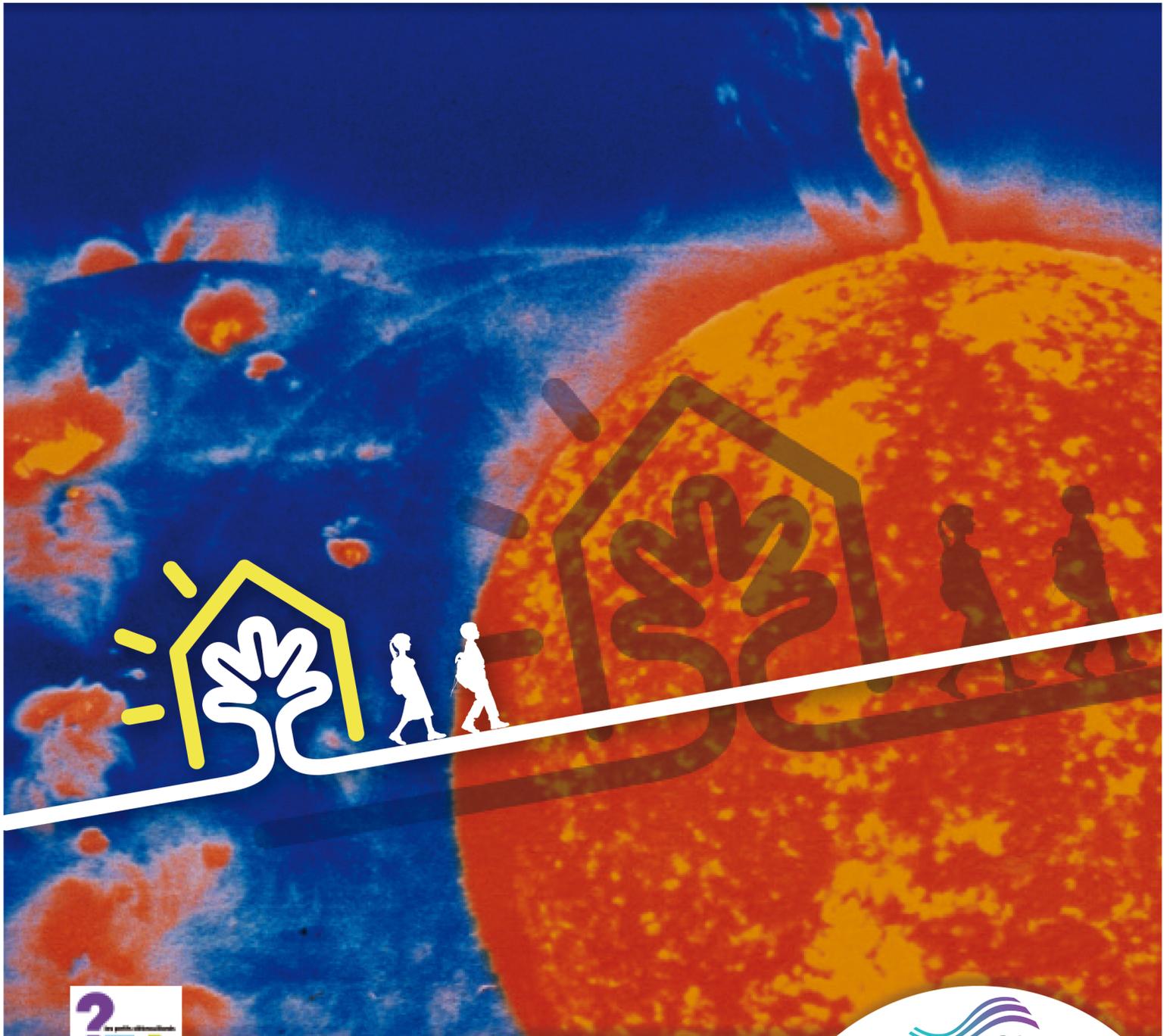


LE PARCOURS DE *L'ÉNERGIE*



UNE RÉALISATION





Préface

LE PARCOURS DE L'ÉNERGIE

Par Antoine
Corolleur,
Président du SDEF

Comprendre que la production d'énergie est complexe et qu'il ne suffit pas d'appuyer sur un interrupteur pour que le courant arrive mais qu'il existe tout un cheminement dont on ne soupçonne pas toujours le parcours, est une activité parfois ardue surtout pour les plus jeunes. L'exposition *Le Parcours de l'Énergie* ambitionne d'approfondir ce thème d'actualité et d'autant plus significatif dans le Finistère au regard de sa position géographique spécifique.

L'énergie constitue un enjeu majeur de développement pour un territoire. En tant qu'organisme public, le Syndicat Départemental d'Énergie et d'Équipement du Finistère (SDEF) remplit des missions d'intérêt général. Acteur clé du département en matière d'aménagement, ses objectifs sont de répondre aux besoins des structures locales et à travers elles de la population. Le désengagement progressif de l'État dans l'assistance aux collectivités territoriales a amené et amènera le SDEF à tenir une place importante dans le Finistère. En charge de l'organisation du service public de distribution d'énergie électrique sur le territoire finistérien, le SDEF est un interlocuteur légitime et de premier plan sur la thématique des énergies.

A l'image du bâtiment de l'antenne Nord du SDEF dans lequel elle est installée, l'exposition *Le Parcours de l'Énergie* se veut exemplaire et démonstrative d'un point de vue environnemental en respectant une cohérence entre le message et son support. Véritable outil pédagogique, cette exposition permanente sensibilise le visiteur à la progression de l'énergie, depuis la source jusqu'à l'utilisation. La volonté initiale du SDEF est de favoriser des comportements responsables face aux problématiques posés par les questions énergétiques.

Je souhaite qu'au travers de la lecture de ce livret et de la visite du *Parcours de l'Énergie*, chacun puisse trouver des connaissances utiles à une meilleure compréhension des enjeux liés à la notion d'énergie.





Les objectifs du livret pédagogique

Vous allez bientôt découvrir Le Parcours de l'Énergie. Cette exposition pédagogique, ludique et didactique, adaptée pour le SDEF, syndicat mixte et autorité concédante pour la distribution d'énergie électrique dans le Finistère, est entièrement dédié à la compréhension des problématiques liées à l'énergie.

Depuis 2011, Le Parcours de l'Énergie propose une visite en 4 étapes : la découverte des ressources d'énergies (fossiles et renouvelables), la transformation de l'énergie primaire en énergie secondaire (exemple d'une centrale nucléaire, d'une éolienne, d'un barrage hydraulique...), l'acheminement de l'électricité ou la chaîne énergétique, et en conclusion, l'utilisation que l'homme fait de l'énergie, dans ses comportements au quotidien.

Il existe en outre une exposition nomade Le Parcours de l'Énergie, prêtée aux collectivités territoriales du Finistère ainsi qu'aux partenaires du SDEF.

Note à l'attention des lecteurs : le livret prend en compte les chiffres publiés par l'Agence Internationale de l'Énergie.

Ce livret, qui accompagne la visite de l'exposition Le Parcours de l'Énergie, a pour objectif de :

-  *Comprendre les phénomènes et concepts scientifiques en lien avec l'énergie.*
-  *Découvrir ou compléter les connaissances nécessaires en lien avec l'énergie.*
-  *Préparer la visite du Parcours de l'Énergie.*
-  *Exploiter par la suite les notions abordées.*





Sommaire

1. Introduction 05

1.1 La question de l'énergie : une dimension complexe et globale

- 1.1a | Actualités autour de l'énergie
- 1.1b | L'énergie en trois questions

1.2 Le contexte à l'échelle de la planète et en France

- 1.2a | Les problématiques sur notre planète
- 1.2b | Petite histoire : les engagements des Etats
- 1.2c | La politique énergétique en France

2. Parler d'énergie 09

2.1 D'où vient l'énergie ?

- 2.1a | L'origine de l'énergie sur Terre
- 2.1b | Les sources d'énergies
- 2.1c | Les énergies fossiles
- 2.1d | L'énergie nucléaire
- 2.1e | Les énergies renouvelables
- 2.1f | Expérience : comment faire tourner une hélice ?

2.2 D'une énergie à une autre

- 2.2a | L'énergie primaire et secondaire
- 2.2b | Les formes d'énergies et leur transformation d'énergie potentielle en énergie cinétique
- 2.2c | La transformation d'énergie suivant une chaîne énergétique
- 2.2d | Les transferts d'énergie

2.3 Mesurer l'énergie

- 2.3a | La force
- 2.3b | Le travail
- 2.3c | La puissance
- 2.3d | Expérience : "Trouver où se cachent les forces" ; l'eau, ça pousse !

3. Utilisation et 24 consommation des énergies

3.1 Energie produite et énergie utilisable

- 3.1a | Energie primaire et énergie finale
- 3.1b | Energie utile
- 3.1c | Les pertes de chaleur

3.2 Le parcours de l'énergie électrique jusqu'à la maison

- 3.2a | De la production à l'acheminement de l'électricité
- 3.2b | Le stockage de l'énergie électrique

3.3 Energie et environnement

- 3.3a | Les gaz à effet de serre
- 3.3b | L'empreinte écologique

3.4 Solutions d'avenir et durables

4. Glossaire 32

5. Ressources et bibliographie 34





1. Introduction

1.1 LA QUESTION DE L'ÉNERGIE : UNE DIMENSION COMPLEXE ET GLOBALE

L'augmentation des prix des énergies fossiles, la disponibilité des ressources et le changement climatique contribuent à une prise de conscience pour l'amélioration énergétique et pour la maîtrise de la demande en énergie. Nous-même et le monde qui nous entoure, vivons grâce à l'énergie que nous utilisons, transformons ou consommons. Les besoins en énergie ont explosé avec l'industrialisation croissante, et les changements de modes de vie. Or la production et l'utilisation de l'énergie ont une influence importante sur le climat. Avec le réchauffement de la planète par le phénomène de l'effet de serre additionnel et ses changements climatiques, la question de l'énergie est aujourd'hui au cœur de toutes les réflexions et de l'actualité.

1.1a | Actualités autour de l'énergie

- **Ouest France : 2 avril 2012**

"Le CCAS veut lutter contre la précarité énergétique"

- **Ouest France : 6 avril 2012**

"Eoliennes en mer : Alstom va construire 4 usines à Cherbourg et à St Nazaire"

- **Le Monde : 20 mars 2012**

"Précarité énergétique : un problème devenu structurel"

- **The Independent : 11 avril 2012**

"Feldheim : un hameau balayé par les vents du changement"

Ces grands titres nous montrent l'envergure des interrogations et des choix auxquels aujourd'hui toutes les échelles des sociétés sont confrontées. Ils nous interrogent chacun sur la prise en compte des défis de l'humanité, sur les priorités choisies par les sociétés, l'histoire et les avancées scientifiques et technologiques. Car la question de l'énergie est cruciale, complexe et globale.

1.1b | L'énergie en trois questions

- **Pourquoi la question de l'énergie est-elle cruciale ?** Car elle met aujourd'hui en avant la non durabilité de notre mode de consommation d'énergie pour l'avenir.
- **Pourquoi est-elle complexe ?** Elle touche tous les découpages administratifs de nos sociétés : gouvernement, entreprises, collectivités, individus.
- **Pourquoi est-elle globale ?** Elle implique tous les hommes sur l'ensemble des continents.





1. Introduction

1.2 LE CONTEXTE À L'ÉCHELLE DE LA PLANÈTE ET EN FRANCE

1.2a | Les problématiques sur notre planète

L'humanité est déjà confrontée à quatre événements, que les scientifiques décrivent comme des pics :

- **Le pic démographique** : nous sommes 7 fois plus nombreux sur Terre qu'il y a deux siècles et nous allons passer de 6 à 9 milliards d'habitants d'ici 2050.
- **Le pic de pollution** avec les conséquences en termes d'évolution de nos environnements et de santé. L'air que l'on respire contient 30% de plus de CO₂ qu'avant 1850.
- **Le pic de disponibilité des ressources** nécessaires à la vie. L'agriculture engloutit la majorité (70%) de l'eau douce consommée dans le monde.
- **Le pic de biodiversité** et la disparition d'espèces vivantes. L'indice Planète vivante sert à mesurer la biodiversité mondiale : celui-ci a chuté de 30% entre 1970 et 2000.

Les questions qui préoccupent nos sociétés et nos générations sont : comment prendre en compte ces événements dans notre mode de vie et quelles actions mettre en place ? Sans doute par la maîtrise de l'énergie avec des productions plus diversifiées, une consommation inférieure d'énergie et de meilleures connaissances sur ce thème.

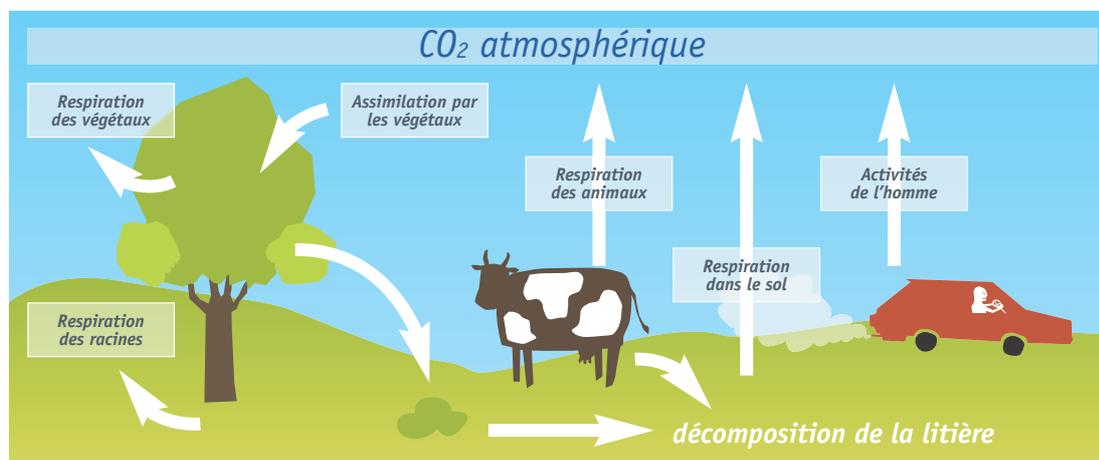


Le saviez-vous ?

Les besoins de l'homme et les activités humaines qui en découlent sont en lien direct avec le changement climatique global.

Les scientifiques ont démontré que la déforestation, les pratiques agricoles et la combustion des ressources fossiles génèrent plus de CO₂ que les océans et les forêts ne peuvent en absorber. Ces activités et besoins influent sur le réchauffement climatique, l'alimentation, le cycle du carbone (voir schéma ci-dessous) et les font interagir.

Le cycle du carbone





1.2b | Petite Histoire : les engagements des Etats

À l'international, face au dérèglement et au réchauffement climatiques, les Etats se mobilisent.

- **Le Protocole de Kyoto ou la prise de conscience de 1997**

Le Protocole de Kyoto vise à lutter contre le changement climatique en réduisant les émissions de gaz carbonique. Le Sommet de la Terre, à Rio en 1992, a marqué la prise de conscience internationale du risque de changement climatique. Les Etats les plus riches, pour lesquels une baisse de croissance ne semblait plus supportable et qui étaient en outre responsables des émissions les plus importantes, y avaient pris l'engagement de stabiliser en 2000 leurs émissions au niveau de 1990. C'est le Protocole de Kyoto, en 1997, qui traduit cette volonté en engagements quantitatifs juridiquement contraignants, par un accord international : **réduire de 5% les émissions de gaz à effet de serre, d'ici à 2012 par rapport à 1990.**



- **La conférence de Copenhague : une conférence internationale pour la maîtrise des émissions de gaz à effet de serre**

En 2009, l'accord de Copenhague a fixé un texte d'orientations à l'échelle planétaire sur le changement climatique et les réductions des émissions.

En 2010, l'accord de Cancun a défini les bases pour un accord contraignant au niveau international. La conférence de Durban en 2011, s'est interrogée sur l'avenir du Protocole de Kyoto qui s'arrête en 2012. Tous les pays se sont mis d'accord sur la nécessité d'un futur accord international de réductions d'émission de gaz à effet de serre, qui sera adopté en 2015 et effectif en 2020.

Le saviez-vous ?

La durée de vie du CO₂ dans l'atmosphère est d'environ 100 ans.

L'Union européenne s'est engagée à réduire les émissions de gaz à effet de serre de 8%. Les Etats-Unis (4% de la population mondiale) n'ont pas voulu ratifier l'accord de Kyoto, alors qu'ils émettent 25% du CO₂ de la planète.

Pour stabiliser le climat, il faudrait réduire les émissions de gaz à effet de serre de 50% d'ici 2050 par rapport à 1990.





1. Introduction

1.2c | La politique énergétique en France

En France, les gouvernements successifs ont mis en place le Plan climat et le Grenelle de l'environnement.

• Le Plan climat

Le Plan Climat 2004-2012 définit les actions nationales de prévention du changement climatique avec, en perspective, de réduire par 4 nos émissions de gaz à effet de serre d'ici 2050 : cette perspective est appelée facteur 4. Il regroupe des mesures dans tous les secteurs de l'économie et de la vie quotidienne des français.

Loi POPE (Programme fixant les Orientations de la Politique Énergétique) du 13 juillet 2005 : cette loi, stratégie nationale, inscrit "la lutte contre le changement climatique comme une priorité de la politique énergétique".

Les plans climat territoriaux sont des adaptations du plan climat au niveau d'un territoire. Ils permettent aux collectivités d'identifier les principales activités responsables des émissions des gaz à effet de serre de façon à déployer des actions d'amélioration.

• Le Grenelle de l'environnement

Le Grenelle de l'environnement est un ensemble de rencontres politiques organisées en France en octobre 2007, pour prendre des décisions à long terme en matière d'environnement et de développement durable. La problématique de l'énergie a été au cœur des échanges, des groupes de travail et des ateliers, pour aboutir aux lois du Grenelle. Ces lois de Grenelle portent sur l'engagement national pour l'environnement et qui s'organise en mesures portant sur 6 thèmes :

- Bâtiments et urbanisme,
- Transports,
- Énergie (mesures en faveur de la réduction de la consommation énergétique et de la prévention des gaz à effet de serre (GES), dispositions en faveur des énergies renouvelables),
- Biodiversité,
- Risques, santé, déchets,
- Gouvernance.

La loi de Grenelle II décline et fixe les objectifs à atteindre secteur par secteur.



En conclusion...

La politique énergétique française répond donc à quatre objectifs principaux :

1. *Contribuer à l'indépendance énergétique nationale et garantir la sécurité d'approvisionnement.*
2. *Mieux préserver la santé humaine et l'environnement, notamment en luttant davantage contre l'aggravation de l'effet de serre.*
3. *Assurer un prix compétitif de l'énergie.*
4. *Contribuer à la cohésion sociale et territoriale en garantissant l'accès de tous les Français à l'énergie.*

POUR ALLER PLUS LOIN...

- www.legrenelle-environnement.fr
- www2.ademe.fr : document : regards sur le grenelle
- "Le développement durable à petits pas", Actes sud junior.





2. Parler d'énergie

L'énergie c'est la capacité d'exercer une force, de produire quelque chose en effectuant un travail.
Énergie = du grec : energeia, "force en action"

Qu'est-ce que l'énergie ? C'est le moteur du monde, présente dans toute la matière, elle est indestructible.
Qu'est-ce que la matière ? La matière est tout ce qui existe. La matière est une forme d'énergie.

Avec l'énergie, nous pouvons créer un mouvement en déplaçant un objet, transformer la matière, fournir de la chaleur...

L'énergie est parfois visible, comme lorsque le soleil brille ou lorsqu'un feu est incandescent, mais elle est le plus souvent invisible, comme par exemple une roche chaude ou froide, qui a le même aspect à l'œil, sa température est par contre différente.

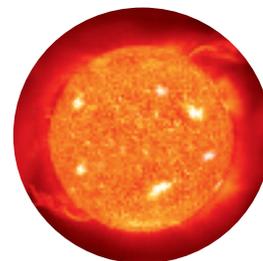
L'énergie ne meurt pas, elle se recycle constamment en d'autres formes.

Un arbre dans un paysage a une énergie invisible, lorsqu'il brûle et est détruit, alors l'énergie qu'il libère en brûlant se transforme sous forme de chaleur et de lumière.

2.1 D'OÙ VIENT L'ÉNERGIE ?

2.1a | L'origine de l'énergie sur Terre

D'après les scientifiques, l'énergie vient essentiellement du Soleil, qui agit comme une batterie et fait fonctionner notre monde.



À l'exception des sources nucléaire et géothermique, la plupart des sources d'énergies disponibles sur Terre, se sont accumulées au cours des temps géologiques. Cette reconstitution est possible grâce à l'énergie reçue du Soleil, car la lumière ou les rayonnements du Soleil portent et sont de l'énergie.



Le saviez-vous ?

La puissance rayonnée par le Soleil provient des réactions nucléaires de fusion qui se produisent en son sein. La Terre n'en reçoit qu'une faible partie, dont plus de la moitié est immédiatement réfléchi.

Mais ce reste de rayonnement solaire est utilisé par les plantes terrestres ou aquatiques lors des réactions de photosynthèse, ou contribue à l'échauffement du sol, de l'air, ou de l'eau.

L'énergie rayonnée par le Soleil et qui n'est pas réfléchi, permet ainsi la constitution des réserves d'énergies musculaire et fossile, de l'énergie éolienne avec les vents, de l'énergie hydraulique par les cours d'eau, par le "jeu" du cycle de l'eau.





2. Parler d'énergie

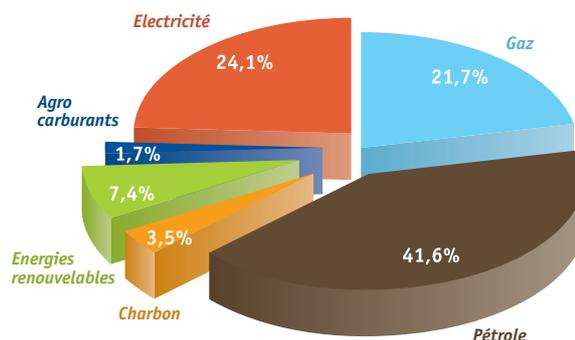
2.1b | Les sources d'énergies

Qu'est-ce qu'une source d'énergie ? C'est l'ensemble des réserves naturelles d'une forme d'énergie.

Les sources d'énergie sont organisées en 2 groupes : les sources d'énergie extraites du sous-sol, fossiles et nucléaire, et les sources d'énergies renouvelables.

L'homme a depuis toujours utilisé l'énergie que la nature lui fournit directement. Quelle est la répartition des sources d'énergie en France ?

Les formes d'énergie dans la consommation finale en France en 2010 (en % non corrigé du climat)



2.1c | Les énergies fossiles

Elles sont constituées des combustibles carbonés extraits du sous-sol : pétrole, charbon, tourbe, hydrocarbures gazeux. On les appelle fossiles car ces gisements se sont formés au cours des temps géologiques (des centaines ou dizaines de millions d'années) à partir de matières vivantes accumulées et décomposées enfouies dans le sol, comme le phytoplancton et la flore continentale. Leurs réserves sont de moins en moins disponibles.



- **Le charbon** : il se forme par la décomposition de débris végétaux et la transformation de ces débris en roche sédimentaire constituée de 60 à 90% de carbone. Ce processus nécessite plusieurs centaines de millions d'années.



- **Le pétrole** : il se forme, par transformation sous l'effet de la chaleur, de matières organiques mêlées à de la boue et du sable pendant des dizaines de millions d'années. Il existe beaucoup de dérivés de pétroles qui sont utilisés comme sources d'énergie (le mazout, le gazoil...).



- **Le gaz** : le gaz provient de la lente décomposition de micro-organismes végétaux et animaux pendant des millions d'années.



Le saviez-vous ?

Les sources fossiles constituent aujourd'hui l'essentiel des ressources énergétiques utilisées, principalement dans les centrales thermiques pour produire de l'électricité mais aussi pour le chauffage. Elles émettent des gaz (déchets : oxyde de soufre et d'azote d'hydrocarbures et aérosols).





2.1d | L'énergie nucléaire



Elle est constituée par les réserves de minerais d'uranium présentes dans l'écorce terrestre (symbole U). La fission d'un gramme d'uranium ou de plutonium produit plus d'énergie que la combustion d'une tonne de pétrole. Aujourd'hui, les chercheurs travaillent sur un nouveau procédé de "fusion" qui utilise les éléments de lithium (Li) et d'hydrogène (H) comme sources d'énergie.



Le saviez-vous ?

L'énergie nucléaire est utilisée dans les centrales thermiques nucléaires lors de réaction de fission, pour produire de l'énergie électrique. Elle génère des déchets radioactifs, qui contiennent des éléments dont la radioactivité est trop importante pour autoriser leur rejet, et qui peuvent présenter des risques pour l'homme et l'environnement et conduisent à la mise en place d'une gestion particulière et très contrôlée de leur devenir.

2.1e | Les énergies renouvelables

Elles sont appelées ainsi car elles sont issues de phénomènes naturels réguliers ou, provoqués par le soleil, la lune et la terre. Ce sont des énergies qui se renouvellent suffisamment vite pour qu'elles puissent être considérées comme inépuisables à l'échelle de l'homme. Les énergies renouvelables peuvent modifier localement l'écosystème dans lequel elles sont installées (exemple : un barrage hydraulique).



- **La géothermie** : elle consiste à exploiter l'énergie (chaleur) contenue dans le sol, comme par exemple les nappes d'eau chaude situées à des profondeurs de l'ordre de 1 000 m à 2 000 m. Ces eaux chaudes sont chauffées par la radioactivité naturelle de notre planète (magma à haute température). La géothermie est utilisée dans les installations de chauffage et quelques centrales électriques géothermiques, par des forages qui récupèrent la vapeur et la transforment en électricité par une turbine. On distingue aussi la géothermie basse température : récupération d'eau à 80°C entre 800 m et 1 500 m de profondeur pour le chauffage.



- **L'hydraulique** : L'énergie de l'eau se trouve dans les lacs, les cours d'eau (barrage et usine hydroélectrique), les marées (usine marémotrice). Cette énergie est transformée en énergie électrique.



- **La biomasse** : Il s'agit principalement de l'énergie biochimique emmagasinée dans les plantes au cours du phénomène de photosynthèse. Elle est utilisée par combustion (bois ou biocarburant). La source est reconstituée par culture.





2. Parler d'énergie



- **Le Soleil** : L'énergie du Soleil trouve son origine dans les réactions nucléaires qui s'y produisent. Il existe deux modes possibles d'utilisation de l'énergie solaire : le mode thermique à rayonnement solaire chauffe de l'eau circulant dans un serpentin, et le mode photovoltaïque à énergie lumineuse est directement convertie en énergie électrique dans des cellules.



- **L'éolien** : Le vent (les déplacements d'air) met en rotation une hélice couplée à un alternateur afin de produire de l'énergie électrique. L'éolienne peut être implantée sur terre, mais aussi en mer (éolien off-shore).



Le saviez-vous ?

L'énergie solaire, comme l'énergie électrique, ne peut être stockée : elle est transférée en permanence du Soleil à la Terre.

La Basse-Normandie possède le deuxième potentiel éolien de France, derrière la Bretagne.



POUR ALLER PLUS LOIN...

- www.cea.fr/jeunes/themes/l_energie
- www2.ademe.fr
- <http://ecocitoyens.ademe.fr/>

2.1f | Expérience : comment faire tourner une hélice ?

Autrefois les hommes utilisaient principalement les sources d'énergie renouvelable pour exploiter l'énergie. À vous de tester...

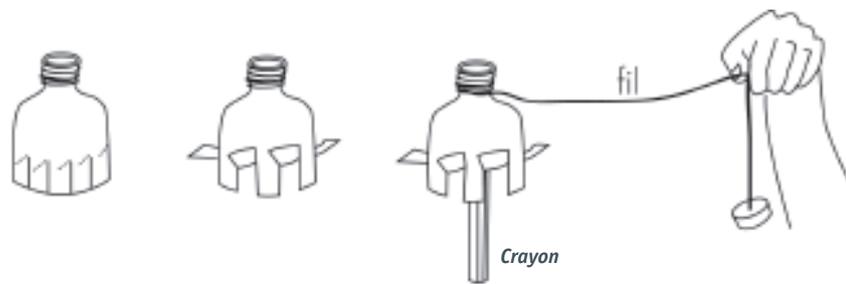
• Le matériel

- 1 bouteille en plastique avec son bouchon - 1 bouchon de bouteille plastique - 1 crayon - des ciseaux - de la ficelle fine - 1 compas

• L'expérience

1. Découpe le haut de la bouteille en plastique à environ 10 centimètres du haut. Avec les ciseaux, coupe la bague qui entoure le goulot puis pratique une série d'incisions parallèles dans la bouteille, comme l'indique le dessin. Replie les ailes en veillant à ce qu'elles aient la même inclinaison.
2. Perce le bouchon isolé en son centre avec une pointe de compas. Attache une extrémité de la ficelle sur le goulot de la bouteille, au-dessous du bouchon, à la place de la bague. Attache l'autre extrémité au bouchon en la passant dans le trou.





3. Place ton hélice sur la pointe du crayon de façon qu'elle tourne librement et tiens-la sous le filet d'eau d'un robinet en tenant la ficelle en son milieu, non tendue, à l'horizontale.
4. Ferme le robinet, déroule la ficelle puis souffle au-dessus de l'hélice. Recommence à nouveau, cette fois en poussant l'hélice du doigt.



Quelles sont les énergies qui ont permis de faire tourner l'hélice et de remonter le bouchon ?

• L'explication

Tu as utilisé trois façons de faire tourner l'hélice, enrouler la ficelle et ainsi faire remonter le bouchon : ton doigt est actionné par tes muscles ; ton souffle provoque un déplacement d'air, comme du vent ; enfin, l'eau est attirée vers le bas à cause de l'attraction terrestre.

Ces trois actions permettent d'effectuer le même travail, faire tourner l'hélice. Pour accomplir un travail, il faut de l'énergie, ce qui signifie en grec "force en action". Dans l'expérience, tu as utilisé trois sources d'énergie : l'énergie musculaire, l'énergie du vent (énergie éolienne) et l'énergie de la gravité (qui cause le poids de l'eau).

• Les applications

On distingue différentes formes d'énergie : **l'énergie mécanique** qui provoque le mouvement comme dans l'expérience (l'énergie hydraulique utilise le mouvement de l'eau et l'énergie éolienne utilise le déplacement du vent), **l'énergie thermique** (la chaleur d'un feu de bois par exemple), **l'énergie électrique** que l'on peut voir lorsque les éclairs déchirent le ciel ou que l'on trouve dans une pile, **l'énergie nucléaire** qui est dégagée par les forces qui retiennent entre eux les particules du noyau des atomes, **l'énergie chimique** produite par des réactions chimiques telles que la combustion du gaz d'une cuisinière ou la production d'électricité dans une pile, **l'énergie lumineuse** dégagée par le Soleil ou une ampoule.

Chaque forme d'énergie peut être obtenue par plusieurs sources, comme on l'a vu dans l'expérience.



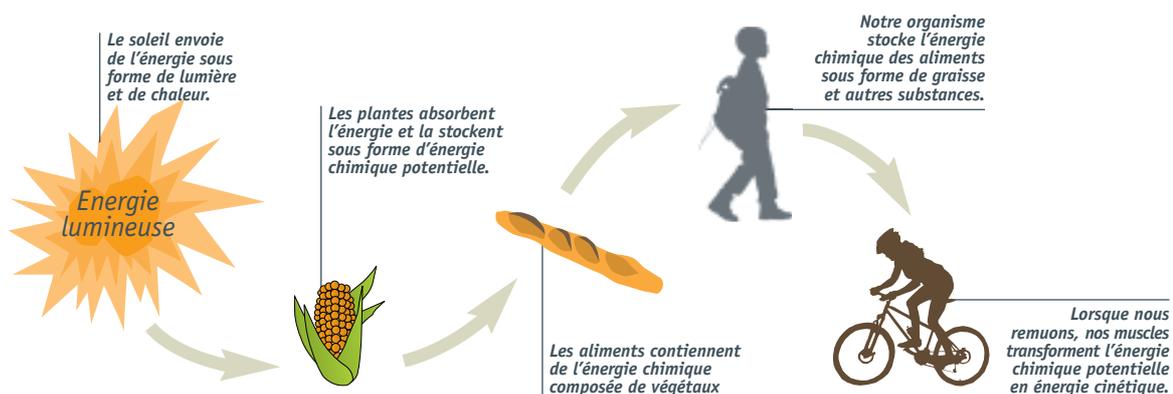


2. Parler d'énergie

2.2 D'UNE ÉNERGIE À UNE AUTRE

L'énergie est le moteur de notre monde. Elle est partout, en nous et aussi autour de nous. Tout ce qui vit, fonctionne, évolue, nécessite de l'énergie.

Quand l'énergie du Soleil passe à l'homme et nous fait vivre...



Le fonctionnement des installations industrielles, et des transports ne peut avoir lieu sans énergie.

Les phénomènes physiques à l'œuvre dans les étoiles mettent en jeu des quantités d'énergie gigantesques.

Le soleil fournit aux plantes l'énergie nécessaire à la photosynthèse.

Les aliments apportent aux animaux et à l'homme, l'énergie nécessaire pour vivre, se développer et exercer leurs activités. Nos muscles transforment le glucose du sang et les graisses emmagasinées dans le corps grâce aux aliments que nous digérons, en une énergie utile pour le fonctionnement de notre corps.



Le saviez-vous ?

L'énergie peut passer d'un système à l'autre, d'une forme à l'autre. Quand elle est perdue par un système, elle est gagnée par un autre.



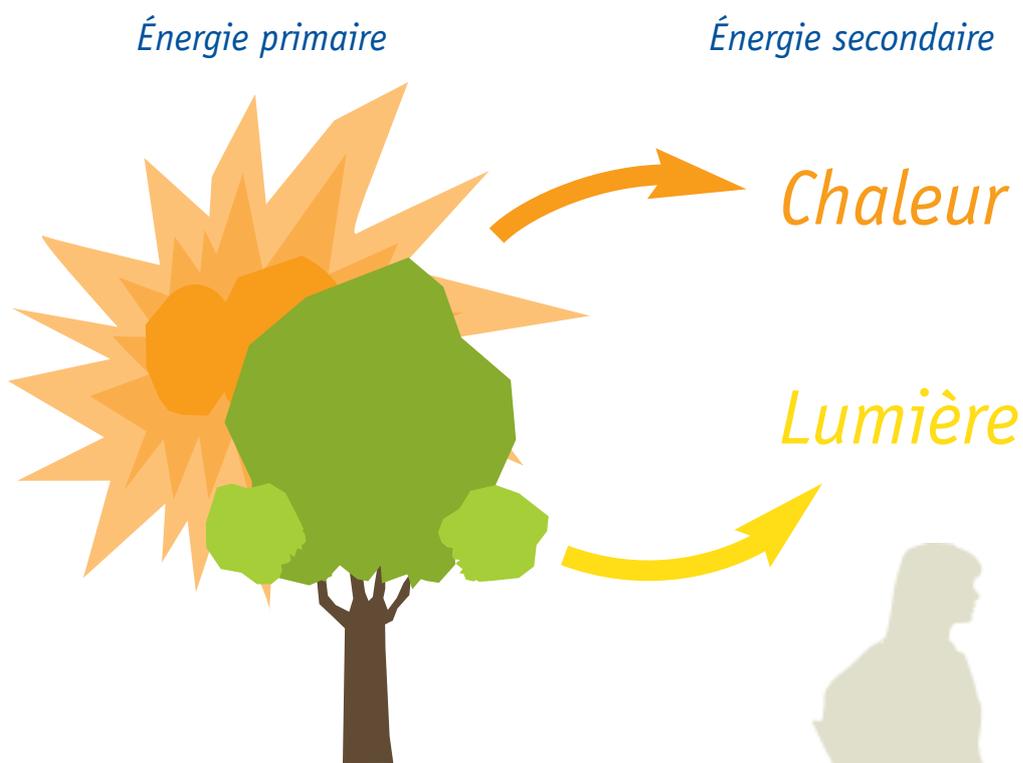


2.2a | L'énergie primaire et l'énergie secondaire

L'homme a toujours utilisé l'énergie dont il disposait via la nature. Avec le temps, il a inventé des machines et des procédés. Et il a appris à exploiter différemment cette énergie pour ses besoins.

L'énergie qu'il utilisait, était dite **énergie primaire** car issue directement de la nature sans transformation de sa part. De nos jours, l'homme peut transformer cette énergie primaire en **énergie secondaire** : créer un réservoir d'énergies nouvelles issues de la transformation d'énergie primaire. Certaines énergies secondaires, comme l'électricité, sont difficilement stockables.

Un végétal a emmagasiné, en son sein, une énergie primaire invisible. S'il brûle, il libérera des énergies secondaires sous forme de chaleur et de lumière.

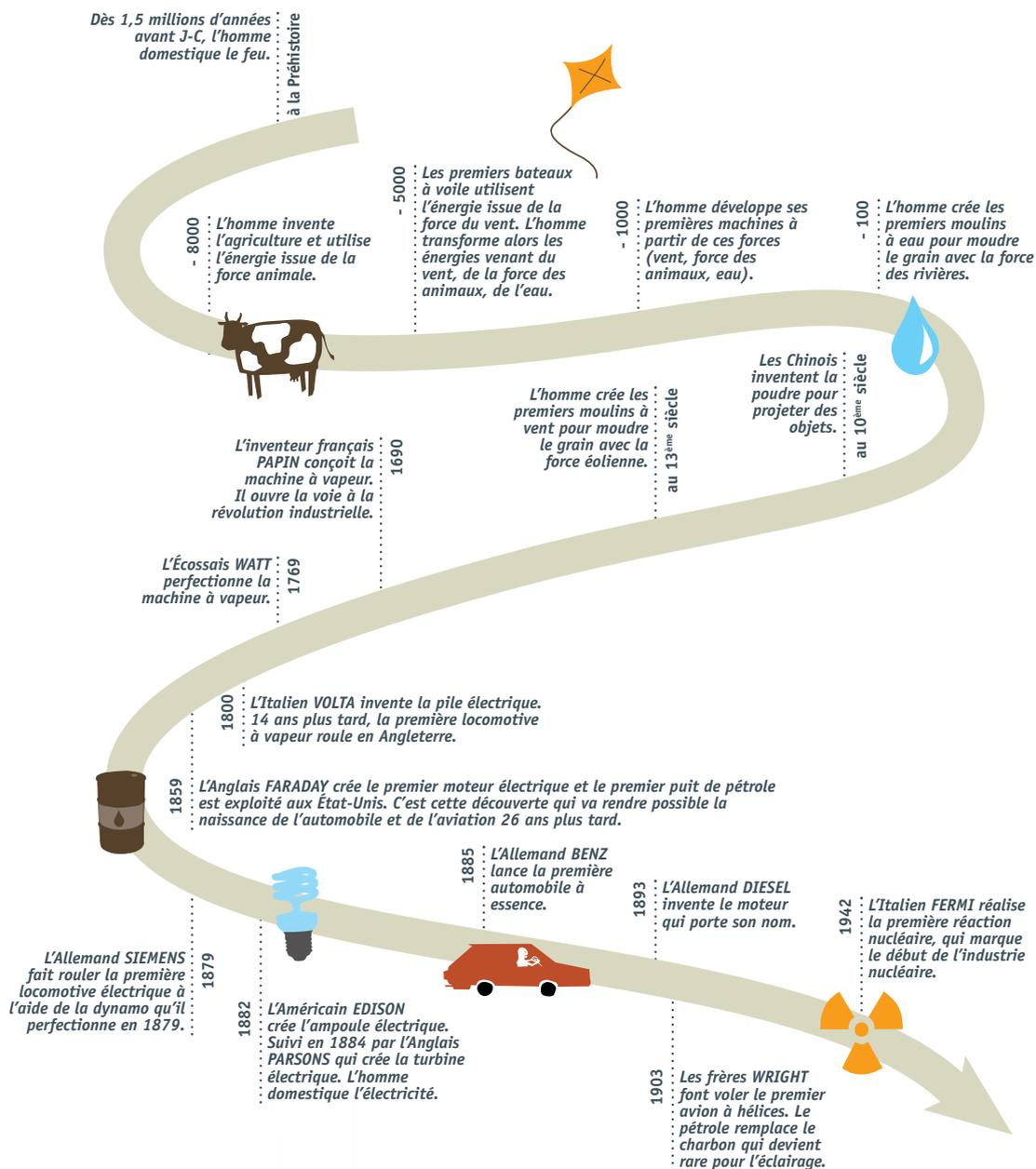




2. Parler d'énergie

• Histoire de l'homme, des sciences et... de l'énergie

Au cours des siècles, l'homme a découvert des moyens de transformer une énergie en une autre, puis il a inventé des machines pour exploiter ces énergies et les faire travailler à son profit.

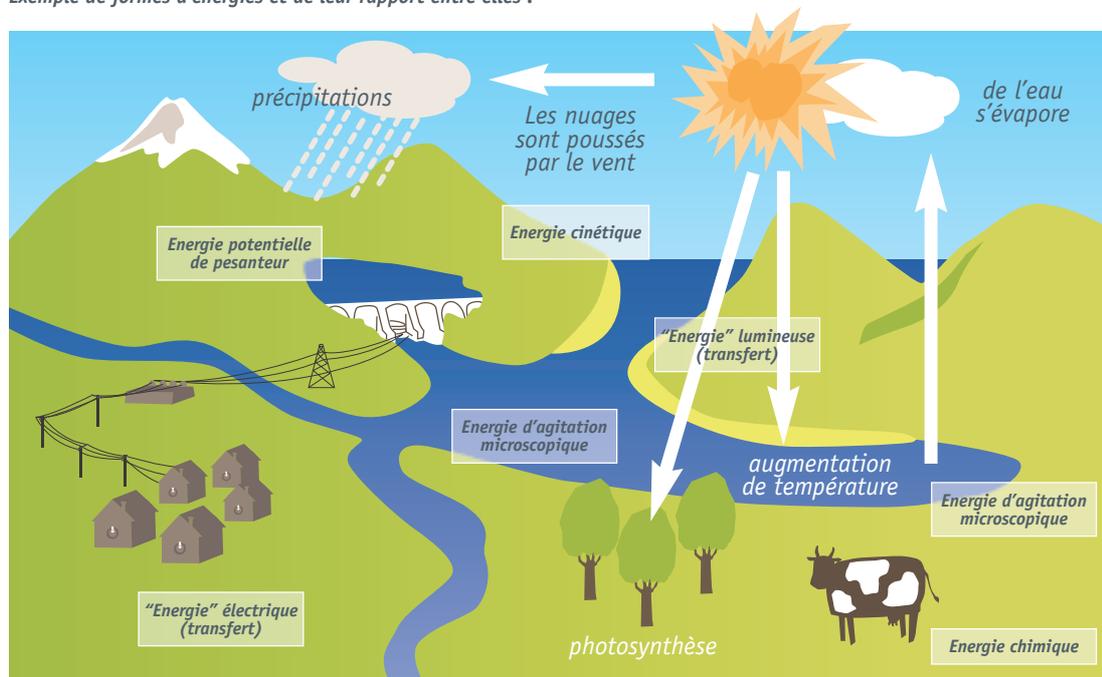




2.2b | Les formes d'énergies et leur transformation d'énergie potentielle en énergie cinétique

L'énergie peut prendre des formes diverses et faire des va-et-vient entre celles-ci.

Exemple de formes d'énergies et de leur rapport entre elles :



Il existe comme principales formes d'énergies : l'énergie cinétique et l'énergie potentielle.

L'énergie potentielle et l'énergie cinétique se convertissent continuellement l'une en l'autre en fonction de la situation des objets. Elles se transforment à l'infini, car l'énergie est toujours conservée dans notre univers (c'est-à-dire que l'énergie n'est ni créée, ni détruite).





2. Parler d'énergie

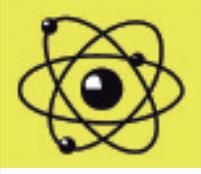
Exemple de formes d'énergie et de leur transformation d'énergie potentielle en énergie cinétique

• L'énergie potentielle

L'énergie potentielle est l'énergie en réserve, prête à servir. Elle détient la capacité ou le potentiel d'exécuter une action à venir. Il existe différentes catégories d'énergie potentielle.

• L'énergie cinétique

L'énergie cinétique est l'énergie active associée au mouvement. Un objet en mouvement ou une action renferme de l'énergie cinétique. Il existe différentes catégories d'énergie cinétique...

De position ou de pesanteur		Un wagon au sommet d'un rail, de par sa position, à un fort potentiel d'énergie...	Mouvement		Quand cette énergie est convertie en énergie cinétique de mouvement, elle permet au wagon de dévaler la pente et de prendre de la vitesse.
Électrique		De l'énergie électrique s'accumule lorsque les nuages d'orage se créent. Les nuages détiennent alors une énergie électrique potentielle...	Électrique		Cette énergie est transformée en un courant électrique (énergie électrique cinétique) que l'on voit sous forme d'éclairs.
Mécanique (ou élastique)		Lorsqu'une modification physique entraîne l'accumulation d'énergie, on parle d'énergie mécanique (ou élastique). Un arc bandé détient l'énergie potentielle d'envoyer une flèche tout comme une corde d'instrument retenu détient une énergie convertible en énergie sonore...	Acoustique		Une fois relâchée, la corde vibre et l'énergie potentielle se transforme en son (énergie cinétique acoustique).
Nucléaire		L'énergie nucléaire se base sur la disparition et la création de certains noyaux atomiques. L'énergie emmagasinée dans les noyaux par les liaisons, constitue l'énergie nucléaire.	Lumineuse		La lumière est constituée d'ondes électriques et magnétiques qui se déplacent entre deux points en véhiculant de l'énergie (énergie cinétique lumineuse).
Chimique		L'énergie chimique est contenue dans les liaisons des éléments. Lors d'une réaction chimique, les réactifs se transforment en produits. Ceux-ci détiennent leurs propres énergies chimiques du fait de leurs propres liaisons. Ainsi le gaz contient une énergie chimique potentielle.	Thermique		Lorsque l'on allume un feu de gazinière, l'énergie contenue dans le gaz (énergie potentielle chimique) est transformée en énergie cinétique thermique. En effet, les molécules d'eau de la casserole s'agitent rapidement.



Le saviez-vous ?

L'énergie d'agitation microscopique est l'énergie emmagasinée à l'échelle microscopique. Elle existe sous forme cinétique ou potentielle, et sa forme d'énergie dépend alors de la variation de sa température.

Par exemple, de l'eau mise à bouillir dans un autocuiseur existera sous forme liquide puis sous forme gazeuse avec la vapeur d'eau. Cette vapeur d'eau est alors constituée de molécules d'eau en mouvement d'agitation incessant, et l'énergie cinétique microscopique de la vapeur d'eau va augmenter avec sa température.





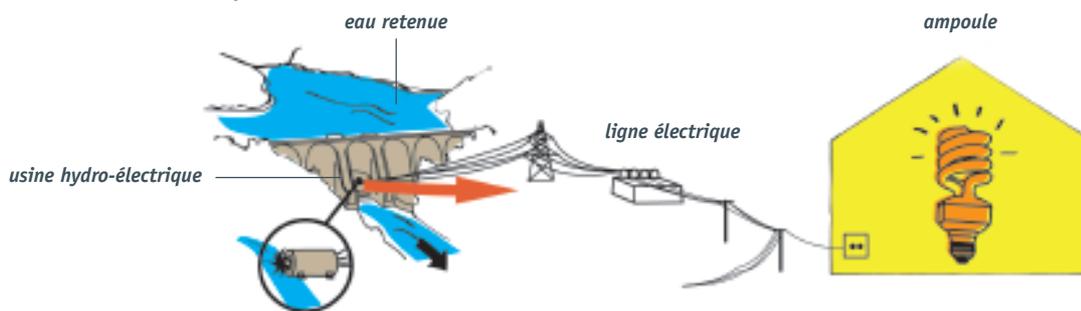
2.2c | La transformation d'énergie suivant une chaîne énergétique

Nous avons déjà exploré les sources d'énergie et ses différentes formes. Nous savons que l'énergie peut changer de formes et se déplacer, du fait de la **notion de conservation de l'énergie**.

Qu'est-ce que la conservation de l'énergie ? À chaque transformation, une partie de l'énergie qui se transforme est "perdue" pour le système qui évolue (changement de température, de position, d'état...), mais se déplace sous une autre forme dans l'univers.

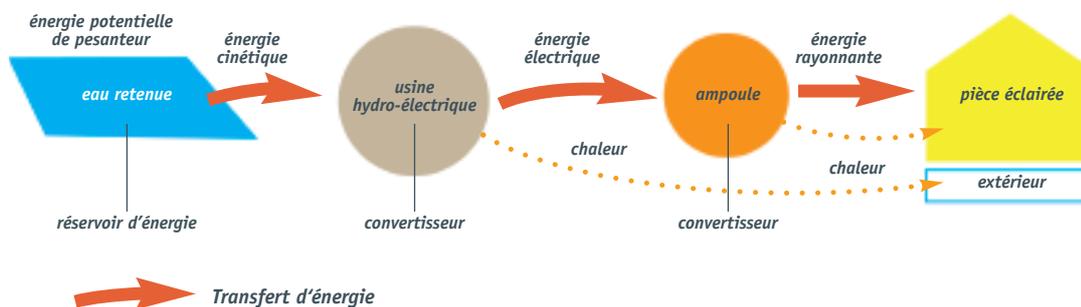
Zoom sur une chaîne énergétique "De la centrale à l'ampoule"

De la centrale à l'ampoule



Chaîne énergétique

*"Rien ne se perd,
rien ne se crée,
tout se transforme."
Antoine Laurent
de Lavoisier
(1743-1794,
savant français,
créateur de la
chimie moderne).*



Entre le **réservoir d'énergie** nécessaire au fonctionnement d'un dispositif et celui-ci, se succèdent généralement plusieurs **convertisseurs** entre lesquels s'effectuent des transferts d'énergie. Ici, le convertisseur de l'usine hydroélectrique est l'association d'une turbine hydraulique et d'une génératrice. On appelle les conversions de l'énergie et ces transferts : des **chaînes énergétiques**.





2. Parler d'énergie

2.2d | Les transferts d'énergie

L'énergie peut se transférer d'un système à un autre, elle se déplace suivant différents modes : rayonnement, convection, conduction.

Ces transferts d'énergie peuvent avoir lieu par l'intermédiaire de la matière ou non. Il peut donc y avoir des transferts d'énergie dans le vide. Ce domaine d'études des déplacements et transferts d'énergie s'appelle la **thermodynamique**.



• Le transfert par rayonnement

Un objet exposé au soleil reçoit de l'énergie par rayonnement et sa température augmente. Il n'y a pas dans cet exemple de support matériel (de matière) pour le transfert d'énergie qui est fait par des ondes, de même nature que la lumière (ondes électromagnétiques). *Comme le pain qui grille dans un grille-pain.*

• Le transfert par convection

L'écart de température naturel ou forcé, entre différents points, pour un fluide (gaz ou liquide) entraîne des mouvements de déplacements de matière qui le constitue. Le transfert énergétique est alors assuré par échange de matière entre fluides ou entre gaz. *Comme l'action du brûleur d'une montgolfière qui chauffe l'air.*



• Le transfert par conduction

Par contact et différence de température, les objets liquides, solides ou gazeux se transfèrent de l'énergie. *Comme une casserole sur le feu.*



2.3 MESURER L'ÉNERGIE

Les unités de mesure de l'énergie sont très nombreuses. Elles ont varié au cours du temps et leur définition est souvent liée au type d'énergie qu'elles mesurent.

Aujourd'hui, bien qu'au niveau international, **l'unité de mesure officielle soit le joule (J)**, d'autres unités sont utilisées par habitude :

- la kilocalorie (kcal) pour l'énergie contenue dans un repas,
- le kilowattheure (kWh) pour la consommation électrique.

Le Joule...

Unités de mesure de l'énergie	Une lampe basse consommation	Une tasse de café chaud	Une centrale nucléaire
L'unité de mesure de l'énergie s'appelle le Joule (J). Un Joule représente la quantité d'énergie nécessaire pour soulever 100 g à 1 m au-dessus du sol.	Consomme 11 J par seconde	Contient 34 000 J d'énergie	Produit 1 600 000 000 J par seconde

Les différents systèmes d'unités sont liés par des équivalences :

$$1 \text{ kWh} = 3\,600\,000 \text{ J} = 860 \text{ kcal}$$

Pour comparer les énergies, il est d'usage de les rapporter à l'énergie fournie par une tonne de pétrole brut qui brûlerait : **la tonne équivalent pétrole (tep)**.

$$1 \text{ tep} = 11,63 \text{ MWh} = 11\,630 \text{ kWh}$$

Un kWh correspond à la consommation d'un appareil électrique de mille Watts pendant une heure.

La notion d'énergie s'appuie sur d'autres notions ou concepts, définis en science, et qui sont : **la force, le travail et la puissance**. Toutes ces notions sont liées les unes aux autres.

2.3a | La force

Qu'est-ce qu'une force ? Une force traduit une interaction entre (au moins) deux objets ou systèmes, une action mécanique capable d'imposer une accélération, ce qui induit un déplacement ou une déformation de l'objet.

Un geste à tester pour comprendre : "frapper une balle avec une raquette".

Une raquette qui frappe une balle, produit sur la balle une interaction de contact, qui se décrit par le concept de force. Si la raquette frappe la balle, la balle frappe aussi la raquette, c'est la réciprocité des actions exercées.

Une interaction entre deux objets peut se manifester par la déformation de l'un ou des deux objets, la mise en mouvement de l'un ou des deux objets.



2. Parler d'énergie

2.3b | Le travail

Qu'est-ce qu'un travail ? Le travail, c'est le transfert d'énergie réalisé en exerçant une force dont le point d'action se déplace.

Pour comprendre : le travail mécanique est un transfert d'énergie qui a pour but de modifier la position ou la forme d'un objet, ou de le mettre en mouvement par rapport à une situation d'origine.

Exemple : la force utilisée par un haltérophile quand il soulève des poids est un travail mécanique qui utilise de l'énergie.

Le travail électrique sera le transfert d'énergie assuré par un courant électrique.



2.3c | La puissance

Qu'est-ce que la puissance ? La notion de puissance est définie comme une quantité d'énergie échangée par unité de temps. Elle s'exprime en watt (W) : 1 watt = 1 joule par seconde.

Un geste à tester pour comprendre : "frapper une balle avec une raquette".

La puissance sera la quantité d'énergie transmise à la balle sur la durée du coup de raquette.

On peut aussi dire que la puissance est la quantité d'énergie d'un système ramenée à la durée où l'énergie est utilisée ou fournie.

Le saviez-vous ?

Puissance...	Valeur...	Energie	Valeur...
Consommée par une lampe d'éclairage domestique	de 20 à 150 W	Nécessaire pour élever de 1°C la température d'une masse d'eau de 1 kg	4,18 kJ
Consommée par un promeneur sur le plat	≈ 200 W	Cinétique d'une balle de tennis au service	≈ 100 J
Fournie par un moteur d'automobile	de 25 à 150 kW	Nécessaire par jour aux fonctions vitales d'un homme de 70 kg	≈ 8 MJ
Fournie par un réacteur nucléaire	de 900 à 1300 MW	Produite par la combustion d'un litre d'essence	≈ 32 MJ
Du rayonnement produit par le soleil	≈ 4 x 10 ⁽²⁶⁾ W		

1 kilowatt (kW) = 1 000 watts (W)
 1 mégawatt (MW) = 1 million de watts (W)
 1 kilojoule (kJ) = 1 000 joules (J)
 1 mégajoule (MJ) = 1 million de joules (J)





2.3d | Expérience : “Trouver où se cachent les forces” ; l’eau, ça pousse

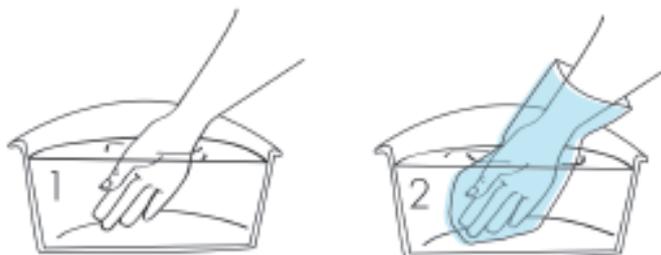
La matière et l’énergie sont liées : comment le ressentir pour comprendre ?

• Le matériel

- 1 grande cuvette remplie d’eau - 1 sac plastique transparent et sec

• L’expérience

1. Plonge ta main nue dans l’eau jusqu’au poignet. Tu ne ressens rien d’inhabituel.
2. Sèche ta main, puis mets-la dans le sac plastique sans le fermer hermétiquement au niveau du poignet. Plonge alors ta main avec le sac dans l’eau.



• Que remarques-tu ?

Le sac plastique se colle autour de la main et on sent ainsi que la main est repoussée de partout, de la droite et de la gauche, mais aussi vers le haut.

• L’explication

En s’enfonçant dans l’eau, la main a déplacé de l’eau qui cherche à reprendre sa place, cela crée une force. Il y a une interaction entre la main, le sac et l’eau.

La force de l’eau que tu ressens pousse vers le haut, chasse l’air du sac et le plaque sur ta main. Cette force permet aussi aux objets de flotter, cela s’appelle la poussée d’Archimède.

Tu peux renouveler l’expérience en essayant d’immerger une balle dans la cuvette d’eau.

• Les applications

L’eau exerce des forces, elle a donc de l’énergie. Cette énergie hydraulique est une énergie mécanique associée à une différence de niveau, d’une chute d’eau ou d’une rivière. Elle peut être transformée en électricité. De plus la question de l’énergie est de plus en plus étroitement liée à la question de la ressource de l’eau, comme ressource première, nécessaire à l’alimentation de la population humaine mais aussi exploitée pour créer de l’énergie.



POUR ALLER PLUS LOIN...

- www.encycleau.org.



3. Utilisation et consommation des énergies

L'Homme utilise et consomme de l'énergie dans toutes ses actions : au niveau de son métabolisme, pour se déplacer, pour alimenter les machines qui prennent place dans son quotidien, pour subvenir à ses besoins. En face, la nature (soleil, eau, vent, réserves d'énergies fossiles) lui fournit ses ressources.

3.1 ENERGIE PRODUITE ET ÉNERGIE UTILISABLE

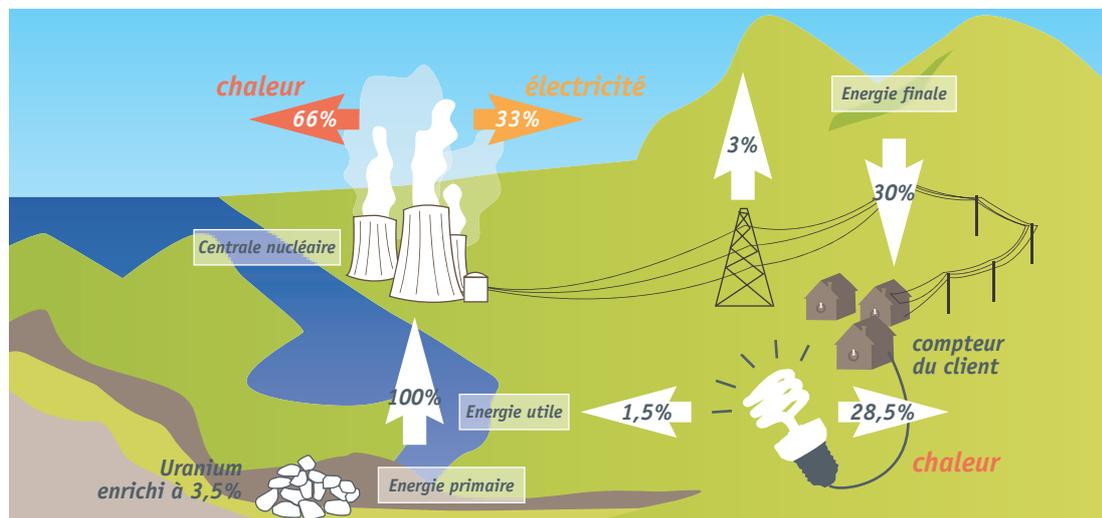
Des siècles de connaissances, de recherches, d'investissements et de consommation ont modifié notre rapport à l'énergie. Cependant, la problématique du réchauffement climatique nous incite à nous interroger sur l'adéquation entre nos consommations d'énergies, leurs modes de production, ainsi que les ressources disponibles sur notre planète.

L'homme consomme rapidement ce que la nature a mis des milliers, voire des millions d'années à créer.

L'énergie se transforme. Quand on a une ou plusieurs étapes (chaîne énergétique), on la qualifie selon de degré de conversion : primaire, secondaire, tertiaire...

On peut aussi trouver d'autres qualificatifs comme énergie finale, qui caractérise la dernière étape directement utilisable par l'homme, ou l'énergie utile, qui est la "vraie" énergie récoltée à partir de l'énergie finale.

Exemple d'une centrale nucléaire



3.1a | Énergie primaire et énergie finale

• Énergie primaire

La consommation d'énergie primaire correspond à la **quantité d'énergie prise dans la nature** pour mobiliser, transformer en forme utilisable et transporter l'énergie pour les utilisateurs.

Comme la définition prend en compte une consommation, on ne considère ici que l'énergie ayant fait l'objet d'échanges marchands ou d'autoconsommation identifiable. Une partie de l'énergie fournie par la nature, comme les rayonnements solaires, l'eau de pluie... n'est donc pas prise en compte.



Le saviez-vous ?

En 2010, la France a extrait 274 Mtep d'énergie primaire dont 136 Mtep provenant de l'importation.

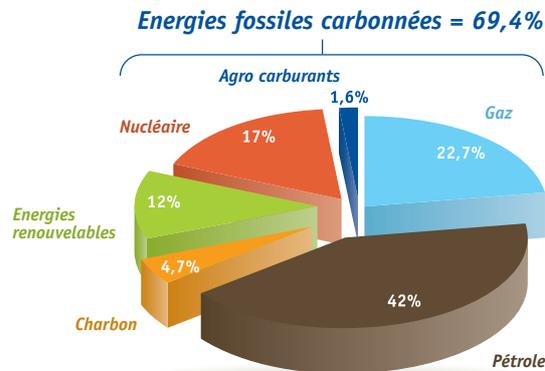
Environ 90 % de cette énergie puisée dans la nature provient de trois sources : l'uranium, le pétrole et le gaz naturel.

• Energie finale

C'est l'énergie mise à disposition pour le consommateur **sous forme utilisable**.

Elle se mesure directement lors des achats d'énergie du consommateur (exemple : litre de fioul, m³ de gaz, kilowattheure d'électricité). C'est donc la quantité d'énergie mesurée au compteur (électrique, gaz, pompe à essence).

Consommation d'énergie finale par source en France en 2006
(données DGEMP)



A l'échelle du monde, les énergies fossiles carbonnées représentent 79% de la consommation d'énergie finale, les énergies renouvelables 14% et le nucléaire 7%.

Le saviez-vous ?

En 2010, la France a utilisé ou consommé 266 Mtep d'énergie primaire.

Elle a consommé 158 Mtep d'énergie finale disponible aux usagers. On remarque qu'il existe une différence de 127 Mtep entre l'énergie primaire et l'énergie finale. Cela correspond aux pertes par la transformation et le transport de l'énergie, entre son prélèvement dans la nature et sa mise à disposition pour le consommateur.





3. Utilisation et consommation des énergies

3.1b | Energie utile

L'énergie utile est l'énergie dont dispose le consommateur, après transformation par ses équipements (chaudière, convecteurs électriques, ampoule électrique). La différence entre l'énergie finale et l'énergie utile tient essentiellement au rendement des appareils utilisés pour transformer cette énergie. Par exemple :

- rendement des moteurs : thermiques (20 à 35%), électrique jusqu'à 75%
- rendement dans un engrenage : 95%
- rendement global moyen d'une automobile en bon état : 25% tous facteurs confondus.



Le saviez-vous ?

Ramené à l'exemple de 2010, le système français énergétique a dégagé 274 Mtep d'énergie primaire, mais 135 Mtep correspondent à des pertes (sans correction du climat).

3.1c | Les pertes de chaleur

Si l'on parle dans le langage courant de perte d'énergie (ce qui est impropre selon la loi de conservation de l'énergie), c'est parce qu'une partie de l'énergie source ne peut être utilisée directement par le maillon suivant de la chaîne de conversion d'énergie car elle se transforme en énergie thermique (chaleur).

Pour simplifier, il existera toujours une perte d'énergie à chaque nouvelle transformation ou conversion d'énergie le long de la chaîne énergétique par rapport à l'utilisation souhaitée de cette énergie. Ainsi, un convertisseur (comme un rotor, un multiplicateur, une génératrice...) n'est jamais efficace à 100%, du fait des pertes de chaleur dues à la friction dans les roulements ou entre les molécules d'air, par exemples.



Le saviez-vous ?

En science, la chaleur est caractérisée par un transfert d'énergie d'agitation microscopique. S'il y a contact, ce transfert d'énergie peut se manifester par une variation de température des deux objets ou systèmes et ou, par un changement d'état physique. Exemple : la cire d'une bougie allumée.

Un bon conducteur de chaleur évacue l'énergie reçue, comme le cuivre ou la fonte, à l'inverse un isolant ne conduira pas la chaleur, comme la céramique ou le bois.





Pour comprendre : la situation française et son contexte

La France pourvoit à ses besoins énergétiques par l'importation de sources d'énergies fossiles (le gaz naturel et le pétrole). L'essentiel de cette énergie est alors transformé pour l'utilisation du consommateur par des centrales thermiques à faible rendement. Les énergies renouvelables représentent encore une minorité de sources d'énergie exploitées et elles se développent lentement.

Les 3/4 de la production d'électricité est faite dans des centrales thermiques à combustible de grande taille (nucléaire, ou fossile) éloignées des centres de consommation et d'habitation.

La chaleur alors dégagée pour produire l'électricité n'est pas utilisée pour produire de l'énergie utilisable, on parle alors de pertes.

Pour comprendre notre système de production énergétique, il faut aussi prendre en compte l'histoire du vingtième siècle qui a connu deux périodes :

- les chocs pétroliers de 1973 et 1979.
- le retour à des prix énergétiques faibles 1986-2001.

Aujourd'hui le prix des énergies fossiles tend à croître et on peut se demander si ce type d'énergie restera abordable face à l'augmentation de la consommation.



Le saviez-vous ?

Sur la période de 1973 à 2001 :

- *La consommation d'énergie finale a augmenté de 19%.*
- *Le PIB (produit intérieur brut : valeur de tous les biens et services produits en une année par pays) a augmenté de 86%.*
- *La consommation d'énergie primaire a augmenté de 50%.*





3. Utilisation et consommation des énergies

3.2 LE PARCOURS DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE JUSQU'À LA MAISON

3.2a | De la production à l'acheminement de l'électricité



- **Production** : L'énergie primaire est transformée en énergie électrique (courant électrique) par des :
 - centrales thermiques : nucléaire, fioul, gaz, charbon
 - centrales hydrauliques
 - fermes éoliennes
 - fermes solaires (à venir)



- **Transport** : réseau de transport haute tension. Lorsque le courant produit est injecté dans le réseau à une tension supérieure à 63 kv, il est "transporté" sur des lignes à très haute tension.



- **Distribution** : réseaux de distribution
Ce courant venant du réseau de transport passe par des :
 - transformateurs
 - boucles de distribution 20 kv
 - réseaux de distribution 410 V triphasé

Les réseaux de distribution sont la propriété des collectivités locales et généralement remis aux syndicats d'énergie (exemple : le SDEF dans le Finistère).

Mais le courant peut être produit localement (inférieur à 20 kv) :

- par des petites unités hydraulique, photovoltaïque. Il est alors injecté directement sur les boucles ou les réseaux de distribution suivant la tension.



- **Fourniture** :
Le fournisseur vend l'énergie au consommateur final à partir de sa production ou d'électricité négociée sur un marché.

Les hommes s'intéressent de plus en plus à l'impact écologique de la production d'électricité et pour cela au rendement et à la conservation de l'énergie libérée après sa production.

Il s'agit de minimiser les pertes, de choisir des sources de productions efficaces.

Afin de minimiser ces pertes, on peut aussi s'interroger sur la manière de stocker l'énergie.





3.2b | Le stockage de l'énergie électrique

Le stockage de l'énergie électrique pose question d'un point de vue technologique. Aujourd'hui les hommes ne savent pas stocker l'énergie électrique en grandes quantités.

C'est pourquoi, il appartient à chacun de réduire sa consommation individuelle en limitant le gaspillage, afin que l'énergie produite soit celle réellement nécessaire.



POUR ALLER PLUS LOIN...

- *Les risques liés à la production, au transport et au stockage de l'énergie :*
http://www.cite-sciences.fr/francais/ala_cite/science_actualites/sitesactu/

3.3 ENERGIE ET ENVIRONNEMENT

Comment consommons-nous l'énergie ? Quel est l'impact pour notre environnement ?

Quels sont nos besoins à satisfaire et les ressources disponibles en énergie ?

Quelles sont les limites technologiques, les orientations et l'impact de cette consommation sur tout ce qui nous entoure ?

Dans sa vie quotidienne, chacun utilise, consomme, transforme de l'énergie gratuite ou payante, soit dans ses activités, soit pour son métabolisme, à travers les transports, la consommation d'électricité, la consommation alimentaire...

À l'échelle du monde, certains pays produisent plus qu'ils ne consomment, comme la Russie. D'autres consomment plus qu'ils ne produisent, comme la France et l'Europe en général. D'autres, comme la Chine, consomment autant d'énergie qu'ils en produisent.



Le saviez-vous ?

En une seule seconde, la population mondiale consomme en énergie l'équivalent de 3 000 tonnes de pétrole.

Or, les principales disponibilités d'énergie utilisables par l'homme sont issues des sources d'énergies fossiles, génératrices d'importantes émissions de gaz à effet de serre, qui participent au réchauffement climatique.





3. Utilisation et consommation des énergies

3.3a | Les gaz à effet de serre

En fonction du type d'énergie fossile ou de ressource renouvelable utilisée dans une application, la consommation primaire d'énergie est accompagnée de production de gaz à effet de serre très variable. L'effet de serre anthropique (lié aux activités humaines) est un phénomène qui participe au réchauffement climatique.

Les principaux gaz à effet de serre émis par l'activité humaine sont :

- la vapeur d'eau (H₂O)
- le gaz carbonique (CO₂)
- le méthane (CH₄)
- le protoxyde d'azote (N₂O)
- les gaz fluorés

Quantités relatives de CO₂ émises lors de combustion...

Hydrogène	Gaz naturel	Propane	Butane	Alcool éthylique	Essence	Gazole	Benzène	Charbon
0	100	116	119	124	123	125	154	198

avec une base de 100 : combustion de gaz naturel

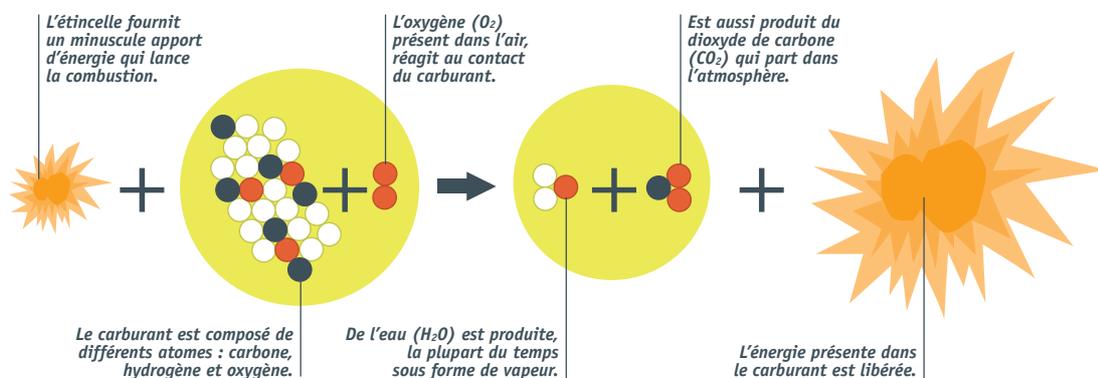
(Source : "Les Enjeux de l'énergie", juin 2009 - Éditions DUNOD - collection UniverSciences)

En effet la plupart des émissions de CO₂ sont dues à une **combustion**.

Mais contribuent en grande partie à l'effet de serre : la vapeur d'eau et les nuages, qui retiennent la chaleur.

Le saviez-vous ?

La combustion, c'est la réaction chimique d'un carburant qui brûle avec de l'oxygène, ce qui dégage du CO₂ et de l'énergie calorifique. Voir schéma ci dessous.



POUR ALLER PLUS LOIN : "L'EFFET DE SERRE"...

- Livret "Ce qu'il faut savoir sur l'effet de serre" / SDEC Energie
- Malle pédagogique "Un degré de plus" / AFPD-Ademe





3.3b | L'empreinte écologique

Pour se rendre compte de l'impact de nos activités, les hommes ont défini la notion d'empreinte écologique.

L'empreinte écologique est destinée à mesurer l'impact de l'activité de l'homme sur l'environnement. En fonction de ce que l'homme consomme, son empreinte écologique est calculée de manière symbolique, en nombre d'hectares utilisés pour produire les ressources qu'il a consommées et les déchets qu'il a produits.

Pour comprendre : le calcul d'une empreinte écologique d'un objet se fait en fonction des ressources qu'il a fallu pour le créer, le transporter, le faire fonctionner et le détruire après usage.

Comment prend-on en compte les énergies utilisées dans l'empreinte écologique ?

En s'intéressant au rendement (rapport entre énergie finale et énergie primaire), en incluant les énergies de production, de transport, de recyclage, de dépollution, etc.



POUR ALLER PLUS LOIN...

- **Calculez votre empreinte écologique :**
http://www.cite-sciences.fr/francais/ala_cite/expositions/developpement-durable/calcul-empreinte-ecologique/
- **Energie, la planète en quête de solutions, la consommation d'énergie :**
http://www.cite-sciences.fr/francais/ala_cite/science_actualites/sitesactu/

3.4 SOLUTIONS D'AVENIR ET DURABLES

Le tarissement progressif des énergies fossiles (principalement, pétrole et gaz naturel) peut être source de tensions ou de conflits géopolitiques, au sein et entre des sociétés. Il entraîne une hausse durable du prix de ces matières premières.

L'enjeu pour les nations réside donc dans leur capacité à développer leur indépendance énergétique, par l'utilisation de leurs propres richesses (parfois émettrice de gaz à effet de serre) ; par le développement d'alternatives technologiques qui exploitent les sources d'énergies non fossiles, tout en veillant aux risques et à la réduction des déchets liés à la transformation d'énergie.

Pour répondre aux enjeux et au défi climatiques, nous sommes donc entrés dans une phase de transition énergétique dont une des clés de réussite réside dans le développement des énergies renouvelables. Car ces dernières, plus respectueuses de l'environnement, participent notamment à la production d'électricité et de chaleur.

L'innovation, la recherche et les progrès scientifiques dans des domaines variés tels que la fusion nucléaire contrôlée, la captation et la séquestration du gaz carbonique ou encore les énergies renouvelables, doivent être pour nous des priorités.

Tout cela ne doit pas nous faire perdre de vue l'essentiel : avant de rechercher des solutions pour répondre à nos besoins, toujours de plus en plus pressants, en matière de consommation énergétique, accordons toute notre attention aux solutions existantes et en devenir pour les limiter et les réduire.



4. Glossaire

- **Atome** : la plus petite partie d'un corps simple pouvant se combiner chimiquement avec une autre. Un atome est constitué d'un noyau (neutrons et protons) et d'électrons qui circulent autour.
- **Big bang** : événement de création de l'Univers datant de 13,7 milliards d'années d'après les calculs des scientifiques. Cet événement serait à l'origine de l'Univers et du temps.
- **Carburant** : matériau brûlé pour produire de l'énergie et obtenir de la chaleur utilisable (donc non perdue) pour actionner des machines, ou produire des réactions nucléaires. Les carburants fossiles sont des carburants combustibles comme le pétrole, le gaz, ou le charbon. Ils se sont formés dans le sous-sol terrestre, il y a des millions d'années à partir de restes de matière vivante, comme les végétaux et les animaux.
- **Chaleur** : l'énergie des atomes et des molécules (groupes d'atomes) qui vibrent à l'intérieur des objets.
- **Chaleur perdue** : l'énergie gaspillée par un objet qui a un petit rendement, ou chaleur résiduelle.
- **Changement climatique** : c'est l'ensemble des variations des caractéristiques climatiques qui amènent au réchauffement ou au contraire au refroidissement de la planète. Les scientifiques ont démontré que les activités humaines menacent de modifier le climat.
- **Combustion** : réaction chimique d'un carburant qui brûle avec de l'oxygène. Cette réaction chimique produit, si elle est complète, du dioxyde de carbone, de l'eau et dégage de l'énergie calorifique.
- **Conduction** : manière dont l'énergie calorifique se déplace par contact entre deux objets.
- **Conservation de l'énergie** : théorie de l'énergie basée sur l'impossibilité de créer et de détruire de l'énergie (l'énergie n'est que transformable).
- **Convection** : propagation ou déplacement de l'énergie calorifique dans un gaz ou un liquide par tourbillonnement.
- **Courant électrique** : énergie électrique d'un réseau ou d'un circuit électrique.
- **Cycle de l'eau** : circulation de l'eau entre l'atmosphère de la terre et sa surface.
- **Dioxyde de carbone** : aussi appelé gaz carbonique, de formule CO_2 , est un composé chimique gazeux. Il est produit notamment par la combustion de carburants fossiles et de biocarburants, contribuant ainsi à l'effet de serre. Il est constitué de deux atomes d'oxygène et d'un atome de carbone.
- **Electricité** : toute petite particule, ou entité élémentaire qui transporte de l'énergie électrique dans les câbles, les fils, et qui provoque aussi le phénomène de magnétisme (exemple électro-aimant).
- **Electricité statique** : type d'électricité qui s'accumule à un endroit, par exemple quand on se coiffe les cheveux, et qu'ils se dressent contre la brosse, ou comme l'électricité présente dans un nuage d'orage.
- **Fission nucléaire** : procédé de séparation d'un noyau d'un gros atome pour produire de l'énergie et d'autres types d'atomes de noyau plus petit.
- **Force** : une poussée ou une traction capable de modifier un objet (soit sa forme, soit sa manière de se déplacer).
- **Frottement** : contact entre deux objets qui conduit à "perdre" de l'énergie par la force de friction, mais permet aussi le mouvement ou sa modification.
- **Fusion nucléaire** : procédé d'agglomération ou de mise en commun de plusieurs petits atomes afin de produire de l'énergie, énergie interne du soleil (processus utilisé dans les centrales nucléaires).
- **Générateur (-trice)** : appareil composé de fils et d'aimants, qui tourne et peut alors générer du courant (exemple : la dynamo du vélo).
- **Indépendance énergétique d'un pays** : c'est sa capacité à développer lui-même les moyens nécessaires à la satisfaction de ses besoins en énergie. Mais c'est aussi : la part d'énergie primaire produite par ce pays, ou par une entreprise de ce pays.



- **Matière** : substance physique dotée d'une masse, et qui occupe de l'espace.
- **Molécule** : ensemble d'atomes identiques ou différents, qui constitue une substance, traduite par une formule chimique d'éléments élémentaires Exemple : CO_2 , une molécule de dioxyde de carbone, composée d'un atome de carbone (élément noté C) et de 2 atomes d'oxygène (noté O_2).
- **Moteur** : machine qui transforme l'énergie en mouvement.
- **Noyau** : partie centrale d'un atome composée de particules élémentaires (les protons, particules chargées positivement ; de neutrons, particules non chargées et d'électrons, particules chargées négativement).
- **Photosynthèse** : réaction chimique réalisée par les végétaux, à partir de la lumière du soleil, pour transformer l'eau et le dioxyde de carbone présent dans l'air, en aliment pour eux même.
- **Radiation** : énergie électromagnétique qu'émettent des objets, comme par exemple le Soleil avec la lumière et la chaleur : énergie de radiation.
- **Radioactivité** : découverte en 1896, c'est une propriété naturelle de certains atomes, qui se transforment spontanément en d'autres éléments, en émettant de l'énergie et des rayonnements. L'homme utilise la radioactivité dans de nombreux secteurs comme la production d'électricité (à partir de l'énergie nucléaire), la médecine (radiothérapie, radiographie, imagerie médicale...), l'industrie (ionisation d'aliments) et la recherche (médicale et industrielle).
- **Rendement** : taux, ou rapport d'un objet, ou être (l'homme) qui mesure ou compare la quantité d'énergie réellement utilisée au départ et celle qui est transformée par l'objet.
- **Soleil** : le Soleil est une étoile 109 fois plus grosse que la Terre. Elle a une réserve d'énergie transmise à l'univers lors du "Big Bang". Le soleil agit comme une centrale de production d'énergie qui par sa partie externe, appelée photosphère, émet de l'énergie sous forme de chaleur et de lumière (visible et invisible) dans toutes les directions de l'espace, et donc aussi jusqu'à la Terre, notre planète.
- **Température** : unité de mesure de la chaleur ou du froid (en France le degré Celsius). En théorie la température la plus basse possible est le zéro absolu, qui correspond à $(- 273^\circ C)$. On estime qu'à cette température de zéro absolu, les molécules ont une énergie cinétique égale à zéro.
- **Turbine** : moteur constitué d'une roue mobile actionnée par la force d'un fluide (vapeur, eau, ou gaz de combustion). Ce moteur transforme ainsi une force linéaire en force rotative, et récupère l'énergie produite pour faire tourner le rotor d'un alternateur ou d'une pompe. Les turbines à vapeur sont particulièrement employées dans les centrales thermiques à combustibles fossiles ou nucléaires.





5. Ressources et bibliographie

OUVRAGES

- “Les enjeux énergétiques” - Estelle Lacona, DUNOD - Adulte
- “L'énergie en 21 questions” - Pierre Bacher, ODILE JACOB - Adulte
- “Energie, changeons de cap” - Didier Lenoir, TERRE VIVANTE - Adulte
- “Livret Les Energies renouvelables” - AFD, Ademe
- “Dokéo sciences et techniques” - NATHAN
- “L'énergie, les docs des incollables” - PLAY BAC
- “L'énergie, écologie junior” - GRUND
- “Développement durable ensemble ?” - Michel Griffon, les enquêtes de M.O Monchicourt - Adulte
- “Le développement durable à petits pas” - Actes Sud junior, Catherine Stern
- “Le dico de l'écologie” - Philippe Godard, de la Martinière jeunesse
- “Ce qu'il faut savoir de l'effet de serre” - Livret pédagogique SDEC Energie, CPIE de la vallée de l'Orne
- Encyclopédie pratique “Vivre de mille manières” - Les Petits Débrouillards, Albin Michel Jeunesse

SITES

En plus des rubriques “**Pour aller plus loin**” de ce livret, ces sites vous permettent une approche directe des notions abordées, en fonction de leur spécificité.

Des pistes d'activités, des dossiers téléchargeables, des animations en ligne :

- ADEME www.ademe.fr
- CEA www.cea.fr
- Cité des Sciences www.cite-sciences.fr
- CNRS www.cnrs.fr
- CNDP www.sceren.fr
- EduSCOL <http://eduscol.education.fr>
- Les petits débrouillards (AFPD) www.lespetitsdebrouillards.org et www.encycleau.org
- Ministère de l'écologie www.developpement-durable.gouv.fr
- Science et décision www.science-decision.fr
- WWF www.wwf.fr

Réalisation du Livret

Cette publication est une adaptation pour le SDEF du livret pédagogique “L'Energie” réalisé pour le SDEC Energie (Syndicat Intercommunal d'Energies du Calvados) par l'association Les petits débrouillards Normandie.

- Photographies : Fotolia - SDEC Energie
- Illustrations : Les Petits Débrouillards Normandie - Stéphanie LANGLOIS
- Rédaction : Les Petits Débrouillards Normandie - Claire DEVOS, avec la contribution de l'équipe du département “Energie - Environnement” du SDEC Energie



PARTENAIRE DES COLLECTIVITES TERRITORIALES

Créé en 1948, le Syndicat Départemental d'Énergie et d'Équipement du Finistère est un syndicat mixte chargé de l'organisation du service public de distribution d'énergie électrique sur le territoire de 275 communes sur les 283 que compte le département.

Le patrimoine de la concession représente environ 15 000 postes de transformation HTA/BT, et plus de 25 000 km de réseaux moyenne et basse tension. Environ 423 000 abonnés sont raccordés sur ce réseau pour une consommation de 4 500 GWH.

LES MISSIONS

Le SDEF dispose de la compétence électricité et notamment :

- Le contrôle de la concession et de la qualité du service public en tant qu'autorité concédante
- Le développement et l'aménagement esthétique des réseaux sur une partie du territoire
- La sécurisation, le renforcement et les extensions des réseaux dans les communes rurales
- La maîtrise de la demande d'énergie
- Le développement des énergies renouvelables

Le SDEF dispose également de compétences optionnelles :

- Développement et exploitation des réseaux de distribution Gaz
- Création et exploitation des réseaux de communications électroniques
- Construction et exploitation des réseaux d'éclairage public

Le SDEF propose en outre des missions d'assistance conseil pour le compte des collectivités membres et non membres dans les domaines suivants :

- Assainissement des eaux usées et des eaux pluviales
- Alimentation en eau potable
- Aménagement de voirie, éclairage public et communications électroniques

Le SDEF est administré par un comité de 69 délégués et un bureau composé de 15 membres dont le président (Antoine Corolleur) et 7 vice-présidents. Le personnel est une équipe de 27 agents : secrétaires-comptables, chargés d'affaires, techniciens juristes, ingénieurs et chargés de mission.



Association reconnue d'intérêt général, association complémentaire de l'enseignement public et agréée d'éducation populaire.

13 bis bd du Portugal
35200 RENNES
Tél 02 99 50 05 14
Fax 02 99 50 65 15
bretagne@lespetitsdebrouillards.org

4 rue de Champagne
14000 CAEN
Tél 02 31 94 87 02
Fax 02 31 74 66 27
www.lespetitsdebrouillards.org

www.sdef.fr





Syndicat Départemental d'Énergie et d'Équipement du Finistère

Siège : 9 allée Sully 29000 Quimper - Antenne Nord : Zone de Kerven 29400 Landivisiau
Tél 02 98 10 36 36 - Fax 02 98 10 03 10 - contact@sdef.fr - Web. www.sdef.fr

