18,87	18,87
Ecart.....		0,26	0,26	0,30	0,36	0,26	0,23
Élévation de température rectifiée		9,94	8,76	6,96	5,79	4,72	3,89
Température extérieure.....		19,0	19,0	19,0	19,0	17,5	17,0
Température Eau — Entrée.....		51,0	47,0	41,0	36,0	33,0	30,0
Eau — Sortie.....		60,0	51,5	44,0	37,0	34,0	31,0

CHAUDIÈRE A GAZ "RAMASSOT"

**Détermination des points du diagramme
d'après les lectures des thermomètres
et la courbe des enregistreurs.**

ABSCISSES Temps en heures à partir du début de l'essai	ORDONNÉES Élévation de température en degrés centigrades	ABSCISSES Temps en heures à partir du début de l'essai	ORDONNÉES Élévation de température en degrés centigrades
0 ^h , 0	0°, 0	9 ^h , 30	3°, 59
0,30	2,10	10, 0	3,30
1, 0	4,52	10,30	3,02
1,30	6,37	11, 0	2,75
2, 0	7,73	11,30	2,62
2,30	8,56	12, 0	2,50
3, 0	9,40	12,30	2,13
3,30	10,20	13, 0	1,75
4, 0	10,97	13,30	1,56
4,30	9,94	14, 0	1,37
5, 0	8,76	14,30	1,18
5,30	7,86	15, 0	1,00
6, 0	6,97	15,30	0,81
6,30	6,38	16, 0	0,60
7, 0	5,79	16,30	0,43
7,30	5,26	17, 0	0,25
8, 0	4,72	17,30	0,125
8,30	4,31	18, 0	0,000
9, 0	3,89		



Température de la salle au début de l'essai 19°67.

CALORIFÈRE A GAZ "VAN DEN DRIESSCHE".

Le calorifère à gaz « Van den Driessche » a fait l'objet du brevet n° 315.364, du 26 octobre 1901.

L'appareil présenté au concours comporte :

- 1° Un brûleur à combustion graduelle ;
- 2° Un corps de cheminée réfléchissant les rayons calorifiques émis par le brûleur ;
- 3° Un récupérateur.

BRÛLEUR. — Le brûleur est constitué par un « Bunsen » dont les gaz, après passage à travers une toile métallique conique, viennent brûler en flamme bleue dans une chambre intérieure formée d'une cloche triple en poterie réfractaire perforée de trous.

Les trois cloches concentriques forment deux chambres dites « de combustion complémentaire », que les gaz traversent successivement, et normalement aux parois, en s'y brassant énergiquement avec un appoint d'air secondaire pour parfaire la combustion.

Les cloches portées à haute température donnent lieu à un rayonnement direct intense.

RÉCUPÉRATEUR. — Les gaz s'échappent de la troisième cloche extérieure et s'engagent dans le récupérateur constitué par une caisse tubulaire. Les gaz chauds circulent autour des tubes avant de gagner la cheminée.

L'air de la pièce à chauffer est appelé dans le faisceau tubulaire par une prise qui règne sur toute la largeur de l'appareil et s'échauffe par transmission.

CONSTRUCTION. — Sauf les cloches, l'appareil est entièrement métallique et construit avec soin. Les cloches, qui sont la partie fragile, sont d'un remplacement extrêmement facile.

PRINCIPE DE LA COMBUSTION. — L'inventeur explique ainsi la combustion dans son appareil : « La chambre centrale est trop petite pour une bonne combustion du combustible qui doit s'y trouver normalement : il y reçoit trop peu d'air. En passant par la série des chambres complémentaires, les matières incomplètement brûlées sont mises en présence de minces nappes d'air qui entrent par le bas de ces chambres. Cet air est chauffé préalablement à une très haute température par son contact avec les parois des diaphragmes, un brassage énergique se fait et une combustion complémentaire a lieu. Les chambres de combustion complémentaires constituent ainsi un faisceau de sources de chaleur qui portent à l'incandescence la série des cloches. La combustion se fait donc graduellement dans des milieux portés à de très haute températures et avec de l'air préalablement et fortement chauffé. La combustion est poussée à ses extrêmes limites et l'incandescence de la série de diaphragmes possède son maximum de rayonnement. »

Bien qu'il n'y ait pas à juger ces considérations de l'inventeur, on peut estimer que la flamme bleue ordinaire qui existe dans l'appareil peut assurer une combustion parfaite du gaz et que les cloches réfractaires sont superflues pour un débit normal. Mais, étant portées à l'incandescence, ces cloches agissent très efficacement par rayonnement, et à ce point de vue la disposition est donc heureuse.

Au point de vue du chauffage de l'air, une remarque ressort nettement de l'examen des températures existant dans la pièce : en raison du faisceau tubulaire, on constate

que l'air chaud a une tendance à monter rapidement dans les parties élevées de la pièce, et il existe des différences de température extrêmement marquées entre les parties hautes et les parties basses.

Après une heure de fonctionnement, il y avait un écart de $10^{\circ},60$ au plafond entre la température existante et la température initiale; alors qu'à $0,50$ m du sol l'écart de température n'était que de $2^{\circ},65$.

Après trois heures de fonctionnement, l'écart de température dans les parties hautes de la pièce était de $14^{\circ},2$, alors que dans les parties basses elle était de 5° .

Essais faits au Conservatoire le 3 Juin 1910.

Pour les essais, on a suivi le même procédé que pour la chaudière « Ramassot ». La cheminée fut installée dans le milieu de la salle d'expérience et le tuyau de départ des fumées fut identiquement le même que dans l'essai précédent.

Un thermomètre était placé à $0,50$ m du foyer, et à partir de ce point le tuyau d'évacuation était calorifugé.

Les thermomètres et les deux enregistreurs de température étaient dans la même situation et le compteur de gaz était le même que dans l'essai précédent.

Pendant la durée des expériences, un tuyau de prise de gaz placé à $0,50$ m de la cheminée était relié à un appareil d'absorption d'acide carbonique et à un mesureur de gaz réglé pour prise continue.

L'acide carbonique fut déterminé par pesées des tubes d'absorption et les restes non absorbés furent mesurés en volume.

Le diagramme des élévations de température fut dressé par lecture directe des thermomètres :

1° Pendant les quatre heures de chauffage,

2° Pendant les quatre premières heures de refroidissement.

Pour le reste, le diagramme fut complété au moyen de la courbe donnée par les enregistreurs de température.

En annexe, on trouvera le tableau des observations et le diagramme.

RÉSULTATS DES ESSAIS

Date de l'essai : 3 Juin 1910.

Dimensions de la salle chauffée :

Longueur.....	6 m, 60
Largeur.....	3 m, 55
Hauteur.....	4 m, 00

Durée de la période de chauffage de la cheminée ..	4 heures
Durée de la période de refroidissement.....	13 —
Durée totale de l'essai.....	<u>17 heures</u>

Température moyenne de l'extérieur.....	21°, 42
Température moyenne de la salle d'expérience au début de l'essai.....	20°, 16
Température moyenne de la salle témoin au début de l'essai.....	19°, 07
Température maxima atteinte pendant l'essai.....	31°, 23
Élévation maxima nette de la température de la salle d'essai.....	11°, 07
Élévation moyenne de température de la salle d'expérience pour toute la durée des essais (17 heures), déduite du diagramme (ordonnée moyenne).....	3°, 1291

2° Perte par la vapeur d'eau entraînée :

Poids de vapeur d'eau produite par la combustion de 1 mètre cube de gaz.....	0 kg, 875
Poids total de vapeur d'eau de combustion produite pendant l'essai ($0,875 \times 4,765 =$).....	4 kg, 169

La température des gaz brûlés ayant été de $133^{\circ},9$, toute l'eau de combustion a été entraînée à l'état de vapeur surchauffée.

Chaleur contenue dans 1 kg de vapeur surchauffée à $133^{\circ},09$:

$$637 + 0,48 (133,9 - 100) = 653 \text{ calories.}$$

Calories entraînées par la vapeur d'eau :

$$653 \times 5,169 = 2.722 \text{ calories.}$$

Perte totale pendant l'essai :

1° Par les gaz de combustion.....	2.160 calories
2° Par la vapeur d'eau.....	2.722 —
	<hr/>
	<u>4.600 calories</u>

Bilan calorifique.

Perte totale en calories pour cent.....	20,95 0/0
Rendement thermique net de la cheminée.....	79,05 0/0
	<hr/>
	<u>100,00 0/0</u>

CHEMINÉE " VAN DEN DRIESSCHE "

Recherche de l'oxyde de carbone.

Pour la recherche de l'oxyde de carbone, on s'est servi de l'appareil de Pecoul et Lévy, exactement dans les mêmes conditions que celles de l'essai précédent. Les résultats furent les suivants :

Premier essai

avec dégagement des gaz de la combustion à l'extérieur.

Oxyde de carbone dans l'intérieur de la pièce avant l'essai.....	néant
Oxyde de carbone dans l'atmosphère de la pièce après 5 heures de combustion de l'appareil.....	néant

Deuxième essai

sans dégagement à l'extérieur des gaz de combustion.

Oxyde de carbone dans l'intérieur de la pièce avant l'essai.....	néant
Oxyde de carbone dans l'atmosphère de la pièce après 5 heures de combustion de l'appareil.....	très inappréciables

CALORIFÈRE A GAZ " VAN DEN DRIESSCHE "

OBSERVATIONS

Période de chauffage.

HEURES	10 h. 45	11 h. 15	11 h. 45	12 h. 15	12 h. 45	1 h. 15	1 h. 45	2 h. 15	2 h. 45	
Thermomètres dans la salle chauffée.	1	20,60	22,45	23,25	23,65	23,90	25,30	25,60	26,50	26,25
	2	20,05	23,35	24,10	24,75	25,10	26,50	27,40	27,60	27,85
	3	20,05	26,20	27,05	27,60	27,85	29,80	30,40	30,80	31,15
	4	20,00	27,20	28,20	28,80	29,10	31,40	31,80	32,20	32,50
	5	20,25	29,70	30,45	31,00	31,05	33,60	34,10	34,60	34,85
	6	20,00	29,80	30,60	30,80	31,40	33,70	34,20	34,70	34,80
Totaux.....	120,95	158,70	163,65	166,60	168,40	180,30	183,50	186,40	187,40	
Moyennes.....	20,16	26,45	27,27	27,76	28,07	30,05	30,58	31,07	31,25	
Moyenne début... Élévation température....	20,16	20,16	20,16	20,16	20,16	20,16	20,16	20,16	20,16	
	0,00	6,29	7,11	7,50	7,91	9,89	10,42	10,91	11,07	
Thermomètres salle témoin.	7	19,1	18,9	18,9	18,9	18,9	19,0	19,1	19,1	19,1
	8	19,1	19,3	19,2	19,1	19,1	19,25	19,4	19,4	19,5
	9	19,0	19,4	19,2	18,9	19,0	19,2	19,4	19,4	19,5
Totaux.....	57,2	57,6	57,3	56,9	57,0	57,45	57,90	57,9	58,1	
Moyennes.....	19,07	19,2	19,1	18,97	19,0	19,15	19,3	19,3	19,36	
Moyenne début... Ecart (correction)....	19,07	19,07	19,07	19,07	19,07	19,07	19,07	19,07	19,07	
	0,00	0,13	0,03	0,14	0,07	0,08	0,23	0,23	0,29	
Elévation de température rectifiée.....	0,00	6,16	7,08	7,60	7,98	9,81	10,19	10,68	10,78	
Température extérieure.....	20,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,0	21,5	21,5	22,0	
Température des gaz.....	133,0	130,0	131,0	128,0	134,0	140,0	138,0	137,0	
Compteur.....	45.015	45.720	46.290	46.830	47.335	47.965	48.600	49.180	49.780	
Consommation totale de gaz de l'essai..... 4.765 litres										

CALORIFÈRE A GAZ " VAN DEN DRIESSCHE "

OBSERVATIONS

Période de refroidissement.

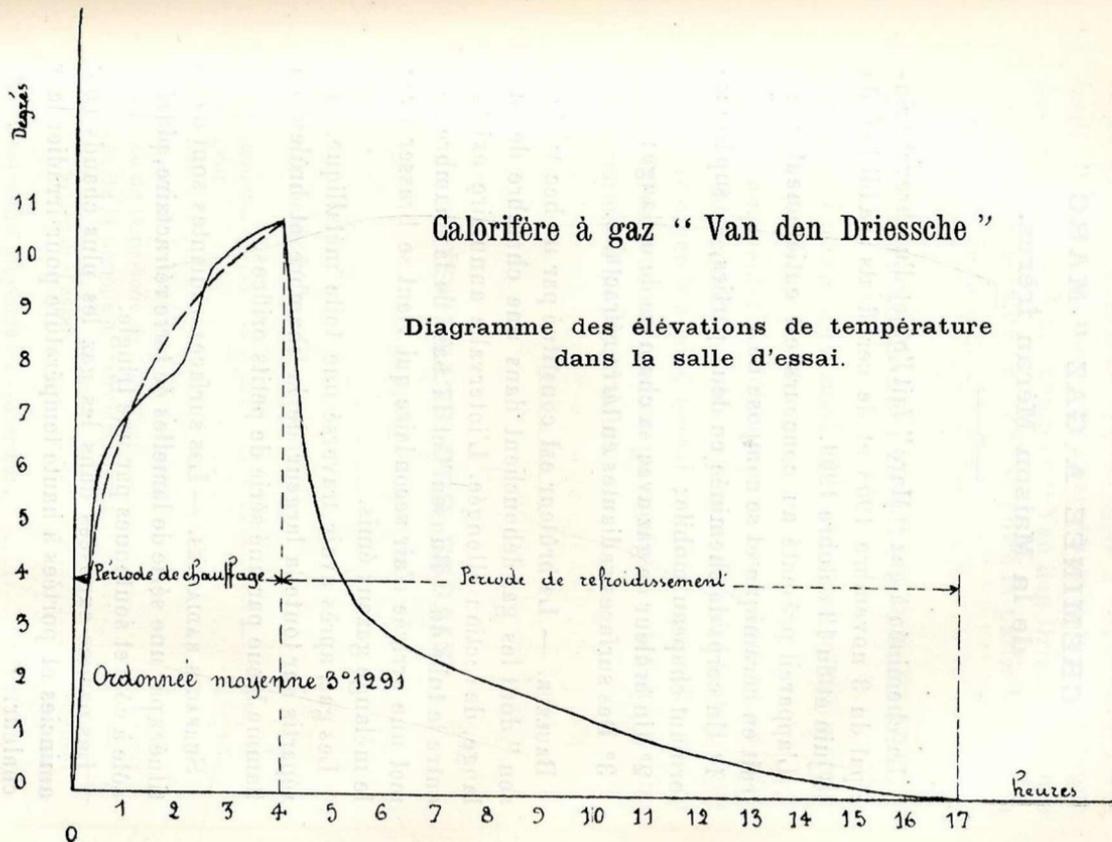
HEURES	3 h. 15	3 h. 45	4 h. 15	4 h. 45	5 h. 45
Thermomètres dans la salle chauffée.	1 25,20	2 24,20	3 23,65	4 23,25	5 22,80
	2 25,80	3 24,65	4 24,10	5 23,70	6 23,25
	3 26,85	4 25,10	5 24,50	6 24,05	7 23,50
	4 27,00	5 25,20	6 24,55	7 24,00	8 23,50
	5 27,55	6 25,65	7 24,90	8 24,40	9 23,85
	6 27,40	7 25,30	8 24,65	9 24,40	10 23,60
Totaux.....	159,80	150,10	146,35	143,50	140,50
Moyennes.....	26,63	25,02	24,39	23,92	23,42
Moyenne début.....	20,16	20,16	20,16	20,16	20,16
Elévation Température.....	6,47	4,86	4,23	3,76	3,26
Thermomètres salle témoin.	7 19,30	8 19,30	9 19,40	10 19,40	11 19,40
	8 19,60	9 19,80	10 19,90	11 20,00	12 20,00
	9 19,60	10 19,80	11 19,90	12 19,90	13 19,90
Totaux.....	58,50	58,90	59,20	59,30	59,30
Moyennes.....	19,50	19,63	19,73	19,77	19,77
Moyenne début.....	19,07	19,07	19,07	19,07	19,07
Ecart (correction).....	0,43	0,56	0,67	0,70	0,70
Elévation de température rectifiée.....	6,04	4,30	3,56	3,06	2,56
Température extérieure.....	22,0	22,0	22,0	22,0	22,0

CALORIFÈRE A GAZ "VAN DEN DRIESSCHE"

**Détermination des points du diagramme
d'après les lectures des thermomètres
et la courbe des enregistreurs.**

ABSCISSES — Temps en heures à partir du début de l'essai	ORDONNÉES — Élévation de température en degrés centigrades	ABSCISSES — Temps en heures à partir du début de l'essai	ORDONNÉES — Élévation de température en degrés centigrades
0 ^h , 0	0°, 0	9 ^h , 0	1°, 70
0,30	6,16	9,30	1,50
1,0	7,08	10,0	1,30
1,30	7,64	10,30	1,15
2,0	7,98	11,0	1,0
2,30	9,81	11,30	0,85
3,0	10,19	12,0	0,70
3,30	10,68	12,30	0,60
4,0	10,78	13,0	0,50
4,30	16,04	13,30	0,40
5,0	4,30	14,0	0,30
5,30	3,56	14,30	0,21
6,0	3,05	15,0	0,12
6,30	2,80	15,30	0,08
7,0	2,55	16,0	0,05
7,30	2,35	16,30	0,02
8,0	2,15	17,0	0,00
8,30	1,92		

Elevations de température.



Température de la salle au début de l'essai : 20°16.

CHEMINÉE A GAZ " MARC "

de la Maison Méran frères.

La cheminée à gaz " Marc " fait l'objet d'un brevet principal du 3 novembre 1908 et de certificats d'addition du 18 juin et du 13 octobre 1909.

L'appareil présenté au concours est entièrement construit en céramique et se compose de :

- 1° Un corps de cheminée en deux parties, la supérieure formant chapeau mobile ;
- 2° Un brûleur de gaz avec sa chambre de mélange ;
- 3° Des surfaces radiantes en terre réfractaire.

BRULEUR. — Le brûleur est constitué par un bec " Bunsen " dont les gaz débouchent dans une chambre de mélange, de section allongée. L'intervalle annulaire existant entre le tube du " Bunsen " et la base de la chambre permet une arrivée d'air secondaire qui vient se brasser avec le mélange gazeux émis.

Les gaz, après avoir traversé une toile métallique, sont répartis sur toute la largeur de la chambre et brûlent en flamme bleue par une série de petits orifices.

SURFACES RADIANTES. — Les surfaces radiantes sont constituées par une série de lamelles de terre réfractaire, placées côte à côte et soutenues par une tringle.

Les parties exposées dans les gaz les plus chauds sont amincies et portées à haute température pour irradier leur chaleur.

CONSTRUCTION. — L'appareil est inoxydable, bien construit,

et ne comporte que des pièces d'un remplacement très facile. Les surfaces radiantés agissent bien et on ne remarque pas, comme dans la cheminée "Van den Driessche", des écarts de température anormaux entre la partie basse et la partie haute de la salle chauffée.

Essais faits au Conservatoire le 4 Juin 1910.

Pour les essais, on a suivi exactement la même marche que dans les essais précédents.

Pour augmenter le débit de gaz consommé et se rapprocher des conditions des expériences précédentes, nous avons été amenés à faire l'essai sur trois appareils mis en série, le constructeur n'ayant pu mettre à notre disposition des appareils d'un grand débit.

RÉSULTATS DES ESSAIS

Date de l'essai : 4 Juin 1910.

Dimensions de la salle chauffée :

Longueur.....	6 m, 60
Largeur.....	3 m, 55
Hauteur.....	4 m, 00
Cube net de la salle (saillies déduites).....	92 m c
Durée de la période de chauffage.....	4 heures
Durée de la période de refroidissement.....	11 —
Durée totale de l'essai.....	<u>15 heures</u>
Température moyenne de l'extérieur.....	18°, 92
Température moyenne de la salle d'expérience au début de l'essai.....	19°, 53

Température moyenne de la salle témoin au début de l'essai.....	18°,57
Température maxima atteinte pendant l'essai.....	26°,37
Élévation maxima nette de la température de la salle d'essai.....	6°,84
Élévation moyenne de température de la salle d'expérience pour toute la durée des essais (15 heures), déduite du diagramme (ordonnée moyenne).....	2°,2425

Consommation totale du gaz d'éclairage.....	3.835 litres
Consommation moyenne horaire.....	958,75

Température moyenne des gaz de combustion.....	167°,62
--	---------

Nombre de mètres-cubes-degrés-heures de l'essai..	3.095
Dépense moyenne en gaz pour une élévation de température de 1° par mètre cube de salle pendant 1 heure (à partir d'une température initiale de 19°,53).....	1 litre, 239

Rendement thermique.

(MÉTHODE INDIRECTE).

Pouvoir calorifique absolu du gaz à la température et à la pression atmosphérique de l'essai.....	4.890 calories
Eau de combustion produite par 1 mètre cube de gaz	875 grammes

Calories développées pendant l'essai : $3,835 \times 4.890 = 18.753$ calories

Pertes.

1° Par les gaz brûlés :

Volume d'air nécessaire à la combustion de 1 mètre cube de gaz.....	5.220 litres
---	--------------

Composition des gaz brûlés pour une combustion complète :

Azote	90,0 0/0
Acide carbonique.....	11,0 0/0
	100,00 0/0

Analyse directe faite sur les gaz brûlés :

Azote et oxygène.....	97,78 0/0
Acide carbonique	2,22 0/0
	100,00 0/0

Volume d'air par mètre cube de gaz brûlé :

$$\frac{5.220 \times 11,6}{2,22} = 27.275 \text{ litres.}$$

Volume de l'oxygène absorbé par la combustion de 1 mètre cube de gaz.....	1.400 litres
Volume de l'oxygène transformé en acide carbonique	605 —
Volume de l'oxygène transformé en eau pendant la combustion.....	495 —
Volume des gaz incondensables de la combustion pour 1 mètre cube de gaz brûlé.....	26.780 —
Volume total des gaz de combustion produits pendant l'essai : $26.780 \times 3,835 =$	102.700 —

Poids des gaz produits :

Azote et oxygène.....	$102,7 \times \frac{97,78}{100} \times 1,30 =$	130 kg, 55
Acide carbonique....	$102,7 \times \frac{2,22}{100} \times 1,97 =$	4 kg, 49
Poids total des gaz de combustion.....		135 kg, 04

Chaleur perdue par les gaz :

Azote et oxygène... ..	$130,55 \times 0,23 \times 167,6 =$	5.031 calories
Acide carbonique... ..	$4,49 \times 0,2164 \times 167,0 =$	163 —
Perte totale par les gaz.....		5.194 calories

2° Perte par la vapeur d'eau entraînée :

Poids de vapeur d'eau produite par la combustion de 1 mètre cube de gaz.....	0 kg, 875
Poids total de vapeur d'eau de combustion produite pendant l'essai ($0,875 \times 3,835 =$).....	3 kg, 355

La température des gaz brûlés ayant été de $167^{\circ},6$, toute l'eau de combustion a été entraînée à l'état de vapeur surchauffée.

Chaleur contenue dans un kg de vapeur surchauffée à $167^{\circ},6$:

$$637 + 0,48 (167,6 - 100) = 670 \text{ calories.}$$

Calories entraînées par la vapeur d'eau :

$$670 \times 3,355 = 2.247 \text{ calories.}$$

Perte totale pendant l'essai :

1° Par les gaz de combustion.....	5.194 calories
2° Par la vapeur d'eau.....	2.247 —
	<hr/>
	7.441 calories

Bilan calorifique.

Perte totale en calories pour cent	39,67 0/0
Rendement thermique net de la cheminée.....	60,33 0/0
	<hr/>
	100,00 0/0

CHEMINÉE " MARC "

Recherche de l'oxyde de carbone.

Pour la recherche de l'oxyde de carbone, on s'est servi de l'appareil de Pécoul et Lévy, exactement dans les mêmes conditions que celles des essais précédents. Les résultats furent les suivants :

Premier essai

avec dégagement des gaz de combustion à l'extérieur.

Oxyde de carbone dans l'intérieur de la pièce avant l'essai.....	néant
Oxyde de carbone dans l'atmosphère de la pièce après 5 heures de combustion de l'appareil.....	néant

Deuxième essai

sans dégagement à l'extérieur des gaz de combustion.

Oxyde de carbone dans l'intérieur de la pièce avant l'essai.....	néant
Oxyde de carbone dans l'atmosphère de la pièce après 5 heures de combustion de l'appareil.....	traces inappréciables

CHEMINÉE A GAZ " MARC "

OBSERVATIONS

Période de chauffage.

HEURES		10 h. 30	11 h.	11 h. 30	12 h.	12 h. 30	1 h. 30	2 h.	2 h. 30
Thermomètres dans la salle chauffée.	1	19,60	21,55	22,40	23,85	23,50	24,60	24,90	24,80
	2	19,50	22,35	23,50	24,20	24,60	25,60	25,80	25,90
	3	19,60	22,50	23,50	24,40	24,90	25,90	26,10	26,40
	4	19,40	23,00	24,40	25,00	25,50	26,50	26,80	27,20
	5	19,60	23,45	24,60	25,25	25,65	26,90	27,10	27,40
	6	19,50	22,85	23,90	24,65	25,10	26,20	26,35	26,50
Totaux		117,20	135,70	142,30	147,35	149,25	155,70	157,05	158,20
Moyennes		19,53	22,62	23,72	24,56	24,87	25,95	26,17	26,37
Moyenne début		19,53	19,53	19,53	19,53	19,53	19,53	19,53	19,53
Élévation température		0,00	3,09	4,19	5,03	5,34	6,42	6,64	6,84
Thermomètres salle témoin.	7	18,60	18,6	18,6	18,6	18,7	18,7	18,7	18,7
	8	18,7	18,7	18,7	18,7	18,7	18,9	18,8	18,8
	9	18,4	18,5	18,5	18,5	18,5	18,9	18,6	18,6
Totaux		55,7	55,8	55,8	55,8	55,9	56,5	56,10	56,1
Moyennes		18,57	18,6	18,6	18,6	18,63	18,83	18,7	18,7
Moyenne début		18,57	18,57	18,57	18,57	18,57	18,57	18,57	18,57
Ecart (correction)		0,00	0,03	0,03	0,03	0,06	0,26	0,13	0,13
Élévation de température rectifiée		0,00	3,06	4,16	5,00	5,28	6,16	6,51	6,71
Température extérieure		18,5	18,5	19,0	19,5	19,5	19,0	19,0	18,0
Température des gaz			120,0	160,0	180,0	176,0	178,5	177,0	175,0
Compteur		50.140	50.630	51.000	51,570	52.020	53.000	53.460	53.975
Consommation totale de gaz de l'essai							3.835 litres		

CHEMINÉE A GAZ " MARC "

OBSERVATIONS

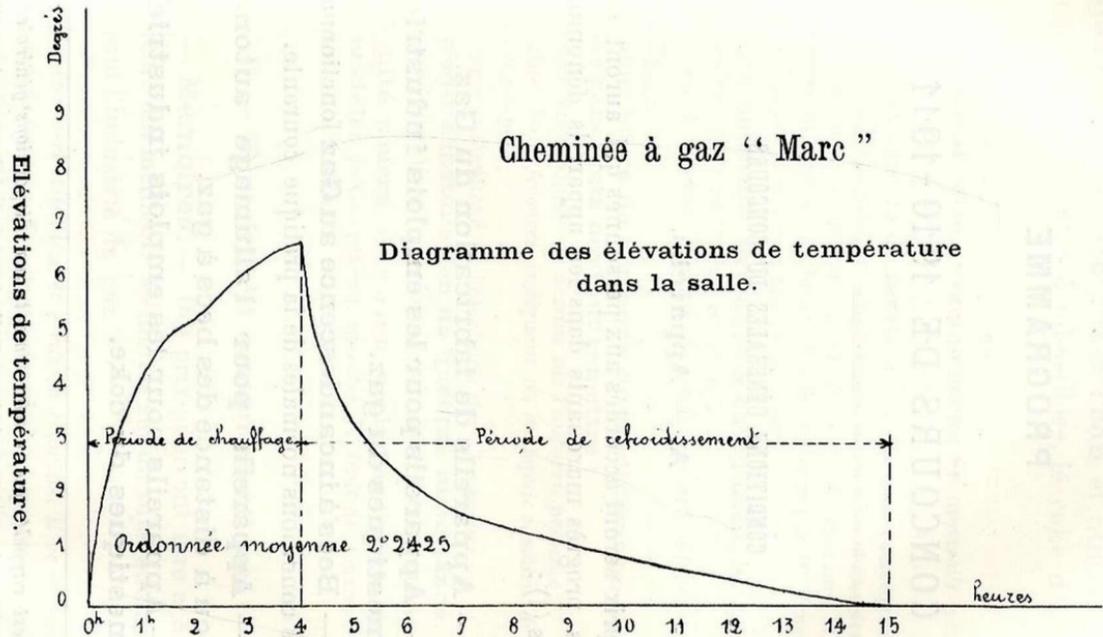
Période de refroidissement.

HEURES		3 h.	3 h. 30	4 h. 30	5 h. 30	6 h. 30
Thermomètres dans la salle chauffée.	1	23,30	22,30	21,50	21,20	20,90
	2	24,00	23,00	22,10	21,60	21,30
	3	24,20	22,90	21,90	21,45	21,10
	4	24,40	23,20	22,15	21,50	21,15
	5	24,40	23,20	22,15	21,60	21,30
	6	24,30	22,80	21,95	21,45	21,10
Totaux.....		144,60	137,40	131,70	128,80	126,85
Moyennes.....		24,10	22,90	21,95	21,47	21,14
Moyenne début.....		19,53	19,53	19,53	19,53	19,53
Elévation						
Température.....		4,57	3,37	2,43	1,94	1,61
Thermomètres salle témoin.	7	18,80	18,80	18,80	18,90	18,90
	8	18,90	18,90	18,80	19,00	19,00
	9	18,60	18,60	18,70	18,70	18,70
Totaux.....		56,30	56,30	56,30	56,60	56,60
Moyennes.....		18,76	18,76	18,76	18,87	18,87
Moyenne début.....		18,57	18,57	18,57	18,57	18,57
Ecart						
(correction).....		0,19	0,19	0,19	0,30	0,30
Elévation de température rectifiée.....						
		4,38	3,18	2,23	1,64	1,31
Température extérieure.....						
		19,0	19,0	19,0	19,0	19,0

CHEMINÉE A GAZ " MARC "

**Détermination des points du diagramme
d'après les lectures des thermomètres
et la courbe des enregistreurs.**

ABSCISSES — Temps en heures à partir du début de l'essai	ORDONNÉES — Élévation de température en degrés centigrades	ABSCISSES — Temps en heures à partir du début de l'essai	ORDONNÉES — Élévation de température en degrés centigrades
0 ^h , 0	0°, 0	8 ^h , 0	1°, 45
0,30	1,06	8,30	1,30
1,0	4,16	9,0	1,15
1,30	5,0	9,30	1,0
2,0	5,28	10,0	0,87
2,30	5,72	10,30	0,75
3,0	6,16	11,0	0,65
3,30	6,51	11,30	0,60
4,0	6,71	12,0	0,50
4,30	4,38	12,30	0,38
5,0	3,18	13,0	0,25
5,30	2,71	13,30	0,18
6,0	2,23	14,0	0,12
6,30	1,99	14,30	0,05
7,0	1,64	15,0	0,0
7,30	1,54		



Température de la salle au début de l'essai : 195°3.