

GAZ DE FRANCE

INSTRUCTIONS GÉNÉRALES
POUR L'EMPLOI
DU CERCLE A CALCUL
DES BRULEURS
A INDUCTION ATMOSPHÉRIQUE

par M. Roger VIGNES, Ingénieur Chercheur à la Direction
des Études et Techniques nouvelles du Gaz de France



FABRICATION - ENTRETIEN

PRÉSENTATION DU CERCLE A CALCUL G. D. F.

UTILISATION DU CERCLE A CALCUL.

FABRICATION - ENTRETIEN

MATIÈRE

Les règles à calcul GRAPHOPLEX et ce cercle en particulier sont fabriqués avec une résine synthétique qui ne subit aucune déformation sous l'action de l'eau ou du degré hygrométrique de l'atmosphère.

GRAVURE

Le procédé de gravure employé pour obtenir les traits de graduations ainsi que les chiffres est un procédé breveté. Cette gravure est inaltérable. Elle résiste à l'abrasion. Examinés avec un fort grossissement, les contours des traits sont parfaitement nets et purs. La lecture des graduations se fait avec précision et sans effort de la vue.

MONTAGE

Les réglottes circulaires mobiles sont encastrées dans la partie pleine; vers l'intérieur, la réglotte comporte une arête perpendiculaire, tandis que vers l'extérieur, une arête en queue d'aronde permet le maintien de la réglotte dans son logement en lui laissant toutefois la possibilité de coulisser librement.

ENTRETIEN

Ce cercle à calcul est un appareil précis et pratique. Pour lui conserver toutes ses qualités, nous vous faisons les recommandations suivantes :

- Après usage, remettez-le dans son étui.
- Évitez de le laisser séjourner longtemps au soleil d'été.
- Évitez les contacts avec des corps ayant une température supérieure à 55° C.
- Si l'appareil est souillé, nettoyez-le avec un chiffon doux (coton) imbibé d'eau et utilisez du savon de Marseille.

(Ne jamais employer de solvants pour détacher.)

PRÉSENTATION DU CERCLE A CALCUL GAZ DE FRANCE



Ce cercle à calcul a été spécialement réalisé afin de permettre la détermination rapide et sûre des caractéristiques dimensionnelles et fonctionnelles des brûleurs à induction atmosphérique.

La face A de ce cercle est conçue de manière à rendre possible l'application simultanée des trois formules suivantes, en pouvant faire varier indépendamment tous les paramètres intéressants.

$$1. \quad Q = m \times 0,182 \times d_i^2 \sqrt{\frac{h}{\delta} \frac{1}{273 + t}}$$

Cette formule permet de calculer le débit de gaz s'écoulant par un orifice calibré (injecteur), dans des conditions définies d'utilisation.

- Q = débit de gaz en m³/h, mesuré dans les conditions normales*.
d_i = diamètre de l'injecteur en mm.
h = pression du gaz au niveau de l'injecteur en mm d'eau.
δ = densité relative du gaz par rapport à l'air.
t = température du gaz au niveau de l'injecteur.
m = coefficient de dépense dépendant de la construction de l'injecteur.
(m varie de 0,75 à 0,90 pour les injecteurs de série).

* Un volume de gaz est mesuré dans les conditions normales lorsque la mesure est effectuée à 0° C et sous une pression atmosphérique de 760 mm de mercure, ce qui est abrégé sous la forme suivante :

2.

$$Q = \frac{Q_c}{P_{cs}}$$

Q = débit de gaz en m^3/h — $V_{0,760}$

Q_c = débit calorifique ou puissance calorifique en th/h .

P_{cs} = pouvoir calorifique supérieur du gaz en th/m^3 .

3.

$$Q_{0,760} = Q_{I/H} \frac{1}{1 + \alpha t} \cdot \frac{H}{760}$$

$Q_{0,760}$ = débit de gaz mesuré dans les conditions normales.

$Q_{I/H}$ = débit de gaz mesuré dans les conditions de l'essai à la température t et à la pression réelle du gaz.

$\frac{1}{1 + \alpha t}$ = coefficient de dilatation des gaz.

H = pression absolue du gaz = Pression atmosphérique + pression de distribution du gaz (en mm de mercure).

Le cercle à calcul comprend sur cette face A : cinq échelles graduées ou tables de correction dont quatre sont mobiles et une fixe; en outre, un curseur permet : soit de repérer le déplacement d'une échelle par rapport à l'autre, soit d'indiquer la valeur recherchée.

Plusieurs corrections peuvent être faites sur la table centrale à partir d'un index de base signalé par un losange (†).

La face B de l'appareil comporte quatre échelles ou tables de correction, dont deux seulement sont mobiles. Un curseur gravé de deux traits

décalés de $\sqrt{\frac{4}{\pi}}$ combiné avec deux tables logarithmiques. B et B², permet de trouver, par simple lecture, les dimensions à admettre pour les différentes parties du brûleur (longueurs et sections), afin que celui-ci soit théoriquement bien proportionné.

Il est également possible de calculer sur cette face B :

4

4. Le rapport air/gaz en appliquant la formule suivante :

$$R = \frac{d_c}{d_i} \sqrt{\delta \cdot K} \quad (\text{voir } *)$$

R = rapport air-gaz.

d_c = diamètre du col du mélangeur en mm.

d_i = diamètre de l'injecteur en mm.

δ = densité relative du gaz utilisé.

K = constante tenant compte de la température de fonctionnement du brûleur en régime (60° environ) et du coefficient d'efficacité du mélangeur = 0,8.

* Cette formule qui permet de calculer le rapport air-gaz n'est, en fait, applicable que pour le gaz de ville utilisé dans des conditions bien définies. Pour calculer le rapport air-gaz avec une bonne précision, quel que soit le fluide gazeux employé et dans des conditions variables d'utilisation, nous préconisons l'application de la formule suivante :

$$R = \left(\frac{d_s}{d_i} - 1 \right) \sqrt{\delta \cdot \omega \cdot K_1 \cdot K_2}$$

R = rapport air-gaz.

d_s = diamètre apparent de la section totale de sortie à la tête du brûleur en mm.

d_i = diamètre de l'injecteur en mm.

δ = densité relative du gaz.

ω = coefficient de dépense et de correction de température au niveau du mélangeur (voisin de 0,75 en général).

$$K_1 = 1 + \log \frac{d_i \cdot x}{d_c}$$

Si $\frac{d_i \cdot x}{d_c} > 1$, inverser la fraction et prendre $\frac{d_c}{d_i \cdot x} = K_1$.

$$K_2 = 1 + \log \frac{d_i \cdot x}{d_s}$$

Si $\frac{d_i \cdot x}{d_s} > 1$, l'action de ce facteur devient nulle et cette correction est négligée.

5

Si nous appelons x la valeur optimale du rapport $\frac{d_c}{d_i}$ qui permet d'obtenir le meilleur entraînement de l'air :

$$x = \sqrt{A_{th} \times 8,6}$$

A_{th} = volume d'air théorique nécessaire à la combustion complète d'un mètre cube de gaz.

Valeur de x pour les différents gaz usuels :

- Gaz de ville : $x = 6$
- Gaz naturel : $x = 9$
- Propane : $x = 14$
- Butane : $x = 16$

5. Le taux d'aération :
$$n = \frac{R}{A_{th}}$$

n = taux d'aération du mélange gazeux dans le brûleur.

R = rapport air-gaz.

A_{th} = air théorique nécessaire à la combustion complète d'un mètre cube de gaz.

6. La section de sortie :
$$S = \frac{Q_c \text{ th/h}}{Q_c \text{ th/h.cm}^2}$$

S = section de sortie.

$Q_c \text{ th/h}$ = débit calorifique ou puissance du brûleur en th/h.

$Q_c \text{ th/h.cm}^2$ = débit calorifique ou puissance unitaire, c'est-à-dire par cm^2 de la section de sortie.

REMARQUE

Le débit calorifique unitaire est fixé en fonction de la nature du gaz et des possibilités de stabilisation des flammes. Généralement, le $Q_c \text{ th/h.cm}^2$ est compris entre 1,200 et 1,300 pour le gaz de ville et les gaz de la première famille alors que pour les gaz riches de la seconde et de la troisième familles (gaz naturel, propane, butane...) le $Q_c \text{ th/h.cm}^2$ doit être maintenu à 0,700-0,800.

Dans le cas où les brûleurs présentent des dispositifs de stabilisation de flammes, il est bien entendu permis de choisir des puissances unitaires plus élevées.

**TABLEAU
GROUPANT LES CARACTÉRISTIQUES MOYENNES
DES GAZ USUELS**

	P_{cs}	A_{th}	δ	h
Gaz de ville.	4,500	4,2	0,54	60 à 120
Gaz naturel.	9,850	9,7	0,6	90 et 200
Propane	23,500	22,4	1,5	370
Butane.	28,700	28	1,85	280
Air propané 6,500. . . .	6,500	5,4	1,14	60 à 120
Air propané 13,500 . . .	13,500	12,5	1,28	90 et 200

P_{cs} = Pouvoir calorifique supérieur exprimé en th/m^3 .

A_{th} = Volume d'air théorique nécessaire à la combustion d'un mètre cube du gaz, exprimé en m^3 .

δ = densité relative du gaz par rapport à l'air.

h = Pression de distribution des différents gaz usuels, exprimée en mm d'eau.

0	100	200	300	400	500	600	700	800	900	1000
0,24	0,48	0,72	0,96	1,20	1,44	1,68	1,92	2,16	2,40	2,64
0,30	0,60	0,90	1,20	1,50	1,80	2,10	2,40	2,70	3,00	3,30
0,36	0,72	1,08	1,44	1,80	2,16	2,52	2,88	3,24	3,60	3,96
0,42	0,84	1,26	1,68	2,10	2,52	2,94	3,36	3,78	4,20	4,62
0,48	0,96	1,44	1,92	2,40	2,88	3,36	3,84	4,32	4,80	5,28
0,54	1,08	1,62	2,16	2,70	3,24	3,78	4,32	4,86	5,40	5,94
0,60	1,20	1,80	2,40	3,00	3,60	4,20	4,80	5,40	6,00	6,60
0,66	1,32	1,98	2,64	3,30	3,96	4,62	5,28	5,94	6,60	7,26
0,72	1,44	2,16	2,88	3,60	4,32	5,04	5,76	6,48	7,20	7,92
0,78	1,56	2,34	3,12	3,84	4,68	5,52	6,36	7,20	8,04	8,88
0,84	1,68	2,52	3,36	4,08	4,92	5,84	6,72	7,60	8,48	9,36
0,90	1,80	2,70	3,60	4,32	5,16	6,12	7,08	8,04	9,00	9,96
0,96	1,92	2,88	3,84	4,56	5,40	6,48	7,56	8,64	9,72	10,80
1,02	2,04	3,06	4,08	4,80	5,64	6,72	7,80	8,88	9,96	11,04
1,08	2,16	3,24	4,32	5,04	5,88	7,08	8,28	9,48	10,68	11,88
1,14	2,28	3,42	4,56	5,28	6,12	7,44	8,76	10,08	11,40	12,72
1,20	2,40	3,60	4,80	5,52	6,36	7,80	9,24	10,68	12,12	13,56
1,26	2,52	3,78	5,04	5,76	6,60	8,16	9,72	11,28	12,84	14,40
1,32	2,64	3,96	5,28	6,00	6,84	8,52	10,14	12,00	13,68	15,24
1,38	2,76	4,14	5,52	6,24	7,08	8,94	10,56	12,48	14,16	16,08
1,44	2,88	4,32	5,76	6,48	7,32	9,36	11,04	13,04	15,00	16,92
1,50	3,00	4,50	6,00	6,72	7,56	9,84	11,64	13,68	15,72	17,76
1,56	3,12	4,68	6,24	7,08	7,92	10,44	12,36	14,64	16,68	18,60
1,62	3,24	4,86	6,48	7,44	8,28	11,16	13,20	15,60	17,64	19,44
1,68	3,36	5,04	6,72	7,80	8,64	11,94	14,04	16,68	18,72	20,28
1,74	3,48	5,22	6,96	8,16	9,00	12,72	15,00	17,84	20,04	21,12
1,80	3,60	5,40	7,20	8,52	9,36	13,68	16,08	19,20	21,36	22,08
1,86	3,72	5,58	7,44	8,88	9,72	14,64	17,28	20,64	22,80	23,04
1,92	3,84	5,76	7,68	9,24	10,08	15,72	18,60	22,20	24,00	24,00
1,98	3,96	5,94	7,92	9,60	10,44	16,80	19,92	23,76	25,32	25,08
2,04	4,08	6,12	8,16	10,08	10,80	18,00	21,36	25,68	26,76	26,16
2,10	4,20	6,30	8,40	10,44	11,16	19,32	22,92	27,36	28,44	27,36
2,16	4,32	6,48	8,64	10,80	11,52	20,76	24,60	29,28	30,36	28,56
2,22	4,44	6,66	8,88	11,16	11,88	22,32	26,52	31,44	32,64	29,84
2,28	4,56	6,84	9,12	11,52	12,24	24,00	28,68	33,84	35,16	31,32
2,34	4,68	7,02	9,36	11,88	12,60	25,80	31,08	36,48	37,92	32,96
2,40	4,80	7,20	9,60	12,24	13,08	27,84	33,72	39,36	40,92	34,72
2,46	4,92	7,38	9,84	12,60	13,44	30,00	36,72	42,00	44,16	36,60
2,52	5,04	7,56	10,08	13,08	13,80	32,40	40,04	45,36	47,76	38,64
2,58	5,16	7,74	10,32	13,44	14,16	35,04	44,28	50,04	51,72	40,80
2,64	5,28	7,92	10,56	13,80	14,52	37,92	48,96	55,44	56,16	43,08
2,70	5,40	8,10	10,80	14,16	14,88	41,16	54,36	61,08	61,32	45,60
2,76	5,52	8,28	11,04	14,52	15,24	44,88	60,60	67,20	67,44	48,36
2,82	5,64	8,46	11,28	14,88	15,60	49,14	67,56	74,16	74,40	51,36
2,88	5,76	8,64	11,52	15,24	16,08	54,00	75,36	82,08	82,32	54,72
2,94	5,88	8,82	11,76	15,60	16,44	59,52	84,36	91,20	91,44	58,44
3,00	6,00	9,00	12,00	16,08	16,80	65,88	94,80	102,00	102,00	62,52

*** LÉGENDE DES SYMBOLES**

- ◆ Index de base
- Valeur connue
- Résultat
- ①
- ②
- ③
- ④
- ⑤

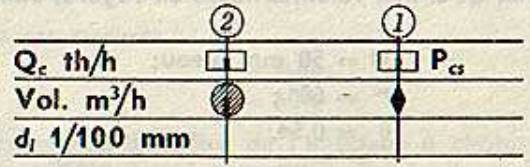
Ordre des opérations

UTILISATION DU CERCLE A CALCUL *

Face A (Curseur à un trait)

Sur le cercle à calcul, les valeurs sont lues directement dans le système d'unités couramment utilisées.

1° Calcul du volume horaire (0°/760 mm Hg) Connaissant le Q_c et le P_{cs}

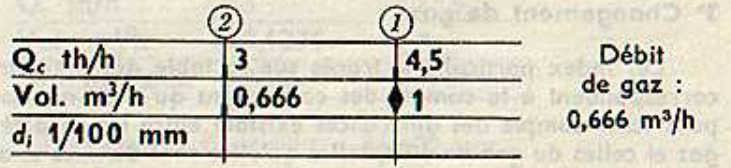


Placer l'index de l'échelle des volumes en face de la graduation de l'échelle des Q_c correspondant au P_c du gaz. Dans ces conditions, nous pouvons lire à l'aide du curseur tous les volumes à 0°/760 mm Hg, correspondant aux Q_c en regard.

EXEMPLE

Quel est le débit de gaz mesuré dans les conditions normales (0°/760 mm de mercure), correspondant à un débit calorifique $Q_c = 3000$ mth/h, si le gaz utilisé a un pouvoir calorifique : $P_{cs} 4500$ mth/m³ ?

En tenant compte des unités utilisées, nous avons en thermies et en mètres cubes :



2° Calcul du diamètre de l'injecteur

	②	①
Q_c th/h	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/> P_{cs}
Vol. m^3/h	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
d_i 1/100 mm	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Table (H. δ . t°)		

Pour obtenir le diamètre de l'injecteur, après avoir opéré comme ci-dessus, placer l'index de l'échelle des diamètres d'injecteurs (d_i) face à l'index des volumes sous le P_c du gaz.

Dans ces conditions, nous pouvons chercher avec le curseur les injecteurs correspondant aux Q_c et aux volumes/heure en regard, dans les conditions précitées :

$$H = 50 \text{ mm d'eau};$$

$$t^\circ = 60^\circ;$$

$$\delta = 0,54.$$

EXEMPLE

Quel est le diamètre de l'injecteur qui permettra d'obtenir un débit de $0,666 \text{ m}^3/h$ avec un gaz présentant les caractéristiques énoncées ci-dessus :

	②	①	
Q_c th/h	3	4,5	Diamètre de l'injecteur :
Vol. m^3/h	0,666	1	
d_i 1/100 mm	280		

280/100 mm
ou 2,80 mm

3° Changement de gaz

Les index particuliers, tracés sur la table des diamètres d'injecteurs, correspondent à la somme des corrections qu'il est nécessaire d'effectuer pour tenir compte des différences existant entre les caractéristiques de ces gaz et celles du gaz de ville, telles qu'elles sont définies ci-après.

Nous avons admis pour les différents gaz usuels les caractéristiques suivantes :

	P_{cs} th/ m^3	δ relative	mm H d'eau
GAZ DE VILLE.	4,500	0,54	50
Gaz naturel /90	9,850	0,60	90
Gaz naturel /200	9,850	0,60	200
Propane.	23,500	1,50	370
Butane	28,700	1,85	280
Air propané 6,5	6,500	1,14	60
Air propané 13,5	13,500	1,28	200

Pour toutes ces mesures :

$$m = 0,88;$$

$$t = 60^\circ.$$

Pour déterminer le diamètre de l'injecteur à choisir pour un quelconque gaz usuel, utilisé dans les conditions habituelles précitées et correspondant à un certain débit, il suffit de procéder comme il est dit au deuxième alinéa, en substituant simplement à l'index de base du gaz de ville l'index du gaz considéré.

Il faut, bien entendu, ne pas omettre de tenir compte du pouvoir calorifique du gaz employé :

EXEMPLE

Soit à calculer l'injecteur correspondant à $3 \text{ m}^3/h$ en utilisant du propane.

	②	①
Q_c th/h	3	23,5
Vol. m^3/h	0,1275	1
d_i 1/100 mm	96,2	Propane

Diamètre de l'injecteur $\sim 96/100 \text{ mm}$

4° Correction en fonction des caractéristiques du gaz et des conditions opératoires

	③	①	②
Q_c th/h	□	□ P_{cs}	
Vol. m^3/h	□	◆	
d_i 1/100 mm	●	◆	◆
Table (H, δ, t°)		◆	90

Si les conditions admises précédemment ne conviennent pas, une table de correction centrale permet de modifier à volonté tel ou tel facteur. Il est ainsi possible de se replacer dans les conditions de l'expérience.

Ces corrections se font de la manière suivante : supposons que nous voulions une pression de 90 mm et non de 50 mm. Pour modifier ce facteur, amener l'index de la table de correction des pressions (H) en face de l'index de l'échelle (d_i).

Cet index (H) est la base de la mesure des pressions sur le cercle à calcul, toutes les corrections de pression partent de cette origine.

Les index (d_i) et (H) étant en regard, placer l'index (d_i) en face de la pression choisie soit 90 mm en maintenant l'index (H) face à l'index des volumes/heure, lui-même étant en face du P_c .

Cette opération étant faite, nous obtenons par simple lecture tous les injecteurs correspondant aux Q_c et aux volumes/heure en regard, dans les conditions choisies avec une pression de 90 mm.

Il est possible de faire varier, en opérant de la même manière, l'un ou l'autre des facteurs (H, t°, δ) ou de les faire tous varier puisque les corrections s'ajoutent.

EXEMPLE

Si la pression du gaz est de 90 mm d'eau, quel injecteur faudra-t-il choisir pour obtenir un débit de 0,666 m^3/h avec du gaz de ville ?

Placer l'index de base de l'échelle des injecteurs en face de la pression choisie indiquée sur la table de correction.

	③	①	②
Q_c th/h	3	4,5	
Vol. m^3/h	0,666	◆ 1	
d_i 1/100 mm	243	◆	◆
Table de correction		◆ H	90

Diamètre de l'injecteur :
243/100 mm

5° Correction des volumes horaires en fonction de la température et de la pression absolue du gaz

En opérant comme nous l'avons fait jusqu'alors, nous obtenons par simple lecture les volumes horaires mesurés dans les conditions normales ($0^\circ/760$ mm Hg). Il est souvent plus intéressant pour l'utilisateur de connaître le volume réel de gaz, mesuré dans les conditions de l'expérience, soit par exemple à 20° sous une pression de 770 mm de mercure.

REMARQUE

La pression absolue du gaz est égale à la pression atmosphérique, soit 770 mm de mercure, à laquelle on ajoute la pression de distribution du gaz exprimée en mm de mercure.

Cela est important lorsque le gaz est distribué sous forte pression (ex. butane, propane...); dans ce cas, le calcul se fait comme suit :

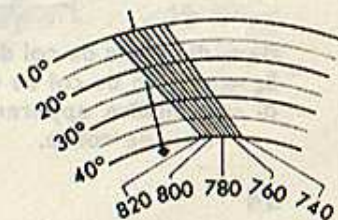
$$\text{Pression atmosphérique} + \frac{\text{Pression de distribution du gaz en mm d'eau}}{13,6 \text{ (densité du mercure)}}$$

Dans l'exemple choisi, cette correction est négligeable s'il s'agit du gaz de ville puisque l'abaque ne permet pas d'apprécier moins de 5 mm de mercure.

$$\text{En effet : } 770 + \frac{50}{13,6} \sim 773,7 \text{ mm de mercure.}$$

Admettons donc que la pression est de 770 mm de mercure et plaçons l'index de base de l'abaque en face du volume à corriger, soit : 0,666 m^3 .

En déplaçant le curseur sur le point de l'abaque correspondant à $20^\circ/770$ mm de mercure, nous pouvons lire sur l'échelle des volumes horaires la valeur : 0,706, qui représente le volume de gaz réel mesuré dans les conditions que nous nous sommes fixées.



FACE B (Curseur à deux traits)

1° Cotes des différentes parties du brûleur

Placer la longueur ou la surface connue face au repère correspondant de la table donnant la proportionnalité des différentes valeurs, lire directement toutes les autres valeurs qu'il est convenable d'adopter pour construire un brûleur bien dessiné.

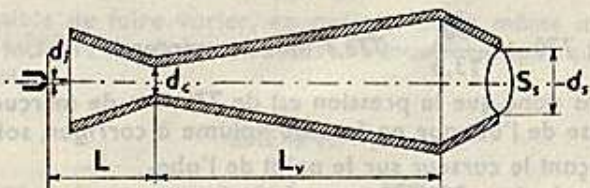
	⑤	④	③	②	①
Surfaces					
Table des proportions		d_c	S_s	d_s	d_i gaz de ville
Longueurs	L_v				

Certaines tolérances étant admises dans la construction des brûleurs sans nuire à leur fonctionnement, nous avons, pour certaines cotes, indiqué la valeur théorique par une flèche, tandis qu'une plage hachurée donne les limites de la valeur pratique admissible.

Signification des abréviations

- d_i gaz de ville = diamètre de l'injecteur pour du gaz de ville.
- d_i gaz naturel = diamètre de l'injecteur pour du gaz naturel.
- d_i propane = diamètre de l'injecteur pour du gaz propane.
- d_i butane = diamètre de l'injecteur pour du gaz butane.

Brûleur type



- d_c = diamètre du col de venturi.
- S_c = section du col de venturi.
- d_s = diamètre apparent de la section de sortie.
- S_s = section de sortie.
- L_v = longueur du venturi.
- L = distance : injecteur - col en mm.

REMARQUE

La section de sortie est souvent constituée de nombreux orifices; dans ce cas, il faut considérer la somme des sections de tous les orifices et le diamètre apparent équivalent à cette surface totale.

Le brûleur étant calculé ainsi que l'injecteur, la formule qui permet de déterminer la distance : injecteur - col (L) est la suivante :

$$L = (d_c \times 2,22) + 15$$

EXEMPLE

	⑤	④	③	②	①
Surfaces			284		
Table des proportions		L_v	d_c	S_s	d_s d_i gaz de ville
Longueurs	8	12	14,6	19	243

Soit à rechercher les dimensions à donner aux différentes parties d'un brûleur atmosphérique fonctionnant au gaz de ville sous la pression de 90 mm d'eau.

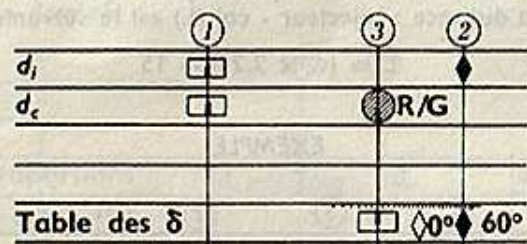
Nous connaissons le diamètre de l'injecteur (243/100 de mm); tout le brûleur doit être calculé à partir de cette donnée.

Nous plaçons donc l'index : gaz de ville (d_i) en face de sa valeur, soit 2,43 mm et, par simple lecture, nous trouvons les différentes cotes recherchées :

Diamètre d'injecteur : d_i gaz de ville	2,43 mm
Diamètre du col de venturi : d_c	14,6 mm
Section du col de venturi : S_c	16,8 mm ²
Section de sortie : S_s	2,84 cm ²
Diamètre apparent de la section de sortie : d_i d_s	19 mm
Longueur du divergent du venturi : L_v	8 à 12 cm

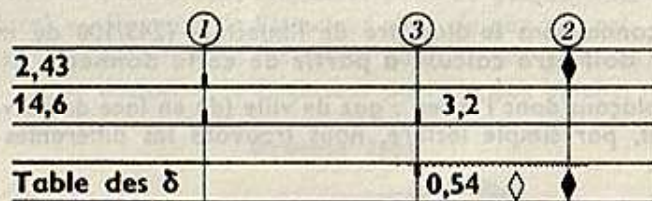
2° Calcul du rapport air-gaz $\left(\frac{R}{G}\right)$: Voir page 5 note*

$$\frac{R}{G} = \frac{d_c}{d_i} \sqrt{\delta K}$$



Après avoir placé en regard les valeurs respectives d_i et d_c , amener l'index (δ) face à l'index de l'échelle (d_i), placer le curseur sur la densité choisie et lire sur l'échelle (d_c) la valeur du rapport $\frac{R}{G}$.

EXEMPLE

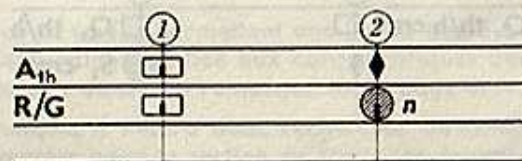


Soit à calculer le rapport air-gaz d'un brûleur ayant un col de venturi de 14,6 mm et un injecteur de 2,43 mm. Placer ces deux valeurs comme indiqué, puis mettre en alignement les deux index de base de la table extérieure et de la table des densités; en plaçant alors le curseur sur la densité du gaz, soit 0,54, nous trouvons sur la seconde échelle la valeur du rapport $\frac{R}{G}$.

Rapport air-gaz = 3,2

3° Calcul du taux d'aération (n) :

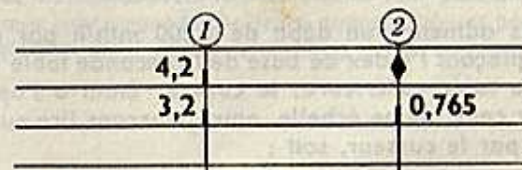
$$n = \frac{R}{A_{th} G}$$



Placer en regard les valeurs respectives de (A_{th}) et de $\left(\frac{R}{G}\right)$. Sur l'échelle inférieure lire la valeur de (n) en face de l'index de l'échelle supérieure.

EXEMPLE

Soit à rechercher le taux d'aération correspondant au rapport air-gaz de 3,2.



Plaçons en regard les valeurs correspondant au rapport air-gaz et à l'air théorique de ce gaz. (Voir tableau donnant les caractéristiques moyennes).

Nous pouvons lire sur la seconde échelle la valeur de (n) en face de l'index de l'échelle extérieure.

Le taux d'aération = 0,765

4° Calcul de la section de sortie (S) :

$$S = \frac{Q_c \text{ th/h}}{Q_c \text{ th/h.cm}^2}$$



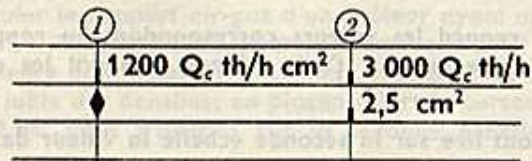
Placer l'index de l'échelle des surfaces en face de la valeur admise de débit calorifique par centimètre carré (Q_c .th/h.cm²) pour le brûleur avec le gaz considéré.

Dans ces conditions, nous pouvons lire en face des Q_c , à l'aide du curseur, les valeurs des sections de sortie correspondant aux Q_c et choisir ainsi celle qui convient.

EXEMPLE

Soit à calculer la section de sortie à choisir pour un brûleur de 3 000 mth/h fonctionnant au gaz de ville (voir remarque, page 6).

Nous devons admettre un débit de 1 200 mth/h par cm² de section de sortie. Donc, plaçons l'index de base de la seconde table en face de cette valeur lue sur la table extérieure; le curseur étant à l'aplomb du débit calorifique lu sur cette même échelle, nous pourrions lire sur la seconde la section indiquée par le curseur, soit :



Section à prévoir = 2,5 cm²

REMARQUE

Dans le calcul de la section de sortie, il y a deux points à considérer :

a) La bonne proportionnalité de la section de sortie avec les autres parties du brûleur; cette valeur, qui intervient dans le phénomène d'induction de l'air primaire (perte de charge), a été déterminée au premier alinéa de l'utilisation du cercle (face B);

b) La surface de sortie, permettant une bonne tenue des flammes selon le gaz utilisé. Cette valeur est liée aux caractéristiques des gaz et les indications sont énoncées dans une remarque de la page 6.

Dans la pratique, il faudra donc rechercher un compromis entre ces deux valeurs trouvées pour la section de sortie, en tenant compte de l'élément prépondérant.

Nous venons d'exposer les manières d'opérer pour effectuer les différentes mesures, mais il est bien évident qu'il est possible de faire de nombreux autres calculs. Sur la face A, connaissant le Q_c et les caractéristiques d'un gaz, nous pouvons trouver le diamètre de l'injecteur et le volume de gaz débité dans l'heure.

Réciproquement, connaissant l'injecteur et les caractéristiques du gaz, nous pouvons retrouver le Q_c et le volume/heure. Il est également possible de rechercher l'une des caractéristiques du gaz si les autres valeurs sont connues.

Sur la face B, de nombreuses combinaisons sont possibles. Ainsi, de très nombreux problèmes concernant les brûleurs atmosphériques peuvent être rapidement résolus grâce à l'utilisation de ce cercle à calcul spécialisé.