

Annexe Thème 2.2 – Énergie

Abréviations

bcm	billion cubic metres	KJ	Kilojoule
Gcal	gigacalorie	TJ	Terajoule
GCV	Gross calorific value	Mt	Million tonnes
GW	Gigawatt	toe	Tonne of oil equivalent = 10^7 kcal
kWh	kilowatt hour	Mtoe	Million tonnes of oil equivalent
GWh	Gigawatt hour = 11630 toe	t	Metric ton = tonne = 1000 kg
TWh	Terawatt hour	MBtu	Million British thermal units
kb/cd	Thousand barrels per calendar day	PPP	Purchasing power parity
kcal	kilocalorie	ppmm	Part per million (mass)
kg	kilogramme	ppmv	Part per million (volumetric)

Quelques valeurs du pouvoir calorifique

Selected country-specific net calorific values

Coal*		Crude oil*	
	toe/tonne		toe/tonne
People's Rep. of China	0.531	Saudi Arabia	1.016
United States	0.635	Russian Federation	1.005
India	0.441	United States	1.033
Australia	0.614	Islamic Rep. of Iran	1.019
Russian Federation	0.545	People's Rep. of China	1.000
Indonesia	0.616	Mexico	1.041
South Africa	0.564	Canada	1.022
Kazakhstan	0.444	Kuwait	1.016
Poland	0.548	Venezuela	1.069
Colombia	0.650	United Arab Emirates	1.018

*steam coal for the top-ten producers in 2008.

*for the top-ten producers in 2008.

Source : IEA Key world energy statistics (à télécharger pour l'examen)

Le charbon a ainsi une densité énergétique environ 2 fois moindre que celle du pétrole

Le charbon est en moyenne moitié moins dense que le pétrole « équivalent »

Remarquez les très grandes disparités Inde vs Colombie, notamment.

On peut utiliser pour fins de calculs moyens la valeur moyenne de 0,54 comme ratio.

Combustible	MJ/kg	kJ/L	BTU/lb	kJ/mol
Dihydrogène	141,79	12,75	61 000	286
Essence	47,3	35 475	20 400	---
Gazole (carburant Diesel)	44,8	38 080	19 300	---

Éthanol	29,7	21 300	12 800	1 300
Propane	50,35	---	---	2 219
Butane	49,51	---	20 900	2 800
Bois	15	---	6 500	---
Charbon	15-27	---	8 000 - 14 000	---

Source : Wikipédia

Notez que BP indique que la densité d'énergie d'une toe est de 42 GJ

L'hydrogène contient environ 3000 fois moins d'énergie par unité de volume que l'essence.

Le diésel avec 44,8 MJ/kg ou 12,44 kWh/kg est plus dense énergétiquement que le pétrole de référence ou pétrole équivalent. En effet, ce dernier a une densité d'énergie de 11,63 kWh/kg si on consulte les données de l'AIE en page 14.

Houille	PCS (tel qu'utilisé) MJ/kg	PCI (tel qu'utilisé) MJ/kg	Teneur en carbone (tel qu'utilisé) kg/t	Teneur en humidité (telle qu'utilisée) %	Teneur en carbone (dmmf)* kg/t
Anthracite	29,65 - 30,35	28,95 - 30,35	778 - 782	10 - 12	920 - 980
Charbon à coke	27,80 - 30,80	26,60 - 29,80	674 - 771	7 - 9	845 - 920
Autre bitumeux	23,85 - 26,75	22,60 - 25,50	590 - 657	13 - 18	810 - 845

Type de coke	PCS (tel qu'utilisé) MJ/kg	PCI (tel qu'utilisé) MJ/kg	Teneur en carbone (tel qu'utilisé) kg/t	Teneur en humidité (telle qu'utilisée) %	Teneur en carbone (dmmf)* kg/t
Coke métallurgique	27,90	27,45	820	8 - 12	965 - 970
Coke de gaz	28,35	27,91	853	1 - 2	856
Semicoke	26,30	25,40	710	15	900
Coke de pétrole	30,5 - 35,8	30,0 - 35,3	875	1 - 2	890

*dmmf : produit sec exempt de matières minérales.

Types de gaz	PCS (tel qu'utilisé) MJ/m ³	PCI (tel qu'utilisé) MJ/m ³	PCI (tel qu'utilisé) MJ/kg	Teneur en carbone (tel qu'utilisé) %
Gaz de four à coke	19,01	16,90	37,54	464
Gaz de haut fourneau	2,89	2,89	2,24	179

Produit	Densité kg/m ³	Litres par tonne	Pouvoir calorifique supérieur (GJ/t)	Pouvoir calorifique inférieur (GJ/t) ⁽¹⁾
Éthane	366,3	2730	51,90	47,51
Propane	507,6	1970	50,32	46,33
Butane	572,7	1746	49,51	45,72
GPL ⁽²⁾	522,2	1915	50,08	46,15
Naphte	690,6	1448	47,73	45,34
Essence aviation	716,8	1395	47,40	45,03
Essence moteur ⁽³⁾	740,7	1350	47,10	44,75
Carburacteur type kérosène	802,6	1246	46,23	43,92
Pétrole lampant	802,6	1246	46,23	43,92
Gazole/carburant diesel	843,9	1185	45,66	43,38
Fuel oil à faible teneur en soufre	925,1	1081	44,40	42,18
Fuel oil à haute teneur en soufre	963,4	1038	43,76	41,57

Les unités de masse

En:	kg	t	lt	st	lb
De :	multiplier par :				
Kilogramme (kg)	1	0,001	9,84 x 10 ⁻⁴	1,102 x 10 ⁻³	2,2046
Tonne (t)	1000	1	0,984	1,1023	2204,6
Tonne longue (lt)	1016	1,016	1	1,120	2240,0
Tonne courte (st)	907,2	0,9072	0,893	1	2000,0
Livre (lb)	0,454	4,54 x 10 ⁻⁴	4,46 x 10 ⁻⁴	5,0 x 10 ⁻⁴	1

Les unités de volume

En:	gal US	gal UK	bbl	ft ³	l	m ³
De :	multiplier par :					
Gallon américain (gal)	1	0,8327	0,02381	0,1337	3,785	0,0038
Gallon impérial (gal)	1,201	1	0,02859	0,1605	4,546	0,0045
Baril (bbl)	42,0	34,97	1	5,615	159,0	0,159
Pied cube (ft ³)	7,48	6,229	0,1781	1	28,3	0,0283
Litre (l)	0,2642	0,220	0,0063	0,0353	1	0,001
Mètre cube (m ³)	264,2	220,0	6,289	35,3147	1 000,0	1