

# LES COMBUSTIBLES

## 1. Les combustibles solides

Les combustibles solides utilisés en chauffage sont:

- le bois
- le charbon
- les céréales

**Tous ces combustibles solides sont issus de la biomasse (plantes).**

### 1.1. Le bois

Le bois est utilisé depuis toujours pour le chauffage des individus et des locaux. Le bois est la première ressource en énergie renouvelable car ne produisant presque pas d'impact sur l'environnement (bilan carbone neutre). Actuellement on peut trouver cette ressource en énergie renouvelable sous différentes forme pour l'alimentation des cheminées, poêles et chaudières à bois



**Les granulés de bois ou pellets** : cylindres pressés d'un diamètre de 6 mm environ et d'une longueur de 5 à 30 mm composés à 100 % de résidus de bois secs naturels. Grâce à leur densité d'énergie élevée et leur grande facilité de livraison et de stockage, c'est un combustible optimal pour les systèmes de chauffage entièrement automatiques  
**2 kg de granulés = environ 1 litre de fioul.**



**Les plaquettes** : copeaux obtenus par broyage de branches, troncs et de sous-produits de l'industrie bois. Elles ont, par rapport aux bûches, l'énorme avantage de pouvoir bénéficier d'une alimentation automatique des chaudières.



**Les briquettes, ou bûchette, de bois reconstitué** : sciure agglomérée permettant des rendements supérieurs aux simples bûches.

Il s'agit de bois reconstitué sous forme de bûches cylindriques d'environ 20 à 33 cm de long. Leur taux d'humidité est inférieur à 7 % ce qui en fait un excellent combustible à fort pouvoir calorifique. La distinction est à faire entre une bûche de jour (qui libère des calories) et une bûche de nuit (qui se consume très lentement).



**Les bûches** : forme très utilisée et qui participe au charme du feu, mais qui demande beaucoup de manutention. Pour les chaudières bois, les longueurs usuelles des bûches sont : 20 cm, 25 cm, 30 cm, 33 cm, 40 cm, 50 cm, 1 m. La tolérance sur la longueur par rapport à la cote commerciale nominale est de + ou - 5 %.

**Il faut toujours utiliser du bois sec : le bois humide fournit deux fois moins d'énergie, encrasse le générateur de chaleur et libère des substances polluantes en brûlant. Pour obtenir un bois bien sec, il faut le stocker sous abri sous forme de bûches entre 15 mois et 24 mois en fonction de leurs dimensions.**

### Tableau du bois

	Taux d'humidité	Pouvoir calorifique (en kWh/kg)	Prix (en €/tonne)
<b>Bûches</b>	Entre 20 et 35 %	Entre 1,5 à 2 (pour un bois très sec)	90 €
<b>Bûchettes reconstituées</b>	< 6 %	4,6 kWh/kg	300 €
<b>Plaquettes forestières</b>	< 30 %	2,8 à 4 kWh/kg	100 €
<b>Granulés ou pellets</b>	< 10 %	4,7 à 5,2 kWh/kg	280 € (en vrac)

## 1.2. Le charbon

**Peu utilisé pour le chauffage actuellement, il reste une source importante d'énergie pour produire de l'électricité (centrales thermiques à charbon) et pour l'industrie métallurgique.**

**Polluant et contribuant fortement à l'effet de serre, cette source d'énergie est de plus en plus souvent remplacée par des énergies plus propres ou plus faciles à exploiter.**

## 1.3. Les céréales

**Il est possible de brûler des céréales afin de se chauffer. C'est encore très peu utilisé en France de nos jours.**

**Les céréales qu'on peut brûler sont : le froment, l'avoine, l'orge, le maïs, et le colza.**

## 2. Le combustible liquide : Le fioul

**Le fioul domestique est la troisième énergie de chauffage la plus utilisée en France. Le fioul domestique, également appelé « fuel » ou « mazout » est un combustible issu du pétrole. Il rentre dans la classification des énergies fossiles, telles que le charbon ou le gaz naturel. Il est obtenu par raffinage du pétrole brut.**

### Les différents types de fioul

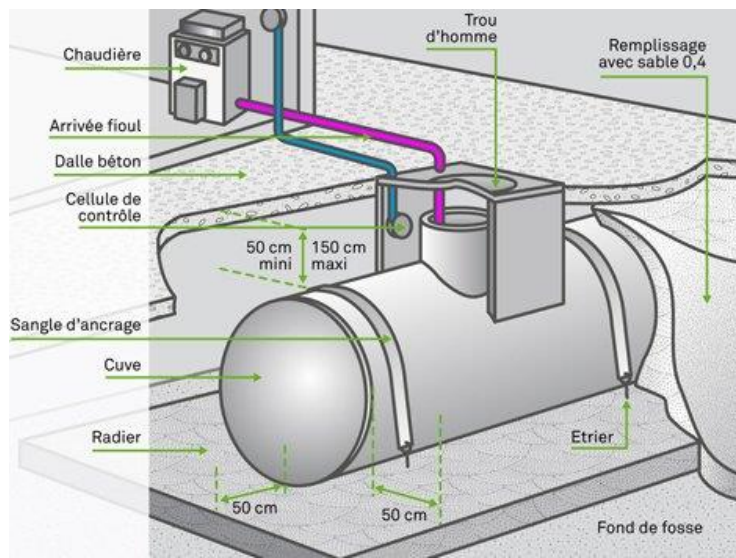
**Il existe plusieurs catégories de fioul, qui ont toutes leurs particularités. La qualité du fioul repose essentiellement sur plusieurs critères notamment l'odeur, la résistance au froid et au vieillissement, la qualité de la combustion et l'anti-corrosion. Il est donc naturel de trouver des fiouls différents selon l'usage qui en est fait (usage du fioul domestique, du fioul lourd ou professionnel)**

## Le stockage du fioul

**Pour être conforme à la législation française, le fioul domestique doit impérativement être stocké dans une cuve.**

**Il existe 3 types de cuve fioul**

- **Cuve fioul enterrée**
- **Cuve fioul simple parois**
- **Cuve fioul double parois**



### Cuve fioul enterrée :

Enterrer le réservoir à fioul permet de gagner en place et en discrétion. Mais cela doit se faire dans le respect des normes qui concernent la nature et la conception de la cuve. La conformité se vérifie par un marquage NF, comme les conditions de son enfouissement.

### Cuve fioul simple paroi

**Cette cuve doit être équipée d'un bac de rétention. Les fuites seront récupérées et non déversées dans la nature. Elle doit être accompagnée d'un certificat attestant la norme NF EN 13341. Une contenance minimale est requise par rapport aux réservoirs qui y sont reliés.**

### Cuve fioul double parois

**Cette cuve n'a pas besoin de bac de rétention, elle est équipée d'une double peau. Elle est donc capable de récupérer les fuites de fioul entre ses deux parois. De plus, elle est souvent équipée d'un détecteur de fuite et d'une jauge pour déterminer la contenance de la cuve.**

Par rapport à la simple paroi, elle est plus facile à se procurer et elle prend moins de place.

Il existe 2 types de matériau :

- **En plastique** : Plus exactement, c'est le polyéthylène qui est utilisé. Les cuves en plastiques sont peu imposantes et ont également l'avantage de garder l'odeur abondante du fioul.
- **En métal** : L'acier est un matériau très résistant. Elle est plus souvent utilisée pour une grande contenance comme pour le stock de fioul pour les exploitations agricoles ou les immeubles. C'est évidemment une cuve beaucoup plus sécurisante.

## 3. Les combustibles gazeux

### Le gaz propane

Le gaz propane est commercialisé par différents distributeurs de gaz propane Antargaz, Primagaz, Butagaz, via **un stockage local en citerne (enterrée ou aérienne) connectée à un réseau acheminant le gaz sur son lieu de consommation à des fins de chauffage, production d'eau chaude sanitaire et cuisson au gaz.**

Nous pouvons noter à titre d'information la différence essentielle entre le gaz butane et le gaz propane qui est leur point d'ébullition à température ambiante et à la pression atmosphérique. Le gaz butane ne se vaporise pas en dessous de 0°C et, de ce fait, n'est pas utilisable par temps froid. Le gaz propane se vaporise, en revanche, jusqu'à des températures très basses (-44 °C).

Le **gaz propane** possède l'avantage de pouvoir assurer un stockage d'énergie et de donner une autonomie énergétique notamment en site isolé non desservi par les réseaux publics. Ce stockage est souvent comparé au stockage fioul, néanmoins, le gaz propane possède des avantages en termes de rendements (jusqu'à 107%), en termes d'environnement (pas de poussières, nettement moins d'émissions de soufre dans l'atmosphère).

### Le gaz de ville

Il a été le premier gaz distribué par un réseau urbain de canalisation et alimentait le réseau d'éclairage. Il contenait du monoxyde de carbone, gaz très toxique. Les usines à gaz de ville ont aujourd'hui disparu et ont été remplacées par les usines de traitement du gaz naturel (ex: gaz de Groningue, gaz de Lacq). Actuellement, le gaz distribué en réseau urbain est du gaz naturel (essentiellement du méthane).

### Le gaz butane

Le gaz butane commercialisé n'est pas un produit chimiquement pur mais un mélange d'hydrocarbures répondant à des spécifications bien définies. Il se présente sous l'aspect d'un gaz incolore et inodore, excellent combustible.

Deux des caractéristiques qui différencient le gaz butane et le gaz propane, à la température ambiante, sont :

- la température d'ébullition
- la tension de vapeur ou pression du gaz.

Le gaz butane a la propriété d'être gazeux à la température ambiante et à la pression atmosphérique, mais il se liquéfie dès qu'il est soumis à une pression relativement faible.

**Il est donc la plupart du temps réservé à des utilisations en bouteille pour la cuisine.**

**Le gaz naturel**

Le gaz naturel extrait des gisements naturels est principalement composé de méthane (CH<sub>4</sub>).

Il est à l'état gazeux à pression et température ordinaires.

Sa combustion produit de la vapeur d'eau et du gaz carbonique.

Il a la meilleure efficacité énergétique de toutes les énergies fossiles du marché.

Le gaz naturel provient de la transformation lente de micro-organismes (animaux et végétaux microscopiques) qui constituent le plancton.

Le gaz naturel brut subit des opérations visant à en retirer l'eau, les impuretés et les hydrocarbures pour le rendre commercialisable.

Les hydrocarbures (butane, éthane, propane et pentane) en sont extraits en raison du risque d'endommagement des réseaux qui servent à la distribution du gaz naturel.

**4. PCI et PCS**

Tableau des unités de comptage pour les différentes énergies			
Unité de comptage	PCS (1)	Conversion PCS en PCI	PCI (2)
1 kWh électrique	1	divisé par 1.00	1
1 litre de fioul domestique	10.667	divisé par 1.07	9.97
1 kWh (PCS) de gaz naturel	1	divisé par 1.11	0.9
1 kg de gaz propane (GPL)	13.8	divisé par 1.09	12.66
1 m <sup>3</sup> de gaz propane (GPL)	25.9	divisé par 1.09	23.7
1 kg de gaz butane (GPL)	13.7	divisé par 1.09	12.56
1 m <sup>3</sup> de gaz butane (GPL)	33.5	divisé par 1.09	30.45
1 kg de charbon (moyenne)	9.245	divisé par 1.04	8.889
1 stère de bûches de bois*	1865	divisé par 1.11	1680
1 tonne de granulés de bois*	5106	divisé par 1.11	4600
1 tonne briquettes de bois*	5106	divisé par 1.11	4600
1 tonne de plaquettes bois*	2442	divisé par 1.11	2200
1 tonne de vapeur (moyenne)	697	divisé par 1.00	697

(1) Pouvoir calorifique supérieur (kWh<sub>pcs</sub>)

(2) Pouvoir calorifique inférieur (kWh<sub>pci</sub>)

**Le PCI est le Pouvoir Calorifique Inférieur du combustible.**

**Il indique la quantité de chaleur qu'il va libérer lors de la combustion par unité de volume ou de masse. (Exemple : le kg, m<sup>3</sup>)**

**Les chaudières ne transmettent à l'eau qu'une partie de l'énergie (chaleur) délivrée par le combustible. Leur rendement sur le PCI se calcule par comparaison entre la chaleur fournie à l'eau et celle libérée lors de la combustion.**

**Le Pouvoir Calorifique Supérieur (PCS)**

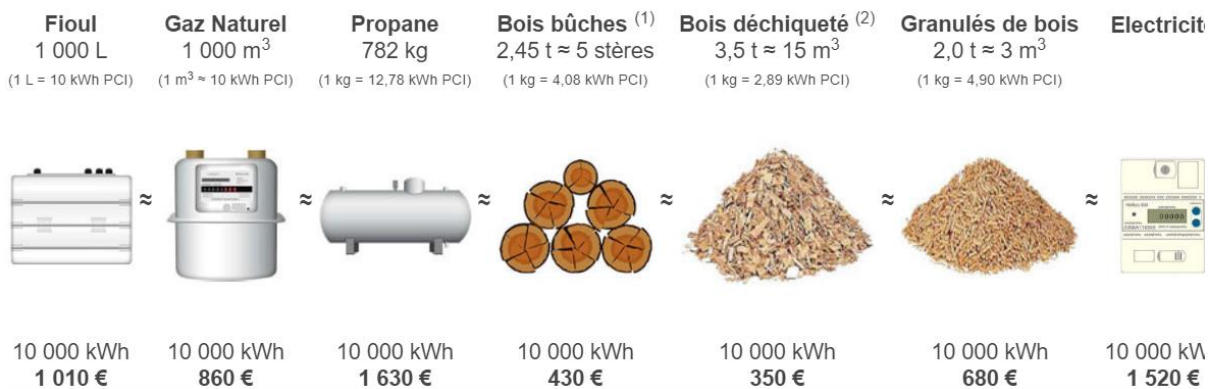
**C'est l'énergie récupérée par la combustion à laquelle se rajoute la récupération des calories contenues dans la condensation de la vapeur d'eau dans les fumés. Grâce à la récupération de la chaleur de vaporisation et la référence au PCI, les chaudières à condensation offrent des rendements supérieurs à 100% sur PCI.**

## 5. Prix



**Le prix de l'énergie n'est pas une donnée constante : même le bois de chauffage subit les variations du cours du pétrole, car son prix de revient tient compte du prix du carburant, de l'huile pour les tronçonneuses, du coût du transport.**

## 6. Tableau comparatif des matériaux



ENERGIE		GAZ	PROPANE	FIOUL	BOIS	ELEC	SOLAIRE
UTILISATION	Chauffage + ECS	■	■	■	■	■	■
	Chauffage seul	■	■	■	■	■	
	Chaudière murale	■	■	*	*	■	
	Chaudière sol	■	■	■	■		
	Radiateur					■	
	Radiateur gaz	■	■				
	Poêle	■			■		
COÛT	Installation						
	Consommation						
	Entretien						
CONFORT	Approvisionnement	🏠	🚚	🚚	🚚	🏠	🏠
	Bien être ambiant	★ ★ ★ ★	★ ★ ★ ★	★ ★ ★ ★	★ ★ ★	★ ★	
	Stockage		✓	✓	✓		

\* existe mais reste rare en France

## 7. Avantages / Inconvénients des énergies

### Gaz naturel

😊 Performance, propreté, silence, confort, économie, peu polluant, aucun stockage, utilisable pour la cuisson

😞 versatilité des prix

### Propane

😊 Performance, propreté, silence, confort, utilisable pour la cuisson

😞 stockage, coût énergétique important

### Fioul

😊 Performance, propreté des chaudières modernes, confort

😞 stockage, coût énergétique très variable, odeurs, impact sur l'environnement

### Bois

😊 Économique, exploitable individuellement

😞 stockage, ramonage plus contraignant

### Electricité

😊 Pratique, propreté, silence, pas de stockage, ni de cheminée, utilisable pour la cuisson

😞 coût énergétique (hors pompe à chaleur), dépendance du réseau électrique

### Solaire

😊 Économique, fiabilité, performance élevée, respect de l'environnement

😞 amortissement long, fonctionnement intermittent