Système d'arrosage automatique
08 – La chaîne de l'énergie

(version 2022-04-06)

Travail sur la chaîne de l'énergie du système d'arrosage automatique.
Les travaux à rendre devront indiquer les Noms, Prénoms, et la classe de l'élève, et peuvent être déposés sur l'ENT ou envoyés par mail à l'adresse "npajani.cpc@gmail.com"
Durée : entre 1h30 et 3 heures.

Le système d'arrosage automatique utilisera nécessairement de l'énergie pour fonctionner.

Le problème de l'énergie est cependant un très très vaste sujet, avec des problématiques très variées : formes/types, source, transformation, utilisation, stockage, pertes, rentabilité ....

1 – L'énergie : un peu de théorie.

Il existe plusieurs **formes** (ou types) **d'énergie** toutes liées à un phénomène physique spécifique :

Forme d'énergie	Phénomène physique
cinétique ou mécanique	vitesse des objets en mouvement de rotation ou de translation
thermique	agitation des atomes et molécules dans la matière
électrique	déplacement des électrons
potentielle gravitationnelle	attraction entre deux corps massiques
potentielle électromagnétique ou radiative	déplacement des ondes électromagnétiques
potentielle chimique (ou de liaison)	réactions chimiques entre les molécules, liaison entre les atomes
réticulaire	liaison entre les molécules dans un solide ou un liquide
potentielle nucléaire	fission et fusion des noyaux des atomes
pneumatique	différence de pression
chaleur latente	changement d'état des matériaux
potentielle élastique	déformation réversible des matériaux (compression, étirement, ...)

Chacune des ces formes d'énergie peut être générée d'une ou plusieurs façons. L'origine de ces énergies est appelée **source d'énergie**. Il est important de ne pas confondre les deux.

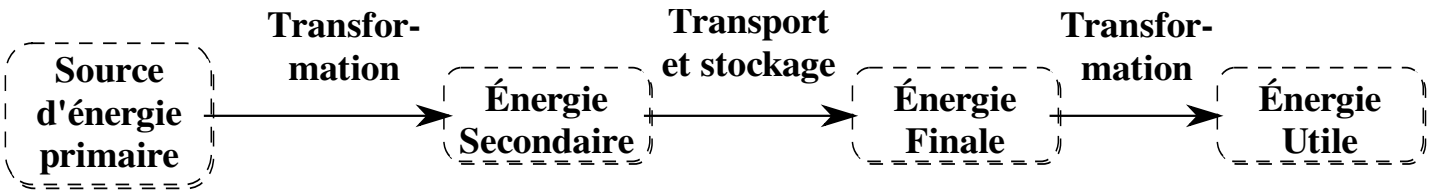
Les **sources d'énergie** sont des éléments ou des phénomènes physiques naturels dont il est possible d'exploiter l'énergie. Les sources d'énergie sont très souvent classées en différentes catégories, par exemple les sources d'énergie fossiles et les sources d'énergie renouvelables (à l'échelle humaine)
Les sources d'énergie utilisables par l'homme sans transformation sont appelées **sources d'énergies primaires** :

- Rayonnement Solaire
- Cours d'eau et chutes d'eau
- Mouvements de la Mer et des Océans
- Géothermie
- Vent
- Combustibles fossiles (gaz, pétrole, charbon)
- Biomasse (matière organique, bois et dérivés, gaz)
- Combustibles fissiles (éléments radioactifs)

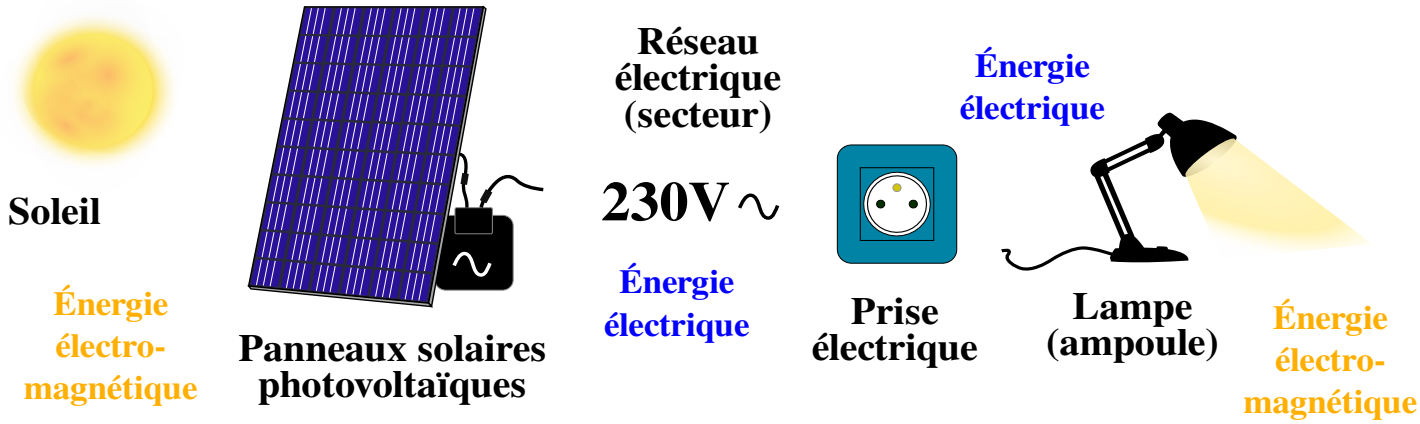
Attention, une source d'énergie primaire peut produire plusieurs formes d'énergie en même temps (en fait, c'est presque tout le temps le cas). Par exemple, lorsqu'on brûle du bois, il se dégage à la fois de la chaleur (énergie thermique) et de la lumière (énergie potentielle électromagnétique).

Cependant, nous utilisons rarement les sources d'énergie primaire directement dans la vie de tous les jours. Les énergies obtenues par transformation d'une énergie primaire sont appelées **énergies secondaires**. C'est le cas par exemple de l'électricité.
L'énergie secondaire est le plus souvent produite en grandes quantités de façon centralisée (centrales électriques, raffineries, ...) et doit ensuite être transportée vers l'utilisateur. L'énergie dont dispose l'utilisateur est appelée **énergie "finale"** (électricité disponible sur le lieu de consommation, bouteille de gaz, essence à la station service, ..., directement utilisable pour alimenter les objets techniques).
Ce n'est cependant pas la dernière de la chaîne. L'énergie qui nous intéresse est appelée **énergie utile**. C'est celle qui nous rend le service attendu, le plus souvent après conversion de l'énergie finale en une autre forme d'énergie par un objet technique (par exemple la conversion de l'énergie électrique en lumière par une lampe).

Nous avons donc les étapes suivantes :



Par exemple :



Travail à rendre :
Réalisez le même travail de décomposition (avec des mots seulement) pour les cas suivants :
- Pétrole -> Déplacement en voiture
- Soleil -> Déplacement en voiture (électrique)
- Rivière -> Cuisson des aliments
- Soleil -> Arrosage des plantes

Cette représentation de la chaîne de l'énergie nous permet de comprendre l'intérêt de l'utilisation de centrales pour transformer les énergies primaires en énergies secondaires, que l'on sait transporter et stocker (éventuellement avec une transformation supplémentaire).

2 – Transformation, transport et stockage.

Transformation
La transformation des énergies primaires se fait le plus souvent dans des centrales électrique et dans les raffineries. Ces solutions permettent de minimiser les pertes et de rationaliser les coûts, même si pour certaines énergies la production "locale" est parfaitement rentable, par exemple pour les panneaux solaires.

CC-By-SA – Nathaël Pajani – Collège Paul Claudel – Année 2020 – Classes de 4ème.

Un autre cas un peu particulier est celui de la production de biomasse, qui se fait dans les champs et les forêts ! La biomasse permet de stocker l'énergie fournie par le soleil sous forme de combustible, utilisable dans les centrales thermiques, mais aussi pour les moteurs à combustion interne (bio-carburant).

Transport
Le transport est réalisé sous forme d'énergie électrique, de combustibles (tous types confondus : énergie potentielle chimique) ou d'énergie thermique (réseau de chauffage urbain).

Stockage
Le stockage se fait sous forme d'énergie potentielle dans la majorité des cas, mais certaines solutions utilisent l'énergie cinétique (volants d'inertie), l'énergie pneumatique (air comprimé) ou l'énergie thermique (ballons d'eau chaude par exemple).

Voir les différents moyens de production de l'énergie électrique et les solutions de stockage d'énergie en annexes, à la fin du document.

3 – Faux amis !

Nous utilisons couramment les termes de "production" et de "consommation" d'énergie, mais c'est une erreur ! Il est **impossible de produire ou de consommer de l'énergie !**

Le premier principe de la thermodynamique explique que **l'énergie se conserve**.

L'énergie ne peut ni se créer ni se détruire mais uniquement se **transformer** d'une forme à une autre (principe de Lavoisier) ou être **échangée** d'un système à un autre (principe de Carnot).

L'énergie électrique utilisée par un appareil est en fait transformée en d'autres formes d'énergie : chaleur dans le cas d'un chauffage, ou pour les pertes, mouvement dans le cas des moteurs et des pompes, rayonnement électromagnétique pour les écrans et les lampes, et ainsi de suite.

De même, l'énergie fournie par une centrale électrique est issue de la **transformation** d'une énergie primaire en énergie électrique.

4 – Unités de mesure et chiffres clés

Le système international a choisi, comme unité pour l'énergie, le **Joule** (J) du nom d'un physicien anglais du XIX^{e} siècle : James Prescott Joule.

Cependant, cette unité s'avère trop faible lorsqu'il s'agit de mesurer la consommation d'énergie d'un foyer et a fortiori la production d'énergie d'une centrale électrique. Dans ce cas là, nous utilisons le watt-heure (Wh) qui est égal à 3600 Joules, et ses différents multiples (kilowatt-heure, mégawatt-heure, ...).

Cette unité a l'avantage d'être très facilement reliée à la puissance des appareils lorsque celle-ci est exprimée en Watts (W), cette puissance étant le produit de la tension aux bornes de l'appareil en Volts (V) par l'intensité qui le traverse en Ampères (A) : **P = U x I**
L'énergie utilisée par un appareil est le produit de sa puissance par la durée de son utilisation : **E = P x t**
Un appareil d'une puissance de 200 Watt fonctionnant pendant deux heures utilisera une énergie de 400 Watt-heures (Wh) : E = 200 W x 2 h = 400 Wh, ou 0,4 kWh (kilowatt-heure)

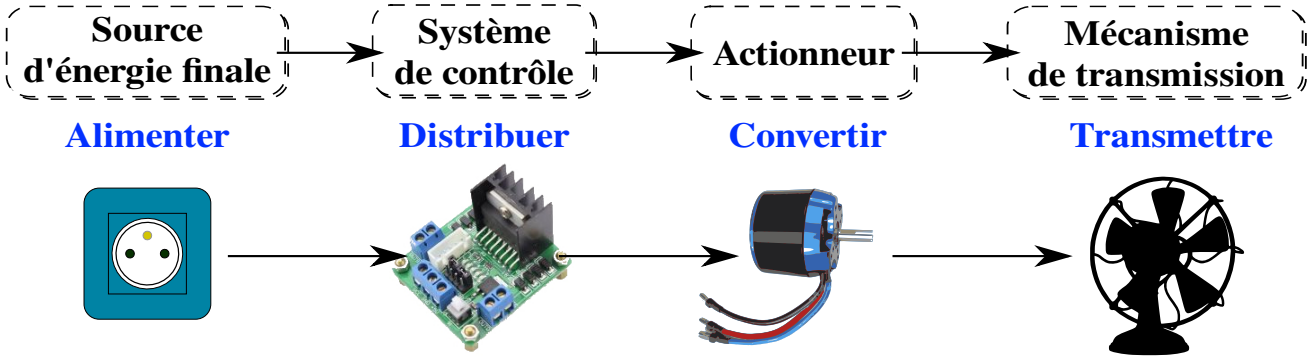
Travail personnel :
À l'aide de l'un de vos parents, faites un relevé de l'utilisation d'électricité de votre logement, si possible tous les jours, jusqu'à la fin des vacances, et tracez la courbe correspondante (utilisation journalière en fonction du temps).

5 – Énergie et objets techniques

Les objets techniques sont la finalité de la chaîne de transformation et de transport de l'énergie. Ils transforment l'**énergie finale** en **énergie utile**

Un objet technique est **alimenté** par une **source d'énergie finale**, comme la prise du secteur, une batterie, ou un réservoir d'essence. Cette énergie est **distribuée** par le **contrôleur** à un ou plusieurs **actionneurs** , qui **convertissent** cette énergie finale en énergie utile et la **transmettent** éventuellement à un **mécanisme** qui l'utilise pour réaliser la fonction de l'objet technique.

Dans un objet technique, la chaîne de l'énergie peut donc être décomposée en 4 fonctions :



Travail à rendre :
Dans le cas du système d'arrosage, identifiez les éléments faisant partie de la chaîne de l'énergie et classez les par fonction (Alimenter, Distribuer, Convertir, Transmettre).

Éléments pouvant être utilisés :

- Réserve d'eau / Cuve
- Fils électriques / Câbles
- Batterie
- Horloge / Minuterie
- Programmateur
- Pompe / Surpresseur
- Capteur de présence
- Système de fixation / Support
- Vanne ou robinet manuel
- Pluviomètre
- Arroseur / Embouts d'arrosage
- Panneaux solaires photovoltaïques
- Électrovanne
- Tuyaux, raccords, bouchons
- Système de commande
- Régulateur de pression
- Capteur d'humidité
- Crépine, Filtres
- Sélecteur automatique
- Capteur de température
- Goutte à goutte
- Réserve de liquide nutritif

CC-By-SA – Nathaël Pajani – Collège Paul Claudel – Année 2020 – Classes de 4ème.

6 – Annexes :

Moyens de transformation des énergies primaires permettant d'obtenir de l'énergie sous forme électrique.

Produisant directement de l'électricité :

- Capteurs solaires photovoltaïques
- Accumulateurs électrochimiques (batteries et piles)
- Piles à combustibles (hydrogène)

Nécessitant l'utilisation d'un alternateur :

- Barrages hydroélectriques
- Centrales géothermiques
- Moteurs à explosion
- Traction humaine ou animale
- Éoliennes
- Centrales marémotrices
- Stockage inertiel et gravitaire
- Moteurs à air comprimé
- Centrales hydroliennes

Nécessitant l'utilisation d'un intermédiaire (circuit de chaleur) et d'un alternateur :

- Centrales thermiques classiques (charbon, fioul, biomasse, gaz)
- Centrales thermiques par fission ou fusion de "combustible" nucléaire
- Centrales thermiques à concentration solaire

Solutions de stockage d'énergie

Sans pertes dans le temps :

- Barrages
- Combustibles (carburants synthétiques, gaz, biomasse)
- Piles à combustibles (hydrogène)
- Stockage gravitaire (tours de béton ou ballons sous-marins)
- Air comprimé

Avec pertes dans le temps :

- Accumulateurs électrochimiques rechargeables (batteries) ou non (piles)
- Volants d'inertie (cylindre massique en rotation)
- Accumulateurs thermiques (concentrateurs solaires, poêles à accumulation, ballons d'eau chaude, stockage thermique inter-saisonnier)

(voir liens vidéos en page suivante)

CC-By-SA – Nathaël Pajani – Collège Paul Claudel – Année 2020 – Classes de 4ème.

Vidéos sur l'énergie :

Pour les amateurs de vidéos, et ceux qui souhaiteraient se documenter sur les différentes solutions de transformation des énergies primaires en énergie électrique, voici quelques liens :

- Géothermie :
  - EDF : https://www.youtube.com/watch?v=ABp9A-ozlV4
  - Comment ça marche : https://www.youtube.com/watch?v=_p8wMK913y0
- Barrages :
  - EDF : https://www.youtube.com/watch?v=vqbdbigU900
  - C'est pas sorcier : https://www.youtube.com/watch?v=kNvmUQc45y8
- Centrales hydroliennes :
  - EDF : https://www.youtube.com/watch?v=QibwvoTvDFo
- Usine marémotrice :
  - EDF : https://www.youtube.com/watch?v=jNXiwcZYMpU
  - C'est pas sorcier : https://www.youtube.com/watch?v=gUSpkQ8eX7E
- Les énergies de la mer :
  - C'est pas sorcier : https://www.youtube.com/watch?v=BbrFQfnnWqE
- Fonctionnement d'une centrale thermique, cas sans circuit de vapeur :
  - EDF : https://www.youtube.com/watch?v=4-y6fJBpPrk
- Fonctionnement d'une centrale thermique à flamme :
  - EDF : https://www.youtube.com/watch?v=rvImmeBsIT0
- Centrale nucléaire :
  - EDF : https://www.youtube.com/watch?v=I09DhTubNqE
- Éoliennes :
  - EDF : https://www.youtube.com/watch?v=v6ZNDQ80ELE
- Les énergies :
  - C'est pas sorcier : https://www.youtube.com/watch?v=kCYyrkBjdv4
- Les piles à combustible :
  - Comment ça marche : https://www.youtube.com/watch?v=AFZZoMc8PjU
- Centrale biomasse :
  - EDF : https://www.youtube.com/watch?v=B0Nq35wkpsk

CC-By-SA – Nathaël Pajani – Collège Paul Claudel – Année 2020 – Classes de 4ème.