

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

①1 N° de publication : **2 530 317**

(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

②1 N° d'enregistrement national : **82 12339**

⑤1 Int Cl³ : F 23 D 13/40 // F 23 G 7/06.

①2 **DEMANDE DE BREVET D'INVENTION**

A1

②2 Date de dépôt : 15 juillet 1982.

③0 Priorité

④3 Date de la mise à disposition du public de la
demande : BOPI « Brevets » n° 3 du 20 janvier 1984.

⑥0 Références à d'autres documents nationaux appa-
rentés :

⑦1 Demandeur(s) : *Société anonyme dite : COMPAGNIE
FRANÇAISE DE RAFFINAGE. — FR.*

⑦2 Inventeur(s) : Michel Georges Toussaint.

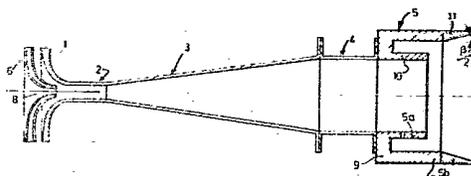
⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : Brot et Jolly.

⑤4 Procédé et dispositif pour la combustion de gaz combustibles avec induction d'air atmosphérique.

⑤7 Le procédé de combustion selon l'invention consiste à injecter le gaz à une extrémité d'une tête de combustion 1, 2, 3, 4 ouverte à l'atmosphère à ses deux extrémités et formant un venturi, de manière à ce que ledit gaz combustible entraîne par induction de l'air atmosphérique dans ladite tête, le mélange résultant d'air et de gaz étant brûlé à l'autre extrémité de ladite tête. L'injection du gaz dans ladite tête s'effectue suivant au moins une nappe à section transversale annulaire.

L'invention s'applique notamment aux brûleurs industriels à gaz.



FR 2 530 317 - A1

D

Procédé et dispositif pour la combustion de gaz combustibles avec induction d'air atmosphérique.

La présente invention concerne la combustion de gaz combustibles avec induction d'air atmosphérique.

5 Elle a plus précisément pour objet un procédé et un dispositif pour la combustion de gaz fortement dilués par une telle induction d'air, en vue de la réalisation de brûleurs-torches industriels pouvant brûler des gaz résiduels dans les meilleures conditions, et de
10 brûleurs pouvant travailler avec une forte surpression de refoulement (combustion en position immergée du brûleur, par exemple).

On connaît, dans la technique, divers types de brûleurs industriels à gaz avec induction d'air
15 atmosphérique. Dans ces brûleurs, un jet de gaz sous forte pression est dirigé par un injecteur en direction d'une tête de brûleur, dont une partie formant venturi est ouverte à ses deux extrémités, de manière que le gaz entrant à une extrémité entraîne lui-même l'air
20 nécessaire à sa combustion, sans nécessiter d'organes de ventilation auxiliaires, et se mélange intimement à cet air dans le venturi, le mélange brûlant à l'autre extrémité de la tête du brûleur.

Une étude détaillée de tels brûleurs, tant sur
25 le plan théorique que sur le plan technique, est donnée dans la référence suivante: "Les brûleurs industriels à gaz" de Pierre HOSTALIER, Edition Eyrolles.

L'invention vise à perfectionner de tels brûleurs à induction en vue de permettre notamment leur applica-
30 tion sous de grandes dimensions comme les brûleurs-torches destinés à brûler les gaz résiduels dans les unités industrielles -raffineries de pétrole, usines sidérurgiques (gaz de hauts-fourneaux)- ou afin de brûler les gaz issus de la gazéification
35 du charbon.

Dans de telles applications, le dispositif de combustion doit être apte à fonctionner de façon

efficace, c'est-à-dire à assurer une combustion complète des matières combustibles, avec une grande variété de gaz, allant des plus lourds (butane) aux plus légers (méthane, gaz de raffinerie à forte teneur en hydrogène) ou bien allant des gaz les plus pauvres (gaz pauvre ou moyen issus de la gazéification du charbon) jusqu'aux gaz les plus riches.

Le rapport entre le débit d'air induit et le débit de gaz à brûler, agissant comme gaz moteur, doit à tout moment être supérieur ou égal au rapport stoechiométrique, afin que le brûleur puisse opérer de façon entièrement autonome, sans apport d'air extérieur complémentaire, même si le débit et la pression du gaz moteur varient brusquement dans de grandes proportions, comme cela se produit fréquemment dans l'industrie.

Le brûleur doit, par ailleurs, pouvoir travailler efficacement avec une surpression de refoulement, laquelle, naturellement, réduit l'induction d'air atmosphérique. Celle-ci reste toutefois suffisante pour assurer une combustion avec excès d'air dans de nombreux cas de fonctionnement. Le brûleur peut donc trouver application lorsque l'on veut effectuer une combustion immergée, dans laquelle il est nécessaire de vaincre une perte de charge importante.

Enfin, pour stabiliser la flamme, le brûleur doit être équipé d'un dispositif accroche-flamme qui soit efficace pour une grande gamme d'excès d'air et une grande diversité de gaz combustibles et qui n'entraîne pas de pertes de charge excessives supplémentaires au nez du brûleur.

Le procédé et le dispositif conforme à l'invention visent à satisfaire ces divers impératifs.

A cet effet, l'invention a pour objet un procédé de combustion d'un gaz combustible, selon lequel on injecte le gaz à une extrémité d'un corps profilé ouvert à l'atmosphère à ses deux extrémités et formant venturi, de manière que ledit gaz combustible entraîne

par induction de l'air atmosphérique dans ledit corps, le mélange résultant d'air et de gaz étant brûlé à l'autre extrémité dudit corps, ce procédé étant caractérisé en ce que l'injection dudit gaz s'effectue
5 dans ledit corps suivant au moins une nappe à section transversale annulaire.

La Demanderesse a, en effet, établi qu'une telle injection de gaz sous la forme d'au moins une nappe ou d'un voile à section annulaire, a pour effet d'ac-
10 croître considérablement la surface de contact avec l'air d'induction, ce qui se traduit par un taux d'entraînement très élevé de débit d'air par le débit de gaz moteur.

Avantageusement, de l'air sera entraîné non
15 seulement à la périphérie de la nappe de gaz à section transversale annulaire, mais également suivant sa surface interne, au moins une entrée d'air étant prévue dans ce but dans la partie centrale de l'anneau d'injection du gaz, ce qui doublera la surface
20 d'échange air-gaz.

Lorsque cela sera possible technologiquement, on pourra avantageusement utiliser deux, trois ou même davantage de voiles annulaires, de manière à ce que
25 chacun d'eux produise son propre effet d'entraînement.

Dans ce cas, les nappes ou voiles de gaz à
section annulaire seront disposés de préférence sui-
vant un même axe d'injection, les orifices d'injection des nappes à section annulaire croissante étant
30 décalés d'amont en aval en direction du corps de combustion.

L'invention a également pour objet un dispositif pour la combustion d'un gaz combustible, comprenant un corps de brûleur profilé, ouvert à ses deux extré-
mités et formant venturi, et des moyens pour injecter
35 le gaz sous pression à l'une des extrémités dudit corps, ledit dispositif étant caractérisé en ce que lesdits moyens d'injection sont tels que le gaz soit

injecté sous la forme d'une ou plusieurs nappes à sections transversales annulaires.

Le corps profilé du dispositif conforme à l'invention pourra comprendre, de façon connue en soi, 5 une entrée d'air, de préférence circulaire, mais qui peut être un simple tronc de cône convergent dans le sens de l'écoulement du flux gazeux, un mélangeur de forme cylindrique coaxial à ladite entrée d'air et raccordé à celle-ci, un tronc de cône divergent 10 dans le sens d'écoulement en flux gazeux, ce divergent étant coaxial audit mélangeur et raccordé à celui-ci.

Conformément à l'invention, le divergent du corps dudit dispositif aura la forme d'un tronc de cône d'angle au sommet sensiblement égal à 7° . La 15 Demanderesse a remarqué, en effet, que le rendement du diffuseur (rapport de l'énergie potentielle récupérée à l'énergie cinétique perdue) est maximal pour un angle au sommet de 7° . Toutefois, lorsque cela est possible économiquement et technologiquement, le di- 20 vergent peut se terminer par un profil évasé, ce qui permet de réduire l'encombrement du brûleur et d'augmenter encore le rendement. L'angle de sortie du divergent, dans ce cas, est au maximum de 20° .

Dans ce divergent, la pression augmente par 25 conversion de l'énergie cinétique du fluide en décélération régulière. Il a été constaté que l'adjonction d'une section cylindrique à la sortie du diffuseur divergent assure une augmentation supplémentaire de la pression, car l'écoulement est régularisé et ralenti 30 de façon supplémentaire.

Les moyens d'injection du gaz sous pression comprendront un ou plusieurs injecteurs annulaires disposés à l'extrémité aval du corps du brûleur. Dans le cas où le dispositif comprend plusieurs injecteurs annulaires 35 à sections différentes, ces injecteurs seront disposés suivant l'axe dudit corps et les injecteurs de section croissante seront décalés d'amont en aval suivant ledit axe.

Le ou les injecteurs annulaires présentent de préférence une restriction ou col en amont de leur orifice et leurs dimensions sont telles que la vitesse du gaz au niveau du col soit égale à celle du son dans ce gaz.

5 Si l'on veut obtenir des taux de dilution élevés du gaz de combustion et si l'on dispose de ce gaz sous forte pression, celui-ci est injecté dans le corps du dispositif avec un taux de détente largement supersonique. La section annulaire de l'injecteur aura ainsi un profil

10 convergent-divergent et la Demanderesse a établi qu'il est souhaitable que l'angle de sortie du divergent soit égal à 24° environ. Par contre, si la pression du gaz disponible est trop faible, le taux de détente critique du gaz n'étant pas atteint, il est souhaitable de réduire

15 au maximum la longueur du divergent de manière à obtenir une meilleure adaptation. La section de sortie de l'injecteur est alors égale à sa section au col.

Dans le même but, le rapport R entre la section au col annulaire de l'injecteur et la section du mélangeur

20 du corps du brûleur devra être très faible,

$$(0,0033 \leq R \leq 0,033).$$

Dans le même but, une entrée d'air additionnelle sera présente dans la partie centrale de chaque injecteur, afin de doubler les surfaces d'échange air-gaz.

25 En vue de stabiliser la flamme à l'extrémité de la tête de combustion, celle-ci sera de préférence équipée d'un accroche-flamme. Afin de limiter les pertes de charge dues à cet accroche-flamme, celui-ci ne devra pas produire un rétrécissement de la section de passage du mélange air-gaz à la sortie du diffuseur. L'accroche-flamme

30 sera donc du type aérodynamique avec ouvreau et il comprendra dans ce but deux cylindres coaxiaux de longueur inégale réunis par une partie annulaire, le cylindre le plus court, ouvert à ses deux extrémités, étant raccordé

35 à l'extrémité du diffuseur, de préférence par l'intermédiaire d'un élément cylindrique formant stabilisateur de la vitesse des gaz, la partie annulaire réunissant

les deux cylindres étant perpendiculaire à l'axe des brûleurs. Le cylindre extérieur, plus long, favorise l'établissement d'un régime d'écoulement stable. Il est raccordé à un ouvreau conique d'angle au sommet compris entre 5 10 et 35°.

Dans un ouvreau conique, la vitesse d'écoulement du mélange décroît en même temps que la section augmente et le front de flamme se stabilise dans une zone où il y a égalité des vitesses d'écoulement et de propagation 10 de flamme. Il a été remarqué que plus l'angle au sommet était ouvert, plus la souplesse du brûleur était grande.

Optionnellement, pour des applications particulières telles que les brûleurs radiants par exemple, le profil de l'ouvreau peut être évolutif avec un rayon de courbure 15 cylindrique, de façon que l'angle au sommet final de l'ouvreau soit égal à 180°. Dans ce cas, la flamme adhère à la paroi de l'ouvreau réfractaire, par effet Coanda. Cet ouvreau, chauffé à haute température, rayonne vers la charge à chauffer.

20 Avec un tel accroche-flamme, l'inflammation des gaz s'effectue à l'extrémité du cylindre interne de celui-ci, tandis qu'une recirculation des fumées se produit entre les deux cylindres et porte le mélange combustible à une température supérieure à sa température d'inflam- 25 nation. Deux ou plusieurs passages peuvent être avantageusement ménagés dans le cylindre interne de l'accroche-flamme, de manière à alimenter en mélange combustible la zone de recirculation des fumées. De même, optionnellement, un ou plusieurs orifices d'admission d'air frais 30 pourront être prévus dans le cylindre externe.

Des essais effectués par la Demanderesse et qui seront rapportés ci-après, il ressort qu'avec des gaz combustibles très différents, la quantité d'air induit dans un tel brûleur est telle que le taux de dilution 35 de gaz combustible, c'est-à-dire le rapport de débit d'air induit au débit de gaz, est nettement supérieur au rapport stoechiométrique, quelle que soit la pression d'alimentation, tout en obtenant une flamme parfaitement stable.

- 7 -

Le dispositif conforme à l'invention peut être employé avec avantage dans l'industrie dans toutes les techniques utilisant des brûleurs industriels, par exemple dans les fours de traitement thermique, dans
5 les fours à gaz de raffinerie, les verreries, les fours de céramique, dans les procédés avec combustion immergée ou bien lorsque les gaz brûlés doivent vaincre une forte perte de charge.

Ses performances subsistent en outre lorsqu'il tra-
10 vaille avec une grande diversité de gaz, ce qui permet de l'utiliser comme brûleur-torche pour brûler des gaz résiduels dans l'industrie.

L'invention sera plus complètement décrite ci-après, en référence aux dessins annexés, sur lesquels :

15 la figure 1 est une vue schématique en coupe d'un brûleur conforme à l'invention ;

la figure 2 illustre schématiquement une variante de réalisation du corps du brûleur, de l'accroche-flamme et de l'ouvreau ;

20 la figure 3 est une coupe partielle, à plus grande échelle, d'un brûleur comprenant une pluralité de buses d'injection, illustrant la forme et la position de ces buses par rapport au corps du brûleur ;

25 la figure 4 est une vue de détail illustrant le montage des buses d'injection ;

les figures 5 à 9 représentent, pour différents gaz, des courbes indiquant les débits d'air induit en fonction du débit de gaz combustible, à diverses pressions d'injection, dans le cas d'un brûleur équipé d'un unique
30 injecteur annulaire ;

Le brûleur représenté sur la figure 1 comprend une chambre d'entrée d'air 1, disposée en amont dans le sens d'écoulement du gaz et constituée d'un profil convergent profilé, qui peut être éventuellement tronconique. Ce
35 profil 1 est raccordé à une chambre cylindrique 2, formant mélangeur et se prolongeant par un divergent 3, en forme de tronc de cône formant diffuseur.

En variante (figure 2), le divergent peut avoir un profil 3a s'évasant régulièrement vers l'aval à la manière d'une trompette, ce qui accroît le rendement du diffuseur. Dans ce cas, l'angle de sortie α du divergent 3a est au plus égal à 20°.

A l'extrémité du divergent 3 est fixée une chambre cylindrique 4, servant de stabilisateur destiné à homogénéiser la vitesse des gaz. La chambre 4 est munie, à son extrémité en aval, d'un accroche-flamme de type aérodynamique, qui sera décrit plus en détail ci-après.

L'arrivée du gaz combustible s'effectue par une buse à section annulaire 6, coaxiale à la chambre d'entrée d'air 1, se prolongeant par un injecteur à section annulaire.

La buse 6 est percée suivant son axe d'un conduit 8, ouvert à ses deux extrémités et qui communique avec l'atmosphère par son extrémité aval. Ce conduit 8 forme une seconde entrée d'air pour le brûleur, qui s'ajoute à celle définie par les parois externes de la buse 6 et les parois internes de la chambre 1.

L'alimentation en air s'effectue de façon usuelle par entraînement par le gaz combustible, qui sert d'agent moteur, mais, le gaz étant injecté sous pression et à grande vitesse sous forme d'une nappe cylindrique ou conique, en contact avec l'air aussi bien par sa partie externe que par sa partie interne, une diffusion et un mélange avec l'air se produisent très rapidement, avec un minimum de perte de charge au contact des parois.

L'échange d'énergie entre les deux flux gazeux, le flux moteur de gaz combustible, d'une part, et le flux d'air induit, d'autre part, d'abord dans le mélangeur 2, puis dans le divergent 3, conduit à un mélange extrêmement homogène à l'entrée du stabilisateur 4. En outre, du fait de la grande vitesse du gaz d'injection, de la double induction d'air, à la périphérie et au centre des nappes du gaz combustible, et de l'importance des surfaces de contact gaz-air, on obtient une très importante dilution du gaz combustible dans tous les cas, supérieure au

mélange stoechiométrique, comme on le montrera ci-après, en décrivant différents exemples d'application de l'invention.

L'accroche-flamme 5 disposé à l'extrémité aval du stabilisateur 4 est du type aérodynamique et comprend deux cylindres coaxiaux 5a, 5b, réunis par une partie annulaire 9 perpendiculaire à l'axe du stabilisateur 4. Le cylindre 5a, ouvert à ses deux extrémités, est disposé dans le prolongement du stabilisateur 4. Ses parois sont percées d'orifices 10, permettant le passage du mélange combustible dans l'intervalle séparant le cylindre 5a du cylindre 5b. Ce dernier est plus long que le cylindre 5a. Il est prolongé par un ouvreau 11 tronconique divergent dans le sens de l'écoulement, avec un angle au sommet β compris entre 10 et 35°. Dans certains cas, le profil de l'ouvreau 12 peut être évolutif cylindrique avec un angle au sommet final de 180°.

L'inflammation initiale du mélange air-gaz arrivant par le stabilisateur 4 et le réallumage continuels de la flamme sont assurés par la recirculation, dans l'espace séparant les deux cylindres, de fumées à haute température, qui portent le mélange combustible à une température supérieure à sa température d'inflammation. Du fait qu'aucun obstacle matériel n'est disposé sur le trajet du mélange gazeux, celui-ci ne subit pas de pertes de charge notables.

Une forme de réalisation préférée des buses d'injection angulaire apparaît sur la figure 3, qui représente un brûleur comportant en aval de l'entrée 1a du corps du brûleur une pluralité de buses 6a, 6b, 6c coaxiales, à section croissante d'amont en aval et décalées les unes par rapport aux autres.

La paroi de chaque injecteur la plus proche de l'axe X'X, est sensiblement cylindrique et se termine par un divergent d'angle α_1 sensiblement égal à 7°. L'autre paroi présente une protubérance telle que 7a, 7b, 7c, définissant avec la paroi adjacente un col séparant un

- 10 -

convergent d'un divergent d'angle α_2 compris entre 0 et 24° (0° dans le cas où la pression du gaz est faible, et l'écoulement est subsonique, et 24° dans le cas d'un écoulement sonique au col et largement supersonique dans le divergent).

Si l'on appelle s_c la section annulaire au niveau du col de chaque injecteur, s_i la section de l'injecteur à l'extrémité du convergent d'angle α_2 et S_m la section du mélangeur 2a, la Demanderesse a établi que, pour obtenir un rendement optimum du brûleur, ces paramètres doivent répondre aux conditions suivantes :

$$1 \leq \frac{s_i}{s_c} \leq 2$$

et

$$30 \leq \frac{S_m}{s_c} \leq 300$$

Les valeurs à adopter varient en fonction du gaz considéré, de sa température et de sa pression, et il est donc souhaitable de pouvoir remplacer facilement un ou plusieurs injecteurs d'un même brûleur.

La figure 4 représente un mode de montage des injecteurs qui se prête à un démontage et un remontage rapides, les injecteurs 6' et 6'' étant simplement supportés par une entretoise 12, avec interposition de cales 13, l'entretoise 12 étant elle-même fixée sur la paroi de la chambre 1' d'entrée d'air.

L'exemple suivant rapporte divers essais effectués avec un brûleur du type de celui qui vient d'être décrit.

EXEMPLE

On a utilisé un brûleur à un seul injecteur annulaire, présentant les caractéristiques dimensionnelles suivantes :

- longueur de mélangeur 2 = 66 mm ;
- diamètre du mélangeur 2 = 30 mm ;
- angle au sommet du cône divergent du diffuseur : 7° ;
- diamètre de sortie du divergent : 70 mm ;
- diamètre du stabilisateur 4 : 70 mm ;
- longueur du stabilisateur 4 : 145 mm ;
- diamètre interne du cylindre 5a de l'accroche-flamme : 70 mm ;

- 11 -

- longueur du cylindre 5a de l'accroche-flamme :
50 mm ;
- diamètre interne du cylindre 5b de l'accroche-flamme : 120 mm ;
- 5 - longueur du cylindre 5b de l'accroche-flamme :
60 mm ;
- angle de révolution du cône de l'ouvreau 11 :
 $\beta = 30^\circ$;
- longueur de l'ouvreau divergent 11 : 50 mm ;
- 10 - diamètre de sortie du brûleur : 145 mm ;
- largeur des fentes annulaires des injecteurs successivement utilisés : 0,1; 0,2 ; et 0,4 mm.

Avec ce brûleur, une série systématique d'essais a été effectuée avec du méthane, de l'éthane, du propane et du butane, à différentes pressions d'alimentation, en utilisant les divers injecteurs annulaires.

Les mesures ont porté à chaque fois sur le débit Q' de gaz combustible servant de gaz moteur, le débit Q'' d'air induit et la stabilité de la flamme.

20 Les résultats obtenus dans cinq de ces essais apparaissent sur les figures 5, 6, 7, 8, et 9 des dessins annexés.

La figure 5 concerne l'injection de méthane avec un injecteur annulaire ayant une largeur de fente de 25 0,1 mm. Le taux de dilution Q''/Q' est très élevé et nettement supérieur au rapport stoechiométrique. Il est cependant nécessaire d'opérer sous une pression d'injection d'au moins 3 bars relatifs, car, à plus faible pression, la quantité d'air induit est trop élevée, ce 30 qui se traduit par des conditions de mélange, entre le méthane et l'air, telles que l'on est en dehors des conditions limites d'inflammabilité. Il faut, dans ce dernier cas, réduire artificiellement le débit d'air induit au moyen d'une fenêtre d'admission réglable.

35 La figure 6 rapporte des essais effectués avec l'éthane et un injecteur annulaire à largeur de fente égale à 0,1 mm. Le taux de dilution $\frac{Q''}{Q'}$ est égal ou

supérieur au rapport stoechiométrique et l'on constate une excellente adaptation de ce rapport à la pression d'injection. La flamme est parfaitement stable dans tout le domaine de pression.

5 La figure 7 concerne des essais au propane avec une fente annulaire d'injection de 0,1 mm de largeur. Dans ce cas, également, le rapport de dilution $\frac{Q^n}{Q^s}$ est généralement supérieur au rapport stoechiométrique, bien qu'il ait tendance à baisser aux fortes pressions.

10 La figure 8 concerne des essais similaires effectués avec le butane et un injecteur annulaire de largeur de fente égale à 0,1 mm. Ces essais montrent que le rapport de dilution $\frac{Q^n}{Q^s}$ est très voisin du rapport stoechiométrique.

15 La figure 9 concerne d'autres essais effectués avec du méthane et un injecteur annulaire de largeur de fente égale à 0,2 mm. Cette figure est à rapprocher par conséquent de la figure 5, qui concerne des essais similaires effectués avec une fente d'injection de largeur
20 égale à 0,1 mm. Dans ce cas, également, le rapport $\frac{Q^n}{Q^s}$ s'adapte bien aux variations de pression et reste voisin du rapport stoechiométrique. La flamme est parfaitement stable dans tout le domaine des pressions d'alimentation.

25 Des essais avantageux conduits avec des injecteurs annulaires de plus grande section ont confirmé ces excellentes performances du brûleur selon l'invention.

De façon surprenante, ces performances se maintiennent même lorsque le brûleur a des dimensions très importantes, pouvant atteindre des diamètres supérieurs
30 à 200 mm à la sortie du brûleur (diamètre de sortie du divergent). Il peut donc être utilisé avec avantage comme brûleur-torche pour brûler des gaz résiduels dont la composition, le débit et la pression sont sujets à de fréquentes variations.

REVENDICATIONS

1.- Procédé de combustion d'un gaz combustible, selon lequel on injecte le gaz à une extrémité d'une tête de combustion (1, 2, 3, 4) ouverte à l'atmosphère à ses deux extrémités et formant venturi, de manière que ledit gaz combustible entraîne par induction de l'air atmosphérique dans ladite tête, le mélange résultant d'air et de gaz étant brûlé à l'autre extrémité de ladite tête, ce procédé étant caractérisé en ce que l'injection dudit gaz s'effectue dans ladite tête suivant au moins une nappe à section transversale annulaire.

2.- Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'induction d'air s'effectue conjointement suivant la partie externe et la partie interne de chaque nappe.

3.- Dispositif pour la combustion d'un gaz combustible, comprenant un corps de brûleur profilé ouvert à ses deux extrémités et formant venturi (1, 2, 3, 4) et des moyens (6) pour injecter le gaz sous pression à l'une des extrémités (1) dudit corps, ledit dispositif étant caractérisé en ce que lesdits moyens d'injection (6) sont tels que le gaz soit injecté sous la forme d'au moins une nappe à section transversale annulaire.

4.- Dispositif selon la revendication 3, comprenant une pluralité d'injecteurs à section annulaire (6a, 6b, 6c) de sections différentes, caractérisé en ce que lesdits injecteurs sont disposés à l'extrémité aval du corps du brûleur suivant l'axe de celui-ci, les injecteurs de section croissante étant décalés d'amont en aval suivant ledit axe.

5.- Dispositif selon l'une des revendications 3 et 4, caractérisé en ce que le ou lesdits injecteurs (6a, 6b, 6c) présentent une restriction, définissant un col (7a, 7b, 7c) d'un convergent-divergent, en amont de leur orifice d'injection.

6.- Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que les dimensions relatives de chaque injecteur sont telles que le gaz atteint une vitesse sonique au niveau dudit col.

5 7.- Dispositif selon l'une des revendications 5 et 6, caractérisé en ce que le divergent suivant ledit col (7a, 7b, 7c) a un angle au sommet (α_2) compris entre 0 et 24°.

10 8.- Dispositif selon l'une des revendications 3 à 7, caractérisé en ce que la paroi de chaque injecteur (6a, 6b, 6c) la plus proche de son axe X'-X comporte une partie parallèle à cet axe se terminant par un divergent d'angle (α_1) sensiblement égal à 7°.

15 9.- Dispositif selon l'une des revendications 5 à 8, caractérisé en ce que la section annulaire s_c au niveau du col de chaque injecteur, la section annulaire s_1 au niveau de l'orifice de chaque injecteur et la section S_m la plus faible du corps du brûleur répondent aux conditions suivantes :

20
$$1 \leq \frac{s_1}{s_c} \leq 2$$

30
$$30 \leq \frac{S}{S_c} \leq 300$$

25 10.- Dispositif selon l'une des revendications 3 à 9, caractérisé en ce que le ou lesdits injecteurs (6', 6'') sont montés de façon amovible par rapport au corps du brûleur.

11.- Dispositif selon l'une des revendications 3 à 10, caractérisé en ce qu'une entrée d'air additionnelle (8) est ménagée suivant l'axe du ou desdits moyens d'injection (6).

30 12.- Dispositif selon l'une des revendications 3 à 11, caractérisé en ce que ledit corps du brûleur comprend d'amont en aval une entrée d'air (1), de préférence convergente dans le sens d'écoulement du gaz, un mélangeur de forme cylindrique (2), coaxial à ladite entrée d'air
35 (1) et raccordé à celle-ci, et un divergent formant diffuseur de gaz (3), coaxial audit mélangeur et raccordé à celui-ci.

13.- Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que ledit divergent (3) a un angle au sommet de l'ordre de 7°.

5 14.- Dispositif selon la revendication 12, caractérisé en ce que ledit corps du brûleur a un profil continu, évasé vers l'aval en forme de trompette, l'angle (α) d'extrémité du divergent (3a) étant au plus égal à 20°.

10 15.- Dispositif selon l'une des revendications 3 à 14, caractérisé en ce que, de façon connue en soi, il comporte un accroche-flamme (5) à l'extrémité aval de la tête de combustion.

15 16.- Dispositif selon la revendication 15, caractérisé en ce que ledit accroche-flamme (5) est du type aérodynamique à ouvreau, ledit ouvreau (11) constituant l'extrémité du corps du brûleur et ayant un profil tronconique d'angle au sommet compris entre 10° et 35° ou, éventuellement, un profil évolutif d'angle au sommet égal à 180°.

20 17.- Dispositif selon la revendication 16, caractérisé en ce que ledit accroche-flamme (5) comporte deux parties cylindriques coaxiales (5a, 5b) de longueur inégale, réunies par une partie annulaire, le cylindre le plus court (5a), ouvert à ses deux extrémités, étant raccordé à l'extrémité aval du diffuseur (3), de préférence
25 par l'intermédiaire d'un élément cylindrique (4) formant stabilisateur de la vitesse des gaz, la partie annulaire (9), réunissant les deux cylindres (5a, 5b), étant
perpendiculaire à l'axe du diffuseur (3) à la périphérie
30 de l'extrémité de celle-ci ou du stabilisateur cylindrique qui la prolonge.

18.- Dispositif selon la revendication 17, caractérisé en ce que ladite partie cylindrique (5a) de l'accroche-flamme (5) est percée d'ouvertures (10) pour le
35 passage du mélange gazeux combustible et en ce que ladite partie cylindrique (5b) est éventuellement percée d'ouvertures pour le passage d'air lorsque le brûleur fonctionne sans surpression de refoulement.

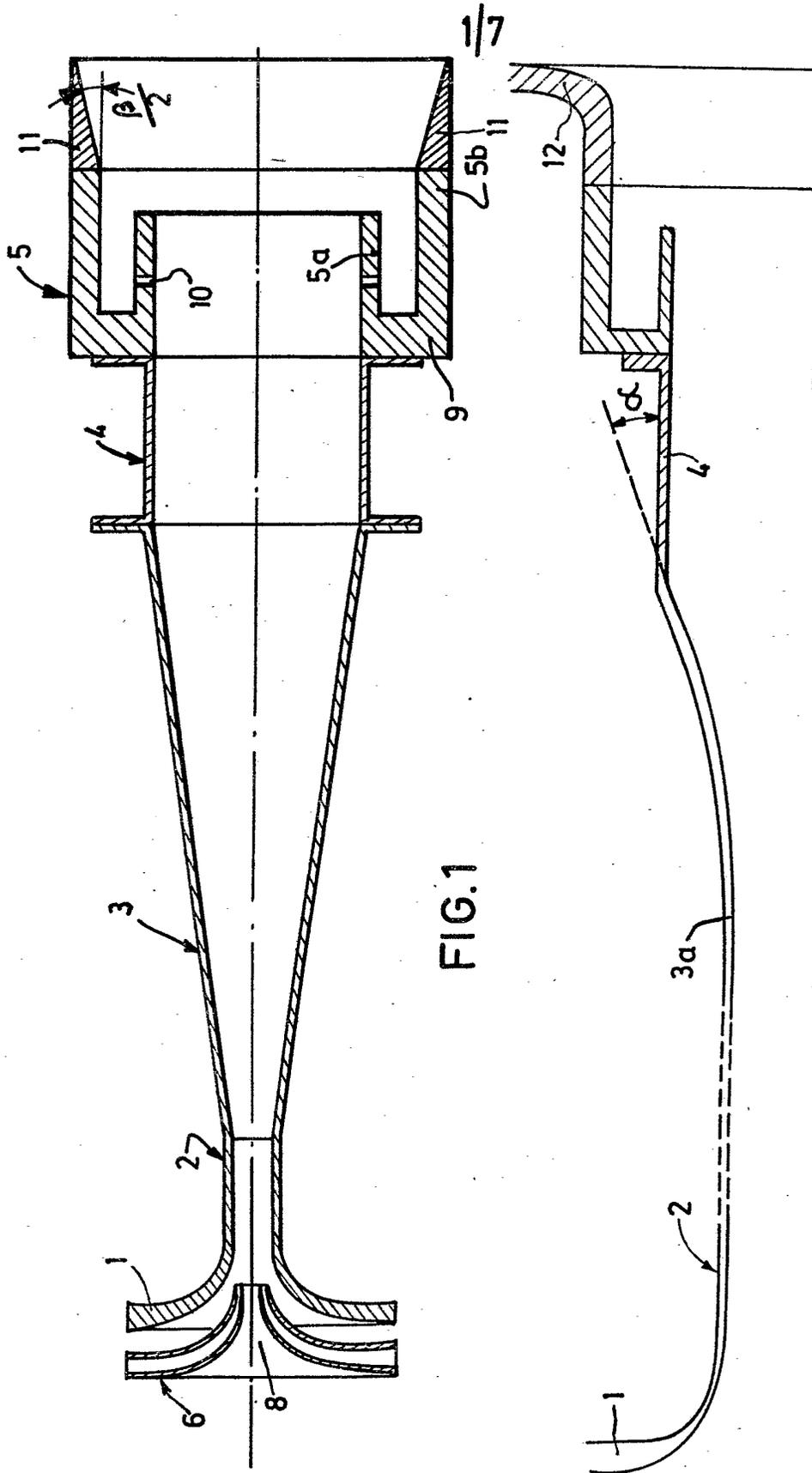


FIG. 1

FIG. 2

2/7

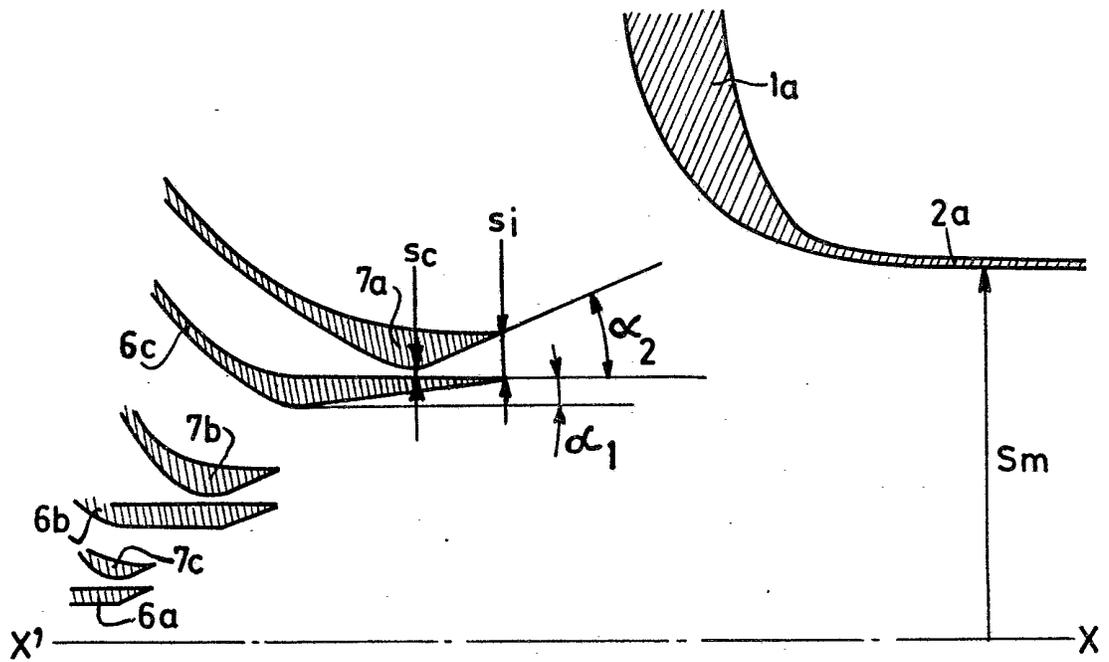


FIG.3

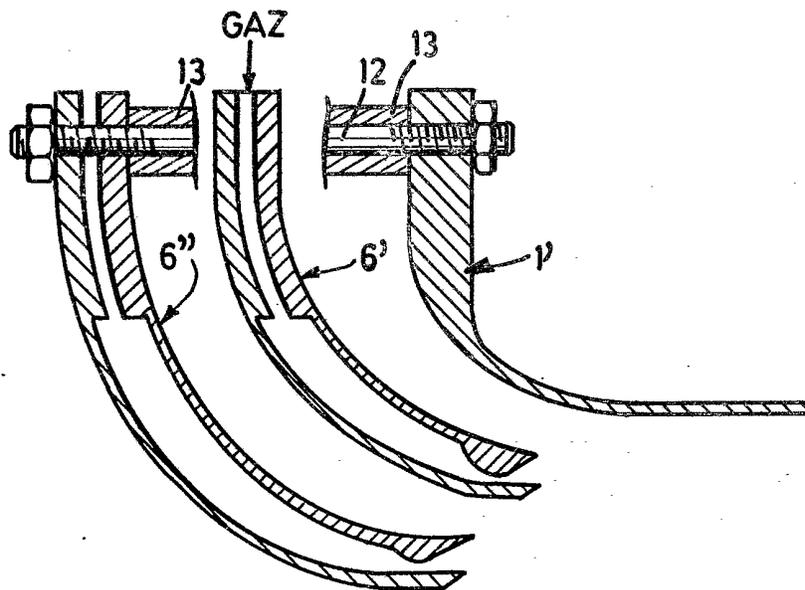


FIG.4

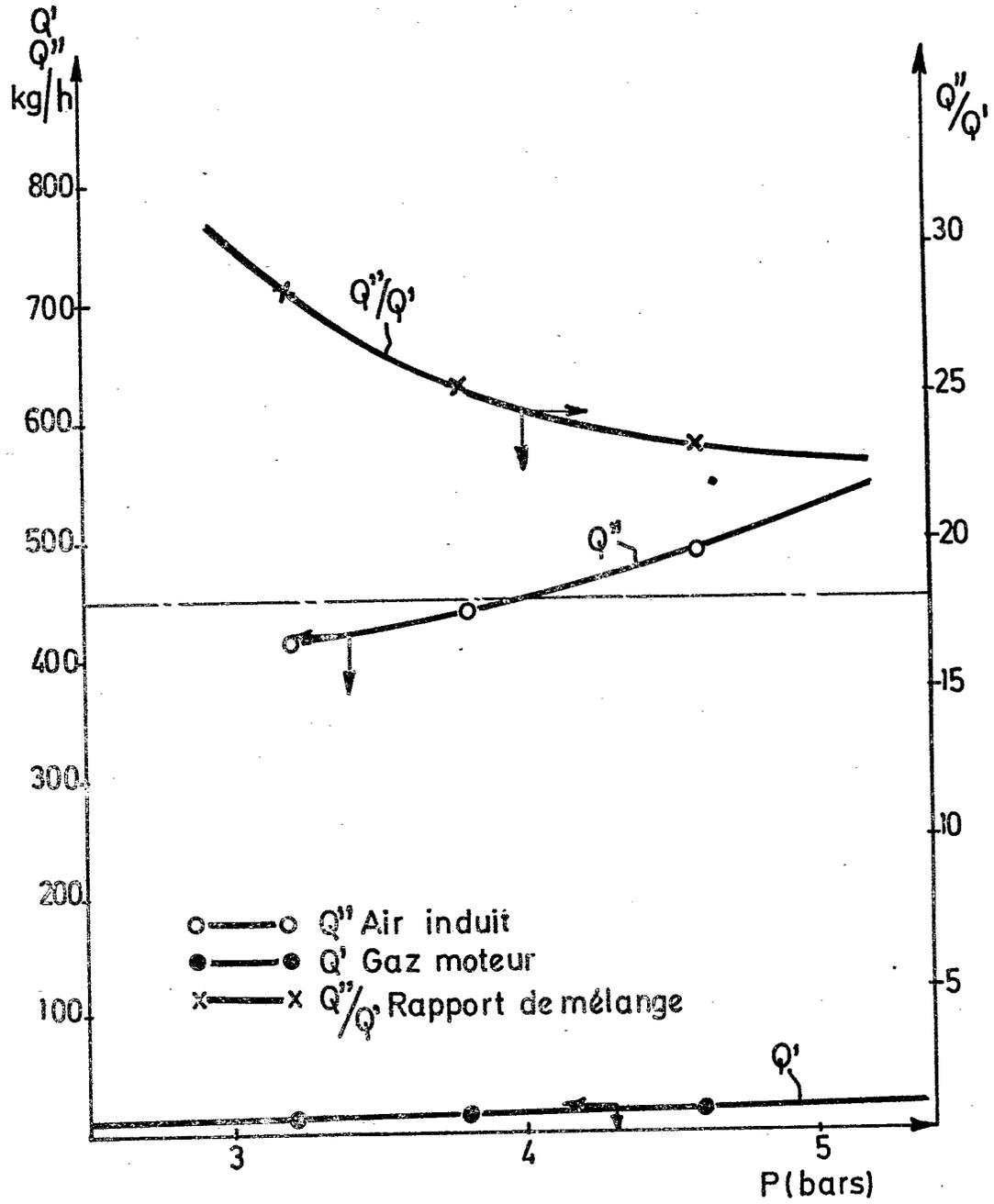
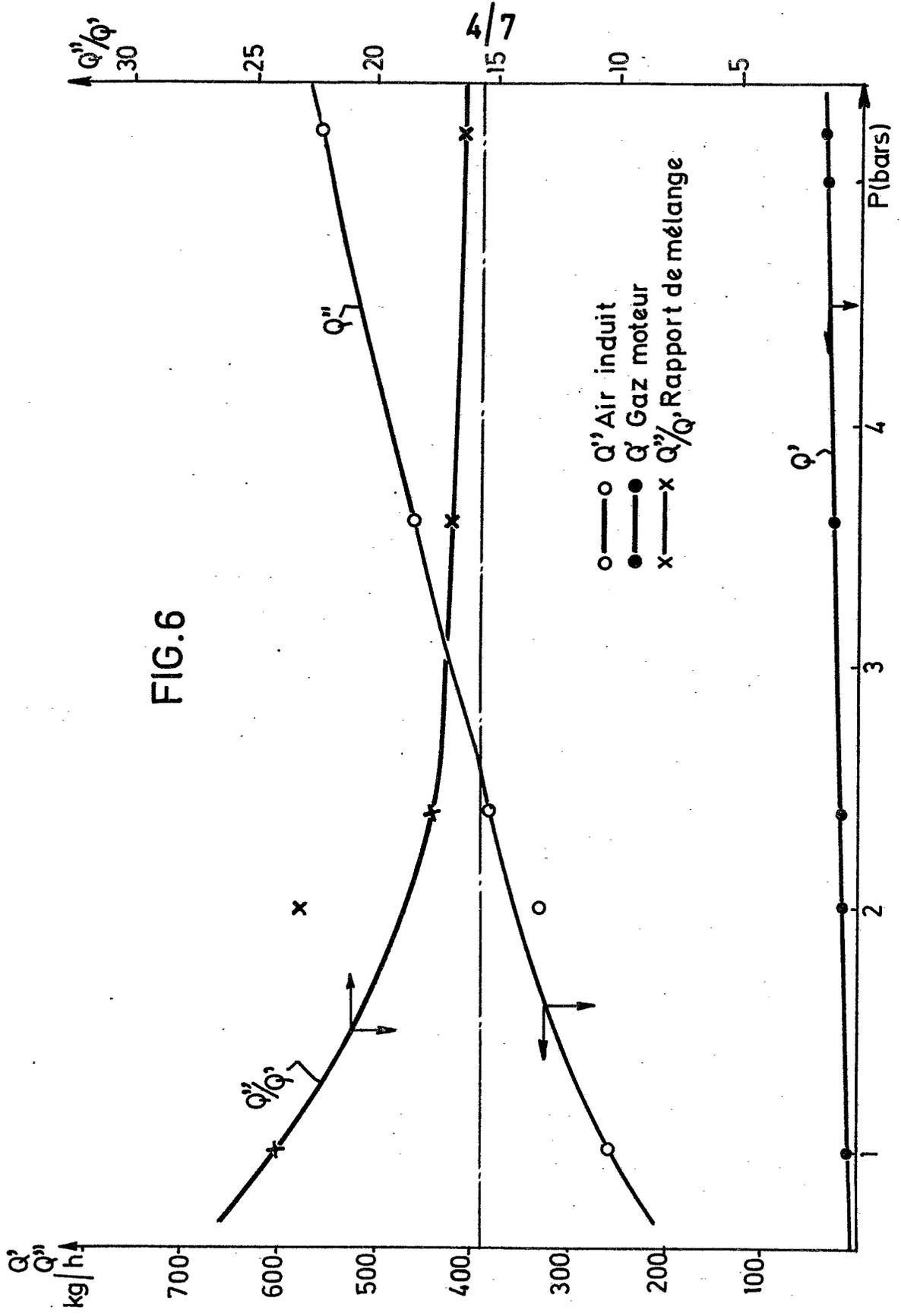


FIG.5



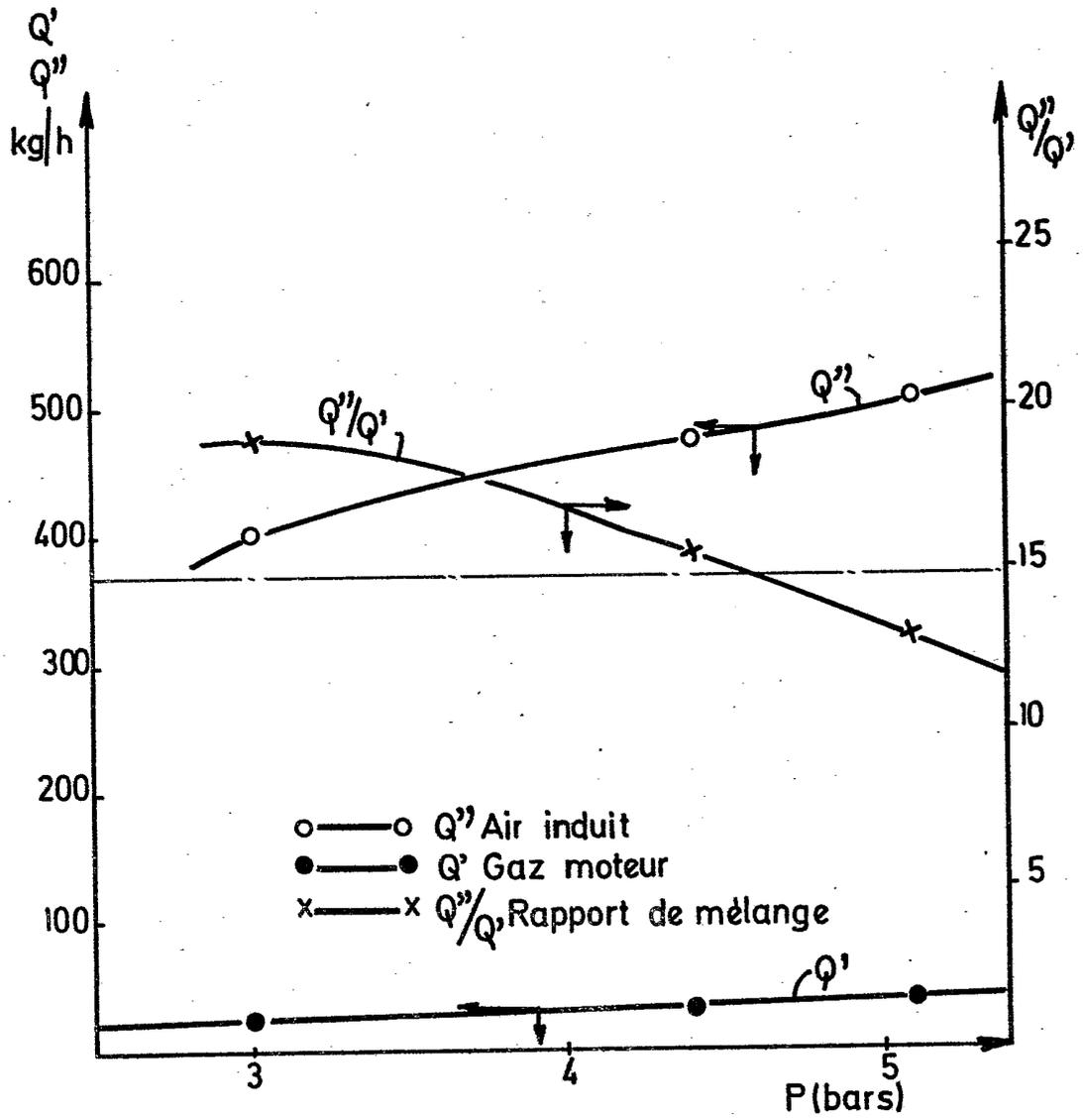


FIG.7

6/7

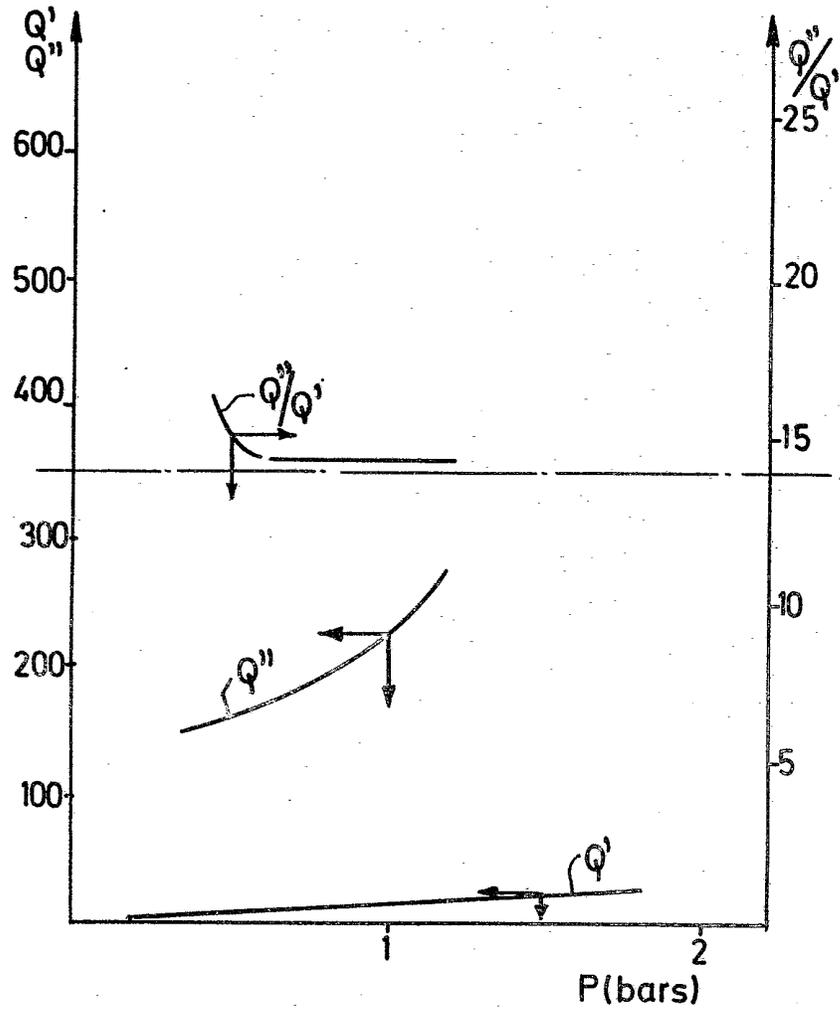


FIG.8

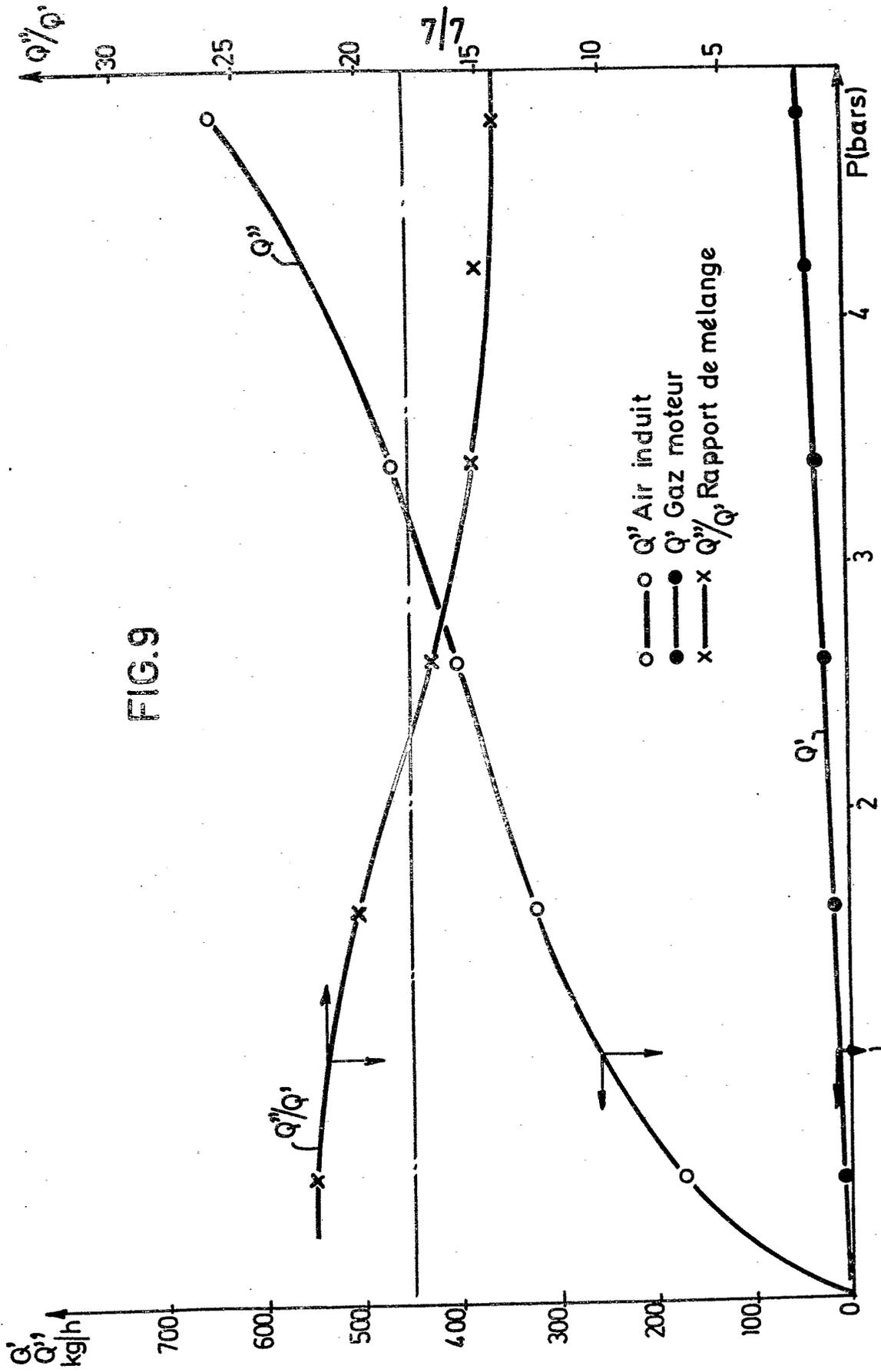


FIG.9