

# BP Génie Climatique

## Le brûleur fuel à air soufflé

### C.F.A.B REIMS



## **Stockage non enterré – Capacité maximale de 2 500 litres**

Le stockage peut être implanté en rez-de-chaussée ou en sous-sol.  
Le local doit être convenablement ventilé.

Il doit pouvoir être fermé par une porte pare-flammes de degré un quart d'heure.

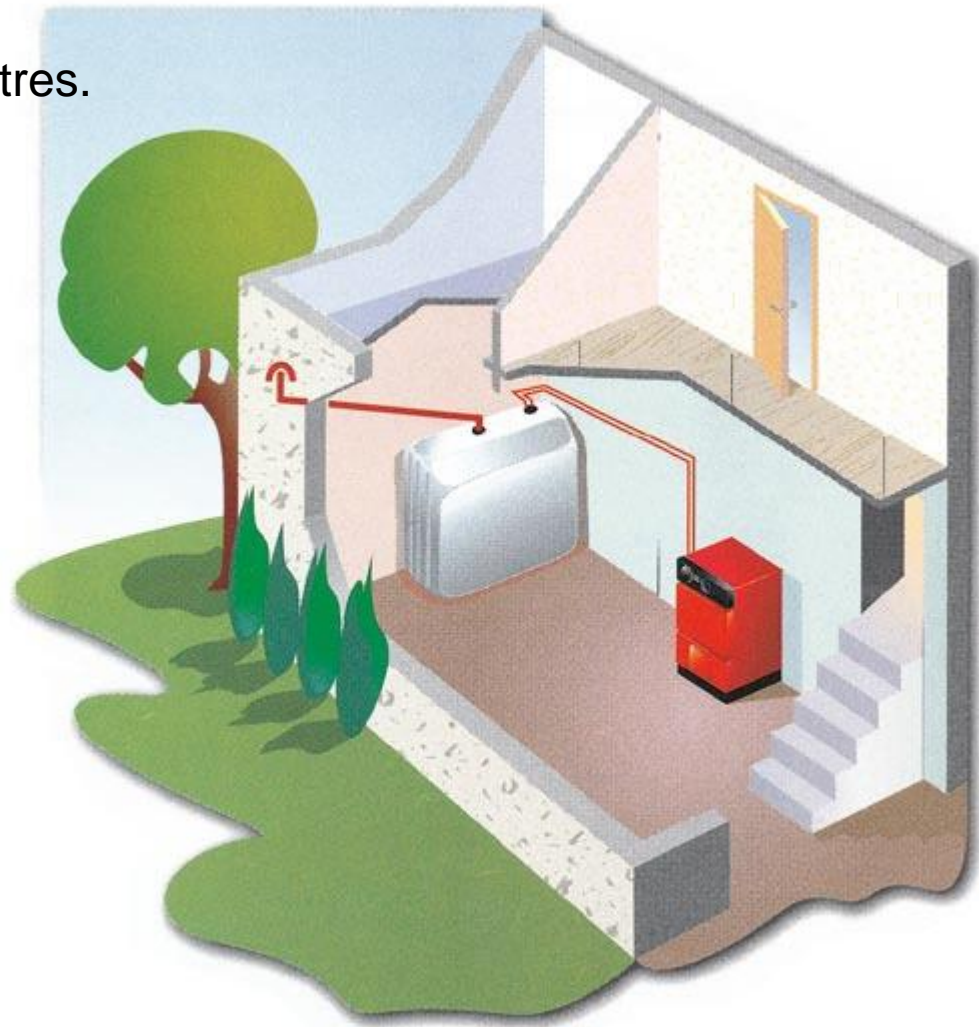
Les murs, planchers haut et bas doivent être coupe-feu de degré une demi-heure.

Les réservoirs peuvent être métalliques ou en matières plastiques.  
Ils doivent être posés sur un sol plan et maçonné.

La cuvette de rétention ou l'enveloppe secondaire sont obligatoires.  
Dans le cas d'une enveloppe secondaire en matières plastiques, celle-ci doit avoir satisfait à un test de résistance au feu.

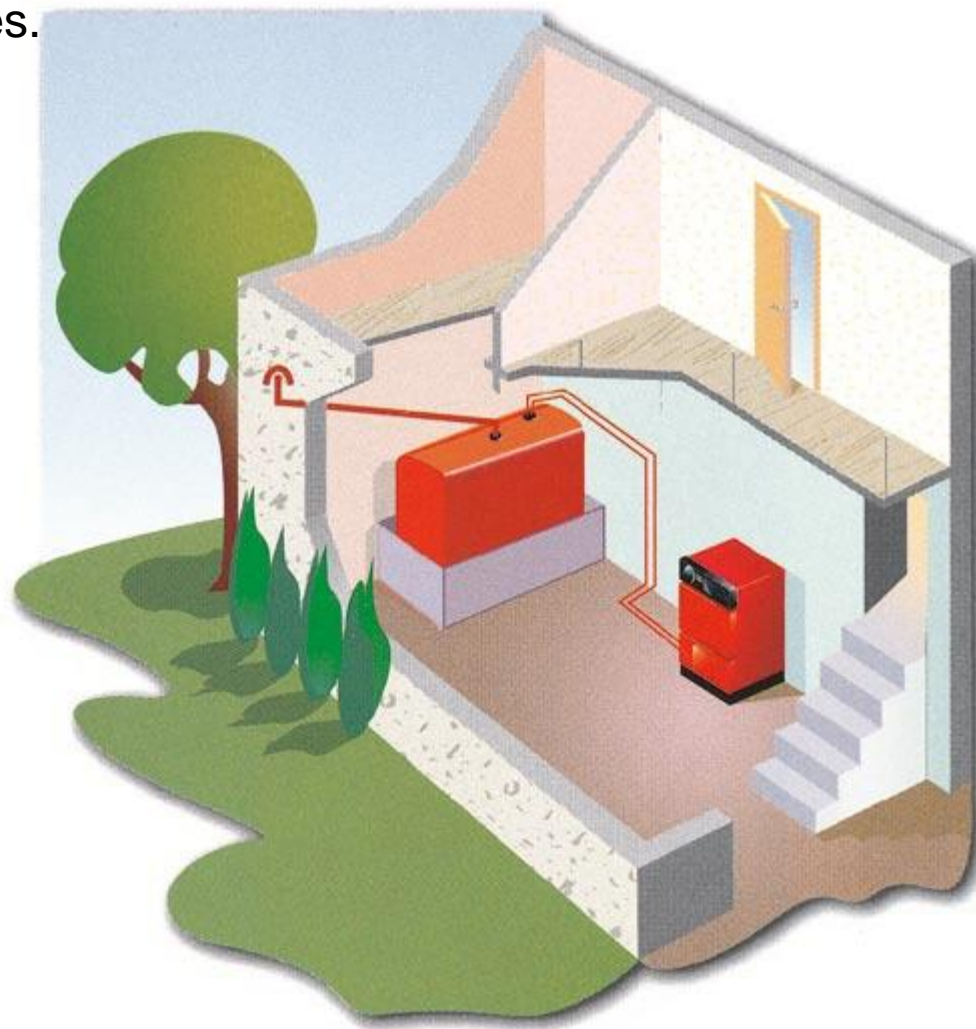
Les réservoirs doivent être implantés à un mètre minimum des générateurs.  
Si le local sert également de garage, le stockage doit être protégé contre tout choc éventuel.

Réservoir plastique à enveloppe  
secondaire  
plastique ou métallique.  
Capacité maximale 2 500 litres.



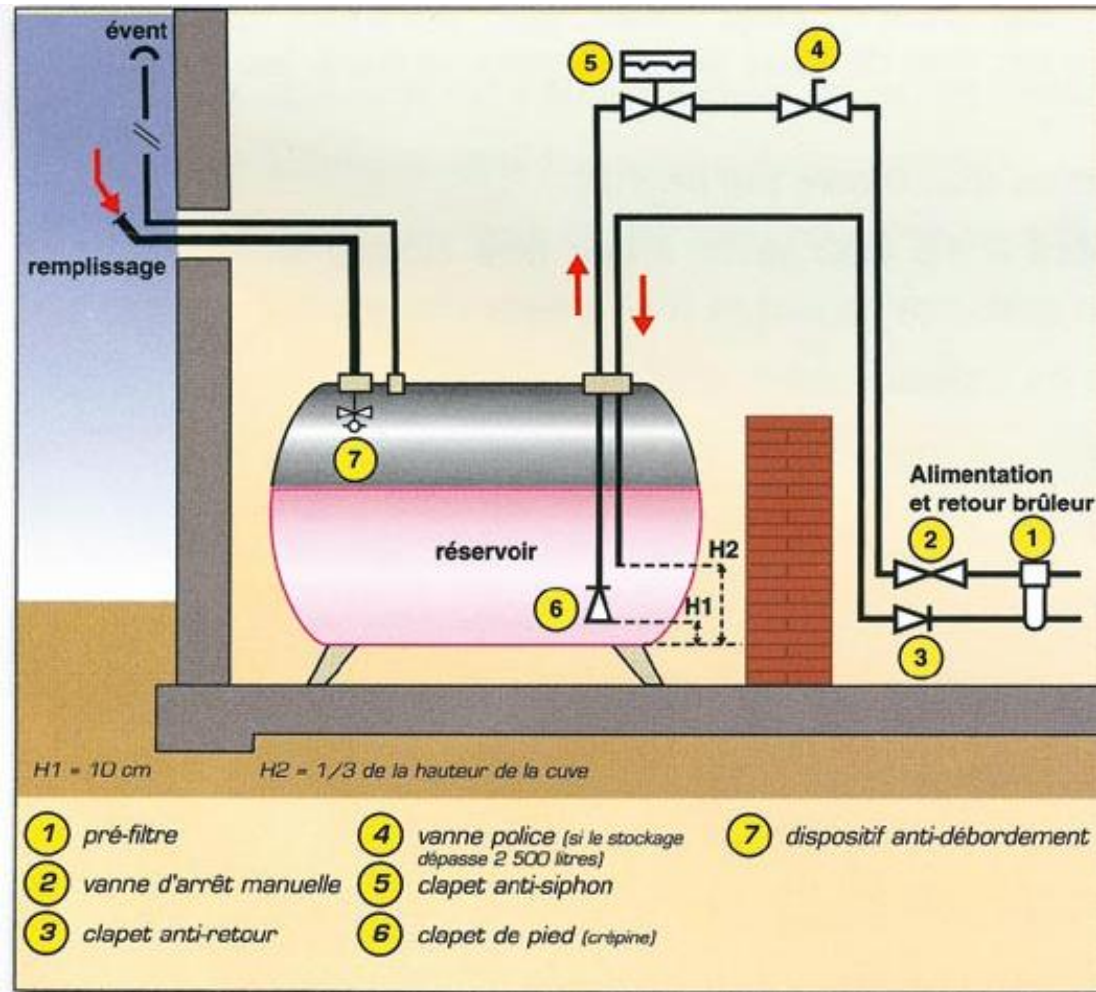
Réservoir métallique, cuvette de rétention  
métallique.

Capacité maximale 2 500 litres.



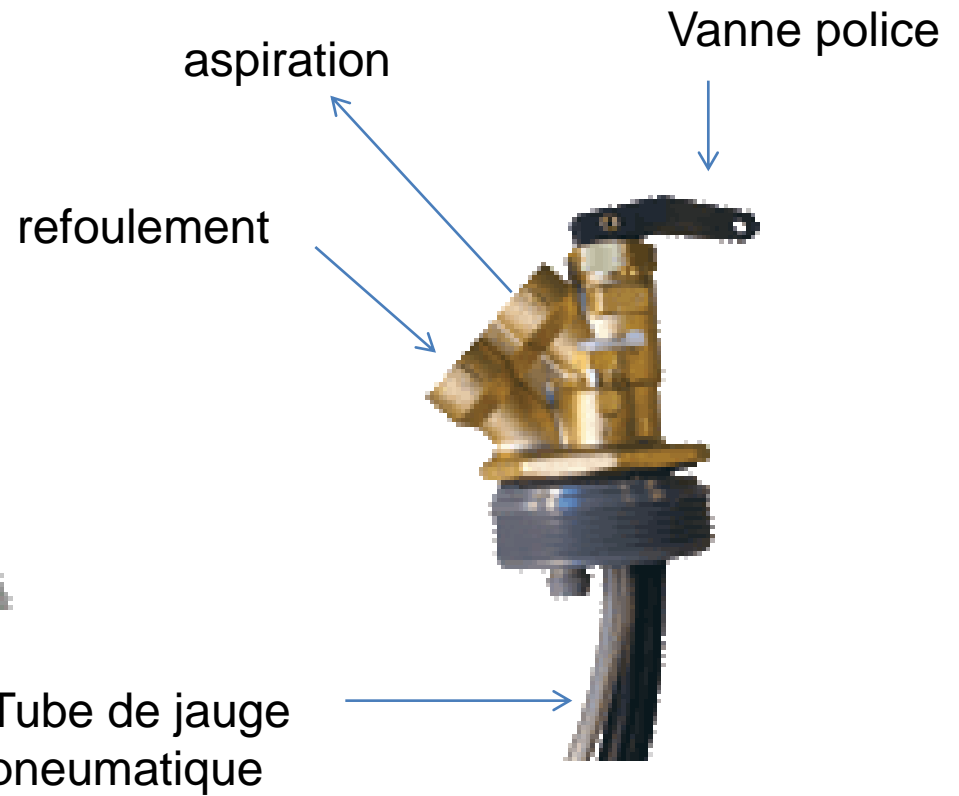
## 2/ De la cuve à la pompe fuel du brûleur :

Cas le plus courant : citerne en charge



Les n° 1,2,3,4 et 5 sont incorporés dans le système d'aspiration

# Système d'aspiration



## Les pompes fioul :

- Aspiration de la cuve à la pompe
- Refoulement sous forte pression (10 à 15 bars) vers le gicleur

Pour faire monter le liquide dans le tube ci-dessous, il faut annuler la pression atmosphérique en créant le vide grâce à la pompe qui retire l'air dans le tube.

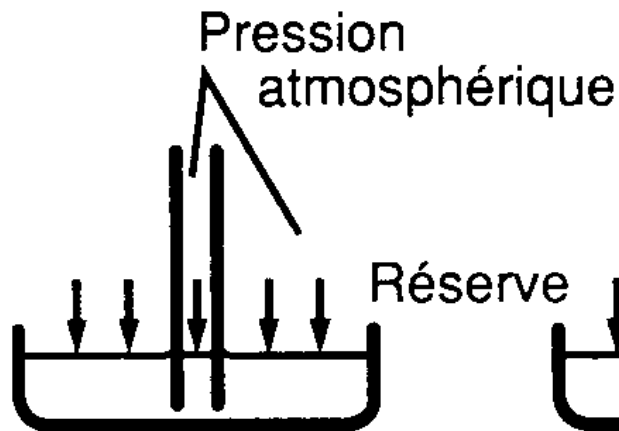


Fig. 6

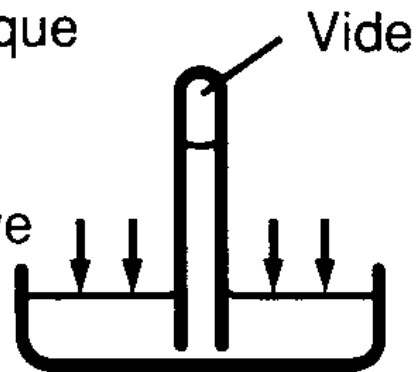


Fig. 7

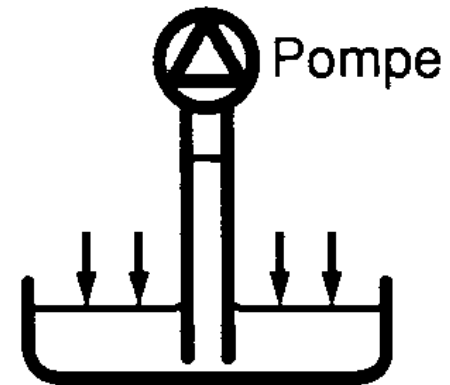
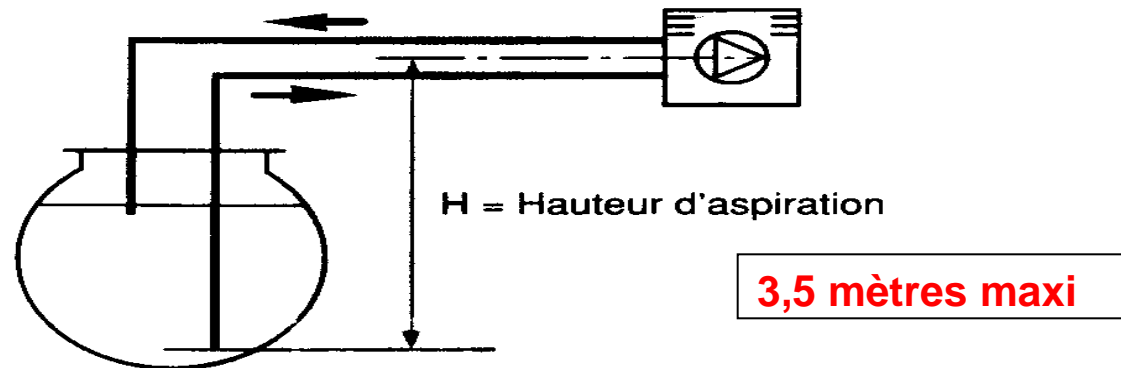


Fig. 8

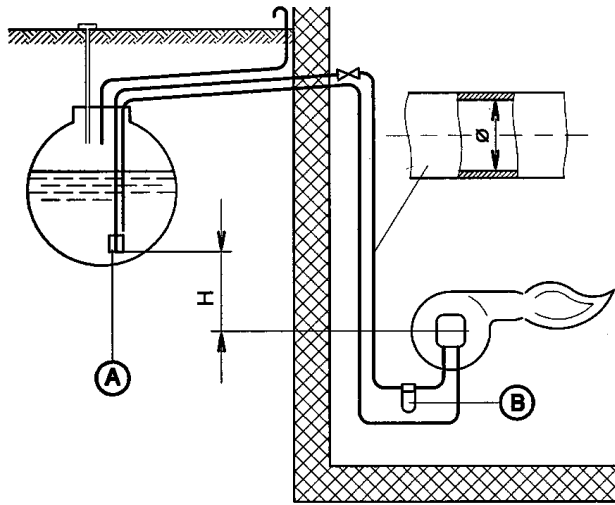
Malheureusement les pertes de charge, la viscosité du fuel et le prix de fabrication des pompes nous empêchent d'atteindre ce résultat.

Il faudra donc limité hauteur et longueur d'aspiration :

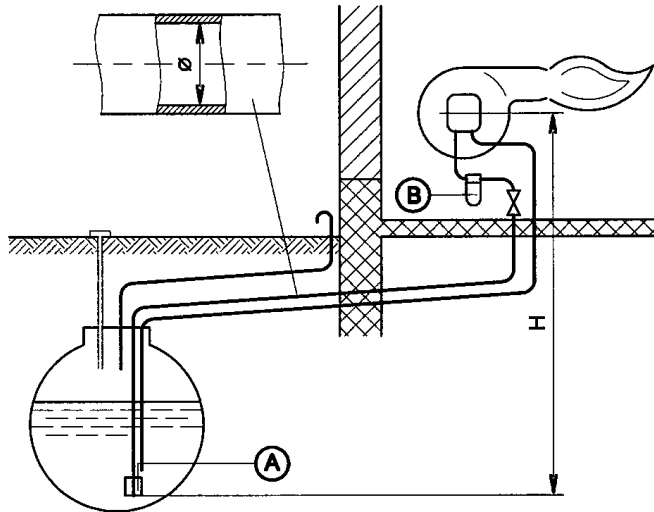




Cuve placée plus haut que la chaudière



Cuve placée plus bas que la chaudière



- (A) Crépine
- (B) Filtre fioul

Hauteur d'aspiration H en m	Diamètre intérieur de la conduite d'aspiration		
	6 mm	8 mm	10 mm
	Longueur maxi. de la conduite en m*1		
+4,0	21	67	100
+3,5	20	63	100
+3,0	19	59	100
+2,5	17	55	100
+2,0	16	51	100
+1,5	15	46	100
+1,0	13	42	100
+0,5	12	38	94

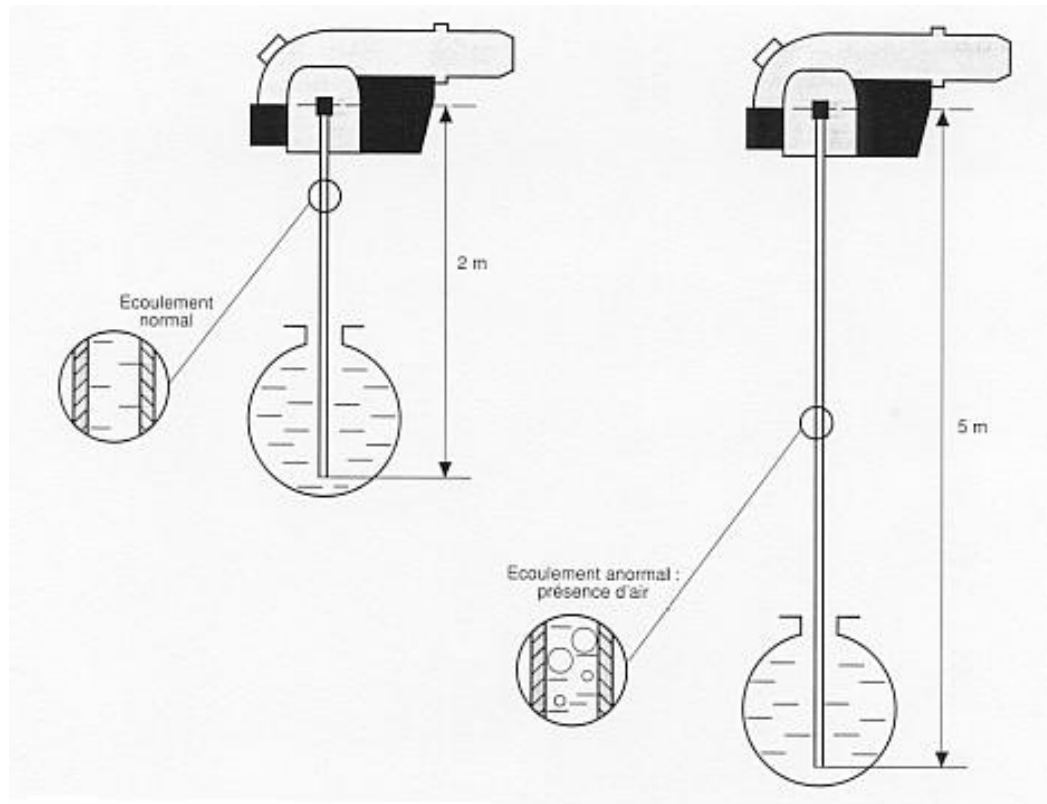
Hauteur d'aspiration H en m	Diamètre intérieur de la conduite d'aspiration		
	6 mm	8 mm	10 mm
	Longueur maxi. de la conduite en m*1		
0	11	34	84
-0,5	10	30	74
-1,0	8	26	64
-1,5	7	22	54
-2,0	6	18	44
-2,5	4	14	34
-3,0	3	10	24
-3,5	2	6	14

\*1 On suppose des pertes de charge totales de 0,35 bar rapportées à du FOD ayant une viscosité de 6,0 cSt avec 4 coudes, 1 vanne d'arrêt, 1 crépine et 1 filtre fioul.

**Cuve en charge H=0,5 ; diamètre 8 mm      Longueur maxi = 38 m**

**Cuve en aspiration - 2 m ; diamètre 8 mm      Longueur maxi = 18 m**

Si la section est trop faible, les pertes de charge sont trop importantes et la dépression trop forte, il y a risque de cavitation (l'air dissous et les gaz condensés contenus dans le fuel se regazéifient sous l'effet de la dépression et détériorent les engrenages de la pompe). Si la section est trop importante la pompe n'arrivera pas à s'amorcer et risquera de se détériorer par manque de lubrification.



Pour obtenir une pression élevée au refoulement il faut que le débit de la pompe soit supérieur au débit du gicleur

Débit moyen d'une pompe sur un brûleur domestique : 45 l/h

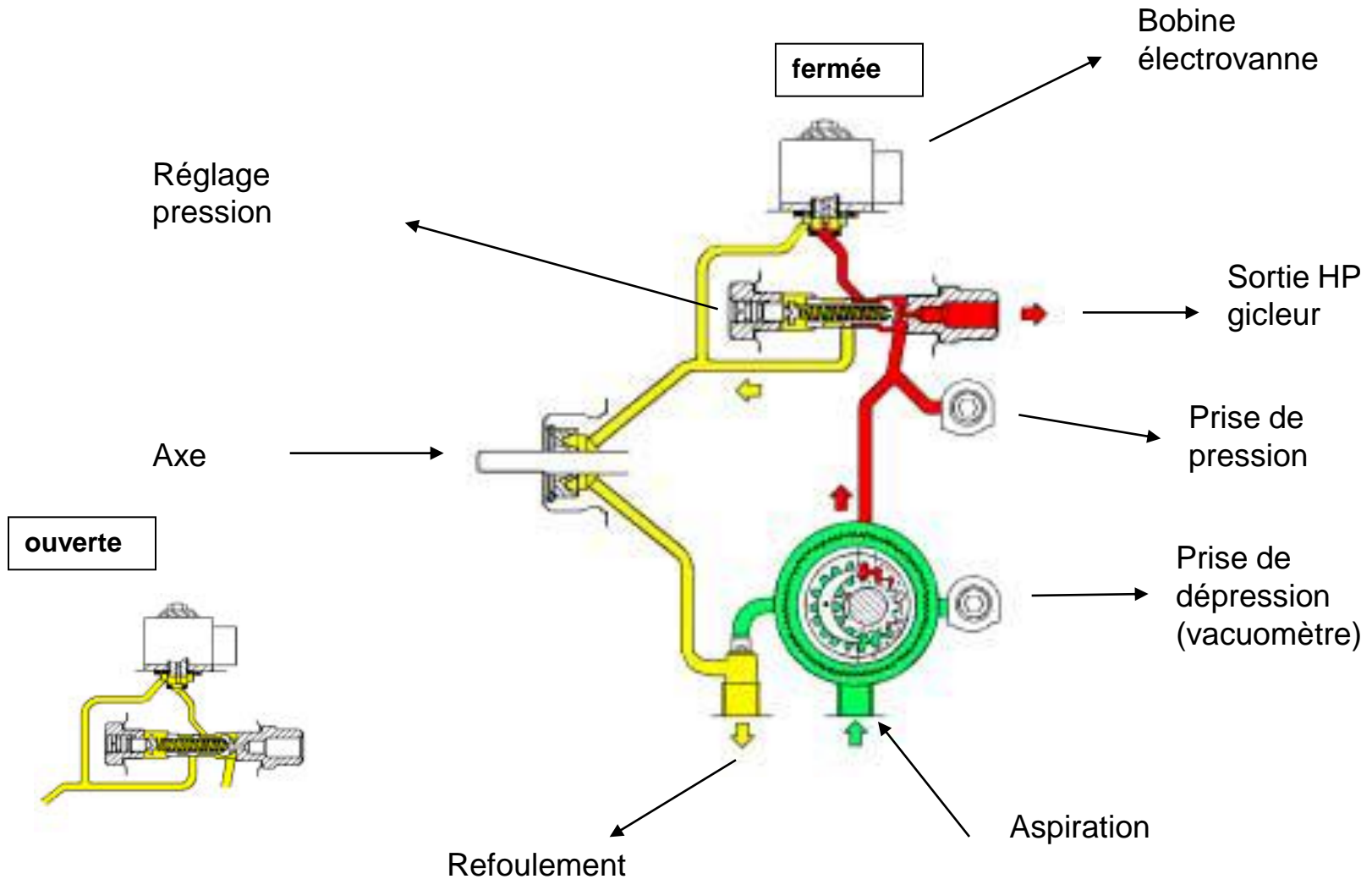
Débit d'un gicleur de 0,50 GUS : 1,8 l/h





# Les pompes fuel à électrovanne

Pour obtenir une coupure franche du jet de combustible

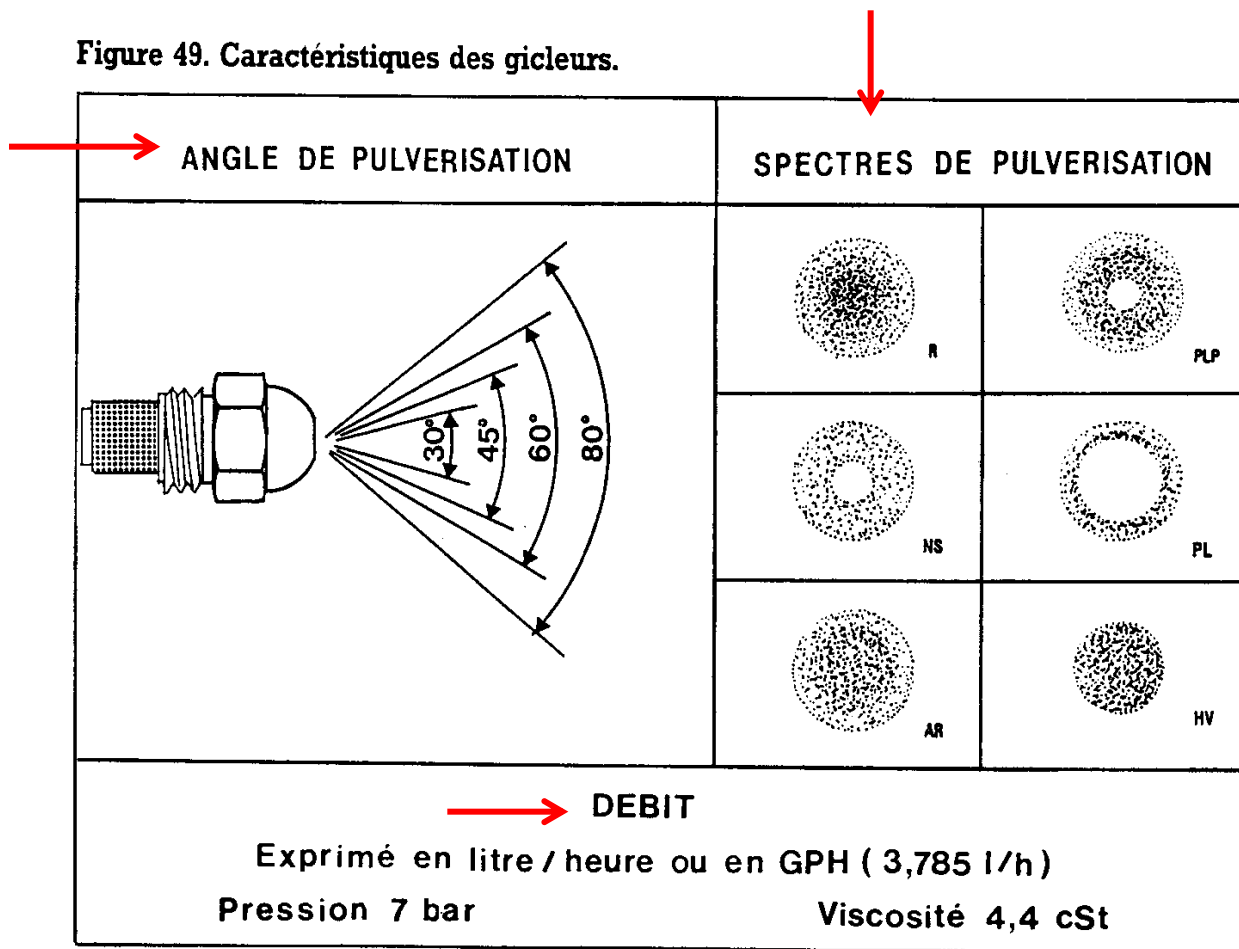


1 litre de fuel pulvérisé à 7 bars donne 15 à 20 milliards de gouttelettes qui équivalent à une surface de 500 M<sup>2</sup> (φ 5 millièmes de mm ou 1 micron) A l'intérieur du gicleur le fuel passe dans une chambre de rotation qui lui donne la forme d'un film liquide tournant qui explose dès la sortie de l'orifice calibré.



Le débit est lié au diamètre de perçage et à la pression de pulvérisation, d'origine Américaine il est donné en Gallons par heure  
 Un GUS = 3.78 l/h à 7 bars ; L'angle est mesuré à 3 cm du gicleur

Figure 49. Caractéristiques des gicleurs.



## Le choix d'un gicleur

**Le spectre et l'angle de pulvérisation sont déterminés par le fabricant du brûleur et notamment par la tête de combustion**

**Pour le débit il faut :**

**la puissance nominale de la chaudière en Kw**

**Son rendement en %**

**Le pouvoir calorifique du fuel en Kw / Kg**

**Eventuellement la densité du fuel en litre par Kg**

US.GPH	7 bar		10 bar		12 bar		14 bar		16 bar		18 bar		20 bar		Rendement 90% à 10 bar	
	l/h	kg.h	l/h	kg.h	l/h	kg.h	l/h	kg.h	l/h	kg.h	l/h	kg.h	l/h	kg.h	Kw	Kcal/h
0,40	1,51	1,27	1,80	1,52	1,98	1,67	2,13	1,80	2,28	1,92	2,42	2,03	2,55	2,14	17,00	14630
0,50	1,89	1,60	2,25	1,91	2,47	2,09	2,67	2,26	2,85	2,41	3,02	2,56	3,19	2,70	21,26	18280
0,60	2,27	1,92	2,71	2,29	2,97	2,51	3,20	2,71	3,42	2,90	3,63	3,07	3,83	3,24	25,60	22020
0,65	2,46	2,08	2,93	2,48	3,21	2,72	3,47	2,94	3,71	3,14	3,94	3,33	4,15	3,51	27,69	23810
0,75	2,84	2,40	3,39	2,86	3,71	3,14	4,01	3,39	4,28	3,62	4,54	3,84	4,79	4,05	32,03	27550
0,85	3,21	2,71	3,83	3,23	4,19	3,54	4,53	3,82	4,84	4,09	5,14	4,34	5,41	4,57	36,20	31130
1,00	3,78	3,19	4,51	3,80	4,94	4,17	5,33	4,50	5,70	4,81	6,05	5,10	6,38	5,38	42,60	36650
1,10	4,16	3,51	4,96	4,19	5,44	4,59	5,87	4,95	6,28	5,30	6,66	5,62	7,02	5,92	46,87	40310
1,20	4,54	3,83	5,41	4,57	5,93	5,02	6,41	5,40	6,85	5,78	7,26	6,13	7,66	6,46	51,12	43970
1,25	4,72	3,98	5,63	4,75	6,17	5,20	6,66	5,62	7,12	6,00	7,55	6,37	7,96	6,71	53,20	45760
1,35	5,10	4,30	6,08	5,13	6,66	5,62	7,20	6,07	7,69	6,49	8,16	6,88	8,60	7,27	57,46	49420
1,50	5,67	4,79	6,76	5,71	7,41	6,26	8,00	6,76	8,55	7,23	9,07	7,66	9,56	8,08	60,84	52320
1,65	6,24	5,27	7,44	6,29	8,15	6,89	8,81	7,44	9,41	7,95	9,98	8,43	10,52	8,89	70,31	60460
1,75	6,61	5,58	7,88	6,66	8,64	7,29	9,33	7,87	9,97	8,42	10,58	8,93	11,51	9,41	74,47	64040
2,00	7,56	6,38	9,02	7,61	9,88	8,34	10,67	9,00	11,41	9,63	12,10	10,21	12,75	10,76	85,24	73310
2,25	8,50	7,17	10,14	8,55	11,11	9,37	12,00	10,12	12,82	10,82	13,60	11,47	14,34	12,09	95,82	82410
2,50	9,45	7,98	11,27	9,52	12,35	10,43	13,34	11,26	14,26	12,04	15,12	12,77	15,94	13,46	106,50	91590



Exemple : chaudière de 30 kW avec rendement de 92 %

PCI du fuel 11,86 kw/kg, pression de pulvérisation 12 bar

- puissance à fournir avec le rendement

$$(30/92) \times 100 = 32,6 \text{ kw de combustible à fournir}$$

- débit gicleur en kg/h

$$32,6/11,86 = 2,74 \text{ kg/h}$$

- choix sur le tableau

Gicleur de 0,65 GUS à 12 bar : 2,72 kg/h

- Que devient le débit si j'augmente la pression de 12 à 16 bar

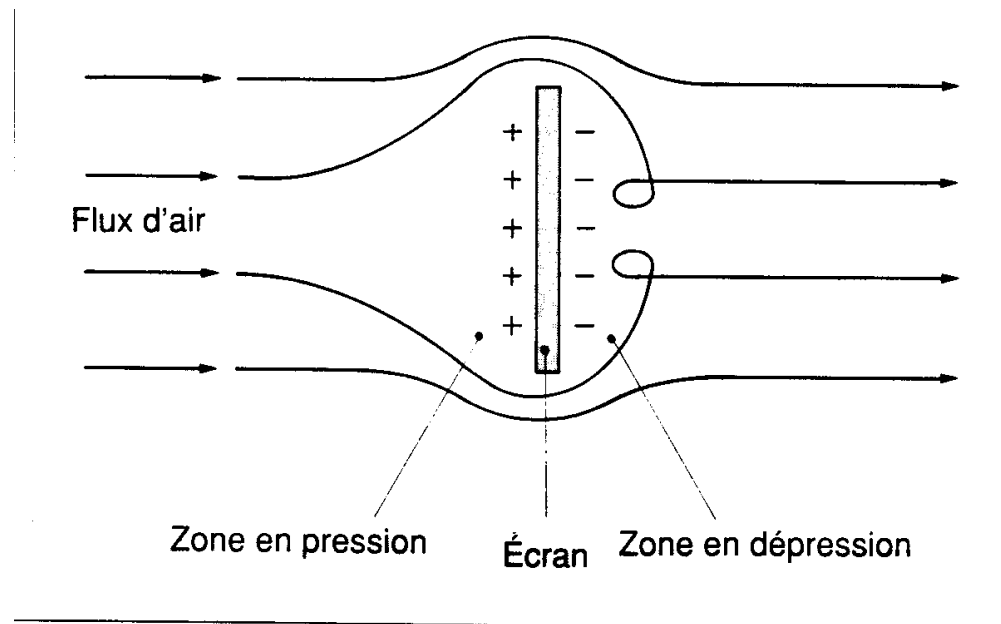
Formule : ancien débit  $\times \sqrt{(P2/P1)}$

$$2,72 \times \sqrt{(16/12)} = 3,14 \text{ kg/h}$$

### 3/ Le circuit du comburant : (oxygène de l'air)

Il faut environ 10 à 12 M<sup>3</sup> d'air pour brûler un litre de fuel, cet air doit être aspiré, refoulé et distribué.

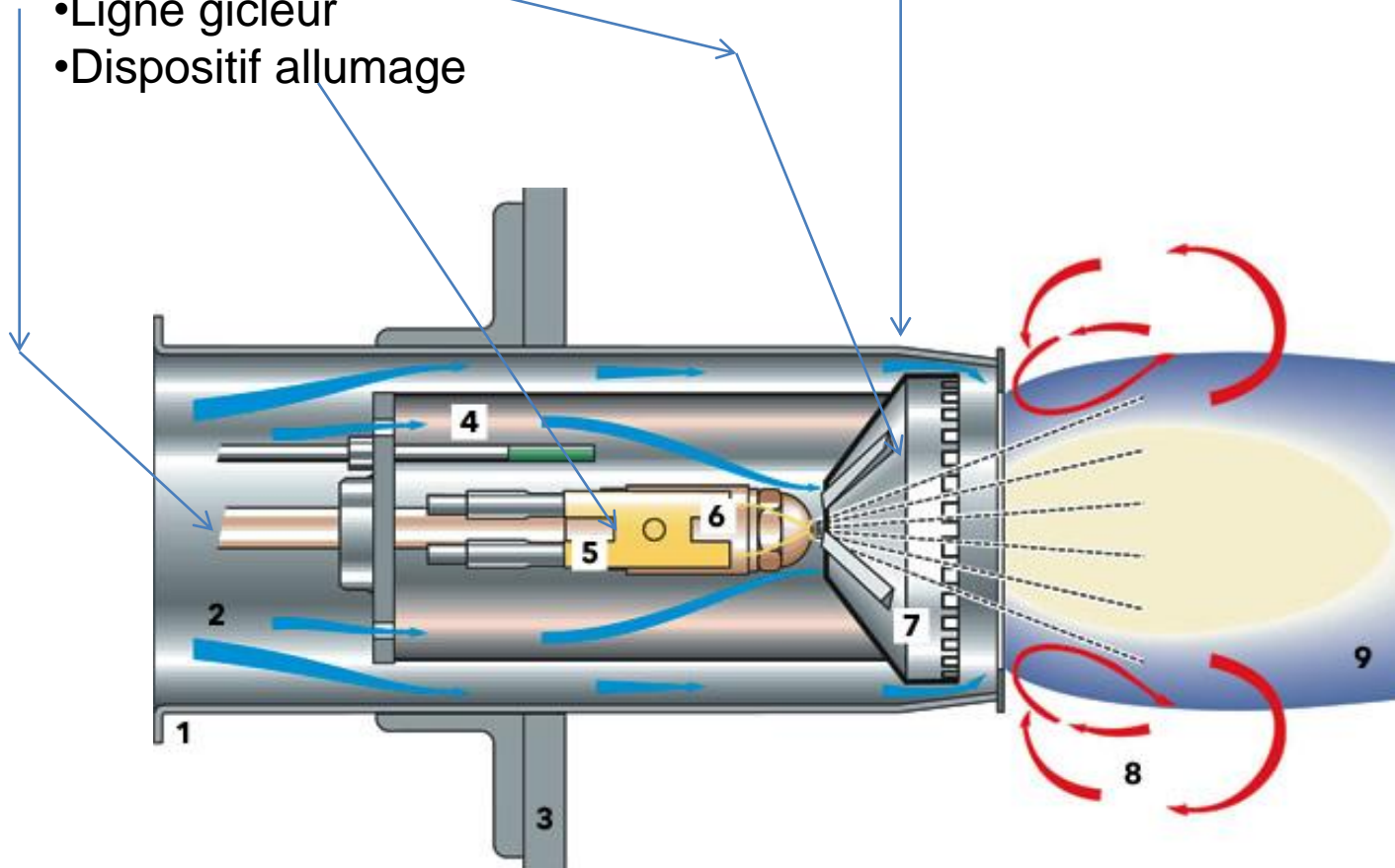
Le moteur entraîne une turbine (type cage d'écureuil) qui aspire l'air par un volet réglable (air primaire) et le refoule sous faible pression vers la tête de combustion (réglage de l'air secondaire).



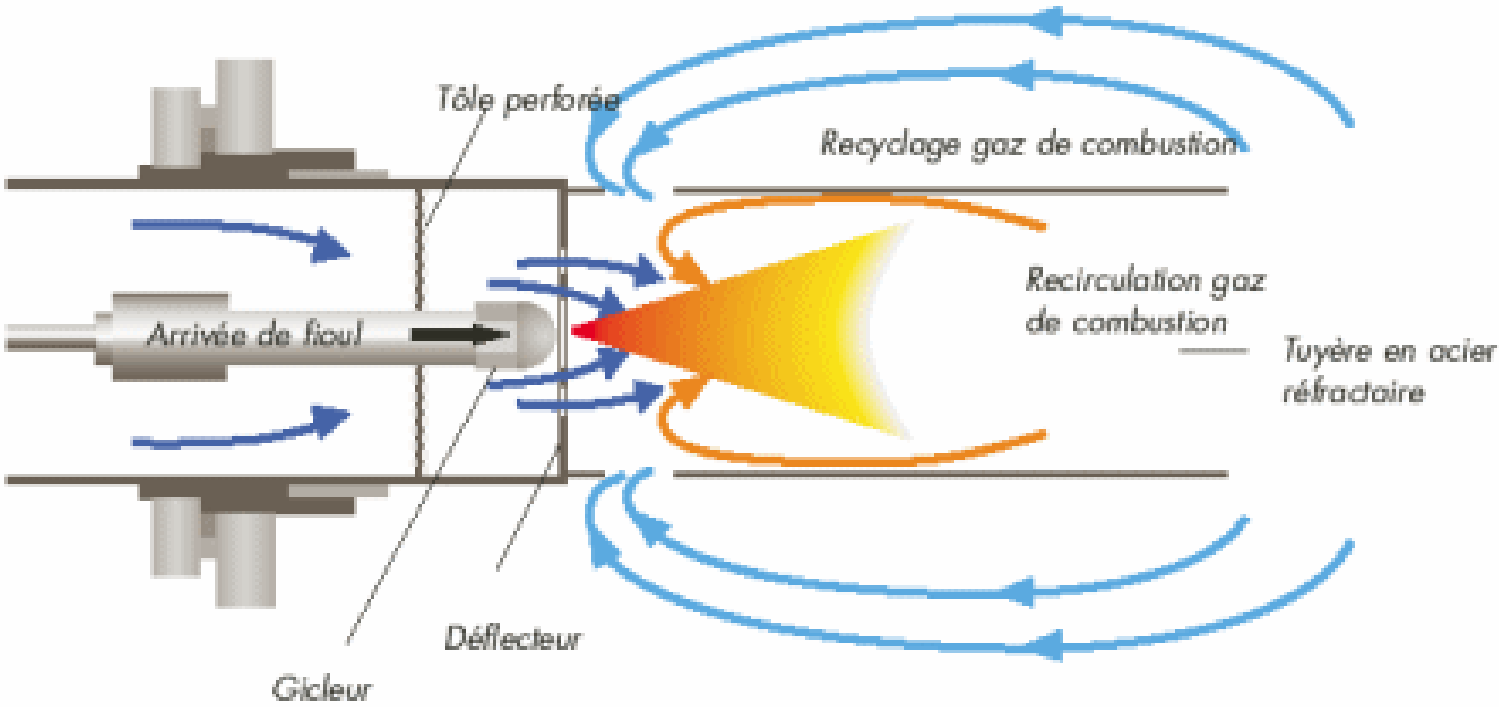
**Figure 151. Représentation de l'effet de dépression créé par un flux d'air sur un écran.**

Elle est composée de 4 éléments :

- Embout
- Déflecteur
- Ligne gicleur
- Dispositif allumage



# Flamme bleue en fuel: le principe



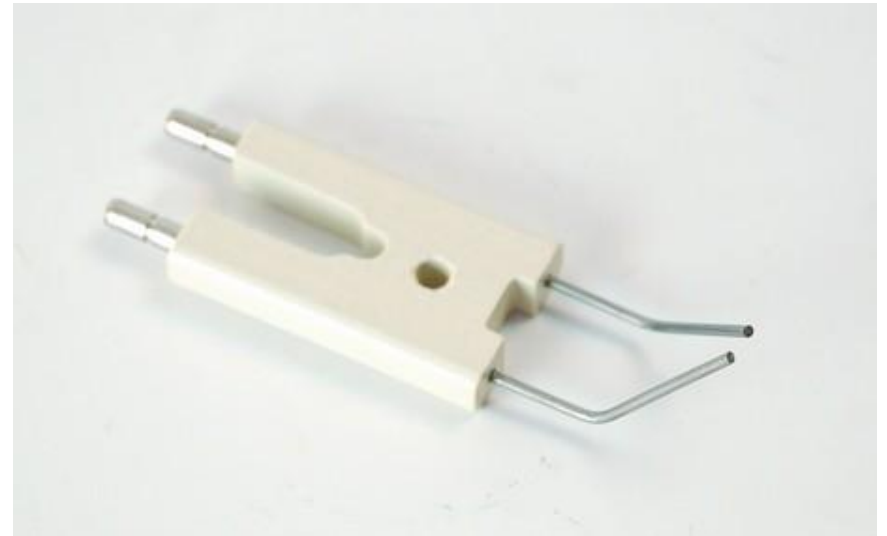
#### 4/ Le circuit électrique :

##### *L'arc électrique*

Généré par un transformateur haute tension et appliquée entre deux électrodes, une tension d'environ 10000 volts crée un arc électrique de couleur bleu vert assez puissant pour vaincre la résistance de l'air :

(4 à 5000 °C)

Les électrodes sont en acier et isolées de la masse du brûleur par de la porcelaine

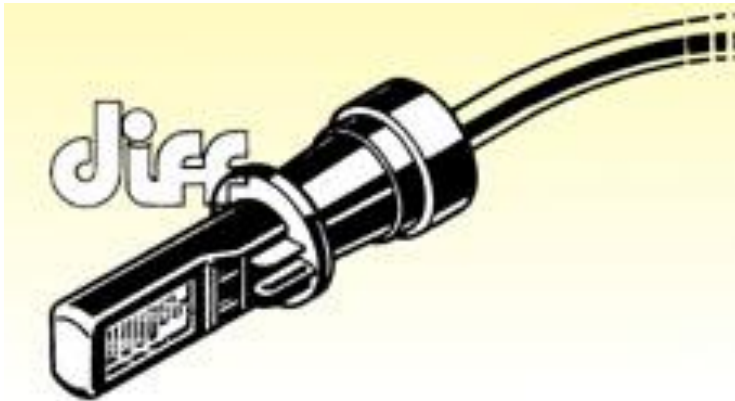


### ***La cellule photo résistante :***

Elle est constituée d'un matériau dont la résistance électrique varie avec l'intensité lumineuse.

- Dans l'obscurité environ 20 000 000 d'ohms
- Devant la luminosité de la flamme quelques centaines d'ohms

Il est donc facile de vérifier son état de fonctionnement devant une lampe de poche avec un ohmètre.



## Le coffret de sécurité :

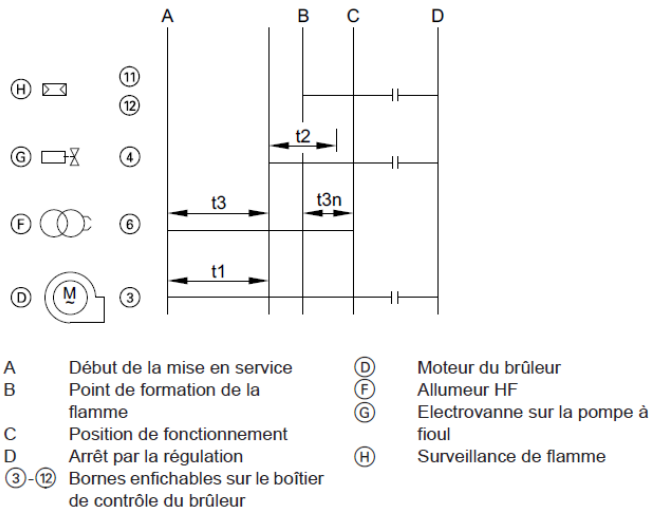
Les séquences de démarrage d'un brûleur sont déterminées par un coffret qui :

- Emet des commandes sous forme de phase
- Reçoit des informations (cellules variation omhique )



### Boîtier de contrôle du brûleur LMO 14

Séquences de fonctionnement lors de la mise en service



- t1** Temps de préallumage env. 16 s  
**t2** Temporisation de mise en sécurité 10 s maxi.  
**t3** Temps de préallumage env. 15 s  
**t3n** Temps de postallumage lors de la formation de la flamme env. 3 s

## • Ordre de démarrage

Thermostat chaudière ou régulation

## • Préventilation

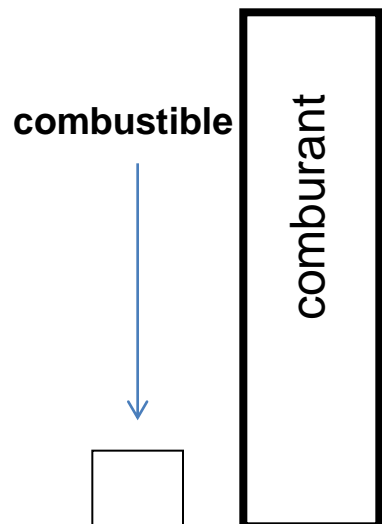
Moteur + transformateur

## • Allumage

Électrovanne et cellule

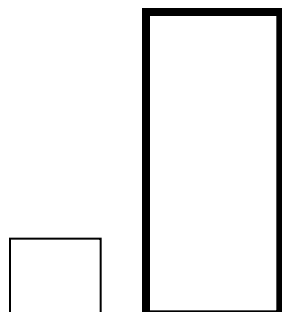
## • Arrêt transformateur

## Les trois types de combustion



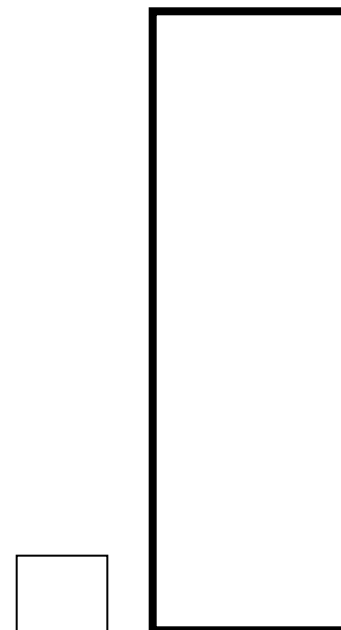
environ 10 volume  
d'air pour un de  
combustible:

**Combustion neutre  
ou  
stoechiométrique**



Volume d'air trop faible

**Combustion  
réductrice**

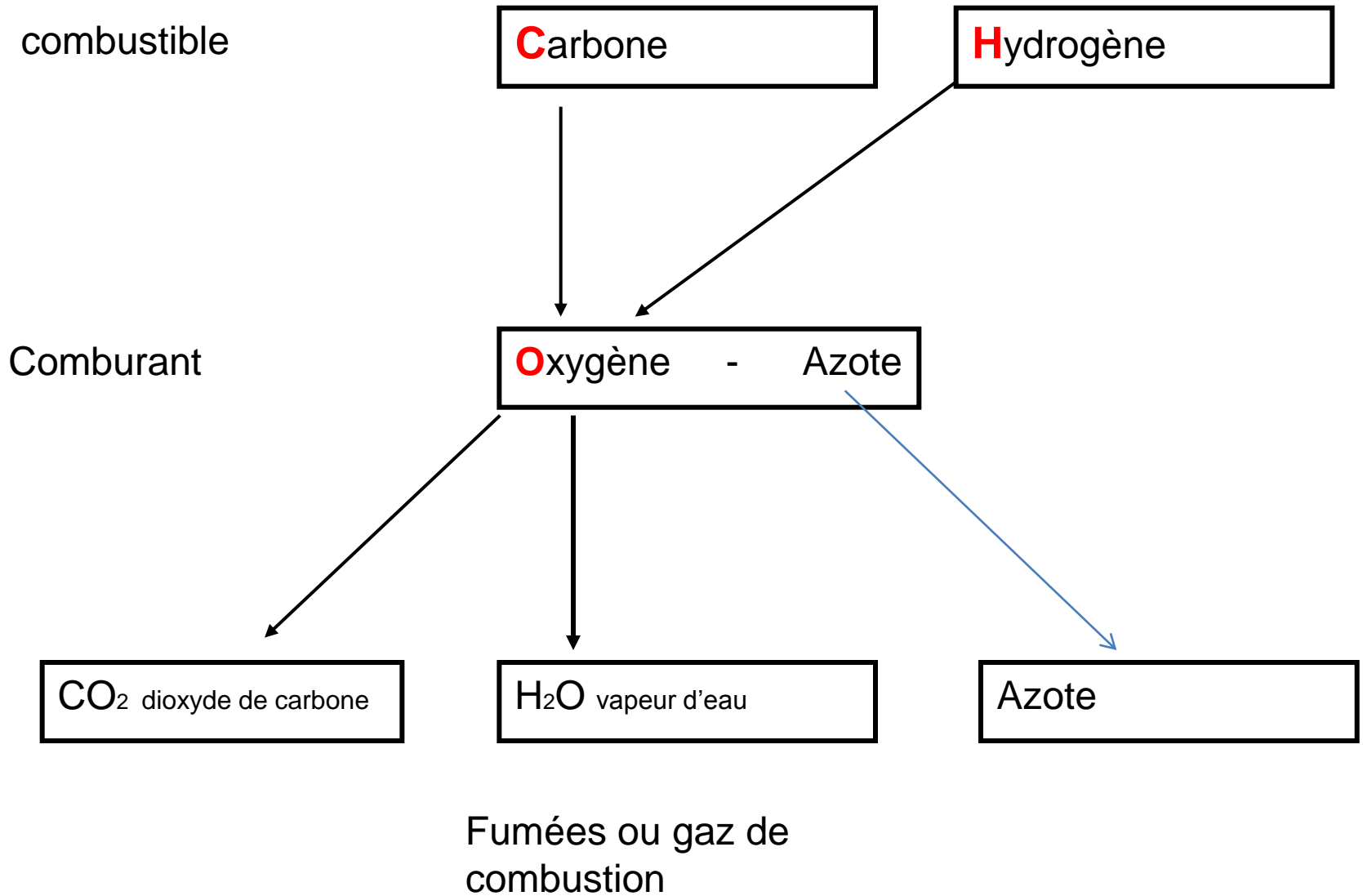


Environ 15 à 25% d'excès  
d'air

**Combustion oxydante  
(à réaliser )**



5/ La combustion  
Le fuel est un hydrocarbure



6/ Calcul du rendement de combustion selon Siegert :

$$\text{Rendement} = 100 \left[ f \times \left[ \frac{t_f - t_a}{\%CO_2} \right] \right]$$

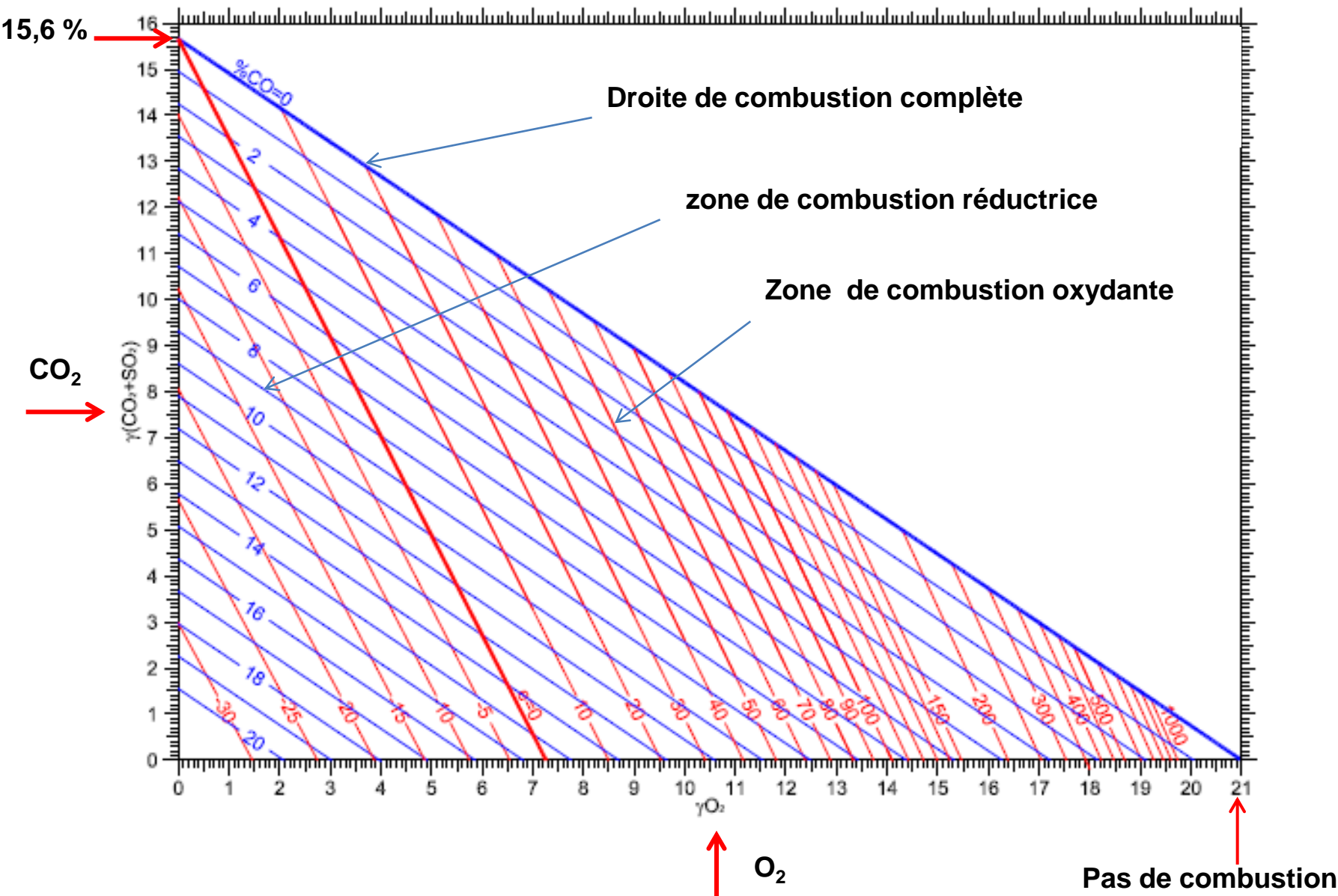
- $t_f$  est la température des fumées
- $t_a$  est la température ambiante
- $CO_2$  est le % de  $CO_2$
- $f$  est un coefficient dépendant du type de combustible et de l'excès d'air :

Combustibles	Excès d'air		
	10 %	20 %	30 %
Gaz naturel	0.482	0.471	0.461
Butane/Propane	0.530	0.519	0.510
Fuel domestique	0.585	0.565	0.558

Exemple : combustible fuel,  $CO_2$  12 %  
 $t_f$  180°C,  $t_a$  20°C excès d'air 20%

$$100 - \left( 0,565 \times \left( \frac{180-20}{12} \right) \right) = 92,47 \%$$

Utilisation du diagramme d'Ostwald pour le fuel domestique



## Attestation d'entretien - CHAUDIERE FIOUL de 4 à 400kW - 1/2

Nom du commanditaire :	Entreprise effectuant l'entretien :
Adresse du commanditaire :	Tel :
Adresse du local chaudière :	Adresse :

Caractéristiques de la chaudière	Caractéristiques du brûleur (si applicable)
<i>Marque, modèle : .....</i>	<i>Marque, modèle : .....</i>
<i>Puissance nominale <b>Pn</b> (min,max) : .....</i>	<i>Puissance nominale <b>Qn</b> (min,max) : .....</i>
<i>Mode d'évacuation, type : .....</i>	<i>Type de gicleur : .....</i>
<i>Date de mise en service : .....</i>	<i>Date de mise en service : .....</i>
<i>Numéro de série : .....</i>	<i>Numéro de série : .....</i>
<i>Date du dernier entretien (si disponible) : ... /..... /.....</i>	<i>Date du dernier ramonage (si disponible) : ...../ ...../ .....</i>

### Points de contrôle obligatoires de l'entretien

	Sans objet	Validé	Non Validé
Vérification de l'état, de la nature et de la géométrie du conduit de raccordement de l'appareil.		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nettoyage du corps de chauffe		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Démontage et nettoyage du brûleur		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nettoyage du pré-filtre fioul domestique lorsque l'installation en est munie	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Nettoyage du filtre de la pompe fioul domestique		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérification fonctionnelle des dispositifs de sécurité de l'appareil		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Vérification fonctionnelle du circulateur de chauffage (si présent dans l'appareil)	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



## Attestation d'entretien - CHAUDIERE de 4 à 400kW - 2/2

### **Définitions :**

*Rendement de référence : pour les combustibles solides, le rendement de référence est le rendement sur PCI de la meilleure technologie équivalente de chaudière présente sur le marché en 2009. Pour les combustibles fioul et gaz, il s'agit du rendement sur PCI à charge totale d'une chaudière à condensation de même puissance.*

*Emission de référence : la valeur de référence correspond au niveau équivalent d'émissions atteint par l'utilisation des meilleures technologies de chaudières utilisant le même combustible et présent sur le marché de 2009.*

*Les chaudières de type B sont des chaudières avec circuit de combustion non étanche et raccordées à un conduit de fumée.*

*Les chaudières de type C sont des chaudières avec circuit de combustion étanche, aussi appelées "à ventouse".*

### **Défauts corrigés suite aux opérations d'entretien :**

### **Conseils et recommandations portant sur :**

> le bon usage de la chaudière en place

> les améliorations possibles de l'ensemble de l'installation de chauffage

> l'intérêt éventuel du remplacement du brûleur, de la chaudière, ou de l'installation de chauffage

*Les conseils et recommandations de la présente attestation sont donnés à titre indicatif et ont une valeur informative. Aucun investissement proposé par la personne ayant effectué l'entretien ne revêt un caractère obligatoire. Il s'agit de conseils et non de prescriptions ou d'injonctions de faire, sauf pour le cas où une teneur anormalement élevée en monoxyde de carbone est constatée*

Date de la visite :     .... / ..... / ....

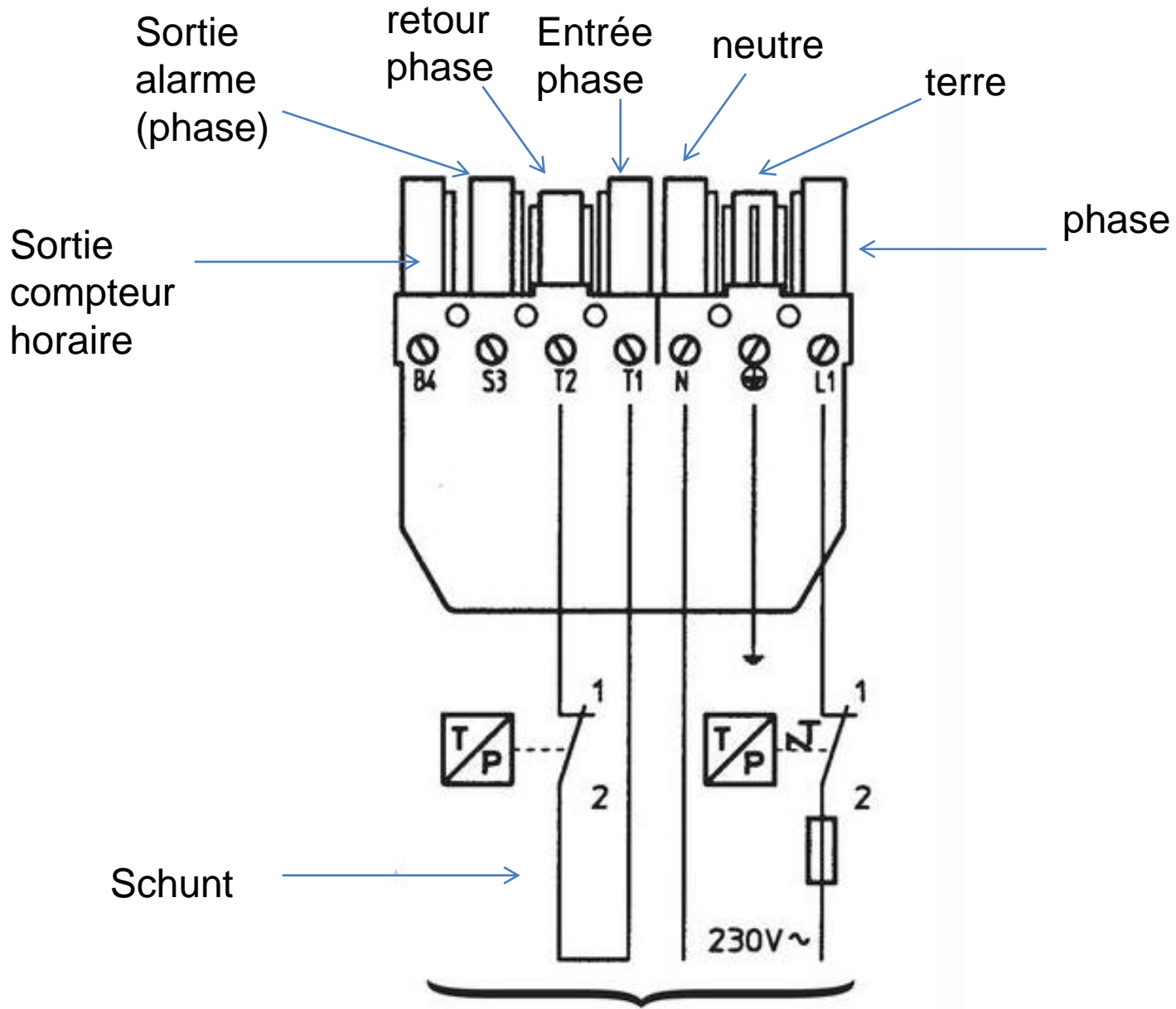
Nom et signature de la  
personne ayant réalisé  
l'entretien :

Signature du  
commanditaire :

- Faire une opacité des fumées avant d'utiliser l'appareil
- Allumer l'analyseur et le calibrer à l'air extérieur
- changer le filtre sur l'aspiration régulièrement







Prise 7 pôles  
Tous modèles