

## DEBITS EQUIVALENTS (fluides)

Le débit c'est la quantité de fluide fournie où qui s'écoule par unité de temps. L'unité de débit la plus utilisée dans les pays Anglo Saxons actuellement est :

- Pour les réseaux aérauliques : CFM (Cubic Feet per Minute) - **1 CFM = 1,699 m<sup>3</sup>/h**

- Pour les réseaux de distribution d'eau : GPM (Gallon per minute) - **1 GPM = 227.712 l/h**

Symbol	SI équivalent	Désignation unité de mesure en Anglais
1 acre-ft/month	= 4,69361 x 10-4 m <sup>3</sup> /s	- acre foot per month
1 bbl (US, liq.)/day	= 1,3801 x 10-6 m <sup>3</sup> /s	- barrel (US, liq.) per day
1 bbl (US, petrol)/day	= 1,84013 x 10-6 m <sup>3</sup> /s	- barrel (US, petrol) per day
1 cm <sup>3</sup> /s	= 1 x 10-6 m <sup>3</sup> /s	- cubic centimeter per second
<b>1 CFM, cfm, ft<sup>3</sup>/min</b>	<b>= 4,71947 x 10-4 m<sup>3</sup>/s</b>	<b>- cubic foot per minute</b>
1 cfs, ft <sup>3</sup> /s	= 0,0283168 m <sup>3</sup> /s	- cubic foot per second
1 in <sup>3</sup> /min	= 2,73118 x 10-7 m <sup>3</sup> /s	- cubic inch per minute
1 in <sup>3</sup> /s	= 1,63871 x 10-5 m <sup>3</sup> /s	- cubic inch per second
1 m <sup>3</sup> /h	= 2,77778 x 10-4 m <sup>3</sup> /s	- cubic meter per hour
1 m <sup>3</sup> /min	= 0,0166667 m <sup>3</sup> /s	- cubic meter per minute
<b>1 m<sup>3</sup>/s = 1 m<sup>3</sup>/s</b>	<b>- cubic meter per second</b>	<b>- cubic meter per second</b>
1 yd <sup>3</sup> /min	= 0,0127426 m <sup>3</sup> /s	- cubic yard per minute
1 cumec	= 1 m <sup>3</sup> /s	- cumec (musec)
1 gal (UK)/day	= 5,26168 x 10-8 m <sup>3</sup> /s	- gallon (UK) per day
1 gph (UK)	= 1,2628 x 10-6 m <sup>3</sup> /s	- gallon (UK) per hour
<b>1 gpm (UK)</b>	<b>= 7,57682 x 10-5 m<sup>3</sup>/s</b>	<b>- gallon (UK) per minute</b>
1 gps (UK)	= 4,54609 x 10-3 m <sup>3</sup> /s	- gallon (UK) per second
1 gal (US, liq.)/day	= 4,38126 x 10-8 m <sup>3</sup> /s	- gallon (US, liq.) per day
1 gph (US)	= 1,0515 x 10-6 m <sup>3</sup> /s	- gallon (US, liq.) per hour
<b>1 gpm (US)</b>	<b>= 6,30902 x 10-5 m<sup>3</sup>/s</b>	<b>- gallon (US, liq.) per minute</b>
1 gps (US)	= 0,00378541 m <sup>3</sup> /s	- gallon (US, liq.) per second
1 l/h	= 2,77778 x 10-7 m <sup>3</sup> /s	- liter per hour
1 l/min	= 1,66667 x 10-5 m <sup>3</sup> /s	- liter per minute
1 l/s	= 0,001 m <sup>3</sup> /s	- liter per second

## VITESSE (Velocity) - L'unité de vitesse du S.I. est le mètre par seconde

Symbol	SI équivalent	Désignation unité de mesure en Anglais
1 Bz	= 1 m/s	- benz
1 cm/min	= 1,66667 x 10-4 m/s	- centimeter per minute
1 cm/s	= 0,01 m/s	- centimeter per second
1 ft/h, fph	= 8,46667 x 10-5 m/s	- foot per hour
<b>1 ft/min, fpm = 0,00508 m/s</b>	<b>- foot per minute</b>	<b>- foot per second</b>
<b>1 ft/s, fps = 0,3048 m/s</b>	<b>- furlong per fortnight</b>	<b>- furlong per fortnight</b>
1 furlong/fortnight	= 1,66309 x 10-4 m/s	- inch per second
1 in/s, ips	= 0,0254 m/s	- kilometer per hour
1 km/h	= 0,277778 m/s	- knot (noeud)
1 kn, knot	= 0,514444 m/s	- kyne
1 cm/s	= 0,01 m/s	- meter per minute
1 m/min	= 166,667 m/s	<b>- meter per second</b>
<b>1 m/s = 1 m/s</b>	<b>- mile (naut.) per hour (knot, noeud)</b>	<b>- mile (stat.) per hour</b>
1 mph, mi/h	= 0,44704 m/s	- mile (stat.) per minute
1 mi/min	= 26,8224 m/s	- millimeter per minute
1 mm/min	= 1,66667 x 10-5 m/s	- millimeter per second
1 mm/s	= 0,001 m/s	- speed of light
1 ---	= 2,99792 x 108 m/s	

## TEMPERATURE

- Conversion du degré Celsius en degré Fahrenheit = **degré C x 1.8 + 32**

- Conversion du degré Fahrenheit en degré Celsius = **(degré F - 32) / 1,8**

A noter que le 0 degré absolu Rankine (0°R) est le même que le zéro absolu Kelvin (0 K)

Point de congélation / fusion de l'eau / glace = 0°C ou 32°F ou 273,15 K ou 491.67°R.

Point d'ébullition de l'eau = 100°C ou 212°F ou 373,15 K ou 671.67°R.

Type de conversion	mode opératoire
Degrees Celsius (C) to degrees Kelvin (K) = (C) + 273.15 = (K)	
Degrees Celsius (C) to degrees Fahrenheit (F) = [(C) * 1.8] + 32 = (F)	
Degrees Celsius (C) to degrees Rankine (R) = [(C) * 1.8] + 491,67 = (R)	
Degrees Fahrenheit (F) to degrees Kelvin (K) = [(F) * 0.555556] + 255.37 = (K)	
Degrees Fahrenheit (F) to degrees Rankine (R) = (F) + 459,67 = (R)	
Degrees Kelvin (K) to degrees Rankine (R) = (K) * 1.8 = (R)	
Degrees Rankine (R) to degrees Celsius (C) = [(R) - 491,67] * 0.555556 = (C)	
Degrees Rankine (R) to degrees Kelvin (K) = (R) * 0.555556 = (K)	

## FORCE

Le newton est l'unité de force du SI. Un newton est la force exigée pour donner à une masse de 1 kilogramme une accélération de 1 mètre par seconde. La force la plus courante est le poids. C'est une force verticale dirigée vers le bas qui résulte de l'action de la pesanteur dont l'équivalent est : masse \* 9,806 (N/kg)

## PRESSION (L'unité de pression du S.I. est le Pascal)

La pression est une force par unité de surface.

Un **Pascal** correspond à la pression (P) générée par une force (F) de 1 newton agissant sur une surface (A) de 1 mètre carré dit aussi newton par mètre carré (**N/m<sup>2</sup>**). C'est une unité plutôt petite comme résultat et elle plus souvent utilisée en tant que kilo Pascal [ kPa ] ou en bar équivalent à 100 000 pascals.

$$P(N/m^2) = \frac{F(N)}{A(m^2)}$$

**1 Pa = 1 N/m<sup>2</sup> = 1 pascal**

1 kilo pascal (kPa) = 1000 Pa - 1 bar = 100 kPa - 1 mbar = 1 hecto pascal (hPa)

L'ancienne mesure le kilogramme force (kgf) : 1 kgf = 0,98067 daN (decaNewton).

Le daN est le 1/10 of N , et le daN/cm<sup>2</sup> est égal à 1 bar.

- Pound-force/sq in = 1 lbf/in<sup>2</sup> or **psi** = 6,89476 kPa
- Pound-force/sq ft = lbf/ft<sup>2</sup> = 1 lbf/ft<sup>2</sup> = 47,8803 Pa

Symbol	SI équivalent	Désignation unité de mesure en Anglais
	1 at = 98066,5 Pa	- atmosphere (metric)
	1 atm = 101325 Pa	- atmosphere (standard)
	1 bar = 100000 Pa	- bar
1 cmHg (0 °C)	= 1333,22 Pa	- centimeter of mercury (0 °C)
1 cmH <sub>2</sub> O	= 98,0638 Pa	- centimeter of water (4 °C)
1 dyn/cm <sup>2</sup>	= 0,1 Pa	- dyne per square centimeter
1 ft H <sub>2</sub> O	= 2988,98 Pa	- foot of water (4 °C)
1 hPa	= 100 Pa	- hectopascal
1 inHg (0 °C)	= 3386,38 Pa	- inch of mercury (0 °C)
1 inHg (15.56 °C)	= 3377,18 Pa	- inch of mercury (15.56 °C)
<b>1 inH<sub>2</sub>O, In wg (15.56 °C)</b>	<b>= 248,845 Pa</b>	<b>- inch of water (gauge) (15.56 °C)</b>
<b>1 inH<sub>2</sub>O, in wg (4 °C)</b>	<b>= 249,082 Pa</b>	<b>- inch of water (gauge) (4 °C)</b>
1 kgf/cm <sup>2</sup>	= 98066,5 Pa	- kilogram force per square centimeter
1 kgf/dm <sup>2</sup>	= 980,665 Pa	- kilogram force per square decimeter
1 kgf/m <sup>2</sup>	= 9,80665 Pa	- kilogram force per square meter
1 kgf/mm <sup>2</sup>	= 9806650 Pa	- kilogram force per square millimeter
1 kPa	= 1000 Pa	- kilopascal
1 kip/in <sup>2</sup> , ksi, KSI	= 6894760 Pa	- kilopound force per square inch
1 MPa	= 1000000 Pa	- megapascal
1 mH <sub>2</sub> O, mCE (15.56 °C)	= 9797,06 Pa	- meter of water (15.56 °C)
1 mH <sub>2</sub> O, mCE (4 °C)	= 9806,38 Pa	- meter of water (4 °C)
1 µbar	= 0,1 Pa	- microbar (barye, barrie)
1 µHg (0 °C)	= 0,133322 Pa	- micron of mercury (millitorr)
1 mbar	= 100 Pa	- millibar
1 mmHg, torr, Torr (0 °C)	= 133,322 Pa	- millimeter of mercury (0 °C)
1 mmH <sub>2</sub> O, mmCE (15.56 °C)	= 9.79706 Pa	- millimeter of water (15.56 °C)
1 mmH <sub>2</sub> O, mmCE (4 °C)	= 9.80638 Pa	- millimeter of water (4 °C)
<b>1 N/m<sup>2</sup> = 1 Pa</b>		<b>- newton per square meter</b>
1 Pa, N/m <sup>2</sup>	= 1 Pa	- pascal
1 lbf/ft <sup>2</sup>	= 47,8803 Pa	- pound force per square foot
<b>1 psi, PSI, lbf/in<sup>2</sup></b>	<b>= 6894,76 Pa</b>	<b>- pound force per square inch</b>
1 atm	= 101325 Pa	- standard atmosphere
1 tonf/cm <sup>2</sup> (metric)	= 98066500 Pa	- ton force (metric) per square centimeter
1 tonf/m <sup>2</sup> (metric)	= 9806,65 Pa	- ton force (metric) per square meter
1 torr	= 133,322 Pa	- torr

## ENERGIE, TRAVAIL ou QUANTITE DE CHALEUR

l'unité de l'énergie ou de travail du SI est le **Joule**

Le **Joule** (J) est équivalent au travail produit par une force de 1 **Newton** dont le point d'application se déplace de 1 m dans la direction de la force.

C'est l'unité ou ses dérivés attribués aux calculs de quantification d'énergie ou de chaleur.

La calorie qui est encore utilisée est quantifiée sous différentes valeurs.

La définition générale, c'est la quantité de chaleur nécessaire pour éléver de 1°C la température de 1 gramme d'eau de 14,5 à 15,5°C sous la pression atmosphérique normale.

- 1 calorie = 4,186 J - 0,003968 Btu - 3,087 foot-pounds.
- 1 kg d'eau à 15°C sous 1 atm = 4,1855 kj/kg °C ou 1 kcal/kg °C · 1 kcal = 1,163 w.
- La petite calorie ou therm, est mesurée de 3,5°C à 4,5°C (l'eau est la plus dense à 4°C)

La valeur intermédiaire de la calorie dans la plage de 0°C à 100°C est appelée la **moyenne calorie**; c'est à dire le 1/100 de l'énergie nécessaire pour réchauffer l'eau de 1 gramme d'eau du point de fusion à son point d'ébullition.

Deux autres calories sont quelquefois utilisées dans le " **International Steam Table calorie** " équivalent à 4,187 J (1,163 w) et le " **Thermochemical calorie** " équivalent à 4,184 J (1,1622 w)

Type of calorie	joule équivalent
Thermochemical	= 4,184
Table internationale	= 4,186.8
Eau à 15°C	= 4,1855
Moyenne de 0°C à 100°C	= 4,19012

A British thermal unit (**Btu** or **BTU** est également connu comme **heat unit** au USA)

**BTU** : C'est la quantité de chaleur nécessaire pour accroître la température d'un degré Fahrenheit par unité de masse de 1 livre (pound) d'eau, soit une masse de 0,4535924 kg.

L'unité thermique britannique (Btu) peut également prendre différentes valeurs et sont appelées d'une manière semblable à la calorie, celle est Btu (IT), (Th), etc.

Notez en outre que le **Therm** est de 100 000 Btu ainsi sa valeur exacte dépend sur lequel Btu est utilisé

### Energie mesurée en unité de temps (unités non conventionnelles)

Le Joule étant une unité trop petite pour les besoins usuels, on utilise plutôt Watt-heure (Wh) ou son multiple le kilowatt-heure (kWh)

1 Mega-joule (MJ)	= 278 Wh ou 0,278 kWh
1 Watt-heure (Wh)	= 3600 Joules
1 calorie (cal) (unité non usitée)	= 0,0011639 Wh
1 British thermal unit (Btu)	= 0,293 071 Wh
1 kilocalorie (kcal) (unité non usitée)	= 1,163 Wh

Symbol	SI équivalent	Désignation unité de mesure
1 bboe	= $6.12 \times 10^9$ J	- barrel oil equivalent
1 bboe	= $6.12 \times 10^9$ J	- bboe (barrel oil equivalent)
1 Btu (ISO)	= 1055,06 J	- British thermal unit (ISO)
1 Btu (IT)	= <b>1055,06 J</b>	- <b>British thermal unit (IT)</b>
1 Btu (mean)	= 1055,87 J	- British thermal unit (mean)
1 Btu (therm.)	= 1054,35 J	- British thermal unit (thermochemical)
1 cal15	= 4,185 J	- calorie (15 °C)
1 cal4	= 4,2045 J	- calorie (4 °C)
1 Call	= 4,180 J	- Calorie (diet kilocalorie)
1 cal (IT)	= 4,18674 J	- calorie (IT) (International Steam Table)
1 calmean	= 4,19002 J	- calorie (mean)
1 cal (therm.)	= 4,184 J	- calorie (thermochemical)

1 Chu = 1899,18 J	- Celsius-heat unit
1 C-V = 1 J	- coulomb volt
1 ft3-atm = 2869,2 J	- cubic foot atm
1 eV = 1,60218 x 10-19 J	- electronvolt
1 erg = 1x10-7 J	- erg
1 ft-lbf = 1,35582 J	- foot-pound force
1 GeV = 1,60218 x 10-10 J	- gigaelectronvolt
1 gram-cal = 4,18674 J	- gram calorie
1 Hp-h = 2,68452 x 10^6 J	- horsepower (550ft-lbf/s)-hour
1 in-lbf = 0,112985 J	- inch pound force
<b>1 J = 1 J</b>	<b>joule</b>
1 kcal15 = 4185,5 J	- kilocalorie (15 °C)
1 kcal4 = 4204,5 J	- kilocalorie (4 °C)
1 keV = 1,60218 x 10-16 J	- kiloelectronvolt
1 kJ = 1000 J	- kilojoule
1 kWh = 3,6 x 10^6 J	- kilowatt-hour
1 MeV = 1,60218 x 10-13 J	- megaelectronvolt
1 MJ = 1 x 10^6 J	- megajoule
1 N-m = 1 J	- newton meter
1therm = 1,05506 x 10^8 J	- therm (EEG)
1therm = 1,0548 x 10^8 J	- therm (US)
1 th15 °C = 4,1855 x 10^6 J	- thermie (15 °C)
1 toe = 4,187 x 10^10 J	- toe (tonne oil equivalent)
1 ton (TNT) = 4,18 x 10^9 J	- ton TNT equivalent
1 tce = 2,929 x 10^10 J	- tonne coal equivalent
1 toe = 4,187x 10^10 J	- tonne oil equivalent
1 Wh = 3600 J	- watt hour

## CHALEUR SPECIFIQUE

Symbol	SI équivalent	Désignation unité de mesure en Anglais
1 Btu (IT)/lbm = 2326 J/kg	- British thermal unit (IT) per pound mass	
1 Btu (therm.)/lbm = 2324,44 J/kg	- British thermal unit (therm.) per pound mass	
1 cal (IT)/g = 4186,74 J/kg	- calorie (IT) per gram	
1 cal (therm.)/g = 4184 J/kg	- calorie (therm.) per gram	
1 J/g = 1000 J/kg	- joule per gram	
<b>1 J/kg = 1 J/kg</b>	<b>joule per kilogram</b>	
1 Cal (IT)/kg, kcal/kg = 4186,74 J/kg	- kilocalorie (IT) per kilogram	
1 kWh/kg = 3,6 x 10^6 J/kg	- kilowatt-hour per kilogram	

## PUISANCE

Le Watt est l'unité de puissance (unité d'énergie par unité de temps ou énergie en un temps donné)

C'est cette unité qui est attribuée aux générateurs d'énergie (moteurs, chaudières, etc.) ou à leurs dérivés.

- 1 Watt = 1 Joule pendant une seconde.

Energie (E en Joules) = W (Puissance en watt) x t (temps en secondes)

Par exemple :

- Une ampoule de 100 W (puissance) sera équivalent en énergie (E) sur une heure à 0,36 MJ ou 100 Wh.
- Un moteur d'une puissance de 10 ch (7,36 kw) sera équivalent en énergie (E) sur une heure à 26,5 MJ ou 7,36 kWh.

Attention ceci ne signifie pas la consommation d'énergie (Il faut intégré tous les rendement et autres pour obtenir la consommation d'énergie équivalente)

Il y a 2 unités différentes dans l'utilisation du horse power (HP). La première unité (HP = 745,7 watt) utilisée au USA/UK est basée sur l'énergie équivalente pour soulever un poids de 550 livres (pound) au travers 1 pied (foot) en une seconde. La seconde unité (HP = 736 watt) utilisée en Europe continentale est basée sur l'énergie équivalente en énergie à soulever dun poids de 75 kilogrammes sur 1 mètre en 1 seconde.

Symbol	SI équivalent	Désignation unité de mesure en Anglais
--------	---------------	--

1 Btu (IT)/h = 0,293071 W	- British thermal unit (IT) per hour
1 Btu (IT)/min = 17,5843 W	- British thermal unit (IT) per minute
1 Btu (IT)/s = 1055,06 W	- British thermal unit (IT) per second
1 Btu (therm.)/h = 0,292875 W	- British thermal unit (therm.) per hour
1 Btu (therm.)/min = 17,5725 W	- British thermal unit (therm.) per minute
1 Btu (therm.)/s = 1054,35 W	- British thermal unit (therm.) per second
1 cal (IT)/h = 0,00116298 W	- calorie (IT) per hour
1 cal (IT)/min = 0,069779 W	- calorie (IT) per minute
1 cal (IT)/s = 4,18674 W	- calorie (IT) per second
1 cal (therm.)/h = 0,001162222 W	- calorie (therm.) per hour
1 cal (therm.)/min = 0,0697333 W	- calorie (therm.) per minute
1 cal (therm.)/s = 4,184 W	- calorie (therm.) per second
1 cv, HP = 735,499 W	- cheval-vapeur (horsepower)
1 dyn-cm/s = 1 x 10-7 W	- dyne-centimeter per second
1 erg/s = 1 x 10-7 W	- erg per second
1 ft-lbf/h = 3,76616 x 10-4 W	- foot-pound force per hour
1 ft-lbf/min = 0,022597 W	- foot-pound force per minute
1 ft-lbf/s = 1,35582 W	- foot-pound force per second
1 ft-pdl/s = 0,0421401 W	- foot-poundal per second
1 HP = 745,7 W	- horsepower (550 ft-lbf/s)
1 HP = 9809,5 W	- horsepower (boiler)
1 BHP, hp = 745,7 W	- horsepower (British)
1 cv, HP = 735,499 W	- horsepower (cheval-vapeur)
<b>1 HP = 746 W</b>	- horsepower (electric)
<b>1 HP = 735,499 W</b>	- horsepower (metric)
<b>1 HP = 746,043 W</b>	- horsepower (water)
1 kgf-m/s = 9,80665 W	- kilogram force-meter per second
1 kW = 1000 W	- kilowatt
1 CTR (UK) = 3922,7 W	- ton (refrigeration, UK)
1 CTR (US) = 3516,8 W	- ton (refrigeration, US)
1 VA = 1 W	- volt-ampere
<b>1 W = 1 W</b>	<b>watt</b>
1 W = 1,00019 W	- watt (int. mean)
1 W = 1,00016 W	- watt (int. US)

#### LA PUISSANCE APPARENTE (Unité pratique de puissance électrique apparente moteur électrique)

Symbol	SI équivalent	Désignation unité de mesure en Anglais
1 Volt Amperes (VA) = E (V) x I (A) (mono-phasé)	= E (V) x I (A) x 1,73 (tri-phasé)	
1 Kilovolt ampères (kVA) = 1000 x E (V) x I (A)	= E = Tension en Volt - I Intensité en Ampère	

#### VISCOSITE DYNAMIQUE

Symbol	SI équivalent	Désignation unité de mesure en Anglais
<b>1 cP, cPo = 1x10-3 Pa·s</b>		<b>- centipoise</b>
1 dyn-s/cm <sup>2</sup> = 0,1 Pa·s	- dyne second per square centimeter	
1 gf-s/cm <sup>2</sup> = 98,0665 Pa·s	- gram force second per square centimeter	
1 g/cm·s = 0,1 Pa·s	- gram per centimeter per second	
1 kgf-s/m <sup>2</sup> = 9,80665 Pa·s	- kilogram force second per square meter	
1 kg/m·s = 1 Pa·s	- kilogram per meter per second	
<b>1 N·s/m<sup>2</sup> = 1 Pa·s</b>	<b>- newton second per square meter</b>	
<b>1 Pa·s = 1 Pa·s</b>	<b>- pascal second</b>	
1 P, Po = 0,1 Pa·s	- poise	
1 -- = 1 Pa·s	- poiseuille	
1 lbf-s/ft <sup>2</sup> = 47,8803 Pa·s	- pound force second per square foot	
1 lbm/ft·s = 1,48816 Pa·s	- pound mass per foot second	
1 lbm/in·s = 17,858 Pa·s	- pound mass per inch second	
<b>1 reyns (reyn) = 6894,76 Pa·s</b>	<b>- reynolds (reyns)</b>	
1 slug/ft·s = 47,8803 Pa·s	- slug per foot second	
1 slug/in·s = 574,563 Pa·s	- slug per inch second	

#### VISCOSITE CINEMATIQUE

Symbol	SI équivalent	Désignation unité de mesure en Anglais
<b>1 cSt = 1 x 10-6 m<sup>2</sup>/s</b>		<b>- centistokes</b>
1 cm <sup>2</sup> /s = 1 x 10-4 m <sup>2</sup> /s	- square centimeter per second	
1 ft <sup>2</sup> /h = 2,58064 x 10-5 m <sup>2</sup> /s	- square foot per hour	
1 ft <sup>2</sup> /s = 9,2903 x 10-2 m <sup>2</sup> /s	- square foot per second	
1 in <sup>2</sup> /h = 1,79211 x 10-7 m <sup>2</sup> /s	- square inch per hour	
1 in <sup>2</sup> /s = 6,4516 x 10-4 m <sup>2</sup> /s	- square inch per second	
1 m <sup>2</sup> /h = 2,77778 x 10-4 m <sup>2</sup> /s	- square meter per hour	
1 m <sup>2</sup> /s = 1 m <sup>2</sup> /s	- square meter per second	
<b>1 St = 1 x 10-4 m<sup>2</sup>/s</b>	<b>- stokes</b>	