

LES BRULEURS GAZ À AIR SOUFFLÉ

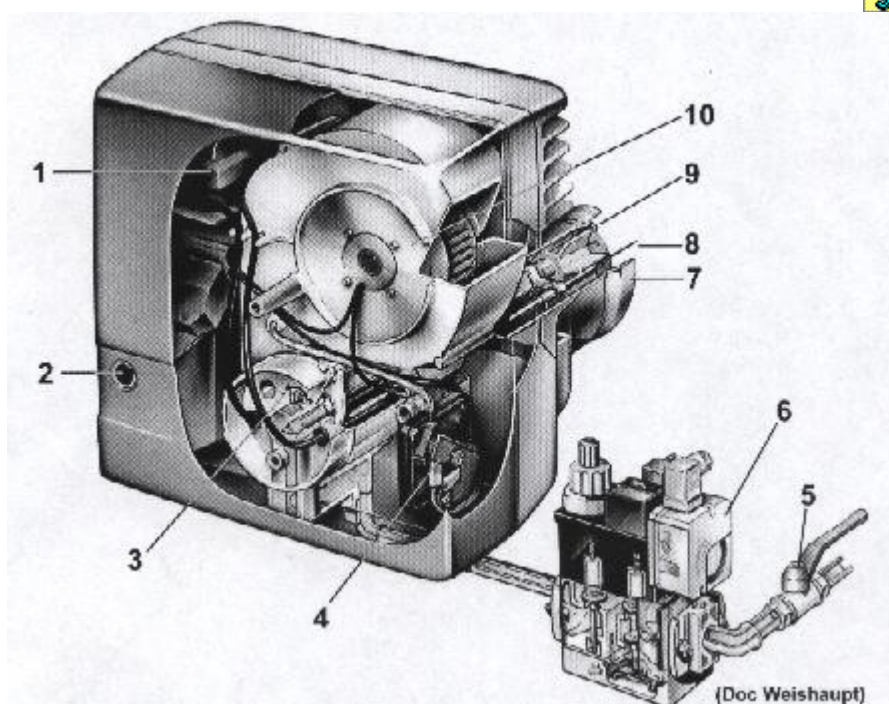
Le rôle d'un brûleur gaz est de mélanger dans une proportion correcte un combustible gazeux et l'air comburant, d'enflammer ce mélange et de maintenir la combustion. C'est par l'intermédiaire d'un ventilateur que l'air comburant est mélangé au gaz avant la combustion. On retrouve les brûleurs à air soufflé à 1 allure sur les chaudières de puissances inférieures à 120kW.

I/ORGANISATION D'UN BRULEUR GAZ À AIR SOUFFLÉ:

Il est constitué de quatre ensembles ou circuits :

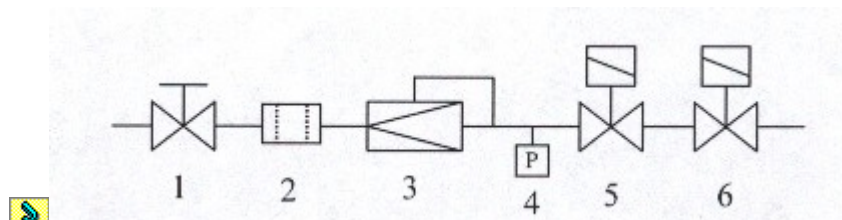
- Le circuit du gaz combustible (détendeur, filtre, électrovanne, ...).
- Le circuit de l'air comburant (ventilateur, registre).
- Le circuit de mélange (tête de combustion).
- Le circuit électrique (circuit d'allumage, moteur, sécurité...).

- 1-Transformateur.
- 2-Coffret de sécurité.
- 3-Réglage du volet d'air.
- 4-Pressostat du ventilateur.
- 5-Robinet.
- 6-Bloc gaz.
- 7-Tête de combustion.
- 8-Electrode d'ionisation.
- 9-Electrodes d'allumage.
- 10-Ventilateur.



II/ LE CIRCUIT DU GAZ :

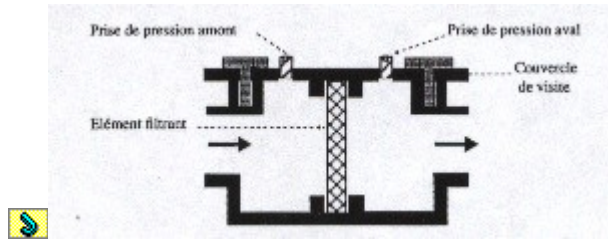
Sur le circuit de gaz, on trouve :



- 1- Une vanne d'arrêt permettant la coupure de l'arrivée de gaz.
- 2- Un filtre.
- 3- Un détendeur.
- 4- Un pressostat.
- 5- Une électrovanne à ouverture et fermeture rapide.
- 6- Une électrovanne à ouverture progressive avec réglage du débit d'allumage (facultative sur les brûleurs de moins de 120 kW).

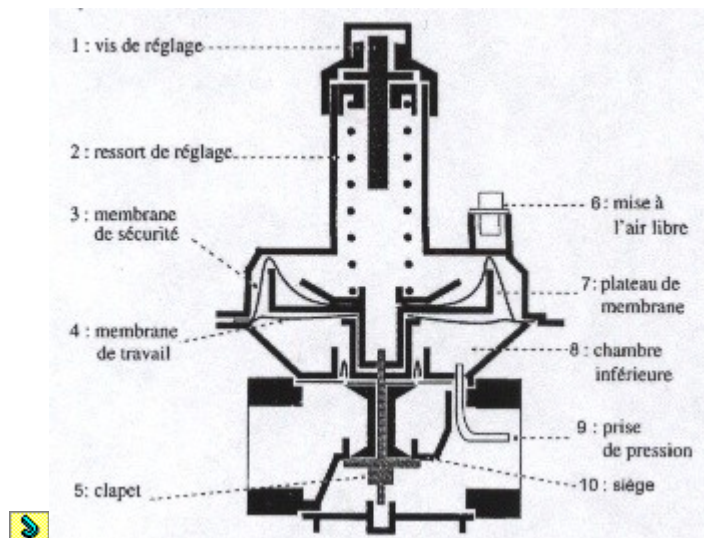
A) Le filtre à gaz :

Pour fonctionner en toute sécurité les organes gaz doivent être alimentés par un combustible très propre. L'élément filtrant est soit une grille métallique ou plastique, soit un matelas fibreux. Le filtre est équipé de deux prises de pression pour contrôler l'encrassement (mesure de D).



B) Le régulateur de pression de gaz :

Le bon fonctionnement d'un appareil d'utilisation du gaz dépend d'un débit constant de combustible. Ce débit est instable si la pression de gaz varie. Le régulateur de pression permet de maintenir une pression constante aux injecteurs, malgré les variations de pression dans le réseau de distribution.

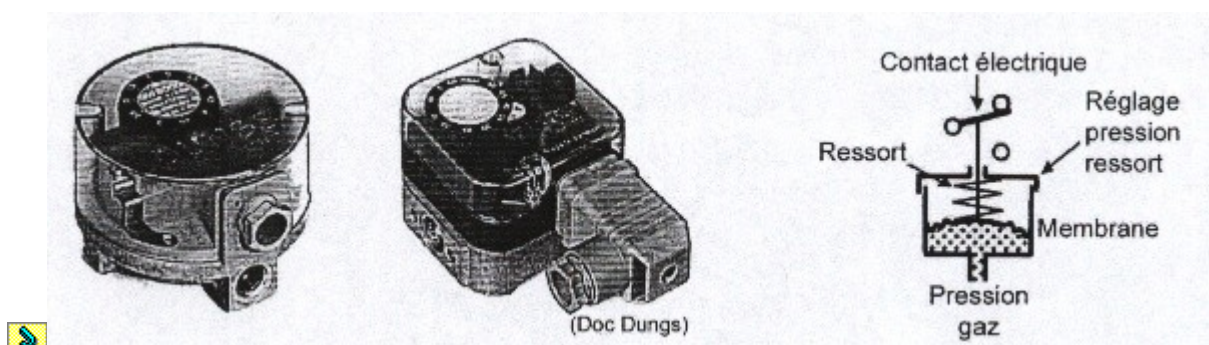


Une membrane (4), est solidaire d'un clapet (5), grâce à un plateau (7) et à une tige de commande. Un tube (9) communique à la chambre inférieure (8) la pression existant à la sortie du régulateur. L'équilibre des forces contradictoires du ressort (2) et de la pression aval est atteinte progressivement grâce à la perte de pression provoquée par le clapet (5).

C) Le pressostat de gaz :

Le manostat ou pressostat gaz est un appareil de détection de pression. Il est généralement fixé sur l'électrovanne à ouverture progressive.

Il signale par le basculement d'un contact électrique que la pression affichée a été atteinte ou dépassée. Un bouton moleté et gradué permet d'ajuster la force d'action du ressort sur la membrane, donc la pression d'enclenchement du contact.



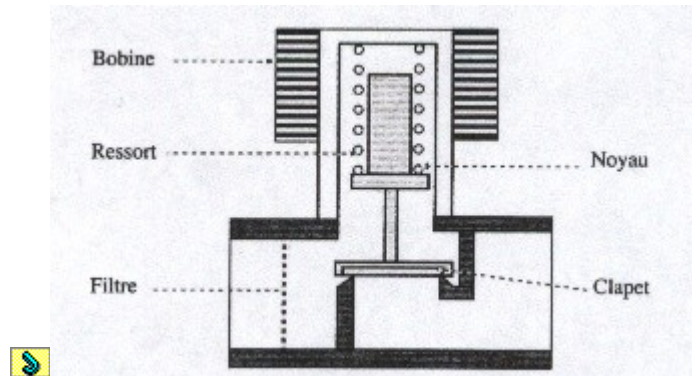
D) Les électrovannes gaz :

Une électrovanne est un robinet à commande électrique. Les normes et spécifications imposent un retour en position fermée en moins de deux secondes.

Sur une alimentation gaz on trouve deux électrovannes :

- Une ouverture et fermeture rapide pour l'admission du gaz.
- Une à ouverture progressive pour l'allumage du brûleur. L'allumage, pour ne pas être trop brutal, doit se faire avec un débit de gaz progressif.

Électrovanne à ouverture et fermeture brusque :



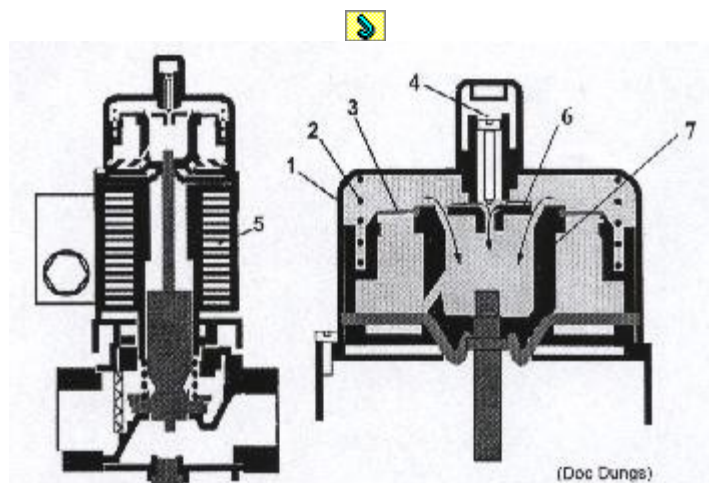
Le clapet est maintenu appuyé sur le siège de l'électrovanne à l'aide du ressort. Le déplacement de ce clapet est obtenu par l'attraction magnétique de la bobine sur le noyau mobile.

L'alimentation de la bobine peut être réalisée :

- Par un courant alternatif. Inconvénients : force d'attraction faible, vibration, fermeture lente voire aléatoire.
- Par un courant continu, obtenu par un redresseur (pont de diodes). Ce courant engendre une force d'attraction plus importante et évite ainsi les inconvénients cités ci-dessus.

Électrovanne à ouverture progressive :

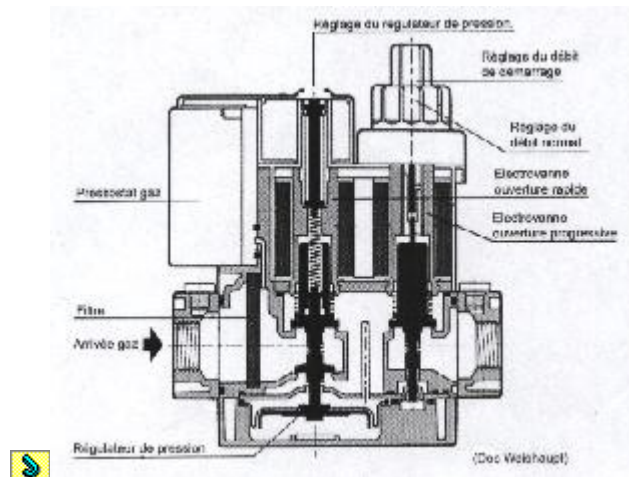
- 1- Molette de réglage du débit nominal.
- 2- Ressort de rappel.
- 3- Clapet de fermeture rapide.
- 4- Réglage de la vitesse d'ouverture.
- 5- Bobine.
- 6- Piston réglable.
- 7- Cylindre fixé au noyau.



Le ralentissement hydraulique est situé en haut de la vanne : le noyau mobile est équipé dans la partie supérieure d'un récipient rempli d'huile et dans lequel se trouve un cylindre (7). Un petit piston réglable (6) est solidaire du réglage de débit de la vanne (1). Quand le noyau monte sous l'action de la bobine (5) le cylindre (7) rempli d'huile est partiellement obturé par le piston (6). Le déplacement du noyau est alors ralenti, car il doit chasser l'huile par l'intervalle libre entre le piston et le cylindre. Le noyau s'immobilise quand l'équipage mobile vient en butée sur le bouchon réglable (1). Dès la coupure de l'alimentation de la bobine, le noyau redescend sous l'effet du ressort de rappel, l'huile passe alors par les clapets (3).

E) Le bloc gaz :

Le bloc gaz regroupe tous les éléments de la ligne gaz exigés par la normalisation et précédemment décrit.



Ce groupe gaz intègre donc :

- Un filtre.
- Un pressostat gaz.
- Un régulateur de pression.
- Une électrovanne à ouverture rapide.
- Une électrovanne à ouverture progressive (ouverture progressive facultative).

III/ LE CIRCUIT D'AIR :

Dans un brûleur à air soufflé, le comburant est l'oxygène de l'air. Ce comburant doit être mélangé en proportion convenable avec le combustible. Aux CNTP (0°C et 1013 mbar) il faut 10 à 13 m³ d'air pour brûler 1 m³ de gaz naturel.

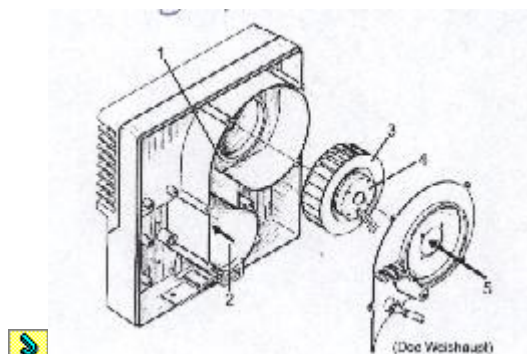
Le circuit du comburant est composé :

- D'un ventilateur.
- D'un registre d'air pour réguler le débit.
- D'une surveillance du débit d'air.

A) Le ventilateur :

Les ventilateurs des brûleurs sont de type centrifuge. Dans un ventilateur centrifuge, l'air arrive dans la partie axiale de la roue puis est rejeté par celle-ci grâce à la force centrifuge perpendiculairement à son axe de rotation vers une volute en forme de colimaçon. Le rôle de la volute est de transformer l'énergie cinétique en énergie potentielle du à la pression.

- 1- Volute.
- 2- Refoulement.
- 3- Turbine.
- 4- Moteur.
- 5- Aspiration.



Le débit est une caractéristique essentielle du ventilateur. Mais il fait également connaître la pression statique disponible (HM pour pompe). Cette pression représente l'énergie indispensable pour :

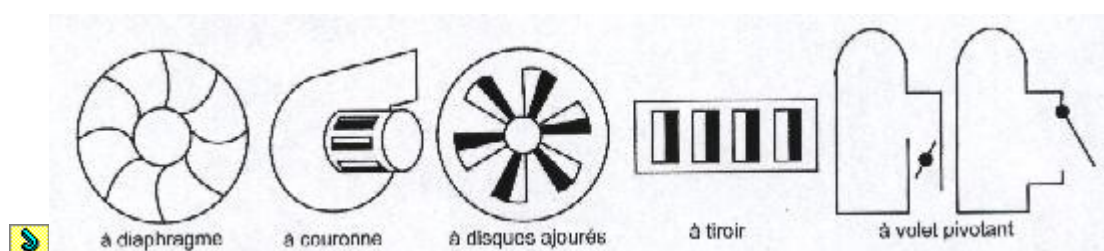
- Vaincre les pertes de charge que rencontre l'air dans son trajet jusqu'à la flamme.
- Vaincre les pertes de charge que rencontrent la flamme et les fumées dans leur parcours.
- Assurer le mélange nécessaire pour une bonne combustion.

B) Le réglage du débit d'air :

Pour obtenir une bonne combustion, il faut mélanger en proportions exactes le comburant et combustible.

Registre d'air :

Le registre d'air est un système qui consiste à étrangler le refoulement, ou plus couramment, l'aspiration du ventilateur à l'aide d'un volet d'air. Sur un brûleur à une allure, le réglage du volet d'air est gradué. Grâce à ce registre, le débit varie énormément. En revanche, la variation de la pression statique disponible est plus faible. Les différents modèles employés sont les suivants :

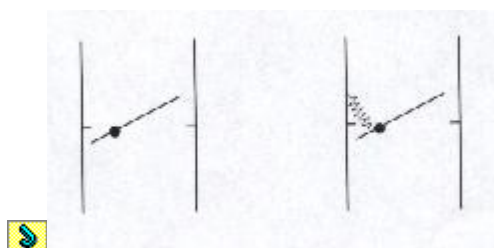


Fermeture du circuit d'air à l'arrêt :

Le tirage de la cheminée provoque une circulation d'air dans le circuit des fumées de la chaudière pendant les périodes d'arrêt du brûleur. Ceci entraîne des pertes de chaleur, donc une diminution du rendement. Afin d'améliorer ce rendement, les constructeurs proposent des systèmes qui ferment le circuit d'air du brûleur à l'arrêt :

- Soit par un servomoteur électrique assurant une ouverture et une fermeture du registre d'air.
- Soit par un clapet fermé à l'arrêt par son propre poids, un contrepoids ou un ressort.

Dès la mise en marche du brûleur, la dépression déplace le clapet et le flux d'air le maintient en position ouverte.



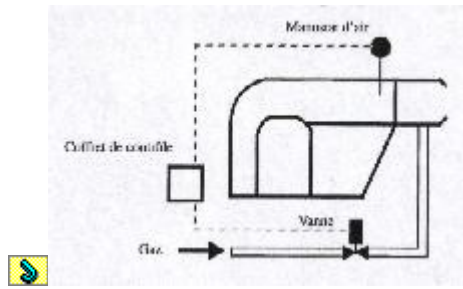
C) La surveillance du débit d'air :

Pour assurer la sécurité d'un brûleur gaz, les brûleurs gaz sont équipés d'un moyen de contrôle du débit d'air qui est réalisé par mesure :

- Soit de la pression d'air.
- Soit du débit d'air.
- Soit de la vitesse de rotation de la turbine.

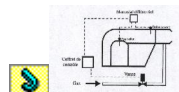
Mesure de la pression d'air.

Pour un brûleur à une allure, elle est faite par un pressostat (ou manostat) d'air qui mesure de la pression d'air et qui asservit l'alimentation de la vanne de gaz par l'intermédiaire du coffret de contrôle.



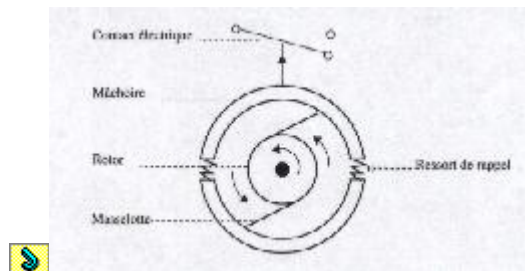
Mesure du débit d'air :

Elle est faite par un pressostat différentiel qui, par la mesure d'une différence de pression, enregistre la pression statique du ventilateur donc un débit d'air.



Mesure de la vitesse de rotation de la turbine :

Certains constructeurs utilisent un interrupteur centrifuge placé en bout d'arbre moteur afin de contrôler la rotation de la turbine du ventilateur. Ce système tend à disparaître pour être remplacé par un pressostat.



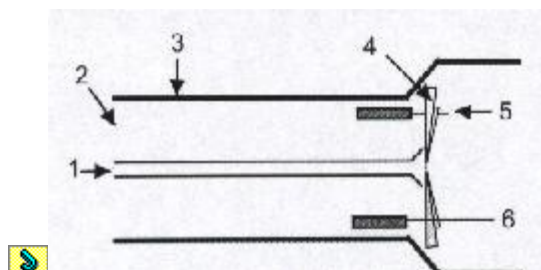
Lorsque la partie centrale tourne, la force centrifuge écarte les masselottes vers l'extérieur. Ces masselottes poussent les mâchoires qui actionnent le contact.

IV/ LE CIRCUIT DE MÉLANGE :

Le circuit de mélange est la chambre dans laquelle se combinent combustible et comburant. C'est la tête de combustion du brûleur. Dans cette partie, naît et se développe la flamme.

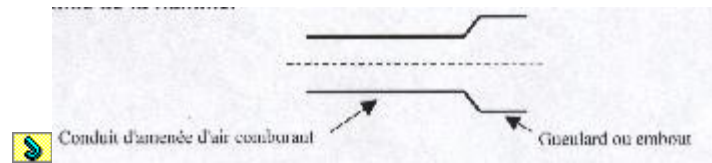
La tête de combustion est constituée :

- 1- d'une alimentation en combustible.
- 2- d'une alimentation en air comburant.
- 3- d'un tube extérieur appelé canon.
- 4- d'un déflecteur ou stabilisateur de flamme.
- 5- d'un dispositif d'allumage.
- 6- d'un dispositif de contrôle de flamme.



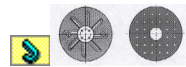
A) Le canon:

Le canon est le tube extérieur qui supporte les éléments constitutifs de la tête de combustion. Sa partie arrière est le conduit d'amenée d'air comburant. Sa partie avant, appelée gueulard ou embout, constitue le guide de la flamme.

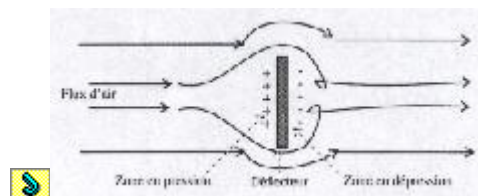


B) Le déflecteur de flamme:

Le déflecteur est un disque métallique dans lequel sont aménagées des fentes radiales inclinées ou des trous.



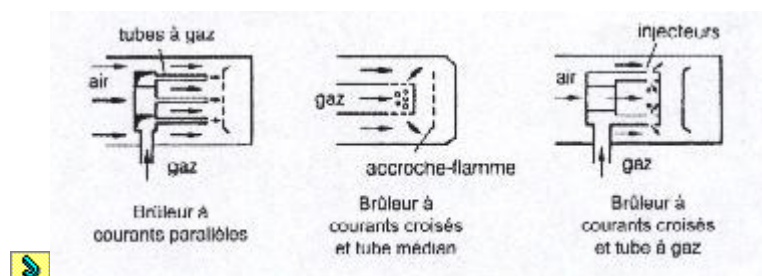
Le déflecteur engendre une dépression sur la face avant, ce qui permet d'accrocher la flamme. Le mélange combustible-air est donc collé sur le déflecteur.



Les fentes radiales inclinées impriment à l'air qui les traverse un mouvement de rotation très rapide, ce qui permet d'améliorer le mélange. De plus, le matelas d'air crée sur la face avant du déflecteur empêche son échauffement.

C) L'alimentation en combustible:

Le gaz arrivant sous une faible pression, il est difficile de le mélanger avec l'air. On le distribue en multipliant les points d'injection, derrière, devant ou encore de manière combinée (devant et derrière) le déflecteur. Quelques types de tête de combustion :



D) Le dispositif d'allumage:

Le dispositif d'allumage est constitué d'une ou de deux électrodes. Il sera traité dans le chapitre 5 (Le circuit électrique).

E) Le dispositif de contrôle de flamme:

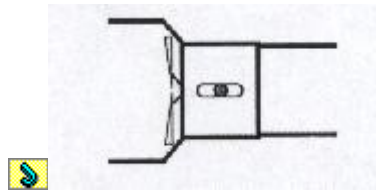
Le dispositif de contrôle de flamme est constitué d'un détecteur d'infrarouges ou d'une cellule U.V. ou encore d'une sonde d'ionisation. Ces dispositifs seront traités dans le chapitre 5 (Le circuit électrique).

F) Le réglage de la tête de combustion :

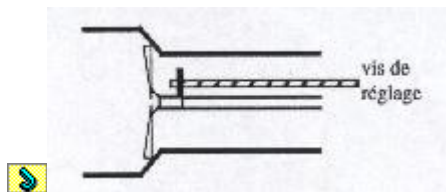
Tous les fabricants de brûleurs proposent avec chacun de leurs appareils des tableaux de réglages en fonction de la puissance désirée.

Le réglage se fait :

- Soit par déplacement de la partie conique.



- Soit par déplacement de la ligne comprenant le déflecteur de flamme.



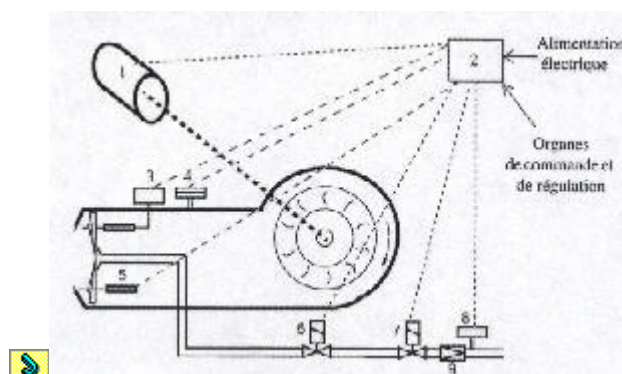
V/ LE CIRCUIT ÉLECTRIQUE :

Un brûleur est avant tout un appareil électrique :

- Un ventilateur entraîné par un moteur électrique l'alimente en air.
- Un arc électrique allume le mélange.
- Des détecteurs électroniques contrôlent la flamme.
- Un programmeur électrique coordonne le tout.

Tous ces organes reliés entre eux par des fils conducteurs constituent le circuit électrique du brûleur dont le fonctionnement est automatique.

- 1-Moteur du ventilateur.
- 2-Coffret de contrôle.
- 3-Transformateur.
- 4-Pressostat.
- 5-Sonde d'ionisation.
- 6-Electrovanne à ouverture progressive.
- 7-Electrovanne de sécurité.
- 8-Pressostat mini gaz.
- 9-Régulateur de pression.



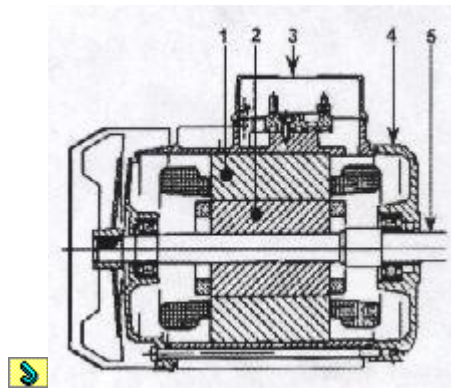
A) Le moteur électrique:

La fonction du moteur électrique est d'entraîner le ventilateur. On utilise des moteurs asynchrones.

Principe de fonctionnement :

Des électroaimants (1), donc des bobines soumises à un courant alternatif, changent automatiquement de polarité, à la fréquence du réseau d'alimentation (50 Hz) soit 100 fois par seconde. Si on place entre les électroaimants un cylindre métallique (2), on obtient alors sa rotation grâce à un champ tournant. Le cylindre s'appelle le rotor (partie tournante) et, les électroaimants, le stator (partie statique).

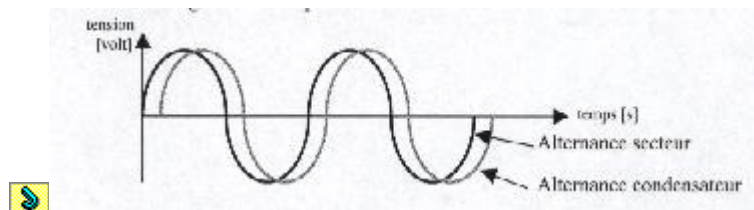
- >1-stator
- 2-rotor
- 3-borgnie électrique
- 4-corps
- 5-arbre



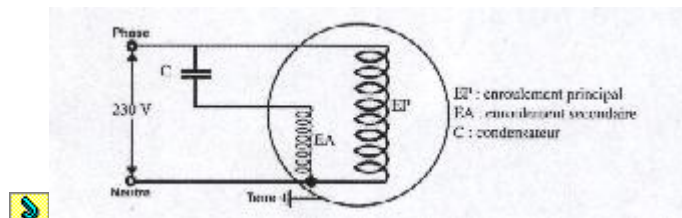
Le moteur asynchrone monophasé :

Le moteur asynchrone monophasé ne comporte qu'un seul enroulement au stator. Avec un seul enroulement, ce moteur ne peut démarrer. Cependant, si on lance le rotor à la main lorsque l'enroulement principal est sous tension, il continue à tourner dans le sens où il a été lancé. Pour rendre automatique le démarrage d'un tel moteur, le constructeur lui adjoint un enroulement auxiliaire dans lequel on déphase le courant à l'aide d'un condensateur.

Le condensateur engendre une phase décalée de celle du secteur.



Le condensateur raccordé en série avec l'enroulement auxiliaire fera démarre le moteur.



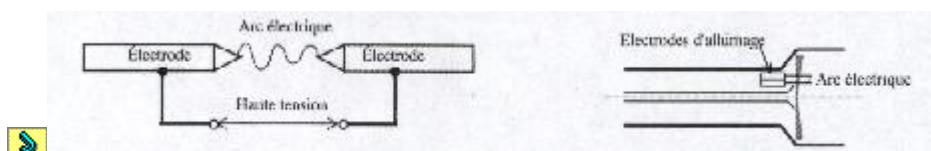
Pour le branchement électrique du moteur, il faut brancher 3 fils :

- Phase (rouge, marron, noir)
- Neutre (bleu)
- Terre (vert, jaune)

B) Le circuit d'allumage:

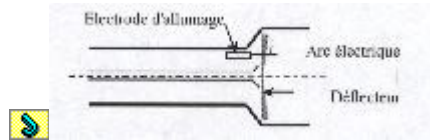
Le moyen d'allumage est l'arc électrique. On fait naître un arc électrique par le passage d'un courant électrique de U élevé entre :

- Les extrémités de deux tiges métalliques appelées électrodes.



La tension du réseau (230 à 400 volts) n'est pas assez élevée pour créer un arc électrique. On élève donc la tension 10 000 à 12 000 volts à l'aide d'un transformateur.

- Une électrode et la masse du déflecteur.



C) Le dispositif de contrôle de flamme :

La présence ou non de la flamme se traduit par l'arrêt immédiat du brûleur en cas de défaut, c'est à dire si :

- La flamme n'arrive pas à l'allumage
- Une flamme parasite apparaît quand le brûleur est en phase de démarrage.
- Si elle disparaît en marche

Les différents types d'organe de détection de flamme sont :

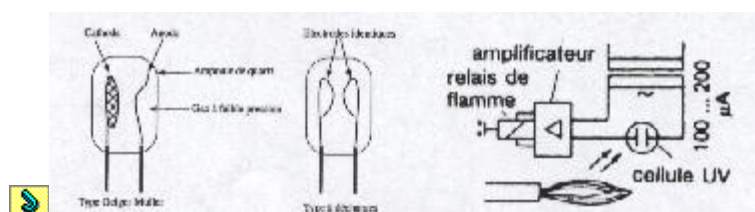
- Thermocouple (utilisés uniquement sur les chaudières atmosphériques <70 kW).
- Cellule ultraviolette.
- Sonde d'ionisation.
- Détendeur enflamme.

Détecteurs infrarouges :

La fonction de surveillance repose sur le principe de vacillement infrarouge de la flamme. Une cellule infrarouge et un préamplificateur sont incorporés dans un tube en verre étanche. Le signal de flamme est transmis au coffret de contrôle.

Cellules U.V. :

Les flammes de gaz émettent un rayonnement ultra violet qui ionise un gaz contenu dans un tube en quartz et le rend ainsi conducteur d'électricité. Une tension appliquée aux électrodes contenues dans le tube passe entre les électrodes lorsque ce gaz est ionisé. La cellule se comporte comme un interrupteur de courant. Cet interrupteur est fermé lorsque la cellule est soumise au rayonnement U.V. de la flamme, il est ouvert en l'absence de flamme. Ce courant est transmis au coffret de contrôle.



Le temps de réponse des cellules U.V. est très rapide (moins de 2 secondes). Elles permettent aussi de contrôler l'étincelle d'allumage. Leur prix est élevé et leur durée de vie limitée (maximum 10 000 heures).

Les sondes d'ionisation :

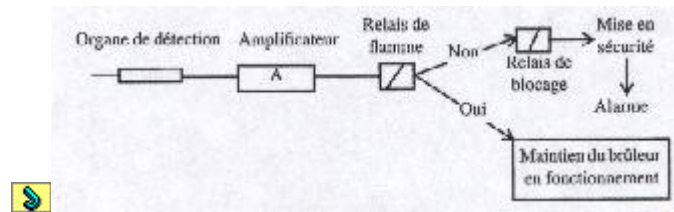
Dans une flamme, on observe un phénomène d'ionisation dû à la décomposition des atomes de gaz en ions et en électrons. La présence d'électrons libres permet le passage de courant. Pour contrôler la présence de la flamme, il suffit d'essayer de faire passer un courant électrique à l'intérieur de cette flamme. Si le courant passe, c'est qu'il y a une flamme. On installe dans la flamme un fil d'acier appelé électrode d'ionisation ou sonde d'ionisation. Une tension est appliquée entre la sonde et la masse de la brûleur.

D) Le coffret électrique de commande et de sécurité :

Le coffret représente le cerveau du brûleur dont il assure le fonctionnement automatique. Il remplit deux fonctions essentielles :

- Les opérations précédant l'allumage jusqu'à l'apparition de la flamme.
- Le contrôle continu de la présence de la flamme.

La fonction sécurité :



Le courant électrique délivré par l'organe de contrôle de flamme est traité par un amplificateur électronique qui commande un relais de flamme. Si ce courant est absent (absence de flamme) ou insuffisant (flamme instable ou défectueuse), le relais de flamme envoie l'information à un système de blocage, qui arrête instantanément le ventilateur et les électrovannes gaz. La situation de blocage est signalée par une alarme lumineuse sur le coffret, elle peut être également répercutée à distance. Cette mise en sécurité s'effectue après un temps appelé « temporisation de sécurité ». Le réarmement du coffret ne peut se faire que manuellement.

VI/ LES BRULEURS GAZ BAS NOX :

Nous avons vu que l'azote contenu dans l'air comburant se combine avec l'oxygène pour donner du monoxyde d'azote $N+O=NO$, qui par oxydation se transforme en dioxyde d'azote NO_2 . Ces oxydes d'azote Nox , contribuent à la pollution atmosphérique et ont des effets sur la santé et l'environnement.

La formation des Nox dépend de :

- La température de la flamme.
- La durée de passage des gaz de chauffe dans la zone des températures élevées.
- La pression partielle d'oxygène ou quantité d'oxygène disponible de réaction.

Les constructeurs proposent des chaudières et des brûleurs dans lesquels température de flamme et excès d'air sont réduits de manière à limiter la production des Nox . Ces brûleurs portent le nom de « brûleurs à flamme bleue ».

1er exemple :

Dans cet exemple, la réduction des émissions d'oxydes d'azote résulte d'une triple disposition :

- La présence d'un tube accélérateur concentrique, augmente la vitesse d'écoulement d'où un plus faible temps de séjour dans la zone de température élevée.
- Une partie de l'air comburant s'écoulant à travers le tube accélérateur, il y a diminution de l'excès d'air hors de ce tube, donc dans le reste de l'embout, d'où une réduction des émissions de Nox . L'admission d'air centrale entraîne une combustion étagée avec refroidissement dans le dard de la flamme et empêche l'augmentation de la teneur en CO .
- Le matériau constitutif du tube accélérateur étant un matériau de faible épaisseur, une partie de l'énergie de combustion est transmise par rayonnement ce qui entraîne un refroidissement de la flamme.

2ème exemple :

Une quantité de gaz brûlés circule au brûleur et est contrôlé par un servomoteur en fonction de la puissance du brûleur et pilotée à partir d'un régulateur de marche en parallèle.

Remarques :

- Lorsqu'on associe un brûleur Low Nox à une chaudière Low Nox, on obtient, un système Low Nox
- La circulation de 10 à 15% de gaz brûlés permet de réduire les émissions de Nox de 50% à pleine charge et même au-delà à charge partielle.

[retour en haut de la page](#)