

## Les idées reçues et le chiffre 10

Selon les lutins, les idées reçues ci-dessous sont difficiles à démontrer. Du moins, ils n'ont pas les connaissances pour en faire la démonstration :

- La première est maintenant admise et sert, quoi qu'on en dise, de base à l'ingénieur thermicien lorsqu'il aborde le dossier technique de la rénovation thermique d'un logement.
- La deuxième concerne la convection et la dissipation thermique dans l'air. Si vous demandez aux lutins de vous expliquer pourquoi cette valeur leur semble exacte, ils ne sauront pas vous répondre mais ils vous diront qu'à l'occasion d'applications numériques comparatives utilisant les logiciels disponibles sur Internet, incluant celui qu'ils ont créé pour les besoins de l'hydraulique industrielle ou encore ceux utilisant les tableaux de valeurs diffusés par la revue *chaud froid performance* (CFP), les résultats sont sensiblement identiques.

### 1<sup>re</sup> idée reçue

La combustion d'un m<sup>3</sup> de gaz naturel ou d'un litre de fioul génère une énergie thermique voisine de **10 kWh**<sup>1</sup>.

#### Exemples

- Un foyer fiscal qui consomme 2 m<sup>3</sup> de fioul dans l'année pour son chauffage (de juin à juin) utilise pour ses besoins thermiques une énergie de 2000 x **10** = 20 000 kWh.
- Un brûleur de chaudière fioul qui consomme 5 litres/heure de fioul développe une puissance de 50 kW.

### 2<sup>e</sup> idée reçue

Une surface en acier transmet à l'air environnant une puissance thermique  $\zeta$  voisine de 10 watt/m<sup>2</sup> et °C<sup>2</sup>. La transmission de chaleur se faisant à la fois par rayonnement et par conduction  
Voir <http://herve.silve.pagesperso-orange.fr/radiateur.htm>

#### Exemple

Un radiateur hydraulique en acier à 50 °C ayant une surface de chauffe de 2 m<sup>2</sup> dans un air environnant à 20 °C transmet une puissance thermique de :

$$P = \mathbf{10} \times 2 \times (50 - 20) = 600 \text{ watt}$$

#### Nota

On peut aussi utiliser la formule empirique donnant le coefficient de transfert thermique  $\zeta = 5,7 + 3,8V$  exprimé en watt/m<sup>2</sup> °C à partir de la vitesse  $V$  de l'air circulant devant la paroi en m/s. On remarque que la convection forcée améliore notablement les coefficients de transfert

<http://www.fsr.ac.ma/cours/physique/bargach/Chap4.pdf>

---

<sup>1</sup> Ce coefficient de 10 kWh/litre de fioul correspond sensiblement à ce qu'on appelle le **PCI** exprimé en kWh/kg de combustible et qui a pour valeur 12 kWh/kg lorsque l'on ne récupère pas la chaleur latente de l'eau contenue à l'état de vapeur dans les gaz brûlés (voir la combustion).

<sup>2</sup> Ce coefficient augmente sensiblement avec les émetteurs thermiques type ventilo-convecteur du fait de l'amélioration de la convection (mouvement tourbillonnant de l'air améliorant la convection).

## Équations aux dimensions

Lors d'une application numérique à partir d'une formule littérale, il est important de rentrer les données dans **les unités du système international SI** pour trouver un résultat exact (conversion des unités habituellement utilisées en unités du système international).

UNITÉS	Notations	Système SI	MLT
Temps	$t$	seconde(s)	T
Longueurs	$L$	mètre	L
Surfaces	$S$	m <sup>2</sup>	L <sup>2</sup>
Volumes	$V$	m <sup>3</sup>	L <sup>3</sup>
Masse	$m$	kg	M
Inertie angulaire	$J_a$	Kg m <sup>2</sup>	M L <sup>2</sup>
Débits volumiques	$Q_v$	m <sup>3</sup> /s	L <sup>3</sup> T <sup>-1</sup>
Débits massiques	$Q_m$	kg/s	M T <sup>-1</sup>
Vitesse linéaire	$v_l$	m/s	LT <sup>-1</sup>
Vitesse angulaire	$v_a$	rd/s	T <sup>-1</sup>
Accélération linéaire	$g$	m/s <sup>2</sup>	LT <sup>-2</sup>
Accélération angulaire	$\omega$	rd/s <sup>2</sup>	T <sup>-2</sup>
Effort	$F$	N	M LT <sup>-2</sup>
Couple	$C$	m*N	M L <sup>2</sup> T <sup>-2</sup>
Pression, contraintes, pertes de charge	$p, \Delta p$	N/m <sup>2</sup>	M L <sup>-1</sup> T <sup>-2</sup>
Énergie, chaleur	$W$	joule	M L <sup>2</sup> T <sup>-2</sup>
Coefficient linéaire d'un pont thermique	$\varphi$	Watt/m° C	M L T <sup>-3</sup>
Puissance	$P$	Joule/s ou watt	M L <sup>2</sup> T <sup>-3</sup>
Densité	$d$	Kg/m <sup>3</sup>	M L <sup>-3</sup>
Fréquences	$f$	Hz ou cycle/s	T <sup>-1</sup>
Viscosité cinématique	$\nu$	centistokes	L <sup>2</sup> T <sup>-1</sup>
<i>Nombres sans dimension</i>			
Rendement	$\eta$	%	
Températures	$T(\text{air}) \vartheta(\text{eau})$	Degré Kelvin °K	
Nombre de Reynolds	$R$		
Facteur d'amortissement	$Z$		
<i>Constantes</i>			
Chaleur spécifique	$c$	Joule/kg et °K	L <sup>2</sup> T <sup>-2</sup>
Coefficient de déperdition	$\zeta$	watt/m <sup>2</sup> et °K	M T <sup>-3</sup>
Coefficient de rayonnement paroi	10	watt/m <sup>2</sup> et °K	M T <sup>-3</sup>
Constante de la gravitation	$G = 6,67$	m <sup>3</sup> s <sup>-2</sup> kg <sup>-1</sup>	M <sup>-1</sup> L <sup>3</sup> T <sup>-2</sup>

## Les puissances de 10 ( $10^0=1$ )

10 <sup>18</sup>	10 <sup>15</sup>	10 <sup>12</sup>	10 <sup>9</sup>	10 <sup>6</sup>	10 <sup>3</sup>	10 <sup>0</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-9</sup>
Exa (E)	Péta (P)	Téra (T)	Giga (G)	Méga (M)	Kilo (k)	1	milli	micro	Nano (n)

Vers l'infiniment grand : Yotta (Y) 10<sup>24</sup>

Vers l'infiniment petit Pico (p) 10<sup>-12</sup>

On estime que la capacité du nouveau data center de la National Security Agency chargé du renseignement informatique sera d'un Yottaoctet (supérieur à 100 téraoctet par habitant !).

L'idée selon laquelle le « Big data center » va toucher tous les métiers et aura un fort impact sur les pouvoirs publics et sur l'économie prend forme.