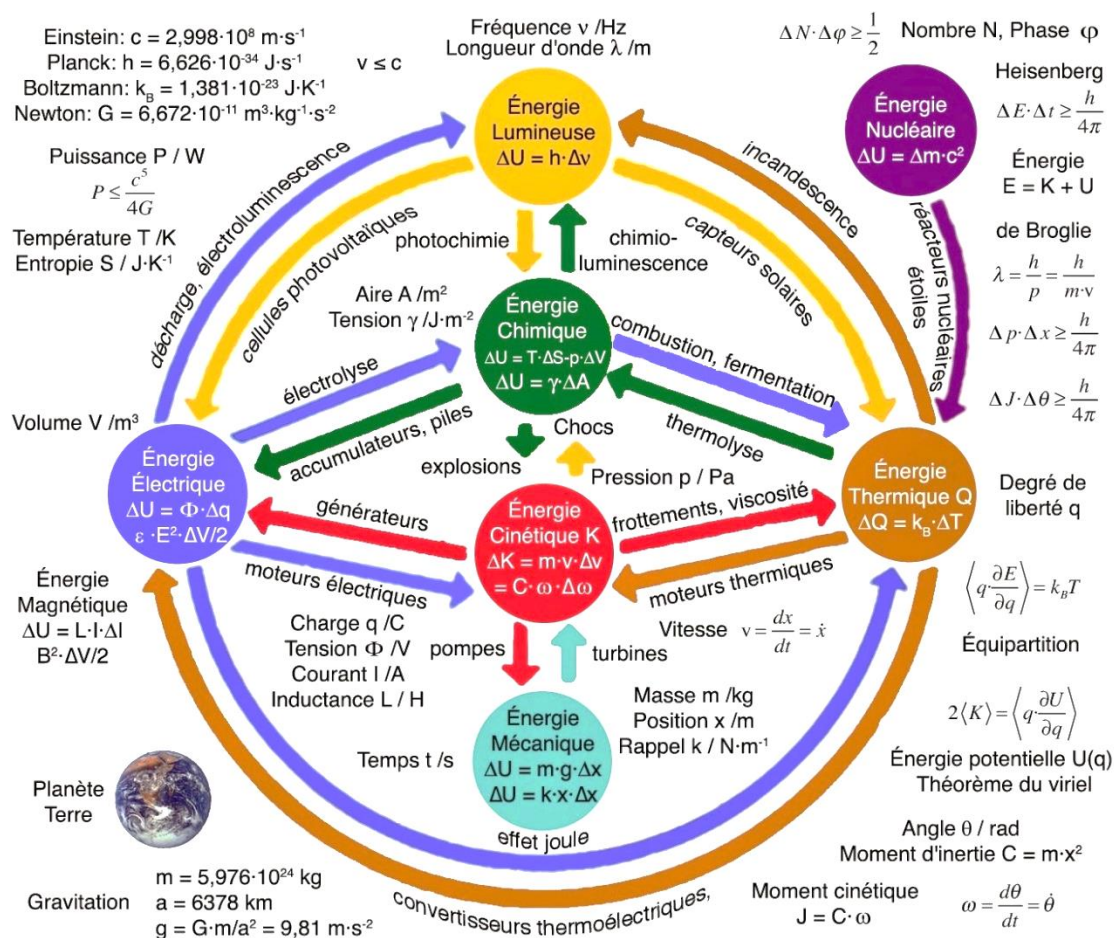


Documents disponibles sur sciencesdelingenieur.fr ▶ menu ressources pédagogiques ▶ Spécialité Sciences de l'Ingénieur

1-Cycle des énergies :

Dans le sens commun l'**énergie** désigne tout ce qui permet d'effectuer un travail, fabriquer de la chaleur de produire un mouvement.



2-Energie de stock ou de flux ?

- **Les énergies "stock"** sont celles qui **ne se renouvellent pas** et disparaissent une fois le stock épuisé. Ce sont les énergies dites fossiles (charbon, pétrole, gaz) et fissiles (nucléaire).
- **Les énergies "flux"** sont toutes les énergies **renouvelables**, qui ne s'usent pas : éolien, solaire thermique, solaire photovoltaïque, géothermie profonde, grande et petite hydraulique, énergies de la mer (courants, vagues, marées), biogaz, bois de chauffage (forêts bien gérées), chaufferies bois.

Ces deux types d'énergie sont des énergies dites **primaires**, elles existent à l'état naturel sans intervention humaine. Les énergies dites **secondaires** sont issues de la transformation de l'énergie primaire : c'est sous cette forme qu'elle est transportée et stockée. L'énergie secondaire est elle-même transformée en énergie **finale** qui est directement exploitable.

3 – Unités usuelles de l'énergie

L'unité internationale de l'énergie est le **joule** (noté : J). On trouve aussi d'autres unités utilisées en fonction du type d'énergie : pour le pétrole : **baril** (noté bl), pour le gaz naturel : **British Thermal unit** (Btu), pour le charbon : **tonne équivalent charbon** (tec), pour l'électricité : **wattheure** (Wh).

Pour chacune de ces unités il existe les multiples usuels :

kJ : Kilojoule = 10^3 J, MJ : mégajoules = 10^6 J kWh : Kilowattheure, MWh : mégawattheure.

4 - Quelques notions de grandeur

Pouvoir énergétique supérieur (quantité de chaleur exprimée en kWh ou MJ dégagée par la combustion complète) :

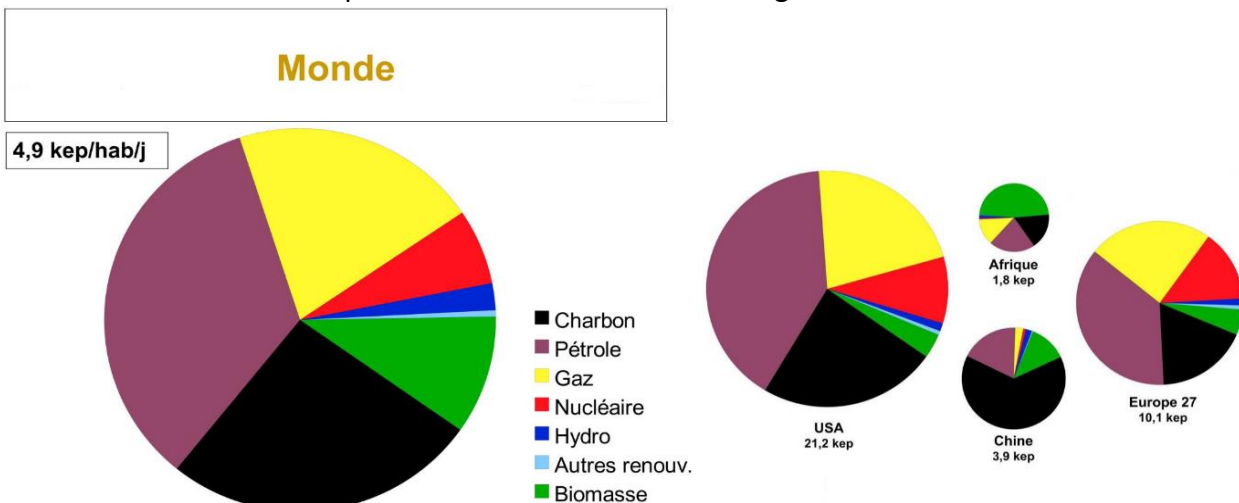
- 1 kg de charbon : 8,1 kWh soit 29,1 MJ
- 1 kg de pétrole : 11,6 kWh soit 41,8 MJ
- 1 kg de fioul : 10,6 kWh soit 38,2 MJ
- 1 kg de gaz propane : 13,8 kWh
- 1 kg de granulé de bois (pellet) : 5,1 kWh

Une autre unité intéressante à utiliser est **l'équivalent pétrole** (notée : ep). Elle présente l'avantage d'être plus facile à percevoir concrètement que le joule ou le kilowattheure. D'autant que cette unité prend comme référence le pétrole dont nous dépendons grandement – Le "kilo d'équivalent pétrole" (kep) est un sous-multiple d'une unité internationalement utilisée : la tonne d'équivalent pétrole ou **tep**.

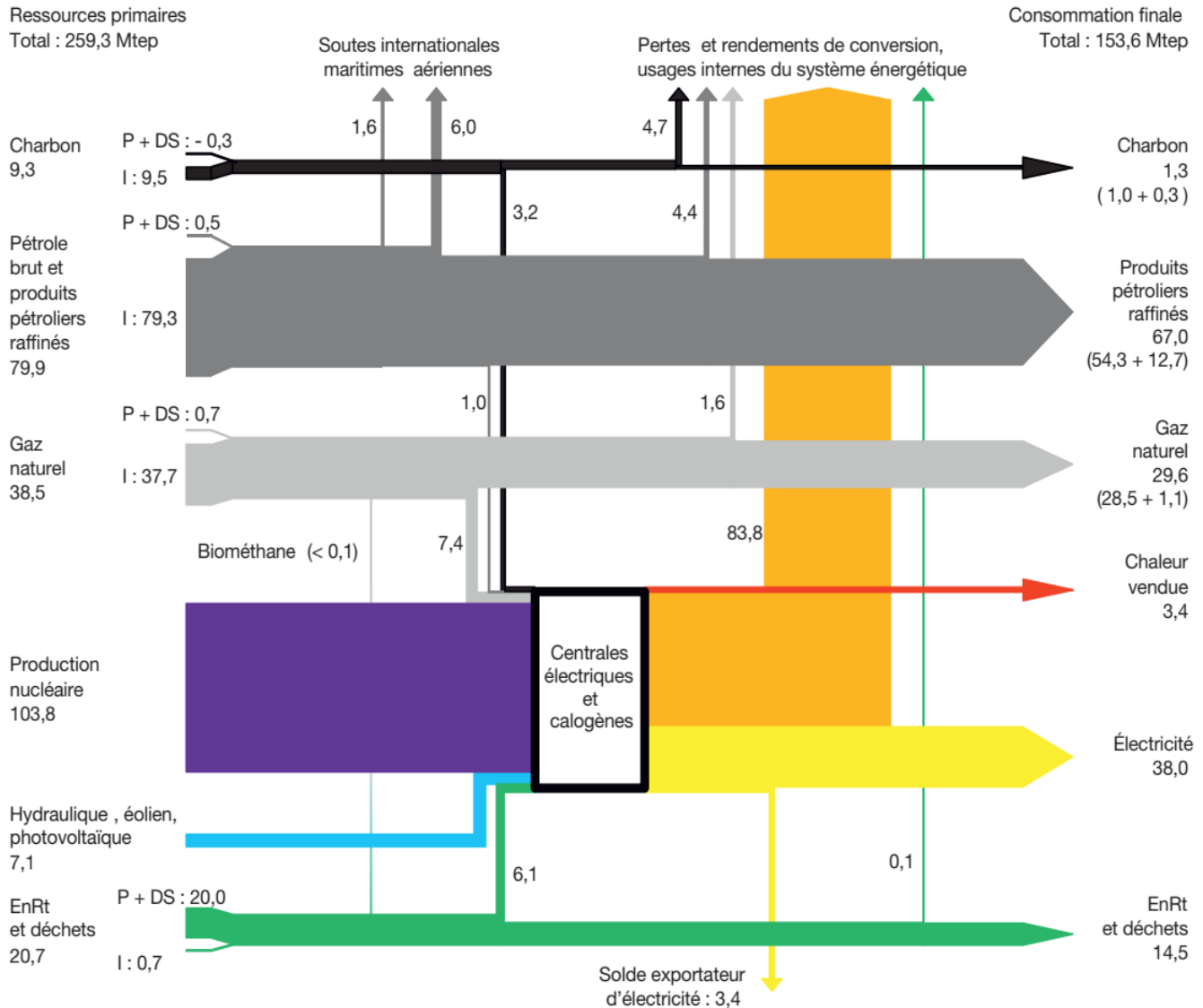
On peut assimiler **1 kep** à **1 litre de carburant** et à **1 mètre cube (1m³) de gaz**
Sa valeur est de 11,6 kilowattheures (kWh)



Exprimer les énergies en kep/hab/j (kilo équivalent pétrole par habitant et par jour) donne des nombres à "taille humaine" par opposition à ceux qui font valser les millions et les milliards. Utiliser des consommations par personne plutôt que des consommations nationales, permet d'effectuer immédiatement des comparaisons entre les états et les régions du monde.



5 Bilan de consommation des énergies primaires en France (en Mtep)



P : production nationale d'énergie primaire. DS : déstockage. I : solde importateur.

Tableau de conversion des énergies

	TJ	Mtep	MBtu	GWh	Mbl	Mtec
TJ	1	$2,388 \cdot 10^{-5}$	947,8	0,2778	$1,751 \cdot 10^{-4}$	$3,411 \cdot 10^{-5}$
Mtep	$4,1868 \cdot 10^4$	1	$3,968 \cdot 10^7$	11630	7,33	1,428
MBtu	$1,0551 \cdot 10^{-3}$	$2,52 \cdot 10^{-8}$	1	$2,931 \cdot 10^{-4}$	$1,8476 \cdot 10^{-7}$	$3,5984 \cdot 10^{-8}$
GWh	3,6	$8,6 \cdot 10^{-5}$	3412	1	$6,3052 \cdot 10^{-4}$	$1,2279 \cdot 10^{-4}$
Mbl	5711	0,1364	$5,4124 \cdot 10^6$	1586	1	0,1948
Mtec	$2,932 \cdot 10^4$	0,7003	$2,779 \cdot 10^7$	8144	5,133	1

Multiples usuels : Kilo $\rightarrow k = 10^3$, Méga $\rightarrow M = 10^6$, Giga $\rightarrow G = 10^9$, Tétra $\rightarrow T = 10^{12}$, Péta $\rightarrow P = 10^{15}$

Sens de lecture : (1) \rightarrow (2)

Vérification : $1 \text{ GWh} = 10^9 \text{ Wh} = 3,6 \text{ TJ} = 3,6 \cdot 10^{12} \text{ J}$. On a bien $1 \text{ Wh} = \frac{3,6 \cdot 10^{12}}{1 \cdot 10^9} = 3,6 \cdot 10^3 \text{ J} = 3600 \text{ J}$

6 – EXERCICES

Exercice 1 : Calcul sur les unités

La chine produit **1 385,37** millions de barils de pétrole, **3,049** PBtu de gaz naturel et **2 217,54** millions de tonnes de Charbon. Après avoir converti les trois productions en tonne équivalent pétrole (tep), indiquer la nature de la première source d'énergie chinoise.

Exercice 2 : Remplaçons les centrales nucléaires par des éoliennes

Une éolienne de dimension moyenne fournit une énergie électrique $E = 3,5$ GWh par an.

- Quelle est la puissance de cette éolienne sachant que son taux de charge global est de 22 %.
- Combien d'éoliennes faudrait-il pour remplacer un réacteur nucléaire ayant une puissance électrique $P = 1$ GW fonctionnant 330 jours par an ?

**Le taux de charge global se définit par le rapport entre le nombre d'heures réel de fonctionnement à puissance nominale et le nombre d'heures total.*

Exercice 3 : Energie et consommation d'une automobile.

Lors d'essais sur circuit, une automobile développant une puissance moteur de 40 kW parcourt 100 km en 40 minutes. Elle aura consommé 9,5 litres d'essence sur ce parcours.

Sachant que la combustion d'un litre d'essence libère une énergie de $3,4 \cdot 10^7$ J :

- Calculez l'énergie mécanique produite sur ce parcours de 100 km (en joule puis en Wh)
- Calculez l'énergie consommée sur ce parcours (en J puis en Wh)
- En déduire le rendement du véhicule.



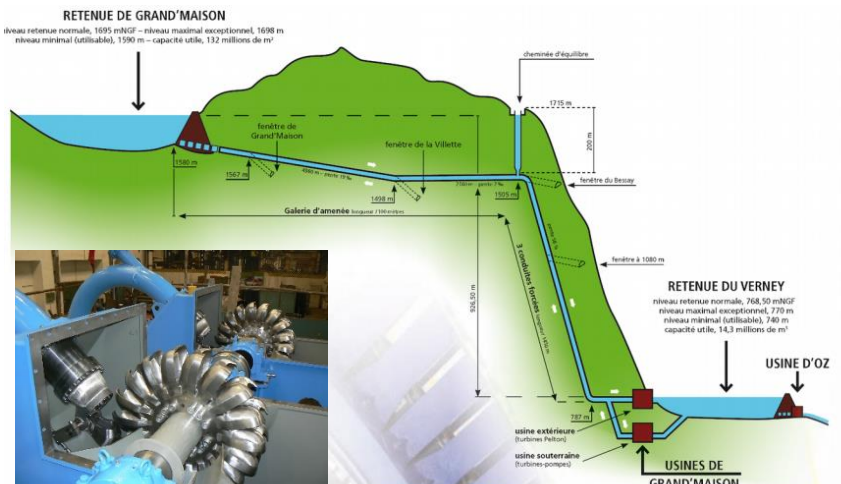
Exercice 4 : Centrale Hydroélectrique à transfert d'énergie par pompage

La centrale électrique (STEP) de « Grand'maison» présente une capacité de la retenue de 140 millions de m^3 pour une hauteur de chute de 926,5 m.

Machines installées :

- 4 turbines : Les alternateurs ont une puissance utile de 157 MW avec un rendement de 98,5% et les turbines accouplées (Pelton) ont un rendement de 90%.

- 8 turbines-pompes (réversibles) : Les alternateurs ont une puissance électrique de 149 MW avec un rendement de 98,5% et les turbines - pompes accouplées ont un rendement de 90% en turbine et 89% en pompe.



- Donner la formule de l'énergie potentielle stockée par la retenue d'eau (en fonction de la masse volumique de l'eau ρ , de la hauteur de chute h , de l'accélération de la pesanteur g et du volume d'eau V).
- Donner la formule générale liant la puissance et l'énergie.
- Déduire des 2 questions précédentes la formule de la puissance (hydraulique) en fonction de ρ , h , g , t et V .
- Sachant que le débit $Q = V/t$, en déduire la formule de la puissance hydraulique en fonction de ρ , h , g et Q .
- Sachant que le débit total turbiné de manière instantanée par la centrale est de $217 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$, déterminer la puissance nominale (maximale) hydraulique de la centrale.
- Calculer le rendement global de l'installation en turbinage (turbine + alternateur). En déduire la puissance électrique obtenue avec le débit de $217 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.
- Calculer le rendement global de l'installation en pompage (alternateur + turbine). En déduire le rendement complet du dispositif STEP. Conclure.