

Energie

Perspectives et ordres de grandeur

Episode 1 : Notions de base



Ce document a été écrit pour répondre à plusieurs préoccupations. Il s'agit de disposer d'une compilation d'informations sur un sujet qui est à la fois très technique mais qui en même temps touche tout le monde, dans son quotidien mais aussi dans les conséquences que la quête permanente d'énergie entraîne pour l'ensemble des pays de la planète. Il se veut donc vulgarisateur et s'attachera particulièrement à rappeler à tout moment les ordres de grandeurs dont nous parlons ici.

Compte tenu de la richesse du sujet, il est apparu pertinent de le découper en plusieurs épisodes:

- ✓ **Episode 1 : Notions de base**
- ✓ Episode 2 : Les sources d'énergie
- ✓ Episode 3 : Tout ce que vous avez toujours voulu savoir sur l'électricité
- ✓ Episode 4 : La dimension Geo-politique de l'énergie
- ✓ Episode 5 : Le nucléaire, histoire et perspectives.

Table des Matières

Table des Matières	2
Glossaire	2
1. Préambule	4
2. Définition de l'énergie	4
2.1. Concept de base	4
2.2. Quelques unités pertinentes	6
2.3. Quelques ordres de grandeur	6
2.4. Les types connus d'énergie	10

Glossaire

SIGLE ou concept	Signification
ARENH	Accès Régulé à l'Electricité Nucléaire Historique
ASN	Autorité de Sureté Nucléaire française. Elle est garante de la sureté de fonctionnement des installations nucléaires, dont les centrales de production d'électricité. Elle donne les autorisation d'exploitation.
Backup	Solution Pilotable de production d'électricité pour pallier l'intermittence des ENRi
Effacement	Se dit quand une nouvelle source d'énergie permet, lors de sa mise en route, d'arrêter une source existante. Par exemple, le vent a permis à une ferme de 250 éoliennes d'« effacer » une centrale à charbon
ENRi	Energie Nouvelle Renouvelable intermittente
Facteur de charge	Pourcentage du temps pendant lequel un moyen de production fonctionne à sa puissance nominale. (Ex : Eolien terrestre = 22,6% en 2021)
Fission nucléaire	Consiste à « casser » un noyau lourd en récupérant au passage de l'énergie. Utilisé dans 100% des centrales nucléaires actuelles
Fusion Nucléaire	Consiste à fusionner des noyaux légers et récupérant entre plus d'énergie au passage. Objet de très grosses recherches (ITER) et d'espoirs pour la production d'énergie du futur. (XXIIe siècle au plus tôt)
Isotope	Variation du nombre de neutrons (donc de masse) dans un atome de même numéro atomique. Par exemple carbone 12 et carbone 14
KW, MW, GW, TW	Unité de Puissance . 1 KW = 1000 Watts, 1 GW= 1000 MW, 1TW= 1000 GW
KWh	Unité d' Énergie . Ce que consomme un appareil de 1 KW pendant 1 heure On utilise aussi MWh, GWh, TWh

SIGLE ou concept	Signification
Matériau supra conducteur	Matériau conduisant l'électricité sans y opposer aucune résistance. A ce jour cela ne fonctionne qu'à des températures très basses (proches du zéro absolu, -273°C). Mais des matériaux supra-conducteurs à température ambiante pourraient changer notre vision de la production et de la distribution de l'électricité.
NOME	La loi du 7 décembre 2010 relative à la « Nouvelle organisation du marché de l'électricité », dite loi Nome, prévoit la réorganisation et la régulation de ce marché sur la base d'un encouragement de la concurrence.
PAC Sens 1	Pile à Combustible. Permet de transformer directement de l'hydrogène combiné à l'oxygène de l'air pour produire de l'électricité et rejeter de l'eau.
PAC Sens 2	Pompe à Chaleur. Permet de transférer de la chaleur d'un milieu à un autre (par exemple, un frigo ou une climatisation). Utilisé pour chauffer, la PAC affiche une efficacité thermique supérieure à sa consommation électrique. En quelque sorte, elle rafraîchit l'extérieur pour chauffer l'intérieur.
V2G	Vehicle-to-Grid. Dispositif permettant d'utiliser les voitures connectées à une borne spécifique de recharge pour servir de stockage temporaire d'électricité afin d'équilibrer le réseau.
VE	Véhicule Electrique

1. Préambule

Quand on parle énergie, on parle d'une grandeur physique, qui est régie par des lois que les hommes ont affinées au cours des 3 derniers millénaires. En conséquence, tout ce qui touche à ce sujet est assez simple à comprendre et surtout, ne relève pas d'une opinion. En la matière, des gens sans la culture scientifique minimum, qu'ils soient politiques ou journalistes (parfois les deux) ont essayé et malheureusement souvent réussi à convaincre leurs électeurs que ces lois physiques pouvaient être contraintes par des décisions politiques.

Cette naïveté, si c'en est une, se heurte parfois au réel. C'est ce que les français commencent à découvrir depuis quelques mois s'agissant d'énergie. Et quand on se heurte au réel, cela peut faire très mal.

Enfin, beaucoup de discussions autour de ce sujet tournent autour de l'empreinte carbone (CO₂) et de la notion de réchauffement climatique. Ce n'est pas le propos de ce document. On part ici du principe que la limitation des combustibles fossiles et de l'émission de gaz à effet de serre est nécessaire, et même contrainte dans la perspective d'une pénurie naturelle ou géo-politique de ces combustibles.

2. Définition de l'énergie

Le mot « énergie » vient du Grec Ancien « énergeia », qui signifie « La force en action ». Ce concept scientifique est apparu avec Aristote et a fortement évolué au cours du temps. Aujourd'hui, l'énergie désigne « la capacité à effectuer des transformations ». Par exemple, l'énergie c'est ce qui permet de fournir du travail, de produire un mouvement, de modifier la température ou de changer l'état de la matière. Toute action humaine requiert de l'énergie : le fait de se déplacer, de se chauffer, de fabriquer des objets et même de vivre.

2.1. Concept de base

Pour les puristes, l'unité internationale pour quantifier l'énergie est le **joule**. Mais cela représente une quantité si faible que cette unité ne serait ni pratique, ni « parlante » pour chacun d'entre nous. On verra juste un peu plus loin que les gens, pour des raisons le plus souvent historiques, utilisent des unités différentes selon la forme sous laquelle ils achètent ou consomment l'énergie.

Pour mieux comprendre cette notion très importante, et pour éviter des confusions encore très fréquentes dans les journaux ou à la télévision, il est temps d'introduire la notion de **Puissance**, qui est souvent confondue avec l'**Energie**.

Et comme chaque fois ici, on s'efforcera de rapporter ces concepts à la vie de tous les jours:

Prenons l'exemple d'une voiture. Plus votre moteur est **puissant**, plus votre voiture sera capable d'accélérer fort et par exemple, moins de temps elle mettra pour aller de zéro à 100 km/h. On a longtemps utilisé le « cheval » comme unité de puissance des voitures (et certains l'utilisent encore) mais on lui substitue de plus en plus le KW (KiloWatt). Exemple ci-contre extrait d'une revue automobile. On oublie la puissance fiscale, qui comme on s'en doute ne sert qu'à taxer les contribuables, mais on voit clairement la puissance maximum du moteur exprimée en chevaux (85) ou en KW (63).

MOTORISATION

Moteur	1.5 blue dci 85
Cylindrée	1461 cm3
Puissance Fiscale	4 cv
Puissance Max	85 ch / 63 kw à 3750 tr/min

Pour produire cette puissance pendant un certain temps il faut de l'énergie. Dans cet exemple, ce sera sous forme de gazole contenu dans le réservoir de la voiture. Si on doit doubler ce temps, il faut doubler l'énergie nécessaire.

Autre exemple, domestique, le fer à repasser. Cet appareil a une puissance de 1000 à 2000 watts ou de 1 à 2 KW. Tout le monde comprendra que l'énergie (électrique dans ce cas) nécessaire pour utiliser le fer dépend de sa puissance, mais aussi du temps pendant lequel on le fait fonctionner.

Ce document n'étant pas un cours de physique, nous n'utiliserons aucune formule compliquée, mais nous devons juste retenir ceci :

ENERGIE = Puissance X Temps

Et cela devrait nous suffire à débusquer un nombre immense de bêtises qu'on lit ou que l'on entend sur ces sujets.

Donc, pour une quantité d'énergie donnée, plus on la libère rapidement plus grande est la puissance. Une explosion est la libération d'une énergie en un temps extrêmement court et donne donc une grande puissance.

Si je reprends l'exemple de mon fer à repasser de **2 KW de PUISSANCE**, et que je le laisse fonctionner 1 heure, j'aurai consommé **2 KWh d'énergie** (électrique en l'occurrence).

Le KiloWatt x Heure (et non pas le KW par heure ce qui n'a pas de sens) que l'on note KWh est une unité d'Energie. C'est d'ailleurs dans cette unité que EDF (ou ceux qui prétendent concurrencer EDF) vous facturent votre consommation. Et pour les puristes, le joule, que je décrivais plus haut, est l'énergie correspondant à une puissance de 1 Watt pendant 1 seconde, et on a donc 3 600 000 joules dans 1 KWh, ce qui explique pourquoi on ne l'utilise pas sur vos factures...

2.2. Quelques unités pertinentes

On a donc vu qu'il existe historiquement de nombreuses unités différentes en fonction du type d'énergie. Comme il est de plus en plus pertinent de considérer les problèmes d'énergie globalement, il est de plus en plus fréquent de tout consolider sur la base d'unités simples à appréhender.

Pour l'anecdote, on va en citer quelques unes qui devraient être familières :

- Le stère de bois de chauffage
- La tonne de charbon
- Le litre d'essence ou de gazole
- La bouteille de butane
- Le m³ de gaz naturel
- Le Baril de pétrole
- Le KWh d'électricité
- Etc...

La difficulté est de comparer toutes ces unités. Comme le pétrole a été l'étalon pour toute la seconde moitié du XXe siècle l'unité a souvent été la Tep (Tonne Equivalent Pétrole). Aujourd'hui les déclinaisons du Wh semblent prendre le pas.

	KWh	MWh	GWh
1 Tonne Charbon	7 233	7,233	0,007
1 Tonne Pétrole brut	11 666	11,666	0,012
1000 m3 gaz naturel	9 998	9,998	0,010
1 Tonne Uranium naturel	116 660 000	116 660	117

Rappel pour les distraits ayant oublié leur grec :

Kilo - 1 000 (mille)

Mega - 1 000 000 (1 million)

Giga - 1 000 000 000 (1 milliard)

Tera - 1 000 000 000 000 (1 million de millions ou 1000 milliards)

On parlera donc souvent de MWh, de GWh ou même de TWh dans la suite de ce document.

2.3. Quelques ordres de grandeur

Alors quand on parle d'énergie, ou de systèmes de « production » d'énergie, il est toujours important de garder quelques ordres de grandeur en tête. On va ici s'attacher à utiliser des unités comparables entre elles, car c'est en utilisant justement des choses incomparables que l'on brouille le débat. Dans le tableau ci-dessous, on par-

lera de PUISSANCE maximum, et de quantité d'énergie (produite ou consommée) sur une période donnée (1 an sauf indication contraire)

	Puissance max	Consommation Annuelle	Production annuelle
Cafetiere Electrique	700 W		
Sèche Linge	2000 W		
TV en veille 20h/jour	2 W	14,6 KWh	
Radiateur soufflant Salle de Bain 1h/jour 100 J/an	2000 W	200 KWh	
Résidence principale France métropolitaine	15 KW	14,5 MWh	
Eolienne terrestre	2 MW		4 GWh
Eolienne Marine	6 MW		21 GWh
Panneau Solaire 100 m2	20 KW		21 MWh
Réacteur nucléaire type Fessenheim	900 MW		10 TWh
Réacteur nucléaire type EPR	1600 MW		18 TWh
Voiture compacte, 20000 Km (Essence)	65 KW	15 MWh	
SUV 4X4, 20000 km (Gazole)	200 KW	25 MWh	
Consommation Annuelle <u>Electrique</u> France métropolitaine (Chiffre 2019)		473 TWh	

Profitons de ces ordres de grandeur pour tordre le coup à certaines affirmations des promoteurs des ENRi reprises sans aucune vérification par les médias complaisants. Exemple ci-dessous avec le très récent parc Eolien en mer de Saint Nazaire.



Les données de base sont fournies par les promoteurs du projet lui même : https://parc-eolien-en-mer-de-saint-nazaire.fr/wp-content/uploads/2013/09/SNA_Synthese.pdf

- Puissance Installée : 480 MW
- Production annuelle : 1 735 GWh, ce qui prend pour hypothèse optimiste le fait que ces 80 éoliennes fonctionnent 41,2% du temps

Mais le même organisme communique à la presse, qui le reprend à l'envi, le fait que cela correspond à la consommation de 700 000 foyers soit 20% du département de Loire Atlantique. Faisons un petit calcul : 1735 GWh pour 700 000 foyers, cela fait 2,47 MWh par foyer et par an... Très loin des 14,5 MWh constatés. Parce que **ces informations sont systématiquement données « hors chauffage »** ce qui représente l'immense part de la consommation d'énergie d'un foyer !!!

On peut raisonnablement parler ici de manipulation de l'opinion car le chiffre réaliste, mais nous y reviendrons, serait plutôt 120 000 foyers.

Voir article de Ouest France ci-dessous.

Accueil > Pays de la Loire > Saint-Nazaire



Réservé
aux abonnés

La Turballe. Le champ éolien marin en mode productif

Les 80 éoliennes sont raccordées à la sous-station. Le champ marin qui sera pleinement exploité d'ici la fin décembre par EDF Renouvelables injectera dans le réseau 20 % des besoins en électricité de la Loire-Atlantique.

 Presse Océan
Franck LABARRE.

Publié le 02/10/2022 à 10h41

Abonnez-vous

 ÉCOUTER

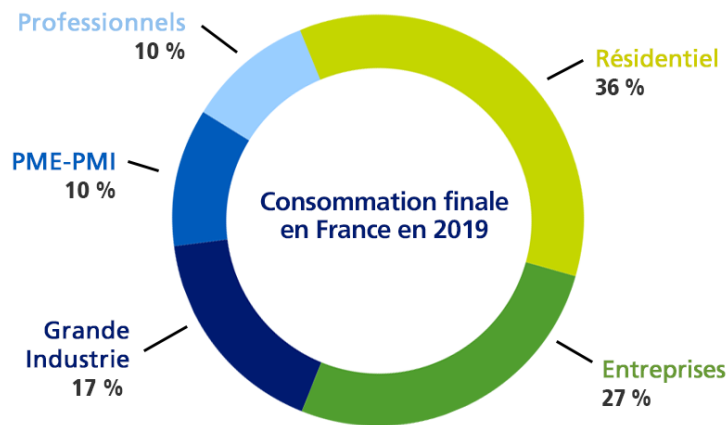
 LIRE PLUS TARD

 PARTAGER



La sous-station électrique, sorte de gros transformateur construit par les Chantiers de l'Atlantique, est installée au beau milieu d'un champ de 80 éoliennes espacées chacune d'1 km | PRESSE Océan-SIMON TORLOTIN

Enfin, pour clore temporairement ce chapitre des ordres de grandeur, deux graphiques : L'un indique la répartition de la consommation électrique finale en France par secteur et l'autre la répartition des grands postes énergétique par logement.

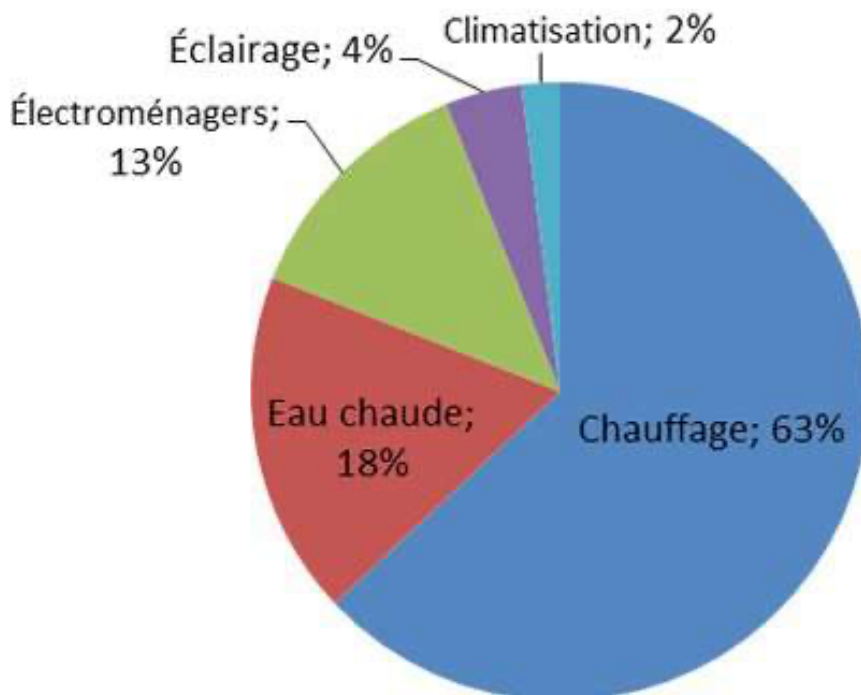


La consommation d'électricité par typologie de consommateurs en France en 2019

Source RTE - bilan électrique 2019

© EDF

Répartition de la consommation énergétique résidentielle en France



On voit ci-dessus l'importance de travailler sur les postes les plus lourds (Eau Chaude et Chauffage) plutôt que sur les gadgets comme les appareils en veille (Rappel: TV en veille = 0,1 % de la consommation annuelle) ...

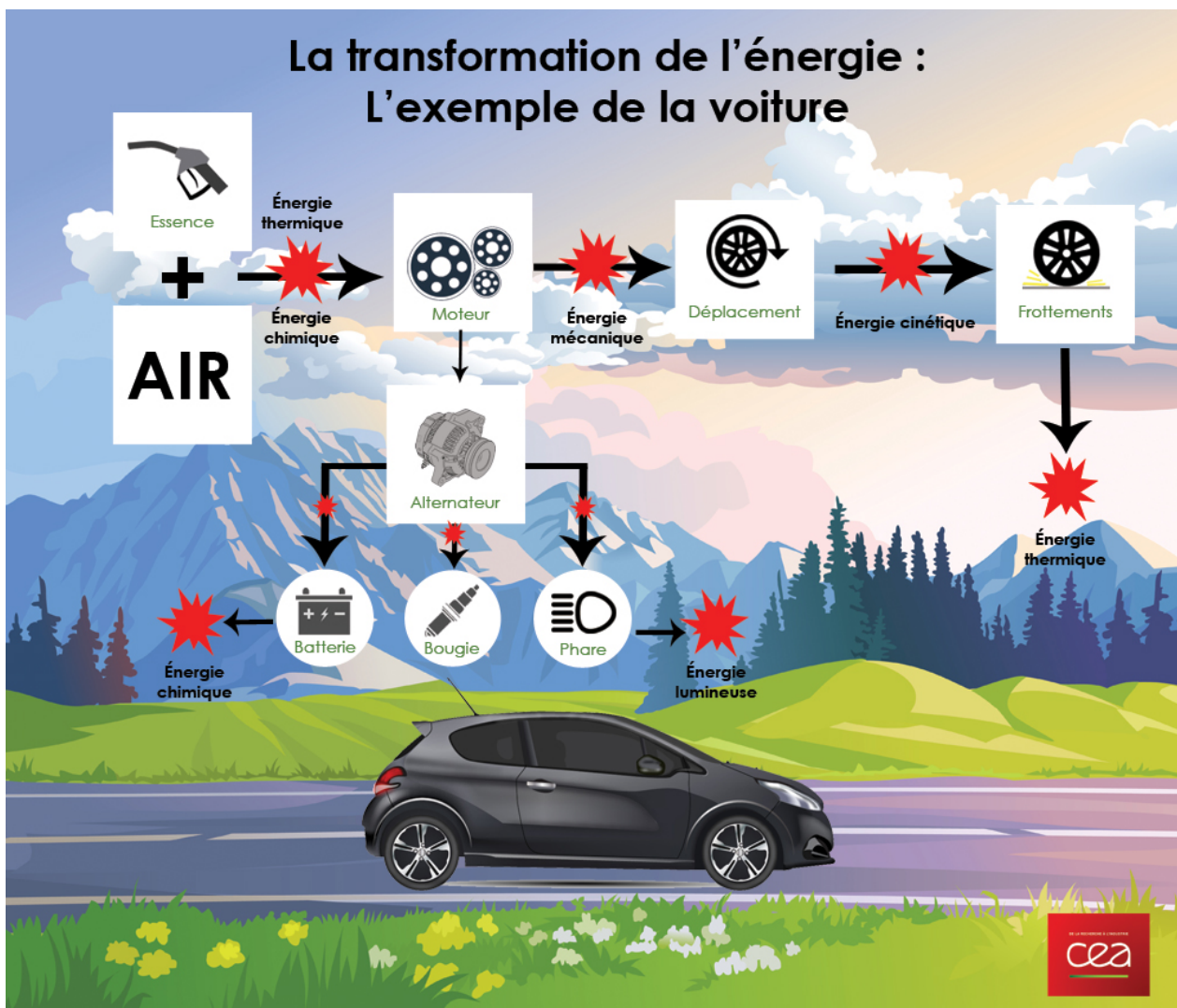
2.4. Les types connus d'énergie

Il convient ici de distinguer les formes que prend l'énergie des moyens permettant de la produire, sur lesquels nous reviendrons plus tard.

Il est aussi important de comprendre que l'on ne « crée » pas de l'énergie, mais qu'on la transforme, et que cette transformation se fait toujours avec des pertes.

L'énergie peut exister sous plusieurs formes. Parmi les principales :

- L'énergie thermique, qui génère de la chaleur ;
- L'énergie électrique ou électricité, qui fait circuler les particules – électrons - dans les fils électriques ;
- L'énergie mécanique, qui permet de déplacer des objets ;
- L'énergie cinétique, due à la vitesse
- L'énergie chimique, qui lie les atomes dans les molécules ;
- L'énergie Nucléaire, qui lie les particules subatomiques
- L'énergie de rayonnement ou énergie lumineuse, qui génère de la lumière ;
- L'énergie musculaire qui fait bouger les muscles.



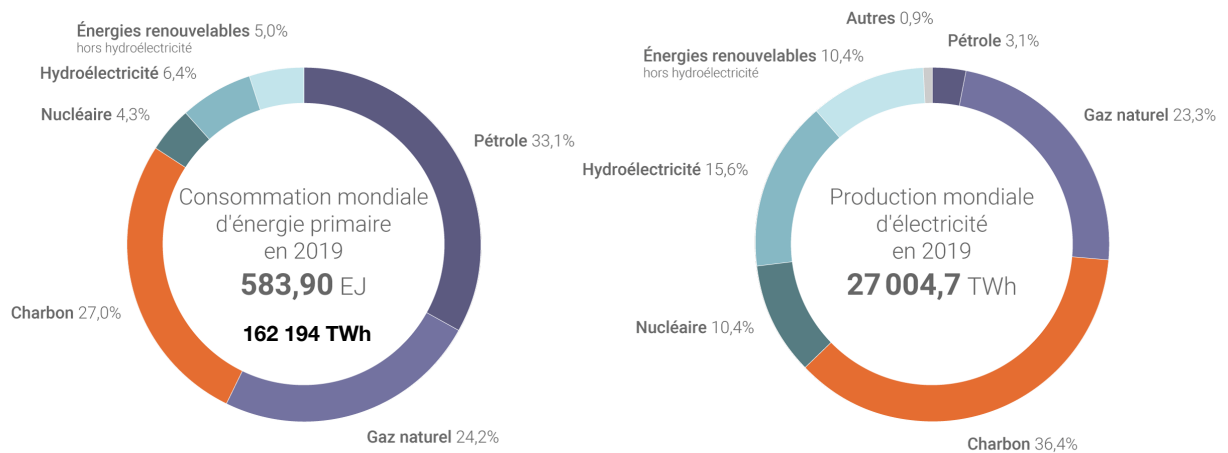
Si on revient aux débuts de l'humanité et jusqu'au début de la révolution industrielle au XVIII^e siècle, l'homme a surtout utilisé la chaleur (Soleil, feu) et l'énergie musculaire (la sienne, celle de ses esclaves ou de ses animaux) pour subvenir à ses besoins.

Mais déjà, sans le savoir, il procédait à des transformations : Le bois ne pousse que si la forêt reçoit la lumière et la chaleur du soleil. Le bois devient ensuite un combustible (énergie chimique). On peut aussi décliner la démonstration sur l'énergie musculaire qui devient une énergie mécanique.

L'homme sait aussi que si il frotte fort et longtemps certains matériaux l'un contre l'autre (action mécanique) cela dégage de la chaleur (énergie thermique) et cela peut s'enflammer (Energie Chimique)...

On commence donc à entrevoir le besoin et les possibilités de transformer l'énergie sous une forme qui est plus adaptée à telle ou telle activité.

Monde La consommation d'énergie totale et la production d'électricité en 2019



Source : BP Statistical Review of World Energy, juin 2020.

Attention, ces chiffres sont à regarder plus en détail : 74% de la production électrique provient de centrales (nucléaires ou fossiles) dont le rendement énergétique est de l'ordre de 35%. La consommation d'énergie primaire liée à la production électrique de 27 000 TWh est donc plus près de 64 000 TWh, soit **40% environ du total**. Le reste est transports, industrie, chauffage & climatisation.

Pour conclure ce premier épisode, il est important de toujours garder l'esprit critique quand on nous communique des chiffres liés à l'énergie. J'espère que les quelques ordres de grandeur évoqués ici vous permettront de mettre en œuvre vous-même cette démarche salutaire.

Dans le prochain épisode, nous passerons en revue les différents types d'énergie primaire, et les transformations qu'elles subissent.