

# Tout a commencé avec le soleil



Plus d'informations sur : [www.ledveloppementdurable.fr](http://www.ledveloppementdurable.fr)  
Toute l'information sur l'environnement sur : [www.poleplanet.info](http://www.poleplanet.info)

Éruptions à la surface du soleil.

Photo ©SOHO IESA & NASA

**En une heure, le rayonnement du soleil fournit à la Terre plus d'énergie  
que l'humanité n'en consomme en une année.**



Le Soleil est la principale source de lumière et de chaleur de notre planète. Les radiations infrarouges et ultraviolettes qu'il émet alimentent l'atmosphère, les sols et les océans. En faisant croître les végétaux qui se sont ensuite accumulés pendant des millions d'années, la chaleur solaire est à l'origine des réserves de charbon, de pétrole et de gaz naturel. La transmission de l'énergie du soleil à l'atmosphère et aux océans, couplée avec la gravitation est à l'origine des vents et des courants marins. Le développement humain a donc lieu dans un contexte où l'énergie solaire est partagée entre l'ensemble des êtres vivants qui la captent directement ou indirectement. L'énergie solaire photovoltaïque consiste à transformer directement la lumière en électricité. Bien qu'encore marginal, c'est le type d'énergie qui connaît la plus forte croissance dans le monde. Sa production a été multipliée par 9 depuis l'an 2000.

# Les êtres vivants et l'énergie



Plus d'informations sur : [www.lofdeveloppementdurable.fr](http://www.lofdeveloppementdurable.fr)  
Toute l'information sur l'environnement sur : [www.poleplaneta.info](http://www.poleplaneta.info)

Baleine à bosse bondissant hors de l'eau près des côtes d'Alaska, Etats-Unis.

Photo © François Cohier/Bias



**86 % de l'énergie utilisée par les hommes  
n'est pas renouvelable.**



Au sens étymologique (*energeia*), l'énergie désigne une force en action. Elle se présente sous différentes formes : mécanique, thermique, chimique, radiative, électrique ou nucléaire. Des sources d'énergie sont présentes partout sur Terre depuis la naissance de l'univers. Ainsi, les baleines puisent leur énergie en consommant du plancton, premier maillon des chaînes alimentaires marines.

# L'énergie au service de l'homme



Plus d'informations sur : [www.lodeveloppementdurable.fr](http://www.lodeveloppementdurable.fr)  
Toute l'information sur l'environnement sur : [www.poleplaninfo.fr](http://www.poleplaninfo.fr)

Charrue tractée par un âne dans un champ en Crète, Grèce.

Photo © Yann Arthus-Bertrand



**Dans le monde, plus d'un milliard d'agriculteurs travaillent avec des outils manuels,  
2 % disposent d'un tracteur et 19 % d'un animal de trait.**



Les usages humains de l'énergie ont largement évolué et se sont diversifiés depuis des dizaines de milliers d'années. L'être humain trouve dans son alimentation la quantité d'énergie nécessaire à ses besoins physiologiques. Au fil des millénaires, les hommes ont employé le feu, inventé l'agriculture et domestiqué les animaux. L'animal a été utilisé comme force ou comme source d'alimentation. Revêtant des dimensions énergétiques mais aussi sociales et affectives, les relations entre l'homme et l'animal représentent un élément fondamental de l'histoire du développement humain.

# Du charbon à la machine



Plus d'informations sur : [www.lodeveloppementdurable.fr](http://www.lodeveloppementdurable.fr)  
Pour plus d'information sur l'environnement sur : [www.polepne.net/info](http://www.polepne.net/info)

Centrale thermique à Hvidovre sur la mer Baltique au Danemark.

Photo © Yann Arthus-Bertrand



## Les centrales thermiques et le transport routier sont les principaux responsables de la pollution.



Le charbon est un des premiers combustibles fossiles utilisés par les hommes. Il ne commence à être utilisé de façon systématique qu'au XVI<sup>e</sup> siècle. Le charbon, en particulier la houille, dite « charbon de terre », a rendu possible la première révolution industrielle au XVIII<sup>e</sup> siècle en fournissant l'énergie nécessaire à cette croissance jusqu'à la fin du XIX<sup>e</sup> siècle. Il permet aussi le développement de la sidérurgie, celui des transports et la croissance urbaine. Le charbon a été progressivement dépassé par le pétrole mais il est resté une source d'énergie essentielle, notamment pour le fonctionnement des centrales électriques. La combustion du charbon reste une source de pollution et de gaz à effet de serre. D'importants travaux de recherche sont menés actuellement pour résoudre ces problèmes.

# L'essor des énergies renouvelables



Plus d'informations sur : [www.lodeveloppementdurable.fr](http://www.lodeveloppementdurable.fr)  
Toute l'information sur l'environnement sur : [www.gesteon.fr](http://www.gesteon.fr)

Biche traversant un champ de colza dans la vallée de Chevreuse, Yvelines, France.

Photo © Yann Arthus-Bertrand



**Les agro carburants représentent environ  
1 % du marché mondial des carburants liquides.**



On appelle « énergies renouvelables » les formes d'énergie dont la source se reconstitue à la même vitesse qu'elle est consommée. Les principales sont, le bois et les déchets de bois, la biomasse, l'énergie éolienne (le vent), hydraulique (l'eau), la géothermie (la Terre), le solaire (le Soleil). A l'inverse, les combustibles fossiles (charbon, pétrole, gaz naturel), tout comme l'uranium, ne sont pas renouvelables. Les barrages et les éoliennes, la biomasse... produisent 13,5 % de la consommation totale d'énergie et représentent 18 % de la production mondiale d'électricité. Depuis quelques années, on assiste au développement des carburants d'origine agricole pour répondre à la hausse des prix des hydrocarbures et réduire les rejets des gaz à effet de serre. Les agro carburants suscitent cependant un certain nombre de débats et font l'objet d'un considérable effort de recherche.

# Pétrole : la pénurie annoncée



Plus d'informations sur : [www.lodeveloppementdurable.fr](http://www.lodeveloppementdurable.fr)  
Toute l'information sur l'environnement sur : [www.podopiana.fr](http://www.podopiana.fr)

Puits de pétrole en Californie, États-Unis.

Photo © Yann Arthus-Bertrand

**Le monde consomme en 6 semaines autant de pétrole qu'il en a consommé en 1 an en 1950.**



Le pétrole est une roche liquide saturée d'hydrocarbures issue de processus naturels de maturation de résidus organiques « piégés » sous très haute pression dans certaines couches géologiques pendant des millions d'années. À partir de la seconde moitié du XIX<sup>e</sup> siècle, le pétrole remplace progressivement le charbon comme combustible et rend possible le développement du moteur à explosion, clé de la révolution des transports. La croissance économique du XX<sup>e</sup> siècle est fondée sur le recours à cette ressource en énergie à la fois très efficace et peu coûteuse. Le pétrole est au centre de l'activité économique mondiale et, en tant que tel, fait l'objet de nombreuses tensions politiques et stratégiques. La consommation d'hydrocarbures pose cependant des problèmes de pollution, comme les marées noires, ou contribue au réchauffement climatique par des émissions de gaz à effet de serre (dioxyde de carbone). En outre, l'importance de la consommation au XX<sup>e</sup> siècle d'une ressource qui ne peut se renouveler à l'échelle du temps humain rend aujourd'hui nécessaire le développement des énergies renouvelables.

# Le bois et ses limites



Plus d'informations sur : [www.lo.developpementdurable.fr](http://www.lo.developpementdurable.fr)  
Toute l'information sur l'environnement sur : [www.podpiana.fr/info](http://www.podpiana.fr/info)

Collines déboisées près de la frontière avec la République dominicaine, Haïti.

Photo © Yann Arthus-Bertrand

**13 millions d'hectares de forêts naturelles  
disparaissent chaque année.**



Historiquement, le bois est le premier combustible employé par l'homme pour se chauffer, s'alimenter et s'éclairer. Le bois fait partie de l'ensemble des matières organiques (biomasse) utilisées comme combustible. L'utilisation énergétique du bois est à l'origine, dès l'Antiquité, du développement de l'artisanat et de la métallurgie. A partir du XVIII<sup>e</sup> siècle, la surexploitation des forêts européennes entraîne le remplacement du bois par le charbon. Aujourd'hui dans le monde, l'emploi du bois reflète les inégalités sociales dans l'accès à l'énergie. Toujours utilisé comme principale source de chauffage par les populations les plus démunies, il reste un facteur de développement économique diversifié pour les pays riches. Le bois peut représenter une énergie renouvelable si sa production est issue d'une gestion durable des forêts.

# Le pouvoir de l'atome



Plus d'informations sur : [www.ledveloppementdurable.fr](http://www.ledveloppementdurable.fr)  
Toute l'information sur l'environnement sur : [www.polepiana.fr/info](http://www.polepiana.fr/info)

Centrale nucléaire de Saint-Laurent-des-eaux, Loir-et-Cher, France.

Photo © Yann Arthus-Bertrand



**Les 443 réacteurs nucléaires du monde  
fournissent 16 % de l'électricité mondiale.**



L'énergie nucléaire utilise de l'uranium qui est un métal radioactif. Au cours de réactions dites de fission, les atomes d'uranium libèrent de grandes quantités d'énergies sous forme de chaleur. Ainsi un gramme d'uranium dégage plus d'énergie que la combustion d'une tonne de pétrole, ce qui en fait une source d'énergie intéressante. Aujourd'hui, 16 % de l'électricité mondiale est fournie par des centrales nucléaires. Si celles-ci ne rejettent presque pas de CO<sub>2</sub>, l'utilisation de cette technologie n'est cependant pas sans risque, comme l'ont démontré un certain nombre d'accidents. L'énergie nucléaire exige donc des procédures très strictes de gestion et d'utilisation et pose des problèmes par le caractère dangereux des déchets qu'elle produit. Par ailleurs, l'uranium se trouve en quantité limitée dans le sol. En France, en 2007, le secteur nucléaire a fourni 77 % de la production électrique nationale.



# L'eau, source d'énergie



Plus d'informations sur : [www.ledeveloppementdurable.fr](http://www.ledeveloppementdurable.fr)  
Toute l'information sur l'environnement sur : [www.poleplanet.info](http://www.poleplanet.info)

Barrage sur la rivière Ohau, île du Sud, Nouvelle-Zélande.

Photo © Yann Arthus-Bertrand

**Dans le monde, on compte aujourd'hui  
près de 50 000 grands barrages.**



Les fleuves, les rivières, les chutes d'eau, les marées, sont utilisés comme source d'énergie depuis l'Antiquité. A la fin du XIX<sup>e</sup> siècle, avec la naissance de la production industrielle d'électricité, les différents flux d'eau ont permis de faire fonctionner des turbines hydroélectriques couplées à des alternateurs. L'hydroélectricité représente 16 % de la production mondiale d'électricité et possède de nombreux atouts. Elle est renouvelable, bon marché et émet peu de gaz à effet de serre. Toutefois, elle présente des inconvénients non négligeables : déplacements de population, inondations de terres agricoles, modifications des écosystèmes aquatiques, blocage des alluvions... Troisième source de production d'électricité en Europe, l'hydroélectricité est amenée à se développer en intégrant la protection des ressources piscicoles et en s'articulant avec d'autres énergies renouvelables comme l'éolien ou d'autres systèmes hybrides (par exemple avec l'hydrogène).

# L'océan, une puissance inexploitée



Plus d'informations sur : [www.lo.developpementdurable.fr](http://www.lo.developpementdurable.fr)  
Toute l'information sur l'environnement sur : [www.polepi.nat.fr](http://www.polepi.nat.fr)

Phare de Kéréon sur la côte du Finistère, France.

Photo ©Philip Plesson



## L'énergie des vagues et des courants façonne les côtes.



L'océan recouvre 70 % de la surface de la planète. La houle, les courants marins, sous-marins et les marées sont les différentes manifestations de cette énergie cinétique. Cette dernière, inépuisable à l'échelle humaine, peut être transformée en électricité par différents dispositifs, comme les usines marémotrices ou les nouvelles « hydroliennes ». Ces systèmes sont encore peu nombreux et largement expérimentaux. Ils doivent en effet s'adapter à un milieu naturel difficile. L'océan constitue donc un potentiel énergétique peu exploré, accessible dans l'immédiat aux seules populations littorales. En France, l'usine marémotrice de la Rance inaugurée en 1966 reste l'une des plus puissantes du monde.

# Les promesses du vent



Plus d'informations sur : [www.lofdeveloppementdurable.fr](http://www.lofdeveloppementdurable.fr)  
Toute l'information sur l'environnement sur : [www.polepi.nat.fr](http://www.polepi.nat.fr)

La centrale éolienne d'Avignonnais Lauragais en Haute-Garonne, France.

Photo © Yann Arthus-Bertrand

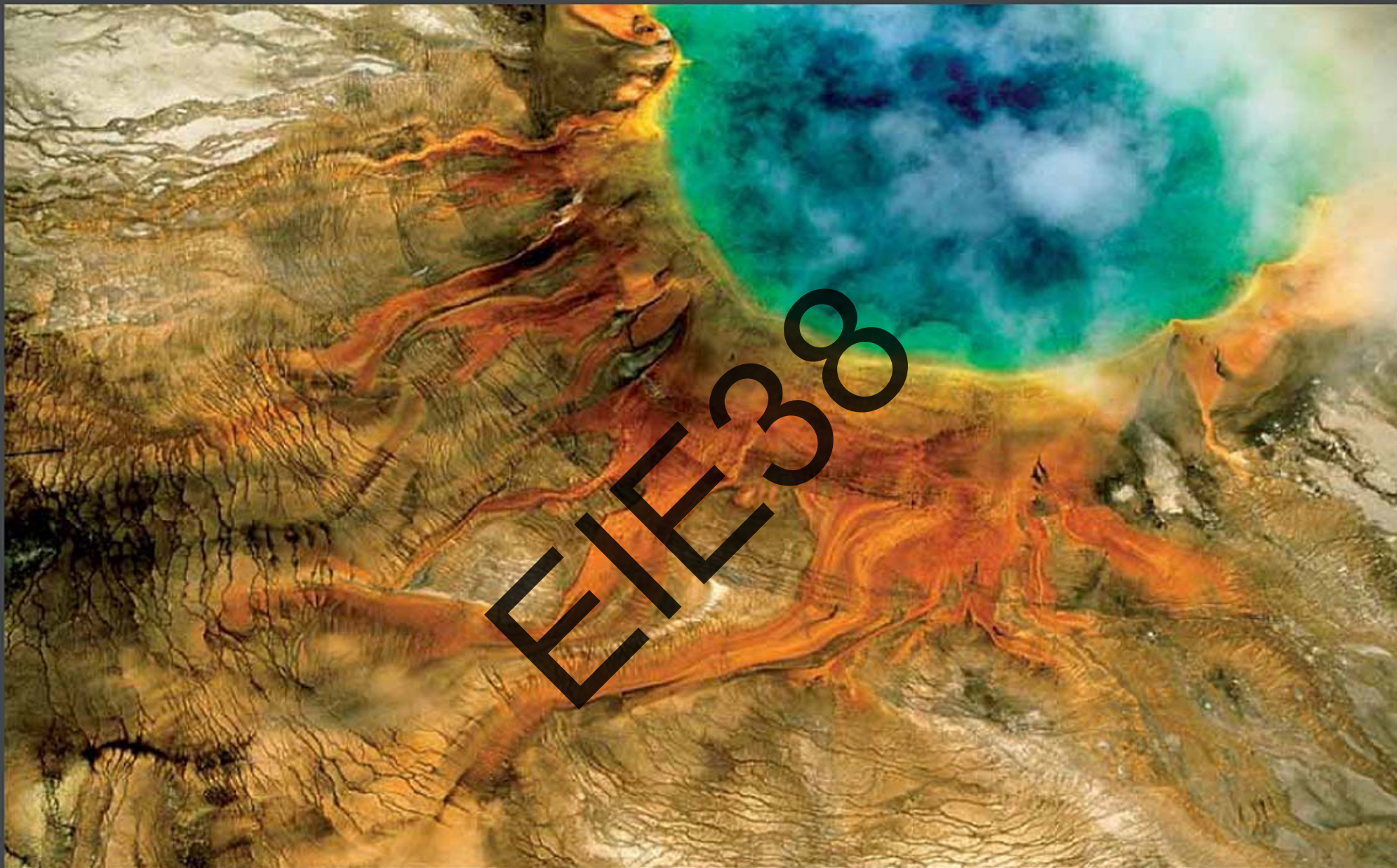


**La France possède le 2<sup>e</sup> potentiel éolien d'Europe,  
mais elle n'est que le 7<sup>e</sup> producteur européen d'énergie éolienne.**



Le vent, produit par les mouvements de l'atmosphère, est employé comme source d'énergie dès l'Antiquité grâce à l'invention de la marine à voile et de la technique des moulins. Ces systèmes permettent de convertir l'énergie éolienne (ainsi nommée d'après « Éole », le dieu grec du vent) en énergie mécanique inépuisable et non polluante. Il est possible d'associer un générateur à un dispositif éolien, afin de produire du courant électrique. Les éoliennes doivent être installées dans les régions constamment venteuses pour garantir un rendement régulier. Aujourd'hui dans le monde, quelque 40 000 éoliennes tournent dans 70 pays avec une puissance installée qui a été multipliée par 4 entre 2000 et 2006. Toutefois cette technique ne peut constituer qu'un apport aux autres sources d'énergie, du fait de son caractère intermittent. L'éolien représente seulement 3 % des énergies renouvelables et ne couvre que 0,5 % de la consommation électrique dans le monde. L'essor de l'énergie éolienne peut donc devenir un facteur important de développement des énergies renouvelables.

# L'énergie du cœur de la Terre



Plus d'informations sur : [www.lodeveloppementdurable.fr](http://www.lodeveloppementdurable.fr)  
Toute l'information sur l'environnement sur : [www.gesteon.fr](http://www.gesteon.fr)

Source chaude du Grand Prismatic dans le parc national de Yellowstone, États-Unis.

Photo © Yann Arthus-Bertrand



Au centre de la Terre,  
la température atteint 5 000 °C à 7 000 °C.



La Terre est une source permanente de chaleur, en raison de phénomènes géophysiques qui se produisent dans le noyau, le manteau et la croûte terrestre. Cette énergie est le moteur de la tectonique des plaques. Elle se libère lors des éruptions volcaniques et des tremblements de terre. La température du sous-sol augmente avec la profondeur, d'environ 3 °C pour 100 m et jusqu'à 10 °C dans certaines zones particulièrement actives. L'exploitation de la chaleur de la Terre (la géothermie) pourrait représenter un potentiel important en termes d'énergie renouvelable. Cette exploitation est encore peu développée mais les projets se multiplient partout dans le monde. Certains sont soutenus par l'Union européenne.

# Une pollution sans frontières



Plus d'informations sur : [www.ledveloppementdurable.fr](http://www.ledveloppementdurable.fr)  
Toute l'information sur l'environnement sur : [www.polepiana.fr](http://www.polepiana.fr)

Photo © Yann Arthus-Bertrand

Aéroport de Roissy Charles De Gaulle près de Paris, France.

**Le transport est confronté à l'enjeu  
de la réduction de ses rejets polluants.**



Les transports aériens sont indissociables du fonctionnement des sociétés contemporaines car ils rendent possibles les déplacements rapides de personnes et de marchandises sur de grandes distances. Le transport aérien est un important consommateur de carburant en raison de l'énergie qu'il réclame pour déplacer des appareils plus lourds que l'air. Par ailleurs, comme le transport routier ou maritime, le transport aérien rejette des polluants dans l'atmosphère. Au XXI<sup>e</sup> siècle, le transport va donc devoir faire face à l'enjeu de la croissance des déplacements confrontés à la protection de l'environnement, de la santé, à l'engorgement des voies d'accès et au renchérissement du prix des carburants.

# Economisons nos ressources



Plus d'informations sur : [www.lodeveloppementdurable.fr](http://www.lodeveloppementdurable.fr)  
Toute l'information sur l'environnement sur : [www.polepienaire.fr](http://www.polepienaire.fr)

Casse d'automobiles à Saint-Brieuc dans les Côtes d'Armor, France.

Photo © Yann Arthus-Bertrand



**Au rythme actuel, il pourrait y avoir 1 milliard d'automobiles  
au cours de la prochaine décennie.**



L'automobile occupe une place importante dans les sociétés contemporaines dont l'activité repose sur le faible coût des carburants. Moyen de transport de masse, la voiture s'inscrit en effet dans l'histoire de l'urbanisation à l'échelle de la planète. Ce mode de déplacement a offert de nouvelles formes de mobilité mais nécessite cependant l'utilisation de nombreuses ressources (métaux, pétrole...). Cette généralisation de l'automobile engendre des rejets de polluants et de gaz à effet de serre qui contribuent au réchauffement climatique. Pour autant, on fabrique aujourd'hui des voitures ne consommant que 3 litres de carburant aux 100 kilomètres. Elles ne représentent que 2 % des voitures neuves mais cette part est en forte augmentation tout comme celle des véhicules équipés des nouveaux moteurs hybrides ou électriques.

# Quand le climat se réchauffe



Plus d'informations sur : [www.ledveloppementdurable.fr](http://www.ledveloppementdurable.fr)  
Pour plus d'information sur l'environnement sur : [www.poleplanetaire.fr](http://www.poleplanetaire.fr)

Iceberg érodé dérivant dans la mer du Labrador au large du Groenland, Danemark.

Photo © Yann Arthus-Bertrand



**Le niveau des mers pourrait  
augmenter d'un mètre avant 2100.**



Pour limiter à 2 °C la hausse de température de l'atmosphère en 2100, il faudrait diviser par deux les émissions mondiales de CO<sub>2</sub> avant 2050. Depuis un siècle, le recours aux hydrocarbures a entraîné des rejets importants de gaz à effet de serre dans l'atmosphère. Durant le XXI<sup>e</sup> siècle, il pourrait en résulter une amplification de la fonte des glaces aux pôles mais aussi une diminution des glaciers terrestres. Cette évolution climatique dont les causes et les conséquences font l'objet de nombreux travaux scientifiques peut entraîner des effets importants sur la biodiversité et sur l'organisation des littoraux.

# Des énergies sources de conflits



Plus d'informations sur : [www.lodeveloppementdurable.fr](http://www.lodeveloppementdurable.fr)  
Toute l'information sur l'environnement sur : [www.polepi.net/info](http://www.polepi.net/info)

Puits de pétrole en feu pendant la Guerre du Golfe en 1991 au Koweït.

Photo ©Stéphane Compoint

Depuis 2002, le prix du baril de pétrole  
a été multiplié par cinq.



Le pétrole est essentiel pour le fonctionnement quotidien des sociétés modernes. Les zones d'extraction sont l'objet de nombreuses convoitises et, parfois, de conflits armés entre Etats ou groupes d'Etats. Ainsi la région du Golfe Persique, première région productrice de pétrole au monde, est au cœur des enjeux géostratégiques à l'échelle du globe. En outre, les prix du pétrole sont actuellement à la hausse et volatiles. Sachant que ces hydrocarbures ne constituent pas une énergie renouvelable, les gouvernements, les scientifiques, les citoyens s'interrogent aujourd'hui sur les autres formes d'énergie qui pourraient, à terme, les remplacer.



# L'énergie, des ressources mal réparties



Plus d'informations sur : [www.lodeveloppementdurable.fr](http://www.lodeveloppementdurable.fr)  
Pour plus d'information sur l'environnement sur : [www.poleplaneta.info](http://www.poleplaneta.info)

Vue de la planète Terre la nuit.

Photo ©NASA GSFC et Christopher Elvidge de NOAA NGOC  
Image par Craig Mayhew et Robert Simman, la NASA GSFC.

**Un habitant des pays développés consomme  
7 fois plus d'électricité qu'un habitant des pays en développement.**

Le niveau de développement d'un pays dépend, entre autres, de l'accès à l'énergie pour ses habitants. Dans ce contexte, l'accès à l'électricité est particulièrement significatif car il permet l'éclairage, la production industrielle, le transport ferroviaire, les communications électroniques, les soins médicaux... Deux des presque sept milliards d'êtres humains n'ont pas accès à l'électricité. Cette inégalité témoigne fortement de la faiblesse du développement dans certaines parties du monde.



# L'énergie indispensable à la vie



Plus d'informations sur : [www.lofdeveloppementdurable.fr](http://www.lofdeveloppementdurable.fr)  
Tous les renseignements sur : [www.podpiana.info](http://www.podpiana.info)

Mare temporaire et dunes de Sossusvlei dans le désert du Namib, Namibie.

Photo © Philippe Beursiller

**L'humanité s'approprie 24 % de la production primaire de biomasse, c'est-à-dire de l'énergie de la vie.**



Les végétaux utilisent directement la lumière solaire, le gaz carbonique de l'air et l'eau pour produire des glucides, grâce à un processus appelé photosynthèse. Les autres organismes obtiennent de l'énergie du soleil indirectement en mangeant des végétaux ou des animaux qui ont eux-mêmes consommés des végétaux. L'énergie est ainsi distribuée entre les êtres vivants au sein de réseaux alimentaires complexes. Elle est partout présente sur la planète. Chaque organisme, qu'il soit animal, bactérien ou végétal, ne peut vivre, croître et se multiplier sans elle. L'homme s'inscrit dans ce processus, puisque c'est son alimentation qui lui fournit l'énergie nécessaire pour maintenir son corps à 37 °C, faire fonctionner son organisme et se mouvoir. Avec 2 000 calories par jour, un être humain consomme à peu près autant qu'une lampe de 100 Watts qui resterait allumée jour et nuit. Une petite partie seulement de cette énergie est utilisée par les muscles.

# L'énergie à tout prix



EFF300

Plus d'informations sur : [www.lodeveloppementdurable.fr](http://www.lodeveloppementdurable.fr)  
Toute l'information sur l'environnement sur : [www.podopia.net/info](http://www.podopia.net/info)

Jeune plantation de palmiers à huile autour de Pundu sur l'île de Bornéo, Indonésie.

Photo © Yann Arthus-Bertrand



**Les hommes n'ont jamais consommé autant d'énergie.  
Depuis 30 ans, notre planète a perdu 30 % de ses ressources vivantes.**



Ces dernières années, la production d'agro carburants dans les pays tropicaux est devenue un des axes importants de développement de nouvelles ressources énergétiques. Mais elle implique des plantations systématiques de palmiers à huile, de cannes à sucre ou de soja... au détriment de la flore indigène, de sa biodiversité et des cultures agricoles vivrières. Cette agriculture à vocation « énergétique » se destine souvent à l'exportation et ses retombées financières n'atteignent pas toujours les populations rurales locales. Cette nouvelle forme d'agriculture tente de répondre à la croissance de la demande énergétique mondiale mais son exploitation a des conséquences climatiques, écosystémiques ou sociales. Des solutions doivent être trouvées pour favoriser la sobriété énergétique, le partage équitable des ressources, l'utilisation des énergies renouvelables et non polluantes.