Énergie

I. La terme «énergie» (grec *enérgeia)*

> **Définition :** L'énergie est une grandeur physique qui exprime la capacité d'un système à se transformer. Il y a souvent une polysémie avec la puissance ou le travail (une confusion entre plusieurs mots). Cependant l'énergie a été plus clairement définie au XIX° siècle.

L'énergie est une grandeur qui se conserve toujours, on dit que **l'énergie est une grandeur conservative**. Plus généralement l'énergie dans l'univers est donc une constante. Elle ne peut se créer, se détruire ou se perdre. Par contre elle peut se transformer ou se transporter.

a. Les unités de l'énergie

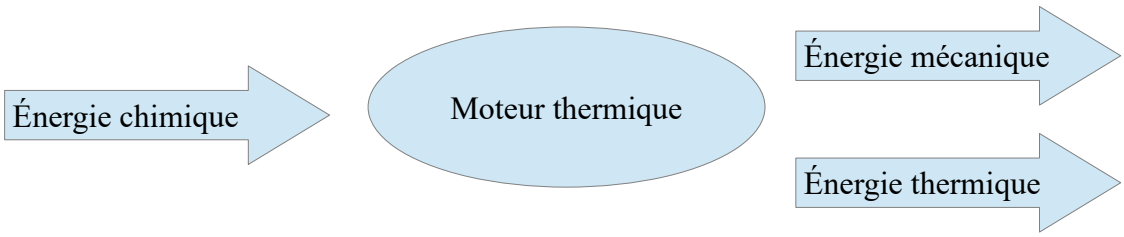
Lorsqu'on réalise une mesure d'une quantité d'énergie, on l'exprime avec **une unité d'énergie**. L'unité internationale, qui est dérivée du système international des unités, est le joule (symbole : J). Mais on peut utiliser d'autres unités comme le kWh (voir la suite du cours).

b. Utilisation de l'énergie

L'énergie est ce qui permet à un système* de se transformer. De fait, **les activités de l'homme sont totalement dépendantes de l'énergie**. En l'absence, il n'y aurait aucune activité humaine moderne sur la planète Terre.

L'homme utilise de nombreuses machines pour transformer la matière. **Ces machines convertissent toujours une forme d'énergie en une autre forme d'énergie.** L'homme exploite donc des sources énergétiques pour trouver celles qui vont lui permettre de travailler le moins possible pour effectuer ses activités.

- **Exemple de diagramme de transformation de l'énergie**



Question

- Donner des exemples d'énergie chimique :

……

……

II L'énergie par l'étude d'une vidéo

En observant cette vidéo avec Etienne Klein répondre aux questions suivantes.

a. Diversité relative de nos sources d'énergie

- Compléter le tableau (début : 1'00" - fin : 2'30")

L1 /2

Sources d'énergie humaine	Proportion relative en %
Combustibles fossiles	
	8 %
	6 %
	5 %
	1 %

- Que pensez-vous de ces résultats ?

I4 /1

….....

b. Évolution de notre demande énergétique

- Écouter (début: 2'40" et fin : 3'30")

L1 /2

- Quelle est l'unité d'énergie utilisée ?

……

- Comment évolue la demande énergétique mondiale ?

I4 /1

….....…

> **Définition :** En physique, le terme «système» a une signification technique au sens où il est identifié à une partie de l'univers physique choisi pour l'analyse. Toute chose en dehors du système est appelée environnement et n'est pas pris en compte dans l'analyse exceptée pour ses échanges avec le système.

- Un système est dit isolé s'il ne peut échanger ni énergie ni matière avec son environnement.
- Un système est fermé s'il ne peut échanger que de l'énergie avec son environnement.
- Un système est ouvert s'il peut échanger de la matière et de l'énergie avec son environnement.

c. Changement climatique

Écouter (7'00 – 9'45'')

III Puissance

> **Définition :** D'après Étienne Klein «la puissance c'est de le débit de l'énergie. C'est le rythme auquel l'énergie est délivrée. Plus précisément, c'est la quantité d'énergie **par** unité de temps que fournit un système à un autre système».

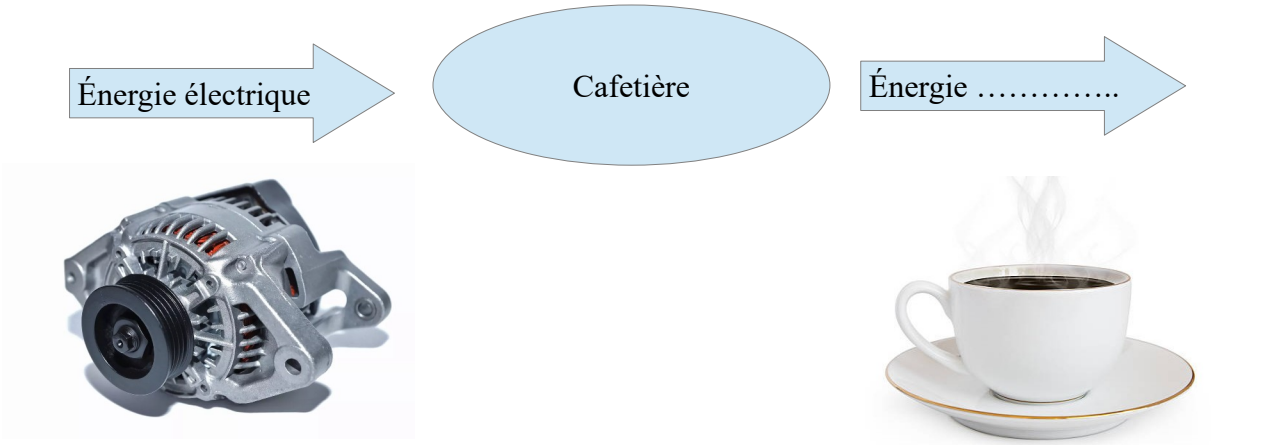
Définissons les grandeurs suivantes

E : forme d'énergie reçue/tranformée par un système

Δt* (se prononce delta t) : intervalle de temps du transfert avec $\Delta t = t_{final} - t_{initial}$

P : puissance de conversion/de transfert de l'énergie

Exemple



La cafetière va transférer de l'énergie en la transformant du premier système qui est l'alternateur de la centrale électrique vers la tasse de café qui est le second système. Plus la cafetière est puissante et plus ce transfert est rapide pour un même résultat.

Quelles sont les relations liant E, P et Δt ?

….....

- L'exprimer sous ses deux autres formes possibles.

…..... …....

Attention : Il est essentiel d'utiliser **les unités internationales dans les relations** pour assurer une cohérence dimensionnelle des calculs.

a. Unités des différentes grandeurs

L4	/3

Dans le film les unités **internationales** sont utilisées.

- Quelle est l' unité internationale de la puissance (21' 30") ? ….....
- Quelle est l'unité internationale de l'énergie (21' 33") ? ….....
- Quelle est l'unité internationale du temps (21' 38") ? ….....

b. Analyse dimensionnelle à partir de la vidéo

Étienne Klein dit que (21' 38") «1 watt est égal à 1 joule par seconde».

- Quelle opération mathématique est signifiée avec le mot «par» ?

….....

- Écrire mathématiquement «1 watt est égal à 1 joule par seconde».

….....

- Est-ce cohérent avec les relations trouvées ?

….....…

Applications

- Donner l'énergie transformée en Joule par une cafetière d'une puissance de 1200 W durant 2 minutes.

….....…

….....…

….....…

- Donner la puissance d'une cafetière convertissant 90 kJ durant 1 minute.

….....…

….....…

….....…

IV Vocabulaire et énergie.

a. Vocabulaire

Étienne Klein insiste bien sur l'inadaptation du vocabulaire courant (24'30).

Il est ainsi «*impropre de parler de production ou de consommation d'énergie. Personne n'en a jamais produit...il ne s'agit que d'un changement de la forme de l'énergie.... ainsi un système a tendance à évoluer de façon a augmenter son entropie..... plus l'entropie d'un corps est grande moins il a tendance à se transformer... cette entropie mesure la qualité de l'énergie disponible..... une énergie de bonne qualité est ordonnée, de faible entropie..... quand on consomme de l'énergie on ne fait qu'augmenter l'entropie de l'énergie du système*».

L'énergie a tendance à se transformer en une autre forme d'énergie entropique (désordonnée) élevée de moindre qualité tout en se conservant.

b. Les différentes formes d'énergie

Citer les différentes formes d'énergie du film à partir de 31'00" (quelques minutes) L1 /2

n°1: …..... n°6 : ….....

n°2 : …..... n°7 : ….....

n°3 : …..... n°8 : ….....

n°4 : …..... n°9 : ….....

n°5 : …..... n°10 : ….....

- **La notion d'esclave énergétique** L1 /2

Chaque jour les humains utilisent une certaine quantité d'énergie (37' 00").

- Quelle unité utilise-t-on sur la facture électrique ? Pourquoi ?

….....

- Quelle est la puissance d'un humain moyen quand il travaille ?

….....

- Combien faut-il d'esclaves énergétiques, en moyenne pour un français ?

….....

- Quel exemple de «consommation» extrême est donné, quel système utilise-t-il ?

….....

V Les unités d'énergie

Le Joule n'est pas l'unité d'énergie utilisée dans la vie courante. Cette unité n'est pas adaptée car trop petite. On utilise des unités courantes plus adaptées.

On sait que E= P. Δt, on peut donc utiliser des unités d'énergie différentes du joule (J). On utilise ainsi couramment le kWh et le Wh.

$$E_{(Wh)} = P_{(W)}.\Delta t_{(h)} \quad \text{ou} \quad E_{(kWh)} = P_{(kW)}.\Delta t_{(h)} \quad \text{ou} \quad E_{(J)} = P_{(W)}.\Delta t_{(s)}$$

Exemple n°1

Pour un radiateur **P =1000 W** fonctionnant pendant **une heure**, on obtient facilement une quantité de chaleur dans les différentes unités.

- **E = 1000x1 = 1000 W.h ou E=1x1 = 1 kW.h ou E=1000x 3600= 3,6.10^6 J**

On en déduit 1 kWh = 3,6.10^6 J = 3,6 MJ (méga-joule)

Exemple n°2

On utilise un sèche cheveux durant 15 minutes avec une puissance électrique de 800 W.

- Quelle quantité d'énergie électrique est utilisée par cet appareil pour cette utilisation ?
- Quel sera le coût de cette utilisation en prenant l'équivalence 1 kWh <=> 0,20 € ?

Exemple n°3

Une voiture électrique a une puissance de 61 kW. Elle est utilisée à pleine puissance durant 35 minutes dans une expérimentation en montée. Sa batterie pleine peut contenir une énergie de 37 kWh.

- Quelle sera l'énergie électrique (en kWh) utilisée pour cette expérimentation ?

……

……

Selon les normes, elle peut parcourir une distance de 260 km et sa vitesse maximale est de 130 km/h (bridée).

Un expérimentateur parcourt à une vitesse moyenne de 80 km/h une distance de 280 km en vidant complètement la batterie.

- Quelle sera la durée du parcours ?

……

……

- Quelle sera la puissance moyenne utilisée pour ce parcours ?

……

……

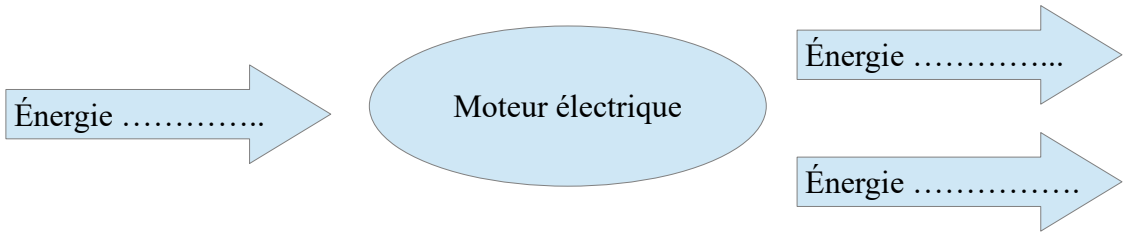
- Convertir une quantité d'énergie de 37 kWh en Joule.

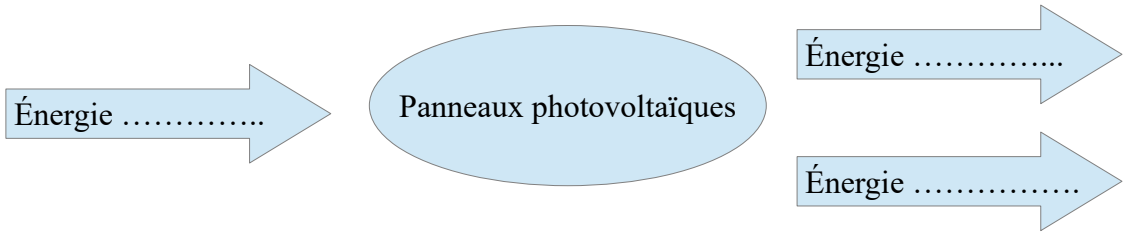
……

Exercices

Exercice n°1

- Compléter les diagramme énergétiques suivants :





Exercice n°2

- Quelles sont les unités d'énergie utilisées sur les paquets de biscuits ?

…….

ANALYSE MOYENNE	Teneur pour 100 g	% AQR* pour 100 g	Teneur pour 1 biscuit (10 g)	% AQR* pour 1 biscuit (10 g)
Energie	1841 kJ 439 kcal	22%	184 kJ 44 kcal	2%
Matières grasses	16 g	23%	1,6 g	2%
dont Acides gras saturés	1,6 g	8%	0,2 g	1%
Glucides	59 g	23%	5,9 g	2%
dont Sucres	16 g	18%	1,6 g	2%

- Que signifie le préfixe k ? Quelle est sa valeur numérique ?

……..

Exercice n°3

- Quelle est l'unité d'énergie dans ce diagramme ?

……

- Comment évolue la demande énergétique mondiale ?

……

- Quelles sont les sources d'énergie fossiles indiquées ?

……

- Quel pourcentage approximatif représente les énergies fossiles en 2020 ?

……

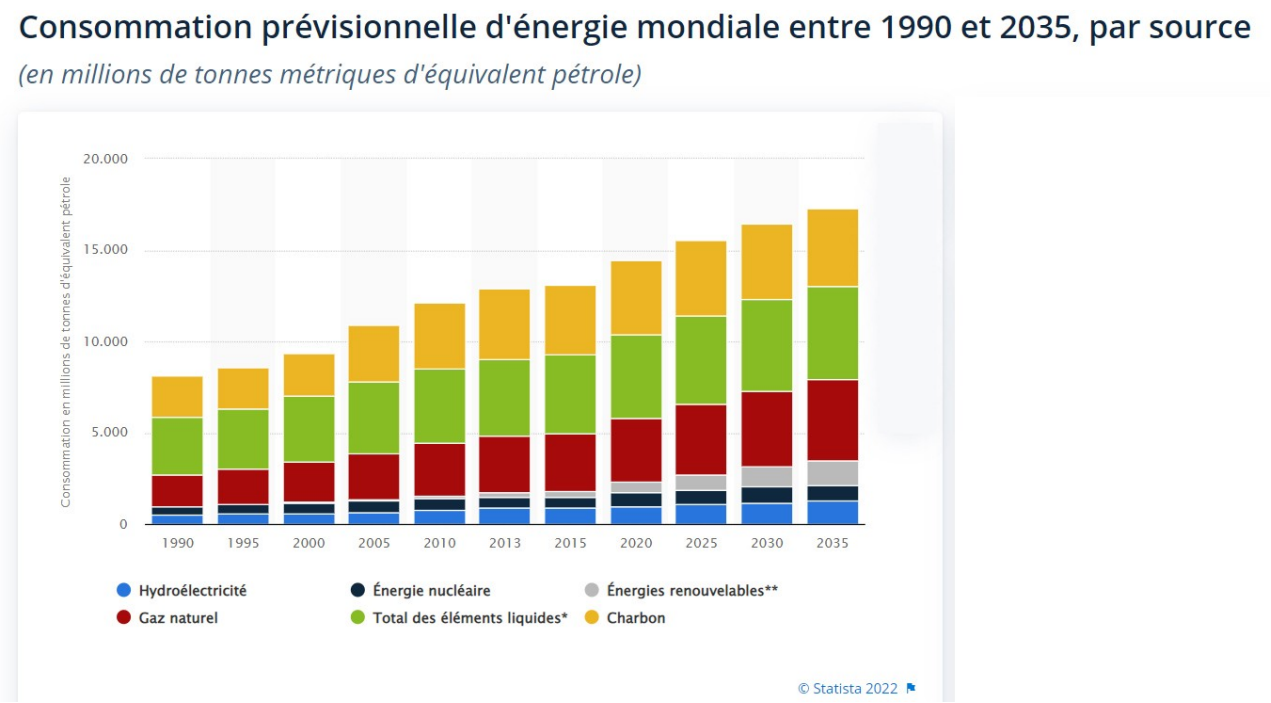
- Constatez-vous une réduction de la demande des énergies fossiles ?

……

- Que va-t-il se passer pour le changement climatique ?

……

……



Exercice n°4

Un panneau solaire de 2 m^2 thermique avec des tubes sous vide peut récupérer 80 % de l'énergie solaire sous une forme thermique. On peut transférer à l'eau, dans un ballon, par une journée ensoleillée en été, environ 10 kWh pour des panneaux disposés à 55 °.

- Quelle était la forme initiale de l'énergie solaire ?

….....

- Quelle est le couleur interne de ce tube sous vide, en verre, pour absorber la lumière et la transformer en chaleur ?

….....

….....

- Pourquoi les tubes sont-ils sous vide ?

….....

….....

Sachant que le panneau est couplé à un réservoir de 150 L et qu'il faut 4 180 J d'énergie thermique pour chauffer 1 L d'eau de 1°C, quelle est l'élévation de température attendue en l'absence de pertes thermiques ?

….....

….....

….....

Exercice n°5

Le corps humain a besoin pour fonctionner d'environ 10 000 kJ d'énergie sous une forme alimentaire.

- Quelle quantité d'énergie en kWh doit absorber un humain durant une journée pour son fonctionnement ?

….....

.....……....

- Faire un bilan des transformations énergétiques principales d'un humain **avec un schéma**.

- Quelle masse de glucides ou de protéines devrait absorber un humain pour ne pas maigrir ?

….....

.....……....….

- Quelle masse de lipides devrait-il absorber pour ne pas maigrir ?

….....

Données :

- Glucides, protéines => 17 $kJ.g^{-1}$ (kJ/g)
- Lipides => 38 $kJ.g^{-1}$ (kJ/g)
- 1 kcal = 4 180 J

Exercice n°6

Pour aller à son travail, Mathilde utilise 6 litres d'essence chaque jour.

- Faire un bilan des transformations énergétiques courantes d'une voiture avec un schéma.

- Quelle quantité d'énergie chimique transforme sa voiture pour un trajet en kWh ?

….....

….....

….....

Donnée : 1 litre d'essence donne 35 MJ d'énergie calorifique lors de sa combustion.

Exercice n°7

Une maison, ancienne et mal isolée, a besoin de 10 000 kWh de chaleur pour équilibrer son bilan énergétique de chauffage.

- Quelle quantité de fuel (en litre) faut-il acheter chaque année ?

….....

….....

- Quelle sera la facture ?

….....

….....

- Quelle masse de CO2 sera libérée dans l'atmosphère ?

….....

….....

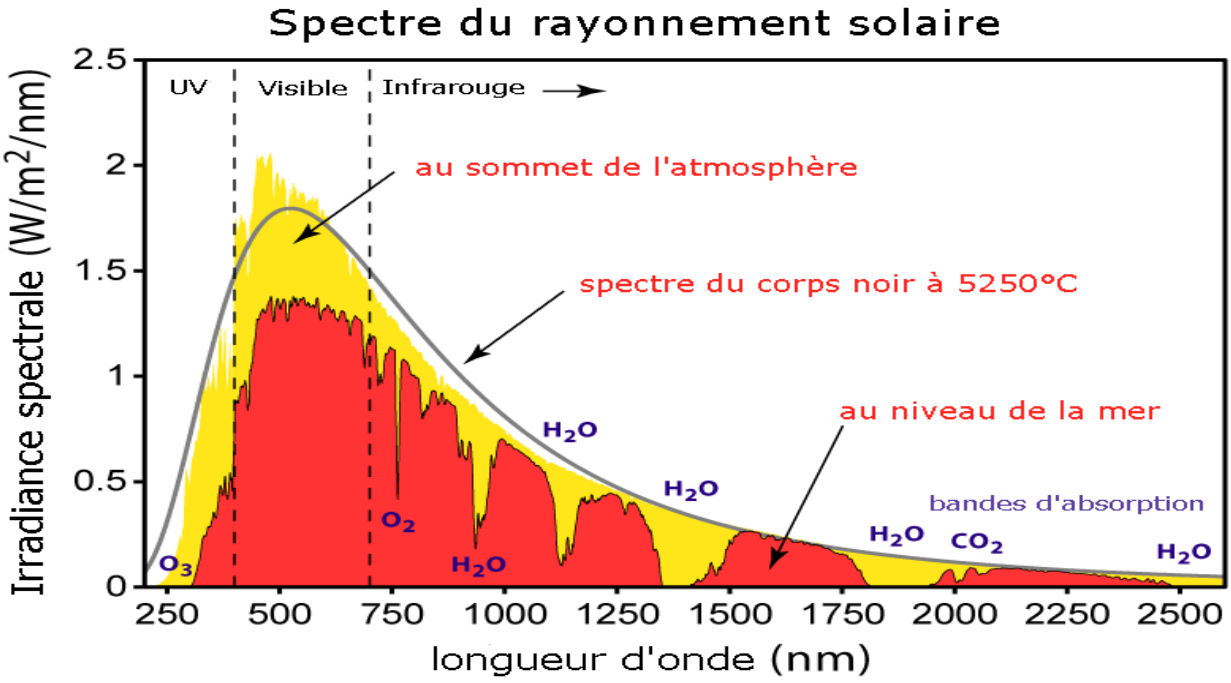
- Faire un bilan des transformations énergétiques courantes avec le schéma d'une maison avec les échanges d'énergie avec des flèches pour indiquer l'entrée ou la sortie du système.

Données :

- 1 litre de fuel donne 10 kWh d'énergie calorifique lors de sa combustion et le tarif du fuel est 1700 €/1000 L.
- 1 litre de fuel domestique donne 300 g/kWh de CO_2.

Exercice n°8

- Le Soleil envoie sur Terre un rayonnement qui est de 1361 W/m² juste avant son entrée dans l'atmosphère. On constate qu'au niveau de la mer cette puissance n'est plus au maximum que de 1000 W/m².
- En été, le Soleil nous envoie, pour chaque unité de surface, une quantité de lumière équivalente à 8H d'ensoleillement au zénith (le soleil est au plus haut).
- Un panneau solaire thermique, avec des tubes sous vide, peut récupérer 80 % de l'énergie lumineuse pour la transférer sous une forme thermique à de l'eau chaude.
- Un panneau solaire photovoltaïque est capable de convertir environ 20 % de la lumière reçue en énergie électrique.



- Calculer **l'énergie lumineuse** récupérable par jour, **en kWh,** au maximum, **au niveau de la mer** pour chaque m² de surface exposée au mieux.

……

……

• Calculer **l'énergie électrique** fournit par 1 m^2 de panneaux photovoltaïques en plein été durant une journée claire et ensoleillée.

……

……...

• Pourquoi ne recevons nous qu'une partie de la lumière solaire sur Terre **même en étant exposé directement** ?

……

……...

• Quel est le gaz qui absorbe le plus **la lumière solaire dans les UV (ultraviolet)** ?

……

……...

• Quel est le gaz qui absorbe le plus de **lumière solaire dans les IR (infrarouge)**?

……

……...

• Citer **les autres gaz, non cités,** absorbant de la lumière sur la figure donnée.

……

……

• Parmi **les couleurs visibles**, quelle est **celle** qui est la plus absorbée/diffusée par notre atmosphère (justifier avec la figure) ?

……

……...

• Indiquer en quoi cela perturbe notre perception de la couleur du Soleil **sur Terre** et sa probable couleur depuis l'espace.

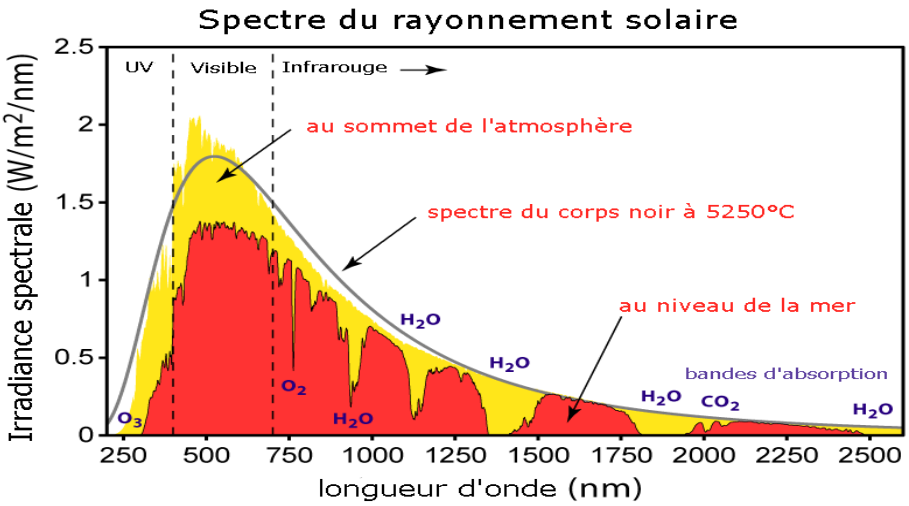
……

……...

Exercice n°09

A faire sur une feuille avec une rédaction

On observe l'irradiance spectrale du Soleil pour la planète Terre, ci-dessous….



Partie a - Niveau 4°

Leçon en ligne avec les vidéos

• Quels sont les types de rayonnements électromagnétiques (de lumière) présentés sur cette courbe ?

• Que signifie UV ?

• Dans le spectre de la lumière visible donner une longueur d'onde correspondant au violet/bleu en nm.

• Dans le spectre de la lumière visible donner une longueur d'onde correspondant au rouge en nm.

• Dans le spectre de la lumière visible donner une longueur d'onde correspondant au vert en nm.

• Indiquer la lumière visible qui est la plus impactée par la traversée de l'atmosphère en observant la différence entre l'irradiance dans l'espace (coloriée en jaune) et l'irradiance sur la surface terrestre (coloriée en rouge)

• Indiquer en quoi cela perturbe notre perception de la couleur du Soleil sur Terre et sa probable couleur….

Suite en dessous…...

Partie b - Niveau 3°

Le Soleil envoie sur Terre, dans l'espace, un rayonnement qui est de 1361 W/m^2. On constate qu'au niveau de la mer, après la traversée de l'atmosphère, cette puissance n'est plus **au maximum** que de 1000 W/m^2.
En été, le Soleil nous envoie, pour chaque unité de surface terrestre, une quantité d'énergie lumineuse **équivalente à 8H** d'ensoleillement à **son maximum** (midi solaire = Zénith)

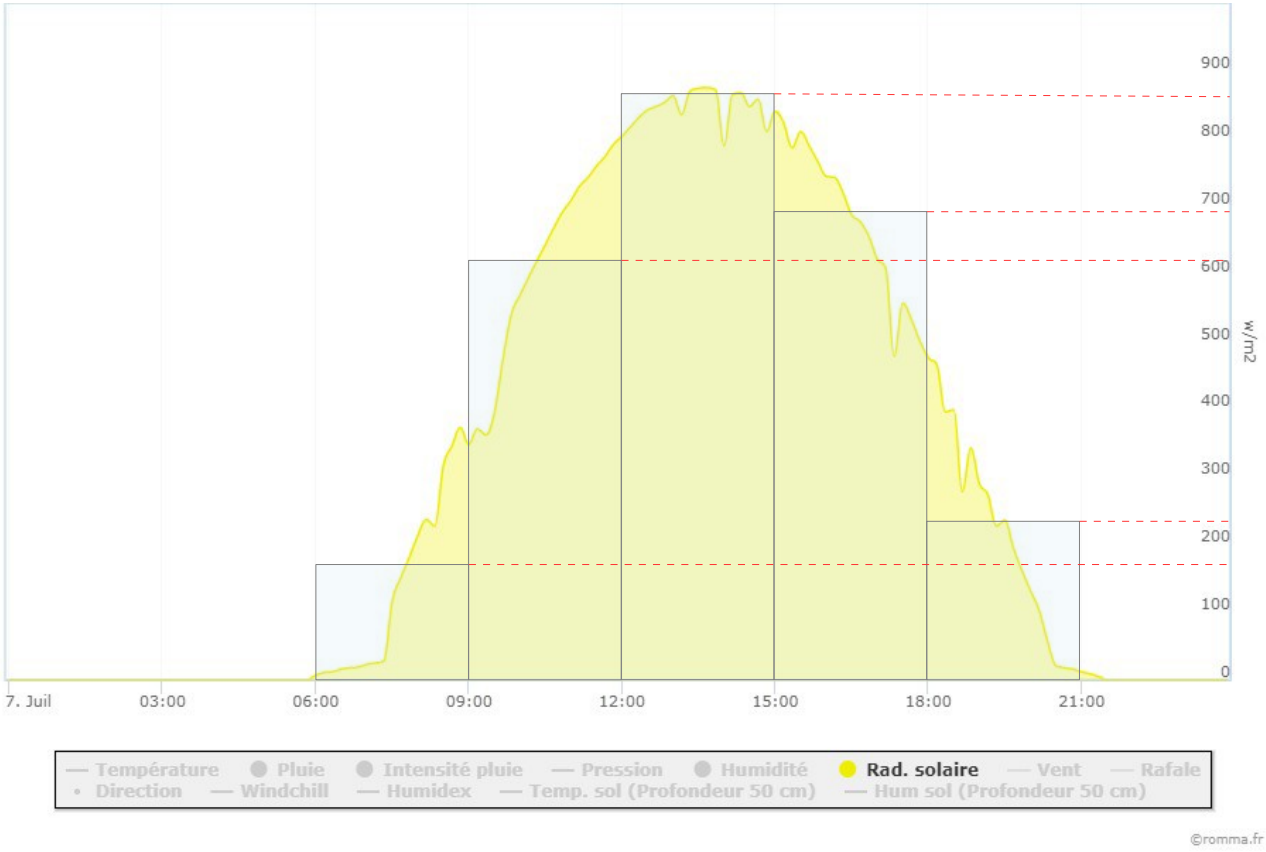
- Donner la relation liant l'énergie, la puissance et un intervalle de temps (E, P et Δt)
- Calculer à la surface terrestre, la quantité d'énergie apportée par la lumière solaire durant une journée d'été (en Wh).

Un panneau solaire thermique, avec des tubes sous vide, peut récupérer 80 % de l'énergie lumineuse pour la transférer sous une forme thermique à de l'eau chaude.

- Calculer la quantité d'énergie thermique qu'un panneau solaire, de ce type, peut récupérer durant une journée d'été (en Wh)

Exercice n°08

Une station météo de notre région propose cette courbe de radiation solaire (irradiance solaire) pour un 7 juillet 2020…… L'unité est le W/m².



- Quelle a été la puissance lumineuse maximale reçue du Soleil pour une surface de $1m^2$ de notre région exposée directement (= perpendiculaire au rayonnement solaire) ce jour là ?
- Vers quelle heure observe-t-on cette luminosité maximale ?

On observe **de petites variations** sur cette courbe (vers 17 heures par exemple) représentant une journée ensoleillée.

- Donner une explication à ces petites variations de luminosité.

La quantité d'énergie lumineuse correspond (pour chaque unité de surface terrestre en m²) à la surface de cette courbe (en jaune). Pour calculer et simplifier le calcul de cette surface, **5 zones rectangulaires offrant une surface identique à la courbe réelle pour des intervalles de trois heures,** ont été dessinées.

- Donner la relation liant l'énergie, la puissance et un intervalle de temps (E, P et Δt)

On observe une puissance lumineuse moyenne de 160 W/m² **entre 06h00 et 09h00.**

- Calculer l'énergie lumineuse reçue pour une surface de 1 m² pour **cette période de trois heures** du 7 juillet (en Wh)

- En faisant les mêmes calculs **pour les 5 zones rectangulaires**, en déduire **l'énergie lumineuse** reçue pour cette **journée d'été** complète par **une surface de 1 m²**.

On estime que la quantité maximale d'énergie solaire lumineuse récupérable en France (en été) sur une surface de notre planète est de l'ordre de 8 kWh/jour.

- Est-ce compatible **avec vos résultats** ?