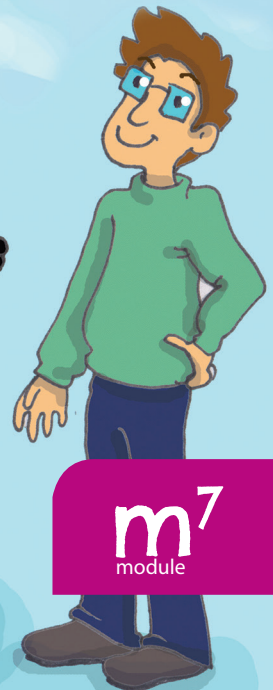




L'Air
et Moi

GUIDE PEDAGOGIQUE

MODULE 7



m⁷
module

SOMMAIRE

Introduction	3
Informations générales	4
Qu'est ce que l'énergie?	5
Les différents types d'énergies	7
Comment consommons-nous l'énergie?	35
Solutions	38
Remerciements	43



L'Air et Moi : un support pédagogique unique !

La qualité de l'air est un sujet majeur et de santé publique. Après l'écriture de Marie, pourquoi tu tousses ?, Victor Hugo Espinosa a imaginé la création d'un support pédagogique gratuit, accessible à tous, pour sensibiliser les enfants à l'importance de l'air. L'Air et Moi répond à ce besoin en offrant, partout, aux enseignants, parents et animateurs, des diaporamas, quizz, guides pédagogiques, travaux pratiques et vidéos sur la qualité de l'air. Ces supports ont été conçus avec Air PACA, association agréée par le Ministère de l'Environnement pour la surveillance de la qualité de l'air. De nombreux acteurs ont participé à sa création et à faire évoluer ce support : enseignants, enfants, parents, experts, médecins, animateurs... Dès à présent, l'équipe L'Air et Moi vous invite à utiliser cet outil et à commencer votre première animation avec le module transversal, pour ensuite approfondir avec les autres modules. Nous attendons vos remarques et critiques pour continuer à faire évoluer L'Air et Moi. Vous pouvez aussi devenir école ou collège pilote pour le projet en devenant ami de L'Air et Moi sur le site internet www.lairetmoi.org. Bonne animation !



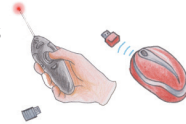
Victor-Hugo Espinosa
Concepteur et pilote du projet L'Air et Moi

Victor Hugo Espinosa est administrateur d'Air PACA, ingénieur Docteur en Risques Majeurs et auteur du livre Marie, pourquoi tu tousses ? sur la pollution de l'air (Les aventures d'Ecololo et Lala). Il a, à son actif, plus de 1000 interventions en écoles, collèges, lycées et facultés.



Matériel et conditions nécessaires à l'utilisation des supports L'Ajr et Moi

- Vidéo projecteur,
- Ordinateur équipé d'un logiciel* permettant la lecture des diaporamas,
- Multiprise à 2 fiches et si besoin rallonge,
- Un écran de projection (ou, si vous n'avez pas, un pan de mur de couleur claire de la salle où sera réalisée la projection. La projection peut être réalisée aussi sur un drap blanc ou de couleur claire bien tendu. Nous vous conseillons un espace minimum de projection d'environ 1 m²,
- Conseil : bien que cela ne soit pas nécessaire, l'utilisation d'une souris non filaire est un grand plus car elle permet de pouvoir se déplacer dans la salle pendant l'animation.

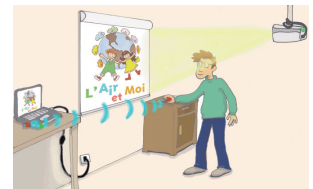


* Si vous ne disposez pas d'un tel logiciel, vous pouvez télécharger gratuitement :

- la suite bureautique LibreOffice compatible MS-Windows (XP et suivants), Linux (rpm / deb) et MacOS-X (x86 et ppc),
- la visionneuse MS-Windows PowerPoint compatible Windows 7, Windows Server 2003 R2 (32-Bit x86), Windows Server 2003 R2 x64 editions, Windows Server 2008, Windows Vista, Service Pack 1, Windows Vista Service Pack 2, Windows XP Service Pack 3.

Installation du matériel et lancement du diaporama animé L'Ajr et Moi

- Reliez ordinateur et vidéo projecteur grâce au câble approprié,
- Branchez les deux appareils au secteur,
- Ouvrez le module L'Ajr et Moi grâce au logiciel de lecture approprié,
- Lancez le mode « diaporama » (Sur Microsoft Office 2007 allez dans l'onglet affichage puis cliquez sur « diaporama »),
- Suivez le mode d'emploi de votre vidéo projecteur jusqu'à ce que l'image qui se trouve sur votre écran d'ordinateur soit visible sur l'écran de projection de votre salle d'animation,
- Si vous voulez, en cours d'utilisation, sortir du mode « diaporama », il vous suffira de cliquer sur la touche « Echap » de votre clavier, habituellement située tout en haut à gauche du clavier d'ordinateur.



Mode d'emploi des diaporamas L'Ajr et Moi

• Les questions

Vous verrez parfois apparaître une question en haut à gauche de la diapositive et le reste de la diapositive sera blanc (ou illustré d'une image). Le but est de vous laisser le temps de réfléchir à la question posée avant de voir la réponse. Dès que vous voudrez la réponse, il vous suffira d'un clic pour l'obtenir.

• L'abeille

L'abeille indique que tout le contenu de la diapositive n'est pas encore apparu. Elle vous laisse le temps de réfléchir. Dès que vous voulez le complément d'information, il vous suffit de cliquer.

Diapositive avant le(s) clic(s)	Diapositive après le 1 ^{er} clic	Diapositive après le 2 ^{ème} clic
Le véhicule pollue-t-elle l'air ? 	Le véhicule pollue-t-elle l'air ? 	Le véhicule pollue-t-elle l'air ?

• Les numéros

A chaque fois que vous verrez apparaître de grands numéros oranges, il vous suffira de cliquer sur les numéros pour avoir les réponses.

Diapositive avant le(s) clic(s)	Diapositive après le 1 ^{er} clic	Diapositive après le 2 ^{ème} clic
Quels sont les besoins essentiels à la vie ? 	Quels sont les besoins essentiels à la vie ? 	Quels sont les besoins essentiels à la vie ?

Voir la vidéo de présentation



Liens vidéos

Qu'est-ce que l'énergie?





Réponses

Réponse 1 : Se déplacer

Réponse 2 : S'éclairer

Réponse 3 : Se chauffer

Réponse 4 : S'amuser

Réponse 5 : Utiliser l'ordinateur

Réponse 6 : Et d'autres encore (téléphoner, se doucher...)

Les différents types d'énergie





Réponse 1 : Les énergies fossiles

Réponse 2 : Les énergies renouvelables

Qu'est-ce que les énergies fossiles ?



Les **énergies fossiles** sont des énergies issues de la combustion de matières organiques fossilisées et contenues dans le sous-sol terrestre.



Par opposition aux **énergies renouvelables**, elles utilisent des forces ou des ressources dont les réserves sont **limitées**.



Definitions

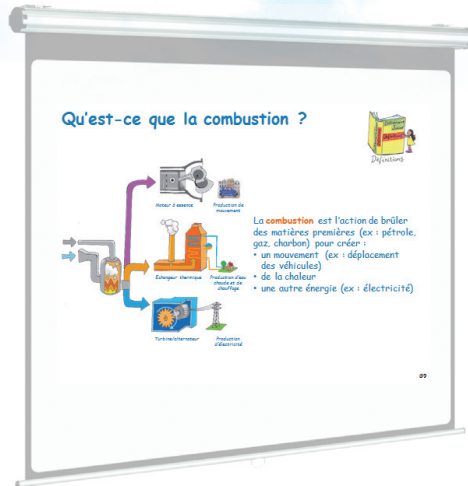
Fossile : Qui est à l'état de débris ou d'empreintes d'animaux et de plantes conservés depuis très longtemps dans les pierres¹.

Combustion : Action de brûler des matières premières (ex : pétrole, gaz, charbon) pour créer de la chaleur, un mouvement (ex : déplacement des véhicules), une autre énergie (ex : électricité).



Les combustibles fossiles sont issus de la méthanisation d'êtres biologiques en décomposition et enfouis dans le sol depuis plusieurs millions d'années.

¹ Le Robert junior illustré



Principales applications de la combustion :



- Dans les transports, elle est utilisée massivement dans les moteurs à explosion, pour la propulsion des véhicules de transport (automobiles, camions, avions, motocyclettes, bateaux)
- Pour des outils mobiles (tondeuses à gazon, tronçonneuses)
- Pour des installations fixes (groupes électrogènes, pompes)
- Dans la production d'eau chaude et de chauffage
- Dans la production d'électricité, elle est utilisée dans les centrales thermiques utilisant des combustibles fossiles (charbon, gaz naturel, pétrole), des combustibles renouvelables (déchets agricoles ou de l'exploitation forestière et biomasse si exploitée durablement) ou différents types de déchets (dans les incinérateurs d'ordures ménagères par exemple), pour dégager de la chaleur, qui produit de l'électricité grâce à des turbo-alternateurs
- Dans la production de ciment
- En astronautique



- Réponse 1 :** Le pétrole
Réponse 2 : Le gaz naturel
Réponse 3 : Le charbon
Réponse 4 : L'uranium et le plutonium
Réponse 5 : Et d'autres encore comme les gaz de schiste...

Les principaux dérivés du pétrole et leur utilisation :



- Bitume (construction routière et BTP)
- Gazole ou diesel (carburant pour moteur Diesel)
- Fioul ou mazout (chaudières, moteurs diesel)
- Essence (carburant pour moteurs à allumage commandé)
- JP-5 (par le passé, avions des porte-avions - usage militaire)
- Kérosène (aviation)
- GPL (combustible pour la cuisine, production d'eau chaude ou chauffage, briquets, véhicules...)
- Lubrifiant
- Paraffine (conditionnement de nourriture congelée, lubrifiant, laxatif sans calories, explosif ou fumigène...)
- Goudron (imperméabilisant, test de résistance aux hydrocarbures, soin des végétaux, problèmes de peau...)
- Composés pétrochimiques (fabrication d'autres composés synthétiques qui peuvent exister ou non dans la nature)

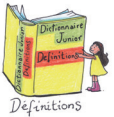
Les énergies fossiles polluent-elles l'air ?



OUI

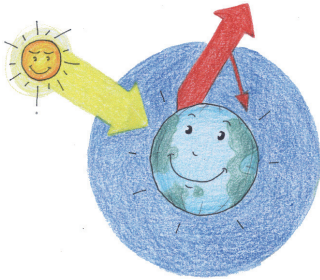
La combustion du pétrole, du gaz naturel et du charbon pollue l'air. Elle dégage des polluants dangereux pour la santé et des gaz à effet de serre (gaz qui réchauffent la Terre). C'est l'une des principales causes du dérèglement climatique.

Les centrales nucléaires produisent peu de gaz à effet de serre mais génèrent des déchets radioactifs dont le traitement et le stockage posent des problèmes environnementaux. En cas d'accident nucléaire, les risques pour la population sont très importants.

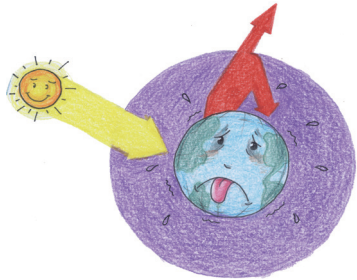


Effet de serre : Phénomène naturel permettant à la Terre d'avoir une température vivable et dû à la présence des gaz à effet de serre (H_2O , CO_2 , CH_4 , N_2O , $O_3...$) dans l'atmosphère. Les activités humaines en produisent de grandes quantités, augmentant l'effet de serre et provoquant de lourdes perturbations climatiques: montée des eaux, fonte des glaciers, inondations, multiplication des tempêtes...'

Effet de serre normal



Effet de serre augmenté par la pollution anormale de l'air

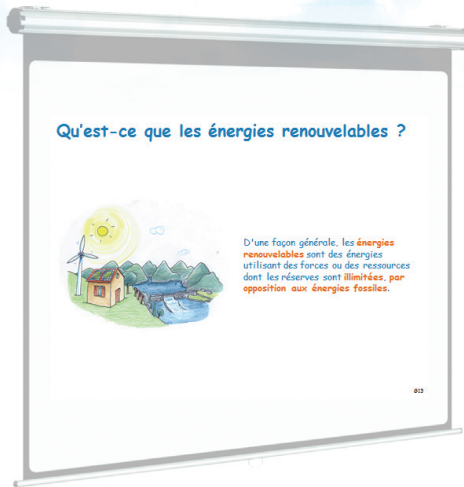


La combustion du pétrole, gaz naturel et charbon dégage des polluants atmosphériques nocifs pour la santé et l'environnement (monoxyde de carbone, oxydes d'azote, plomb, particules, métaux lourds, ozone, nitrates, sulfates...) et des gaz à effet de serre responsables du dérèglement climatique.



Quant aux centrales nucléaires, elles présentent des risques importants pour la population, comme on l'a vu avec les accidents de Tchernobyl en 1986 et de Fukushima en 2011. Contrairement aux centrales thermiques qui se lancent rapidement et s'éteignent rapidement mais ne sont pas pour autant une solution pour la qualité de l'air, elles ne peuvent être arrêtées rapidement en cas d'accident.

1 ADEME
2 LAROUSSE



La France s'est engagée à porter la part des énergies renouvelables de sa consommation énergétique finale, d'à peine 10 % en 2005, à 23 % en 2020. Il s'agit donc de doubler le niveau de production d'EnR¹.



- Pour la chaleur, c'est la filière biomasse qui contribue le plus, avec un objectif de production de 16,5 Mtep en 2020.
- Pour l'électricité, ce sont les filières de l'éolien et de l'hydraulique qui contribuent majoritairement avec des objectifs de production respectifs de 5 et 5,5 Mtep.

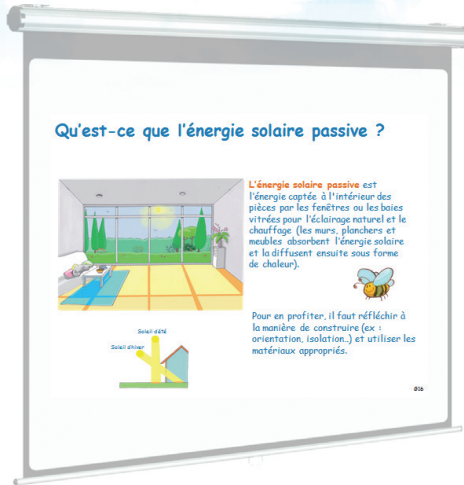


- Réponse 1 :** L'énergie solaire
- Réponse 2 :** L'énergie du vent (éolienne)
- Réponse 3 :** L'énergie hydraulique
- Réponse 4 :** L'énergie humaine
- Réponse 5 :** L'énergie animale
- Réponse 6 :** Les énergies géothermique et aérothermique
- Réponse 7 :** La biomasse



Les énergies renouvelables sont des énergies inépuisables fournies par le soleil, le vent, la chaleur de la Terre, les chutes d'eau, les marées ou encore la croissance des végétaux...

On qualifie les énergies renouvelables d'énergies "flux" par opposition aux énergies "stock", elles-mêmes constituées de gisements limités de combustibles fossiles : pétrole, charbon, gaz, uranium.



En plus de réduire notre consommation et notre facture d'énergie, un avantage de l'énergie solaire passive est le confort ressenti par les occupants.

Pour profiter de la chaleur du soleil l'hiver, on peut orienter les baies vitrées au sud (quand on habite l'hémisphère nord) et au nord (quand on habite l'hémisphère sud). Pour ne pas avoir trop chaud en été et garder la fraîcheur, il est possible de faire une avancée du toit au dessus des fenêtres.



La durée de vie des capteurs solaires thermiques pouvant aujourd'hui atteindre 20 ans, c'est l'émission de plus de 25 000 tonnes de gaz à effet de serre qu'un système solaire combiné (SSC) permet d'éviter¹. Un chauffe-eau solaire couvre entre 40 et 80% des besoins en eau chaude, et un SSC de 25 à 60% des besoins en chauffage et en eau chaude².



L'énergie solaire thermique peut servir à chauffer l'eau sanitaire grâce à un chauffe-eau solaire individuel (Cesi), mais aussi alimenter un système ayant la double fonction de chauffage et de production d'eau chaude : le système solaire combiné (SSC), aussi appelé "combi".

Le solaire thermique peut être basse température (<250°C) ou haute température (250°C à 1 000°C).

Le solaire thermodynamique, variante du solaire thermique, utilise l'énergie solaire thermique afin de la transformer dans un second temps en électricité.

Une partie de l'énergie produite peut être stockée sous forme de chaleur, ce qui permet de diminuer les conséquences de l'intermittence de la ressource solaire en permettant, par exemple, de continuer à produire de l'électricité après le coucher du soleil³.

¹ Fiche ADEME « Le chauffage et l'eau chaude solaires »
² Energies renouvelables
³ Connaissance des énergies

Qu'est-ce que l'énergie solaire photovoltaïque ?



L'énergie solaire photovoltaïque est l'énergie captée par des panneaux photovoltaïques. Ces panneaux convertissent directement la lumière du soleil en électricité. L'électricité obtenue est stockée dans des accumulateurs (appareils qui accumulent l'électricité et la rendent sous forme de courant, comme par exemple des batteries).



Avantages du photovoltaïque :

Lors de la phase d'exploitation, la production d'électricité n'est pas polluante. Le silicium, matériau utilisé dans la plupart des panneaux actuels, est très abondant et non toxique. Les panneaux ont une durée de vie de 20 à plus de 30 ans et sont presque intégralement recyclables (verre, aluminium, silicium, métal). En France, selon l'irradiation, une cellule rembourse en 2 à 5 ans l'énergie nécessaire à sa fabrication. Et, comme elle fonctionne au moins pendant 30 ans, elle la rembourse même de 6 à 15 fois.

En outre, l'économie moyenne de CO₂ est estimée à 0,6 kg par KWh solaire produit par rapport à une énergie fossile¹. Du fait de leur modularité importante, les panneaux sont adaptés à la production décentralisée d'électricité en sites isolés, à des fins domestiques de petite échelle (ex : toits, avec l'avantage de ne pas empiéter sur l'espace agricole) ou à des fins de production énergétique industrielle à grande échelle (ex : ferme solaire).

Limites :

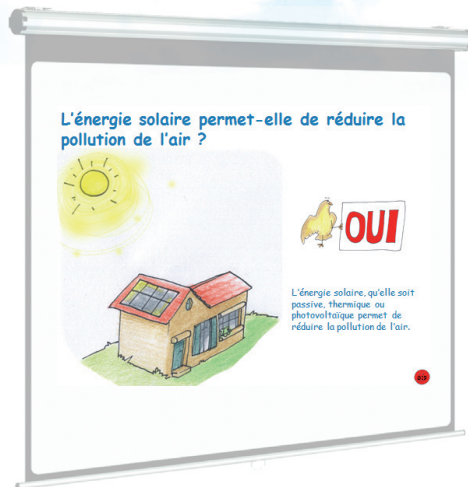
- Le coût de la technologie au KWh est environ 4 fois supérieur à celui des énergies fossiles. Les panneaux les plus répandus, faits de silicium cristallin, sont lourds, fragiles et difficiles à installer. Une centrale requiert de vastes espaces (ex : un projet de 550 MW couvre une superficie d'environ 25 km²)².
- L'énergie électrique n'étant pas directement stockable sous sa forme primaire, le photovoltaïque ne fournit pas forcément l'électricité au moment où on en a besoin (ex : la nuit).
- Le photovoltaïque ne représente que 0,5% de la production électrique mondiale et 2,2% de la production d'électricité renouvelable.
- La filière étant spécialisée, le coût du recyclage des composants peut être élevé pour l'utilisateur, d'où la tentation de jeter directement en décharge pour moins de frais.

¹ Connaissance des énergies

² Énergies renouvelables

³ Technologie photovoltaïque, Magazine de l'OMPI

⁴ Énergies renouvelables



Malgré son intermittence (baisse ou absence de production en cas de mauvais temps et la nuit) et la pollution engendrée lors de la production des panneaux, le solaire est souvent considéré comme l'énergie de l'avenir.

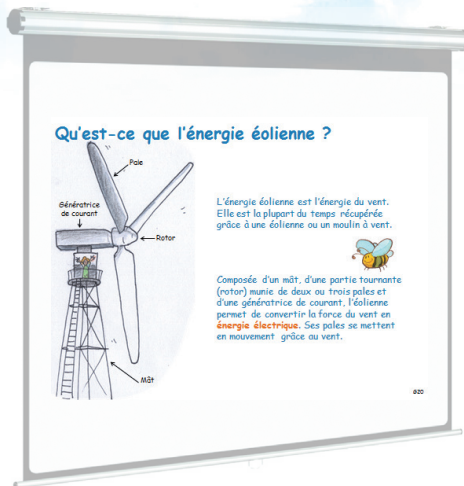
Dans un contexte où les prix des énergies fossiles (charbon, gaz naturel, pétrole) sont amenés à augmenter avec la diminution irrémédiable à long terme de ces ressources et où il est nécessaire de réduire les gaz à effet de serre, le solaire, inépuisable, renouvelable et propre, présente un fort potentiel¹.

La Commission européenne s'est fixé pour objectif de porter la part de l'énergie solaire à 20% dans le mix des énergies renouvelables, celles-ci devant elles-mêmes apporter 20% de l'énergie en 2020 et 50% en 2040.

L'investissement initial pour une installation solaire est toujours très important. Mais une fois l'installation amortie, ses frais de fonctionnement sont faibles et l'énergie produite peut rivaliser avec les énergies fossiles.

De nombreux pays ont mis en place des systèmes d'incitation financière (sous forme de détaxation, de subventions ou de tarifs avantageux pour le rachat de l'énergie produite) afin d'encourager l'innovation et les premières installations. L'utilisation de ces systèmes de production d'énergie solaire se justifie immédiatement dans les situations où il est très coûteux de transporter des combustibles (fossiles), de procéder à un raccordement au réseau électrique, comme pour des appareils isolés (balises marines, horodateurs) ou dans des zones isolées ou peu peuplées.

¹ Connaissances des énergies



L'énergie éolienne a été utilisée dès l'Antiquité : bateaux à voile pour les conquêtes et le commerce, moulins à vent pour la meunerie, l'irrigation... Voilà 2 siècles, la France, comptait 20 000 moulins. Au cours des dernières décennies, l'énergie éolienne a suscité un nouvel intérêt pour des questions d'environnement. Les aérogénérateurs affichent un bon rendement (30 à 50 % de l'énergie du vent transformée en électricité).

Le coût de l'électricité issue des parcs éoliens devient de plus en plus compétitif avec l'augmentation du prix du pétrole et du gaz, la taille croissante des machines, qui en réduit le nombre pour un site donné, l'expérience et les nouvelles techniques. L'apparition possible de taxes sur les énergies polluantes donnerait un nouveau souffle à l'éolien.



Il existe aussi des éoliennes offshore, c'est à dire installées en mer.

Ces éoliennes fonctionnent selon le même principe que les modèles terrestres (transformation de l'énergie cinétique du vent en électricité). La différence principale tient à la nature des fondations, qui leur permettent d'être fixées dans le sol ou ancrées au fond de la mer. Les éoliennes offshore doivent aussi être très robustes afin de résister aux conditions marines difficiles.



Pendant son fonctionnement une éolienne ne produit ni gaz, ni particules, ni déchets, ni effluents, ni rejet (sa fabrication est néanmoins polluante). Si on ne souhaite pas la remplacer en fin de vie, on peut la démonter et la transporter facilement.

La remise en état du site est très rapide compte tenu de la faible emprise au sol. L'opérateur d'un parc éolien a obligation de constituer des réserves financières en cours d'exploitation pour garantir la remise en état du site. Comparé à des installations dont le démantèlement implique des opérations longues et coûteuses, l'éolienne présente un bilan écologique positif¹. Il peut néanmoins exister des conflits d'utilisation de l'espace terrestre ou marin avec les autres usagers².

Entre 0,4 et 1,3 oiseau est tué par éolienne et par an, en moyenne, chiffre sans commune mesure avec la mortalité liée à la circulation routière, les lignes électriques ou encore les baies vitrées.

Le bruit généré par l'éolienne, au niveau du rotor, est proche de 100 décibels. A ses pieds, il s'élève à 55 décibels. À 500 mètres (distance imposée par la loi entre l'éolienne et la première habitation), il atteint 35 décibels, soit le niveau sonore d'une conversation à voix basse.

Quant aux infrasons produits, il a été scientifiquement prouvé qu'ils n'ont aucun impact sur la santé. La France dispose de la législation la plus stricte en Europe, en matière de bruit.

L'énergie éolienne présente l'inconvénient de dépendre des caprices du vent (elle ne produit pas 100% du temps).

¹Energies Renouvelables
²Connaissance des énergies



La filière hydraulique (petites centrales, grands barrages, usines marémotrices) est la deuxième source d'énergie renouvelable dans le monde.

Après l'Italie, la France est le pays le plus équipé, avec environ 1 730 centrales. En Europe, 11 601 MW sont aujourd'hui en service, le potentiel supplémentaire est évalué à environ 6 000 MW.²

La petite hydroélectricité désigne les centrales ne dépassant pas 10 MW de puissance, les grands barrages pouvant atteindre des dizaines voire centaines de mégawatts. Elle emploie 5 000 personnes en France et représente un chiffre d'affaires de 380 millions d'euros.



L'hydraulique est une des premières énergies domestiquée par l'homme (moulins au fil de l'eau, bateaux à aubes...). L'hydroélectricité, c'est-à-dire la production d'électricité à partir de la force de l'eau, est apparue au milieu du XIXe siècle. Appelée la "houille blanche", elle a été synonyme d'un développement économique très important.

Le principe : capter l'eau et la forcer à entraîner une turbine reliée à une génératrice. Pour les faibles dénivellations, une petite digue oriente une fraction du débit vers les turbines. Pour les grandes dénivellations, des conduites suivent la pente de la montagne pour amener l'eau vers les turbines. Selon le débit et la vitesse de la veine d'eau, la turbine sera différente.

¹Énergies renouvelables
²Énergies renouvelables



diapo 23



En France, plusieurs barrages peuvent être rénovés mais il y a peu (voire plus) d'emplacements disponibles pour la construction de nouveaux grands barrages. Le potentiel est donc constitué d'emplacements sur des cours d'eau secondaires (petite hydroélectricité). Énergie décentralisée, la petite hydraulique peut apporter de l'électricité dans des endroits reculés, maintenir ou créer une activité économique dans une zone rurale (emplois, taxes, redevances, tourisme...). Elle n'émet aucun gaz polluant (une centrale de 1 MW éviterait chaque année l'émission d'environ 2 500 tonnes de CO₂ par rapport à une centrale à combustion classique et couvrirait les besoins en électricité d'environ 630 foyers). Il n'y a ni retenue, ni vidanges ponctuelles susceptibles de perturber l'hydrologie, la biologie, la qualité de l'eau ou la tranquillité des promeneurs. De plus, la loi pêche de 1984 impose des critères sévères en termes de débits réservés et de passage pour les poissons migrateurs : des échelles ou passes sont obligatoires.

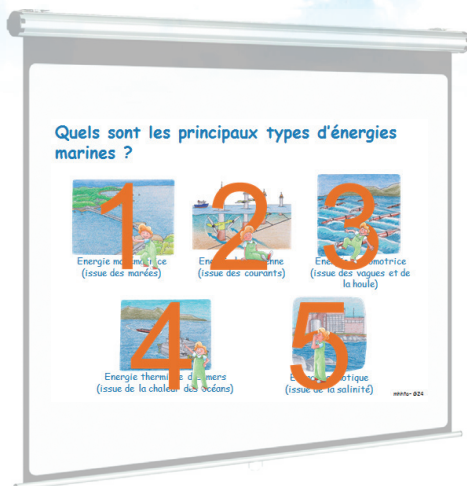
On reproche parfois à l'hydraulique d'engendrer des déplacements de population (ex : 2 millions de personnes pour le barrage des Trois Gorges en Chine), d'avoir un impact négatif sur le paysage et un coût élevé.

En raison d'une régulation modifiée de l'eau, les écosystèmes en amont et en aval des barrages peuvent être perturbés, notamment la migration des espèces et les flux de sédiments malgré l'installation de dispositifs comme les passes à poissons.

Les aléas météorologiques peuvent d'une année sur l'autre faire varier la production d'énergie, la diminuant notamment en période sèche.

Par ailleurs, la construction de l'installation engendre de la pollution et des gaz à effet de serre.

1 Ministère du Développement Durable
2 Énergies renouvelables
3 Connaissance des énergies



• **L'énergie marémotrice (des marées)** : Les moulins à marée d'autrefois et les usines marémotrices exploitent l'énergie potentielle de la marée, liée à la différence de niveau entre deux masses d'eau et aux courants induits. Cette énergie est déjà fonctionnelle. Ex : l'usine marémotrice de la Rance en France.

• **L'énergie hydrolienne (des courants)** : A l'image des éoliennes pour le vent, les hydroliennes exploitent l'énergie des courants de marée. Cette énergie est déjà fonctionnelle.

• **L'énergie houlomotrice (des vagues et de la houle)** : Les vagues créées par le vent à la surface des mers et des océans transportent de l'énergie cinétique. Lorsqu'elles arrivent sur un obstacle flottant ou côtier, elles cèdent une partie de cette énergie qui peut être transformée en courant électrique. Cette énergie n'en est encore qu'au stade de projet. Ex : les projets Pelamis et Ceto.

• **L'énergie thermique des mers (de la chaleur des océans)** : La différence de température entre le fond et la surface de l'océan est exploitée afin de produire de l'électricité (effet Seebeck d'utilisation de la différence de potentiel) ou de l'eau douce ou du froid pour la climatisation par grande profondeur. Cette énergie n'en est encore qu'au stade de projet. Ex : projet d'usine de Lockheed Martin à Hawaii.

• **L'énergie osmotique (de la salinité)** : La différence de salinité entre l'eau de mer et l'eau douce génère une différence de pression que l'on peut exploiter et transformer en électricité. Cette énergie n'en est encore qu'au stade de projet. Ex : la société norvégienne Statkraft a ouvert en 2009 le premier prototype de centrale osmotique à Tofte.



Selon l'ADEME, pour faire 3 km en ville, il faut en moyenne :

- 36 minutes à pied
- 12 minutes à vélo
- 7 minutes en voiture si le trafic est fluide et si le stationnement est facile
- 27 minutes en voiture s'il y a des bouchons et que le stationnement est rare
- 7 minutes en bus si le trafic est fluide
- 18 minutes en bus s'il y a des bouchons



Pour des trajets courts, le vélo, les rollers et même la marche à pied sont souvent plus rapides que la voiture. En plus, pas d'énerverment et de temps perdu à rechercher une place, pas de pollution, pas d'embouteillage, pas de frais.

Et c'est bon pour la santé !¹ Marcher une demi-heure par jour correspond au temps d'activité physique recommandé pour réduire les risques de surcharge pondérale². L'OMS (Organisation Mondiale de la Santé) préconise 30 minutes de marche par jour pour se maintenir en forme et diminuer les risques de maladies cardiovasculaires. Un automobilisme en fait seulement 8 minutes³.

A pied, choisir de préférence les voies piétonnes ou les rues les moins encombrées par le trafic et les plus aérées⁴.



1 ADEME
2 ADEME
3 ADEME
4 Air Parif

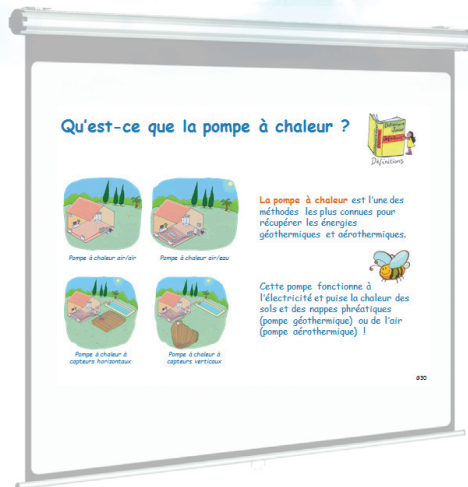


• La **géothermie** est l'exploitation de la chaleur stockée dans le sous-sol pour la production d'électricité et de chaleur. La géothermie est de haute énergie (> 150°C), moyenne énergie (90 à 150°C), basse énergie (30 à 90°C) ou très basse énergie (< 30°C). Pour produire de l'électricité géothermique on convertit la chaleur des nappes aquifères supérieures à 150°C à l'aide de turboalternateurs ou comprises entre 90 et 150°C par la technologie du cycle binaire (un échangeur transmet la chaleur de la nappe à un fluide qui se vaporise à une température inférieure à celle de l'eau).

Pour produire du chauffage géothermique, soit on utilise les nappes d'eau chaude de 30 à 150°C (par le biais de forages profonds de 1 à 2 km, l'eau chaude remonte à la surface puis un échangeur de chaleur transfère les calories au réseau de chauffage urbain), soit on exploite les sources géothermiques inférieures à 30°C et élève la température par des pompes à chaleur.

• **L'aérothermie** : L'énergie calorifique contenue dans l'air est récupérée par l'intermédiaire d'une pompe à chaleur aérothermique à l'intérieur de laquelle un fluide frigorigène qui boue à basse température circule à une température inférieure à celle de l'air extérieur. Les calories présentes dans cet air extérieur sont captées et transmises à l'air intérieur (pompe à chaleur air / air) ou à un circuit d'eau (pompe à chaleur air / eau) alimentant par exemple un plancher chauffant ou des radiateurs¹.

¹ Energies renouvelables
² Energies renouvelables
³ Connaissance des énergies



La pompe à chaleur a le vent en poupe ces dernières années.

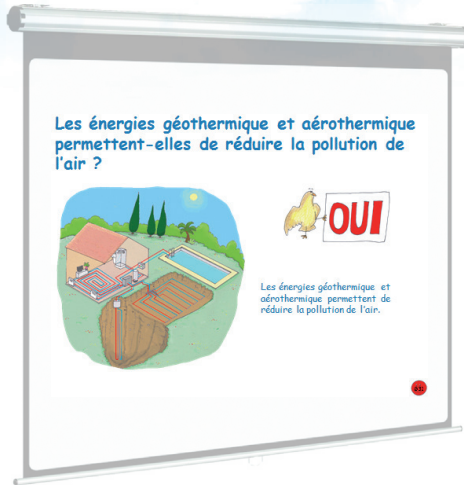
Mais attention, il en existe différentes sortes et toutes n'ont pas les mêmes qualités :

- **La pompe à chaleur aérothermique air/air** (dans les climats rigoureux, l'installation d'un appoint de chauffage sera peut-être nécessaire selon le modèle de PAC aérothermique envisagé. Mais globalement, la pompe air/air n'est pas un choix pertinent pour le chauffage dans ce type de climat. Attention au voisinage, certaines sont plus bruyantes que d'autres. Notons que la plupart des modèles de pompes à chaleur aérothermiques sont désormais réversibles et permettent également de climatiser le logement si besoin.)
- **La pompe à chaleur aérothermique air/eau** (sur eau de nappe si celle-ci s'y prête et sous réserve des démarches nécessaires)
- **La pompe à chaleur géothermique à capteurs horizontaux** (s'il y a assez de place dans le jardin)
- **La pompe à chaleur géothermique à capteurs verticaux** (sous réserve des démarches administratives nécessaires)

Avant de choisir un système de PAC, il faut vérifier que ce dernier est adapté au terrain et au climat. La pompe à chaleur peut être réversible : c'est notamment le système air/air qui permet d'obtenir de la climatisation.

Les progrès en fiabilité, performance et coût des pompes à chaleur géothermiques devraient en faire rapidement un moyen de chauffage très répandu et à la portée de tous ou presque, quelle que soit la situation géographique.

1 ADEME
2 Connaissance des énergies
3 ADEME
4 Connaissance des énergies
5 Energies renouvelables



• **La géothermie** est à la fois quasi-inépuisable, stable, omniprésente et propre. Sa faible accessibilité en restreint cependant drastiquement l'emploi. Dans ses deux applications majeures, la production d'électricité et de chaleur, la géothermie est donc encore aujourd'hui marginale, loin derrière les énergies fossiles et d'autres énergies renouvelables telles que l'hydroélectricité, le solaire photovoltaïque ou encore l'éolien.

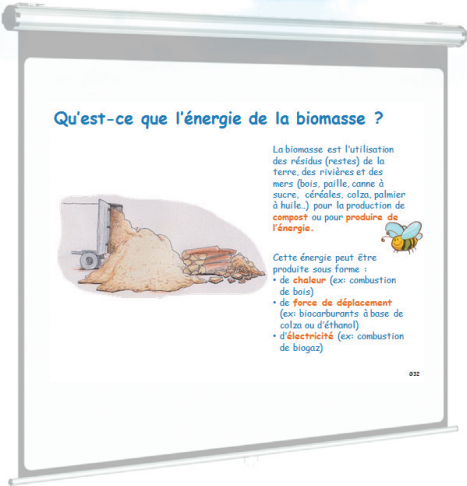
En production électrique mondiale, la puissance totale installée est d'environ 11,7 GW en 2012 avec une production de près de 72 TWh, soit près de 0,3% de la production électrique mondiale.

En production directe de chaleur, la puissance fournie serait de 66 GWth en 2012, ce qui correspond à une production équivalant à près de 150 TWh/an. Les deux filières seraient en nette croissance (+5% par an) grâce à la progression des techniques de prospection et de prélèvement (forages profonds en particulier offshore, doublet géothermal, pompes à chaleur) et au soutien financier des États (soutien lié, dans le cas de la France, au Grenelle de l'Environnement).

Dans le cas d'un pays comme l'Islande, doté de nombreux volcans, la géothermie est une solution très adaptée.

• **L'aérothermie**, quant à elle, est aussi une énergie stable, dont on peut prévoir la production et illimitée, puisqu'elle utilise comme source d'énergie la chaleur naturelle de l'air.

1 Connaissance des énergies
2 Ministère du Développement Durable



La cogénération consiste à produire et à utiliser simultanément de l'électricité et de la chaleur à partir d'une même énergie primaire et au sein de la même installation.

La biomasse désigne l'ensemble des matières organiques pouvant se transformer en énergie. On entend par matière organique aussi bien les matières d'origine végétale (résidus alimentaires, bois, feuilles) que celles d'origine animale (cadavres d'animaux, êtres vivants du sol).



Il existe trois formes de biomasse présentant des caractéristiques physiques très variées :

- Les solides (ex : paille, copeaux, bûches) ;
- Les liquides (ex : huiles végétales, bioalcools) ;
- Les gazeux (ex : biogaz).

La biomasse est une réserve d'énergie considérable née de l'action du soleil grâce à la photosynthèse. Elle existe sous forme de carbone organique. Sa valorisation se fait par des procédés spécifiques selon le type de constituant. La biomasse n'est considérée comme une source d'énergie renouvelable que si sa régénération est au moins égale à sa consommation. Ainsi, par exemple, l'utilisation du bois ne doit pas conduire à une diminution du nombre d'arbres. La valorisation énergétique de la biomasse peut produire trois formes d'énergies utiles, en fonction du type de biomasse et des techniques mises en œuvre : de la chaleur, de l'électricité, une force motrice de déplacement.

¹ Connaissance des énergies



- Réponse 1 : Résidus forestiers
- Réponse 2 : Résidus agricoles
- Réponse 3 : Résidus industriels
- Réponse 4 : Déchets urbains
- Réponse 5 : Et d'autres encore...

La biomasse forestière : les rémanents (houppiers, cimes, branches), les bois d'éclaircies et de cloisonnement et éventuellement des arbres entiers (ex : les premières éclaircies non commerciales), les brins de taillis, les perches tordues/branchues, le bois extrait des bandes pare-feu, les souches...



La biomasse agricole : cultures spécifiques (miscanthus, switch grass, chanvre, roseau...) ou coproduits de production brûlés (paille de céréales, sarments de vignes, paille de lavande, coques de noix...), en vrac ou sous forme d'agropellets (similaires aux granulés de bois mais avec des additifs minéraux permettant de stabiliser la combustion).

La biomasse issue des déchets industriels : déchets d'abattoir, de produits de la mer, d'amidonnerie, de brasserie, de laiterie, effluents agroalimentaires (huiles de friture, production d'huiles, grignons, margines), effluents vinicoles et résidus de distillation, déchets de transformation (sucre, confiture, biscuit, chocolat...), de fruits (peau et pulpes d'agrumes, pelure, jus...), de pomme de terre et légumes, de boulangerie (pain, farine, dessert, pâtes...), de charcuteries, de production de plats cuisinés, boues de STEP, déchets de graisse...

La biomasse issue des déchets urbains : on appelle ordures ménagères résiduelles la fraction de déchets qui subsiste après extraction des matières valorisables collectées sélectivement, et qui est elle-même collectée au porte-à-porte.

1 Ministère de l'Agriculture
2 ADIL
3 Methadev
4 Paris Tech Review



Durant sa croissance, la biomasse doit consommer une grande quantité de dioxyde de carbone. Ce dioxyde sera ensuite libéré dans l'air quand, par exemple, le bois se décomposera ou lors de sa combustion. Le gaz sera alors de nouveau absorbé par la biomasse. Il y a donc un équilibre et l'impact est neutre sur l'effet de serre, contrairement aux énergies fossiles qui libèrent de grandes quantités de CO_2 dans l'atmosphère.

Quand une stère de bois consommé évite l'émission de 180 kg de CO_2 qui auraient été produits par une énergie fossile, une tonne de plaquettes en évite 500 kg et une tonne de granulés 700 kg.

Si la biomasse évite la production de gaz à effet de serre, elle émet néanmoins d'autres polluants de l'air et notamment de nombreuses particules fines (poussières), néfastes pour la santé.

¹Energies renouvelables

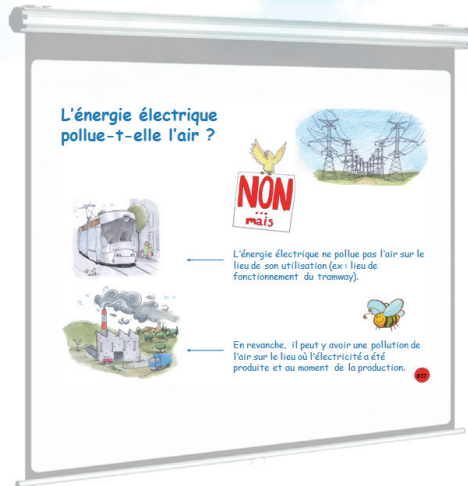


Les énergies renouvelables n'engendrent pas ou peu de déchets, d'émissions polluantes, de gaz à effet de serre. Énergies de l'avenir, elles permettent de gérer de façon intelligente les ressources locales et de créer des emplois. Aujourd'hui, elles sont encore sous-exploitées par rapport à leur potentiel. Ainsi, elles couvrent seulement 20% de la consommation mondiale d'électricité.

La France a mis en place des mécanismes incitatifs spécifiques à chaque filière :

- **Dans le domaine de la chaleur**, pour le secteur résidentiel individuel, le crédit d'impôt développement durable, l'éco-prêt à taux zéro, les certificats d'économies d'énergie et, dans les autres secteurs, le fonds chaleur qui a pour vocation le financement de projets à hauteur de 5,5 Mtep. Il est doté d'environ 220 M€ par an et sa gestion est déléguée à l'ADEME. Le Gouvernement a annoncé le 1er juillet 2014 que la dotation du fonds chaleur serait doublée d'ici 2017.
- **Dans le domaine des transports**, la taxe générale sur les activités polluantes permet d'encourager l'incorporation et la distribution de biocarburants en pénalisant les opérateurs qui mettent à la consommation une proportion de biocarburants inférieure au seuil fixé et une fiscalité réduite pour les biocarburants issus des unités agréées.
- **Le développement des énergies renouvelables électriques** repose sur les tarifs d'achat et les appels d'offres¹.

¹ Énergies renouvelables
² Ministère du Développement Durable



Depuis le début des années 1990, l'électricité produite à partir des énergies renouvelables (particulièrement l'éolien et le solaire) connaît un développement important dans le monde. Les politiques et programmes de soutien mis en place au Nord, sur fond d'effet de serre, et au Sud, pour répondre à une demande conséquente mais dispersée, en sont les principaux moteurs.

Leur extension à un nombre toujours plus grand de pays, la montée en puissance d'industries mieux structurées et l'émergence de technologies matures devraient assurer la continuité dans ce développement. L'inventaire de la filière électricité «verte» dans le monde, dressé annuellement par l'Observatoire des énergies renouvelables, confirme cette tendance¹.

En faisant apparaître la part de la production d'électricité d'origine renouvelable dans la production mondiale, il révèle quels pays sont les plus gros producteurs et quelles zones sont les plus dynamiques. Il examine aussi les différences régionales et nationales en termes de potentiels énergétiques, de mise en œuvre et de capacité de financement. Cette base de données actualisée régulièrement est devenue un outil indispensable à tous les acteurs intéressés par le développement des énergies renouvelables dans le monde².

¹ Energies renouvelables
² Quinzième inventaire



Réponse 1 : Le nucléaire

Réponse 2 : Les centrales thermiques

Réponse 3 : L'hydraulique

Réponse 4 : L'éolien

Réponse 5 : Le solaire

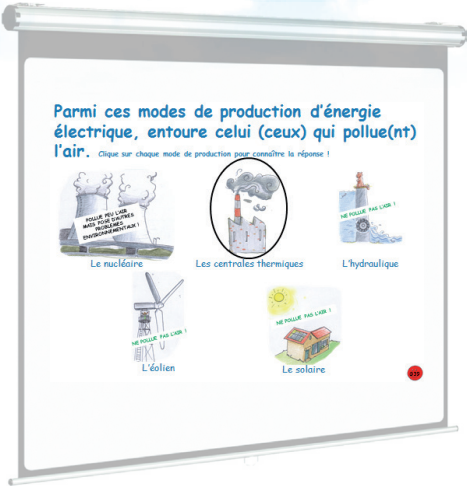
Réponse 6 : Et d'autres encore tels que le gaz...



L'électricité renouvelable (électricité verte ou propre) est produite uniquement à partir des sources d'énergies renouvelables respectueuses de l'environnement. Les certificats EECS (European Energy Certificate System) servent à garantir la provenance renouvelable de cette électricité qui transite par le réseau. Ils sont vendus par des exploitants de centrales énergies renouvelables et achetés par des clients désireux de consommer de l'électricité d'origine renouvelable.

Observ'ER¹ est l'institut français de certification de l'énergie d'origine renouvelable, dans le cadre du système européen, auquel adhèrent 19 pays. Les certificats permettent d'assurer la traçabilité de l'électricité. Ils interdisent la fraude en permettant de vérifier, notamment, qu'une même quantité d'électricité n'est pas utilisée plusieurs fois. Il existe des fournisseurs d'électricité verte. Ceux-ci sont accessibles aux particuliers.

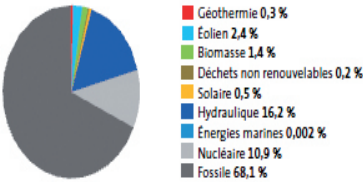
¹ Energies renouvelables
² Fournisseurs d'Electricité



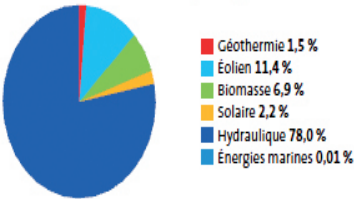
La production d'électricité d'origine renouvelable dans le monde représente 20% de la production mondiale. Les combustibles fossiles demeurent le noyau dur de la production d'électricité mondiale avec plus des deux tiers du total (68,1% en 2012) et 10,9% est d'origine nucléaire.



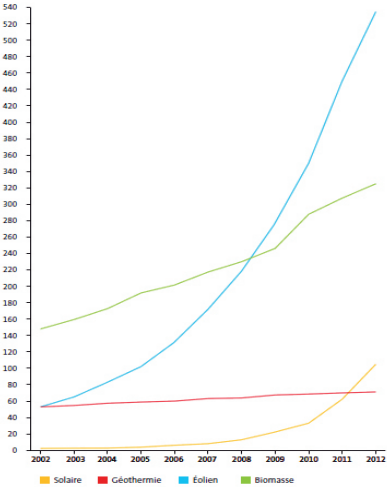
Structure de la production d'électricité – 2012



Structure de la production électrique d'origine renouvelable – 2012



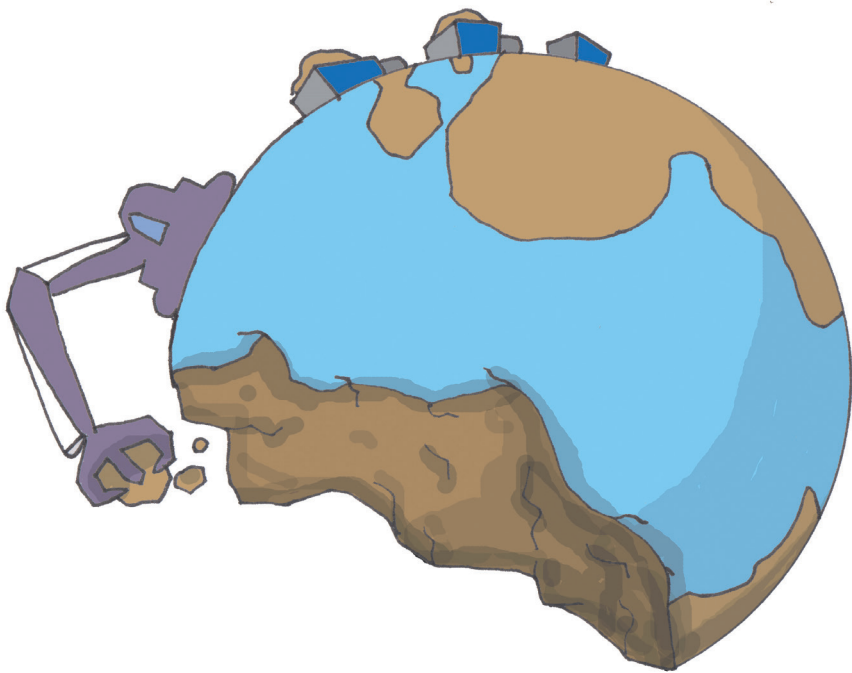
Production d'électricité d'origine renouvelable hors hydraulique (TWh)

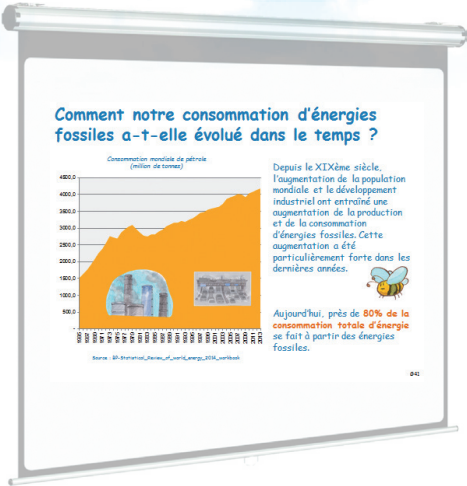


Source des graphiques : www.energies-renouvelables.org

¹Energies renouvelables

Comment consommons-nous l'énergie?





La consommation mondiale annuelle d'énergie primaire est d'environ 10 milliards de tonnes d'équivalent pétrole (TEP).

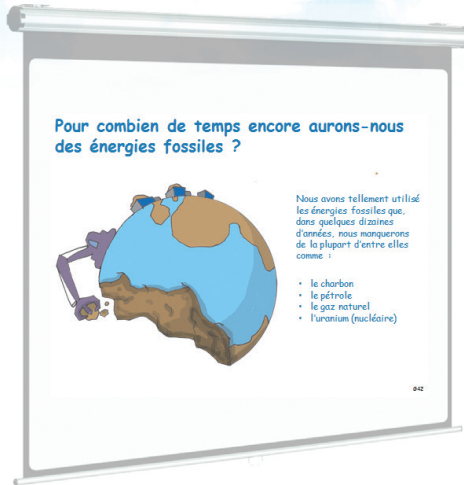


Tonne d'équivalent pétrole (TEP) : Quantité d'énergie contenue dans une tonne de pétrole brut, soit 41,868 gigajoules. Unité utilisée pour exprimer dans une unité commune la valeur énergétique des diverses sources d'énergie. Selon les conventions internationales, 1 TEP équivaut par exemple à 1 616 kg de houille, 1 069 m³ de gaz d'Algérie, 954 kg d'essence moteur, 11,6 MWh d'électricité.



Depuis le XIX^{ème} siècle, l'accélération de la croissance démographique et le développement industriel se traduisent par une formidable progression de la production et de la consommation d'énergies fossiles, qui provoque des problèmes de gestion des ressources et d'approvisionnement énergétique et a un impact sur l'environnement et le climat. En constante augmentation, la consommation mondiale d'énergie s'accélère sous l'effet de la mutation économique des grands pays asiatiques, notamment la Chine et l'Inde, tandis que les pays d'Europe et d'Amérique du Nord demeurent les plus gros consommateurs.

1 LAROUSSE
2 INSEE



L'Organisation des pays exportateurs de pétrole (OPEP) ou en anglais Organization of Petroleum Exporting Countries (OPEC) est une organisation intergouvernementale (un cartel) de pays visant à négocier avec les sociétés pétrolières pour tout ce qui touche à la production de pétrole, son prix et les futurs droits de concessions.



Il nous resterait pour environ :

- 40 ans de pétrole¹
- 164 ans de gaz
- 413 ans de charbon
- 100 ans d'uranium²

Sur les sites www.worldometers.info et www.planetoscope.com, on peut observer l'évolution des statistiques ayant trait à l'énergie en temps réel. Ces informations évoluent en permanence du fait notamment de l'amélioration des techniques d'extraction, de la découverte de nouveaux gisements, de l'évolution des prix des ressources, de décisions politiques. Certains craignent que les ressources, devenant rares, soient réservées à un petit nombre de privilégiés.

¹Worldometers
²Connaissance des énergies

Solutions





La sobriété énergétique pourrait se définir comme le fait de supprimer ou de limiter les activités consommatrices d'énergie ou de ressources superflues, notamment par des changements de comportements.



La sobriété énergétique « consiste à utiliser tout type de ressource de manière à ne pas menacer sa disponibilité aujourd'hui et dans le futur ». Elle passe par une prise de conscience de sa consommation et de son empreinte énergétique. La réflexion sur la sobriété est donc complémentaire de celle sur l'efficacité énergétique.

Dans un contexte où la quantité d'énergies fossiles diminue progressivement, où les capacités techniques ne progressent encore que lentement, la question de la sobriété énergétique se pose de plus en plus.



Réponse 1 : Couper le robinet (brossage de dents et toilette)

Réponse 2 : Prendre une douche plutôt qu'un bain

Réponse 3 : Eteindre les lumières inutiles

Réponse 4 : Ne pas laisser les appareils en veille

Réponse 5 : 16°C en chambre, 19°C dans les pièces à vivre

Réponse 6 : Et d'autres encore (marcher, dégivrer son frigo)



Pour consommer moins tout en maintenant un confort équivalent, on peut agir par exemple sur:

- Les comportements individuels au niveau de l'habitat (conception du logement avec isolation, ventilation, chauffage, maisons passives voire actives, maîtrise des consommations énergétiques...)
- Les comportements individuels au niveau de la mobilité (choix du transport de proximité (marche, vélo, transports en commun, voiture), mobilité douce, réduction des consommations, covoiturage, préférence pour les circuits courts)
- Les comportements d'achat (produits locaux et à faible impact sur la pollution de l'air, petite voiture économe plutôt que 4/4...)
- L'organisation collective (efficacité industrielle et agricole, choix des infrastructures, construction d'écoquartiers, quartiers piétonniers, ramassage scolaire, maintien des commerces de proximité...).



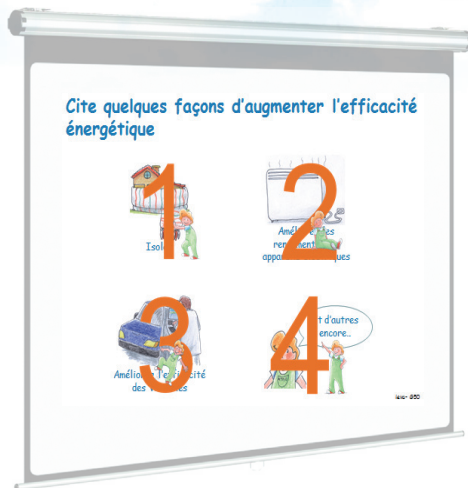
En matière d'efficacité énergétique, deux secteurs d'action prioritaire se démarquent: le bâtiment et les transports.

- **Bâtiment** : le bâtiment représente à lui seul environ 40% de la consommation d'énergie finale de la France et près de 25% des émissions de CO₂. Agir sur la maîtrise de la demande énergétique devient donc indispensable autant au niveau de la rénovation du parc de bâtiments existants que de la construction neuve.

- **Transport** : 2nd derrière celui du bâtiment, le secteur des transports représente en France 32% de la consommation d'énergie en 2011, 70% de la consommation de produits pétroliers et 27% des émissions de gaz à effet de serre (GES). Alors que les émissions totales de GES de la France ont diminué entre 1990 et 2011, celles des transports ont fortement augmenté entre 1990 et 2004 (+19%) puis ont décliné.

La France a pour objectif de ramener d'ici à 2020 les émissions de transports à leur niveau de 1990, c'est à dire de réduire de 20% les émissions du secteur par rapport à 2005. Les mesures mises en place visent à améliorer l'efficacité des modes de transport utilisés et soutenir le report modal¹.

¹ Ministère du Développement Durable
² Ministère du Développement Durable



Réponse 1 : Isoler

Réponse 2 : Améliorer le rendement des appareils électriques

Réponse 3 : Améliorer l'efficacité des véhicules

Réponse 4 : Et d'autres encore

Les investissements efficaces au niveau :

De l'électricité : fiez-vous, pour des appareils électroménagers et téléviseurs sobres, à l'étiquette énergie et, pour les équipements informatiques, au logo Energy Star ou l'écolabel européen. Les lampes basse consommation durent 8 fois plus longtemps et économisent de 75 à 80% d'énergie par rapport aux ampoules à incandescence qui, trop gourmandes, ne sont plus fabriquées.

Du chauffage : un robinet thermostatique maintient les radiateurs existants à la température choisie, compte tenu du type d'occupation de la pièce (chambre ou séjour) et des apports gratuits de chaleur (exposition sud...). Isolez toit, murs, planchers bas, optez pour des fenêtres à double vitrage, veillez à l'étanchéité du bâti... Attention, pour éviter l'humidité, à bien ventiler.

Ne laissez pas refroidir l'eau chaude dans les tuyaux, calorifugez-les. Si votre chaudière a 20 ans, changez-la. Avec une chaudière à condensation, vous économiserez 15 à 20% de consommation. Avec un système de régulation et une horloge de programmation, 10 à 25%. Renseignez-vous sur les aides financières.

De l'eau : à adapter sur les robinets ou flexibles de douche, réducteurs de débit, aérateurs, stop-douche, douchettes à turbulence limitent, pour une même efficacité d'utilisation, la consommation. Une chasse d'eau à double débit permet une économie annuelle d'environ 30 m³ pour une famille de 4 personnes. Pour des appareils ménagers sobres, fiez-vous à l'étiquette énergie ou l'écolabel européen : un lave-linge performant consomme environ 40 litres d'eau pour une lessive sans prélavage, un lave-vaisselle sobre seulement 15 litres. Un robinet mitigeur économise 10% d'eau par rapport à un robinet mélangeur classique. Un robinet thermostatique, plus coûteux, jusqu'à 30%.

De l'air : un spécialiste assurera l'entretien complet de la VMC (Ventilation Mécanique Contrôlée) tous les trois ans environ (bouches d'extraction, filtres, entrées d'air...). Le ramonage est obligatoire tous les ans et garantit le bon fonctionnement des appareils de chauffage et votre sécurité.

Ne jamais isoler sans prévoir l'installation d'une ventilation¹.

¹ Guide Ademe Être écocitoyen à la maison



Remerciements

Nous remercions le comité pédagogique de L'Air et Moi pour sa précieuse participation à la réalisation de ce guide :

Mme Roselyne Bailly (Ecole Saint-Tronc La Rose, Marseille),

Mme Céline Vincent (Ecole Mazargues Beauchêne, Marseille),

Mme Violaine Millet (Ecole Arenc Bachas, Marseille),

Mme Françoise Sivan (Ecole La Rose Val Plan, Marseille),

Mme Anne Claire Latuyère (Ecole La Rose Val Plan, Marseille),

Mme Mireille Pally (Ecole Marius Roussel, Simiane Collongue),

Mme Isabelle Mollard (Ecole Sainte-Cécile, Marseille),

Mme Lombardi (Ecole Candolle, Marseille),

Mr Philippe Oddou (enseignant, ancien coordinateur des classes de Mer de la Ville de Marseille au Frioul).

Nous remercions aussi notre comité scientifique L'Air et Moi et notre équipe d'ingénieurs d'Air PACA. Enfin nous remercions tous ceux qui ont participé, directement ou indirectement à la réalisation de ce support.

Réalisation : Air PACA

Conception du projet : Victor-Hugo Espinosa

Coordination : Marie-Anne Le Meur

Assistance à la coordination : Isabelle Arab-Desmarécaux

Illustration : Isabelle Nègre-François

Maquette : Graficea

contact@lairetmoi.org

AirPACA
QUALITÉ DE L'AIR



L'Air
et Moi

www.lairetmoi.org