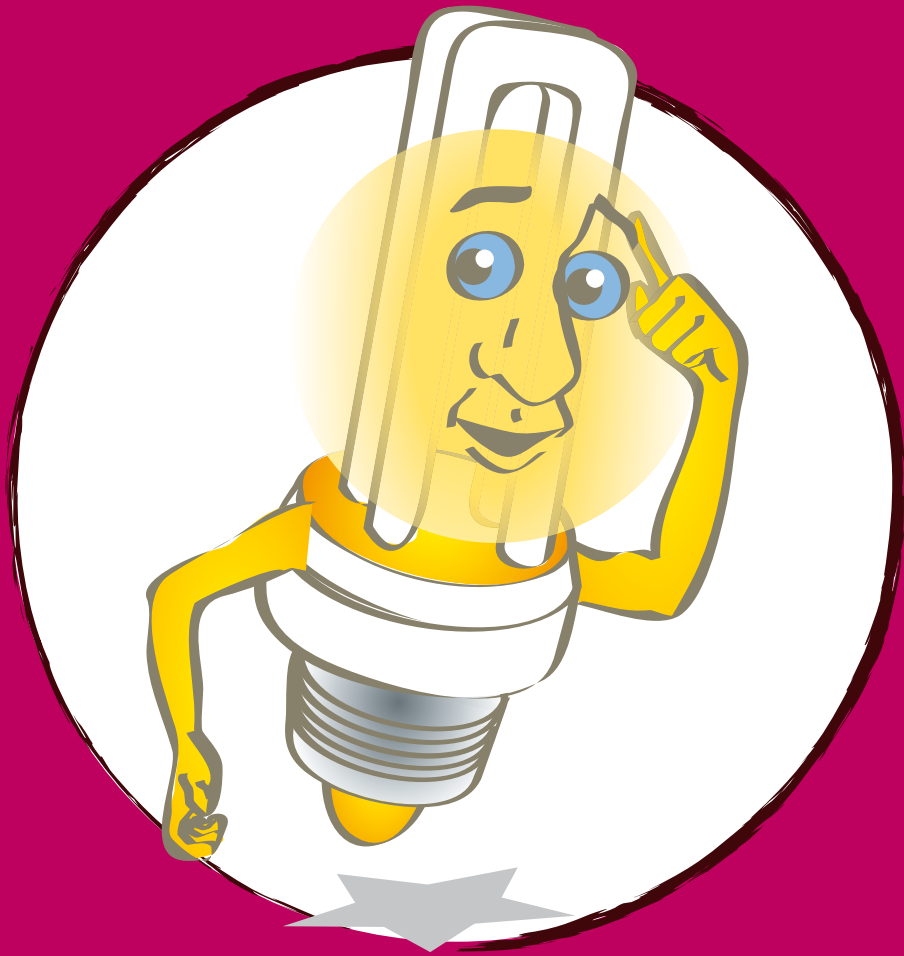


Écoles nature et
ÉCO-CITOYENNES
Mon école agit pour la Terre



L'énergie



Wallonie



1. Pour en savoir plus ...	4
1.1. C'est quoi, l'énergie ?	4
1.2. Les sept formes de l'énergie	4
1.3. Petite classification des énergies	8
1.4. L'électricité	9
1.4.1. Comment est-elle produite ?	9
1.4.2. De la centrale à la prise de courant	12
1.5. Les hydrocarbures	13
1.5.1. Le pétrole	13
a. Le forage et le captage	13
b. Le transport du pétrole	14
c. Le raffinage du pétrole et ses utilisations	14
d. Pétrole et environnement	15
1.5.2. Le gaz naturel	16
a. L'extraction du gaz naturel	16
b. Le transport du gaz naturel	16
c. Le gaz liquéfié	17
d. Le biogaz (la biométhanisation)	17
1.6. Le principe de fonctionnement du chauffage central	19
1.7. Quelques chiffres	20
2. Activités	22
3. Passer à l'action	30
3.1. L'écocarte de l'énergie	30
3.1.1. Identifier les énergies utilisées à l'école	30
3.1.2. Quantifier les consommations d'énergie de l'école	31
a. L'électricité	31
b. Le gaz	35
c. Le mazout	36
3.1.3. Évaluer la gestion de l'énergie dans l'école	37
a. L'éclairage	37
b. Le chauffage	37
c. L'eau chaude	38
d. Les appareils électriques	38
3.1.4. Quantifier l'énergie	39
Fiche énergie 1 - Lire l'index des consommations	39
Fiche énergie 2 - Lire les consommations sur une facture	40
Fiche énergie 3 - Mesurer le contenu de la cuve à mazout	41
Fiche énergie 4 - Chasser les consommations cachées des appareils électrique	42

1. Tous concernés

1.1. C'EST QUOI, L'ÉNERGIE ?

L'énergie se définit comme étant la capacité d'un système à produire un travail (Encarta 2001). C'est **ce qui fait fonctionner les choses**.

On distingue « source d'énergie » et « forme d'énergie » :

- La source d'énergie est ce qui va être utilisé pour fournir de l'énergie. Il peut s'agir d'une matière (pétrole, charbon, tartines,...), d'un rayonnement comme la lumière du soleil ou encore d'une force comme celle du vent ou des cours d'eau.
- La forme d'énergie est la forme sous laquelle l'énergie se présente pour être utilisée (voir ci-dessous).
- On parlera encore d'effet utile de l'énergie pour désigner ce qui est l'effet recherché de l'utilisation d'énergie. Par exemple, le fait que nos maisons soient bien chaudes même en hiver est un effet utile de l'énergie utilisée dans nos chaudières. La croissance des plantes est l'effet utile de l'utilisation de la lumière du soleil.

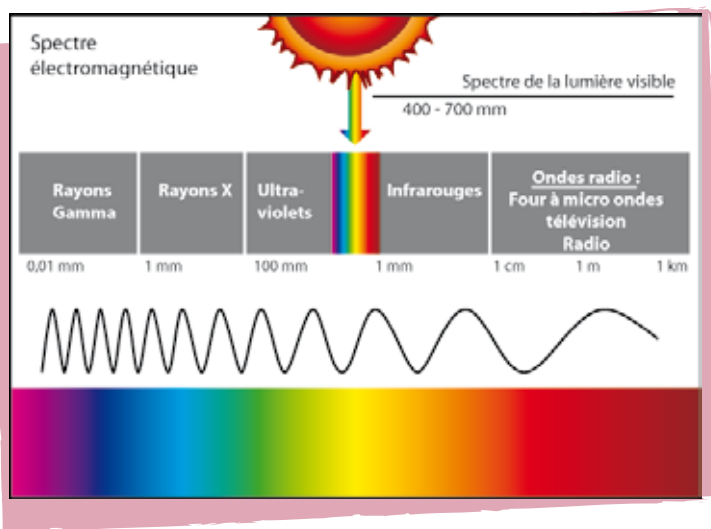
LA SOURCE NOUS FOURNIT DONC L'ÉNERGIE, QUI VA ÊTRE UTILISÉE SOUS UNE CERTAINE FORME, AFIN DE PRODUIRE UN CERTAIN EFFET.

4

1.2. LES SEPT FORMES DE L'ÉNERGIE

L'ÉNERGIE DE RAYONNEMENT :

C'est l'énergie qui existe dans les rayons (ou « ondes électromagnétiques »). Selon leurs fréquences du rayonnement, leurs propriétés changent. Les rayons X, les ultraviolets, les infrarouges,... sont des ondes électromagnétiques tout comme la lumière, certainement le rayonnement le plus... visible. Elle est vitale pour la nature : sans la lumière du soleil, il n'y aurait pas de vie telle que nous la connaissons sur la terre. Les plantes en ont besoin pour vivre et grandir. Les hommes et les animaux en ont également besoin pour la chaleur et la lumière apportée par les rayons lumineux.



L'ÉNERGIE MÉCANIQUE :



C'est l'énergie du mouvement des objets solides matériels. Tous les objets en mouvement possèdent donc de l'énergie mécanique. Cette énergie fait tourner les rouages des horloges, fait tourner les CD dans les chaînes Hi-Fi ou les roues des voitures. L'énergie mécanique peut être stockée : en remontant le ressort du petit canard, en tendant la corde de l'arc,... nous emmagasinons de l'énergie. Celle-ci sera libérée pour faire tourner les rouages des jouets, pour propulser la flèche vers sa cible.

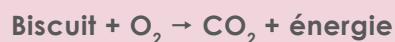
L'ÉNERGIE CHIMIQUE:

C'est l'énergie contenue dans les constituants chimiques. Les atomes ou groupes d'atomes constituant la matière sont liés entre eux.

Les atomes de carbone du charbon, par exemple, sont fortement liés. En brûlant le charbon et donc en apportant de l'oxygène, les atomes de carbones se séparent. D'autres liaisons (carbone - oxygène) se forment. Elles sont moins fortes. Le surplus d'énergie est alors émis sous forme d'énergie thermique.



Lorsque nous mangeons, c'est de l'énergie chimique que nous ingérons et mettons en réserve (des sucres, graisses,... riches en carbone). Pour pouvoir vivre, bouger, courir, faire du vélo, lire, étudier,... nous « brûlons » ces réserves dans nos cellules grâce à l'oxygène que nous absorbons par nos poumons. Nous aussi, nous recombinaisons les atomes entre eux. Mais dans ce cas, c'est beaucoup plus compliqué que de mettre le charbon dans le poêle, même si le résultat est semblable : un dégagement de CO_2 et d'énergie, énergie qui servira, par exemple, à contracter nos muscles.



Seules les plantes sont capables de stocker de l'énergie chimique à partir du CO_2 de l'air et de l'eau (on appelle cela la photosynthèse). Elles fabriquent des composés carbonés, des sucres. Pour cela elles ont besoin de l'énergie de rayonnement (la lumière) que leur fournit le soleil.



Les piles électriques fournissent de l'électricité produite à partir de réactions chimiques.

Moins marrant, l'énergie chimique est aussi présente dans les produits dangereux et explosifs comme la dynamite... La libération d'énergie est tellement intense et rapide qu'il se produit une explosion.

L'ÉNERGIE THERMIQUE:

C'est l'énergie qui existe sous forme de chaleur. Elle peut provenir de la combustion du bois, du pétrole, du gaz, du charbon ou de tout autre élément inflammable. L'apprentissage de la maîtrise du feu par l'homme fut probablement un grand bouleversement, qui lui permit d'améliorer ses dures conditions de vie.

L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE:

La matière de l'univers est composée de minuscules particules que l'on appelle les atomes. Ceux-ci sont constitués de particules encore plus petites. Le cœur des atomes, le noyau, est composé de protons et de neutrons (leur nombre détermine la nature de l'élément chimique). Ces particules sont « liées » entre elles. Lorsque l'on casse le noyau de certains atomes, les neutrons et les protons se séparent puis se regroupent ensuite pour former d'autres éléments. Une formidable quantité d'énergie est dégagée principalement sous forme de chaleur. C'est cette énergie nucléaire que l'on utilise dans les centrales nucléaires pour la transformer en électricité, mais aussi, malheureusement, dans les bombes les plus dangereuses qui soient...

1.

L'ÉNERGIE HYDRAULIQUE :



C'est l'énergie du mouvement des fluides, tels que l'eau ou l'air. Les cours d'eau, les mouvements de la mer (vagues, marées, courants de profondeur), mais aussi le vent peuvent en être une source. Chez nous, on utilisait souvent cette forme d'énergie dans les moulins (à vent ou à eau) pour moulinier les grains ou faire de l'irrigation et cela reste le cas dans de nombreux pays. Chez nous, grâce à nos barrages (centrales hydroélectriques), nos roues à aube et nos éoliennes, nous l'utilisons surtout pour la transformer en électricité.

L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE :



C'est l'énergie qui nous est fournie par les prises disséminées un peu partout dans la maison. Cette énergie provient de centrales où on transforme l'énergie hydraulique, chimique ou nucléaire en énergie électrique. Cette énergie est alors utilisée par tous les équipements de la maison : télévision, téléphone, lampe, mais aussi certains radiateurs, afin de nous fournir facilement lumière, chaleur, etc... Les piles ou les accumulateurs électriques fournissent aussi de l'électricité, dont l'origine est chimique. Cela peut se révéler très utile pour certaines applications portables (GSM, ordinateur...).

TOUTES LES FORMES D'ÉNERGIE NE PEUVENT PAS ÊTRE UTILISÉES DE LA MÊME MANIÈRE.

CERTAINES SONT FACILEMENT UTILISABLES MAIS QUASIMENT IMPOSSIBLES À STOCKER. AU FIL DU TEMPS, DE NOMBREUX APPAREILS DE PLUS EN PLUS SOPHISTIQUÉS ONT ÉTÉ INVENTÉS POUR UTILISER AU MIEUX TOUTES LES FORMES D'ÉNERGIE.

Voici un petit exemple de transformation énergétique : comment faire de la lumière avec de la lumière ?

Au début, il y avait le soleil...

Dans le soleil se déroulent en permanence des réactions de fusion. L'énergie **nucléaire** se transforme en énergie de **rayonnement** dont une partie est constituée par la lumière. Il y a très longtemps, sur Terre, celle-ci a été captée par les végétaux qui, par photosynthèse, fabriquent de la matière organique végétale (bois, feuilles,...). Suite aux évolutions géologiques préhistoriques, cette matière végétale s'est retrouvée stockée dans le sous-sol sous forme de charbon. Matière organique et charbon sont tous deux de l'énergie **chimique**. Voici ensuite l'Homme d'aujourd'hui qui, creusant le sol, trouva de drôles de cailloux noirs. Il découvrit qu'il pouvait l'utiliser pour faire du feu. Du charbon ! Il est utilisé dans les centrales électriques ou il est brûlé dans des chaudières. L'énergie **thermique** dégagée permet de produire de grandes quantités de vapeur d'eau. Sous pression, cette vapeur fait tourner un alternateur « énergie **mécanique** » qui produit de l'électricité « énergie **électrique** ». L'électricité est transportée vers les maisons où elle sera utilisée pour éclairer la maison -énergie de rayonnement.

Soleil - énergie nucléaire



énergie rayonnement



Photosynthèse



Matière organique



Charbon - énergie chimique



Chaudière
(énergie thermique)
Alternateur
(énergie mécanique)
→ Production d'électricité

énergie électrique



énergie rayonnement



1.

Et il y eut la lumière!

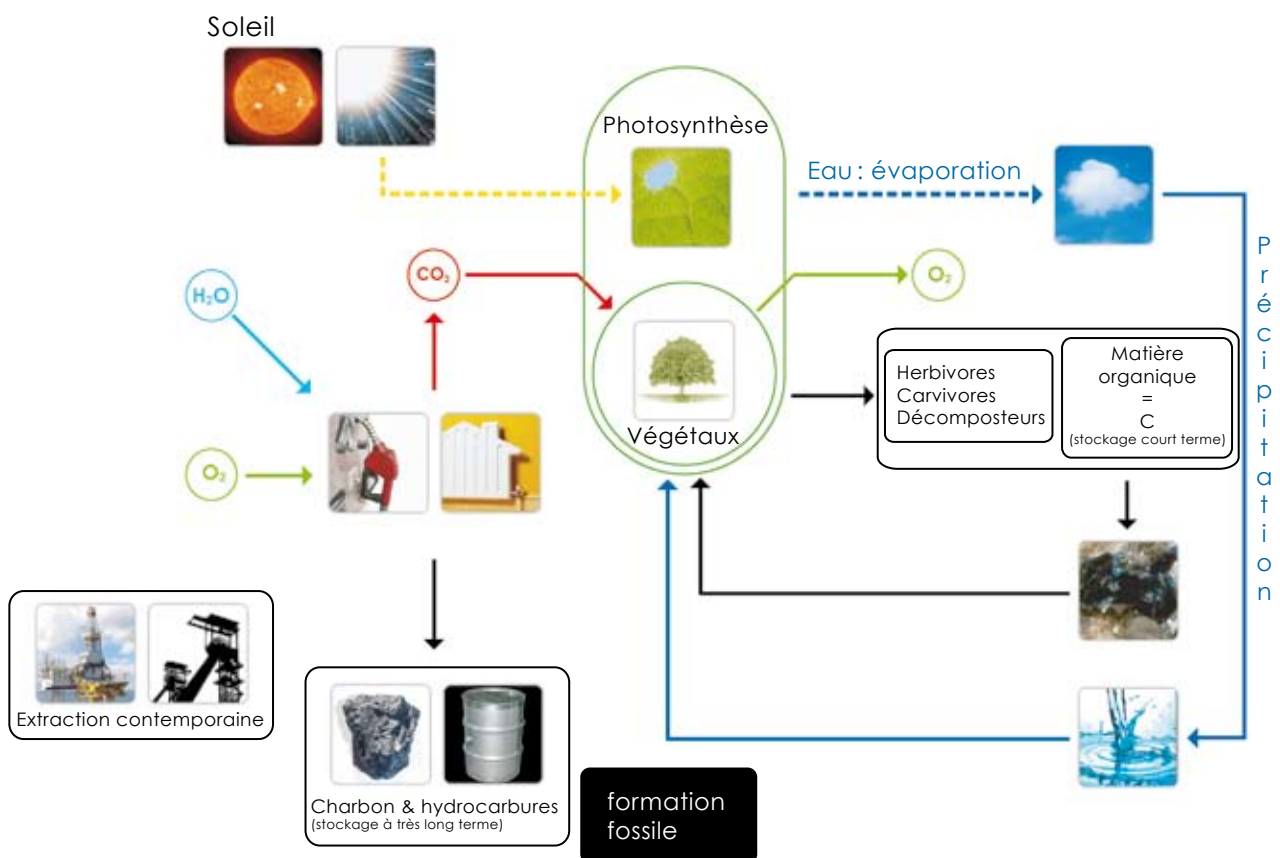
Tout le génie de l'Homme est de faire passer l'énergie d'une forme à l'autre afin de répondre à ses besoins. Il ne suffit pas d'aller chercher l'énergie où elle se trouve, mais il faut la rendre utilisable. Difficile de faire fonctionner une radio avec un morceau de charbon! Dans l'exemple ci-dessus, on produit de la lumière avec de la lumière! Idiot? Pas tout à fait: essayez de vous éclairer avec le soleil pendant la nuit! Seule ombre à ce tableau, une bonne part de l'énergie initiale sera perdue sous forme de chaleur lors de chaque transformation.

1.3. PETITE CLASSIFICATION DES ÉNERGIES

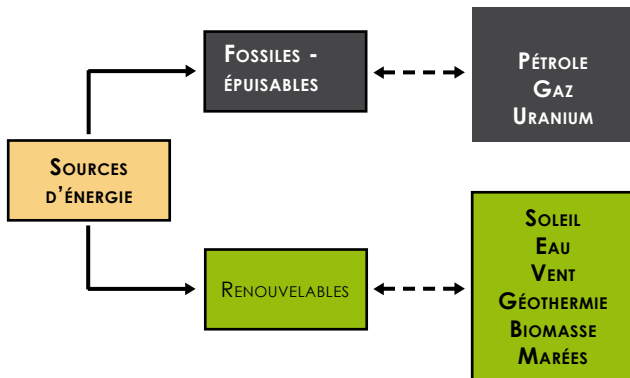
On parle régulièrement d'énergies fossiles et d'énergies renouvelables. Précisons.

Les **sources d'énergies fossiles** proviennent de la décomposition, il y a des millions d'années, des forêts (charbon), des animaux et des micro-organismes marins (pétrole et gaz). Ils ont été petit à petit recouverts par de la terre, des roches et ont subi la pression des couches terrestres. Cette formation s'intègre dans le cycle du carbone...

Ces énergies fossiles sont **non renouvelables** car, à notre échelle de temps et dans les conditions géologiques actuelles, ces phénomènes ne pourraient se reproduire. L'énergie nucléaire tirée de l'uranium est à classer parmi les énergies non renouvelables. Le stock de minerai est en effet limité.



Par opposition, on appelle **sources d'énergies renouvelables** les ressources naturelles capables, à notre échelle de temps, de générer de l'énergie sans pour autant épuiser leur « stock »: le soleil, le vent, l'eau, le bois (associé à une politique de déboisement / reboisement afin de maintenir l'équilibre de la production).



Ces énergies sont également appelées **énergies propres** parce qu'elles ne laissent pas ou peu de « déchets » à long terme et en particulier d'émission de gaz à effet de serre : les sources d'énergie hydraulique, éolienne et solaire sont les plus connues. (Certains classent l'énergie nucléaire dans les énergies propres. Elle ne produit en effet pas de gaz à effet de serre mais les déchets nucléaires posent toujours des problèmes de stockage...).

1.4. L'ÉLECTRICITÉ

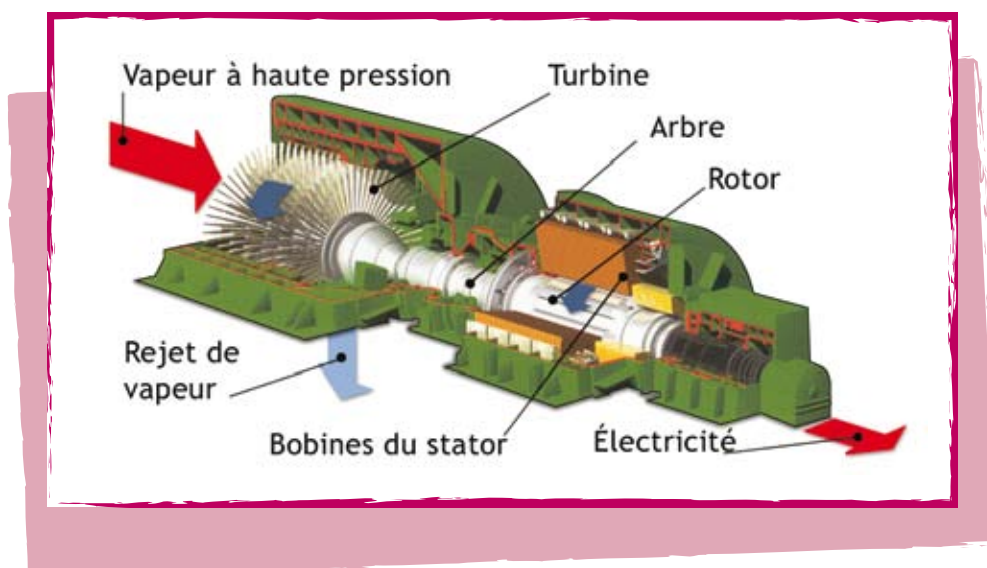
L'électricité est une forme d'énergie très pratique. C'est la forme la plus utilisée dans le monde. Nous pouvons la produire à partir de plusieurs sources d'énergie, doser sa puissance, la transporter sur de longues distances et la transformer facilement en chaleur, en lumière, en sons et en mouvements. Pourtant, son stockage revient excessivement cher, si bien qu'il faut pratiquement la fabriquer au moment où on en a besoin.

1.4.1. Comment est-elle produite ?

L'électricité est produite dans des centrales électriques. La machine qui produit le courant est un alternateur, une sorte de dynamo de vélo, mais beaucoup plus grosse. En tournant, un faible courant électrique circule dans les bobines du rotor et le transforme en électroaimant. Le rotor produit alors un courant important dans les bobines fixes du stator (phénomène d'induction).

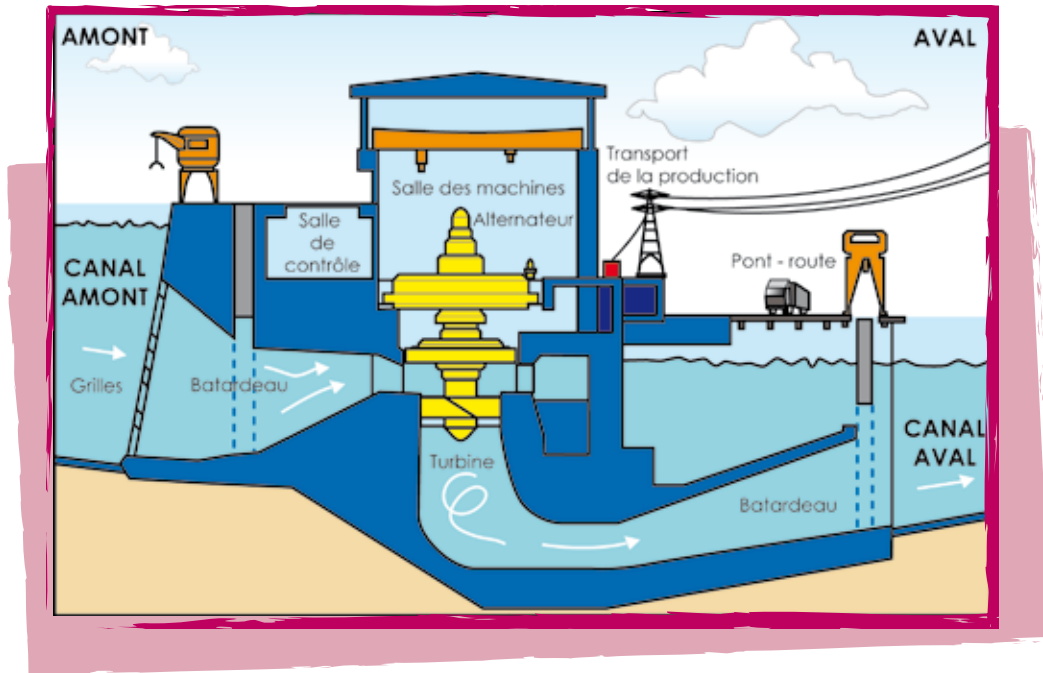
Suivant l'énergie mise en oeuvre pour faire tourner l'alternateur, les centrales peuvent être de différents types :

- Dans les **centrales thermiques**, on brûle un combustible (charbon, pétrole, gaz, bois...) pour faire bouillir de l'eau et produire de la vapeur. Cette vapeur est envoyée sous pression dans une turbine qui fait tourner l'alternateur.



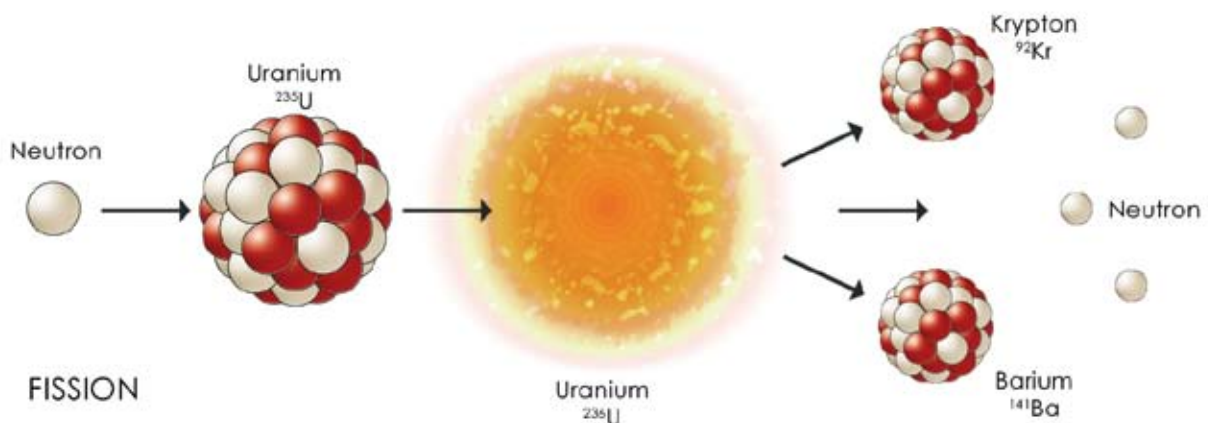
1.

- Dans les **centrales hydro-électriques** c'est l'eau qui fait tourner l'alternateur. L'eau s'écoule dans des conduits (tuyaux), atteint une grande pression et entraîne les pales des turbines. Celles-ci tournent sur un axe relié au générateur d'électricité (voir schéma précédent).

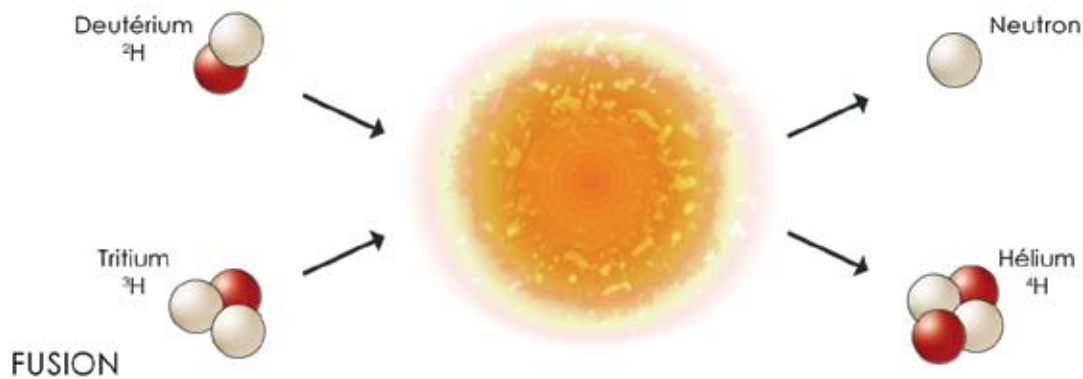


Centrale hydro-électrique, principe de fonctionnement

- Dans les **centrales nucléaires**, l'électricité est produite grâce à la **fission** des atomes d'uranium (ou de plutonium). Cette opération libère une grande quantité de chaleur que l'on peut alors utiliser pour produire de la vapeur d'eau sous pression comme dans une centrale thermique.



Lorsqu'un atome d'uranium-235 est bombardé par une particule appelée « neutron », son noyau (le centre de l'atome) se divise, ce qui dégage une grande quantité d'énergie. Des composés moins lourds apparaissent en laissant s'échapper deux nouveaux neutrons qui vont briser deux autres noyaux. Qui à leur tour libèrent quatre neutrons... déclenchant ainsi une réaction en chaîne. La chaleur dégagée par cette réaction en chaîne est récupérée pour produire de la vapeur. Celle-ci actionne des turbines reliées à des générateurs d'électricité. Les résidus laissés par la fission de l'atome sont très dangereux. Leur radioactivité peut être à la source de nombreuses maladies. Le stockage des déchets nucléaires est un gros problème.

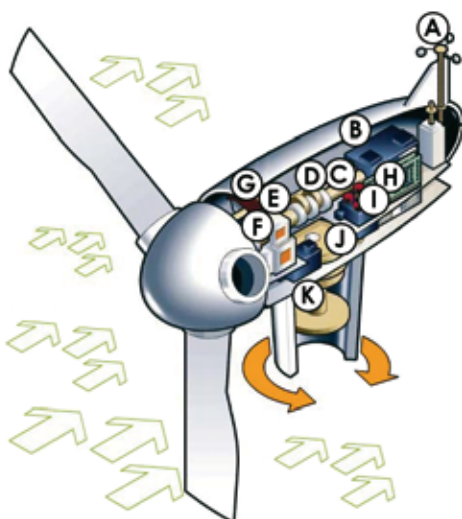


Un autre type de réaction nucléaire est également générateur d'énergie : il s'agit de la **fusion** nucléaire. Alors que la fission est la division d'un atome d'uranium, la fusion consiste à amalgamer deux atomes (deutérium et tritium, deux formes d'hydrogène). En s'associant, ils produisent un atome plus lourd : l'hélium tout en dégageant une chaleur intense. En théorie, la fusion de l'atome donne une énergie plus propre que la fission puisqu'elle ne produit pas ou peu de déchets nucléaires.

Ce principe de la fusion nucléaire existe bel et bien dans la nature (dans les étoiles par exemple). On peut la reproduire de manière expérimentale mais le chemin est encore long pour que l'Homme arrive à construire des centrales de ce type.



- L'électricité peut également être produite par le vent, grâce aux **éoliennes**. Le vent fait tourner les pales très lentement. Un système d'engrenages à l'intérieur de l'éolienne accélère la vitesse à 1500 tours par minute environ afin de générer une électricité utilisable dans nos maisons. La plupart des éoliennes possèdent un axe horizontal qui supporte un rotor à deux ou trois pales. Il faut dans ce cas faire pivoter le rotor pour qu'il soit face au vent, quelle que soit sa direction.



- A. Anémomètre
- B. Générateur électrique
- C. Arbre secondaire
- D. Système de désenclenchement
- E. Boîte de vitesses
- F. Arbre primaire
- G. Disque de freinage
- H. Contrôleur électrique
- I. Contrôleur hydraulique
- J. Contrôleur d'orientation
- K. Système d'orientation des pales

1.

De manière moins classique, il est possible de produire de l'électricité sans alternateur :

- La **pile à combustible** est un dispositif qui produit de l'électricité au moyen d'une réaction chimique entre de l'hydrogène et de l'oxygène. Certains véhicules expérimentaux sont équipés d'un moteur fonctionnant à partir de ce principe mais leur coût est tel qu'il est impossible de les vendre. En mélangeant l'hydrogène et l'oxygène en présence d'un catalyseur (qui accélère la réaction), et d'un électrolyte (un produit chimique conducteur), on produit de l'électricité. Aucun déchet n'est produit à part... de l'eau. Le seul problème est qu'il faut produire de l'hydrogène et le stocker!



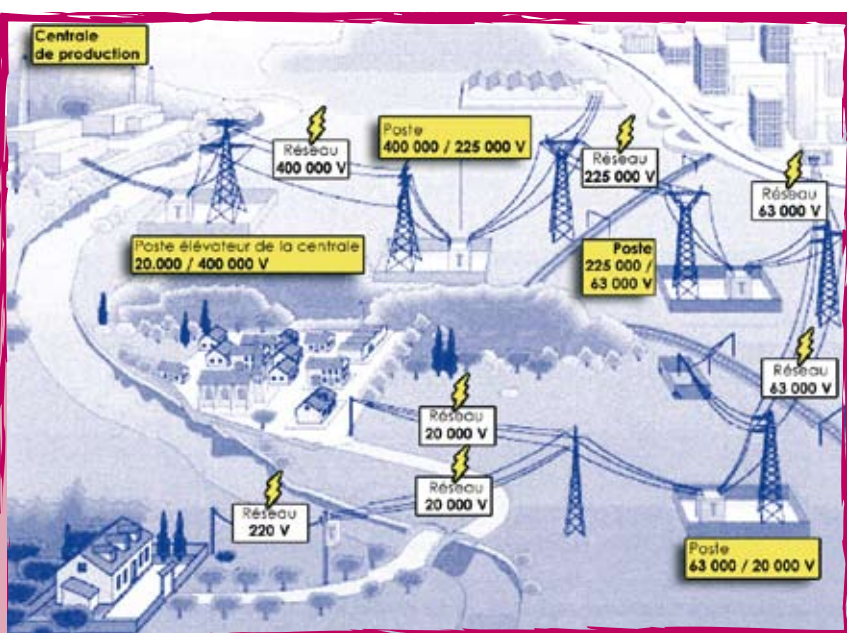
- Les panneaux **photovoltaïques** sont munis de cellules solaires (photopiles) au silicium qui convertissent la lumière du soleil directement en électricité. Beaucoup de calculatrices fonctionnent grâce à ce principe. Ces panneaux sont également utilisés pour alimenter de petites installations dans des endroits isolés où le réseau électrique n'arrive pas (montagnes, déserts,...). Dans certains pays, et même en Belgique, on voit de plus en plus de ces panneaux sur les toits des maisons. (Il ne faut pas les confondre avec les panneaux solaires thermiques qui servent à réchauffer l'eau sanitaire).



12

1.4.2. De la centrale à la prise de courant

L'électricité, produite dans des centrales électriques, est distribuée aux consommateurs. Cette distribution est une opération de grande envergure qui exige une technologie et une organisation de qualité.



Les centrales électriques sont reliées aux utilisateurs par des câbles qui forment le réseau de distribution. L'électricité est acheminée par de grosses lignes électriques vers les villes.

La tension du courant est alors réduite par de nombreux transformateurs abaisseurs pour l'usage quotidien.

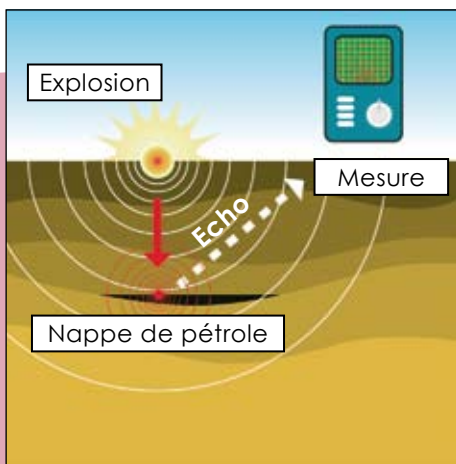
1.5. LES HYDROCARBURES

Les hydrocarbures (pétrole et gaz) proviennent de la décomposition de plantes et d'animaux qui vivaient dans les mers il y a des millions d'années. En s'enfonçant progressivement dans le sol, ils ont été comprimés. Sous l'effet de la pression des couches sans cesse renouvelées et de la chaleur interne de la Terre, ils se sont peu à peu transformés en pétrole et en gaz.

Il existe trois types de gisements : les gisements de gaz naturel, ceux de pétrole, qui contiennent toujours une fraction de gaz naturel et les gisements de pétrole et de gaz associés; dans ce dernier cas, le gaz plus léger se trouve toujours au-dessus du pétrole.

1.5.1. Le pétrole

a. Le forage et le captage

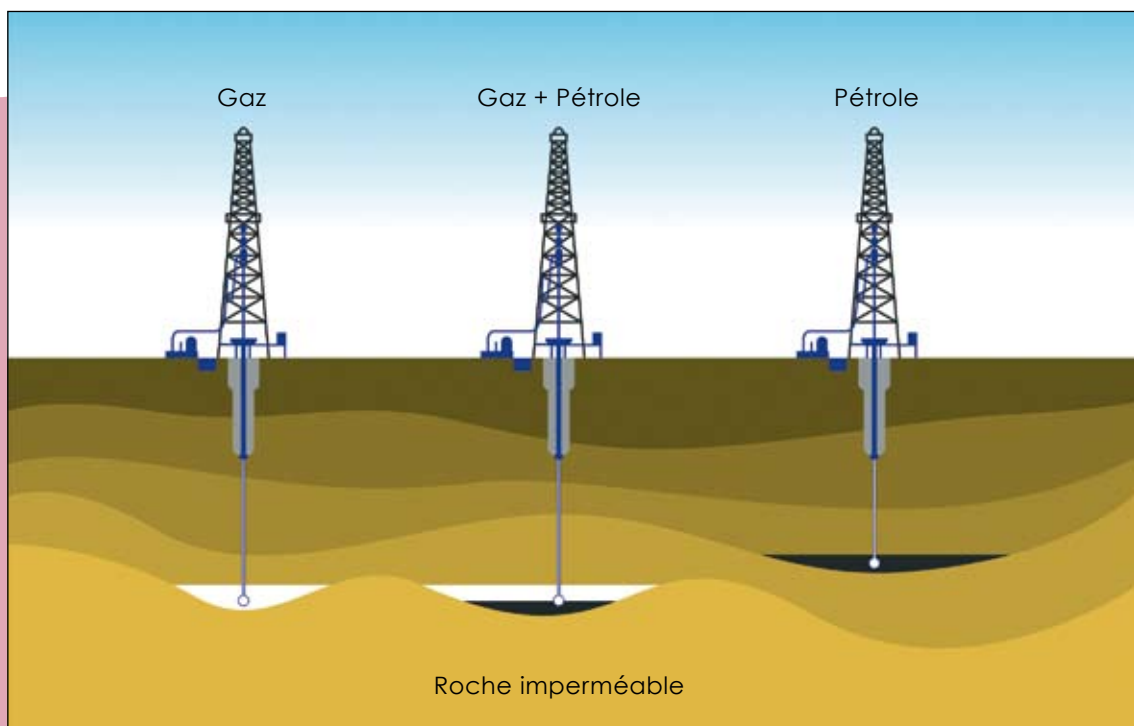


Pour détecter un nouveau gisement de pétrole, les scientifiques déclenchent des explosions qui envoient des ondes sonores dans les couches terrestres. Les ondes sont réfléchies d'après la forme et la densité des couches. On fait une sorte d'échographie du sous-sol. Les échos qui reviennent permettent de déceler les réserves de pétrole.

Lorsque l'on découvre une réserve de pétrole suffisamment intéressante pour qu'elle soit exploitée, on installe une station de forage. Ces stations sont installées soit sur la terre ferme, soit en mer (exploitation off-shore).

Pour atteindre le gisement, on creuse un puits à partir d'une tour métallique, le derrick. Un outil de forage métallique, appelé trépan, perce la roche jusqu'au pétrole.

Attention ! Le pétrole (comme le gaz naturel) ne se trouve pas dans des espèces de grottes souterraines ! Il est emprisonné dans des couches de roches poreuses, comme une espèce d'éponge.



1.

b. Le transport du pétrole



Le pétrole est alors acheminé vers les usines de raffinerie soit par pétroliers, soit par oléoducs. Ces immenses canalisations parcourent des milliers de kilomètres dans les fonds marins ou sont enterrés.

Le Trans'Alaska, un oléoduc de 1284 km de long qui traverse le désert de l'Alaska, a été surélevé à l'aide de pilotis pour éviter que le pétrole qu'il transporte refroidisse et se fige dans cette contrée gelée.

c. Le raffinage du pétrole et ses utilisations



Le pétrole brut est un mélange de divers composants liquides, solides et gazeux. Il ne peut être utilisé qu'après avoir été raffiné, c'est-à-dire après que ses divers composants aient été séparés dans une colonne de distillation sous l'effet de hautes températures. Les composants les plus légers comme les gaz (butane, propane,...) et les carburants remontent en tête de colonne; les plus lourds restent à la base. Chaque produit sort de la colonne à un niveau déterminé puis sa qualité est encore améliorée.

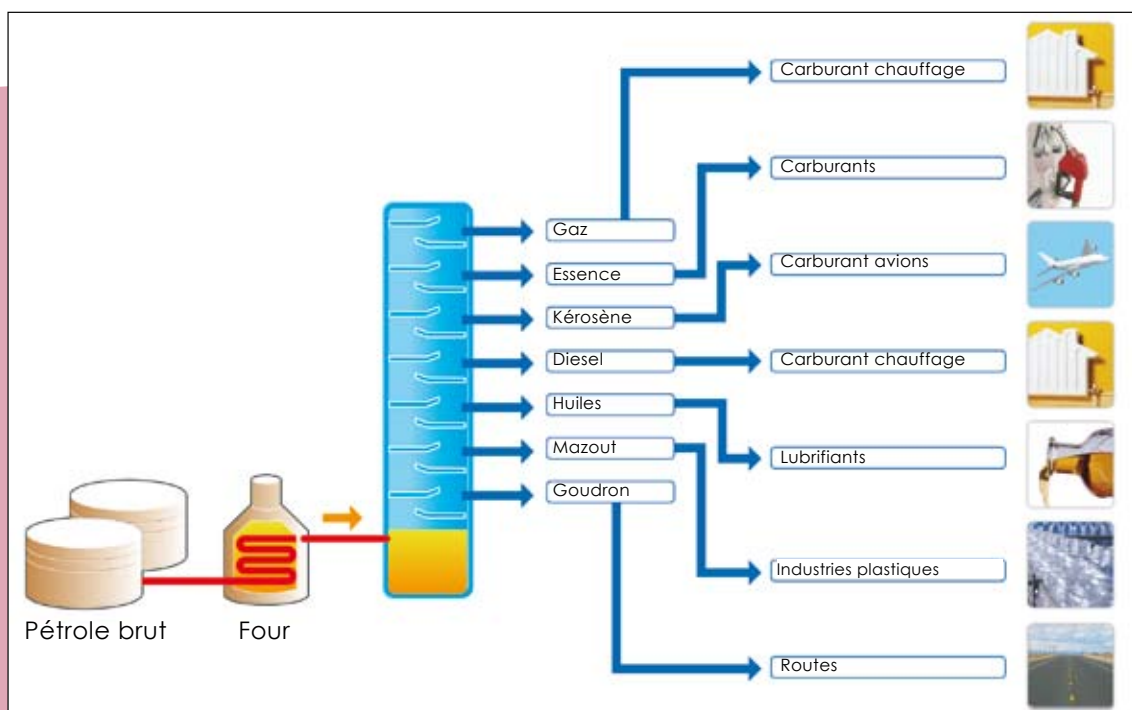
14

Les matières plastiques sont issues des industries pétrochimiques (la chimie des dérivés du pétrole). Dans ces usines, on utilise le **naphta** * et le gaz naturel (obtenus par le raffinage) pour fabriquer les produits plastiques par des processus complexes appelés « craquages ».

(*) Le **naphta** est une coupe pétrolière extraite par distillation directe. Il existe trois sortes de naphta :

- le naphta léger de point final 80°C ou 100°C (point final = température finale de distillation, PF)
- le naphta lourd de point initial 80°C ou 100°C et de point final 150°C ou 180°C,
- le naphta total qui est la somme des deux premiers.

Le naphta léger sert de base dans la composition des essences, Le naphta lourd est utilisé en charge de reformage catalytique. Le naphta total peut servir de charge pour le craquage à la vapeur.



d. Pétrole et environnement

Le pétrole est une importante source d'énergie puisqu'il couvre 40 % de nos besoins. Mais les écologistes s'efforcent de sensibiliser les Etats aux effets néfastes de l'utilisation du pétrole. En effet, lors de sa combustion, aussi bien dans sa forme légère que lourde, l'essence ou le diesel, il rejette des gaz nocifs. Le gaz carbonique est particulièrement dangereux parce qu'il contribue à l'effet de serre qui modifie lentement la composition de l'atmosphère de la Terre. On l'appelle gaz à effet de serre parce qu'il retient la chaleur solaire dans l'atmosphère, à la manière du verre dans une serre.



Lorsqu'un pétrolier s'échoue en mer, les conséquences sur la nature sont désastreuses. Selon la nature et la densité du pétrole, celui-ci coule sur le fond de la mer ou forme une nappe à la surface de l'eau. Cette nappe peut se diriger vers les côtes et souiller la faune et la flore environnantes. Les oiseaux et les animaux marins contaminés peuvent être nettoyés, mais beaucoup d'entre eux meurent, surtout s'ils ont avalé du pétrole. Par temps calme, des barrages flottants sont déployés dans le but de contenir la nappe.

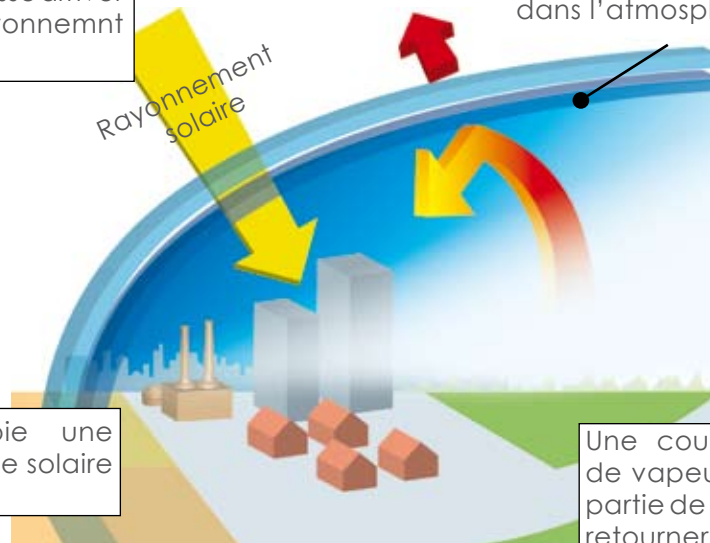
EFFET DE SERRE

L'atmosphère laisse arriver au sol 50% du rayonnement reçu du soleil

Rayonnement solaire

Gaz à effet de serre présents dans l'atmosphère

La terre renvoie une partie de l'énergie solaire vers le ciel.



Une couche de gaz et de vapeur empêche une partie de cette chaleur de retourner dans l'espace, d'où un réchauffement de la planète.

1.

1.5.2. Le gaz naturel



Un tas de tonte de pelouse dégage rapidement de la chaleur. Ceci est dû à l'action de micro-organismes qui se multiplient en se nourrissant du carbone qui constitue l'herbe. Ce phénomène, la fermentation, ne se déroule qu'au centre du tas où l'air se fait rare (anaérobie). Certains de ces micro-organismes ne rejettent pas de CO_2 mais du méthane (CH_4).

Lorsque le pétrole s'est formé sous les couches terrestres, du gaz, issu de la décomposition des matières organiques, s'est aussi formé. Il est resté, dans la plupart des cas, « enfermé » sous des couches imperméables du sous-sol.

En 1918, un gaz fut découvert dans un champ pétrolier, au Texas (Etats-Unis). On l'appela « gaz naturel », par opposition au « gaz de ville » qui était alors fabriqué dans le processus de fabrication du coke à partir du charbon.

Le gaz naturel contient en fait 3 gaz différents : du butane, du propane et du méthane. Le gaz naturel est utilisé dans le monde entier comme source d'énergie dans les habitations et les usines. Il sert aussi de matière première pour la fabrication de différents produits (comme certains engrais).

Il n'est alors pas brûlé mais utilisé dans des réactions chimiques. Les méthodes pour rechercher du gaz dans le sous-sol sont identiques à celles utilisées pour le pétrole.

a. L'extraction du gaz naturel



Lorsque du gaz naturel est découvert sous la terre ferme, des puits sont creusés vers lui et le gaz s'en échappe par lui-même. En mer, le travail est plus compliqué : une grande plate-forme « de production » est amenée au-dessus de l'endroit où du gaz a été décelé et elle est posée sur le fond de la mer pour effectuer des forages vers la nappe de gaz.

Le gaz naturel est souvent découvert près du pétrole, il est dit alors « associé ». Etant plus léger, il se place au-dessus du pétrole, quand tous deux sont emprisonnés sous une couche de roche imperméable. Une couche d'eau se trouve parfois sous celle du pétrole.

b. Le transport du gaz naturel



Le gaz naturel amené à terre est en réalité un mélange de plusieurs gaz et de produits chimiques. Ceux-ci doivent être séparés afin d'isoler le gaz qui brûle le mieux, le méthane. Celui-ci est transporté à sa destination par des navires spéciaux, les méthaniers, ou par de longs tuyaux, les gazoducs.

Les méthaniers et les gazoducs acheminent le gaz jusqu'à un terminal. Des stations de pompage font circuler le gaz naturel dans des tuyaux dont la section diminue au fur et à mesure de la distribution jusqu'aux usines et aux habitations.

Une partie du gaz est stockée près des habitations pour répondre à une soudaine augmentation de la demande (moments des repas, diminution brutale des températures extérieures,...).

c. Le gaz liquéfié

Le gaz naturel qui sort du sol peut être refroidi tellement fort (à -162°C) qu'il devient un liquide, comme la vapeur d'eau refroidie devient de l'eau. Le gaz liquéfié occupe beaucoup moins de place et peut être transporté plus facilement n'importe où.

Il y a deux sortes de gaz liquéfiés :

- le gaz naturel liquéfié (G.N.L.) : du méthane
- le gaz de pétrole liquéfié (G.P.L.) : issu de la distillation du pétrole

Tous deux peuvent être transportés par pipeline ou bien dans de grands navires spéciaux.

Une autre façon de liquéfier le gaz est de le comprimer, comme dans les bonbonnes de gaz par exemple.

d. Le biogaz (la biométhanisation)

Lorsqu'on dépose des déchets dans une décharge, ils fermentent sous l'action des micro-organismes qui produisent un gaz riche en méthane. On extrait ce gaz grâce à des tuyaux installés dans les décharges où sont stockées les ordures. Cela évite surtout les risques d'explosion et de pollution, mais peut constituer aussi une source d'énergie.

Actuellement, on trie les déchets ménagers. De grandes machines sont capables de séparer les matières organiques du reste du sac. Ces matières organiques sont alors biométhanisées.

Les excréments des animaux peuvent aussi être transformés en gaz. On laisse fermenter le lisier des cochons dans un récipient hermétique, ce qui produit du méthane. Un kilo de lisier produit ainsi 16 litres de biogaz.

Dans certaines usines agro-alimentaires (fabrication de frites, conserveries,...) où on traite de la matière organique végétale, les résidus de fabrication ou les eaux de lavage sont envoyés dans un digesteur. Ils y fermentent en produisant du méthane.

On peut ensuite brûler ce gaz pour chauffer les maisons ou encore faire tourner des moteurs pour produire de l'électricité.

1.

Un exemple : LUTOSA , producteur de produits surgelés à base de pommes de terre⁽¹⁾. Les eaux de lavage des pommes de terre sont riches en amidon. Cet amidon (du carbone) est un aliment idéal pour les micro-organismes méthanogènes. Le bio digesteur de l'usine traite ainsi 250 m³/h d'eau de lavage et produit 900 m³/h de gaz. Purifié, le gaz est envoyé vers deux moteurs qui font tourner deux alternateurs électriques. La chaleur dégagée par les moteurs et leurs gaz d'échappement est également récupérée pour produire de la vapeur et de l'eau chaude qui seront utilisées dans l'usine. C'est le principe de la cogénération : production de chaleur et production d'électricité simultanées.

L'installation se compose de deux moteurs d'une puissance totale de 2250 kW. Elle produit chaque heure :

- 2500 kWh d'électricité soit 25% des besoins de l'usine (ou chaque année, autant que la consommation de 4000 ménages),
- 2 tonnes de vapeur d'eau sous haute pression (11 bars),
- 18 m³ d'eau chaude à 90 °C,
- 18 m³ d'eau chaude à 45 °C,

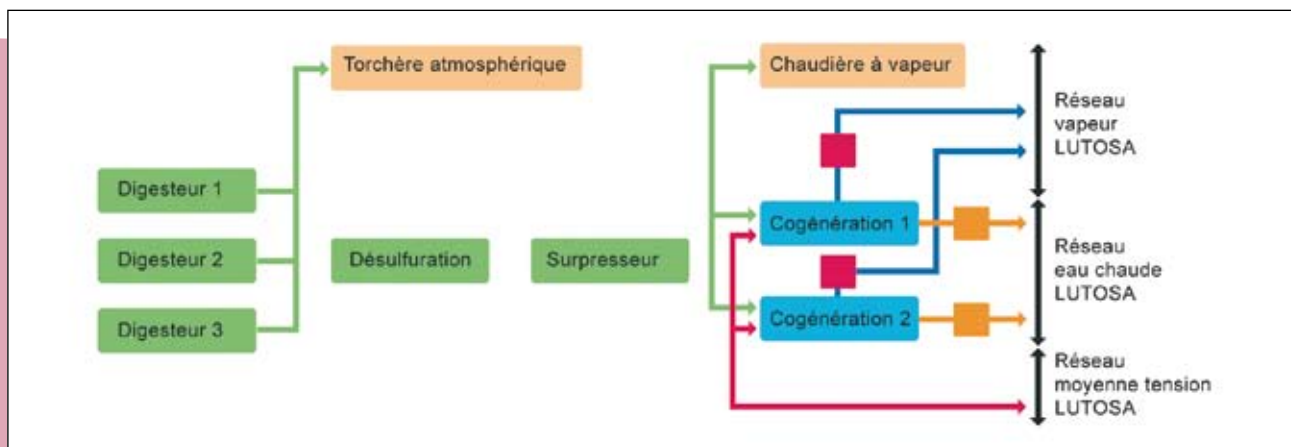
Ce procédé permet bien sûr de produire de l'énergie (électricité et chaleur) mais résout aussi en partie le problème de l'épuration de l'eau de lavage des pommes de terre: 90% de la matière organique sont éliminés.

18

Le fait de combiner production d'électricité et de chaleur (la cogénération) permet d'économiser du combustible. Pour obtenir séparément de l'électricité et de la chaleur, il faut en consommer davantage car on ne récupère pas alors la chaleur dégagée par les moteurs des alternateurs. 11.420 tonnes de CO₂ sont donc évitées par an (ainsi que des rejets de SO₂ dus au soufre présent dans le mazout).

⁽¹⁾ Leuze-en-Hainaut

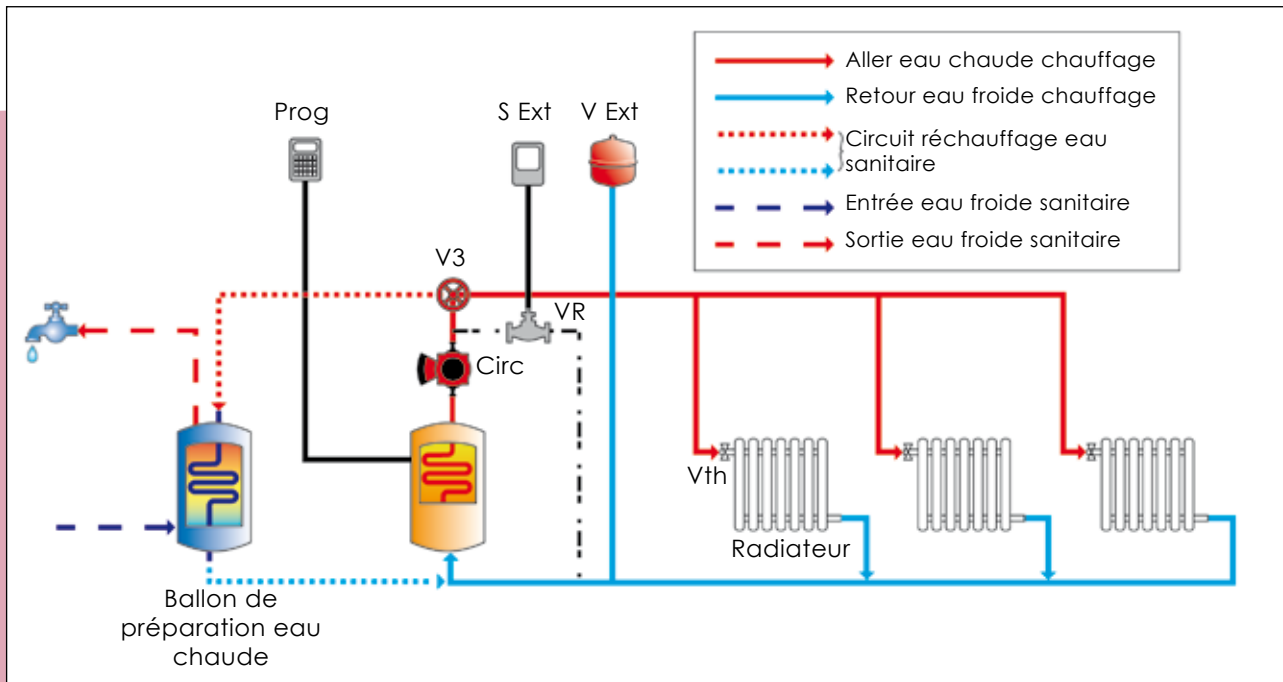
Schéma d'intégration de la cogénération dans le processus de LUTOSA



1.6. LE PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT DU CHAUFFAGE CENTRAL

Tous les systèmes de chauffage à eau chaude (combustible fioul, bois, gaz ou autres) fonctionnent selon le même principe : de l'eau est chauffée en un point central, la chaudière. L'eau chaude est distribuée dans le bâtiment où elle se refroidit en réchauffant l'air. L'eau retourne ensuite vers la chaudière où elle est remise à température.

On trouve les éléments suivants dans l'installation :



- La chaudière. L'eau y circule dans un échangeur (serpentins, plaques,...).
- Le circulateur (Circ), une pompe, qui assure la circulation de l'eau au travers du système.
- Un vase d'expansion (VExp) qui compense les variations de volumes de l'eau du circuit. En effet, en chauffant, l'eau se dilate. La poche d'air du vase d'expansion permet d'absorber ces variations.
- Un programmateur (Prog) qui pilote l'installation selon les souhaits des habitants. Il enclenche ou arrête le système en fonction de la température programmée aux différentes périodes de la journée, de la semaine,...
- Une vanne de régulation (VR) qui fait varier la température de l'eau qui sera envoyée dans le circuit. Elle est pilotée par une sonde extérieure (S ext). Plus il fait froid dehors, plus l'eau distribuée sera chaude.
- Des radiateurs. L'air se réchauffe à leur contact créant un mouvement d'air dans la pièce (l'air chaud monte). Ainsi, il ne faut jamais couvrir un radiateur car alors l'échange de chaleur ne se fait plus. Toutes les pièces ne doivent pas être chauffées de la même manière. Des vannes thermostatiques (Vth) ferment individuellement l'arrivée d'eau dans le radiateur quand la pièce a atteint la température souhaitée. Il existe de multiples formes de radiateurs. Parfois, le chauffage se fait dans le sol (un long tuyau est placé dans le sol).
- Dans de nombreux cas, la chaudière est couplée à un ballon de préparation d'eau chaude sanitaire (l'eau des lavabos, baignoires...). L'eau qui est distribuée dans le circuit de chauffage est alors dirigée dans un serpentin plongé dans le ballon. Il y réchauffe l'eau. On a donc ainsi une réserve d'eau chaude. Quand la température de l'eau du ballon est insuffisante, la chaudière se met en marche et une vanne spéciale (V3) envoie de l'eau chaude dans le serpentin.

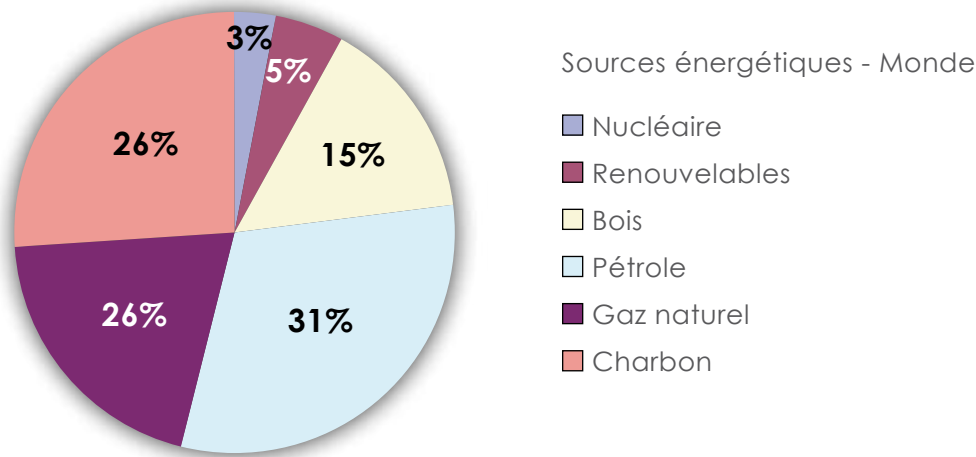
1.

Il est évident qu'actuellement, les possibilités techniques sont très diversifiées. Il est maintenant possible de programmer son chauffage par internet! Le schéma de base ci-avant peut être nettement plus complexe. Il peut y avoir plusieurs sources de chaleur, notamment si on adjoint des panneaux solaires pour le chauffage de l'eau sanitaire.

1.7. QUELQUES CHIFFRES

En vrac :

- Si le méthane qui remplit un ballon de baudruche est refroidi et liquéfié, il tient dans un récipient de la taille d'un petit pois. Son volume est alors diminué de 600 fois. D'où l'intérêt de le liquéfier pour le transporter dans les bateaux!
- Les carburants représentent 75 % de tous les produits fabriqués à partir du pétrole.
- Utilisations domestiques et industrielles des différentes sources d'énergies dans le monde :



L'Homme utilise le pétrole de différentes façons depuis près de 8000 ans. Les Egyptiens l'utilisaient pour la momification mais, en général, on l'utilisait déjà pour se chauffer, s'éclairer et aussi se soigner. En 1858, la production mondiale annuelle de pétrole était de 200 tonnes! Elle est aujourd'hui de 10.000.000 de tonnes... par jour!

Au rythme de notre consommation énergétique,

- le pétrole sera épuisé dans 50 ans,
- le gaz naturel dans 60 ans,
- le charbon dans 200 ans,
- l'uranium dans 30 à 60 ans,
- le soleil, par contre, brillera encore environ 4,55 milliards d'années.

Donc, les petits-enfants des personnes nées en l'an 2000 ne pourront plus compter sur le pétrole ou le gaz comme en 2011!...

Quelques repères de consommation :

En une heure,

- Une machine à laver consomme 2500 watts.
- Un fer à repasser consomme 1000 watts.
- Un four micro-ondes consomme 850 watts.
- Une ampoule électrique consomme de 30 à 100 watts.
- Une radio portable consomme 10 watts.

Que faire avec un kWh ?

1 kilowatt.heure signifie une consommation de 1000 watts en une heure.

- chauffer 20 litres d'eau de 12 à 50°C
- fonctionner une machine à laver pendant 24 minutes;
- repasser pendant 1 heure;
- cuire au four micro-ondes pendant 50 minutes;
- s'éclairer avec une ampoule de 100 watts pendant 10 heures;
- écouter une radio portable pendant 100 heures soit 4 jours...

Avec 1 gramme de...

pétrole, un téléviseur pourrait fonctionner pendant...	4 minutes;
charbon,	2 minutes;
combustible nucléaire,	plus de 80 jours...

L'énergie contenue dans un kilo de pétrole est équivalent à :

- 1,163 litres de mazout de chauffage,
- 4,5 kWh d'électricité
- 3 kg de bois sec
- 1,5 kg de charbon
- 13 kWh ou environ 1,11 litre de gaz naturel
- 0,91 kg de propane
- 3,496 kg de paille sèche

**EN BELGIQUE, CHAQUE MÈTRE CARRÉ REÇOIT EN MOYENNE 1000 kWh
D'ÉNERGIE SOLAIRE, SOIT L'ÉQUIVALENT D'ENVIRON
100 LITRES DE MAZOUT!**

2. Activités

Les activités proposées dans ce chapitre sont davantage axées sur la démarche scientifique. Les expériences et les observations de phénomènes sont en effet des portes d'entrée intéressantes pour illustrer le concept d'énergie.

Pour l'ensemble des activités, les liens avec les socles de compétences sont communs.

Liens avec les Socles de Compétences :

À propos des savoirs-faire :

Rencontrer et appréhender une réalité complexe • Investiguer des pistes de recherche • Structurer les résultats, les communiquer, les valider et les synthétiser

À propos des savoirs :

- L'énergie
 - Les principales sources d'énergie
 - Les différentes formes d'énergie
 - Transformation d'une forme d'énergie en une autre
 - L'électricité est le résultat d'une transformation d'énergie
 - Transformation de l'énergie électrique en d'autres formes d'énergie
 - Le circuit électrique simple

22

ACTIVITÉ 1 : Fabriquer un moulin à vent, une éolienne

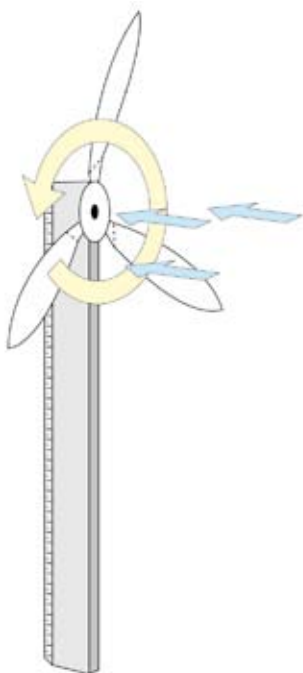
Objectifs :

Activité prévue pour les cycles :



- Lire et exécuter des consignes en vue de réaliser un mécanisme simple;
- Percevoir la force du vent et son utilisation par l'homme.

Depuis très longtemps, les hommes ont constaté qu'ils pouvaient utiliser la force du vent. Pensez aux moulins à vent, qui transformaient le blé en farine...
Et si tu fabriquais ton moulin à vent ?...

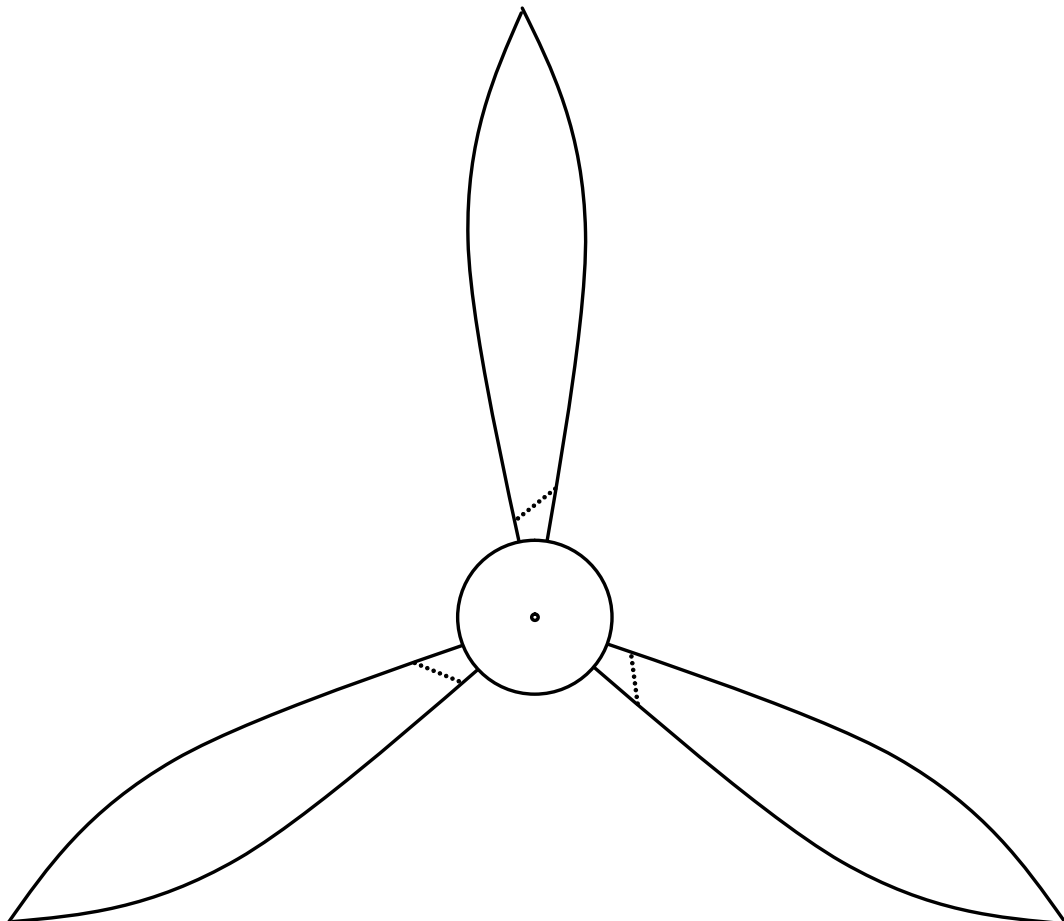
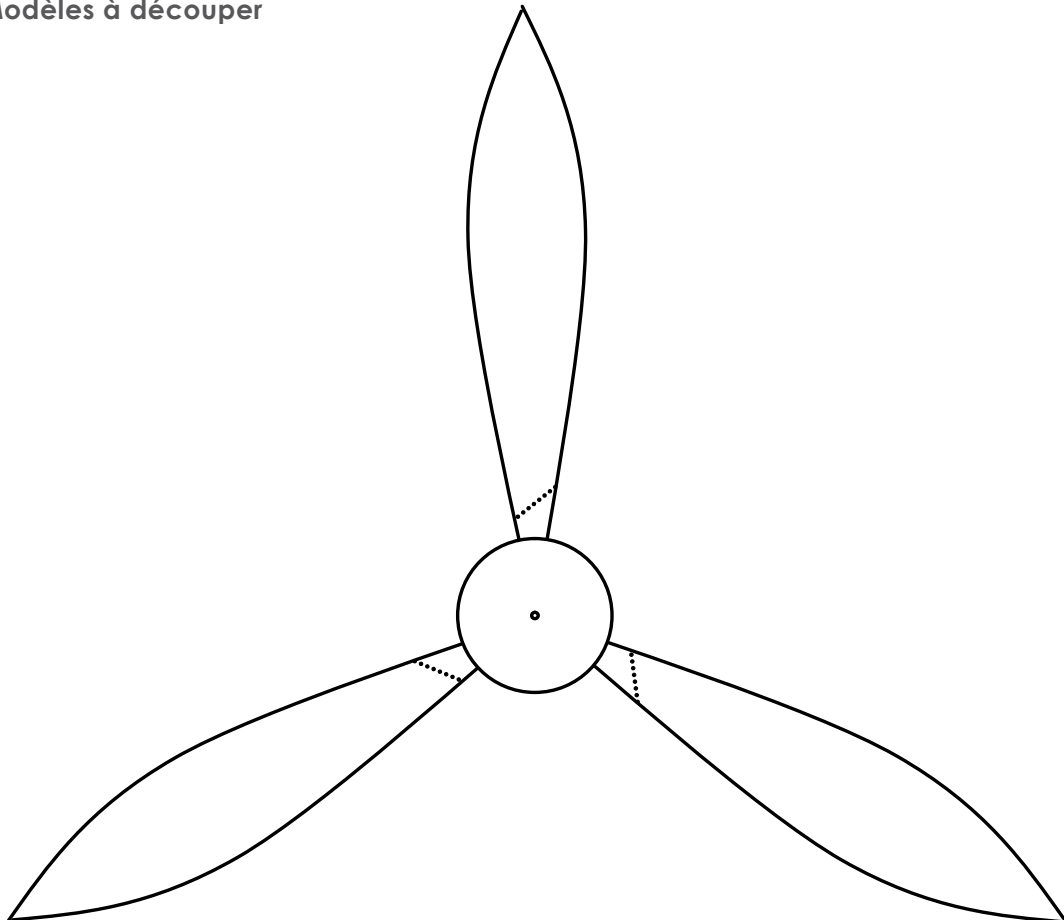


Exercice pratique :

- Découpe les hélices qui figurent sur la page suivante et forme un pli le long des pointillés pour incliner légèrement les pales (nom donné à chaque partie de l'hélice).
- Perce un trou au centre de ton hélice et fixe-la, à l'aide d'une punaise, sur une latte de bois. Tu peux demander l'aide d'un adulte !
- Oriente ton moulin à vent pour que les hélices se mettent à tourner ou... souffle dessus.



Modèles à découper



2.

ACTIVITÉ 2: Une marée noire...

Objectifs:

Activité prévue pour les cycles :



- Illustrer l'effet d'une « marée noire » en mer;
- Lire et exécuter des consignes en vue de comprendre certains phénomènes physiques.

Lorsqu'un pétrolier se brise en mer, le pétrole s'échappe et se répand à la surface de l'eau : c'est une marée noire.

D'une manière générale, le pétrole est plus léger que l'eau et flotte, ce qui entraîne des conséquences catastrophiques pour les oiseaux qui s'y posent.

Tu te procures:

- un verre transparent
- de l'eau
- de l'huile (d'olive de préférence pour sa couleur marquée)
- du détergent

24

À TOI!

Remplis le verre d'eau et verse de l'huile (qui représente le pétrole).

Que fait l'huile ?

Verse ensuite doucement du détergent sur la «nappe» d'huile.

Que constates-tu ?

Mélange ensuite légèrement et constate à nouveau.

Pour nettoyer le pétrole, on jette du puissant détergent à la mer qui « enveloppe » les gouttes de pétrole. Etant alors plus lourdes que l'eau, elles coulent avant de se dissoudre. Les poissons et les plantes vivant sous la surface de l'eau sont affectés par cette pollution.

ACTIVITÉ 3: Construire un four solaire.

Objectifs:

Activité prévue pour les cycles :



- Percevoir l'énergie de chaleur dégagée par le soleil
- (au cycle 4) Faire prendre conscience de la qualité d'énergie présente dans le soleil et qui n'est pas ou peu exploitée de nos jours...

Le soleil est une étoile très chaude. La température à sa surface est d'environ 6000° C ! C'est son énergie qui permet à la vie de se maintenir sur la Terre.

As-tu déjà réalisé un four solaire ?

Tu te procures:

- une caisse en bois;
- des plaques de polystyrène;
- des feuilles d'aluminium;
- une vitre;
- une cocotte en fonte avec son couvercle.

À TOI!

Tapisse les côtés et le fond intérieurs de la caisse à l'aide des plaques de polystyrène et recouvre-les de feuilles d'aluminium.

Place ensuite la cocotte fermée remplie d'eau (ou d'autres ingrédients...) à l'intérieur et pose la vitre sur la caisse.

Dispose-la au soleil durant quelques heures et relève la température régulièrement...

ACTIVITÉ 4: Construire une roue à aubes**Objectifs:**

Activité prévue pour les cycles :

- Réaliser un montage simple de bateau à aubes;
- (au cycle 3) Amener à verbaliser la quantité d'énergie stockée dans l'élastique tournée sur elle-même.



Autrefois, pour se déplacer sur l'eau, les hommes ont utilisé successivement :

- la force du courant, assis sur un tronc d'arbre;
- la force musculaire, à l'aide de rames;
- la force éolienne, à l'aide de voiles.

À l'époque des machines à vapeur, les bateaux se déplaçaient grâce à de grandes roues à aubes. Et aujourd'hui, c'est encore bien différent puisqu'on utilise principalement l'énergie électrique pour alimenter les énormes moteurs.

Veux-tu construire ton petit bateau à aubes ? C'est très simple !

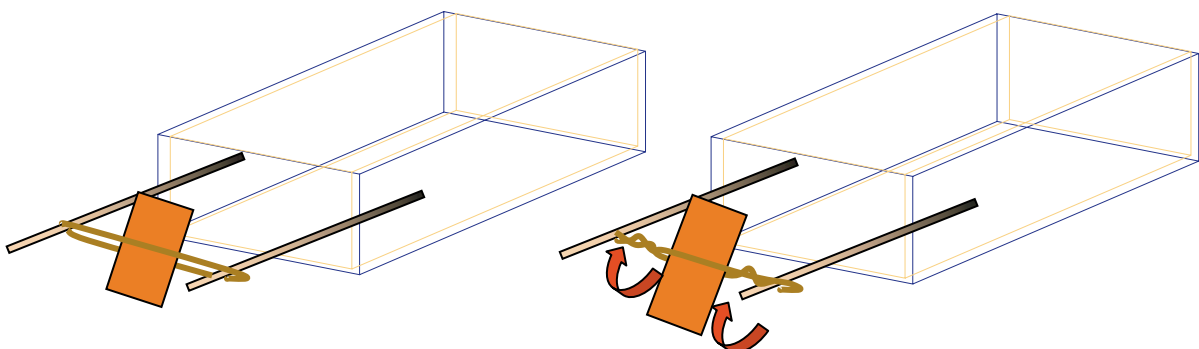
Tu te procures :

- une boîte d'allumettes vide;
- deux allumettes ayant servi;
- un petit élastique;
- un carton de 2 cm sur 1 cm par exemple;
- une surface d'eau (un évier, un petit étang,...)

À TOI!

Cale les deux allumettes entre les deux parties de la boîte de telle manière que les bâtonnets dépassent.

Place un élastique entre les deux allumettes et glisse un petit morceau de carton dans l'élastique. Fais tourner l'élastique sur lui-même et pose ton « bateau » sur l'eau...



2.

ACTIVITÉ 5: Réaliser un petit circuit électrique

Objectifs :

Activité prévue pour les cycles :

1 2 3 4

- À partir de montages simples, observer que l'énergie électrique stockée dans une pile peut être conduite jusqu'à une ampoule;
- Percevoir le principe de fonctionnement d'un interrupteur électrique.

T'es-tu déjà imaginé vivre sans électricité ?... Aujourd'hui, cela paraît impossible et pourtant, il n'y a pas si longtemps qu'elle a été découverte ! C'est en 1879 que Thomas Edison inventa l'ampoule électrique. Depuis, c'est la forme d'énergie la plus utilisée au monde.

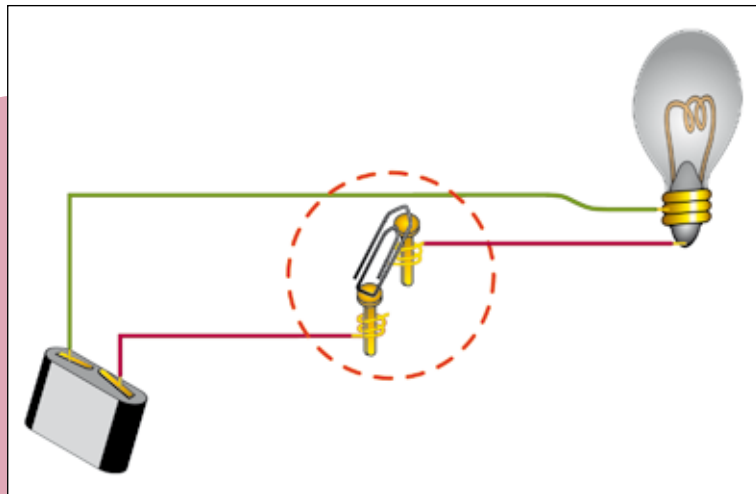
Réalise ton petit circuit électrique.

Tu te procures :

- une pile;
- 3 fils de cuivre;
- un trombone métallique;
- des attaches parisiennes;
- une petite ampoule.

À TOI!

Dénude (enlève) la partie isolante à chaque extrémité des fils. A l'aide des attaches parisiennes, fixe les fils et le trombone selon le schéma suivant :



En bougeant le trombone, tu permets ou non au courant électrique de circuler et d'allumer ou éteindre l'ampoule.

ACTIVITÉ 6 : Fabrique une pile électrique.

Objectifs :

Activité prévue pour les cycles :



- Lire et respecter des consignes de montage;
- Réaliser une pile électrique au moyen de matériaux simples;
- Amener à comprendre que le rôle d'une pile est de fournir de l'électricité.

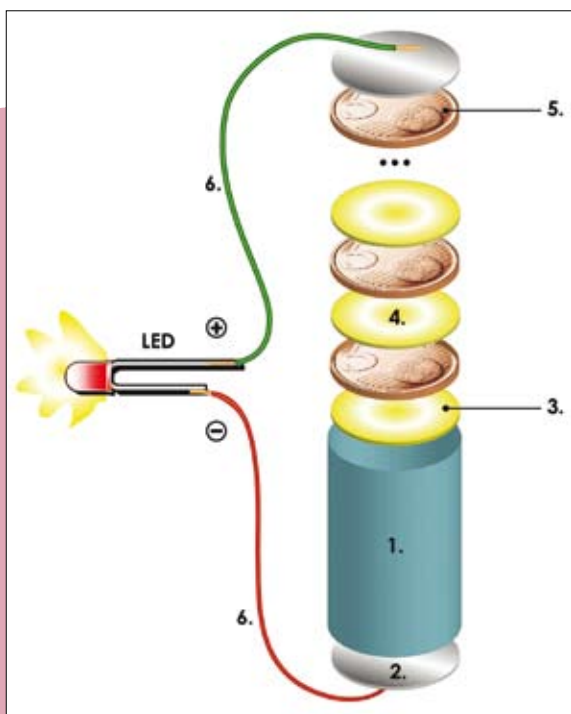
Beaucoup d'appareils électriques que tu utilises sont alimentés avec des piles électriques. Une pile n'est rien d'autre qu'un «réservoir électrique». Tu peux en fabriquer une si tu suis attentivement les instructions ci-après.

Tu te procures :

- un citron;
- un presse-citron et un bol;
- une feuille de carton;
- une feuille d'aluminium ou de plastique;
- deux fils électriques aux extrémités dénudées;
- des pièces de monnaie;
- des mouchoirs en papier coupés en deux;
- du ruban adhésif;
- une LED (petite lampe diode).

À TOI !

1. Avec la feuille de carton ou de plastique, forme un tube dont le diamètre est légèrement plus grand que celui des pièces de monnaie. La hauteur peut varier sachant que plus la hauteur sera grande, plus la tension électrique sera élevée.
2. Recouvre une extrémité de celui-ci avec du papier d'aluminium et fixe-le bien à l'aide du ruban adhésif.
3. Trempe les morceaux de mouchoirs en papier dans le jus de citron.



4. Remplis le tube de carton en alternant et en commençant par le mouchoir, la pièce de monnaie et enfin le papier d'aluminium.
5. Finis par une pièce de monnaie.
6. Fixe alors un fil de part et d'autre de ta pile. Le pôle positif sera à la pièce de monnaie et le pôle négatif sera au papier d'aluminium

Pour brancher la lampe LED, écarte d'abord délicatement les deux fils.

Ne te trompe pas de sens ! Le fil le plus long de la lampe doit être raccordé au pôle positif et le fil le plus court, au pôle négatif.

Veille bien à ce que les deux fils ne se touchent pas sinon l'ampoule ne s'allumera pas...

2.

ACTIVITÉ 7: Enquêtes - Observations

Afin de prendre conscience de l'impact considérable de la fée Electricité dans notre vie de tous les jours, les élèves peuvent être invités à réaliser certaines enquêtes.

1. L'ÉNERGIE SE PERD...

Objectifs:

Activité prévue pour les cycles:



- Rechercher et traiter l'information
- Communiquer l'information à travers une exposition, un compte rendu d'enquête,...

En faisant chauffer la même quantité d'eau à la même puissance, dans une casserole identique mais l'une avec couvercle et l'autre sans, on peut faire prendre conscience aux enfants qu'un petit geste simple (poser le couvercle) permet d'économiser l'énergie. L'eau sera en effet portée à ébullition plus rapidement dans la casserole... avec couvercle!

En fonction du cycle dans lequel on se trouve, on peut inviter les enfants à quantifier la perte d'énergie (la différence de durée induit une différence de consommation, donc un coût différent).

2. MESURER L'ÉNERGIE CACHÉE DANS L'ÉCOLE.

Objectifs:

Activité prévue pour les cycles:



- Rechercher et traiter l'information
- Communiquer l'information à travers une exposition, un compte rendu d'enquête,...

Beaucoup d'appareils électriques restent « en veille ». Une télévision, un ordinateur éteints consomment de l'énergie « cachée ». A l'aide d'un compteur d'énergie que l'on peut se procurer facilement, il est possible de relever l'énergie dépensée (inutilement) d'un appareil dit en « stand by ».

En exprimant ces puissances en kWh, on risque d'être surpris...

Exemple: une télévision restée en veille du lundi 22 h 00 au mardi 19 h 00 consomme...

Ainsi, en connaissant la puissance de chaque appareil, on peut calculer la consommation totale:

- l'ordinateur fonctionne durant une période de 3 heures;
- la machine à laver fonctionne durant 1 heure;
- la télévision est allumée pendant 3 heures;
- le percolateur fonctionne durant 15 minutes;
- le radiateur de la salle de bains est branché pendant 1 heure;
- le fer à repasser est branché pendant 1 heure 30.

3. LIRE LES PUISSANCES DE CERTAINS APPAREILS ÉLECTRIQUES.

Objectifs:

Activité prévue pour les cycles :



- Rechercher et traiter l'information
- Communiquer l'information à travers une exposition, un compte rendu d'enquête,...

En recherchant la fiche technique placée sur les appareils électriques rencontrés à l'école ou à la maison, on peut y lire la puissance exprimée en watts (W).

Cette puissance consommée en une heure donne la consommation en kWh (kilowattheure).

En lisant le tarif appliqué par la société de distribution d'électricité sur les factures que l'on reçoit, on peut déterminer le coût de la consommation de chaque appareil.

Exemple : un radiateur de 2000 watts fonctionnant pendant 30 minutes consomme 1 kWh.
(Une consommation de 2000 watts en ½ heure revient à une consommation de 1000 watts en 1 heure).

3. Passer à l'action

Rappel: avant de commencer l'écocarte « énergie » de l'école, vous devez avoir réalisé le plan d'implantation et le plan de l'école. Faites-en autant de copies que nécessaire : travail individuel, par groupe et par secteur, par type d'élément à rechercher,... En fin de phase de recherche, centralisez les informations sur une seule écocarte, votre écocarte « énergie ». N'oubliez pas que la forme de l'écocarte est totalement libre et n'a de limites que l'imagination des élèves !

3.1. L'ÉCOCARTE DE L'ÉNERGIE

QUE CHERCHER ?

Notre objectif est de faire l'état des lieux des consommations et de la gestion de l'énergie à l'école. Nous avons vu que l'énergie est apportée à l'école sous différentes formes : électricité, gaz naturel ou propane, mazout, charbon... L'énergie a plusieurs usages : éclairage, appareils électriques divers, chauffage de l'eau et des locaux,... deux approches sont donc envisageables pour réaliser l'écocarte.

- Selon le type d'énergie,
- Selon l'usage qui en est fait.

Elles peuvent être rassemblées dans un tableau à deux entrées tel que celui-ci :

ENERGIE	USAGE				
	Eclairage	Chauffage bâtiment	Chauffage eau	Climatisation	Appareils divers*
Electricité	X	X	X	X	X
Gaz (cuve)		X	X		X
Mazout		X	X		
Charbon		X	X		X
Bois		X	X		X
Solaire		X	X		

(*) Bureautique, électroménager,... (X : a priori, les cas les plus fréquents dans les...)



Remarque préalable :

S'il faut manipuler des fiches électriques, ampoules ...
les précautions d'usage s'imposent !!!

3.1.1. Identifier les énergies utilisées à l'école.

La visite des locaux, un brin d'observation et de déduction nous permettront de cerner les sources énergétiques de l'école.

- Mauvaise « bonne idée » : pour l'eau, nous suggérons de « couper l'eau » pour en déterminer la source ! Nous vous déconseillons de procéder de la sorte pour l'énergie : la chaudière n'appréciera sans doute pas qu'on lui coupe l'arrivée de mazout (idem pour le gaz...).

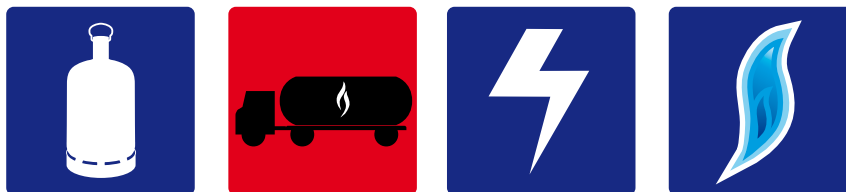
Pour réaliser notre écocarte, nous allons utiliser un tableau semblable à celui ci-dessus. Nous allons parcourir les locaux et compléter les cases concernées par le nom des locaux. Vous pouvez détailler plus avant les usages en précisant le type d'appareils : vidéo, four micro-ondes,...

Le cas du chauffage central! Comment reporter l'énergie correspondante ?

La chaleur fournie par les radiateurs est de l'énergie transformée dans la chaufferie. Dans la mesure où notre objectif est de mieux gérer l'énergie, nous allons considérer que de l'énergie (gaz, mazout,...) est consommée dans la classe. L'eau sert simplement à transférer l'énergie d'un local à l'autre. Le même raisonnement tient avec les systèmes de chauffage par air pulsé.

ENERGIE	USAGE				
	Eclairage	Chauffage bâtiment	Chauffage eau	Climatisation	Appareils divers
Electricité	Partout	Préfabriqué 6èmes	Préfabriqué 6èmes		Local vidéo, salle informatique - Classe Mme Claire (aquarium)
Gaz (cuve)		Atelier			Réchaud cuisine
Mazout		Classes Couloirs	Sanitaires, cuisine, classes		
Charbon					
Bois					
Solaire					

Ce tableau pourrait être envisagé pour chaque local de l'école. Sur notre écocarte, nous pouvons représenter chaque énergie par un pictogramme.



Pour bien faire le lien entre radiateurs et chaudière, organisez une visite guidée de la chaufferie par l'ouvrier d'entretien, un papa chauffagiste... ou un jeu de piste en remontant les tuyauteries.

3.1.2. Quantifier les consommations d'énergie de l'école

a. L'électricité

La consommation annuelle pourra être déterminée en examinant la facture récapitulative annuelle. Sur cette facture figure l'évolution de la consommation par rapport aux années précédentes. Ceci donne une bonne évaluation de la tendance générale.

Attention! Les factures sont parfois en léger décalage : un peu plus ou un peu moins qu'un an! Si une partie des locaux est chauffée à l'électricité, la sévérité de l'hiver pourra influencer la facture globale annuelle.

Si le relevé annuel est indicatif, il ne nous permettra pas de mettre en relation consommations et comportements. Avec le gaz de distribution, l'électricité est certainement l'énergie dont la consommation est la plus facile à suivre. Notre allié : le compteur électrique.

3.

À quelle fréquence doit-on effectuer les relevés ? Prenons un exemple d'école et analysons la grille d'occupation de l'école.

	HEURES																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Samedi										é	é													
Dimanche																								
Lundi							é	é	é	é	é	é	é	é	é	é	é	é						
Mardi							é	é	é	é	é	é	é	é	é	é	é	é						
Mercredi							é	é	é	é	é	é								é	é			
Jeudi							é	é	é	é	é	é	é	é	é	é	é	é						
Vendredi							é	é	é	é	é	é	é	é	é	é	é	é						

école	é
Cours de cuisine	é
Cours de musique	é

L'école est ouverte de 7h à 18 heures, ce y compris les périodes réservées à l'entretien et aux garderies. Le mercredi de 20 à 22h, il y a un cours de cuisine et le samedi de 10 à 12h, l'Académie donne des cours de musique.

On peut répartir la consommation électrique de l'école en deux parts : la consommation de base et la consommation due aux activités des occupants.

LIRE UN INDEX SUR LE COMPTEUR ÉLECTRIQUE :
VOIR FICHE ENERGIE 1 (PAGE 38)
COMPRENDRE UNE FACTURE D'ÉLECTRICITÉ :
VOIR FICHE ENERGIE 2 (PAGE 39)

La consommation de base de l'école

Elle est générée, que l'école soit occupée ou qu'elle soit vide.

- La régulation et le fonctionnement de la chaudière,
- L'alarme,
- L'éclairage de nuit du porche d'entrée,
- La petite ampoule de la sonnette,
- Le frigo,
- Le boiler électrique (maintien en température),
- Le répondeur téléphonique/ fax,
- ...

Ces consommations sont indépendantes des comportements journaliers des élèves et du personnel. Elle pourront éventuellement être maîtrisées (généralement mais pas seulement) en adoptant des mesures structurelles. Ceci ne veut pas dire que les occupants ne peuvent pas y avoir leur mot à dire.

Pour le boiler électrique par exemple,

- Les utilisateurs peuvent réduire leur consommation en eau chaude
- La température de l'eau peut être réduite
- Durant les périodes de congés scolaires, le boiler sera mis hors tension
- Si, dans notre cas, seul le cours de cuisine utilise ce boiler, pourquoi ne pas y adjoindre un programmateur qui enclenchera la mise en température quelques heures avant le cours pour ensuite la couper.
- Lors du remplacement du boiler, il sera utile de réévaluer la taille du boiler,
- Faut-il réellement un boiler ?
- Un système à chauffage direct est-il la solution ?
- Faut-il de l'eau chaude dans les sanitaires ?

La consommation de base comprendra aussi :

- les consommations cachées des appareils restés en veille,
- les lampes restées allumées,
- ...

LES CONSOMMATIONS CACHÉES, C'EST QUOI ? : FICHE ENERGIE 4 (PAGE 41)

La consommation des occupants

Elle est générée directement par la présence des occupants :

- éclairage des locaux,
- Appareils divers : tv, vidéo, photocopieur, ordinateurs, machine à café, micro-ondes...
- Cuisson (repas de midi et cours de cuisine dans notre exemple)
- ...

On peut l'estimer en défalquant de la consommation globale la consommation de base. Il faut bien entendu réduire cette dernière à la même durée (règle de 3).

Ces consommations peuvent être maîtrisées en agissant surtout sur les **comportements**. Surtout mais pas seulement !

POUR L'ÉCLAIRAGE, PAR EXEMPLE, PLACER DES AMPOULES
FLUO-COMPACTES EST UN ÉVÉNEMENT STRUCTUREL,
VEILLER À LES ÉTEINDRE EST LIÉ AUX COMPORTEMENTS.

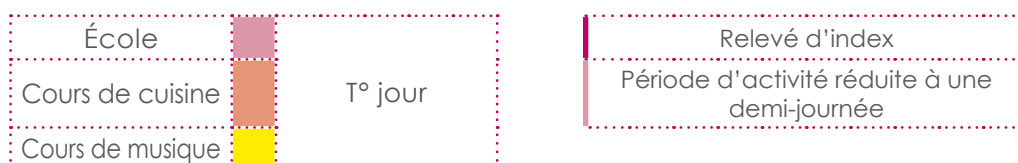
3.

Périodes des relevés d'index.

En examinant la grille d'occupation de l'école, on voit que pour obtenir une information sur la consommation de base de l'école, seules trois périodes sont utilisables (Base 1, 2 et 4). Les cours de cuisine le mercredi soir et de musique le samedi matin interrompent les autres périodes (Base 3 et WE).

	HEURES																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Samedi	Base WE									Musique			Base WE											
Dimanche	Base WE																							
Lundi	Base WE						Activité 1												Base 1					
Mardi	Base 1						Activité 2												Base 2					
Mercredi	Base 2						Activité 3						Base 3						Cuisine		Base 3			
Jeudi	Base 3						Activité 4												Base 4					
Vendredi	Base 4						Activité 5												Base WE					

34



Dans notre exemple, en réalisant 10 relevés d'index, nous pouvons réaliser l'estimation de la consommation de base et d'activité.

- Le relevé d'index est assez « astreignant ». Pour ne pas oublier un relevé, préparez en classe une fiche de relevés avec des cases prêtes à remplir, celles correspondant aux différents chiffres des index. Etablissez un tour de rôle.
- Les compteurs étant parfois dans des coins sombres propices aux chutes (... et aux petites peurs) (cave, recoins, débarras,...), faites réaliser les relevés en équipe.
- Préparez un kit de relevé : farde + crayon+ lampe de poche + mode d'emploi + clé, et pourquoi pas un képi et un badge de préposé... Facilitez l'accès aux compteurs (petit escabeau pour les plus petits) qui devront être bien dégagés. Accompagnez les enfants.
- Affichez le résultat sur le tableau de bord de la campagne.
- Réalisez un graphique de l'évolution de la consommation.

Voici d'autres suggestions de périodes et les informations qu'elles peuvent fournir.

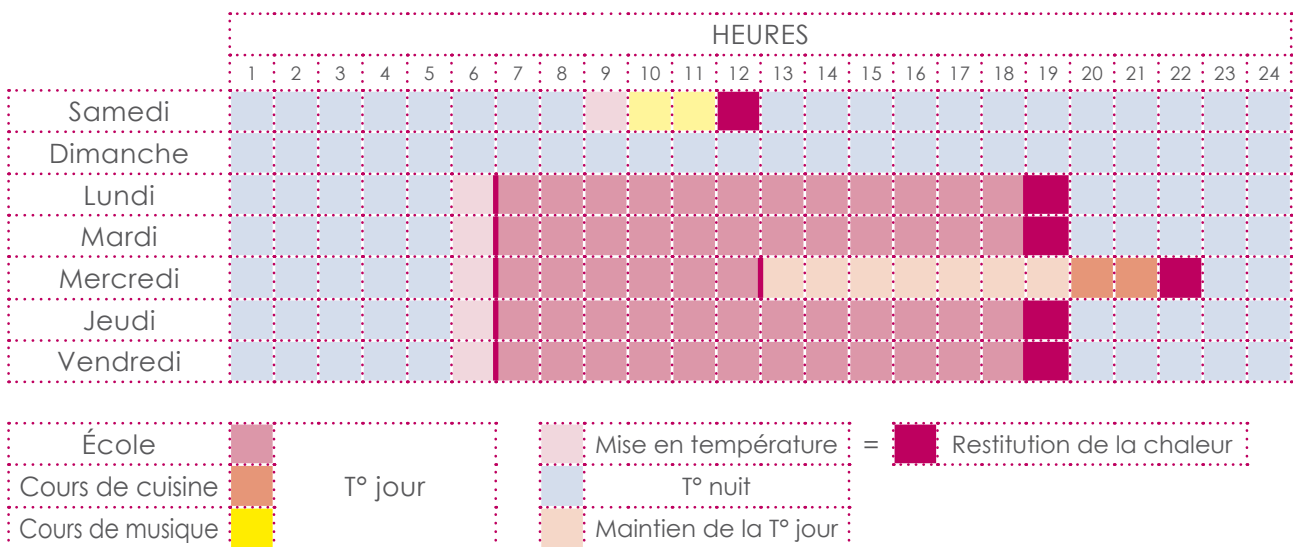
Relevé 1	Relevé 2	Indique	Commentaire
Début du mois	Début du mois suivant	Consommation mensuelle	Donne peu d'informations : variation en fonction des saisons
Début de semaine	Début de semaine suivante	consommation hebdomadaire	Un peu plus précise, pourrait nous renseigner sur la consommation de « base » de l'école pendant les semaines de congés (Noël, carnaval, Pâques , Toussaint)
Vendredi après les cours	Lundi matin avant les cours	Consommation de week-end	Indication sur la consommation de base de l'école + activités de week-end (clubs,...)
Début de congés	Reprise des cours	Consommation de base + activités hors école	
Fin d'année scolaire	Début d'année scolaire	Consommation « à l'arrêt »	Une période « sans chauffage », frigo débranché,... si, du moins il ne s'y passe rien !

b. Le gaz

La même réflexion que celle effectuée pour l'électricité pourra être menée pour le gaz. Classiquement, le gaz est réservé au chauffage des locaux, de l'eau et aux postes de cuisson.

La facture annuelle des consommations de gaz nous donnera une idée sur l'évolution des consommations annuelles. Attention! Dans le cas d'une école avec chauffage au gaz, il est évident que, selon la rigueur de l'hiver, la consommation énergétique sera largement influencée à la hausse ou à la baisse. Il est possible de « comparer les hivers » en utilisant la notion de degrés-jours. Mais cette méthode sort du cadre de notre propos.

Dans la plupart des cas, pour obtenir une température correcte, la chaudière se met en route avant l'ouverture de l'école. Il est donc difficile de réaliser un suivi aussi fin que pour l'électricité. On peut cependant admettre que l'énergie consommée avant l'ouverture de l'école sera restituée après les cours, lorsque la régulation cessera de maintenir la température de jour.



Sur notre grille, on constate que la température est maintenue le mercredi après-midi en vue du cours de cuisine du soir. Le WE est entrecoupé d'une période de chauffe le samedi matin.

En exécutant les relevés de gaz en même temps que les relevés d'électricité, on peut approcher les quantités de gaz effectivement consommées. Ces relevés n'ont de sens que s'ils sont envisagés en période de chauffe de l'école! Un relevé hors de cette période donnera par contre une bonne indication sur l'énergie dépensée pour chauffer l'eau ou la cuisine.

3.

c. Le mazout

Le mazout est utilisé pour chauffer les locaux et l'eau. Ici, les choses se compliquent quand il s'agit de relever les consommations. Plusieurs points font obstacle :

- Livraison et consommation sont distinctes.
- Les quantités livrées sont connues (bon de livraison, facture) mais pas l'évolution des quantités prélevées dans la cuve.
- Il n'y a généralement pas de compteurs volumétriques fiables pour mesurer les consommations. Ces compteurs existent mais sont rarement installés.
- L'accès à la cuve est rarement facile.

Que faire alors ?

Pour estimer sa consommation annuelle, on utilisera la relation suivante :

$$\text{Consommation} = \text{stock initial} + \text{livraisons} - \text{stock final}$$

Exemple : au 1^{er} septembre, il reste 75% du volume de la cuve de 4000 litres soit 3000 litres. Au cours de l'année, le fournisseur a livré 2 X 3500 litres et il reste au 31 août de cette année 25 % de la cuve soit 1000 l. La consommation de l'école est de :

$$3000 + 3500 + 3500 - 1000 = 9000 \text{ litres}$$

Il est possible de réaliser des estimations intermédiaires. En espaçant les relevés, on diminuera les erreurs de lecture et de précision des instruments et des méthodes. Une fois par semaine est un minimum.

MESURER LE CONTENU DE LA CUVE À MAZOUT :
VOIR FICHE ENERGIE 3 (PAGE 40)

3.1.3. Évaluer la gestion de l'énergie dans l'école

Nous avons évalué la quantité d'énergie que nous consommons. Maintenant, regardons comment elle est dépensée. Est-il possible de réduire cette consommation ? Nous repartons enquêter dans les différents locaux de l'école.

Attention, chaque école est particulière. Il faut pour chaque critère prendre le recul nécessaire. L'objectif est d'affûter l'esprit critique des enfants. Il ne s'agit pas de les culpabiliser mais d'entrer dans une démarche positive.

Totalisez le nombre de petits bonhommes pour estimer la gestion de l'éclairage. Une majorité de 😊 est le signe d'une bonne gestion de l'énergie. Plus de 😐, il y a certainement des choses à faire. Vous êtes plutôt 😞 ! Aïe, il y a à l'évidence des calories et des Euros qui se perdent. Il est plus que temps de réagir.

a. L'éclairage

	😊	😐	😞
La lumière reste allumée quand le local est inoccupé ?	jamais	parfois	souvent
Les ampoules / tubes sont propres ?	oui	un peu sales	très sales
La lumière naturelle du soleil entre facilement ?	oui, les fenêtres sont dégagées	non, il y a quelques affiches	non, on voit à peine dehors
Les luminaires sont propres et en bon état ?	oui	sales ou cassés	sales et cassés
Utilise-t-on des ampoules économiques là où elles sont allumées plus d'une demi-heure en continu ?	oui	il y a encore des ampoules classiques	aucune ampoule économique
Il y a moyen d'éteindre une partie des luminaires ?	oui et on peut faire varier l'intensité des ampoules	oui	non
L'intensité de l'éclairage artificiel est...	suffisante	un peu trop forte	très forte
TOTAL			



À l'aide du petit tableau, évaluez votre gestion de l'éclairage de chaque local.

b. Le chauffage

	😊	😐	😞
Dans le local il fait...	assez chaud	chaud	très chaud
Quand il fait chaud,...	on baisse le thermostat	on ouvre la porte	on ouvre la fenêtre
Pendant la récréation, on ouvre les fenêtres pour aérer et...	on coupe les radiateurs	on laisse les radiateurs ouverts	la fenêtre est tout le temps un peu entrouverte
Les radiateurs ont des vannes thermostatiques ?	oui	oui, mais, il y a des « fuites aux joints »	non
Les radiateurs sont...	dégagés	recouverts par quelques livres	complètement encombrés d'objets divers
La température est réglée en fonction des heures d'ouverture de l'école dans ce local ?	oui		non
Les tuyaux de chauffages sont...	isolés	partiellement isolés	pas isolés
TOTAL			

3.

c. L'eau chaude

			
L'eau chaude est...	juste chaude	chaude	très chaude
Les robinets sont équipés d'un mitigeur thermostatique ?	oui	certains	aucun
On coupe le robinet d'eau chaude le temps de se savonner les mains ?	toujours	parfois	jamais
Il y a de l'eau chaude...	pour la cuisine et l'entretien	et dans les sanitaires	et dans chaque classe
Les tuyaux d'eau chaude sont...	isolés	partiellement isolés	pas isolés
TOTAL			

d. Les appareils électriques

			
Les ordinateurs restent en veille ?	jamais	rarement	fréquemment
Le téléviseur reste en veille ?	jamais	rarement	fréquemment
Le frigo est de...	Classe A	Classe B	Classe C, D,...
Le frigo est dégivré...	souvent	une fois par an	jamais
Les appareils électriques sont débranchés...	lors des congés	en juillet et en août	jamais
TOTAL			

3.1.4. Quantifier l'énergie

FICHE ÉNERGIE 1

Lire l'index des consommations.

Le compteur indique les kilowatts heures. Un kilowatt heure est une quantité d'énergie. Elle correspond à, par exemple, une ampoule d'une puissance de 100 watts qui fonctionnerait pendant 10 heures ou un spot halogène de 500 watts qui fonctionnerait pendant 2 heures.

1. COMPTEUR CLASSIQUE

Il y a un seul index qui totalise l'électricité consommée le jour et la nuit. La zone rouge correspond aux décimales.



2. COMPTEUR BIHORAIRE.

Il y a deux index : le premier totalise l'électricité consommée pendant la journée (entre 6 h et 22h). Le second totalise l'électricité consommée la nuit (de 22h à 6 heures). Ce double comptage permet de pratiquer deux tarifs : jour et nuit. En effet, la nuit, la production d'électricité par les centrales est trop importante par rapport à la demande. En proposant de l'électricité moins chère la nuit (moitié prix), les producteurs incitent les gens à faire fonctionner davantage d'appareils électroménagers la nuit (lave-linge, sècheurs, lave-vaisselle,...).



Jour



Nuit et week-end

Dans ce cas, il faut relever les deux index et additionner les deux variations pour obtenir la consommation.

Il n'est pas rare d'entendre « Je fais tourner ma machine à laver la nuit parce que ça consomme moins ! » C'est évidemment faux ! Il faut dire « Je fais tourner ma machine à laver la nuit car cela coûte moins cher ! ». En termes de KWh, c'est rigoureusement la même chose !



Nb : Depuis le 1^{er} janvier 2007, le marché est devenu libre. Chaque fournisseur accorde ses avantages.

3.

FICHE ÉNERGIE 2

Lire les consommations sur une facture

1. ÉLECTRICITÉ

Détail électricité					
M. DUPONT STEPHEN - RUE DE LA MEUNIERE 87 - 67 Arlon					
DONNÉES DE COMPTAGE					
Période 28/09/2004 - 06/09/2005 Consommation	Compteur 9228 <i>N° DU COMPTEUR</i>	Index 35962 - 37967 <i>FIN DE PÉRIODE</i>		Unités = 1.015 KWh <i>CONSOMMATION</i>	
DONNÉES DE FACTURATION					
Votre distributeur INTERLUX					
Tarif normal	Unités	% Prix unitaire	Période	Montants	TVA
Redevance					
Consommation	1.015	x 13.730000 KWh	12 mois	13.48 EUR	21 %
Total				<u>139,36 EUR</u>	21 %
				152.84 EUR	

2. LE GAZ NATUREL

Le compteur de gaz mesure le volume de gaz en m³. Un mètre cube de gaz contient une certaine quantité d'énergie. Pour convertir le volume en quantité d'énergie (kWh), il faut multiplier ce volume par un coefficient. Attention : selon la région où on habite, ce coefficient peut légèrement varier car la qualité du gaz varie selon son origine.

Détail gaz naturel					
M. DUPONT STEPHEN - RUE DE LA MEUNIERE 87 - 67 Arlon					
DONNÉES DE COMPTAGE					
Période 28/09/2004 - 06/09/2005 Consommation	Compteur 0831 <i>N° DU COMPTEUR</i>	Index 16076 - 14875 <i>FIN DE PÉRIODE</i>	x Conservation en KWh x 11,6256	Unités = 13.962 KWh <i>CONSOMMATION D'ÉNERGIE</i>	
DONNÉES DE FACTURATION					
Votre distributeur INTERLUX					
Tarif normal	Unités	% Prix unitaire	Période	Montants	TVA
Redevance					
Consommation	13.962	x 2,86463 c/KWh	12 mois	99,55 EUR	21 %
Total				<u>399,96 EUR</u>	21 %
				499,51 EUR	

FICHE ÉNERGIE 3

Mesurer le contenu de la cuve à mazout

CAS 1 : CUVE PARALLÉLIPIPÉDIQUE

Le cas le plus simple.

$$\text{Volume} = \text{Surface} \times \text{Hauteur} = (\text{Longueur} \times \text{Largeur}) \times \text{Hauteur}$$



L'inconnue est en général la longueur et la largeur de la cuve. Facile si la cuve est en plein air, plus difficile si elle est enterrée. En général, ces cuves sont aériennes. La mesure de la hauteur (règle ou jauge (tuyau de plastic)) donne rapidement le volume.

Si il est impossible de déterminer la largeur ou longueur, mesurer le niveau avant une livraison puis après; Le volume livré divisé par la variation de hauteur donnera la surface rectangulaire de la cuve.

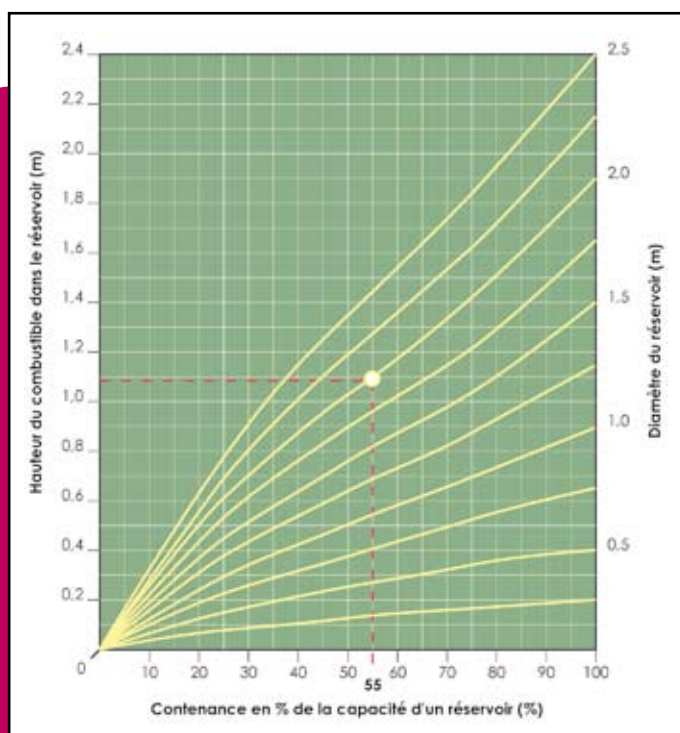
CAS 2 : CUVE CYLINDRIQUE



Plus compliqué car la surface varie : elle augmente entre 100 % et 50% et diminue ensuite. Les premiers et derniers cm sont rapidement épuisés.

Pour déterminer le volume restant, il faut connaître le diamètre de la cuve et sa capacité pleine (ou à défaut, sa longueur qui, par la formule du volume d'un cylindre donnera le volume total).

On reporte sur l'abaque la hauteur jusqu'à la courbe correspondant à la capacité de la cuve. L'abscisse correspondant donne le % de remplissage qui multiplié par le volume donne les litres restants.



CAS 3 : AUTRES FORMES



Plus rares dans les écoles, il existe des cuves « ovalo-rectangulaires » on peut les assimiler à des cuves rectangulaires dans la mesure où on ne descend que rarement dans la partie ovale du bas (il est alors grand temps de commander votre mazout!).

3.

FICHE ÉNERGIE 4

Chasser les consommations cachées des appareils électriques

Les consommations cachées, c'est quoi ?

Un appareil électrique consomme de l'électricité quand on s'en sert. Normal. Les appareils modernes, qu'ils soient électroménagers, TV, Hi-Fi ou informatiques sont de plus en plus sophistiqués et offrent des fonctions de plus en plus larges. Mais bon nombre d'entre eux continuent à grignoter les kWh quand on ne les utilise pas : ce sont les « consommations cachées ».

Un bon exemple est l'ordinateur :

Mode	éléments en fonctionnement	Puissance consommée (W)
Allumé	écran, ventilateur(s), lecteurs, alimentation électrique	55 (inactif) à 76 (lecture d'un DVD)
écran en veille	écran « noir », le reste fonctionne au ralenti	44
Ordinateur en veille	Mise en veille automatique	29
éteint	Procédure « arrêt » le système, haut-parleurs éteints. L'alimentation continue à fonctionner. L'ordinateur et l'écran sont en « stand-by »	24
Débranché	On tire la prise	0

Il faudrait donc parler de « mauvais exemple » ! Voici un petit calcul qui vaut son pesant d'euros !

Soit une salle informatique de 12 ordinateurs.

Soit une année scolaire de 183 jours de cours. Les ordinateurs sont utilisés en permanence pendant les cours soit, en comptant large, environ 36 heures (8 heures les lu, ma, je et ve et 4 h le me) par semaine.

La consommation hebdomadaire d'un ordinateur lorsqu'il est utilisé est de 36 h X 0,055 kw = 1,98 kWh soit en moyenne par jour : 0,04 kWh et au bout des 183 jours : 72 kWh.

Le coût sera au bout d'un an de 12 euros par poste soit pour les 12 ordinateurs : 145 euros (16,73 cent/kWh).

L'ordinateur aura fonctionné 1317,6 heures. Un an représente 365 X 24 = 8760 heures et donc sera resté éteint 7442,4 heures. Il aura consommé pendant ce temps 7442,4 h X 0,024 kW = 178.6176 kWh ! Le coût annuel sera de 29,88 euros par poste ou pour les 12 ordinateurs : 358 euros !

La consommation cachée des ordinateurs représente ainsi 70 % de la consommation.

Pour détecter les consommations cachées, il existe des compteurs d'énergie. Ils ressemblent à un programmateur mais indiquent la puissance consommée instantanément et l'énergie totale consommée. Un autre moyen de repérer les consommations cachées : tout appareil qui « chauffe » ou sur lequel des voyants, des affichages restent allumés.

Cellule Education et Sensibilisation à la Nature et
à l'Environnement
Pôle Éducation au Territoire et
à l'Éco-citoyenneté
Rue des Sapins, 31 - 7603 Bon-Secours
www.plainesdescaut.be



Parc naturel
des Plaines de l'Escaut

Arrêté 33.01.03/PNPE 06 allouant une subvention à l'asbl Commission de gestion du Parc naturel des Plaines de l'Escaut pour sa campagne de sensibilisation et d'actions dans les écoles « Développement durable, nature et éco-citoyenneté » en 2006-2007.



Service public
de **Wallonie**

DIRECTION GÉNÉRALE OPÉRATIONNELLE
DE L'AGRICULTURE, DES RESSOURCES NATURELLES ET DE L'ENVIRONNEMENT

