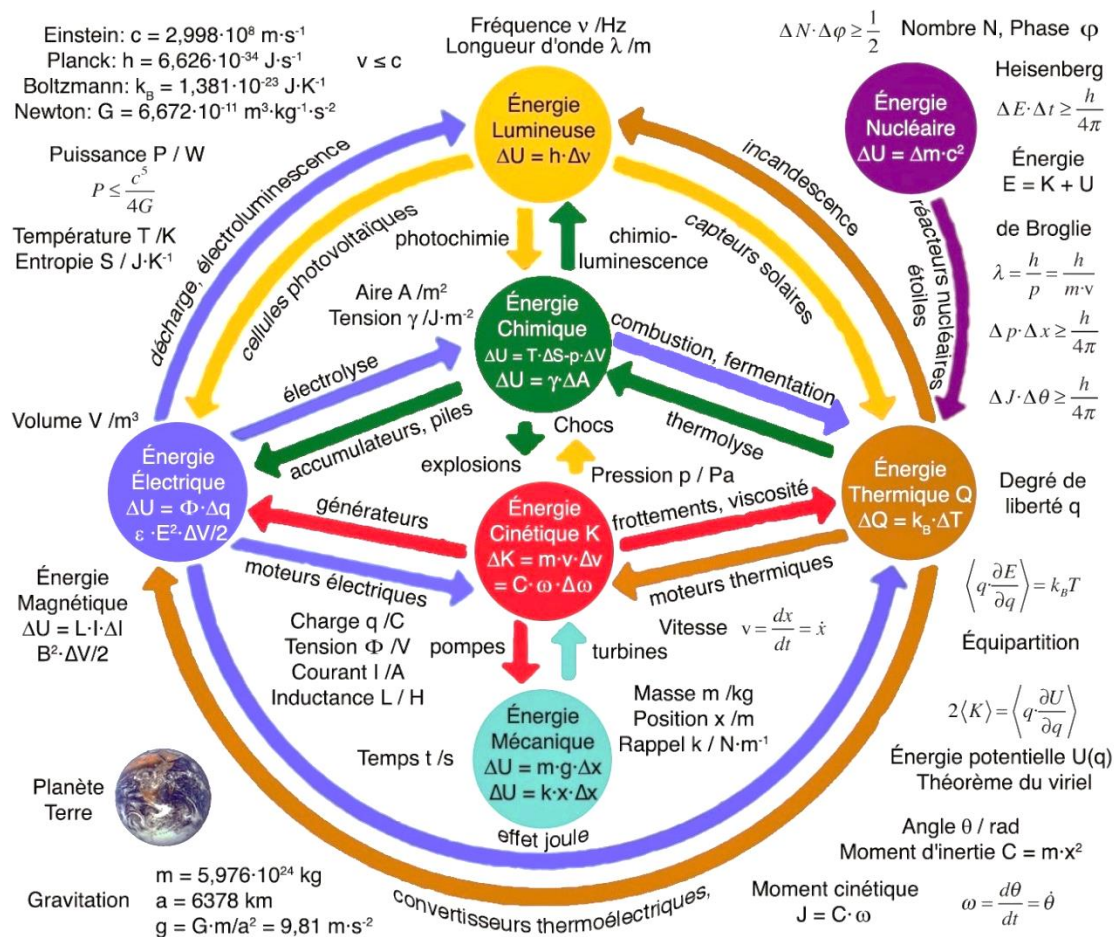


Fiche de cours L'énergie

1-Cycle des énergies :

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

Et l'unité de la calorie ? _____

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)

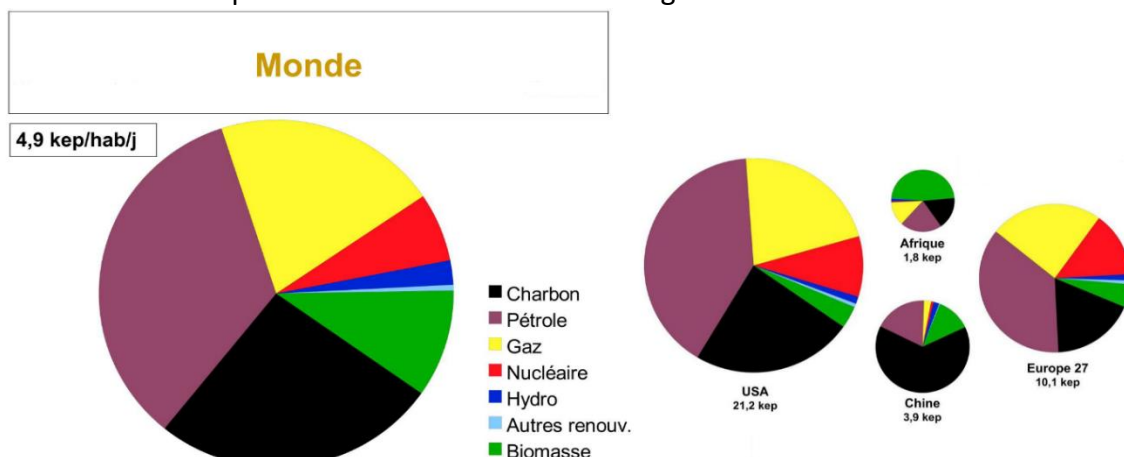


1 litre de pétrole

11,6 kWh

19h20 de jeux sur un
Pc Gamer d'une puissance
de 600 Watts !

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)

En TWh, en 2020 (données non corrigées des variations climatiques)

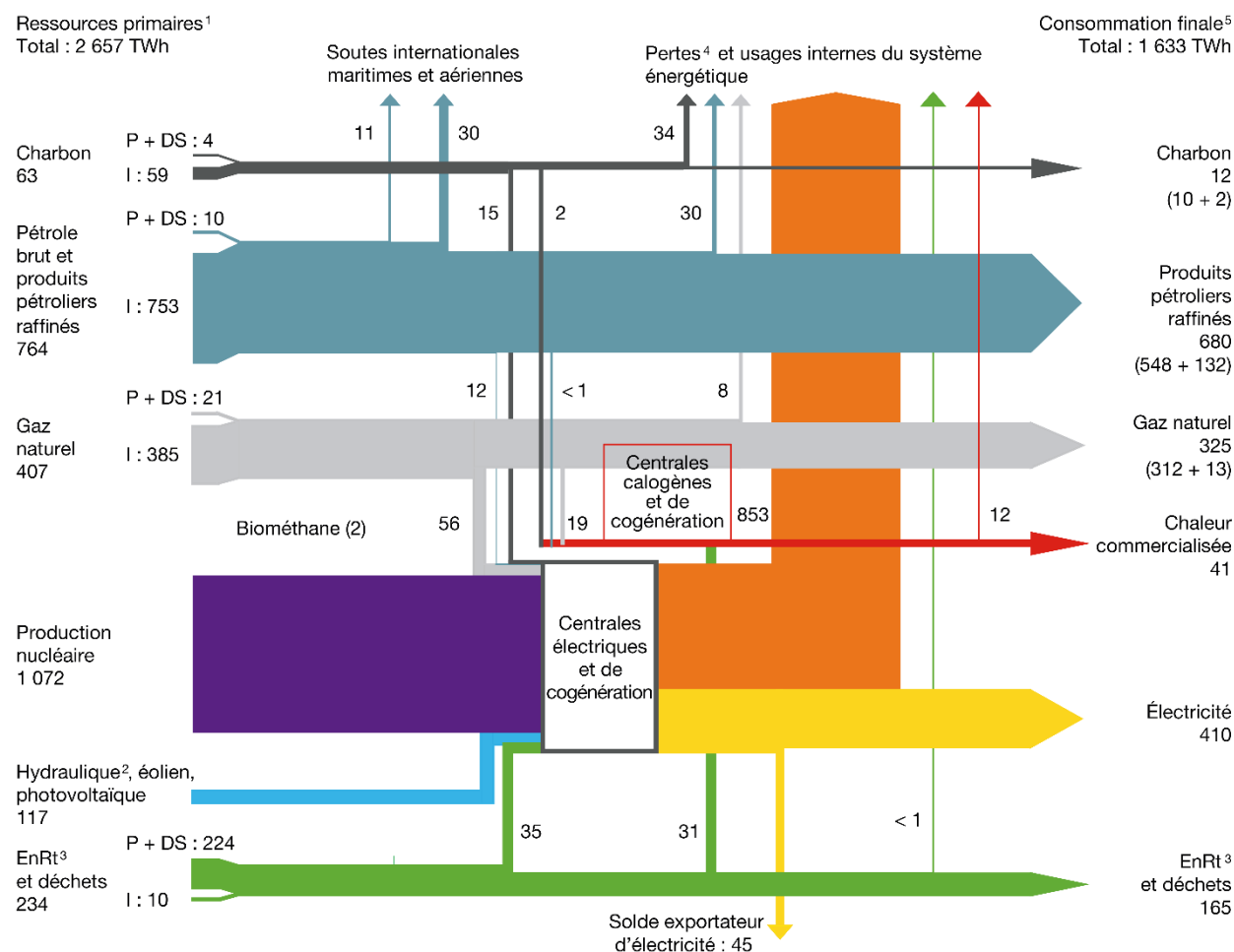


Tableau de conversion des énergies

	TJ	Mtep	MBtu	GWh	Mbl	Mtec
TJ	1	$2,388.10^{-5}$	947,8	0,2778	$1,751.10^{-4}$	$3,411.10^{-5}$
Mtep	$4,1868.10^4$	1	$3,968.10^7$	11630	7,33	1,428
MBtu	$1,0551.10^{-3}$	$2,52.10^{-8}$	1	$2,931.10^{-4}$	$1,8476.10^{-7}$	$3,5984.10^{-8}$
GWh	3,6	$8,6.10^{-5}$	3412	1	$6,3052.10^{-4}$	$1,2279.10^{-4}$
Mbl	5711	0,1364	$5,4124.10^6$	1586	1	0,1948
Mtec	$2,932.10^4$	0,7003	$2,779.10^7$	8144	5,133	1

Multiples usuels : Kilo → k = 10^3 , Méga → M = 10^6 , Giga → G = 10^9 , Téra → T = 10^{12} , Péta → P = 10^{15}

Sens de lecture : (1) → (2)

Vérification : 1 GWh = 10^9 Wh = 3,6 TJ = $3,6 \cdot 10^{12}$ 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 : Calcul de la puissance moyenne utilisée par un français :

La France compte environ **67** millions d'habitants. D'après l'agence internationale de l'énergie, la consommation énergétique annuelle est répartie comme suit :

641 millions de barils de pétrole, **1444 TBtu** de gaz naturel, **14,42** millions de tonnes de charbon, **1080 TWh** d'énergie nucléaire et **152,35 TWh** d'hydroélectricité.

- Calculer l'énergie totale consommée par la France en Mtep.
- En déduire l'énergie consommée **par habitant** de la France en kep/an puis en kep/jour et enfin en kWh/jour.
- En déduire l'équivalent de la puissance (en watt puis en cheval-vapeur) utilisée par un français 24h/24.

Exercice 3 : Remplaçons les centrales nucléaires par des éoliennes

Une éolienne off-shore de grande dimension peut générer 20,6 GWh d'énergie électrique par an.

- Quelle est la puissance de cette éolienne sachant que son taux de charge global est estimé à 40 % (20 % à terre).
- Combien d'éoliennes de ce type 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.*

Le tableau ci-dessous résume la situation à fin 2021 pour l'éolien posé :

Parc	Eloignement des côtes	Puissance nb éoliennes	Emprise	Prix d'achat électrique (€/MWh)	Etat actuel	Prévision année mise en service
Saint Nazaire EDP-EN	12 - 20 km	480 MW 80	78 km ²	140 - 180	travaux	2022
Saint Brieuc IBERDROLA	16 km	496 MW 62	75 km ²	140 - 180	travaux	2023
Flécamp EDP-EN	12 - 20 km	497 MW 71	60 km ²	140 - 180	travaux	2023-2024
Corseilles sur Mer EDP-EN	10 km	448 MW 64	50 km ²	140 - 180	travaux	2024
Le Tréport ENGIE et EDP	15,5 km	496 MW 62	83 km ²	140 - 180	développement	2026
Yeu Noirmoutier ENGIE et EDP	12 km (Yeu)	496 MW 62	83 km ²	140 - 180	développement	2026
Dunkerque EDP-EN	10 km	600 MW 46	50 km ²	44	étude, enquête publique	2027
Normandie (Barfleur)	30 km	1 000 MW Uls a 2	NC	60 (objectif)	Dialogue concurrentiel	2029
Océron	10 km	500 à 1 000 MW	NC	60 (objectif)	Debat Public	2030

Exercice 4 : 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 5 : Situation des centrales à charbon en France

En France possède(ait) 4 centrales à charbon. Avec une puissance totale de 3 GW ces installations jouent un rôle marginal dans le volume de production d'électricité sauf qu'elles restent très utiles pour la réguler. Pour limiter les émissions de CO₂, le gouvernement a pris la décision de fermer ces 4 centrales en 2022 au plus tard.

La biomasse à la place du charbon :

EDF prépare une possible alternative pour ses sites et teste actuellement à Cordemais un dispositif baptisé « Ecocombust » à base de biomasse. Ses centrales pourraient brûler en co-combustion environ 50 % de biomasse et 50 % de charbon dans un premier temps. L'objectif est de tendre vers 100 % de biomasse en guise de combustible.

- Estimez à l'aide des éléments que vous trouverez dans ce cours, la masse de granulé de bois capable de remplacer la quantité de charbon consommée dans nos centrales thermiques.
- Sachant qu'un camion a une capacité de charge utile de 29 tonnes, estimez la quantité de véhicules nécessaire à l'approvisionnement de ce combustible vers les sites de production d'électricité.