

# GAZ naturel

Dans la terminologie des normes, les gaz sont regroupés en trois familles principales :

**1<sup>re</sup> famille : Les gaz manufacturés.** Autrefois appelés gaz de ville, ils ne sont plus distribués en France.

**2<sup>e</sup> famille : Les gaz naturels.** Cette famille est composée de deux groupes :

- le groupe H dit des gaz à haut pouvoir calorifique, tels ceux d'Algérie, de Norvège, de Russie, dont le PCS est de l'ordre de 11 à 12,5 kWh/m<sup>3</sup>(n) ;
- le groupe B des gaz à bas pouvoir calorifique, aussi appelé groupe L, le plus connu étant celui constitué essentiellement de gaz de Groningue (Pays Bas) dont le PCS est de 10 kWh/m<sup>3</sup>(n).

**3<sup>e</sup> famille : Les Gaz de Pétrole Liquéfiés (G.P.L.), Butane commercial et propane commercial.**

Un appareil conçu pour utiliser le gaz d'une famille donnée peut utiliser tous les gaz de cette famille. En France, les distributeurs de gaz doivent délivrer un débit calorifique au client. Par conséquent, la réglementation prévoit que, dans le cas des gaz de la deuxième famille, les gaz du groupe H sont distribués sous une pression différente de celle des gaz du groupe B. Le remplacement d'un gaz d'un groupe par un gaz de l'autre groupe s'accompagne donc d'une modification de la pression d'alimentation à l'entrée de l'appareil. Cette modification étant réalisée par le distributeur, sachant que les appareils vendus en France le permettent.

En revanche, dans le cas de changement de famille de gaz, une modification de l'équipement (injecteurs) est nécessaire. C'est le responsable de l'installation qui l'effectue conformément aux spécifications des normes et aux préconisations du fabricant.

	PCI	PCS
<b>Gaz naturel</b>	de 8 à 11,5 kWh/m <sup>3</sup>	de 9 à 13 kWh/m <sup>3</sup>
<b>Butane, Propane</b>	≈ 13,5 kWh/kg	≈ 15 kWh/kg
<b>FOD*</b>	≈ 12 kWh/kg	≈ 13 kWh/kg
<b>FOL</b>	≈ 11 kWh/kg	≈ 12 kWh/kg
<b>Charbon</b>	≈ 8 kWh/kg	≈ 8,5 kWh/kg

\* La densité du FOD à 15°C avoisine les 0.844

Pouvoirs calorifiques, masse volumique et densité des combustibles gazeux* (Température de référence : 0°C)															
Nature du gaz	Pouvoir calorifique						Masse volumique normale Kg / m <sup>3</sup> (n)	Densité / air	Pouvoir calorifique par unité de masse						Rapport PCI/PCS
	Supérieur			Inférieur					Supérieur			Inférieur			
	kWh/m <sup>3</sup> (n)	MJ / m <sup>3</sup> (n)	th/ m <sup>3</sup> (n)	kWh/m <sup>3</sup> (n)	MJ / m <sup>3</sup> (n)	th/ m <sup>3</sup> (n)			kWh/kg	MJ/kg	Th/kg	kWh/kg	MJ/kg	th/kg	
<b>Lacq<sup>1</sup></b>	11,3	40,6	9,7	10,2	36,6	8,7	0,74	0,57	15,3	55,1	13,2	13,8	49,6	11,9	0,90
<b>Algérie (Fos)<sup>1</sup></b>	11,8	42,3	10,1	10,6	38,1	9,1	0,78	0,60	15,0	54,2	12,9	13,6	48,8	11,7	0,90
<b>Algérie (Montoir)<sup>1</sup></b>	12,2	44,0	10,5	11,0	39,7	9,5	0,81	0,63	15,0	54,1	12,9	13,6	48,9	11,7	0,90
<b>Mer du Nord<sup>1</sup></b>	11,4	41,1	9,8	10,3	37,1	8,9	0,82	0,63	14,00	50,3	12,0	12,6	45,4	10,9	0,90
<b>Russie<sup>1</sup></b>	11,1	39,9	9,5	10,00	35,8	8,6	0,75	0,58	14,8	53,2	12,7	13,3	47,8	11,4	0,90
<b>Groningue<sup>2</sup></b>	10,3	37,0	8,8	9,3	33,3	8,0	0,83	0,64	12,4	44,6	10,7	11,2	40,2	9,6	0,90
<b>Propane commercial</b>	27,5	99,0	23,6	25,4	91,4	21,8	1,98	1,53	13,9	50,00	11,9	12,8	46,1	11,00	0,92
<b>Butane commercial</b>	35,6	128,4	30,6	32,9	118,7	28,3	2,60	2,00	13,7	49,4	11,8	12,7	45,7	10,9	0,92
<b>Air propané 7,5 kWh/m<sup>3</sup></b>	7,5	27,0	6,4	6,9	24,9	5,9	1,47	1,14	Grandeurs non utilisées dans la pratique pour les mélanges air-GPL						0,92

## Qu'appelle-t-on "teneur maximale en CO<sub>2</sub> des produits de combustion secs d'un gaz" ?

Plus simplement appelée "CO<sub>2</sub> max" et désignée par le symbole (Y<sub>CO2</sub>)<sub>0</sub>, la teneur maximale en dioxyde de carbone des produits de combustion secs est le rapport du dioxyde de carbone total au pouvoir fumigène sec.

$$(Y_{CO2})_0 = V_{CO2} / V_{f0}$$

(Y<sub>CO2</sub>)<sub>0</sub> est proche de 12% pour les gaz naturels ; pour le butane et le propane commercial, il atteint 14%, tandis que pour les fiouls il est compris entre 15 et 16%.

## Qu'appelle-t-on "combustion stoechiométrique" ?

C'est la combustion produite par 1 m<sup>3</sup> (n) de gaz associé à un volume d'air égal à l'air stoechiométrique. Tout le carbone et tout l'hydrogène sont oxydés et tout l'oxygène de l'air comburant a été utilisé.

Les produits de combustion contiennent seulement :

- du dioxyde de carbone ;
- de la vapeur d'eau ;
- de l'azote.

### Limites d'inflammabilité des mélanges air-gaz

La combustion d'un combustible gazeux nécessite la présence d'air comburant (il n'est pas traité ici des mélanges de combustibles gazeux-oxygène pur, qui dans la pratique sont toujours fabriqués dans des proportions proches du rapport stoechiométrique, et pour lesquels les considérations qui suivent présentent peu d'intérêt).

Si l'on considère tous les mélanges possibles repérés par exemple, par la teneur en combustible gazeux dans le mélange homogène depuis 0 % (air pur) jusqu'à 100 % (gaz pur), il apparaît que la combustion ne peut s'amorcer et se propager que pour une plage d'inflammabilité et dont les limites sont :

- la limite inférieure d'inflammabilité (LIE)** en deçà de cette valeur il y a trop d'air (ou exprimé autrement, le mélange n'est pas assez riche en gaz) pour que la combustion puisse se développer ;
- la limite supérieure d'inflammabilité (LSE)** au-delà de cette valeur il n'y a plus assez d'air (ou exprimé autrement : le mélange est trop riche en gaz) pour que la combustion puisse se développer.

## Température d'inflammation

La température d'inflammation est la température minimale à laquelle doit être porté un point d'un mélange inflammable d'air et de gaz combustible pour que la combustion puisse s'amorcer et se propager.

Elle est aussi appelée "température d'ignition" ou "température d'auto-inflammation" .

Au dessus de la pression atmosphérique, pour certains gaz comme les hydrocarbures de rang peu élevé (notamment méthane et éthylène), la température d'inflammation décroît légèrement et de manière continue (par exemple de 650 à 500° C), quand la pression augmente.

Pour d'autres gaz, la variation est plus complexe et il existe une zone de pression qui peut donner "des flammes froides" avec des températures d'allumage comprises entre 300 et 400 °C

Au dessous de la pression atmosphérique, la courbe de température d'inflammabilité passe par un maximum et un minimum.

Ceux-ci ont toutefois des valeurs qui diffèrent d'assez peu de la température d'inflammation, observée sous pression atmosphérique.

## Qu'appelle-t-on "combustion complète en excès d'air" ?

C'est la combustion donnée par 1 m<sup>3</sup>(n) de gaz associé à un volume d'air supérieur à l'air stoechiométrique.

Pour chaque m<sup>3</sup> de gaz, une partie de l'air associé, égale à l'air stoechiométrique, sert à assurer l'oxydation complète du carbone et de l'hydrogène. Le reste, l'air en excès, ne participe pas à la combustion et se retrouve, intégralement, dans les produits de combustion qui comprennent :

- du dioxyde de carbone ;
- de la vapeur d'eau ;
- de l'oxygène ;
- de l'azote.

Ce type de combustion est le plus courant.

Pouvoir calorifique

## Quelle différence y a-t-il entre le pouvoir calorifique supérieur et le pouvoir calorifique inférieur d'un gaz combustible?

La combustion d'un gaz, tel que le gaz naturel constitué pour sa plus grande part de méthane, produit du gaz carbonique, de la vapeur d'eau et de la chaleur.

Le pouvoir calorifique supérieur (PCS) est la quantité de chaleur dégagée par la combustion complète, à pression constante, d'un mètre cube de gaz mesuré à 0°C sous 1 013 mbar. Les constituants du mélange combustible sont pris secs et à 0°C et les produits de la combustion sont ramenés à 0°C. L'eau résultant de la combustion est supposée ramenée à l'état liquide.

Le pouvoir calorifique inférieur (PCI) répond à la même définition que celle du PCS, mais l'eau de combustion est supposée conservée à l'état de vapeur à 0°C.

On s'aperçoit que, dans la mesure du PCS, on récupère la quantité de chaleur supplémentaire que dégage la vapeur d'eau lorsqu'elle se condense en eau liquide et que l'on appelle la chaleur latente.

Le gaz de Lacq, par exemple, se compose pour 97,3% de méthane, 2,1% d'éthane, 0,2% de propane et 0,4% de divers gaz. La combustion de 1 m<sup>3</sup>(n) de gaz de Lacq produit 2,03 m<sup>3</sup>(n) de vapeur d'eau, soit 1,62 kg d'eau et dégage 10,2 kWh de chaleur (PCI).

Le changement d'état de l'eau vapeur en eau liquide dégage 1,1 kWh supplémentaire. Pour 1 m<sup>3</sup>(n) de gaz combustible, la quantité totale de chaleur récupérable est :

$$10,2 \text{ kWh (chaleur sensible)} + 1,1 \text{ kWh (chaleur latente)} = 11,3 \text{ kWh}$$

### A retenir également :

$Q_n$  = débit gaz (en litres par minutes X 1.72) formule simplifiée

$Q_n$  = débit gaz (en m<sup>3</sup>/h) X facteur f X 10.2 (pci)

Avec  $F = ((273 / 273 + T_{\text{gaz}}) \times (\text{pression atmo} + \text{pression gaz réseaux}) / 1013))$

Surdébit gaz de 10% à 20% = anomalie A1 , + de 20% de surdébit = A2 , pas de DGI pour cette cause

Taux de CO max ambiance = 50 PPM , fumées = 300 PPM légalement , 100 PPM en pratique