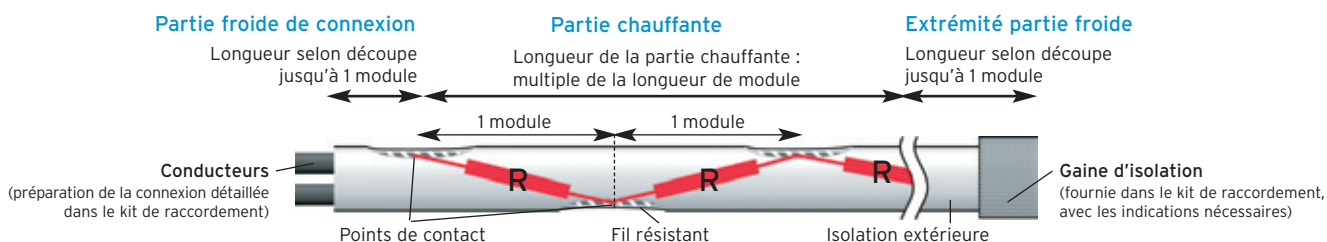


## CABLES A PUISSANCE CONSTANTE

Un câble à puissance constante est une succession de résistances identiques R connectées en parallèle, ce qui permet de disposer de la même puissance dissipée sur chacun de ces tronçons.

Ces résistances sont constituées d'un fil chauffant bobiné autour des câbles conducteurs isolés, avec lesquels il rentre en contact à chaque point de contact. Ces tronçons, entre 2 points de contact consécutifs, sont appelés modules.

C'est pourquoi le câble ne peut être chauffant qu'entre 2 points de contact, comme l'illustre le schéma suivant :

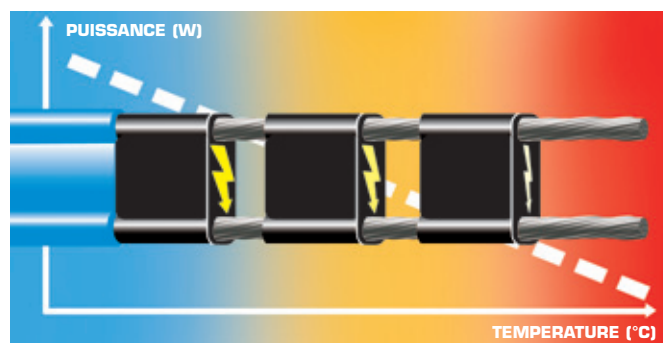


## CABLES AUTOREGULANTS

Entre les conducteurs, la matière sombre qui constitue l'élément chauffant en polymère enrichi en carbone conducteur possède une résistivité qui varie avec la température, du fait de la dilatation des structures internes qui diminuent l'espace disponible au passage du courant.

En conséquence, lorsque la température s'élève, la puissance dissipée par la câble diminue. C'est ce phénomène qui est appelé **autorégulation**. Celui-ci évite donc toute surchauffe qui pourrait dégrader le câble, et permet qu'une partie du câble placée dans un environnement plus froid transmette plus d'énergie dans cette zone.

En fonctionnement, le câble atteindra donc toujours un équilibre entre la puissance qu'il dissipe et les pertes dues à l'environnement extérieur. Cependant, il est impossible de prévoir avec une grande précision à quelle température de surface le câble se stabilisera, du fait de la complexité et de la variabilité de son environnement. De même, afin de maîtriser l'installation et réaliser d'importantes économies d'énergie, il est toujours recommandé de régler ces câbles à l'aide d'un thermostat.



**NB :** contrairement aux autres éléments résistifs, il est impossible de contrôler l'intégrité fonctionnelle d'un câble autorégulant à l'aide d'une mesure de résistance à l'ohmmètre. C'est en revanche possible en mesurant le couple tension/courant.

## RESISTANCES SERIES

Une résistance série est un élément qui, entre ses deux extrémités, est parcouru par un courant électrique, et qui dissipe une puissance régie par la loi d'ohm. (cf formulaire technique). En conséquence, tout changement de longueur, tension ou intensité est extrêmement périlleuse et nécessite de notre part une nouvelle étude approfondie.

Pour les résistances séries vendues pour leur valeur ohmique en Ohm/m, produits semi-finis (commandés au mètre ou au kilomètre), il faudra absolument faire une étude préalable afin au minimum de s'assurer que la longueur finale découpée produise une puissance maximale en accord avec les recommandations de nos fiches techniques.

Pour les produits finis vendus pour leur puissance en Watt (commandés à l'unité), il faudra strictement respecter la tension d'alimentation et ne jamais en modifier la longueur.

## FORMULAIRE TECHNIQUE

### LOI D'OHM :

Les formules reliant les grandeurs électriques d'un élément purement résistif sont les suivantes :

$$\begin{aligned}
 U &= R \times I = P/I = \sqrt{P \times R} \\
 I &= U/R = \sqrt{P/R} = P/U \\
 R &= U/I = P/I^2 = U^2/P \\
 P &= U \times I = I^2 \times R = U^2/R
 \end{aligned}$$

Avec :  
 U : Tension en Volt (V)  
 I : Intensité du courant en Ampère (A)  
 R : Résistance en Ohm (Ω)  
 P : Puissance en Watt (W)

### PAS DE SPIRALAGE :

Le pas de spiralage est la distance entre deux passages consécutifs d'un câble enroulé sur un support cylindrique. Cet enroulement est indiqué quand la puissance linéaire d'un traçage droit est insuffisante ou qu'une très grande uniformité de chauffe est nécessaire.

$$P = \frac{\pi \times D \times L}{\sqrt{T^2 - L^2}} \quad T = \frac{(\pi \times D \times L)^2}{P^2} + L^2$$

Avec :  
 P : pas de spiralage en mm  
 D : diamètre extérieur du support  
 L : longueur totale de la tuyauterie  
 T : longueur totale du câble

## DIAMÈTRE DE TUYAUTERIES METALLIQUES USUELLES

Diamètre nominal DN (pouces)	1/4	3/8	1/2	3/4	1	1 <sup>1/4</sup>	1 <sup>1/2</sup>	2	2 <sup>1/2</sup>	3	3 <sup>1/2</sup>	4	5	6	8	10	12
Diamètre extérieur D (mm)	13.71	17.14	21.34	26.67	33.4	42.16	48.26	60.32	73.02	88.9	101.6	114.3	141.3	168.27	219.07	273.05	323.85

## DEPERDITIONS PAR m DE TUYAUTERIE : PERTES THERMIQUES A COMPENSER POUR MAINTENIR EN TEMPERATURE

$$Q = \frac{\pi \times (T_m - T_a)}{2 \times \lambda \times \ln\left(\frac{D + 2 \times e}{D}\right)}$$

Avec :

Température ambiante	T <sub>a</sub>	°C
Température de maintien	T <sub>m</sub>	°C
Diam. ext. de la tuyauterie	D	mm
Épaisseur du calorifuge	e	mm
Lambda du calorifuge	λ	W/m.K
Déperditions théoriques	Q	W/m

**IMPORTANT :** ce calcul est théorique et doit être pondéré d'un coefficient de sécurité qui dépend des conditions de l'installation. Nous consulter pour l'évaluation de celui-ci.

### DEPERDITIONS en W/m POUR UNE TUYAUTERIE CALORIFUGEE

Epaisseur de calorifuge (mm)	dT en °C	Dimension de la tuyauterie																			
		DN (mm)	8	15	20	25	32	40	50	65	80	100	150	200	250	300	350	400	450	500	600
		D.Ext (mm)	14	21	27	34	42	48	60	76	89	114	168	219	273	324	356	406	457	508	610
10	20		6.2	7.2	8.5	10	12	14	16	19	23	28.8	41.1	52.6	64.7	76.1	83.3	94.6	106	117	140
	30		9.4	11	13	15	19	21	25	29	35	43.8	62.5	80	98.5	116	127	144	161	178	213
	40		13	15	18	21	25	28	34	40	47.3	59.2	84.5	108	133	157	171	195	218	241	287
20	20		4	4.6	5.3	6.2	7.3	8	9.5	11	13	16	22.5	28.5	34.9	40.9	44.7	50.7	56.7	62.6	74.6
	30		6.2	7	8.1	9.4	11	12	15	17	19.8	24.4	34.2	43.4	53.2	62.3	68	77.1	86.2	95.3	113
	40		8.3	9.5	11	13	15	17	20	23	26.7	33	46.3	58.7	71.9	84.2	92	104	117	129	153
	60		13	15	17	20	23	26	30	35	41.2	50.9	71.4	90.5	111	130	142	161	180	199	237
25	20		3.6	4.1	4.6	5.3	6.2	6.9	8.1	9.3	10.9	13.4	18.6	23.5	28.7	33.5	36.5	41.4	46.2	51.1	60.7
	30		5.4	6.2	7.1	8.1	9.5	10	12	14	16.6	20.3	28.3	35.7	43.6	51	55.6	63	70.3	77.7	92.4
	40		7.4	8.4	9.5	11	13	14	17	19	22.4	27.5	38.2	48.3	59	69	75.2	85.2	95.1	105	125
	60		11	13	15	17	20	22	26	30	34.5	42.4	59	74.5	90.9	106	116	131	147	162	193
	80		16	18	20	23	27	30	35	41	47.4	58.2	81	102	125	146	159	180	201	222	265
	100		20	23	26	32	30	39	45	53	61.2	75.2	105	132	161	189	206	233	260	287	342
30	20		3.3	3.7	4.2	4.8	5.5	6.1	7.1	8.1	9.5	11.6	15.9	20.1	24.4	28.5	31	35.1	39.2	43.2	51.3
	30		5	5.6	6.3	7.3	8.4	9.2	11	12	14.4	17.6	24.3	30.5	37.1	43.3	47.2	53.4	59.6	65.8	78.1
	40		6.7	7.6	8.6	9.8	11	13	15	17	19.5	23.8	32.8	41.3	50.2	58.6	63.8	72.2	80.6	88.9	106
	60		10	12	13	15	18	19	23	26	30	36.6	50.6	63.6	77.4	90.4	98.4	111	124	137	163
	80		14	16	18	21	24	26	31	36	41.2	50.3	69.4	87.3	106	124	135	153	171	188	224
	100		18	21	23	27	31	34	40	46	53.2	65	89.7	113	137	160	175	197	220	243	289
	120		23	26	29	33	39	42	49	57	65.9	80.4	111	140	170	198	216	244	273	301	358
	140		27	31	35	40	46	51	59	68	79.3	96.8	134	168	204	239	260	294	328	362	430
	160		32	36	41	47	55	60	70	80	93.3	114	157	198	241	281	306	346	386	426	506
180		37	42	48	55	63	69	81	93	108	132	182	229	279	325	354	401	447	494	586	
40	20		2.8	3.2	3.6	4	4.6	5	5.8	6.6	7.6	9.2	12.6	15.7	19	22.1	24	27.1	30.2	33.3	39.4
	30		4.3	4.8	5.4	6.1	7	7.7	8.9	10	11.6	14.1	19.1	23.9	28.9	33.6	36.6	41.3	45.9	50.6	60
	40		5.8	6.5	7.3	8.3	9.5	10	12	14	15.7	19	25.9	32.3	39.1	45.5	49.4	55.8	62.1	68.5	81.1
	60		9	10	11	13	15	16	19	21	24.3	29.3	39.9	49.8	60.3	70.1	76.2	86	95.8	106	125
	80		12	14	16	18	20	22	25	29	33.3	40.2	54.8	68.4	82.7	96.2	105	118	132	145	172
	100		16	18	20	23	26	28	33	37	43	52	70.8	88.3	107	124	135	152	170	187	222
	120		20	22	25	28	32	35	41	46	53.3	64.4	87.6	109	132	154	167	189	210	232	275
	140		24	27	30	34	39	42	49	56	64.1	77.4	105	132	159	185	201	227	253	279	330
	160		28	31	35	40	46	50	57	66	75.4	91.1	124	155	187	218	237	267	298	328	339
180		32	36	41	46	53	58	67	76	87.3	106	144	179	217	252	274	310	345	380	450	
50	20		2.6	2.8	3.2	3.6	4.1	4.4	5	5.7	6.5	7.8	10.5	13.1	15.7	18.2	19.8	22.3	24.7	27.2	32.2
	30		3.9	4.3	4.8	5.4	6.2	6.7	7.7	8.7	9.9	11.9	16	19.9	23.9	27.7	30.1	33.9	37.6	41.4	48.9
	40		5.3	5.9	6.5	7.3	8.4	9.1	10	12	13.4	16.1	21.7	26.9	32.3	37.5	40.7	45.8	50.9	56	66.2
	60		8.1	9	10	11	13	14	16	18	20.7	24.8	33.4	41.4	49.9	57.8	62.7	70.6	78.5	86.3	102
	80		11	12	14	16	18	19	22	25	28.5	34.1	45.9	56.8	68.4	79.3	86.1	96.9	108	119	140
	100		14	16	18	20	23	25	28	32	36.7	44	59.2	73.4	88.3	102	111	125	139	153	181
	120		18	20	22	25	28	31	35	40	45.5	54.5	73.3	90.9	109	127	138	155	172	190	224
	140		22	24	27	30	34	37	42	48	54.7	65.6	88.2	109	132	153	166	186	207	228	269
	160		25	28	31	35	40	43	50	56	64.4	77.2	104	129	155	180	195	220	244	268	317
180		29	33	36	41	46	50	58	65	74.6	89.4	120	149	179	208	226	254	282	311	367	
80	20		2.1	2.3	2.6	2.8	3.2	3.4	3.8	4.3	4.8	5.7	7.4	9	10.7	12.3	13.3	14.9	16.4	18	21.1
	30		3.2	3.5	3.9	4.3	4.8	5.2	5.8	6.5	7.3	8.6	11.3	13.7	16.3	18.7	20.2	22.6	25	27.4	32.1
	40		4.4	4.8	5.2	5.8	6.5	7	7.9	8.8	9.9	11.6	15.2	18.5	22	25.3	27.3	30.6	33.8	37	43.5
	60		6.7	7.4	8.1	9	10	11	12	14	15.3	17.9	23.5	28.6	34	39	42.1	47.1	52.1	57.1	67
	80		9.2	10	11	12	14	15	17	19	20.9	24.6	32.2	39.2	46.6	53.5	57.8	64.7	71.5	78.3	92
	100		12	13	14	16	18	19	22	24	27	31.8	41.6	50.6	60.2	69.1	74.6	83.5	92.3	101	119
	120		15	16	18	20	22	24	27	30	33.5	39.3	51.5	62.7	74.5	85.5	92.4	103	114	125	147
	140		18	19	21	24	27	28	32	36	40.3	47.3	61.9	75.4	89.6	103	111	124	138	151	177
	160		21	23	25	28	31	33	38	42	47.4	55.7	72.9	88.8	106	121	131	146	162	177	208
180		24	27	29	32	36	39	44	49	54.9	64.5	84.4	103	122	140	152	170	188	205	241	

### FACTEURS DE CONVERSION SYSTEME METRIQUE / SYSTEME ANGLO-SAXON

Multipliez	par	pour obtenir		Multipliez	par	pour obtenir		
Unité	x	Coefficient	=	Unité	x	Coefficient	=	Unité
millimètres	x	0.03937	=	pouces		0.3048	=	Ω / 1000 pieds
millimètres	x	39.37	=	mils		3.281	=	Ω / km
mètres	x	39.37	=	pouces		1.488	=	kilogrammes/km
mètres	x	3.28	=	pieds		645.2	=	millimètres carrés
pouces	x	25.4	=	millimètres		1.273	=	mm circulaires
pieds	x	0.3048	=	mètres		1973.5	=	mils circulaires
mils	x	0.0254	=	millimètres		1.273	=	mils circulaires
kilogrammes	x	2.205	=	livres		1550	=	mils circulaires
livres	x	0.4536	=	kilogrammes		0.7854	=	millimètres carrés





Grandeurs		Unité	Unités d'usage	
Noms	Symboles	Noms et symboles	Noms et symboles	Valeur en SI
GÉOMÉTRIE	Longueur	$\ell$	mètre (m)	
	Longueur d'onde	$\lambda$	mètre (m)	
	Nombre d'onde	$\sigma$	mètre à la puissance moins un (m <sup>-1</sup> )	
	Aire, superficie	A	mètre carré (m <sup>2</sup> )	are (a) 10 <sup>2</sup> hectare (ha) 10 <sup>4</sup>
	Section efficace	$\sigma$	mètre carré (m <sup>2</sup> )	barn (b) 10 <sup>28</sup>
	Volume	V	mètre cube (m <sup>3</sup> )	litre (L ou l) 10 <sup>-3</sup>
	Angle plan	$\alpha$	radian (rad)	
	Angle solide	$\Omega$	stéradian (sr)	
	MASSE	Masse	m	kilogramme (kg)
Masse atomique		m <sub>a</sub>	kilogramme (kg)	
Masse linéique		$\rho\ell$	kilogramme par mètre (kg/m)	tex (tex) 10 <sup>-6</sup>
Masse surfacique		$\rho_A$	kilogramme par mètre carré (kg/m <sup>2</sup> )	
Masse volumique		$\rho$	kilogramme par mètre cube (kg/m <sup>3</sup> )	
Volume massique		$v$	mètre cube par kilogramme (m <sup>3</sup> /kg)	
Concentration		$\rho_B$	kilogramme par mètre cube (kg/m <sup>3</sup> )	
TEMPS	Temps	t	seconde (s)	
	Fréquence	f	hertz (Hz)	
MÉCANIQUE	Vitesse	v	mètre par seconde (m/s)	
	Vitesse angulaire	$\omega$	radian par seconde (rad/s)	
	Accélération	a	mètre par seconde carrée (m/s <sup>2</sup> )	gal (Gal) 10 <sup>-2</sup>
	Accélération angulaire	$\alpha$	radian par seconde carrée (rad/s <sup>2</sup> )	
	Force	F	newton (N)	
	Moment d'une force	M	newton-mètre (N.m)	
	Tension superficielle	$\gamma$	newton par mètre (N/m)	
	Travail, énergie, quantité de chaleur	W	joule (J)	
	Intensité énergétique	I	watt par stéradian (W/sr)	
	Puissance, flux énergétique	P	watt (W)	
	flux thermique	$\Phi$		
	Contrainte	$\sigma$	pascal (Pa)	bar (bar) 10 <sup>5</sup>
	Pression	$p$		
Viscosité dynamique	$\eta$	pascal-seconde (p.s) ou poiseuille	poise (P) 10 <sup>-1</sup>	
Viscosité cinématique	$\nu$	mètre carré par seconde (m <sup>2</sup> /s)	stockes (St) 10 <sup>-4</sup>	

Grandeurs		Unité	Unités d'usage	
Noms	Symboles	Noms et symboles	Noms et symboles	Valeur en SI
ELECTRICITÉ	Intensité de courant électrique	I	ampère (A)	biot (bi) 10
	Force électromotrice	E	volt (V)	
	Différence de potentiel, tension	U		
	Résistance électrique	R	ohm ( $\Omega$ )	
	Intensité de champ électrique	E	volt par mètre (V/m)	
	Conductance électrique	G	siemens (S)	mho 1
	Quantité d'électricité, charge électrique	Q	coulomb (C)	
	Capacité électrique	C	farad (F)	
	Inductance propre	L	henry (H)	
	Flux d'induction magnétique	$\Phi$	weber (Wb)	maxwell (Mx, M) 10 <sup>-4</sup>
	Induction magnétique	B	tesla (T)	Gamma ( $\gamma$ ) 10 <sup>-9</sup> Gauss (Gs, G) 10 <sup>-4</sup>
	Intensité de champ magnétique	H	ampère par mètre (A/m)	
	Force magnéto-motrice	F	ampère (A)	
CHALEUR	Température	T	kelvin (K) degré Celsius (°C)	
	Capacité thermique, entropie	C S	joule par kelvin (J/K)	
	Capacité thermique massique, entropie massique	c s	joule par kilogramme kelvin (J/(kg.K))	
	Conductivité thermique	$\lambda$	watt par mètre-kelvin (W/(m.K))	
RAYON- IONISANT	Activité	A	becquerel (Bq)	
	Exposition	X	coulomb par kilogramme (C/kg)	
	Dose absorbée	D	gray (Gy)	rad (rd) 10 <sup>-2</sup>
CHIMIE PHYSIQUE	Equivalent de dose	H	sievert (Sv)	rem (rem) 10 <sup>-2</sup>
	Quantité de matière	n	mole (mol)	
OPTIQUE	Intensité lumineuse	I	candela (cd)	
	Flux lumineux	$\Phi$	lumen (lm)	
	Eclairement lumineux	E	lux (lx)	
	Luminance lumineuse	L	candela par mètre carré (cd/m <sup>2</sup> )	
	Vergence des systèmes optiques		mètre à la puissance moins un (m <sup>-1</sup> )	

PRINCIPAUX FACTEURS DE CONVERSION

Unité	Facteur de conversion	Unité	Facteur de conversion
<b>Longueur (conversion en mètres)</b>			
angström (Å)	1 x 10 <sup>-10</sup>	mile	1.609344 x 10 <sup>3</sup>
année de lumière (a.l.)	9.46073 x 10 <sup>15</sup>	mile (nautical mile)	1.852 x 10 <sup>3</sup>
fermi (fm)	1 x 10 <sup>-15</sup>	pica	4.2175 x 10 <sup>3</sup>
foot (ft)	3.048 x 10 <sup>1</sup>	point (US)	3.515 x 10 <sup>4</sup>
inch (in)	2.54 x 10 <sup>2</sup>	rod	5.029 2
micron ( $\mu$ )	1 x 10 <sup>-6</sup>	sigma( $\sigma$ )	1 x 10 <sup>-12</sup>
mil	2.54 x 10 <sup>-5</sup>	yard (yd)	9.144 x 10 <sup>1</sup>
<b>Superficie (conversions en mètres carrés)</b>			
are (a)	1 x 10 <sup>2</sup>	rood	1.01171 x 10 <sup>3</sup>
circular mil	5.067075 x 10 <sup>-10</sup>	acre	4.04686 x 10 <sup>3</sup>
<b>Volume (conversion en mètres cubes)</b>			
barrel (US)	1.58987 x 10 <sup>1</sup>	gill (UK)	1.42065 x 10 <sup>-4</sup>
board foot	2.36 x 10 <sup>3</sup>	gill [US](gi)	1.18294 x 10 <sup>-4</sup>
bushel (UK)	3.63687 x 10 <sup>2</sup>	liquid pint [US](liq pt)	4.73176 x 10 <sup>-4</sup>
bushel [US](bu)	3.52391 x 10 <sup>2</sup>	liquid quart [US](liq qt)	9.46352 x 10 <sup>-4</sup>
dry barrel [US](bbl)	1.15627 x 10 <sup>1</sup>	litre (L, l)	1 x 10 <sup>-3</sup>
dry pint [US](dry pt)	5.50610 x 10 <sup>-4</sup>	minim [UK](min)	5.91939 x 10 <sup>-8</sup>
dry quart [US](dry qt)	1.10122 x 10 <sup>-3</sup>	minim [US](min)	6.16115 x 10 <sup>-8</sup>
fluid ounce [UK](fl oz)	2.84130 x 10 <sup>-5</sup>	peck (UK)	9.0922 x 10 <sup>-3</sup>
fluid ounce [US](fl oz)	2.95735 x 10 <sup>-5</sup>	peck (US)	8.809768 x 10 <sup>-3</sup>
gallon [UK](gal)	4.54609 x 10 <sup>-3</sup>	quart [UK](qt)	1.13652 x 10 <sup>-3</sup>
gallon [US](gal)	3.78541 x 10 <sup>-3</sup>		
<b>Angle plan (conversion en radians)</b>			
degré (°)	1.745329 x 10 <sup>-2</sup>	minute (')	2.908882 x 10 <sup>-4</sup>
grade (gr)	1.570796 x 10 <sup>-2</sup>	seconde (")	4.848137 x 10 <sup>-6</sup>
<b>Temps (conversion en secondes)</b>			
heure (h)	3.6 x 10 <sup>3</sup>	minute (min)	60
jour (d, j)	8.64 x 10 <sup>4</sup>		
<b>Masse (conversion en kilogrammes)</b>			
cental	4.53592 x 10 <sup>1</sup>	ton (ton)	1.016047 x 10 <sup>3</sup>
long ton (US)	1.016047 x 10 <sup>3</sup>	tonne (t)	1 x 10 <sup>3</sup>
ounce (oz)	2.834952 x 10 <sup>-2</sup>	troy ounce	3.11035 x 10 <sup>-2</sup>
pound (lb)	4.535924 x 10 <sup>-1</sup>	troy pound	3.73242 x 10 <sup>-1</sup>
quintal (q)	1 x 10 <sup>2</sup>	unité de masse atomique (u)	1.66054 x 10 <sup>-27</sup>
short ton (sh tn)	9.07185 x 10 <sup>2</sup>		
<b>Vitesse (conversion en mètres par seconde)</b>			
noeud international, noeud, knot	5.144 44 x 10 <sup>-1</sup>		

Unité	Facteur de conversion	Unité	Facteur de conversion
<b>Force (conversion en newtons)</b>			
dyne (dyn)	1 x 10 <sup>-5</sup>	pound-force (lbf)	4.44822
kilogramme-force (kgf)	9.80665	poundal (pdl)	1.38255 x 10 <sup>-1</sup>
pound (p)	9.80665 x 10 <sup>-3</sup>		
<b>Travail, énergie (conversion en joules)</b>			
british thermal unit (Btu) (Intern Table)	1.055056 x 10 <sup>3</sup>	kilogrammètre (kgm)	9.80665
calorie I.T. (cal I.T)	4.186 8	therm	1.055056 x 10 <sup>6</sup>
calorie 15°C (cal15)	4.185 5	thermie (th)	4.1855 x 10 <sup>6</sup>
électronvolt (eV)	1.60218 x 10 <sup>-19</sup>	thermochemical calorie (calth)	4.184
frigorie (fg)	- 4.1855 x 10 <sup>2</sup>	wattheure (Wh)	3.6 x 10 <sup>3</sup>
<b>Puissance (conversion en watts)</b>			
cheval vapeur (ch)	7.354 99 x 10 <sup>2</sup>	var (var)	
horse power (hp) [UK]	7.457 0 x 10 <sup>2</sup>		
<b>Contrainte et pression (conversion en pascals)</b>			
atmosphère normale (atm)	1.013 25 x 10 <sup>5</sup>	inch of mercury (inHg)	3.386 39 x 10 <sup>3</sup>
atmosphère technique (at)	9.806 65 x 10 <sup>4</sup>	millimètre d'eau (mmH <sub>2</sub> O)	9.806 65
bar (bar)	1 x 10 <sup>5</sup>	millimètre de mercure (mmHg)	1.333224 x 10 <sup>2</sup>
foot of water (ftH <sub>2</sub> O)	2.989 07 x 10 <sup>3</sup>	pound-force per square inch (psi)	6.894 757 x 10 <sup>3</sup>
inch of water (inH <sub>2</sub> O)	2.490 89 x 10 <sup>2</sup>	torr (Torr)	1.333 224 x 10 <sup>2</sup>
<b>Force magnéto-motrice (conversion en ampères)</b>			
gilbert (Gb)	7.957 7 x 10 <sup>-1</sup>		
<b>Quantité d'électricité, charge électrique (conversion en coulombs)</b>			
ampère-heure (Ah)	3.6 x 10 <sup>3</sup>	franklin (Fr)	3.335 64 x 10 <sup>-10</sup>
farafay (F)	9.648 70 x 10 <sup>4</sup>		
<b>Activité (conversion en becquerels)</b>			
curie (Ci)	3.7 x 10 <sup>10</sup>		
<b>Exposition (conversion en coulombs par kilogrammes)</b>			
röntgen (R)	2.58 x 10 <sup>-4</sup>		

## CHAUFFAGE DES LIQUIDES (NOTES ET FORMULES)

### CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES DES PRINCIPAUX LIQUIDES

LIQUIDES	DENSITE	TEMP. Solidific.	TEMP. Ebullit.	Cp	Chaleur de vap.
Acétone	0,814	- 95	57	0,53	124,5
Acide acétique	1,07	17	118	0,51	117
Acide chlorhydrique	1,2	-114	83	0,60	97,5
Acide formique	1,23	8,4	100,7	0,39	120
Acide nitrique	1,52	-42	86	0,66	115
Acide sulfurique à 66° B	1,80	10	330	0,33	123
Alcool éthylique	0,80	-130	78	0,68	210
Alcool méthylique	0,80	-97,8	65	0,60	269
Ammoniaque	0,82	-78	-33,4	1,1	327
Benzine	0,87	5	80	0,45	-94
Bière	1	2		1	
Brôme	3	-7	58,8	0,11	43,7
Chloroforme	1,48	-63	61	0,23	60
Chlorure de méthyle	1,33	-96	40	0,60	95
Eau	1	0	100	1	539
Essence de Térébenthine	0,86			0,42	
Ether	0,74	-117	35	0,54	90
Fréon 12	1,33		-30	0,20	40
Glycérine	1,27	17	290	0,58	
Huile de naphte	0,84			0,50	
Huile de paraffine	0,88			0,52	
Huile de ricin	0,96			0,43	68
Lait	1,03			0,94	
Methareylate	0,9			0,25	
Mercure	13,6	-39	358	0,033	73
Parafine	0,8			0,45	
Perchloréthylène	1,6	-20	120	0,22	52
Pétrole	0,89			0,50	
Phénol	1,08	41	182	0,56	
Sulfure de C	1,27	-108	46	0,23	90
Tétrachlorure de C	1,63	-23	76,8	0,21	45
Toluène	0,87	-95	110,6	0,39	
Trichloréthylène	1,49	-73	87	0,23	57,3
Vin	0,99			0,90	
Vinaigre	1,02			0,92	
Miel	1,395 à 1,445			0,6 à 0,65 (liquide) 0,65 à 0,70 (solide)	
UNITES	kg/dm <sup>3</sup>	Degrés C	Degrés C	K.Cal/kg /°C	Kg.cal/kg

#### Remarques

Les solutions aqueuses ont une chaleur spécifique variant entre la chaleur spécifique de l'eau pour les très faibles concentrations et la chaleur spécifique du produit en solution pour les concentrations élevées.

Toutes les huiles ont une chaleur spécifique de 0,5 environ.

La température d'ébullition et la température de solidification varient avec la pression.

La chaleur de vaporisation varie avec la température.

Pour l'eau, on appliquera la formule de Régnault :

$L = 606,5 - 0,695 T$ , ce qui donne pour  $T = 100^\circ$  : 537 Kcal/kg.

## CONDUCTIVITE THERMIQUE ET CHALEUR MASSIQUE

### Métaux, liquides, air

	TEMP. °C	Coefficient de conductivité therm. λ		Chaleur massique moyenne	
		Kcal.h /m°C	W /m°C	Kcal./Kg °C	J/Kg°C
<b>Métaux</b>					
Aluminium pur	20°	197	228	0,22	921
Acier ( c ≈ 1,5)	20°	45	52	0,115	481
Cuivre pur	20°	332	385	0,094	393
Laiton	20°	63	73	0,092	385
Zinc					
<b>Matériaux divers</b>					
Amiante	20°	0,13	0,15	0,20	837
Asphale	20°	0,80	0,93	0,22	921
Béton (2000 Kg/m <sup>3</sup> )	20°	0,80	0,93	0,22	921
Bitume	20°	0,14	0,16	0,15	628
Briques pleines	20°	0,42 à 0,60	0,49 à 0,70	0,215	900
Mortier ciment	20°	0,44	0,51	0,22	921
Enduit plâtre (1200 Kg/m <sup>3</sup> )	20°	0,37	0,43	0,273	1143
<b>Liquides</b>					
Alcool	20°	0,15 à 0,20	0,17 à 0,23	0,56	2344
Benzol	20°	0,12	0,14	0,42	1758
Fuel lourd	20°	0,116	0,135	0,48	2010
Pétrole	20°	0,13	0,15	0,50	2093
Eau	0°	0,477	0,553	1,005	4207
	20°	0,505	0,586	0,999	4182
	60°	0,562	0,652	0,998	4177
<b>Fuel léger (domestique) d = 0,846</b>					
	20°			0,48	
<b>Vapeur</b>					
Eau saturée sous pression constante	100 à 270°	-	-	0,4639	1942
	100 à 440°	-	-	0,4713	1973
	110 à 620°	-	-	0,4717	1975
<b>Vapeur surchauffée</b>					
1 bar	150°	-	-	0,16	1925
1 bar	250°	-	-	0,468	1959
1 bar	350°	-	-	0,477	1997
1 bar	450°	-	-	0,486	2034
1 bar	550°	-	-	0,495	2072
4 bars	150°	-	-	0,524	2193
4 bars	350°	-	-	0,490	2051
4 bars	550°	-	-	0,518	2168
<b>Air</b>					
Air à	20°	0,0216	0,025	0,240	1005
	50°	0,0232	0,027	0,241	1008
	100°	0,0259	0,030	0,242	1013
	200°	0,0314	0,036	0,244	1021
	250°	0,0336	0,039	0,245	1026
<b>Polyol d = 1,1</b>					
				0,525	2200
<b>Isocyanate d = 1,1</b>					
				0,332	1390

## POIDS SPECIFIQUES ET DENSITES DES GAZ

en g/dm<sup>3</sup>, PAR RAPPORT À L'AIR À 0°C et 760 mm Hg

GAZ	Poids spécifique	Densité	GAZ	Poids spécifique	Densité	GAZ	Poids spécifique	Densité
Acétylène	1,173	0,906	Chlore	3,219	2,49	Krypton	3,6431	2,818
Acide bromhydrique	3,5035	2,71	Chlorure d'éthyle	2,87	2,219	Méthane	0,7168	0,554
Acide chlorhydrique	1,6393	1,268	Chlorure de méthyle	0,991	0,766	Néon	0,8713	0,674
Acide fluorhydrique	0,922	0,713	Chlorure de nitrosyle	2,9863	2,31	Oxychlorure de carbone	4,47	3,46
Acide iodhydrique	5,688	4,4	Cyanogène	2,3348	1,806	Oxyde azoteux	1,9781	1,53
Acide sélénhydrique	3,67	2,84	Diméthylamine	0,6804	0,526	Oxyde azotique	1,340	1,036
Acide sulfhydrique	1,5378	1,1895	Ethane	1,3566	1,057	Oxyde de carbone	1,2514	0,968
Air*	1,2928	1	Ethylène	1,264	0,975	Oxygène	1,4289	1,1053
Allylène	1,786	1,381	Fluor	1,635	1,264	Oxysulfure de carbone	2,71	2,10
Ammoniac	0,7718	0,597	Fluorure de silicium	4,684	3,62	Ozone	2,1434	1,658
Anhydride carbonique*	1,9779	1,53	Gaz de gazogène	1,141	0,893	Peroxyde de chlore	3,01	2,33
Anhydride sulfureux	2,9269	2,264	Gaz naturel (Lacq) traité	0,74	0,57	Phosgène	4,5313	3,505
Argon	1,7828	1,38	Hélium	0,1768	0,1368	Propane	1,966	1,52
Azote	1,2515	0,968	Hydrogène	0,08982	0,06948	Protoxyde d'azote	1,9779	1,53
Bioxyde d'azote	1,3402	1,0367	Hydrogène arsénié	3,484	2,695	Sulfure de carbone	3,4	2,63
Brome	7,5887	5,87	Hydrogène phosphoré	1,529	1,18	Xénon	5,8564	4,53
n-Butane	2,5985	2,01	Hydrogène silicé	1,44	1,11			