

MESURE DE LA CONSOMMATION DE FUEL

Les quantités livrées et le niveau de la cuve

La consommation annuelle de combustible fuel d'une chaufferie peut être estimée d'après les quantités livrées et la mesure du stock présent dans la cuve. Les stocks sont définis en mesurant le niveau de la cuve.

consommation annuelle = stock au 1er janvier + somme des livraisons entre le 1er janvier et le 31 décembre - stock au 31 décembre

Mesure grâce à une latte graduée

On peut mesurer le niveau d'une cuve au moyen d'une latte graduée. On en déduit facilement la contenance du réservoir:

...pour les réservoirs à l'air libre :

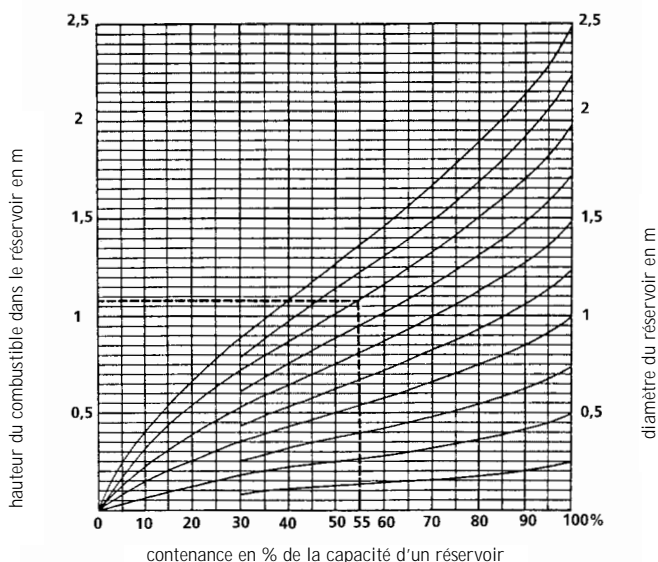
- ✓ **Rectangulaires** : le volume du stock est directement proportionnel au niveau.
- ✓ **Cylindriques** : pour calculer la contenance en fonction du niveau mesuré, il est nécessaire de connaître le diamètre de la cuve et son volume total (la détermination de la contenance est expliquée ci-après).
- ✓ **Autres formes de réservoir** : une mesure des dimensions exactes de la cuve permettra par calcul d'établir un rapport entre le volume contenu et le niveau..

...pour les réservoirs enterrés : ils sont toujours cylindriques

Il existe deux méthodes...

- ✓ **Méthode graphique** : des abaques ont été établies; on peut y lire, pour différents diamètres de cuve, la contenance en % de la capacité totale en fonction de la hauteur du combustible dans la cuve.

Exemple : Dans une citerne de 10.000 l et de 2 m de diamètre le niveau de combustible est de 1.075 m. Le graphique 1 montre que la contenance est de 55% du volume total, soit 5.500 litres



H/D	Volume en % du vol. maximum
0,05	1,87
0,10	5,20
0,15	9,41
0,20	14,24
0,25	19,55
0,30	25,23
0,35	31,19
0,40	37,35
0,45	43,64
0,50	50,00
0,55	56,36
0,60	62,65
0,65	68,81
0,70	74,77
0,75	80,45
0,80	85,76
0,85	90,59
0,90	94,80
0,95	98,13
1,00	100,00

- ✓ **Méthode algébrique** : le tableau ci-contre indique, en fonction du rapport Hauteur/Diamètre, le pourcentage de la citerne encore remplie de mazout.

Exemple : En reprenant le même exemple, on voit que le rapport entre le niveau et le diamètre de la cuve (H/D) est de $H/D = 1.075/2 = 0.5375$

pour $H/D = 0.50$ c $V = 50\%$
 pour $H/D = 0.55$ c $V = 56.36\%$
 pour $H/D = 0.5375$ c $V = 50 + ((56.36 - 50) / (0.55 - 0.5) * (0.5375 - 0.5)) = 54.77\%$

Le volume total de la citerne étant de 10 000 litres, le stock encore disponible est de 10 000 litres * 54.77% = 5477 litres.

RESPONSABLES ENERGIE



Mesure grâce à un indicateur de niveau

Le niveau de la cuve est généralement déterminé au moyen d'une jauge délivrant une mesure proportionnelle au niveau (% de la hauteur) ou parfois directement en litres.

Dans le cas de cuves cylindriques, il est préférable, pour faciliter l'exploitation des mesures, de choisir un appareil dont le signal transmis est proportionnel au volume et non pas à la hauteur de liquide ; contrairement aux cuves parallélépipédiques, le niveau n'a pas de correspondance directe avec le volume.

Si l'appareil fournit une mesure de la hauteur du liquide, on emploiera la méthode décrite ci-avant pour connaître la contenance de la cuve.

...Il existe différents types de jauges :

✓ **mécanique** : il existe quantité de modèles d'appareils qui se posent sur le réservoir même. Ce sont généralement des jauges mécaniques à flotteur.

✓ **pneumatique ou électropneumatique** : le principe de fonctionnement repose sur l'action d'une petite pompe qui crée une pression, permettant de repousser la colonne de combustible; cette pression donne une indication de la hauteur du liquide dans le réservoir.

✓ **électronique** : elle crée une capacité électrique qui augmente avec le niveau de liquide dans la citerne

Précision de la méthode

Cette méthode de calcul des consommations fuel ne permet généralement pas de disposer d'une information précise.

Dans le cas d'un suivi régulier (mensuel) des consommations, la règle graduée ou les indicateurs de niveau peuvent ne pas avoir une précision suffisante pour détecter de faibles variations. Dans le cas d'une estimation annuelle des consommations, celle-ci est cependant suffisante. De plus, certaines formes de cuve peuvent rendre la mesure impossible.

Coût d'une jauge

Le coût d'une jauge pneumatique est d'environ 3500 Fb HTVA.

Le comptage volumétrique

Généralement, les compteurs fuel sont des compteurs volumétriques à piston oscillant. Notons que certains compteurs sont munis d'un dispositif d'émission d'impulsions permettant une lecture à distance.



...Installation en amont de la pompe

Lorsque la disposition du brûleur ne permet pas l'installation du compteur en aval de la pompe, une première solution consiste à installer deux compteurs, un sur l'aller, un sur le retour.

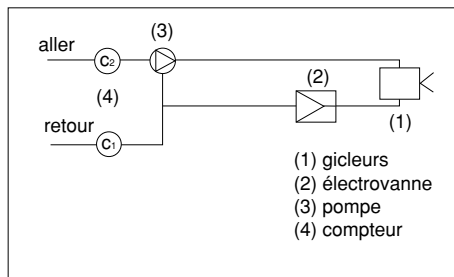
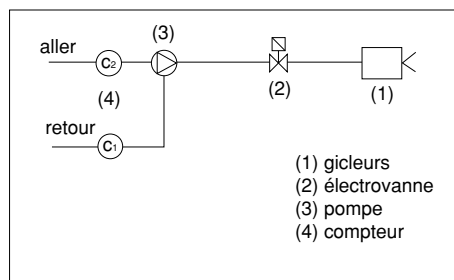
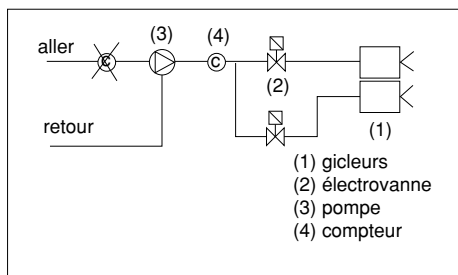
Cette disposition est également nécessaire pour les brûleurs modulant utilisant un gicleur à retour

Dans ces deux cas, la consommation est donnée par la différence de mesure entre les deux compteurs.

Emplacement du compteur fuel

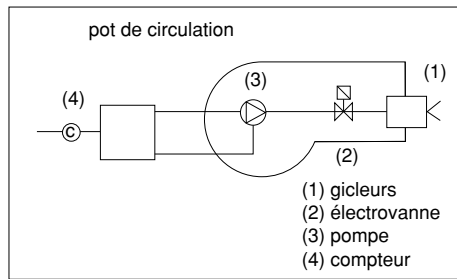
...Installation en aval de la pompe d'alimentation

Pour mesurer la consommation d'un brûleur, le compteur se place généralement en aval de la pompe et en amont de ou des électrovannes. A cet endroit (sur la "ligne du gicleur"), le compteur ne comptabilise que le volume de fuel effectivement consommé, que l'alimentation du brûleur soit bitube ou monotube. La pose du compteur sur la ligne du gicleur peut toutefois poser des problèmes, en particulier si le brûleur est compact. Par ailleurs, la pression en aval de la pompe pouvant atteindre 20 bar, ou plus, il faut choisir un compteur de pression nominale suffisante. Certains fabricants de brûleurs commercialisent un matériel de comptage qui s'adapte directement à leur matériel dans cette configuration. Il conviendra donc de les interroger



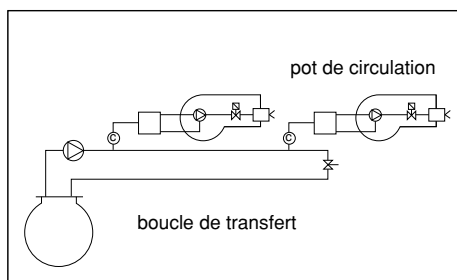
Cette solution est à éviter car elle cumule les erreurs de mesure de deux compteurs. On lui préférera la solution suivante, par ailleurs, moins coûteuse.

La conduite retour de la pompe vers la cuve est court-circuitée et bouclée sur un pot de circulation. Dans ce cas, un seul compteur suffit. De plus, celui-ci étant en amont de la pompe, les pressions qu'il subira seront moindres.



...Plusieurs brûleurs raccordés à la même cuve

Le comptage de la consommation totale de l'installation, c'est-à-dire de la consommation globale de l'ensemble des postes consommateurs, en l'occurrence de l'ensemble des brûleurs, à partir d'un seul compteur est souvent impossible. La présence d'une boucle de transfert impose l'installation de deux compteurs, l'un sur le retour et l'autre sur l'aller de la boucle ou mieux, en tenant compte des remarques faites ci-avant :



Pose du compteur fuel

L'installation d'un compteur fuel doit s'accompagner de la pose d'un filtre en amont de celui-ci, d'une soupape de sécurité s'il est raccordé sur la conduite retour et de vannes d'isolement pour faciliter son entretien. Le filtre doit être nettoyé au moins une fois par an.

Choix d'un compteur

Les compteurs de fuel sont choisis principalement d'après les caractéristiques suivantes :

...le débit permanent

Le débit de pointe et le débit le plus faible sont également à prendre en compte lorsque les conditions sont variables : brûleurs à plusieurs allures par exemple ;

..la pression maximale du fuel

Si le compteur est placé sur la ligne du gicleur, il doit pouvoir supporter des pressions importantes. Le niveau de pression en entrée de gicleur est fonction du débit. Les constructeurs proposent des compteurs dont la pression nominale est égale à 16, 25 ou 30 bars.

Précision d'un compteur fuel

Un compteur fuel a une marge d'erreur de moins de 1%.

Coût d'un compteur fuel

Le coût d'un compteur fuel varie en fonction de sa taille. Pour les chaudières de 100 à 1.000 kW, le prix varie de 5.000 à 10.000 Fb HTVA.

La durée de fonctionnement du brûleur

Une troisième solution pour estimer la consommation en fuel est de mesurer le temps de fonctionnement du brûleur au moyen d'un compteur horaire :

$$C = D \times 3,78 \times \sqrt{\frac{P}{7}} \times H$$

où

C = consommation en l de fuel durant une période déterminée
D = débit du gicleur en gal/h précisé sur la fiche d'entretien du brûleur

P = pression de la pompe d'alimentation en bars, précisée sur la fiche d'entretien du brûleur

H = nombre d'heures de fonctionnement du brûleur sur la période choisie

Cette méthode est possible pour les brûleurs 1 ou 2 allures (1 compteur par allure) mais impossible avec les brûleurs modulants.

En plus du compteur horaire, un compteur d'enclenchements du brûleur (ou de déclenchements) (compteur d'impulsions électromécaniques), permet de détecter des dysfonctionnements par l'observation de séquences d'enclenchements trop fréquentes : fonctionnement en "cycles courts".

Raccordement du compteur

Le raccordement du compteur doit s'effectuer directement aux bornes d'alimentation de l'électrovanne d'admission du combustible. Les durées ainsi comptabilisées ne prendront pas en compte les périodes de préventilation. La durée mesurée sera alors l'image la plus exacte possible de la consommation en fuel.

Précision de mesure

L'usage de l'information délivrée par un compteur de temps de fonctionnement pour estimer la consommation d'un brûleur à une allure (voire deux), est sujette à caution pour les chaudières au fuel. Une mesure soignée du débit du brûleur doit être faite : la quantité de fuel effectivement consommée est mesurée sur une durée fixée, par lecture d'un vase gradué ou par pesée. Cette précaution est indispensable car les caractéristiques de débit du gicleur fournies par les fabricants peuvent être fausses jusqu'à 20 %.

L'usure du gicleur peut également jouer un rôle dans la précision de la mesure à long terme. Cette erreur est cependant négligeable sur la durée de vie normale du gicleur.

Coût d'un compteur horaire

Le coût d'un compteur horaire est d'environ 1.000 Fb. HTVA

Méthodes	Précision	Coût	Domaine d'application
Niveau de cuve (latte graduée ou jauge)	☐	3500 Fb *	suivi annuel des consommations
comptage volumétrique	+	5000 à 10.000 Fb	suivi mensuel des consommations
Compteur horaire	☐ / + **	1000 Fb	mesures ponctuelles et image des cycles de fonctionnement du brûleur

* jauge pneumatique
 ** l'obtention d'une faible marge d'erreur implique la mise en oeuvre d'un protocole de mesure relativement lourd

Estimation du surdimensionnement de la chaudière

Les différentes méthodes de comptage présentées ici peuvent également donner une idée du surdimensionnement d'une chaudière.

Dans des conditions d'utilisation se rapprochant d'une utilisation domestique (ce sera le cas, par exemple, pour les immeubles de bureaux), le brûleur d'une chaudière correctement dimensionné doit fonctionner environ 1.800 h durant la saison de chauffe, soit un tiers du temps de fonctionnement de la chaudière.

Si le temps total de fonctionnement du brûleur est inférieur à 1.800 h, la chaudière est surdimensionnée suivant les mêmes proportions.

Calcul du temps de fonctionnement via indicateur de niveau ou compteur volumétrique :

$$\text{nombre d'heures de fonctionnement (h)} = \frac{\text{consommation (l)} \times 10 (\text{kWh/l})}{D \times 3,78 \times \sqrt{\frac{P}{7}}}$$

où

D = débit du gicleur en gal/h précisé sur la fiche d'entretien du brûleur

P = pression de la pompe d'alimentation en bars, précisée sur la fiche d'entretien du brûleur

Réalisation :



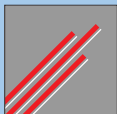
Institut Wallon a.s.b.l.
 Bd Frère Orban, 4 - 5000 Namur
 tél : 081/25 04 80

Editeur responsable :

Ministère de la Région Wallonne
 DGTRE - Service de l'Energie
 Av. Prince de Liège, 7 - 5100 Jambes
 tél : 081/32 12 11



RESPONSABLES ENERGIE

DGTRE

**Calcul de la consommation annuelle de fuel :
Les quantités livrées et le niveau de la cuve**

stock au 1er janvier S1	..... litres		
livraison n°1 A	..... litres	date de la livraison n°1	.././....
livraison n°2 B	..... litres	date de la livraison n°2	.././....
livraison n°3 C	..... litres	date de la livraison n°3	.././....
livraison n°4 D	..... litres	date de la livraison n°4	.././....
livraison n°5 E	..... litres	date de la livraison n°5	.././....
livraison n°6 F	..... litres	date de la livraison n°6	.././....
livraison n°7 G	..... litres	date de la livraison n°7	.././....
livraison n°8 H	..... litres	date de la livraison n°8	.././....
livraison n°9 I	..... litres	date de la livraison n°9	.././....
livraison n°10 J	..... litres	date de la livraison n°10	.././....
.....
.....
stock au 31 décembre S2	..... litres		
consommation annuelle S1+A+B+C+D+E -S2	..... litres		